

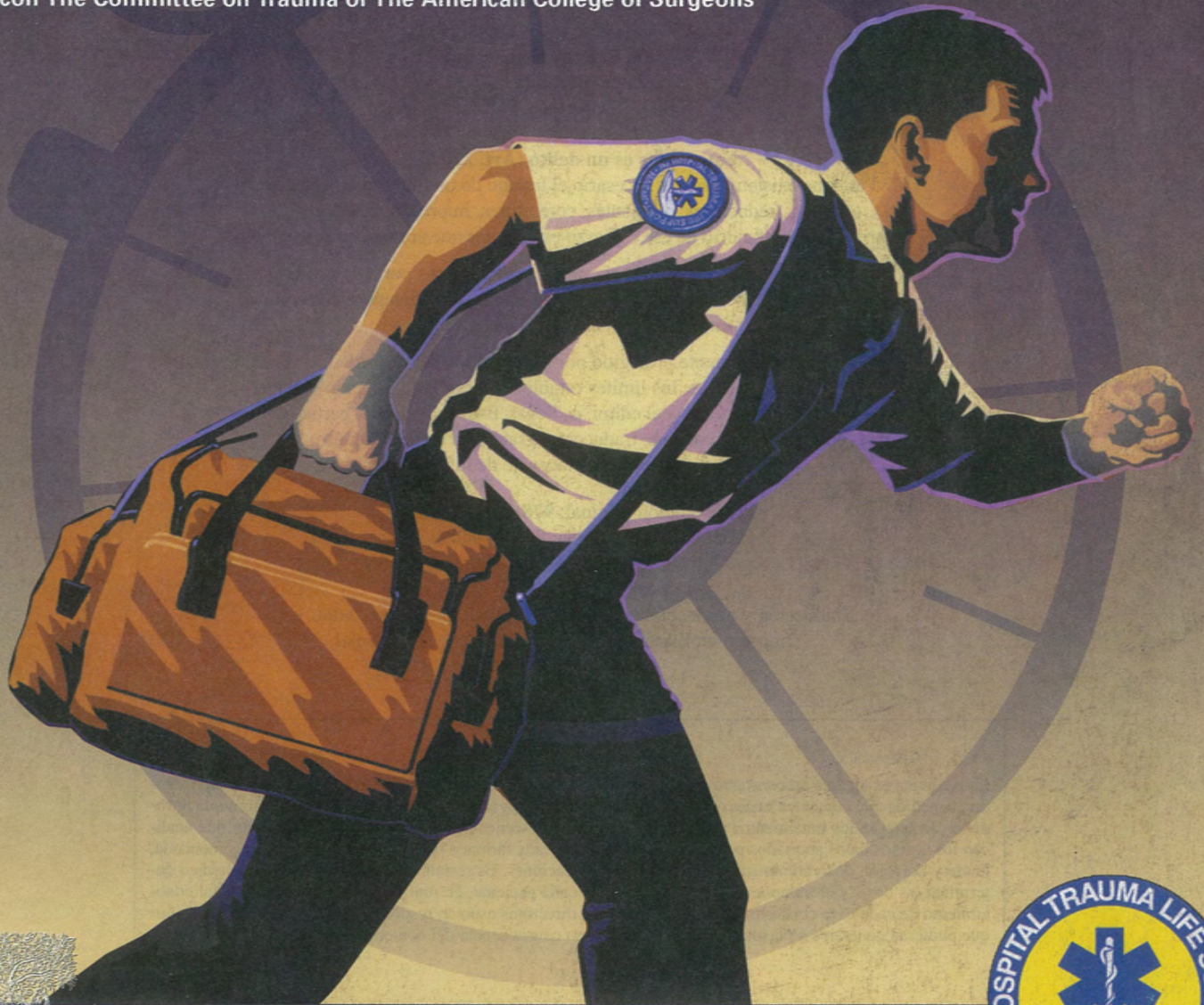
Peter Pan


# PHTLS

*Soporte vital básico y avanzado en el trauma prehospitalario*

**SEXTA EDICIÓN**

Prehospital Trauma Life Support Committee of The National Association of Emergency Medical Technicians en colaboración con The Committee on Trauma of The American College of Surgeons



  
ELSEVIER  
MOSBY

Ámsterdam Barcelona Beijing Boston Filadelfia Londres Madrid  
México Milán Múnich Orlando París Roma Sídney Tokio Toronto



Peter Pan

Es una publicación



Versión en español de la 6.ª edición de la obra en inglés  
**PHTLS: Prehospital Trauma Life Support**  
Copyright © MMVII Mosby Inc., an Elsevier Imprint

Revisión  
Dr. Javier González Uriarte  
Director Nacional PHTLS Spain

Instructores PHTLS Spain

© 2008 Elsevier España, S.L.  
Travessera de Gràcia, 17-21  
08021 Barcelona, España

**Fotocopiar es un delito (Art. 270 C.P.)**

Para que existan libros es necesario el trabajo de un importante colectivo (autores, traductores, dibujantes, correctores, impresores, editores...). El principal beneficiario de ese esfuerzo es el lector que aprovecha su contenido.

Quien fotocopia un libro, en las circunstancias previstas por la ley, delinque y contribuye a la «no» existencia de nuevas ediciones. Además, a corto plazo, encarece el precio de las ya existentes.

Este libro está legalmente protegido por los derechos de propiedad intelectual. Cualquier uso fuera de los límites establecidos por la legislación vigente, sin el consentimiento del editor, es ilegal. Esto se aplica en particular a la reproducción, fotocopia, traducción, grabación o cualquier otro sistema de recuperación de almacenaje de información.

ISBN edición original: 978-0-323-03331-2  
ISBN edición española: 978-84-8086-290-5

Depósito legal: B. 667 - 2009.

Traducción y producción editorial: *GEA CONSULTORÍA EDITORIAL, S.L.*  
Impreso en España por Grafos, S.A. Arte sobre papel

**Advertencia**

La medicina es un área en constante evolución. Aunque deben seguirse unas precauciones de seguridad estándar, a medida que aumenten nuestros conocimientos gracias a la investigación básica y clínica habrá que introducir cambios en los tratamientos y en los fármacos. En consecuencia, se recomienda a los lectores que analicen los últimos datos aportados por los fabricantes sobre cada fármaco para comprobar la dosis recomendada, la vía y duración de la administración y las contraindicaciones. Es responsabilidad ineludible del médico determinar las dosis y el tratamiento más indicado para cada paciente, en función de su experiencia y del conocimiento de cada caso concreto. Ni los editores ni los directores asumen responsabilidad alguna por los daños que pudieran generarse a personas o propiedades como consecuencia del contenido de esta obra.

El editor



# EN EL RECUERDO

## Scott R. Frame, MD, FACS, FCCM

31 ENERO, 1952-14 MARZO, 2001



Fotografía por cortesía de Joyce Frame

## Richard W. «Rick» Vomacka

1946-2001



## Joseph D. «Deke» Farrington, MD, FACS

1909-1982



Scott era el director médico asociado del programa de PHTLS. Su principal interés fue desarrollar el cambio de las ayudas audiovisuales para el PHTLS y su difusión internacional. En el momento de su prematuro fallecimiento había asumido la responsabilidad de dirigir la quinta edición del curso PHTLS. Esta tarea implicaba no sólo la revisión del libro de texto, sino también del manual del instructor y de todo el material docente asociado. Aceptó convertirse en el director médico del curso PHTLS cuando se publicara la quinta edición. Publicó capítulos y artículos sobre los SEM y el trauma en los principales libros de texto y revistas científicas.

El programa PHTLS creció de forma impresionante durante el mandato de Scott. Su persistencia de cara al futuro dependerá de lo que él hizo y de la parte de su vida que donó al PHTLS y a sus pacientes.

Rick formó parte del grupo de trabajo que desarrolló el PHTLS basándose en el programa de soporte vital avanzado traumatológico del *American College of Surgeons*. El PHTLS se convirtió en su gran pasión conforme el curso fue ganando forma, y viajó por todo el país a principios de los años ochenta del siglo xx realizando cursos piloto y talleres de trabajo regionales en las facultades, además de colaborar con el Dr. McSwain y otros miembros del grupo de trabajo original para ajustar el programa. Rick fue esencial para el establecimiento de la estrecha relación entre el PHTLS y los militares de EE. UU., y también trabajó en los primeros cursos internacionales de PHTLS. Rick fue un elemento esencial para los comienzos del PHTLS y le recordaremos con gran gratitud por su trabajo y dedicación a la causa de los pacientes traumatológicos.

Considerado con frecuencia el «padre del SEM», el Dr. Farrington escribió el artículo *Death in a Ditch*, que muchos consideran el punto de partida para el moderno SEM en EE. UU. En 1958 convenció al *Chicago Fire Department* de que los bomberos debían estar formados para la asistencia de los pacientes urgentes. En colaboración con el Dr. Sam Banks, Deke empezó el programa de formación traumática en Chicago. Millones de personas se han formado siguiendo las normas desarrolladas en este programa de referencia. Deke siguió trabajando en todos los ámbitos del SEM, desde la formación a las normas, lo que contribuyó a que el SEM se convirtiera en la profesión que hoy practicamos. Los principios enunciados por Deke merecen formar parte del núcleo del PHTLS, y este autor es uno de los pilares sobre los cuales nos sustentamos.

#### NOTA DE LOS EDITORES PARA LA EDICIÓN EN ESPAÑOL DEL PHTLS

La obra PHTLS traducida al español por Elsevier España y publicada originalmente por Mosby, del grupo Elsevier, está basada en los cursos de PHTLS que imparten *The National Association of Emergency Medical Technicians* y *The American College of Surgeons* de EE. UU. Presenta unos contenidos de muy alto nivel, avalados por estas dos grandes instituciones, con una claridad expositiva excepcional y unos diagramas y esquemas muy didácticos que facilitan al máximo la comprensión de los temas tratados, tanto los conceptos fisiopatológicos más complicados como las técnicas de emergencias médicas. Sin embargo, conviene tener presente que los sistemas de urgencias prehospitalarios en los distintos países a los que va dirigido este libro pueden presentar ligeras diferencias en cuanto a su organización, competencia y responsabilidades de los equipos encargados de prestar la atención sanitaria de urgencias, médicos, profesionales de enfermería y técnicos de emergencias médicas, y también en algunas de las técnicas recomendadas. Por tanto, es adecuado considerar siempre en cada caso los protocolos locales recomendados y usar esta obra como una muy buena referencia para el tratamiento del trauma prehospitalario, pero haciendo las equivalencias oportunas con la realidad local de cada sistema sanitario siempre que fuera necesario. Así, por ejemplo, en EE. UU. la utilización del «pantalón neumático *antishock*» está recomendada para muchos de los casos de trauma prehospitalario, mientras que en Europa sólo lo está en situaciones muy concretas y siempre bajo valoración del responsable médico.

Por otra parte, se ha obviado el dato concreto de los teléfonos de Urgencias, Centros Nacionales de Toxicología, etc., para no incluir listas demasiado largas que aburran al lector, al ser distintos para muchos de los países a los que va dirigido este libro. Hemos optado por dejar la referencia sin el dato concreto para que cada lector pueda completar esta información con los números de teléfono de su país.

Por lo demás, confiamos en que esta obra resulte de gran ayuda para todas las personas que desean formarse o especializarse en el soporte vital básico y avanzado en el trauma prehospitalario.

*Los editores de la edición española*

# COLABORADORES



---

## Directores

Jeffrey P. Salomone, MD, FACS, NREMT-P  
Senior Associate Medical Director, PHTLS  
Associate Professor of Surgery  
Emory University School of Medicine  
Atlanta, Georgia

Peter T. Pons, MD, FACEP  
Associate Medical Director, PHTLS  
Professor of Emergency Medicine  
University of Colorado Health Sciences Center  
Denver, Colorado

---

## Director jefe

Norman E. McSwain, Jr., MD, FACS, NREMT-P  
Medical Director, PHTLS  
Tulane University Department of Surgery  
New Orleans, Louisiana

---

## Directores asociados

Will Chapleau, EMT-P, RN, TNS, CEN  
Chairman, PHTLS Executive Council  
Chief, Chicago Heights Fire Department  
Chicago Heights, Illinois

Gregory Chapman, EMT-P, RRT  
Vice Chairman, PHTLS Executive Council  
Director, Institute of Prehospital Emergency Medicine  
Hudson Valley Community College  
Troy, New York

Stephen D. Giebner, MD, MPH  
Chairman, Committee on Tactical Combat Casualty Care  
CAPT, MC, USN (Ret)  
Naval Operational Medicine Institute  
San Diego, California

Jeffrey S. Guy, MD, FACS, EMT-P  
Associate Medical Director, PHTLS  
Associate Professor of Surgery  
Director, Regional Burn Center  
Vanderbilt University School of Medicine  
Nashville, Tennessee

---

## Colaboradores

Melissa Alexander, MS, NREMT-P  
Director, EMS Academy  
University of New Mexico  
Albuquerque, New Mexico

Jameel Ali, MD, Med, FRCSC, FACS  
Professor of Surgery  
Division of General Surgery  
University of Toronto  
Toronto, Ontario, Canada

Brad L. Bennett, PhD  
CAPT U.S. Navy  
Commanding Officer  
Naval School of Health Sciences  
Portsmouth, Virginia  
Adjunct Faculty  
Department of Military and Emergency Medicine  
Uniformed University of the Health Sciences School  
of Medicine  
Bethesda, Maryland  
Adjunct Faculty  
Emergency Medical Technology  
Tidewater Community College  
Virginia Beach, Virginia

Matthew Bitner, MD  
Chief Resident  
Department of Emergency Medicine  
Emory University School of Medicine  
Atlanta, Georgia

Ernest F. J. Block, MD, FACS, EMT-P  
Director of Trauma Services  
Orlando Regional Healthcare System  
Orlando, Florida

Susan M. Briggs, MD, MPH, FACS  
Associate Professor of Surgery  
Harvard University, Massachusetts General Hospital  
Boston, Massachusetts

Jonnathan Busko, MD, WEMT-P  
Medical Director, CDS Outdoor School  
Professional Emergency Services  
Eastern Maine Medical Center  
Bangor, Maine

Christain E. Callsen, Jr., LP  
Assistant Director, EMS Operations  
Austin-Travis County EMS  
Austin, Texas

Howard Champion, MD, FRCS, FACS  
Senior Advisory in Trauma  
Professor of Surgery and Military and Emergency Medicine  
Uniformed Services University of the Health Sciences  
Washington, DC

Will Chapleau, EMT-P, RN, TNS, GEN  
Chairman, PHTLS Executive Council  
Chief, Chicago Heights Fire Department  
Chicago Heights, Illinois

Gregory Chapman, RRT, EMT-P  
Vice Chairman, PHTLS Executive Council  
Director, Institute of Prehospital Emergency Medicine  
Hudson Valley Community College  
Troy, New York

Hank Christen, MPA  
Director, Emergency Response Operations  
Unconventional Concepts, Inc.  
Battalion Chief (Ret.)  
Atlanta Fire Department  
Mary Esther, Florida

David L. Ciraulo, DO, FACS, MPH  
Associate Clinical Professor of Surgery  
University of Vermont College of Medicine  
Portland, Maine

Victoria Cleary, RN  
EMS Manager  
Newport Beach Fire Department  
Newport Beach, California

Frederick J. Cole, MD, FACS  
Associate Professor of Surgery  
Eastern Virginia Medical School  
Norfolk, Virginia

Keith Conover, MD, FACEP  
Medical Director, Wilderness EMS Institute  
Department of Emergency Medicine  
Mercy Hospital of Pittsburgh  
Clinical Assistant Professor, Department of  
Emergency Medicine  
University of Pittsburgh  
Pittsburgh, Pennsylvania

Arthur Cooper, MD, MS, FACS  
Professor of Surgery  
Columbia University College of Physicians and Surgeons  
Director of Trauma and Pediatric Surgical Services  
Harlem Hospital Center  
New York, New York

Jel Coward, MD, MBBS, MRCGP  
Medical Director, WEMSI-Europe  
Pemberton, British Columbia, Canada

Mark Elcock, MBChB, FACEM, FFAEM  
Director, Statewide Coordination and Retrieval Services  
The Townsville Hospital  
Douglas, Queensland, Australia

Mary E. Fallat, MD, FACS  
Professor of Surgery  
Director, Division of Pediatric Surgery  
University of Louisville  
Louisville, Kentucky

Jack Grandey, NREMT-P, CCEMT-P  
Operations Director  
Wilderness EMS Institute  
Pemberton, British Columbia, Canada

Jeffrey S. Guy, MD, FACS, EMT-P  
Associate Medical Director, PHTLS  
Associate Professor of Surgery  
Director, Regional Burn Center  
Vanderbilt University School of Medicine  
Nashville, Tennessee

Nita J. Ham, EMT-P  
PHTLS Executive Council  
Consultant, EMS Education  
Atlanta, Georgia

Mark C. Hodges, BS, NREMT-P, FP-C  
PHI Air Medical  
Lexington, Kentucky

Alex Isakov, MD  
 Co-Director, Center for Prehospital and Disaster Medicine  
 Assistant Professor of Emergency Medicine  
 Emory University School of Medicine  
 Atlanta, Georgia

Joseph Pearce, MSN, RN, EMT-P  
 EMS and Trauma Operations Manager  
 Orlando Regional Healthcare System  
 Orlando, Florida

Jon A. King, EMT-P  
 Performance Improvement Coordinator  
 WellStar Kennestone Hospital  
 Marietta, Georgia

Jon R. Krohmer, MD, FACEP  
 Associate Professor  
 College of Human Medicine  
 Michigan State University  
 Grand Rapids, Michigan

Peter Letarte, MD  
 Chief of Neurosurgery  
 Hines VA Hospital  
 Hines, Illinois

Robert W. Letton, Jr., MD, FACS, FAAP  
 Director, Pediatric Trauma and Burns  
 Children's Hospital of Oklahoma  
 Associate Professor of Pediatric Surgery  
 Oklahoma University Health Science Center  
 Oklahoma City, Oklahoma

Gregg C. Lord, BA, NREMT-P  
 Co-Principal Investigator and  
 Senior Policy Analyst  
 Homeland Security Policy Institute  
 George Washington University  
 Washington, DC

Paul M. Maniscalco, MPA, PhD(c), EMT-P  
 Assistant Professor and Senior Research Scientist  
 George Washington University  
 Washington, DC  
 Deputy Chief/Paramedic (Ret.)  
 Fire Department, New York EMS Command

Merry McSwain, MSN, ACNP, EMT-P  
 Tulane University Hospital and Clinics  
 New Orleans, Louisiana

Norman E. McSwain, Jr., MD, FACS, REMT-P  
 Medical Director, PHTLS  
 Professor of Surgery  
 Tulane University School of Medicine  
 New Orleans, Louisiana

Peter T. Pons, MD, FACEP  
 Associate Medical Director, PHTLS  
 Professor of Emergency Medicine  
 University of Colorado Health Sciences Center  
 Denver, Colorado

Lou Romig, MD, FAAP, FACEP  
 Pediatric Emergency Medicine  
 Miami Children's Hospital  
 Pediatric Medical Advisor  
 Miami-Dade Fire Rescue Department  
 Miami, Florida

Jeffrey P. Salomone, MD, FACS, NREMT-P  
 Senior Associate Medical Director, PHTLS  
 Associate Professor of Surgery  
 Emory University School of Medicine  
 Atlanta, Georgia

Joseph A. Salomone, MD, FAAEM  
 Associate Professor of Emergency Medicine  
 University of Missouri, Kansas City  
 Kansas City, Missouri

Donald Scelza, BS, EMT-P, WEMT-P  
 CDS Outdoor School, Inc.  
 Valencia, Pennsylvania

Brian M. Tibbs, MD  
 Fellow, Trauma and Surgical Critical Care  
 Emory University School of Medicine  
 Atlanta, Georgia

Josh Vayer, EMT-P  
 Chief, Protective Medicine Branch  
 Special Operations Division  
 Federal Protective Service  
 US Department of Homeland Security  
 Washington, DC

Carl Wertz, DO, MPH  
 Assistant Clinical Professor  
 Institute of Occupational and Environmental Health  
 West Virginia University  
 Morgantown, West Virginia

David E. Wesson, MD, FACS  
 Professor of Pediatric Surgery  
 Baylor College of Medicine  
 Houston, Texas

Arthur Cooper, MD, MS, FACS  
 Professor of Surgery  
 Columbia University College of Physicians and Surgeons  
 Director of Trauma and Pediatric Surgical Services  
 Harlem Hospital Center  
 New York, New York

## Revisores

Alberto Adduci, MD  
 Emergency Surgeon  
 Anesthesiology/Intensive Care Specialist  
 Piemonte 118 EMS (HEMS/SAR)  
 Emergency Department—San Giovanni Battista Hospital  
 (“Molinette”)  
 Torino, Italy

Christopher Born, MD, FAAOS, FACS  
 Director, Orthopedic Trauma Service  
 Rhode Island Hospital  
 Professor of Orthopedic Surgery  
 Brown Medical School  
 Providence, Rhode Island

Barbara Brennan, EMT-P  
 Kapiolani Community College  
 Honolulu, Hawaii

Jeffrey R. Brosius, BS, NREMT-P, FP-C  
 Banner Health Systems  
 Phoenix, Arizona

Quirico Manuel Canario, MD, FACS  
 General Surgery  
 Assistant Professor, Department of Surgery  
 University of Puerto Rico School of Medicine  
 San Juan, Puerto Rico

Lisa K. Cannada, MD  
 Assistant Professor  
 University of Texas Southwestern  
 Dallas, Texas

Jo Ann Cobble, EdD, NREMT-P, RN  
 Dean, Health Professions  
 Oklahoma City Community College  
 Oklahoma City, Oklahoma

Keith Conover, MD, FACEP  
 Medical Director, Wilderness EMS Institute  
 Clinical Assistant Professor, Department of Emergency  
 Medicine  
 University of Pittsburgh  
 Pittsburgh, Pennsylvania

Orlando J. Dominguez, Jr., REMT-P, MA/MBA  
 Chief of EMS  
 Brevard County Fire Rescue  
 EMS Program Administrator  
 Health First Training Center  
 EMS Instructor  
 Webster University  
 Space Coast Fire Chief’s Association  
 American Heart Association  
 Melbourne, Florida

Douglas Fischer, EMT-P  
 Firefighter/Paramedic  
 Chicago Heights Fire Department  
 Chicago Heights, Illinois

Denis J. FitzGerald, MD  
 Emergency Medicine Physician  
 Bethesda, Maryland

Greg Friese, MS, NREMT-P, WEMT  
 President  
 Emergency Preparedness Systems LLC  
 Plover, Wisconsin

Rudy Garrett, AS, CCEMT-P, NREMT-P  
 Flight Paramedic, Training Coordinator  
 LifeNet Kentucky, Somerset Fire/EMS  
 Somerset, Kentucky

Ian Greenwald, MD  
 Assistant Professor of Emergency Medicine  
 Emory University School of Medicine  
 Atlanta, Georgia

Jeffrey Hammond MD, MPH  
 Chief, Trauma/Surgical Critical Care  
 Professor of Surgery  
 Robert Wood Johnson Medical School  
 New Brunswick, New Jersey

Seth C. Hawkins, MD  
 Physician  
 Burke County EMS  
 Morganton, North Carolina

Kevin High, RN, MPH, EMT  
Flight Nurse  
Vanderbilt LifeFlight  
LifeFlight Skyport  
Vanderbilt University Medical Center  
Nashville, Tennessee

Art Hsieh, MA, NREMT-P  
Chief Operating Officer  
San Francisco Paramedic Association  
San Francisco, California

Andy S. Jagoda  
Professor, Emergency Medicine  
Mount Sinai School of Medicine  
New York, New York

M. Margaret Knudson, MD  
Professor of Surgery  
University of California San Francisco School of Medicine  
San Francisco, California

Peter Letarte, MD  
Chief of Neurosurgery  
Hines Veterans Hospital  
Hines, Illinois

Robert W. Letton, Jr., MD, FACS, FAAP  
Director, Pediatric Trauma and Burns  
Children's Hospital of Oklahoma  
Associate Professor of Pediatric Surgery  
Oklahoma University Health Science Center  
Oklahoma City, Oklahoma

Mark Lockhart, EMT-P, NREMT-P  
Maryland Heights Fire Protection District  
Maryland Heights, Missouri

Michelle M. McLean, EMT-P, MD  
Emergency Physician  
Covenant Hospital  
Saginaw, Michigan

Sindre Mellesmo, MD, MHA  
Medical Director, PHTLS-Program Norway  
Norwegian Air Ambulance  
Norway

James B. Miller, NREMT-P  
San Antonio, Texas

Fernando da Costa F. Novo, MD  
General Surgeon  
Hospital das Clínicas  
University of São Paulo  
São Paulo, São Paulo, Brazil

Gurkan Ozel, BS, NREMT-P  
Boulder, Colorado

James Richardson, EMT-P, MBA  
EMS Instructor/Field Coordinator  
Health One EMS  
Englewood, Colorado

Janet Schulte, AS, BS, CCEMT-P, EMT-P  
Training Center Coordinator  
St. Charles County Ambulance District  
St. Peters, Missouri

Henry E. Wang, MD, MPH  
Assistant Professor  
Department of Emergency Medicine  
University of Pittsburgh School of Medicine  
Pittsburgh, Pennsylvania

---

## Autoridades de la Asociación Nacional de Técnicos de Emergencias Médicas (TEM)

Ken Bouvier, NREMT-P  
President

Jerry Johnston, NREMT-P  
President Elect

Patrick Moore, EMT  
Vice President

Bob Loftus, EMT  
Secretary

Edward Sawicki, EMT-P  
Treasurer

John Roquemore, EMT  
Immediate Past President

Will Chapleau, EMT-P, RN, TNS  
Director

CMSgt Richard Ellis, NREMT-P  
Director

Gregg Lord, EMT-P  
Director

Jennifer Frenette, EMT-I  
Director

Connie Meyer, EMT-P  
Director

---

## Consejo ejecutivo de PHTLS

Will Chapleau, EMT-P, RN, TNS, CEN  
Chairman, PHTLS Executive Council  
Chief, Chicago Heights Fire Department  
Chicago Heights, Illinois

Gregory Chapman, EMT-P, RRT  
Vice Chairman, PHTLS Executive Council  
Director, Institute of Prehospital Emergency Medicine  
Hudson Valley Community College  
Troy, New York

Melissa Alexander, MS, NREMT-P  
Director, EMS Academy  
University of New Mexico  
Albuquerque, New Mexico

Augie Bamonti, EMT-P  
AFB Consulting  
Chicago Heights Fire Department (Ret.)  
Chicago Heights, Illinois

Mary-Ann Clarkes, EMT  
Director of Administration  
Canadian College of Emergency Medical Services  
Edmonton, Alberta, Canada

Corine Curd  
PHTLS International Office Director  
NAEMT Headquarters  
Clinton, Mississippi

Jeffrey S. Guy, MD, FACS, EMT-P  
Associate Medical Director, PHTLS  
Associate Professor of Surgery  
Director, Regional Burn Center  
Vanderbilt University School of Medicine  
Nashville, Tennessee

Nita J. Ham, EMT-P  
Consultant, EMS Education  
Atlanta, Georgia

Craig H. Jacobus EMT-P, DC  
Schuyler, Nebraska

Norman E. McSwain, Jr., MD, FACS, NREMT-P  
Medical Director, PHTLS  
Professor of Surgery  
Tulane University School of Medicine  
New Orleans, Louisiana

Steve Mercer, EMT-P, MED  
Iowa Department of Public Health  
Des Moines, Iowa

Peter T. Pons, MD, FACEP  
Associate Medical Director, PHTLS  
Professor of Emergency Medicine  
University of Colorado Health Sciences Center  
Denver, Colorado

Dennis Rowe, EMT-P  
Director, Rural/Metro EMS  
Lenoir City, Tennessee

Jeffrey P. Salomone, MD, FACS, NREMT-P  
Senior Associate Medical Director, PHTLS  
Associate Professor of Surgery  
Emory University School of Medicine  
Atlanta, Georgia

# CUADRO DE HONOR



El PHTLS continúa mejorando y promoviendo la calidad de la atención traumatológica en todo el mundo, pero no podría hacerlo sin la contribución que muchas personas dedicadas e inspiradas han hecho durante los últimos veinticinco años. Algunos de los nombres citados a continuación fueron piezas clave para la elaboración de nuestro primer libro. Otros dedicaron su esfuerzo a difundir la información. Otros «se de-

dicaron a apagar fuegos» y resolver los problemas para que pudiéramos seguir progresando. El Consejo Ejecutivo del PHTLS, junto con los directores y colaboradores de esta sexta edición, desean expresar su agradecimiento a todas estas personas. El PHTLS vive, respira y crece gracias a los esfuerzos de aquellos que aportaron voluntariamente su tiempo a aquello en lo que creían.

Gregory H. Adkisson  
Augie Bamonti  
J.M. Barnes  
Morris L. Beard  
Ann Bellows  
Chip Boehm  
Don E. Boyle  
Susan Brown  
Frank K. Butler, Jr.  
Alexander Butman  
H. Jeannie Butman  
Steve Carden  
Edward A. Casker  
Bud Caukin  
Philip Coco  
Michael D'Auito  
Alice "Twink" Dalton  
Judith Demarest  
Joseph P. Dineen  
Leon Dontigney  
Blaine L. Endersen

Betsy Ewing  
Milton R. Fields, III  
Scott B. Frame†  
Sheryl G.A. Gabram  
Bret Gilliam  
Vincent A. Greco  
Larry Hatfield  
Walter Idol  
Len Jacobs  
Craig Jacobus  
Lou Jordan  
Richard Judd  
Dawn Loehn  
Mark Lockhart  
Robert Loftus  
Fernando  
Magallenes-Negrete  
Scott W. Martin  
Don Mauger  
William McConnell  
John Mechtel

Claire Merrick  
Bill Metcalf  
George Moerkirk  
Stephen Murphy  
Lawrence D. Newell  
Jeanne O'Brien  
Joan Drake-Olsen  
Dawn Orgeron  
Eric Ossmann  
James Paturas  
Thomas Petrich  
Valerie J. Phillips  
James Pierce  
Brian Plaisier  
Mark Reading  
Brian Reiselbara  
John Sigafos  
Paul Silverston  
David Skinner  
Dale C. Smith  
Richard Sobieray

Sheila Spaid  
Michael Spain  
Don Stamper  
Kenneth G. Swan  
Kenneth G. Swan, Jr.  
David M. Tauber  
Joseph J. Tepas III  
Richard Vomacka†  
Robert K. Waddell, II  
Michael Werdmann  
Elizabeth Wertz  
Keith Wesley  
Roger D. White  
Kenneth J. Wright  
David Wuertz  
Al Yellin  
Steven Yevich  
Doug York  
Alida Zamboni

Una vez más, gracias a todos vosotros y gracias a todos aquellos que, en todo el mundo, consiguen que el PHTLS funcione.

**Consejo ejecutivo del PHTLS**

**Directores y colaboradores del PHTLS**

†Fallecido.



# AGRADECIMIENTOS



**E**n 1624, John Donne escribió: «Ningún hombre es una isla entera en sí mismo». Esta frase se aplica de muchos modos al proceso de publicación de un libro. Sin duda, ningún director es una isla. Un director no puede publicar por sí solo un libro de texto como el de PHTLS ni, sobre todo, los cursos que precisan materiales audiovisuales, manuales para instructores y un libro de texto. De hecho, gran parte del trabajo que supone la publicación de un libro no depende de su director ni de los autores que figuran en la portada o en el índice de contenidos, sino del personal de la editorial. La sexta edición de PHTLS no es, desde luego, una excepción.

Alex Butman y Rick Vomacka trabajaron con diligencia, incluso a menudo aportando dinero, para que las dos primeras ediciones del programa PHTLS fructificaran. Sin su ayuda y su labor, el PHTLS nunca habría visto la luz.

Desde el *Committee on Trauma del American College of Surgeons*, Mary Fallat, MD, FACS, presidenta del *Emergency Services Subcommittee-Prehospital*; Steve Parks, MD, FACS, y Christoph Kaufmann, MD, FACS, antiguo y actual directores del *Advanced Trauma Life Support Subcommittee*; y, por supuesto, Irvene Hughes, RN, coordinadora nacional/internacional de PHTLS, proporcionaron un enorme respaldo al PHTLS en general y a la sexta edición en particular. La secretaria ejecutiva del *Committee on Trauma*, Carol Williams, y su presidente actual, Wayne Meredith, MD, FACS, y David Hoyt, MD, FACS, el *ACS Director of Trauma*, fueron un gran apoyo tanto para esta edición como para el PHTLS.

Deseamos agradecer especialmente al departamento de bomberos de Chicago Heights el uso de sus instalaciones y al equipo de profesionales que participaron en las sesiones fotográficas para este libro.

Dentro del equipo de Mosby, Linda Honeycutt ha dirigido los esfuerzos para conseguir que esta edición se terminara a tiempo y Joy Knobel ha trabajado mucho como relaciones públicas para esta obra. Jeanne Robertson ha creado algunas bonitas ilustraciones nuevas. El equipo de producción, liderado por Sarah Wunderly, ha trabajado para garantizar que nuestro texto diga lo que deseaba decir, que los diagramas y tablas sean precisos y conseguir llevar a la imprenta esta obra.

La persona a la que más debemos es Laura Bayless. Ella ha trabajado con diligencia frente a las presiones del tiempo, del retraso en la entrega de los manuscritos y de las dificultades en las ilustraciones para conseguir terminar el trabajo de una forma magnífica. Laura ha sido una fuente incesante de ayuda para todos los aspectos relativos al desarrollo de este manuscrito y otros temas relacionados con él. Sin su ayuda esta sexta edición habría sido imposible.

Las familias de los directores y autores, cuyas esposas, hijos y otros seres queridos tuvieron que soportar las largas horas de preparación del material, son sin duda la columna vertebral de cualquier publicación.

**Norman McSwain, MD, FACS, NREMT-P**  
**Jeff Salomone, MD, FACS, NREMT-P**



# PRÓLOGO



Hace 25 años el comité traumatológico del *American College of Surgeons (ACS/COT)* y la *National Association of Emergency Medical Technicians (NAEMT)* decidieron colaborar en el desarrollo de un curso parecido al de ATLS para personal no médico prehospitalario. Los primeros cursos fueron presentados en 1983, el mismo año en que se publicó el primer libro de texto sobre PHTLS.

Desde entonces, el curso se ha impartido en 37 países a casi medio millón de personas responsables de la asistencia prehospitalaria. Los beneficios directos para la asistencia de los pacientes son enormes, aunque difíciles de medir. Los beneficios tangenciales de exportar esta valiosa capacidad a todo el mundo de una forma adecuada a nivel cultural e idiomático también resultan igualmente interesantes para la diplomacia sanitaria, en la cual se emplea la moneda salud como herramienta diplomática para lograr la salud, la paz y la seguridad en un mundo lleno de riesgos. Muchas de las amistades y alianzas que hemos creado a lo largo de los años sirven para vencer las diferencias políticas e ideológicas e implican que nuestras prácticas prehospitalarias no se ven sometidas a fronteras geopolíticas. Nosotros somos servidores del mundo. Como general cirujano de EE. UU., médico de fuerzas especiales, proveedor y director del SEM, oficial de policía, enfermero y cirujano traumatológico, he tenido ocasión de apreciar que el mundo cada vez es «más pequeño» y que el gran número de amenazas y retos que debemos afrontar no respeta nuestras fronteras geopolíticas. Todo lo relacionado con la asistencia traumática prehospitalaria en EE. UU. y el resto del mundo es común y PHTLS representa estas mejores prácticas.

Se ha dicho que nuestros éxitos se apoyan en los hombros de muchos gigantes y esto sucede también con el PHTLS. Un pequeño grupo de líderes insistió en el PHTLS y lo desarrolló hace más de 25 años, con una gran visión y pasión no exenta de dificultades. Su éxito se demuestra por su desarrollo nacional y global, además de por la creciente demanda de esta valiosa herramienta.

Al plantearnos la sexta edición de PHTLS, seguimos refinando nuestras mejores prácticas. Igual que sucede con gran parte de la asistencia SEM y prehospitalaria, estamos en deuda con la medicina militar porque muchos de los conceptos que aplicamos en la actualidad se han creado durante la asistencia de las lesiones de guerra. La asistencia en el lugar de la lesión por parte de personal especializado, el transporte rápido al sitio de asistencia definitiva y los centros traumatológicos son unos pocos ejemplos de esta buena práctica militar, que se institucionalizó y que ahora es la base de nuestro sistema de asistencia de emergencias. Dado que nuestra nación vuelve a estar en guerra, estamos aprendiendo muchas lecciones sobre la asistencia traumática prehospitalaria, que al final se trasladará a la asistencia SEM en civiles. Sin embargo, la ciencia básica y los métodos de valoración y tratamiento sirven igual para los responsables de la asistencia prehospitalaria civil y militar. El entorno en el cual cada uno de ellos trabaja es único, de forma que la aplicación de estas capacidades en PHTLS deberá adaptarse a las distintas situaciones geográficas, climáticas y de riesgo.

Por eso, en la sexta edición de esta obra los textos de PHTLS para civiles y militares comparten los primeros 18 capítulos, pero se distinguen en los últimos para abordar de forma diferente las «consideraciones especiales» propias de la asistencia prehospitalaria militar y civil. El éxito de la asistencia de los pacientes lesionados es un proceso continuo que se inicia a nivel prehospitalario. El conjunto de habilidades necesarias para reducir la morbimortalidad y aumentar la supervivencia en la asistencia prehospitalaria tanto civil como militar forma parte del currículo de PHTLS. Si usted usa estas habilidades con sabiduría, su comunidad y todo el mundo se beneficiarán en gran medida.

**Richard H. Carmona, MD, MPH, FACS, VADM, USPHS**  
**United States Surgeon General**



# PREFACIO



Los profesionales de la asistencia extrahospitalaria deben aceptar la responsabilidad de prestar una asistencia sanitaria que se acerque lo más posible a la perfección absoluta, algo que no se puede conseguir sin un conocimiento suficiente del tema. Debemos recordar que el paciente no eligió verse envuelto en una situación traumática. Sin embargo, el profesional de la asistencia sí ha elegido proporcionar asistencia a ese paciente. El profesional de la asistencia prehospitalaria está obligado a dar el cien por cien de su esfuerzo durante sus contactos con las víctimas. El paciente ha tenido un mal día, el responsable de la asistencia no puede tener un mal día también, sino que debe mantenerse alerta y capaz en la lucha del paciente contra la muerte y la enfermedad.

El paciente es la persona más importante en la escena de una emergencia. No hay tiempo para pensar en el orden en que se realiza su evaluación ni en la prioridad entre tratamientos. No hay tiempo para practicar una maniobra antes de aplicarla a una persona. No hay tiempo para recordar dónde se guardan los equipos y el material sanitario en cada parte de la maleta de intervención. No hay tiempo para pensar en el mejor lugar al que transportar al paciente lesionado. Toda esta información, y más, debe estar en el cerebro y todas las herramientas y dispositivos deben encontrarse en el equipo de atención cuando los equipos llegan a la escena del accidente. Sin un conocimiento y un equipamiento adecuados, el profesional de la asistencia quizá podría omitir procedimientos que supongan la oportunidad del paciente para sobrevivir. El profesional de la asistencia tiene demasiadas responsabilidades como para permitirse equivocaciones.

Los que proporcionan asistencia en el ámbito prehospitalario son miembros esenciales del equipo de asistencia del trauma, en la misma medida que el personal de enfermería o los médicos del servicio de urgencias, el quirófano, la unidad de cuidados intensivos, la planta o el servicio de rehabilitación. Deben haber practicado sus habilidades para mover al paciente con rapidez y eficacia, alejarlo del lugar de la emergencia y trasladarlo cuanto antes al hospital adecuado más próximo.

## ¿Por qué el PHTLS?

### Filosofía del curso

El soporte vital en el trauma prehospitalario (PHTLS) se basa en principios, no en preferencias. Derivado de los principios de la buena asistencia del trauma, el PHTLS promueve el pensamiento crítico. El comité ejecutivo de la división de PHTLS de la *National Association of Emergency Medical Technicians* (NAEMT)

de EE. UU. cree que, con una buena base de conocimientos, los profesionales de la asistencia prehospitalaria pueden tomar decisiones razonadas sobre la asistencia a sus pacientes. No se aconseja la memorización de reglas nemotécnicas. Además, no hay una sola «forma PHTLS» de hacer las cosas. Se enseña el principio que subyace a cada habilidad y después se presenta un método aceptable de aplicarlo. Los autores comprenden que no siempre puede aplicarse el mismo método a los cientos de situaciones especiales con que uno se encuentra en el medio prehospitalario.

### Información actualizada

El desarrollo del programa PHTLS se inició en 1981, siguiendo de inmediato a la concepción del programa de soporte vital avanzado en el trauma (ATLS) para médicos. Puesto que este último se revisa cada cuatro o cinco años, los cambios pertinentes se incorporan a la siguiente edición del PHTLS. Esta sexta edición del programa ha sido sometida a una extensa revisión, basada en el curso ATLS de 2005. Aunque sigue las líneas maestras del ATLS, el PHTLS se adapta específicamente a las características especiales de la asistencia prehospitalaria. Se han incorporado muchos capítulos nuevos, mientras que otros previos se han revisado ampliamente. En los capítulos nuevos se incluye información sobre la valoración y manejo del lugar, las emergencias medioambientales, el control de los desastres, las armas de destrucción masiva, el SEM táctico civil y la asistencia traumatológica en la naturaleza salvaje.

### Bases científicas

Los autores y directores han adoptado el enfoque de la asistencia «basada en las pruebas», que comprende referencias de la bibliografía médica como respaldo de los principios fundamentales y se citan algunos artículos de posición adicionales publicados por las organizaciones nacionales cuando se puedan aplicar. Se han incorporado muchas referencias que permiten a los lectores de mente inquisitiva leer los datos científicos que apoyan nuestras recomendaciones.

### Apoyo a la NAEMT

La NAEMT proporciona la estructura administrativa al programa PHTLS. Los beneficios del programa PHTLS (recargos o derechos por el texto o los materiales audiovisuales) revierten en los directores o autores de esta obra, jamás al *Committee on Trauma del American College of Surgeons* ni a ninguna otra or-

ganización médica. Todas las ganancias derivadas del programa PHTLS vuelven a la NAEMT para la financiación de aspectos y programas de fundamental importancia para los profesionales de la medicina de urgencia, como conferencias educativas o defensa legislativa de la asistencia prehospitalaria y sus profesionales.

## **EL PHTLS es un líder mundial**

Gracias al éxito sin precedentes de la quinta edición del PHTLS, el programa sigue creciendo a grandes pasos. Los cursos de PHTLS proliferan en EE. UU. y han sido adoptados por el ejército de ese país, con enseñanza del programa al personal militar en más de 100 centros de formación en todo el mundo. El PHTLS ha sido exportado a más de 32 naciones y muchas otras han expresado su interés por él, en un esfuerzo por mejorar el nivel de la asistencia del trauma prehospitalario.

Los profesionales de la asistencia prehospitalaria tienen la obligación de asimilar los conocimientos y habilidades para po-

der aplicarlos en beneficio de los pacientes a su cargo. Los directores y autores del material y el Comité Ejecutivo de la División de PHTLS de la NAEMT esperan que el lector aplique la información proporcionada a la práctica diaria y se comprometa de nuevo cada día en el cuidado de aquellos que no pueden cuidar de sí mismos: los pacientes traumatizados.

**Jeffrey P. Salomone, MD, FACS, NREMT-P**  
**Peter T. Pons, MD, FACEP**  
**Editors**

**Norman E. McSwain, Jr., MD, FACS, NREMT-P**  
**Editor-in-Chief, PHTLS**

**Will Chapleau, EMT-P, RN, TNS, CEN**  
**Gregory Chapman, EMT-P, RRT**  
**Jeffrey S. Guy, MD, FACS, EMT-P**  
**Associate Editors**



## DIVISIÓN 1 Energía y lesión

1. Introducción al PHTLS, 3
2. Prevención de las lesiones, 13
3. Cinemática de los traumatismos, 31

## DIVISIÓN 2 Valoración y tratamiento

4. La escena, 69
5. El paciente, 91
6. Vía aérea y ventilación, 117
7. *Shock*, 163

## DIVISIÓN 3 Lesiones específicas

8. Traumatismo craneoencefálico, 195
9. Traumatismo de la columna vertebral, 223
10. Traumatismos torácicos, 271
11. Traumatismo abdominal, 297
12. Traumatismo osteomuscular, 313
13. Traumatismos por quemaduras, 333
14. Traumatismos en niños, 355
15. Traumatismos en los ancianos, 383
16. Traumatismos de origen ambiental I: calor y frío, 403
17. Traumatismos de origen ambiental II: ahogamiento, rayos, buceo y altura, 445

## DIVISIÓN 4 Resumen

18. Principios fundamentales de la asistencia prehospitalaria del trauma, 481

## DIVISIÓN 5 Consideraciones especiales

19. Manejo de los desastres, 491
20. Armas de destrucción masiva, 505
21. Soporte de emergencias médicas táctico civil, 529
22. Asistencia de los traumatismos en la naturaleza, 545

GLOSARIO, 563

ÍNDICE ALFABÉTICO, 574



# EL NACIMIENTO DE ATLS



Como con tanta frecuencia sucede en esta vida, una experiencia personal llevó a la introducción de los cambios en la asistencia de urgencias que determinaron el nacimiento del curso sobre ATLS. Mi aportación personal al ATLS empezó hace 29 años cuando un avión se estrelló en una zona rural de Alaska. El curso sobre ATLS nació a partir de un amasijo de metales, lesionados y cadáveres. Esto es lo que recuerdo.

El 17 de febrero de 1976 mi familia y yo salimos de Los Ángeles para regresar a Lincoln, Nebraska, tras asistir a una boda. Yo pilotaba una avioneta Beach Barron de dos motores con seis plazas. Mi mujer, Charlene, estaba sentada en el asiento del copiloto. Nuestro hijo mayor, Christopher, de 10 años, iba sentado detrás de mí, de cara a la bombona de oxígeno que estaba atada a la parte posterior del asiento del piloto. Kimberly, su hermana de 3 años, estaba sentada sobre sus rodillas y ambos iban sujetos por el mismo cinturón de seguridad. Mis otros dos hijos varones estaban sentados cerca del portón de equipajes trasero: Randy, de 7 años, a la derecha, y Richard de 8 a su lado. Aquella noche la temperatura era de  $-1,66\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Tras 5 horas de vuelo (6 de la tarde), tratando de permanecer por debajo de una sábana de nubes, me desorienté y perdí altura. Nos precipitamos sobre unos árboles a 311 km/h. Las alas del avión quedaron arrancadas, los tanques de combustible se vaciaron y se abrió un gran agujero en la mitad derecha de la aeronave. Caímos sobre una espesura que amortiguó el impacto y después nos precipitamos hacia el suelo. Una pieza de la hélice atravesó la ventanilla del piloto, pero no me dio, aunque alcanzó a Charlene en la cabeza. Murió de forma instantánea y el impacto la propulsó. El avión siguió avanzando otros 89,6 metros, rotando 180°, pero no volcó.

Este episodio, que me pareció una eternidad, duró en realidad 2 segundos y medio. El ruido fue tremendo y yo esperaba morir. Después recuerdo un gran silencio.

Me había golpeado la cabeza contra el parabrisas y tenía unas fracturas costales en la región del bazo, además de laceraciones en la cara y la frente. Tenía el ojo izquierdo cerrado y dificultades para ver por el derecho. El arco cigomático derecho mostraba una fractura abierta. Yo ya sufría un hombro congelado tras una caída 2 meses antes. La cabeza de Kimberly se golpeó contra la bombona de oxígeno y sufrió una fractura por estallido de la órbita y una laceración de la frente. Richard sufrió laceraciones en la frente y el nervio supraorbitario derecho. Tanto él como la niña estuvieron inconscientes durante 7 días. Chris se golpeó contra la espalda de Kimberly, lo que le libró de un traumatismo craneal, pero se fracturó el antebrazo derecho y presentó una laceración grave en el dorso de la mano derecha. Randy presentó una fractura de cráneo abierta y hundida; su pierna derecha



salió por el portón de equipajes y fue empalada a nivel de la rodilla por un fragmento de metal, quedando debajo del avión. Estuvo en coma durante 3 días.

No podría decir cuánto tiempo permanecí sentado después de que todo quedara en silencio. Lo primero que pensé fue *fuego* y abandoné la aeronave por el agujero, corriendo hacia una alambrada en la que se había quedado enredada. En este momento me di cuenta de que *los niños seguían dentro*. Vi a Randy y traté de sacarlo, pero me di cuenta de que estaba atrapado bajo el fuselaje. Chris me pasó a Kimberly y la alejé del avión, tras lo cual saqué a Richard. Chris pudo salir por sí mismo. Regresé hacia Randy y utilicé mis propias manos para extraer la pierna. No recuerdo si el terreno era duro, pero no tuve marcas en las manos. Su pierna se liberó del empalamiento y yo esperé una hemorragia, que nunca se produjo.

Cuando nos alejamos del avión y vimos que no se producía fuego, me di cuenta del riesgo de hipotermia. Reunimos ropas de las maletas desperdigadas y nos hicimos una cama en el compartimento posterior, donde coloqué a los niños y apilé ropa encima de ellos. Chris y yo nos sentamos delante y esperamos, pero la ayuda nunca llegó. La inestabilidad meteorológica de primera hora de la tarde desapareció para dar paso a una noche clara con una luna casi llena. Me puse a buscar a mi mujer y la encontré al tercer intento; la exploré y observé que estaba muerta. Regresé tres veces para cerciorarme de que realmente había fallecido.

Veíamos una carretera a cierta distancia de la avioneta. Tras esperar hasta aproximadamente las 2 de la mañana, decidí acudir a solicitar ayuda. Le dije a Chris que se quedara con sus hermanas. Caminé 1,5 km por una carretera sucia que llegaba a una autopista y conseguí detener un coche después de que dos camiones no se pararan. Los nombres de los ocupantes eran Rick y David. Les conté lo que nos había sucedido y me llevaron al lu-

gar del accidente y montaron a los niños en el coche. No puedo recordar cómo nos arreglamos para meter a siete personas en un coche ni el grado de protección que conseguimos garantizar para sus cuellos.

Mientras cavaba para sacar la pierna de mi hijo y mientras los sacaba, no sentí ningún dolor. Cuando llegó la ayuda, dejé de poder levantarme por el intenso dolor en el tórax y el hombro, pero no recuerdo que me doliera la cara. La adrenalina es sorprendente.

En el lugar del accidente mis preocupaciones fueron el fuego y la hipotermia. Las heridas posiblemente sangraran. Protegimos el cuello de los niños lo mejor que pudimos. Yo realicé el máximo esfuerzo para levantarlos, dado que Chris tenía un brazo fracturado. Sin embargo, el niño se comportó como mis ojos y sin su ayuda la misión me hubiera resultado casi imposible. Pusimos un entablillado en su brazo, me despedí de mi mujer y nos dirigimos en el coche al *Hebron Hospital*, a unas pocas millas al sur del lugar del accidente.

Llegamos como una tripulación perdida y nos acercamos a la puerta cerrada de urgencias de aquel hospital rural. Llamamos a ella y la enfermera de noche nos abrió. Le explicamos lo que nos había sucedido y le pedimos que dejara entrar a los niños. Nos contestó que había que esperar a que llegaran los médicos. No recuerdo qué contestamos, pero entramos en el centro. Un poco más tarde, llegaron los Dres. Pembry y Bunting, dos médicos generales de esta pequeña comunidad de granjeros. Me recuerdo a mí mismo delante del espejo tratando de limpiarme la sangre seca de la cara y de ayudarlos. Richard se estaba agitando. Un médico le cogió por los hombros y las rodillas y le llevó a la sala de rayos. Imagínese cómo se debieron mover su cabeza y su cuello con esta maniobra. Posteriormente regresó con el niño y me informó de que no presentaba ninguna fractura en el cráneo, pero no había estudiado la columna cervical. Posteriormente empezó a suturar la laceración. Le puso una vía intravenosa y le administró Valium. No recuerdo que se pusiera una vía intravenosa a ninguno de los demás accidentados. Llamé a mi compañero, Bruce Miller, y le conté lo que nos había sucedido y que regresaríamos a Lincoln en cuanto pudiéramos; él dio aviso en mi hospital.

Los médicos y la plantilla del Hebron tenían poca o nula preparación para este tipo de situaciones y era evidente la falta de entrenamiento para la clasificación de los pacientes y la aplicación del tratamiento adecuado.

Un helicóptero del departamento del sheriff pilotado por Larry Russell fue asignado a nuestra búsqueda (12 de la mañana). Un avión procedente de Dakota del Sur y llamado *Looking Glass* captó nuestra señal de urgencia y dirigió al helicóptero hacia el lugar del impacto. Aterrizó una media hora después de que hubiéramos evacuado la zona y trasladado al hospital tras avisar de nuestra llegada.

En aquel momento la patrulla aérea civil nos buscaba. Llegaron al lugar del impacto horas más tarde. Las normas de la FAA en aquel momento fueron que primero se debían verificar todos los aeropuertos y sólo entonces se podía iniciar la búsqueda para rescate. Este paso tardaba ¡6 horas!

El piloto del helicóptero analizó la situación y sugirió que solicitáramos transporte al *Lincoln Air National Guard* para el

transporte. Llegaron con un helicóptero de transporte y nos introdujeron en él para realizar los 55 km de viaje hasta Lincoln. Éramos una multitud, formada por el Dr. Pembry, una enfermera y nosotros cinco. David y Rick desaparecieron y no volví a verlos. Cuando partimos, me di cuenta de que la vía intravenosa de Richard había sido interrumpida.

Esta fue la primera evacuación aérea realizada por la *National Guard*. La CAP (patrulla aérea civil) respondía a los accidentes que tenían supervivientes desde su formación en la década de 1950 hasta 1976.

Aterrizamos en el aeropuerto de Lincoln y una ambulancia nos trasladó al *Lincoln General Hospital*. El servicio de urgencias y los quirófanos estaban preparados para nuestra llegada. Llegamos a las 8 de la mañana, 14 horas después del accidente. El Dr. Ron Craig, médico de urgencias, el Dr. Bruce Miller, mi compañero, y un cirujano plástico, el Dr. Larry Ruth, nos estaban esperando en la urgencia. Esta experiencia fue como abandonar un infierno oscuro para entrar en la civilización y así terminó la noche más larga de toda mi vida.

---

## Nace el ATLS

Durante el siguiente año estuvimos tratando de recuperarnos de las heridas físicas y emocionales.

Mis compañeros se aburrían de las críticas que yo vertía sobre el tratamiento recibido antes de nuestra llegada a Lincoln. No me quejaba de la asistencia en un centro determinado, sino de la falta general de un sistema de asistencia adecuado para el tratamiento del paciente traumatológico en el ambiente rural. La afirmación «Si yo mismo puedo realizar una mejor asistencia sobre el terreno con recursos limitados que la que se nos aplicó a mis hijos y a mí en el centro de atención primaria, el sistema funciona mal y se debe modificar» es la que mejor refleja mi sensación. Hay que *formarlos*, no culpabilizarlos. Ron Craig y yo empezamos a charlar sobre la forma de prevenir que alguien pasara por nuestra experiencia. Posiblemente me dijo algo como: «Deja de protestar y pon dinero en lo que criticas». Decidimos que queríamos formar a los médicos rurales de forma sistemática para tratar a los pacientes traumatológicos y entramos en contacto con Jodie Betchel (ahora Upright), una enfermera del equipo móvil de asistencia cardiológica del área de Lincoln, que ahora es un grupo paramédico. Los tres decidimos empezar los cursos de formación en Nebraska. Jodie había trabajado con Steve Carvith (también de Lincoln) cuando creó el curso ACLS. Decidimos aplicar un formato parecido y denominarlo ATLS.

Se desarrolló un programa organizado mediante una aproximación lógica al paciente traumatológico. Al final llegamos a la conclusión de que era mejor abordar y fijar un problema antes de empezar con el siguiente, en lugar de analizar todos los sistemas implicados y después volver a estudiar su tratamiento. Entre las personas que se unieron al proyecto estaban una enfermera del equipo de asistencia cardiológica móvil de energía inagotable, Irvne Hughes, que ahora es la directora del programa ATLS. Paul (Skip) Collicott, un cirujano vascular, también estuvo con

nosotros desde el principio. Él tenía conocimientos políticos y tomó las riendas. Varios médicos se unieron a nuestro esfuerzo y cada uno escribió un capítulo sobre su especialidad para el libro del programa. Se desarrollaron los principios básicos de la traumatología para priorizar el orden de valoración y tratamiento. El prototipo fue puesto a prueba por vez primera en el terreno en Auburn, Nebraska, con ayuda de muchas personas, en 1978. Skip presentó este curso a la Universidad de Nebraska, que nos ayudó con las técnicas quirúrgicas en el laboratorio cediéndonos el uso de perros vivos anestesiados. Skip consiguió también que el *American College of Surgeons Committee on Trauma* se implicara. Presentamos el curso completo en las 13 regiones de este colegio y en todas ellas se implantó.

Desde aquel primer curso en Auburn han transcurrido 28 años y el ATLS ha seguido creciendo y expandiéndose. Una idea que originalmente era un curso para médicos rurales de Nebraska se convirtió en un curso para todo el mundo y que analizaba todos los tipos de situaciones traumatológicas posibles. Ahora 500.000 alumnos de 46 países lo han realizado y cada año se organizan 25.000 cursos y se gradúan 24.000 médicos. ¡Definitivamente estamos en la lucha! Todos los profesionales implicados en la asistencia de las víctimas de traumatismos hablamos el mismo «lenguaje» ATLS. Esta capacidad de comunicarse y anticiparse a todos los niveles reduce la morbimortalidad en la preciosa «hora de oro».

## ATLS hoy

Nuestra experiencia es menor comparada con el reciente maremoto, el hundimiento de las torres gemelas de Nueva York el 11 de septiembre, los huracanes de la Costa del Golfo y otros desastres naturales o provocados que se han producido en estos últimos 20 años. Tenemos la esperanza de que la familia ATLS haya jugado algún papel en la salvación de vidas desde aquella noche hace tantos años en la que mi propia familia se encontró en peligro.

Con frecuencia las personas se preguntan o me preguntan cómo nos ha ido después del accidente. A todos mis hijos les ha ido bien. Kim se graduó en Psicología en la Facultad y realizó un máster en recursos humanos; ahora es directora de ese departamento en una pequeña empresa. Chris fue a la facultad, pero nunca terminó la carrera. Él y su mujer trabajan en una agencia inmobiliaria y les va bien. Randy se graduó en Biología y trabaja para el condado de Orange, California, en el control de los residuos. Richard hizo un máster en educación en la Universidad de Brown y en este momento da clases de ordenador, biología y astronomía en el Instituto San Leandro, al sur de Oakland, California.

**James K. Styner, MD, FACS**  
Retired Orthopedic Surgeon



# PHTLS: pasado, presente y futuro



En 1979, la asistencia de los pacientes traumatizados dio un paso de gigante con la inauguración del curso de soporte vital avanzado en el trauma (ATLS). El primer presidente del comité *ad hoc* del *American College of Surgeons* y presidente del *Prehospital Care Subcommittee on Trauma* de dicho Colegio, el Dr. Norman E. McSwain, Jr., FACS, supo entonces que lo que habían iniciado tendría un profundo impacto en las vidas de los pacientes traumatizados. Además, tuvo la premonición de que la transmisión de estos conocimientos a los profesionales sanitarios prehospitalarios tendría un efecto aún mayor.

El Dr. McSwain, miembro fundador de la junta de directores de la *National Association of Emergency Medical Technicians* (NAEMT), consiguió el apoyo del presidente de la asociación, Gary Labeau, y comenzó a hacer planes para una versión prehospitalaria del ATLS. El presidente Labeau indicó al Dr. McSwain y a Robert Nelson, NREMT-P que debían determinar la viabilidad de un programa de tipo ATLS dirigido a los profesionales de la asistencia prehospitalaria.

Como profesor de cirugía de la *University School of Medicine* de Tulane en New Orleans, Louisiana, el Dr. McSwain consiguió también el apoyo de la Universidad para diseñar el borrador de las asignaturas que constituirían más adelante el soporte vital avanzado en el trauma prehospitalario (PHTLS). Hecho el borrador, en 1983, se constituyó el comité que debía refinar el programa y que después, ese mismo año, llevó a cabo los primeros cursos piloto en Lafayette y New Orleans, Louisiana, y en el *Marian Health Center* en Sioux City, Iowa; la *University School of Medicine* de la Universidad de Yale en New Haven, Connecticut, y el *Norwalk Hospital* en Norwalk, Connecticut.

La difusión a nivel nacional empezó con tres talleres de trabajo intensivos, que se realizaron en Denver, Colorado, Bethesda, Maryland, y Orlando, Florida, entre septiembre de 1984 y febrero de 1985. Los graduados del primer curso fueron lo que podíamos denominar «revulsivos», miembros universitarios nacionales y regionales del PHTLS que viajaron por todo el país para formar a otros profesores universitarios y difundiendo la noticia de la llegada del PHTLS.

Los primeros cursos se centraban en el soporte vital avanzado (SVA). En 1986 se desarrolló un curso que cubría el soporte vital básico (SVB). Los cursos experimentaron un crecimiento exponencial. A partir de esos primeros profesores entusiastas, primero docenas, luego cientos y ahora miles de profesionales de la asistencia participan cada año en cursos de PHTLS en todo el mundo.

A medida que el curso crecía, el comité de PHTLS pasó a ser una división de la NAEMT. La demanda y la necesidad de mantener la continuidad y la calidad de los cursos exigían la creación de redes estatales, regionales y nacionales de profesores. En

la actualidad existe un coordinador nacional en cada país y cada país dispone de coordinadores regionales y estatales junto con profesores afiliados para garantizar la homogeneidad tanto de la información distribuida como de los cursos, independientemente de que se impartan en Chicago Heights, Illinois, o en Buenos Aires, Argentina.

Durante todo el proceso de crecimiento el *Committee on Trauma* del *American College of Surgeons* proporcionó la dirección médica. Durante casi 20 años la colaboración entre el *American College of Surgeons* y la NAEMT ha asegurado que todos los participantes en los cursos poseen las cualidades necesarias para proporcionar a los pacientes traumatizados, sean de donde sean, mayores posibilidades de supervivencia.

## El PHTLS en el ejército

A partir de 1988 el ejército de EE. UU. comenzó un proyecto agresivo para formar a sus sanitarios en PHTLS. Bajo la coordinación del DMRT, el *Defense Medical Readiness Training Institute* de Fort Sam Houston de Texas, el PHTLS se imparte en todo EE. UU., en Europa, en Asia y en todos los lugares donde ondea la bandera del ejército estadounidense. En 2001, el ejército normalizó su programa 91WB para incluir el PHTLS en la formación de sus más de 58.000 sanitarios.

En la cuarta edición se añadió un capítulo militar. Tras la publicación de la quinta edición se creó una fuerte relación entre la organización para el PHTLS y el recién creado *Committee on Tactical Combat Casualty Care*. El fruto inicial de esta relación fue un capítulo militar ampliamente revisado en esta quinta edición (revisada) y la publicación de una versión militar de esta obra en 2004. Esta colaboración ha llevado a la creación de múltiples capítulos para el texto militar de la sexta edición de PHTLS. Se ha enseñado muchas veces el PHTLS sobre el terreno en las guerras de Afganistán e Irak, y esto ha contribuido a conseguir la menor mortalidad observada en ningún conflicto armado en la historia de EE. UU.

## El PHTLS internacional

Los sólidos principios de la asistencia del trauma prehospitalario que cimentan el PHTLS han hecho que servicios de urgencia y médicos de otros países soliciten la importación del programa. Los profesores universitarios de ATLS que realizan los cursos de ATLS en todo el mundo han ayudado a conseguirlo. Esta red proporciona orientación médica y continuidad formativa.

A medida que el PHTLS se ha ido desplazando desde EE. UU. a todo el mundo, hemos podido comprobar tanto las grandes diferencias de culturas y climas como las semejanzas entre las personas que dedican sus vidas a la atención a los enfermos y heridos. Todos los que hemos gozado de la oportunidad de enseñar en el extranjero hemos podido experimentar el compañerismo de los colegas de otros países y sabemos que todos somos iguales en la búsqueda de una asistencia adecuada para los que más la necesitan.

Los países que constituyen la creciente familia del PHTLS son: Arabia Saudí, Argentina, Australia, Barbados, Bolivia, Brasil, Canadá, Chile, China, Colombia, Granada, Grecia, Holanda, Inglaterra, Irlanda, Israel, Italia, Méjico, Noruega, Nueva Zelanda, Panamá, Perú, Portugal, Suecia, Suiza, Trinidad, Uruguay, Venezuela y EE. UU. Se han hecho cursos de demostración en Bulgaria y Macedonia y pronto se harán en Croacia, con la esperanza de crear allí grupos de profesores en un próximo futuro. Japón, Corea, Sudáfrica, Alemania, Ecuador, Paraguay, Lituania, Polonia y Nigeria esperan unirse pronto a nuestra familia.

## Traducciones

Nuestra cada vez más grande familia internacional ha hecho que proliferen las traducciones de nuestra obra. En la actualidad este texto se comercializa en inglés, español, griego, portugués, francés, holandés e italiano. Se está negociando la publicación en otros idiomas. Al final se pueden encontrar subtítulos en diversos idiomas en el CD-ROM que acompaña a este texto.

## Visión de futuro

El PHTLS será como una familia. El padre del programa, el Dr. McSwain, es la raíz de la cual nace un árbol cada vez mayor, que proporciona formación vital y contribuye con sus conocimientos y experiencias en todo el mundo. El primer simposio internacional sobre PHTLS se celebró cerca de Chicago, Illinois, en el año 2000. En este primer programa primaron las controversias que giran en torno a la asistencia del trauma en relación con la voluntad y la energía de los profesionales de la asistencia prehospitalaria. Estos programas reunirán la labor de profesionales e investigadores de todo el mundo para establecer las normas de asistencia del trauma del próximo milenio.

El apoyo de la familia PHTLS en todo el mundo, con su dedicación de incontables horas, permite a los directores del PHTLS promover el crecimiento continuo del programa. En este momento, los directores son:

### Consejo ejecutivo del PHTLS Director médico del PHTLS internacional

Norman E. McSwain, Jr., MD, FACS,  
NREMT-P

1983-hasta la actualidad

## Directores médicos asociados del PHTLS

Scott B. Frame, MD, FACS, FCCM	1994-2001
Jeffrey Salomone, MD, FACS, NREMT-P	1996-hasta la actualidad
Peter T. Pons, MD, FACEP	2000-hasta la actualidad
Jeffrey S. Guy, MD, FACS, EMT-P	2001-hasta la actualidad

## Presidentes internacionales del PHTLS

Richard Vomacka, REMT-P	1983-1985
James L. Paturas	1985-1988
David Wuertz, EMT-P	1988-1990
John Sinclair, EMT-P	1990-1991
James L. Paturas	1991-1992
Elizabeth M. Wertz, RN, BSN, MPM	1992-1996
Will Chapleau, EMT-P, RN, TNS	1996-hasta la actualidad

A medida que continuemos buscando el máximo potencial de los cursos de PHTLS y de la comunidad mundial de profesionales de la asistencia prehospitalaria, deberemos recordar los compromisos siguientes:

- Evaluación rápida y exacta.
- Identificación del *shock* y la hipoxemia.
- Instauración de las intervenciones adecuadas en los momentos oportunos.
- Transporte oportuno al lugar adecuado.

Conviene también que recordemos la declaración de principios redactada en una sesión maratónica durante la conferencia de la NAEMT de 1997. La misión del PHTLS sigue siendo ofrecer una formación de asistencia al trauma prehospitalario de la mayor calidad a todos los que la desean. La misión del PHTLS facilita, a su vez, la consecución de la misión de la NAEMT. El programa PHTLS asume el compromiso de la mejora de la calidad y el rendimiento. En consecuencia, el PHTLS está siempre atento a los cambios de la tecnología y de los métodos de la asistencia del trauma prehospitalario que puedan destinarse a incrementar la calidad clínica y de servicio del programa.

## National Association of Emergency Medical Technicians (NAEMT)

La NAEMT representa los intereses de los profesionales sanitarios prehospitalarios de todo el mundo.

La NAEMT se fundó con ayuda del *National Registry of EMT (NREMT)* de EE. UU. en 1975. Desde ese momento, la asociación trabaja para mejorar el estatus profesional del personal de los

servicios médicos de urgencia prehospitalaria, desde los conductores de ambulancia hasta los administradores. Sus programas educativos se iniciaron como forma de proporcionar una sólida educación continua a los profesionales de todos los niveles y han llegado a ser el patrón oro de la educación continua prehospitalaria en todo el mundo.

La NAEMT mantiene relaciones bilaterales con docenas de organismos públicos y privados estadounidenses e internacionales con capacidad para influir en los distintos aspectos de la asistencia prehospitalaria. Su participación garantiza que la voz de la asistencia prehospitalaria será escuchada a la hora de diseñar el futuro de nuestra tarea.

#### **MISIÓN DE LA NAEMT**

La misión de la *National Association of Emergency Medical Technicians, Inc.*, consiste en ser la organización representativa profesional que reúna y represente las opiniones y puntos de vista del personal de la asistencia prehospitalaria y en influir en el progreso futuro de los TEM como profesión sanitaria. La NAEMT servirá a sus miembros a través de programas educativos, actividades de enlace, desarrollo de normas nacionales y reciprocidad, y desarrollo de programas que beneficien a los profesionales de la asistencia prehospitalaria.

Con esta misión claramente definida y ejercida con pasión, la NAEMT seguirá liderando esta especialidad en desarrollo en el nuevo milenio.

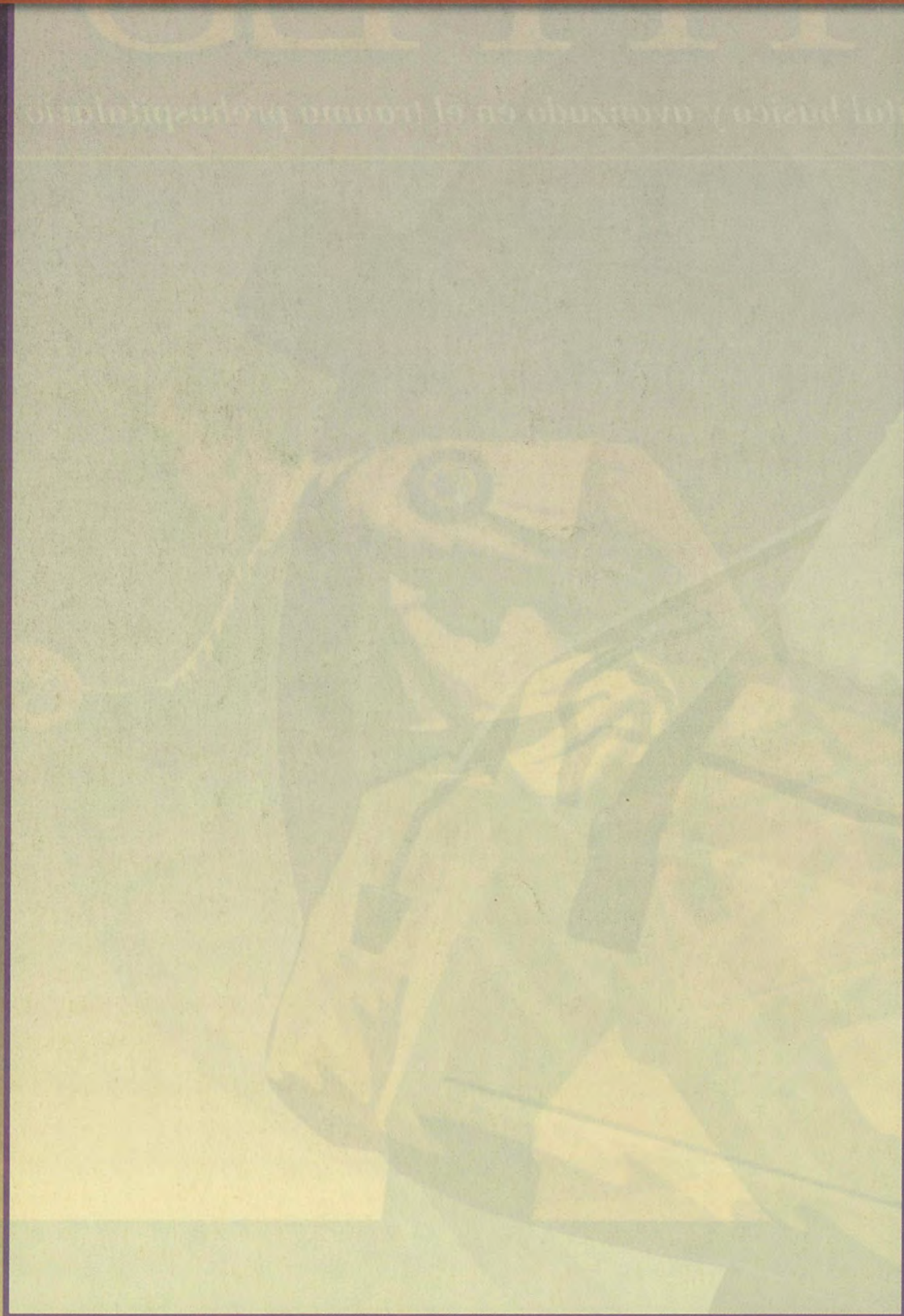


# PHTLS

*Soporte vital básico y avanzado en el trauma prehospitalario*



Peter Pan



DIVISIÓN 1 Energía y lesión

CAPÍTULO 1

# Introducción al PHTLS



Nuestros pacientes no nos eligen, sino que acuden a nosotros por un acontecimiento traumático que ha originado unas lesiones que demandan nuestra asistencia. Nosotros sí hemos elegido tratarlos, ya que podríamos haber elegido otro trabajo y no lo hicimos. Aceptamos la responsabilidad de la atención del paciente en algunas de las peores circunstancias: cuando los pacientes están en una situación de estrés y ansiedad máxima, cuando estamos cansados o con frío, cuando llueve y está oscuro, y a menudo cuando las circunstancias son imprevisibles. Debemos aceptar esta responsabilidad o rechazarla. Debemos prestar a nuestros pacientes la mejor asistencia que podamos, pero no con un material no revisado, con un equipamiento incompleto, con conocimientos anticuados y con indiferencia. No podemos conocer los avances médicos recientes ni podemos estar preparados para atender a nuestros pacientes sin estudiar y aprender cada día. El curso *Prehospital Trauma Life Support* (PHTLS; Soporte Vital en el Trauma Prehospitalario) contribuye a aumentar los conocimientos del profesional de la asistencia prehospitalaria y, lo que es más importante, acaba beneficiando al paciente. Al final de cada actuación debemos sentir que el paciente ha recibido lo mejor de nosotros.

## Atención del trauma en el siglo XXI

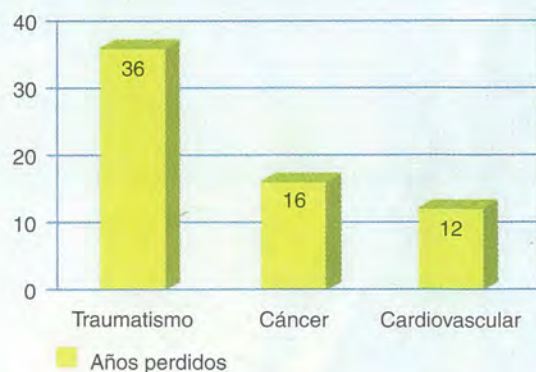
La oportunidad de un profesional de la asistencia prehospitalaria para ayudar a un paciente es mayor en el tratamiento de los pacientes traumatizados que en cualquier otro caso. El número de pacientes traumatizados supera el de otro tipo de pacientes y las probabilidades de supervivencia de un paciente traumatizado que recibe una buena asistencia hospitalaria son probablemente mayores que en cualquier otro paciente. El profesional de la asistencia prehospitalaria puede prolongar la vida del paciente traumatizado y beneficiar a la sociedad por el número de años productivos salvados. El profesional de la asistencia prehospitalaria tiene una influencia relevante en la sociedad, ya que realiza un tratamiento eficaz del paciente traumatizado.

Conocer, aprender y aplicar los principios del PHTLS es más beneficioso para los pacientes que cualquier otro programa formativo. Los siguientes hechos nos han llevado a revisar y ampliar el capítulo sobre la prevención de las lesiones en esta edición del soporte vital en el trauma prehospitalario.

Los traumatismos son la causa principal de muerte en las personas entre 1 y 44 años de edad. Aproximadamente el 80% de las muertes en adolescentes y el 60% en la infancia son secundarias a traumatismos. Los traumatismos continúan siendo la séptima causa de muerte en los ancianos. Cada año mueren tres veces más estadounidenses por traumatismos que los fallecidos en la Guerra de Vietnam. Cada 10 años mueren más estadounidenses por traumatismos que los fallecidos en todos los conflictos militares estadounidenses combinados. Tan sólo en la quinta década de la vida el cáncer y las enfermedades cardiovasculares compiten con los traumatismos como causa principal de muerte. Cada año mueren aproximadamente 80 pacientes más por traumatismos contusos o penetrantes de los que fallecieron durante los 3 primeros años del conflicto iraquí.

La asistencia prehospitalaria poco puede hacer para mejorar la supervivencia del paciente con cáncer. Sin embargo, en el paciente traumatizado, la asistencia prehospitalaria puede determinar a menudo la diferencia entre la vida y la muerte, entre una discapacidad temporal y otra grave o permanente o entre una vida productiva o de subsidio y entre una vida de desamparo o de bienestar. En EE. UU. se producen aproximadamente 60 millones de lesiones al año, de las que 30 millones requieren asistencia médica y 9 millones producen discapacidad. Aproximadamente 8,7 millones de pacientes traumatizados sufrirán una incapacidad temporal y 300.000 una permanente.

El coste de la atención sanitaria de los pacientes traumatizados es asombroso. Se gastan miles de millones de dólares en el tratamiento de los pacientes traumatizados, sin incluir el gasto en salarios, costes de administración de los seguros, daños a la propiedad y coste para las empresas. La pérdida de productividad por los pacientes traumatizados discapacitados equivale a 5,1 millones-año, con un coste superior a 65.000 millones de dólares. Las muertes provocan 5,3 millones de años de vida perdidos (34 años por persona), con un coste superior a 50.000 millones de dólares.



**FIGURA 1-1** A. Comparación de los costes en miles de dólares de las víctimas de traumatismo, cáncer y enfermedad cardiovascular cada año en EE. UU. B. Comparación entre el número de años perdidos como resultado de traumatismos, cáncer y enfermedad cardiovascular.

Comparativamente, los costes (medidos en dólares y años perdidos) del cáncer y las enfermedades cardiovasculares son muy inferiores, tal como se muestra en la figura 1-1. Por ejemplo, una protección correcta de la columna cervical fracturada por el profesional de la asistencia prehospitalaria puede marcar la diferencia entre una tetraplejía definitiva y una vida sana productiva sin limitación de la actividad. El profesional de la asistencia prehospitalaria encuentra muchos más ejemplos casi todos los días.

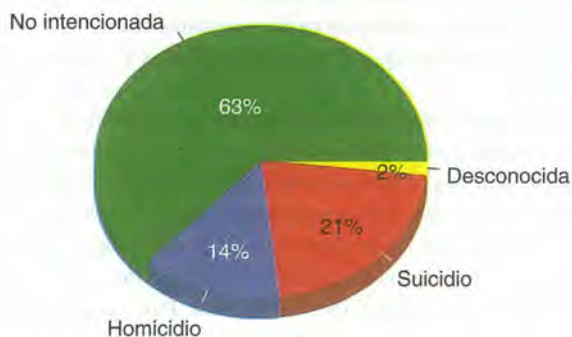
La asistencia del trauma se divide en tres fases: previa al episodio, episodio y posterior al episodio. El profesional de la asistencia prehospitalaria tiene responsabilidades en todas las fases.

### Fase previa al episodio

El *traumatismo no es un accidente*, aunque a menudo se le denomine así. Un accidente se define como «un hecho que sucede por azar o por causas desconocidas» o como «un hecho desafortunado por falta de atención, despreocupación o ignorancia». La mayoría de las muertes y lesiones traumáticas corresponden a la segunda definición y son evitables. Los incidentes traumáticos se engloban en dos categorías: *intencionados* y *no intencionados*.

La fase de prevención se dirige a las circunstancias que culminaron en una lesión. Los esfuerzos en esta fase se centran en la prevención de las lesiones. Para conseguir avanzar en este terreno de la prevención, el público debe ser educado para que aumente el uso de sistemas de protección de los ocupantes de un vehículo, promover los métodos para reducir el uso de armas en actividades criminales y promover la resolución no violenta de los conflictos. Además de atender al paciente traumatizado, todos los miembros del equipo de asistencia sanitaria tienen la responsabilidad de reducir el número de víctimas. En la actualidad, la violencia y los traumatismos no intencionados provocan más muertes al año que todas las enfermedades juntas en EE. UU. La violencia representa más de un tercio de estas muertes (figura 1-2). Los vehículos motorizados y las armas de fuego están implicados en más de la mitad de todas las muertes por traumatismo, la mayoría de las cuales son evitables (figura 1-3).

Las leyes sobre el uso obligatorio del casco para la moto son un ejemplo de legislación que ha conseguido un efecto positivo en la prevención de lesiones. En 1966 el Congreso otorgó al *Department of Transportation* la autoridad para obligar a los estados a in-



**FIGURA 1-2** Los traumatismos y la violencia no intencionada provocan más muertes que las restantes causas de muerte juntas.

corporar las leyes sobre el uso obligatorio del casco en la moto. Como consecuencia, el uso del casco aumentó casi hasta el 100% y la tasa de mortalidad disminuyó drásticamente. En 1975 el Congreso rescindió esta autoridad. Más de la mitad de los estados derogaron o modificaron la legislación vigente, lo que llevó a un aumento de la mortalidad relacionada. Conforme algunos estados han reintroducido o derogado estas leyes, las tasas han cambiado. Recientemente son más los estados que han derogado que los que han aprobado estas leyes, lo que ha llevado a un aumento de las tasas de mortalidad en 1998 y 1999 (figura 1-4).

Otro ejemplo de muertes traumáticas evitables es el del consumo de alcohol por los conductores. Como resultado de las presiones para cambiar las leyes estatales sobre el grado de intoxicación al conducir y mediante actividades educativas de organizaciones como *Mothers Against Drunk Drivers* (MADD; Madres contra los Conductores Borrachos), el número de conductores ebrios implicados en accidentes mortales ha disminuido desde 1989 de forma constante.



**FIGURA 1-3** Los traumatismos por accidente de tráfico y las armas de fuego suponen más de la mitad de las muertes como resultado de traumatismos y violencia.



**FIGURA 1-4** La legislación sobre el casco para la moto y el uso obligatorio del mismo redujo de forma significativa la tasa de mortalidad en accidentes de moto. La derogación de esta ley en 1975 produjo un incremento notable del número de muertes. Muchos estados han reintroducido sus propias leyes, reduciendo así el número de muertes por esta causa registradas antes de la derogación de esta ley.

Otra forma de prevenir los traumatismos es el uso de asientos infantiles de seguridad. Numerosos hospitales de traumatología, organizaciones legales y servicios de emergencias médicas (SEM) realizan programas para educar a los padres sobre la instalación y el uso correcto de los asientos infantiles de seguridad.

## Fase del episodio

Esta fase se corresponde con el momento en el que se produce el traumatismo propiamente dicho. Los pasos que se adopten durante la fase previa al acontecimiento pueden modificar el pronóstico tras el mismo. Esto no sólo se cumple en el caso de los pacientes, sino también en nuestro caso. Bien cuando conducen un vehículo particular o un vehículo de emergencias, los profesionales de la asistencia prehospitalaria deben protegerse a sí mismos y predicar con el ejemplo. Siempre deben conducir de forma segura, respetar las normas de tráfico y usar los sistemas de seguridad disponibles, como los cinturones de seguridad, tanto en los asientos delanteros como en los de pasajeros o en el compartimiento para los pacientes.

## Fase posterior al episodio

El Dr. Donald Trunkey ha descrito una clasificación trimodal de las muertes por traumatismo<sup>1</sup>. La *primera fase* corresponde a los primeros minutos y hasta una hora después del incidente. Es probable que estas muertes no sean evitables a pesar de una asistencia médica inmediata. La mejor forma de combatir estas muertes es mediante una prevención de la lesión y con estrategias de seguridad. La *segunda fase* corresponde a las horas siguientes a un incidente. Estas muertes pueden evitarse con una buena asistencia prehospitalaria y hospitalaria. La *tercera fase* corresponde a varios días a semanas después del incidente. Estas muertes suelen producirse por un fracaso multiorgánico. Queda mucho por aprender sobre el tratamiento y la prevención del fracaso multiorgánico. Sin embargo, un tratamiento precoz e intensivo del shock en el ámbito prehospitalario puede prevenir algunas de estas muertes (figura 1-5).

¿Cuándo fallecen los pacientes tras un traumatismo grave?



**FIGURA 1-5** Las muertes inmediatas sólo pueden evitarse mediante una educación preventiva porque la única oportunidad que tienen algunos pacientes es evitar el incidente. Las muertes tempranas pueden evitarse mediante una asistencia prehospitalaria inmediata para reducir la tasa de morbilidad y mortalidad. Las muertes tardías sólo pueden evitarse mediante un traslado inmediato a un hospital bien preparado para la asistencia al paciente que ha sufrido un traumatismo grave.

El Dr. R. Adams Cowley, fundador del *Maryland Institute of Emergency Medical Services* (MIEMS; Instituto de Servicios Médicos de Emergencia de Maryland), uno de los primeros centros de atención al trauma de EE. UU., describió y definió lo que él denominó la «hora de oro». Basándose en sus investigaciones, Cowley llegó a la conclusión de que los pacientes que recibieron una asistencia definitiva poco tiempo después de una lesión tenían una tasa de supervivencia superior a aquellos en los que se retrasaba la asistencia. Una razón de ello es la conservación de la capacidad del organismo de producir energía para mantener la función de los diferentes órganos. Para el profesional de la asistencia prehospitalaria esto se traduce en mantener la oxigenación y la perfusión, así como en un traslado rápido a un centro para continuar el tratamiento.

Un SEM urbano promedio tiene un *tiempo de respuesta* (desde el incidente hasta la llegada al escenario) de 6 a 8 minutos. El tiempo de traslado habitual al centro receptor es de otros 8 a 10 minutos. Entre 15 y 20 minutos de la mágica «hora de oro» se emplean para llegar al lugar del incidente y trasladar al paciente. Si la asistencia prehospitalaria en el lugar del incidente no es eficiente ni está bien organizada, puede ser necesario emplear otros 30-40 minutos en el lugar del incidente. Con este tiempo en el lugar del incidente añadido al tiempo de traslado, ya casi se consume la «hora de oro» antes de que el personal hospitalario tenga la oportunidad de tratar al paciente. Los resultados de diferentes investigaciones confirman esta idea<sup>2,3</sup>. Uno de estos estudios demostró que los pacientes en estado crítico tienen una mortalidad significativamente menor (17,9% frente al 28,2%) cuando son trasladados en un vehículo privado en comparación con una ambulancia. Este hallazgo sorprendente podría explicarse porque los profesionales de la asistencia prehospitalaria emplean demasiado tiempo en el lugar del incidente. Un centro de atención al trauma de la región en la que se realizó este estudio comprobó que el tiempo medio del SEM en el lugar del incidente era de 23 minutos en los pacientes lesionados por accidentes de tráfico y 22 minutos en los pacientes con traumatismos penetrantes. Esto plantea interrogantes que todos los profesionales de la asistencia prehospitalaria deben responder: ¿Es beneficioso para el paciente lo que estoy haciendo? ¿El beneficio de retrasar el traslado supera a los riesgos? Una de las principales responsabilidades del profesional de la asistencia prehospitalaria es emplear el menor tiempo posible en el lugar del incidente. En los primeros minutos cruciales el profesional de la asistencia prehospitalaria debe evaluar al paciente con rapidez, aplicar maniobras vitales y prepararlo para el traslado.

Otra responsabilidad es el traslado del paciente a un centro apropiado. El factor más crítico para la supervivencia de cualquier paciente es el tiempo transcurrido entre el incidente y la asistencia definitiva. Para un paciente en parada cardíaca, la asistencia definitiva es la recuperación de un ritmo cardíaco normal y una perfusión adecuada. La reanimación cardiopulmonar (RCP) es meramente una maniobra de soporte. Para un paciente con compromiso de la vía aérea, la asistencia definitiva es el control de la misma y el restablecimiento de una ventilación adecuada. El restablecimiento de la ventilación o del ritmo cardíaco nor-



**FIGURA 1-6** En las localidades en las que existen centros especializados en atención al trauma, evitar el paso por hospitales no especializados de este tipo de pacientes mejora significativamente de la asistencia. En los pacientes con traumatismos graves, la asistencia definitiva debe realizarse en el quirófano. Emplear de 10 a 20 minutos adicionales en el trayecto a un hospital con cirujanos y personal de quirófano de guardia puede reducir de forma significativa el tiempo hasta la asistencia definitiva. *Azul*, tiempo de respuesta del SEM. *Morado*, tiempo sobre el terreno. *Rojo*, tiempo de transporte del SEM. *Naranja*, respuesta quirúrgica extrahospitalaria. *Amarillo*, respuesta del equipo quirúrgico extrahospitalario. En los hospitales con cirujanos y personal de quirófano de guardia no se producen estos retrasos.

mal mediante desfibrilación suele lograrse con facilidad en el lugar del incidente. Por esta razón, el tiempo de traslado no es tan crítico para el paciente cardíaco.

El tratamiento de los pacientes traumatizados es diferente. La asistencia definitiva suele ser el control de la hemorragia y la recuperación de una perfusión adecuada. No siempre es posible conseguir la hemostasia (control de la hemorragia) en el terreno o en el servicio de emergencias; a menudo se logra en el quirófano. Por este motivo, a la hora de determinar si un centro hospitalario es apropiado, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe tener en cuenta el tiempo de traslado a un centro sanitario determinado y las condiciones de ese centro.

Un centro de atención al trauma con un cirujano y un equipo de quirófano de guardia puede recibir a un paciente traumatizado con una hemorragia grave y tratarlo en el quirófano en el plazo de 10-15 minutos desde la llegada del paciente. Por el contrario, un hospital sin personal quirúrgico de guardia de presencia física debe esperar a la llegada del cirujano y del equipo quirúrgico antes de trasladar al paciente desde el servicio de emergencias al quirófano. Puede transcurrir un tiempo adicional antes de controlar la hemorragia, lo que se asocia a un incremento de la tasa de mortalidad (figura 1-6).

## Historia de los SEM

Este libro, el curso PHTLS, y la asistencia del paciente traumatizado están basados en los objetivos desarrollados y promulgados por los pioneros de la asistencia prehospitalaria. La lista de estos innovadores es amplia. No obstante, algunos merecen nuestro reconocimiento.

Ya a finales del siglo XVIII, el barón Dominick Jean Larrey, jefe de los médicos militares de Napoleón, se dio cuenta de la necesidad de una asistencia prehospitalaria inmediata. Desarrolló la «ambulancia volante» tirada por caballos para ganar tiempo para los hombres lesionados en el campo de batalla e introdujo la premisa de que las personas que trabajaban en estas «ambulancias volantes» debían estar entrenadas en la asistencia médica para proporcionar atención médica en el lugar del incidente y durante el traslado.

El Dr. J. D. «Deke» Farrington, el padre de los SEM modernos, estimuló el desarrollo de una asistencia prehospitalaria adecuada en su artículo de referencia «Death in the Ditch»<sup>4</sup>. Su trabajo como director de tres de los primeros artículos que establecieron las bases de los SEM (la lista del material esencial para las ambulancias del *American College of Surgeons*, las normas KKK del Departamento de Transportes, y el primer programa de entrenamiento básico en SEM) también propulsó la idea y el desarrollo de la asistencia prehospitalaria. El Dr. Robert Kennedy fue el autor de «Early Care of the Sick and Injured Patient»<sup>5</sup>. El Dr. Sam Banks, quien junto al Dr. Farrington impartió el primer curso de entrenamiento prehospitalario en el departamento de bomberos de Chicago en 1957, comenzó así la asistencia correcta del paciente traumatizado. Se produjeron pocos cambios entre el siglo XVIII y la época de Farrington y los restantes pioneros como los Dres. Oscar Hampton y Curtis Arts, que llevaron a EE. UU. a la era moderna de los SEM y asistencia prehospitalaria<sup>6,7</sup>.

Un libro editado y compilado en 1965 por el Dr. George J. Curry, presidente del *American College of Surgeons* y de su Comité de Traumatología, señala lo siguiente:

Las lesiones sufridas en los accidentes afectan a todas las regiones del cuerpo humano. Van desde las simples erosiones y contusiones a las lesiones complejas múltiples que afectan a numerosos tejidos corporales. Esto obliga a una aproximación y asistencia primaria eficiente e inteligente, de forma individualizada, antes del traslado. Es obvio que los servicios de emergencia con personal entrenado son esenciales. Si queremos lograr una eficiencia máxima del personal de ambulancia, es necesario aplicar un programa de entrenamiento especial.

Aunque la asistencia prehospitalaria era rudimentaria cuando Curry escribió este párrafo, sus palabras mantienen su vigencia porque los profesionales de la asistencia prehospitalaria deben atender el área específica de la asistencia prehospitalaria del trauma más que el amplio campo del SEM general.

La demanda de Curry de «personal de ambulancia» con entrenamiento especializado ha sido atendida en el aspecto traumatológico durante los últimos 25 años por este libro y por el «libro blanco» de referencia *Accidental Death and Disability: the Neglected Disease of Modern Society*. El *National Academy of Science's Na-*

tional Research Council publicó este artículo 1 año después de la petición de Curry. Los primeros esfuerzos para atender la petición de Curry eran primitivos y han recorrido un largo camino en poco tiempo. Sin embargo, a pesar del empuje continuo de nuevas aplicaciones, intervenciones, material, niveles de profesionales de la asistencia y protocolos, existe la necesidad de mirar atrás y recapacitar sobre los diferentes aspectos para ocupar los espacios dejados por el «avance del progreso» en el campo de los SEM<sup>7,8</sup>.

Todos estos innovadores han enseñado varios principios básicos que se han ampliado y refinado con el tiempo:

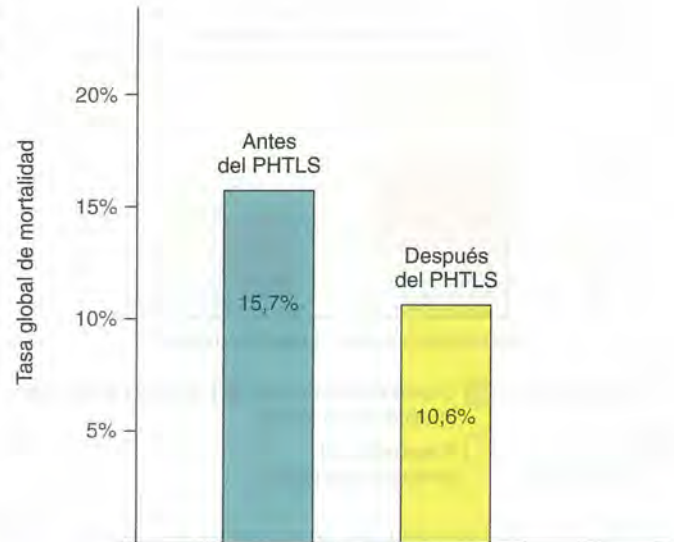
- Responder con rapidez al paciente.
- Proporcionar una asistencia eficiente e inmediata para restablecer una ventilación adecuada, lograr una oxigenación suficiente y conservar una perfusión apropiada para mantener la producción de la energía necesaria para la conservación de los órganos.
- Traslado rápido del paciente a un centro sanitario adecuado<sup>7</sup>.

El acceso rápido al paciente depende de un sistema de asistencia prehospitalaria que ofrezca un fácil acceso al sistema. Este acceso puede facilitarse con un único número de teléfono de emergencias (p. ej., 911 en EE. UU., 112 en España y otros números en otros países), un buen sistema de comunicación para activar la unidad y unos profesionales de la asistencia prehospitalaria bien entrenados y preparados. Mucha gente ha oído que un acceso sencillo y una RCP inmediata pueden salvar la vida de las personas que sufren una parada cardíaca. Los traumatismos pueden abordarse de la misma manera. Los tres principios enumerados antes pueden salvar vidas.

Una asistencia médica eficiente sobre el terreno requiere profesionales de la asistencia prehospitalaria bien entrenados en una rápida identificación del estado del paciente y con experiencia en el control de la vía aérea, tratamiento del shock y técnicas correctas de inmovilización. El profesional de la asistencia prehospitalaria debe estar capacitado para decidir qué medidas aplicar sobre el terreno, cómo efectuarlas de forma eficiente y qué pasos seguir en el trayecto hasta el centro sanitario de referencia.

El profesional de la asistencia prehospitalaria debe asegurarse de que el paciente es trasladado a un centro sanitario apropiado. Este centro sanitario es aquel que pueda proporcionar una asistencia definitiva correcta e inmediata al paciente. Con frecuencia, el profesional de la asistencia prehospitalaria no tiene elección en una zona rural donde sólo existe un hospital. El siguiente hospital puede estar muy alejado y el centro especializado en atención al trauma más lejos todavía. En este caso, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe decidir si es aconsejable un traslado en helicóptero. Se trata de un cálculo sencillo. El tiempo aproximado de traslado por tierra está en un lado de la ecuación. En el otro lado está el tiempo necesario para avisar al helicóptero y que este despegue, viaje hasta el lugar del incidente, se realice el tratamiento sobre el terreno y regrese al hospital. El profesional de la asistencia prehospitalaria determina el medio de transporte basándose en cuál de estos dos tiempos es más corto.

El PHTLS está diseñado para evaluar con rapidez a los pacientes y comienza con un tratamiento de soporte vital inme-



**FIGURA 1-7** Las muertes de origen traumático descendieron casi un tercio tras la introducción del PHTLS en Trinidad y Tobago. (Modificado de Ali J, Adam RU, Gana TJ, et al: *J Trauma* 42:1018, 1997.)

diato y apropiado. Dos estudios dirigidos por el Dr. Jameel Ali en Trinidad y Tobago demostraron una mejor asistencia a los pacientes con el resultado de un descenso de la tasa de mortalidad por traumatismo tras enseñar el PHTLS a todos los profesionales de la asistencia prehospitalaria<sup>9,10</sup> (figura 1-7). Este libro y el curso sobre PHTLS proporcionan las herramientas necesarias para salvar vidas. La asistencia prehospitalaria funciona.

## Lectura de la bibliografía sobre SEM

Uno de los principales objetivos de la PHTLS ha sido asegurarse de que las recomendaciones prácticas que se recogen en esta obra representen de forma precisa la mejor evidencia médica existente en el momento de la publicación como apoyo de las mismas. Por ese motivo hemos empezado el proceso de incorporación en la sección «Bibliografía y Lecturas recomendadas» de aquellos manuscritos, referencias y recursos que forman una parte fundamental de cada capítulo y recomendación (véase «Lecturas recomendadas» al final del capítulo para obtener más información a la hora de valorar la bibliografía sobre SEM). Tenemos la esperanza de que todos los médicos y profesionales sanitarios puedan obtener, leer y valorar de forma crítica las publicaciones y fuentes que constituyen la base y el fundamento de todos los componentes de nuestra práctica diaria.

Para conseguir este objetivo es importante comprender qué se entiende exactamente por bibliografía médica y cómo se deben interpretar las distintas fuentes de información. En muchos casos el primer lugar en el que se busca una información determinada es un libro de texto. Al aumentar el grado de interés y so-

fisticación se realiza una búsqueda para localizar las referencias específicas a las que se hace alusión en los capítulos del libro elegido o para encontrar estudios de investigación, si existen, realizados y publicados sobre el tema. Posteriormente, tras revisar y analizar las diversas fuentes, se deberá decidir cuál es la calidad y fuerza de las pruebas que deberán guiar la toma de decisiones y las intervenciones realizadas sobre el paciente.

## Tipos de evidencia

Existen diversos sistemas para clasificar la calidad y fortaleza de las evidencias médicas. Independientemente de cuál es el sistema concreto elegido para valorar este aspecto, es posible identificar algunos aspectos comunes a todos. La fuente de mayor calidad que permite realizar una recomendación más potente sobre el tratamiento que se estudia es el ensayo aleatorizado controlado doble ciego. Los estudios de este tipo se suelen considerar *evidencia de clase I*. Este tipo de estudios se consideran los mejores porque los pacientes que se incorporan a ellos son *aleatorizados* (es decir, todos los pacientes tienen las mismas probabilidades de ser asignados a los tipos de tratamiento en estudio); además, ni los investigadores ni los pacientes conocen el tratamiento que el paciente recibe (*doble ciego*) y los investigadores controlan el máximo número posible de factores adicionales del estudio. De este modo, se reducen los peligros de introducir sesgos en el estudio o afectar los resultados o su interpretación.

Las *evidencias de clase II* incluyen los demás tipos de estudios que se encuentran en la bibliografía médica, incluidos los estudios no ciegos ni aleatorizados, las series retrospectivas de casos y controles y los estudios de cohortes.

Por último, las *evidencias de clase III* incluyen estudios de casos, comunicaciones de casos, documentos de consensos, libros de texto y opiniones médicas. La evidencia de clase III es la más débil, aunque con frecuencia es la que con mayor facilidad se consigue.

Por desgracia, cuando se revisa la bibliografía relacionada con la asistencia prehospitalaria con una perspectiva crítica, la mayor parte se corresponde con evidencias de clase III. Se ha publicado una cantidad notablemente escasa de trabajos que se pudieran considerar evidencias de clase I. Una gran parte de las prácticas que se han aplicado en la asistencia prehospitalaria procede de la adopción y adaptación de la asistencia de urgencias intrahospitalaria aplicada en el contexto extrahospitalario. Las consecuencias son que una gran mayoría de las prácticas de asistencia prehospitalaria se basan en evidencias de clase III. En concreto y con pocas excepciones, la asistencia prehospitalaria se basa en la opinión de expertos, que se encuentra fundamentalmente en libros de texto, en las credenciales y calificaciones del individuo que ofrece sus opiniones y en la fortaleza y el «volumen» de la expresión de esta opinión.

## Pasos de la valoración

Es importante que todos los profesionales médicos lean bibliografía médica y valoren desde una perspectiva crítica todos los estudios publicados que pudieran modificar sus decisiones tera-

### CUADRO 1-1 Revistas sugeridas para revisión

*Academic Emergency Medicine*  
*American Journal of Emergency Medicine*  
*Annals of Emergency Medicine*  
*Journal of Emergency Medicine*  
*Journal of Trauma*  
*Prehospital Emergency Care*

### CUADRO 1-2 Realización de una búsqueda bibliográfica por ordenador

Medline resulta accesible a través de la página web de la *National Library of Medicine* en las siguientes direcciones: [www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed).

Para realizar una búsqueda bibliográfica de artículos y estudios es preciso introducir en Medline los términos de búsqueda, que serán empleados como palabras clave para encontrar los artículos apropiados. Cuanto más específicos sean los términos empleados, más probable será que los artículos que encuentre le sean de utilidad. Sin embargo, en ocasiones ser demasiado específico puede excluir algunos artículos que podrían resultarle de utilidad. Por tanto, una buena estrategia sería realizar en primer lugar una búsqueda con términos muy específicos y posteriormente una búsqueda de seguimiento con términos más genéricos. Por ejemplo, si usted tiene interés en encontrar artículos sobre cricotiroidotomía en asistencia prehospitalaria, podría realizar una búsqueda inicial con términos «cricotiroidotomía» y «prehospitalaria». La siguiente búsqueda podría recurrir a términos «control de la vía aérea» y «servicios de emergencia médicos», asumiendo que con «control de la vía aérea» pueden aparecer no sólo artículos que aludan a la cricotiroidotomía sino también otras formas de control de la vía aérea.

péuticas para poder distinguir las informaciones y tratamientos útiles de los datos que no son útiles y que pueden llegar a ser nocivos. Según esto, ¿qué se debe hacer para leer y evaluar de forma crítica la bibliografía médica?

El primer paso de este proceso es desarrollar una lista de revistas que formarán la base de las revisiones regulares de la bibliografía. Esta lista no sólo debe incluir revistas cuyo título se corresponda a la especialidad en cuestión, sino también revistas especializadas de otras materias o temas relacionados y que tengan altas probabilidades de publicar estudios aplicables (cuadro 1-1).

Una opción alternativa a la revisión de múltiples revistas es realizar una búsqueda informatizada de la bibliografía cuando se dispone de un tema de interés concreto. El uso de sistemas de búsqueda de información informatizados, como Medline u Ovid, permite buscar con el ordenador dentro de una base de datos masiva con múltiples revistas médicas y desarrollar de forma automática una lista de estudios y publicaciones sugeridas (cuadro 1-2).

El paso siguiente es revisar el título de todos los artículos del índice de contenidos de cada una de las revistas seleccionadas para acotar los artículos que se relacionan de forma clara con el tema de interés. Sería imposible leerse todas las revistas elegidas de principio a fin y además no resulta necesario. Al revisar el índice de contenidos se pueden eliminar de forma inmediata los artículos que no tengan interés.

Tras acotar la selección, todavía se deberán realizar una serie de acciones preliminares antes de leer los textos de los artículos. Se deberá mirar la lista de autores para ver si alguno es conocido por su trabajo en este tema. Después se deberá leer el resumen del artículo para decidir si se ajusta a las expectativas generadas con el título. A continuación, valore el lugar de realización del estudio para evaluar los parecidos, las diferencias y la aplicabilidad en el contexto en el cual usted querría aplicar los resultados del trabajo. Hay que resaltar que nunca es suficiente con la lectura del resumen, ya que esta sólo sirve para orientación sobre la necesidad de revisar todo el artículo. Nunca se deberán cambiar las prácticas médicas tras la lectura de un resumen.

Tras valorar estos aspectos iniciales, se procede a leer el texto del artículo completo y valorarlo críticamente. Para conseguirlo es importante tener en consideración varios aspectos. El primero es *evaluar el estudio y la aleatorización de los pacientes* participantes en el mismo. Todos los pacientes incluidos en el estudio deberían tener las mismas probabilidades de recibir cualquiera de los tratamientos o intervenciones valoradas en el estudio y esta probabilidad debería ser conocida de antemano. Se debe describir el método de asignación de los pacientes, que debe parecerse a arrojar una moneda.

A continuación se deberá valorar la *población de pacientes* para determinar los parecidos o diferencias con la población diaria a la que se desearían aplicar las conclusiones del estudio. Para poder conseguirlo, en el estudio se debería aportar información adecuada sobre las características clínicas y sociodemográficas de la población de estudio.

El siguiente aspecto que se debe valorar es la *medida de resultado* elegida por los autores. Todas las variables de resultado que tengan importancia clínica deberían ser recogidas y comentadas en el estudio. Así, por ejemplo, un estudio sobre parada cardíaca podría describir como variables de resultado la conversión del ritmo cardíaco, la recuperación de la circulación espontánea, la supervivencia hasta el ingreso hospitalario o la supervivencia hasta el alta hospitalaria.

El análisis de la sección de *resultados* necesita una revisión crítica. Igual de importante que valorar la población del estudio y los criterios de inclusión es ver si todos los pacientes que entraron al principio del mismo se mantuvieron al final. En concreto, los autores deberían describir los criterios utilizados para descartar pacientes de cara al análisis. La simple suma por parte del lector de los diversos grupos y subgrupos de tratamiento le permitirá valorar si se han considerado todos los pacientes. Los autores deberían describir posibles sesgos en los resultados. Por ejemplo, los autores deberían recoger errores, como la administración de fármaco a pacientes control o la aplicación de otras medidas diagnósticas o de intervención en los casos.

También resulta esencial valorar la significación estadística y clínica de los resultados. Aunque puede resultar difícil entender los análisis *estadísticos*, unos conocimientos básicos sobre la selección de las pruebas estadísticas y su utilización permitirán validar las opciones escogidas. Una importancia similar e incluso superior que la significación estadística tendrá la *significación clínica* del resultado obtenido. Por ejemplo, si se está valorando el efecto de un nuevo fármaco antihipertensivo, el análisis estadístico podría demostrar que se consigue una reducción con significación estadística de la presión arterial de 4 mm Hg. Sin embargo, esta disminución resulta irrelevante a nivel clínico. Por tanto, el profesional sanitario no debe limitarse a valorar la significación clínica del resultado, sino también la clínica.

Cuando la respuesta a todos estos aspectos sea satisfactoria, el último aspecto será la *aplicación* de los resultados del estudio y sus conclusiones para el sistema de asistencia sanitaria del lector. Para determinar la practicidad de la aplicación de un tratamiento, los autores deberían describirlo con suficiente detalle, la intervención o tratamiento debería estar disponible para su uso y debe tener sentido clínico en la situación planteada.

Existen algunas diferencias en la valoración de las declaraciones de consenso, los resúmenes y los capítulos de libro. De forma ideal las declaraciones de consenso y los resúmenes deberían dar respuesta a una pregunta sobre un tema específico. Los autores deberían describir los criterios empleados para seleccionar los artículos incluidos como referencia y el lector deberá determinar la adecuación de estos criterios. Esto le permitirá a su vez determinar la probabilidad de que se hayan incluido estudios importantes y que no hayan pasado desapercibidos. Además, se debería revisar la lista de referencias para identificar estudios conocidos, que deberían estar incluidos.

Una revisión o declaración de consenso de alta calidad incluirá una discusión del proceso mediante la cual se plantea la *validez* de los estudios incluidos. Esta valoración de la validez debería ser reproducible, independientemente de quien haya realizado la revisión. Además, la existencia de múltiples estudios con resultados parecidos confirma las conclusiones y apoya la decisión final sobre si se deben modificar o no las prácticas actuales.

Igual que sucede cuando se revisan estudios individuales, a la hora de revisar y valorar declaraciones de consenso, revisiones y capítulos de libros se debería determinar si se han considerado y comentado todos los parámetros de resultado con importancia clínica y también si los resultados se pueden aplicar al contexto clínico de los pacientes del lector. En estos estudios se debería incluir también el análisis de los posibles beneficios frente a los riesgos y daños.

El paso final de la valoración es decidir cuando una publicación debería traducirse en un *cambio en la práctica médica diaria*. En condiciones ideales los cambios de la práctica médica se introducen a partir de estudios de la máxima calidad, en concreto de estudios doble ciego, controlados y aleatorizados. La conclusión sobre este tipo de estudios se basará en la valoración crítica de sus resultados, en la significación estadística y clínica de los mismos y en la consideración de válidos para los mismos tras su revisión. El estudio debería constituir la mejor información existente sobre el tema en cuestión. Además, los

cambios en la práctica deben ser «asimilables» por el sistema que se plantea cambios y el beneficio del cambio deberá superar a los riesgos derivados del mismo.

Todas las prácticas médicas extrahospitalarias se deberían basar en estudios de evidencia de alta calidad de clase I, que confirmen la práctica. Sin embargo, como ya se comentó antes, en la bibliografía sobre SEM, la mayor parte de las evidencias son de clase III.

## Bibliografía

1. Trunkey DD: Trauma, *Sci Am* 249:28, 1983.
2. Demetriades D, Chan L, Cornwell EE, et al: Paramedic vs. private transportation of trauma patients: effect on outcome, *Arch Surg* 131:133, 1996.
3. Cornwell EE, Belzberg H, Hennigan K, et al: Emergency medical services (EMS) vs. non-EMS transport of critically injured patients: a prospective evaluation, *Arch Surg* 135(3):315, 2000.
4. Farrington JD: Death in a ditch, *Bull Am Coll Surg* 52:121, 1967.
5. Kennedy R: *Early care of the sick and injured patient*, Chicago, 1964, American College of Surgeons.
6. Rockwood CA, Mann CM, Farrington JD, et al: History of emergency medical services in the United States, *J Trauma* 16:299, 1976.
7. McSwain NE: Prehospital care from Napoleon to Mars: the surgeon's role, *J Am Coll Surg* 200:487, 2005.
8. National Academy of Sciences/National Research Council: *Accidental death and disability: the neglected disease of modern society*, Washington, DC, 1966, NAS/NRC.
9. Ali J, Adam RU, Gana TJ, et al: Effect of the prehospital trauma life support program (PHTLS) on prehospital trauma care, *J Trauma* 42:786, 1997.
10. Ali J, Adam RU, Gana TJ, et al: Trauma patient outcome after the prehospital trauma life support program, *J Trauma* 42: 1018, 1997.

## Lecturas recomendadas

- Callahan M: Quantifying the scanty science of prehospital emergency care, *Ann Emerg Med* 30:785, 1997.
- Cone DC, Lewis RJ: Should this study change my practice? *Acad Emerg Med* 10:417, 2003.
- Haynes RB, McKibbon KA, Fitzgerald D, et al: How to keep up with the medical literature. II. Deciding which journals to read regularly, *Ann Intern Med* 105:309, 1986.
- Keim SM, Spaite DW, Maio RF, et al: Establishing the scope and methodological approach to out-of-hospital outcomes and effectiveness research, *Acad Emerg Med* 11:1067, 2004.
- Lewis RJ, Bessen HA: Statistical concepts and methods for the reader of clinical studies in emergency medicine, *J Emerg Med* 9:221, 1991.
- MacAvley D: Critical appraisal of medical literature: an aid to rational decision making, *Fam Pract* 12:98, 1995.
- Reed JF III, Salen P, Bagher P: Methodological and statistical techniques: what do residents really need to know about statistics? *J Med Syst* 27:233, 2003.
- Sackett DL: How to read clinical journals. V. To distinguish useful from useless or even harmful therapy, *Can Med Assoc J* 124:1156, 1981.

## Objetivos del capítulo

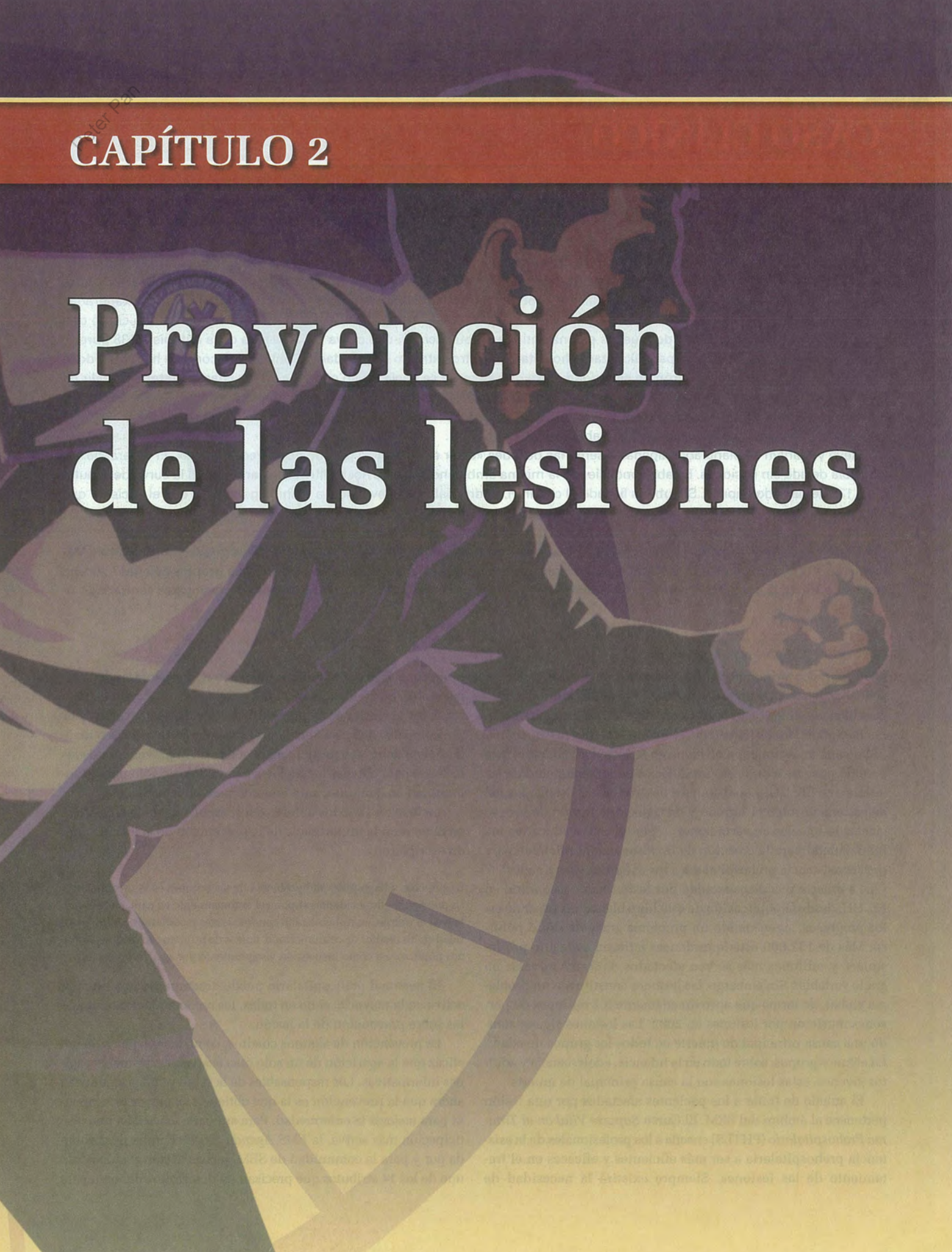
---

*Al finalizar este capítulo, el lector deberá ser capaz de:*

- ✓ Describir el concepto de energía como causa de lesiones.
- ✓ Elaborar una matriz de Haddon para el tipo de lesiones de interés.
- ✓ Relacionar la importancia de las observaciones atentas y precisas de la escena y documentar los datos proporcionados por los profesionales de los servicios de emergencia médica (SEM) para el éxito de las iniciativas de prevención de las lesiones.
- ✓ Ayudar en el desarrollo, aplicación y valoración de los programas de prevención de las lesiones en su comunidad u organización del SEM.
- ✓ Defender la participación de los profesionales de los SEM en la prevención de las lesiones.
- ✓ Identificar las estrategias que los profesionales de la asistencia prehospitalaria pueden aplicar para reducir el riesgo de lesiones.

## CAPÍTULO 2

# Prevencción de las lesiones





## CASO CLÍNICO

Sus compañeros están sentados por la sala después de la reunión mensual de la *Lanier County Volunteer Ambulance Squad*. Como sucede tantas veces, la conversación empezó a girar sobre «batallitas». Esta sesión se animó de forma especial porque estaban presentes tres miembros nuevos. Steve, Bill y Marilyn acababan de obtener la licencia como técnicos de emergencias médicas (TEM) y eran miembros activos de pleno derecho con una buena posición. Todo el mundo se estaba dedicando a contar por turnos su salvamento más espectacular o su contacto más estrecho con la muerte. Las historias eran más exageradas que nunca. Mike, un veterano de la brigada con 10 años de pertenencia, dejó a los novatos boquiabiertos cuando contó que había tenido que conducir sobre dos ruedas en una antigua ambulancia en una curva pronunciada de la autopista 138 porque la distancia era demasiado larga para alcanzar el hospital en el otro extremo del condado. Contó que recordaba haber tenido la intención de abrocharse el cinturón de seguridad, pero que siempre se hacía un lío con las cinchas cuando trataba de salir de la ambulancia y además ya había pasado la peor parte de la autopista. Su compañera en aquella llamada, Belinda, hizo reír a los demás al contarles que acabó besando al anciano de la camilla cuando fue arrojada a la parte trasera del vehículo. «Pero, estos son los riesgos que se asumen si se trabaja en este negocio».

Steve y Marilyn se planteaban apenas 2 semanas después «dejar este negocio porque no merece la pena». El funeral de Bill les había dejado sin ilusiones. Estaba conduciendo la misma ambulancia en una noche lluviosa cuando tomó la curva de la autopista 138 demasiado deprisa. Si hubiera llevado el cinturón, podría haber sobrevivido. La opinión general es que el paciente que transportaba aquel día nunca se despertará ni se le podrá quitar el respirador y posiblemente su familia inicie una demanda.

**¿Qué factores han contribuido a estas lesiones? ¿Cómo se podría haber prevenido esta tragedia? ¿Qué pueden hacer Steve y Marilyn como TEM para reducir la incidencia de lesiones en la comunidad a la que atienden y entre sus propios colegas? ¿Cómo crees que afecta la percepción de los profesionales del SEM sobre su trabajo a sus acciones como profesionales sanitarios? ■**

El impulso principal para el desarrollo de los servicios de emergencias médicas (SEM) fue la publicación del «libro blanco» en 1966 por la *National Academy of Science/National Research Council* (NAS/NRC) titulado *Muerte y discapacidad accidental: la enfermedad olvidada en la sociedad moderna*. Este artículo puso de manifiesto los defectos en el tratamiento de las lesiones en EE. UU. y contribuyó a desarrollar un sistema formal de asistencia sobre el terreno y de transporte rápido de los pacientes lesionados en «accidentes». Esta iniciativa educativa fue fundamental para la creación de un sistema más eficiente para prestar asistencia prehospitalaria a los enfermos y lesionados<sup>1</sup>.

La muerte y la discapacidad por lesión han descendido en EE. UU. desde la publicación de este libro blanco<sup>2</sup>. A pesar de estos progresos, sigue siendo un problema grave de salud pública. Más de 152.000 estadounidenses fallecen cada año por lesiones, y millones más se ven afectados de forma adversa en grado variable<sup>3</sup>. Sin embargo, las lesiones constituyen un problema global, de forma que aproximadamente 5,2 millones de personas murieron por lesiones en 2002. Las lesiones siguen siendo una causa principal de muerte en todos los grupos de edad<sup>4</sup>. En algunos grupos, sobre todo en la infancia, adolescencia y adultos jóvenes, estas lesiones son la causa principal de muerte.

El anhelo de tratar a los pacientes afectados por una lesión pertenece al ámbito del SEM. El Curso *Soporte Vital en el Trauma Prehospitalario* (PHTLS) enseña a los profesionales de la asistencia prehospitalaria a ser más eficientes y eficaces en el tratamiento de las lesiones. Siempre existirá la necesidad de

profesionales prehospitalarios bien entrenados para atender a los pacientes. Sin embargo, el método más eficiente y eficaz para combatir las lesiones es prevenirlas antes de que sucedan. Los profesionales de la asistencia prehospitalaria de todos los niveles deben tener una participación activa en la prevención de las lesiones para obtener los mejores resultados, no sólo para la comunidad en conjunto, sino también para ellos mismos.

Incluso en 1966 los autores del libro blanco de la NAS/NRC reconocieron la importancia de la prevención de la lesión cuando escribieron:

La solución a largo plazo del problema de las lesiones es la prevención... La prevención de accidentes supone el entrenamiento en casa, en la escuela y en el trabajo, complementado con frecuentes recordatorios sobre seguridad en los medios de comunicación, cursos de primeros auxilios y reuniones públicas, así como inspección y seguimiento por agencias de control<sup>1</sup>.

El personal prehospitalario puede desempeñar una función activa en la mayoría, si no en todas, las recomendaciones actuales sobre prevención de la lesión.

La prevención de algunos cuadros, como la rabia, ha sido tan eficaz que la aparición de un solo caso acapara las primeras páginas informativas. Los responsables de la salud pública reconocen ahora que la prevención es la que obtiene una mayor recompensa para mejorar la enfermedad. Para animar a los SEM a una participación más activa, la *EMS Agenda for the Future*, desarrollada por y para la comunidad de SEM, recoge la prevención como uno de los 14 atributos que precisan un desarrollo adicional para

«mejorar la salud comunitaria y mejorar el uso de los recursos sanitarios»<sup>5</sup>. Con este fin los últimos currículos paramédicos del U.S. Department of Transportation (DOT, Ministerio de Transportes) incluyen la formación en prevención de las lesiones.

Los sistemas de SEM están transformándose desde una disciplina reaccionaria a una disciplina más amplia y eficaz que incluye la prevención. En este capítulo se presentan conceptos clave sobre prevención de la lesión para el profesional de la asistencia prehospitalaria.

## Alcance del problema

La muerte por lesiones es un problema grave de salud en todo el mundo que provoca casi 16.000 muertes diariamente (cuadro 2-1). En pocos países, con independencia de su nivel de desarrollo, no aparecen las lesiones entre las cinco causas principales de muerte. Aunque los tipos de muertes por lesiones varían poco entre los diferentes países, existe una amplia variabilidad entre los tipos que afectan a grupos de edad específicos. La causa de muerte por lesiones varía de un país a otro e incluso entre diferentes regiones de un mismo país debido a aspectos económicos, sociales y de desarrollo.

En los países del Pacífico oeste de bajo y medio desarrollo, las principales causas de muerte por lesiones son los accidentes de tráfico, el ahogamiento y el suicidio. En África, las causas principales son los accidentes de tráfico, las guerras y la violencia interpersonal. En los países más desarrollados de América la causa principal de muerte en las personas entre 15 y 29 años de edad son los accidentes de tráfico. En los países de medio y bajo nivel de desarrollo de América la causa principal es la violencia interpersonal para estos mismos grupos de edad<sup>4</sup>. La figura 2-1 muestra que la lesión juega un papel importante en la carga global de enfermedad.

En EE. UU. las lesiones son la tercera causa de muerte por detrás de las enfermedades cardiovasculares y del cáncer, provocando más de 152.000 anualmente<sup>3</sup> (figura 2-2). La lesión supone un problema especialmente grave para la juventud americana y de la mayoría de los países industrializados de todo el mundo. En EE. UU. los accidentes matan a más niños y adultos jóvenes que todas las demás enfermedades juntas (casi 19.000 en 1997)<sup>6</sup>.

Por desgracia, las muertes por lesiones sólo son la punta del iceberg. El «triángulo de la lesión» proporciona un cuadro más completo sobre su *impacto en la salud pública* (figura 2-3). En EE. UU. fallecieron en 2002 más de 161.000 personas por lesiones, pero otros 2,8 millones fueron hospitalizados por lesiones no mortales. Las lesiones provocaron también más de 40 millones de consultas en los departamentos de urgencias<sup>3</sup>.

El impacto sobre un país puede comprenderse mejor si analizamos el número de *años de vida perdidos* (AVP) como resultado de la lesión. Los AVP se calculan restando la edad en el momento de la muerte de una edad determinada, por lo general 65 o 70 años o la esperanza de vida del grupo en cuestión. La lesión mata o incapacita innecesariamente a gente de todas las edades, pero afecta de forma desproporcionada a los niños, jóvenes y adultos jóvenes, sobre todo en los países industrializados. La lesión es responsable de más AVP que cualquier otra causa porque es la causa principal de muerte de los americanos entre 1 y 44 años. En 1995, la lesión privó de aproximadamente 3,5 millones de años a sus víctimas en comparación con 2 millones de años para el cáncer, aunque el cáncer acaba con más vidas que los traumatismos<sup>7</sup>.

Una tercera medida de la gravedad de las lesiones es de tipo económico. Los *costes económicos* de las lesiones van más allá del paciente o su familia cercana y este coste tiene un amplio espectro. Todos los miembros de la sociedad padecen el efecto porque los costes de la lesión son soportados por el Estado, por los programas de seguro privado que repercuten estos costes a los demás usuarios, los empresarios y el paciente. Como



**FIGURA 2-1** Distribución de la mortalidad global por lesiones según la causa, 2000.

(Tomado de la Organización Mundial de la Salud: *The Injury Chart Book*, Ginebra, 2002, OMS.)

**CUADRO 2-1 Estadísticas de las lesiones a nivel mundial, 2000****LESIONES GLOBALES**

- Las ocho causas principales de mortalidad relacionada con lesiones son en orden:
  1. Accidentes de tráfico
  2. Violencia dirigida contra uno mismo
  3. Violencia interpersonal
  4. Ahogamiento
  5. Intoxicaciones
  6. Guerras
  7. Caídas
  8. Incendios
- Se estima que 5,2 millones de personas mueren en todo el mundo por lesiones accidentales.
- Las lesiones producen un 9% de las muertes en todo el mundo.
- Se espera que la carga de enfermedad provocada por las lesiones, sobre todo los accidentes de tráfico, la violencia interpersonal, las guerras y las lesiones autoprovocadas, aumente de forma espectacular para el año 2020.
- Las lesiones causan la muerte a doble número de varones que de mujeres; las excepciones más notables a esta regla son las muertes relacionadas con incendios.
- Los varones africanos tienen la mortalidad por lesiones más elevada del mundo.
- La mitad de las muertes secundarias a lesiones de todo el mundo se producen en el sudeste de Asia y la región del Pacífico occidental.
- Las lesiones causan un 12% del «total de años de vida perdidos» por muerte prematura o discapacidad.

**LESIONES RELACIONADAS CON VEHÍCULOS DE MOTOR**

- Se estima que 1,2 millones de personas mueren como consecuencia de accidentes de tráfico.
- Un 90% de los accidentes de tráfico se producen en países de rentas bajas o medias.
- La mortalidad por accidentes de tráfico es casi el triple en varones que en mujeres.
- El sudeste asiático muestra el mayor porcentaje de muertes por accidentes de tráfico.
- Más del 50% de la mortalidad global por accidentes de tráfico se produce en personas de 15 a 44 años de edad.

**QUEMADURAS POR INCENDIOS**

- Las mujeres del sudeste asiático tienen la mayor mortalidad por quemaduras relacionadas con incendios.
- Los niños menores de 5 años y los ancianos tienen la mayor mortalidad en relación con incendios.
- El sudeste asiático es el lugar donde se producen más de la mitad de las muertes por quemaduras en incendios.

**AHOGAMIENTO**

- 450.000 personas se ahogaron en 2000.
- Un 97% de las muertes por ahogamiento se produjeron en países de rentas bajas o medias.
- Dentro de los diversos grupos de edad, los niños menores de 5 años muestran la máxima mortalidad por ahogamiento y representan más del 50% de los casos.
- Los varones africanos y en la zona occidental del Pacífico muestran la máxima mortalidad por ahogamiento.

**CAÍDAS**

- En 2000, 283.000 personas fallecieron como consecuencia de caídas.
- La cuarta parte de todos los casos mortales se produjeron en países de alto nivel económico.
- En todas las regiones del mundo la máxima mortalidad por caídas se produce en personas de más de 70 años, sobre todo mujeres.
- Europa y la región occidental del Pacífico son el lugar donde se produce casi un 60% de todas las muertes por caídas.

**INTOXICACIONES**

- Se estima que unas 315.000 personas fallecieron por intoxicaciones en todo el mundo.
- Más del 94% de las intoxicaciones mortales se produjeron en países de renta baja o media.
- La frecuencia global de intoxicaciones en los varones europeos es el triple que la frecuencia para cualquier sexo en otras regiones del mundo.
- En Europa se producen más de un tercio de las muertes por intoxicaciones de todo el mundo.

**VIOLENCIA INTERPERSONAL**

- Se estima que 520.000 personas fallecieron en todo el mundo como consecuencia de la violencia interpersonal.
- Un 95% de los homicidios se produjeron en países de rentas bajas o medias.
- La máxima frecuencia de violencia interpersonal se produce en América entre los varones de 15 a 29 años de edad.
- Entre las mujeres la máxima mortalidad por violencia interpersonal se produce en África.

**SUICIDIO**

- 815.000 personas se suicidaron en todo el mundo.
- Un 86% de todos los suicidios se produjeron en países de rentas bajas o medias.
- La frecuencia de suicidios de las mujeres chinas es doble aproximadamente que la observada en mujeres de otros lugares del mundo.
- Más del 50% de los suicidios los realizan personas entre 15 y 44 años.

Posición	Grupos de edad										Todas edades
	<1	1-4	5-9	10-14	15-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65+	
1	Anomalías congénitas 5623	Lesión no intencionada 1641	Lesión no intencionada 1176	Lesión no intencionada 1542	Lesión no intencionada 15.412	Lesión no intencionada 12.569	Lesión no intencionada 16.710	Neoplasias malignas 49.637	Neoplasias malignas 93.391	Cardiopatía 576.301	Cardiopatía 696.947
2	Gestación corta 4637	Anomalías congénitas 530	Neoplasias malignas 537	Neoplasias malignas 535	Homicidio 5219	Suicidio 5046	Neoplasias malignas 16.085	Cardiopatía 37.570	Cardiopatía 64.234	Neoplasias malignas 391.001	Neoplasias malignas 557.271
3	SMSL 2295	Homicidio 423	Anomalías congénitas 199	Suicidio 260	Suicidio 4010	Homicidio 4489	Cardiopatía 13.688	Lesión no intencionada 14.675	Enfermedad respiratoria baja crónica 11.280	Cerebrovascular 143.293	Cerebrovascular 162.672
4	Comp. maternas en la gestación 1708	Neoplasias malignas 402	Homicidio 140	Anomalías congénitas 218	Neoplasias malignas 1730	Neoplasias malignas 3872	Suicidio 6851	Hepatopatía 7216	Diabetes mellitus 10.022	Enfermedad respiratoria baja crónica 108.313	Enfermedad respiratoria baja crónica 124.816
5	Placenta, cordón, membranas 1028	Cardiopatía 165	Cardiopatía 92	Homicidio 216	Cardiopatía 1022	Cardiopatías 3165	VIH 5707	Suicidio 6308	Cerebrovascular 9897	Gripe y neumonía 58.826	Lesión no intencionada 106.742
6	Lesión no intencionada 946	Gripe y neumonía 110	Neoplasias benignas 44	Cardiopatía 163	Anomalías congénitas 492	VIH 1839	Homicidio 3239	Cerebrovascular 6055	Lesión no intencionada 8345	Enfermedad de Alzheimer 58.289	Diabetes mellitus 73.249
7	Dificultad respiratoria 943	Septicemia 79	Septicemia 42	Enfermedad respiratoria baja crónica 95	Enfermedad respiratoria baja crónica 192	Diabetes mellitus 642	Hepatopatía 3145	Diabetes mellitus 5496	Hepatopatía 6097	Diabetes mellitus 54.715	Gripe y neumonía 65.681
8	Sepsis bacteriana 749	Enfermedad respiratoria baja crónica 65	Enfermedad respiratoria baja crónica 41	Cerebrovascular 58	VIH 178	Cerebrovascular 567	Cerebrovascular 2425	VIH 4474	Suicidio 3618	Nefritis 34.316	Enfermedad de Alzheimer 58.866
9	Enfermedad del aparato circulatorio 667	Periodo perinatal 65	Gripe y neumonía 38	Gripe y neumonía 53	Cerebrovascular 171	Anomalías congénitas 475	Diabetes mellitus 2164	Enfermedad respiratoria baja crónica 3475	Nefritis 3455	Lesión no intencionada 33.641	Nefritis 40.974
10	Hipoxia intrauterina 583	Neoplasias benignas 60	Cerebrovascular 33	Septicemia 53	Diabetes mellitus 171	Hepatopatía 374	Enfermedad respiratoria baja crónica 1008	Hepatitis viral 2331	Septicemia 3360	Septicemia 26.670	Septicemia 33.865
11	Atelectasia 400	Cerebrovascular 53	Anemias 29	Neoplasias benignas 45	Gripe y neumonía 167	Gripe y neumonía 345	Gripe y neumonía 971	Septicemia 2074	Gripe y neumonía 2987	Hipertensión 17.345	Suicidio 31.655
12	Hemorragia neonatal 387	Bronquitis aguda 23	Periodo perinatal 15	Diabetes mellitus 29	Septicemia 118	Septicemia 314	Septicemia 856	Gripe y neumonía 1918	Hipertensión 1526	Enfermedad de Parkinson 16.577	Hepatopatía 27.257
13	Enterocolitis necrosante 352	Anemias 21	Meningitis 10	Anemias 24	Anemias 111	Enfermedad respiratoria baja crónica 301	Nefritis 749	Homicidio 1915	Aneurisma de aorta 1460	Neumonía 16.236	Hipertensión 20.261
14	Trauma durante el parto 345	Meningitis 19	Nefritis 9	VIH 21	Embarazo complicado 89	Nefritis 269	Hepatitis viral 740	Nefritis 1893	VIH 1347	Aterosclerosis 13.085	Homicidio 17.638
15	Enfermedad respiratoria crónica 314	Nefritis 14	Siameses 7	Meningitis 21	Neoplasias benignas 87	Anemias 180	Anomalías congénitas 572	Hipertensión 923	Neoplasias benignas 1193	Aneurisma de aorta 12.187	Neumonitis 17.593

**FIGURA 2-2** Principales causas de muerte en EE. UU. por grupos de edad, 2002. *Azul*, muerte por lesiones no intencionadas. *Rojo*, muerte por lesión intencionada cometida por otros; *Verde*, muerte por lesión intencionada cometida por la propia persona. (Elaborado por la Office of Statistics and Programming, National Center for Injury Prevention and Control, CDC. Fuente de los datos: National Center for Health Statistics [NHCS] Vital Statistics System.)

Peter Pan



FIGURA 2-3 Triángulo de lesión.

consecuencia, todos pagamos cuando una persona sufre lesiones graves. Los costes estimados de las lesiones ascienden a 325.000 millones de dólares al año, incluyendo el coste directo de la asistencia sanitaria y el coste indirecto, como los salarios perdidos<sup>8</sup>.

El peaje de las lesiones en términos de morbilidad, mortalidad y sobrecarga económica es excesivo:

Los traumatismos siempre han supuesto una amenaza para el bienestar general, pero hasta mediados del siglo xx las enfermedades infecciosas ocultaban la terrible contribución de estas lesiones a la morbilidad y mortalidad humana. Los éxitos de la salud pública en otros ámbitos han dejado los traumatismos como un problema principal de salud pública, que se ha denominado «la epidemia olvidada»<sup>8</sup>.

La sociedad está reclamando a todos los segmentos del ámbito sanitario que aumenten sus actividades preventivas. Con más de 600.000 profesionales prehospitalarios sólo en EE. UU., los SEM deben hacer una contribución importante mediante esfuerzos de prevención de las lesiones dirigidos a la comunidad.

## Lesión en el SEM

Resulta complicado hacerse una idea clara de la influencia que las lesiones tienen sobre el responsable de los SEM por no existir ningún proceso de recogida de datos único a nivel nacional. Incluso el dato de cuántos profesionales prehospitalarios existen en EE. UU. es una mera estimación, con datos que indican que son entre 600.000 y 832.000. Sin embargo, varios estudios y publicaciones han tratado de dar respuesta a este tema.

El personal de los SEM está expuesto claramente a diversas situaciones que pueden causarles lesiones laborales. Nosotros vamos a sitios en los que hay gente herida y enferma. En ocasiones

estos lugares resultan inseguros a pesar de nuestros esfuerzos y de los esfuerzos realizados por los representantes de la ley porque siempre tratamos con personas que están en crisis emocional y física. Incluso la propia naturaleza de nuestro trabajo nos genera ocasiones para sufrir lesiones. Levantar pacientes, exponerse a riesgos ambientales e infecciones y el estrés laboral son factores de riesgo para sufrir lesiones.

Desde el año 1992 al 1997 se estima que en los SEM se produjeron unas 12,7 muertes por cada 100.000 trabajadores y año<sup>9</sup>. Este dato contrasta con la frecuencia promedio de muertes a nivel nacional de 5 por cada 100.000 habitantes en el mismo período. Más del 58% de las muertes se debieron a accidentes de tráfico con implicación de ambulancias y un 9% implicaron agresiones u homicidios. Igual que en el caso de las muertes, resulta difícil estimar la frecuencia de lesiones no mortales. Sin embargo, en los sanitarios prehospitalarios urbanos se ha demostrado una lesión grave discapacitante y que obliga al ingreso hospitalario por cada 31.616 avisos<sup>10</sup>.

Estos números muestran una realidad inquietante. «Los momentos más peligrosos para el personal del SEM son cuando se encuentran dentro de una ambulancia en movimiento o cuando trabajan en el lugar de un accidente de tráfico cerca de otros vehículos en movimiento»<sup>11</sup>. Es fundamental que el personal del SEM conozca y comprenda los conceptos de lesión y prevención de la misma para poder identificar y corregir los riesgos inherentes al SEM. Desde el primer día de formación en un SEM se debe enseñar que en el lugar del accidente nadie tiene más importancia que el profesional del SEM, de forma que su seguridad es prioritaria. El primer paso para conseguir esta seguridad es emplear el cinturón de seguridad.

## Conceptos de lesión

### Definición de lesión

Una exposición sobre prevención de lesiones debe comenzar con una definición del término *lesión*. La amplia variabilidad de causas de lesión representa un obstáculo inicial importante para su estudio y prevención. Por ejemplo, ¿qué tiene en común una fractura de cadera tras una caída en una persona mayor con una herida por arma de fuego en la cabeza durante un intento de autólisis en un adulto joven? Todas las causas posibles de lesión, desde los accidentes de tráfico a las heridas por arma blanca, los suicidios, los ahogamientos, tienen algo en común: la transferencia de energía. Ahora se define habitualmente la lesión como un suceso dañino producido por alguna forma concreta de energía física o barreras al flujo normal de la misma<sup>12</sup>.

De modo característico, la energía existe en cinco formas físicas: mecánica, química, térmica, radiación o eléctrica. La *energía mecánica*, la causa más frecuente de lesión, se libera cuando un conductor sin cinturón de seguridad colisiona con el parabrisas durante un accidente. La *lesión por energía química* se produce cuando un niño curioso bebe amoníaco de un recipiente abierto en la cocina. La *energía térmica* produce lesiones cuando alguien echa líquido inflamable sobre el carbón encendido de una barba-

coa y la llamarada le alcanza la cara. La *energía por radiación* produce una quemadura solar en la adolescente que busca un bronceado llamativo para el verano. La *energía eléctrica* lesiona la piel, los nervios y los vasos sanguíneos de un profesional prehospitalario que no realiza una evaluación correcta del terreno antes de tocar un vehículo que ha chocado contra un poste de la luz.

El cuerpo necesita elementos básicos, como el oxígeno y el calor, para producir la energía interna necesaria para funcionar correctamente. Si existen circunstancias que impiden al cuerpo usar estos elementos necesarios, puede producirse una lesión. La asfixia y la hipotermia son lesiones físicas provocadas por la interrupción del flujo normal de energía en el organismo.

Cualquier forma de energía física en cantidad suficiente puede producir una lesión tisular. El cuerpo puede tolerar la transferencia de energía dentro de unos límites. Si se supera este límite se produce una lesión. Una bala disparada con una pistola a quemarropa atraviesa con facilidad la piel y las partes blandas, provocando una lesión masiva. Si la víctima está suficientemente alejada, teóricamente basta con que se proteja con una mano para que la bala choque con la palma y caiga inocentemente al suelo. La energía de la bala se disipa en el aire durante el vuelo. Por tanto, carecerá de energía suficiente durante el impacto para superar el grado de tolerancia del organismo. Esta situación sucede pocas veces<sup>16</sup>.

## Energía descontrolada

La gente controla y usa las cinco formas de energía en numerosas actividades productivas a diario. En estos casos la energía está controlada y no afecta de forma adversa al organismo. La capacidad de una persona para mantener controlada la energía depende de dos factores: la ejecución de la actividad y la demanda de la misma<sup>13</sup>. Cuando la capacidad de la persona de ejecutar una actividad supera la demanda, se libera energía de forma controlada y útil.

Sin embargo, en las tres situaciones siguientes la demanda puede superar a la ejecución, provocando una liberación incontrolada de energía:

1. *Cuando la dificultad de la actividad supera bruscamente la capacidad de ejecución individual.* Por ejemplo, un profesional prehospitalario puede manejar la ambulancia de forma segura en circunstancias de conducción normales, pero pierde el control si el vehículo atraviesa una capa fina de hielo. El aumento súbito de las demandas de la actividad supera la capacidad de ejecución del profesional prehospitalario, y se produce el accidente.
2. *Cuando el nivel de ejecución del individuo es inferior a las demandas de la actividad.* Quedarse dormido al volante mientras se conduce por una carretera local produce un descenso brusco de la ejecución sin cambio en la demanda de la actividad, y se produce un accidente.
3. *Cuando ambos factores cambian de forma simultánea.* Hablar por el teléfono móvil mientras se conduce puede disminuir la concentración del conductor. Si un animal invade la carretera, la demanda de la actividad aumenta bruscamente. En circunstancias normales, el conductor puede ser capaz de superar el aumento de las demandas de la actividad. Un descenso de la concentración en el mismo



FIGURA 2-4 Triángulo epidemiológico.

momento en el que se precisa una habilidad adicional puede ocasionar un accidente. La lesión se produce durante el choque porque se libera una cantidad excesiva de energía de manera brusca y descontrolada que supera el grado de tolerancia del organismo

## Lesión como enfermedad

El proceso patológico se estudia desde hace años. Ahora se considera que tres factores deben existir e interaccionar de forma simultánea para que se produzca una enfermedad: 1) un agente que pueda causar la enfermedad; 2) un huésped en el que el agente pueda residir, y 3) un ambiente apropiado en el que el agente y el huésped pueden entrar en contacto. Cuando los profesionales de la salud pública reconocieron este «triángulo epidemiológico» descubrieron cómo combatir la enfermedad (figura 2-4). Ha sido posible erradicar algunas enfermedades mediante vacunación del huésped, destrucción de los agentes con antibióticos, reducción de la transmisión ambiental mediante una mejora de las condiciones higiénicas o una combinación de las tres.

Sólo desde finales de los años cuarenta del siglo xx se ha empezado a analizar el *proceso de lesión*. Los pioneros del estudio de la lesión demostraron que a pesar de unos resultados obviamente diferentes, las enfermedades y las lesiones se comportan de forma similar. Ambas necesitan la presencia de los tres elementos del triángulo epidemiológico, por lo que ambas se tratan como una enfermedad:

1. Para que se produzca una lesión debe existir un huésped (p. ej., un ser humano). Igual que la enfermedad, la *susceptibilidad* del huésped no permanece constante entre los individuos, varía como resultado de factores internos y externos. Los *factores internos* son la inteligencia, el sexo y el tiempo de reacción. Los *factores externos* son la intoxicación, el miedo y las creencias sociales. La susceptibilidad cambia con el tiempo en la misma persona.
2. Como ya hemos señalado, el agente de la lesión es la *energía*. La velocidad, forma, material y tiempo de exposición al objeto que libera la energía influyen en la superación del grado de tolerancia del individuo.

3. El huésped y el agente deben entrar en contacto en un ambiente que permita su interacción. Habitualmente, el ambiente se divide en componentes social y físico. Los factores ambientales *físicos* pueden verse y tocarse. Los factores ambientales *sociales* son las actitudes, creencias y opiniones. Por ejemplo, los adolescentes tienden a participar más en conductas de riesgo (componente físico), porque tienen un sentido de invulnerabilidad mayor que otros grupos de edad (componente social).

Las características del huésped, del agente y del ambiente cambian según el momento y las circunstancias:

Para ilustrar este aspecto, considere que los elementos del triángulo epidemiológico son ruedas que giran de forma constante. Dentro de cada una de las ruedas existen unas áreas en forma de tarta, una por cada posible variable circunstancial: buenas y malas. Las tres ruedas giran a velocidades distintas, de forma que la interacción (coincidencia) de diversas características cambia con el tiempo y se combinan de forma distinta. Algunas combinaciones permiten predecir que no se producirán lesiones, mientras que otras predicen el desastre<sup>14</sup>.

En el caso de la lesión, el huésped puede ser un niño curioso de 2 años, el agente de lesión puede ser una piscina llena de agua con una pelota de playa flotando junto al borde y el ambiente puede ser una puerta de seguridad abierta mientras la cuidadora entra a la casa para responder el teléfono. Cuando el huésped, el agente y el ambiente coinciden en el tiempo, puede producirse una lesión no intencionada, en este caso, un ahogamiento.

## Matriz de Haddon

El Dr. William J. Haddon, Jr., es considerado el padre de la ciencia de prevención de las lesiones. Trabajando con el concepto de triángulo de enfermedad, señaló a mediados de los años sesenta del siglo XX que una lesión puede descomponerse en tres fases temporales:

1. *Previa al episodio*: antes de la lesión.
2. *Episodio*: el momento en que se libera la energía perjudicial.
3. *Posterior al episodio*: la consecuencia del episodio.

Al examinar los tres factores del triángulo de enfermedad durante cada fase temporal, Haddon creó una matriz de «factor-fase» de nuevas celdas (tabla 2-1). Este entramado se conoce como *matriz de Haddon*. Es una manera de representar gráficamente los acontecimientos o acciones que aumentan o disminuyen la probabilidad de que se produzca una lesión. También puede usarse para las estrategias de prevención. La matriz de Haddon demuestra que una lesión puede estar provocada por múltiples factores, por lo que hay múltiples oportunidades para prevenir o disminuir su gravedad. La matriz ha sido crucial para desmontar el mito de que la lesión es el resultado de una única causa, mala suerte o fatalidad.

La tabla 2-1 muestra la matriz de Haddon para un accidente de tráfico. Los componentes de cada celda de la matriz son diferentes según la lesión que se analice. La fase *previa al episodio* in-

cluye factores que pueden contribuir a la probabilidad de un accidente. Sin embargo, durante este tiempo la energía sigue bajo control. Esta fase puede durar desde varios segundos hasta varios años. La *fase de episodio* muestra los factores que influyen en la gravedad de la lesión. Durante esta fase se libera energía de forma descontrolada y se produce una lesión si la energía transferida supera la tolerancia del organismo. La fase de episodio es típicamente muy breve. Puede durar tan sólo una fracción de segundo, aunque en pocos casos puede durar varios minutos. Los factores de la *fase posterior al episodio* afectan al resultado después de la lesión. Según el tipo de episodio, puede durar desde varios segundos hasta el resto de la vida del huésped. (Véase también capítulo 1.)

## Clasificación de la lesión

Un método habitual para subclasificar las lesiones está basado en la *intencionalidad*. La lesión puede ser de causa intencionada o no intencionada. Aunque es una manera lógica de entender las lesiones, minusvalora la dificultad de los esfuerzos de prevención de las mismas.

La *lesión intencionada* se asocia típicamente a un acto de violencia interpersonal o autolítica. En esta categoría se incluyen problemas como el homicidio, el suicidio, el maltrato conyugal y la guerra. Antes se creía que la prevención de las lesiones intencionales era responsabilidad exclusiva de la justicia criminal y de los sistemas de salud mental. Aunque estos organismos están integrados para reducir las muertes violentas, la mejor prevención de las lesiones violentas es un abordaje multidisciplinario que implica a la profesión médica.

En los años pasados las *lesiones no intencionadas* se denominaban «accidentes». Los autores del libro blanco de la NASC/NRC las denominaron con más propiedad muerte y discapacidad accidental porque ese era el vocabulario de la época<sup>1</sup>. Como ahora se considera que una serie de factores muy específicos deben producirse a la vez para que aparezca una lesión, los profesionales sanitarios son conscientes de que el término *accidental* no describe una lesión no intencionada secundaria a una colisión de vehículos, un ahogamiento, una caída o una electrocución. Los sistemas de SEM han incorporado este concepto usando el término *colisiones de tráfico* (CTF) en lugar de «accidentes de tráfico» (ATF). Sin embargo, la percepción general ha cambiado con mucha más lentitud. Los nuevos periodistas siguen escribiendo que las personas han sufrido lesiones en «accidentes de tráfico» o por «disparos accidentales». El término *accidente* indica que una persona ha sido lesionada como resultado de la fatalidad, la intervención divina o la mala suerte. Implica que la lesión se ha producido por azar, por lo que era inevitable. Mientras se mantenga este concepto equivocado seguirá siendo difícil la aplicación de medidas de prevención.

## Prevención como solución

La prevención de la lesión es más importante aún que su tratamiento. Cuando se evita una lesión, se evita el sufrimiento del paciente y de la familia, así como las dificultades económicas.

**TABLA 2-1 Matriz de Haddon de un choque de ambulancias**

Factores del triángulo epidemiológico			
Fases temporales	Huésped	Agente	Ambiente
Previa al episodio	Agudeza visual Experiencia del conductor y criterio Tiempo que se permanece en la ambulancia en cada turno Grado de fatiga Nutrición adecuada Nivel de estrés Cumplimiento de las normas de circulación comunitarias y de la empresa Calidad de los cursos de formación de conductores	Mantenimiento de frenos, neumáticos, etc. Material defectuoso Centro de gravedad más alto en la ambulancia Velocidad Facilidad de control	Riesgos de visibilidad Curva y pendiente de la carretera Coeficiente de fricción de la superficie Carretera estrecha Señalización Límites de velocidad
Episodio	Uso del cinturón de seguridad Forma física Umbral de lesión Proyección	Capacidad de velocidad Tamaño de la ambulancia Limitadores automáticos Dureza y agudeza de las superficies de contacto Dureza y agudeza de los objetos sueltos (p. ej., camillas, luces parpadeantes) Columna de dirección Prácticas de conducción segura: velocidad, uso de las luces/sirena, ceder el paso en los cruces, refuerzos Prácticas de buen compañerismo durante el trayecto: vigilancia de la carretera, mantener libres los cruces Seguridad al aparcar	Ausencia de guardarraíles Barreras medianas Distancia entre la carretera y objetos inmóviles Límites de velocidad Tráfico Actitudes sobre el uso del cinturón de seguridad Mantener una vía de escape No asumir que el entorno es seguro (p. ej., «es una parte de la ciudad buena», «casa de altos ingresos») Tiempo atmosférico
Posterior al episodio	Edad Condición física Tipo o gravedad de la lesión	Integridad del depósito de combustible Atrapamiento	Capacidad de comunicarse de urgencia Distancia a y calidad del SEM Entrenamiento del personal del SEM Disponibilidad de material para extricación Soporte para sistemas de atención al trauma comunitarios Programas de rehabilitación en la comunidad

El *National Center for Injury Prevention and Control* (NCIPC) de los *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) ha realizado la siguiente estimación:

- 1 dólar gastado en detectores de humo ahorra 69 dólares.
- 1 dólar gastado en cascos de bicicleta ahorra 29 dólares.
- 1 dólar gastado en asientos infantiles de seguridad ahorra 32 dólares.
- 1 dólar gastado en señalización con líneas centrales y laterales en las carreteras ahorra 3 dólares sólo en gastos médicos.
- 1 dólar gastado en consejos impartidos por los pediatras para prevenir lesiones ahorra 10 dólares.

- 1 dólar gastado en servicios de control de intoxicaciones ahorra 7 dólares en gastos médicos.
- Un estudio de evaluación de un sistema regional de asistencia del trauma en Portland, Oregón, patrocinado por los CDC, halló un descenso del 35% del riesgo de muerte en los pacientes con lesiones críticas tratados en este servicio.
- Un programa de distribución de detectores de humo en Oklahoma redujo las lesiones relacionadas con quemaduras en un 83%.

Los profesionales sanitarios no siempre pueden predecir o prevenir todas las lesiones debido a la variabilidad entre el huésped, el agente y el ambiente en un momento dado. No obstante, los profesionales sanitarios pueden identificar las poblaciones, los productos y los ambientes de alto riesgo (que también incluyen a los profesionales de los SEM). Los esfuerzos de prevención centrados en grupos o ambientes de alto riesgo afectan a un abanico de la sociedad tan amplio como sea posible. Los profesionales sanitarios pueden intentar la prevención de diferentes maneras. Algunas medidas han demostrado su utilidad en EE. UU. y en otros países. Sin embargo, otras funcionan en una región, pero no en otras. Antes de implantar una medida de prevención de lesión hay que concentrar los esfuerzos en determinar si esta funciona. Aunque no es necesario «reinventar la rueda», los profesionales sanitarios pueden modificar una medida preventiva para aumentar sus probabilidades de éxito. En la sección siguiente se analizan los métodos para conseguirlo.

## Conceptos de prevención de la lesión

### Objetivo

El objetivo de los programas preventivos de lesiones es provocar un cambio en los conceptos, actitudes y conductas en una parte de un segmento de la sociedad identificado previamente. El simple hecho de proporcionar información a las posibles víctimas potenciales no resulta suficiente para prevenir la lesión. Hay que instaurar un programa de forma que influya en la actitud de la sociedad y, lo que es más importante, cambie la conducta. Cualquier cambio en la conducta suele ser a largo plazo. Esta tarea es monumental pero no insuperable.

### Oportunidades para la intervención

Las estrategias de prevención pueden clasificarse según su efecto. Coinciden con las fases temporales de la matriz de Haddon. Las intervenciones previas al episodio, conocidas como *intervenciones primarias*, tratan de impedir que se produzca la lesión. Las medidas dirigidas a mantener a los conductores en estado de intoxicación fuera de la carretera, la disminución de los límites de velocidad y la instalación de semáforos están diseñadas para evitar las colisiones. Las intervenciones en la fase de episodio intentan reducir la gravedad de la lesión suavizando el impacto de las lesiones.

El uso de cinturones de seguridad, la instalación de salpicaderos almohadillados en los vehículos y las leyes que obligan a usar asientos infantiles de seguridad son medidas que reducen la gravedad de los choques. Las intervenciones posteriores al episodio son un intento de aumentar la probabilidad de supervivencia de los pacientes lesionados. La mejora de la forma física, el diseño de depósitos de combustible que no explotan con el impacto y la puesta en marcha de sistemas de SEM de alta calidad pretenden acortar el tiempo de recuperación de las personas lesionadas.

Los sistemas prehospitalarios han limitado tradicionalmente su implicación a la fase posterior al episodio y han contribuido a salvar innumerables vidas. No obstante, no se han alcanzado los mejores resultados por las limitaciones inherentes a la espera hasta que se ha producido la lesión. Los sistemas de SEM deben intentar abordar el ciclo de lesión en fase más temprana. Si aplican la matriz de Haddon, los sistemas de SEM pueden identificar oportunidades para colaborar con otras organizaciones de salud y seguridad públicas para prevenir que se produzcan lesiones o para aminorar su impacto.

### Estrategias posibles

Ninguna estrategia aislada supone el mejor método para la prevención de la lesión. La opción u opciones más eficaces dependen del tipo de lesión analizada. Sin embargo, Haddon desarrolló una lista de 10 estrategias genéricas diseñadas para romper en distintos puntos la cadena de sucesos causantes de lesión (tabla 2-2). Estas estrategias representan formas de evitar la liberación de energía incontrolada o al menos de reducirla a una magnitud que mejor puede tolerar el organismo. La tabla 2-2 presenta contramedidas que pueden aplicarse en la fase previa al episodio, en el episodio y tras el episodio dirigidas al huésped, al agente o al ambiente. Esta lista no debe considerarse completa, pero puede servir como punto de partida para ayudar a descifrar las opciones más eficaces para el problema particular que está analizándose.

La mayoría de las estrategias de prevención de la lesión son activas o pasivas. Las *estrategias pasivas* requieren poca o escasa acción por parte del individuo. Los sistemas de dispersión de agua y los airbag de los coches son ejemplos. Las *estrategias activas* requieren la cooperación de la persona protegida para funcionar. Los ejemplos son los cinturones de seguridad y el uso del casco en la moto o la bicicleta. Las medidas pasivas son en general más eficaces porque la gente no tiene que actuar de forma consciente para beneficiarse de la protección. No obstante, suele ser más difícil implantarlas porque pueden ser caras o precisan cambios normativos o legislativos. En ocasiones la mejor opción es una combinación de estrategias activas y pasivas.

### Implantación de la estrategia

Los tres métodos habituales de implantar una estrategia de prevención de lesiones son la educación, la sanción y la ingeniería.

#### Educación

Las estrategias educativas se realizan para aportar información. Para que sean eficaces la población diana debe aceptar esta infor-

**TABLA 2-2 Estrategias básicas para contramedidas frente a la lesión\***

Estrategia	Contramedidas posibles
Evitar el riesgo inicial	No fabricar petardos, vehículos todoterreno de tres ruedas ni ciertos tóxicos Eliminar los tacos en el fútbol americano en los institutos
Reducir la magnitud de la energía en la situación de riesgo	Limitar la potencia de los motores de los vehículos Envasar los tóxicos en menor cantidad y de forma más segura Reducir los límites de velocidad Promocionar el transporte público para reducir el número de vehículos en la carretera Limitar la temperatura del agua corriente en los hogares mediante reguladores en el calentador Limitar la velocidad de disparo de las pistolas Limitar la cantidad de pólvora en los petardos
Impedir la actuación de un riesgo que ya existe	Guardar las armas de fuego en contenedores con sistema de bloqueo Cerrar las piscinas y las playas cuando no esté el vigilante Fabricar bañeras menos deslizantes Fabricar envases a prueba de niños para todos los medicamentos y productos químicos del hogar Limitar el uso de teléfonos móviles en vehículos a los modelos de manos libres Obligar a colocar escudos de protección en la maquinaria agrícola rotatoria Mejorar el control de los vehículos
Modificar la frecuencia o la distribución espacial del riesgo	Usar el cinturón de seguridad Colocar frenos antibloqueo Utilizar clavos cortos en las botas de fútbol americano para rotar los pies en lugar de una transmisión brusca de la fuerza a las rodillas Obligar a que los vehículos incorporen airbag Colocar parachoques hidráulicos en los vehículos Usar redes de seguridad para proteger a los trabajadores frente a las caídas Usar ropa protectora frente al fuego
Separar en tiempo o espacio el riesgo del elemento a proteger	Construir pasos elevados o subterráneos en cruces de alto volumen de tráfico Mantener las lindes de las carreteras libres de árboles o postes No situar las zonas de juego cerca de depósitos de agua sin vigilancia Instalar vías exclusivas para bicicletas Aplicar los pesticidas cuando no hay gente alrededor Instalar aceras Obligar a los camiones que transporten materiales peligrosos a circular por carreteras con poco tráfico
Separar el riesgo del elemento a proteger mediante una barrera física	Instalar vallas alrededor de las piscinas Usar protecciones oculares en los deportes de raqueta Construir medianas en las autopistas Colocar escudos de protección en la maquinaria peligrosa Instalar guardarraíles entre las aceras y las carreteras Instalar paneles reforzados en las puertas de los vehículos Pedir al personal de los SEM que coloque las agujas usadas directamente en contenedores apropiados
Modificar la naturaleza básica del riesgo	Colocar airbag en los vehículos de motor Utilizar columnas de dirección colapsables Colocar postes escindidos Separar las barras de las cunas a una pequeña distancia para evitar la estrangulación del bebé Adoptar bases de béisbol escindidas Instalar superficies no deslizantes en las bañeras Redondear las esquinas del mobiliario en el compartimiento para el paciente de las ambulancias

(Continúa)

**TABLA 2-2 (cont.) Estrategias básicas para contramedidas frente a la lesión**

Estrategia	Contramedidas posibles
Aumentar la resistencia al riesgo del elemento a proteger	Fomentar el consumo de calcio para prevenir la osteoporosis Fomentar el entrenamiento osteomuscular en deportistas Prohibir la venta y el consumo de alcohol cerca de espacios deportivos con agua Tratar enfermedades como la epilepsia para evitar episodios de quemaduras, ahogamientos y caídas Edificios resistentes a los terremotos en zonas susceptibles
Comenzar a contrarrestar el daño ya causado por el riesgo	Proporcionar asistencia médica urgente Emplear un sistema para que las personas lesionadas sean atendidas por profesionales de asistencia prehospitalaria bien entrenados Desarrollar protocolos escolares para responder a las urgencias por lesiones Proporcionar entrenamiento en primeros auxilios a los residentes Instalar sistemas de extinción de incendios automáticos
Estabilizar, reparar y rehabilitar el objeto del daño	Desarrollar programas de rehabilitación en una fase temprana del tratamiento de la lesión Hacer uso de la terapia ocupacional en los parapléjicos

\*Los ejemplos enumerados tienen sólo un propósito ilustrativo y no son necesariamente las recomendaciones oficiales del PHTLS, de la *National Association of EMT* y del *American College of Surgeons*.

mación novedosa con suficiente entusiasmo para modificar su conducta en la forma indicada por el programa. Como es necesaria la colaboración activa de la población diana, la educación es una contramedida activa. La población diana puede estar formada por individuos que participan en actividades de alto riesgo, políticos con autoridad para aprobar normas o leyes de prevención o profesionales prehospitalarios que se convierten en sujetos activos en la prevención de lesiones. El libro blanco de la NAS/NRC es un ejemplo de iniciativa educativa.

La educación fue en su momento la medida principal para implantar los programas de prevención porque la sociedad creía que la mayoría de las lesiones eran simplemente el resultado de un fallo humano. Aunque esto es parcialmente cierto, no se ha reconocido el papel que desempeñan la energía y el ambiente como causas de lesión. No obstante, la educación sigue empleándose habitualmente y probablemente es la más fácil de implantar de estas tres estrategias.

Las estrategias educativas de prevención no han logrado un éxito completo por varias razones. Es posible que la población diana no reciba nunca el mensaje. Si lo recibe, algunas personas pueden rechazarlo o asimilarlo de forma incompleta de modo que no cambian su conducta. Aquellos que sí lo hacen pueden aplicarlo de forma esporádica o con entusiasmo decreciente con el tiempo<sup>15</sup>. No obstante, la educación es especialmente útil para reducir la lesión en cuatro áreas<sup>9</sup>:

1. *Enseñar a los niños conductas básicas de seguridad y habilidades que se mantengan durante toda su vida.* Incluyen qué hacer cuando oigan la alarma de un detector de humos, llamar al teléfono de emergencias para pedir ayuda en una emergencia o usar el cinturón de seguridad.

2. *Informar sobre ciertos tipos y causas de lesión y a ciertos grupos de edad.* La educación puede ser la única estrategia práctica para estos grupos.
3. *Alterar la percepción general de riesgo y de riesgo aceptable para cambiar las normas y actitudes sociales.* Esto se ha hecho respecto a beber alcohol y conducir y se hace ahora sobre el uso del casco en bicicleta, moto, patines o monopatín.
4. *Promover cambios políticos e informar a los consumidores para que demanden productos más seguros.*

Los programas educativos han obtenido resultados desalentadores como método único para la prevención de las lesiones. No obstante, la educación puede ser una herramienta valiosa cuando se combina con otras estrategias. La educación supone a menudo un punto de partida que allana el camino para las estrategias de sanción e ingeniería.

## Sanción

La sanción pretende aprovechar el poder de persuasión de la ley para lograr la adopción de estrategias de prevención simples, pero eficaces. Ciertas entidades gubernamentales tienen la capacidad de establecer estatutos, normas y leyes en un intento de promover la salud, la seguridad y el bienestar público, aunque estas medidas limiten en grado variable la autonomía individual. Por lo general, los órganos legislativos tienden a dictar leyes de prevención de lesiones poco gravosas para los intereses individuales que acarrearán una sanción leve y un beneficio considerable para la salud pública.

Las leyes establecidas pueden *exigir* o *prohibir* y pueden dirigirse a la conducta individual (personas), a los productos

(cosas) o a las circunstancias ambientales (lugares), del siguiente modo<sup>8</sup>:

- Requerimientos legales que se aplican a las personas son el uso obligatorio del cinturón de seguridad, de asientos infantiles de seguridad y del casco.
- Las prohibiciones que se aplican a las personas son las leyes sobre la alcoholemia al conducir, los límites de velocidad y la consideración de la conducta alevosa como un delito.
- Los requerimientos legales que se aplican a las cosas son las normas de diseño y funcionamiento, como las normas de seguridad para vehículos motorizados.
- Las prohibiciones que se aplican a las cosas son las restricciones sobre animales peligrosos y sobre tejidos inflamables.
- Los requerimientos legales que se aplican a los lugares son la instalación de señales en las autopistas y de vallas alrededor de las piscinas.
- Las prohibiciones que se aplican a los lugares son la imposibilidad de colocar estructuras rígidas en las autopistas y de portar armas de fuego en los aeropuertos.

La sanción es también una contramedida activa porque la gente debe obedecer la ley para beneficiarse de esta. La sanción tiene una aplicación amplia porque las leyes se aplican a todos los miembros de la sociedad en una jurisdicción determinada. La eficacia de las iniciativas sancionadoras depende de la voluntad de la sociedad para cumplir las normas y la posibilidad y visibilidad de su sanción. La probabilidad de cumplimiento por la población diana es menor si esta percibe que la norma invade la libertad personal, que las posibilidades de ser sancionados son escasas o que no deben responder por las consecuencias de violar la ley.

La sanción suele ser más eficaz que la educación porque la sociedad como conjunto tiende a cumplir las leyes o al menos a mantenerse en un límite cercano a estas. Parece que la sanción combinada con la educación produce mejores resultados que cualquiera de ellas por separado.

## Ingeniería

A menudo, las medidas más eficaces para prevenir las lesiones son aquellas que alejan de modo permanente la energía destructiva liberada del huésped. Las contramedidas pasivas logran este objetivo con esfuerzo escaso o nulo de parte del individuo. Las estrategias de ingeniería intentan aplicar la prevención de la lesión a los productos o los ambientes de manera que el huésped no tenga que cambiar su conducta para estar protegido. Las estrategias de ingeniería ayudan a la gente que realmente las necesita y lo hacen en todo momento. Medidas como los sistemas contra incendios en los edificios, los botes salvavidas en los barcos y las alarmas de refuerzo en las ambulancias han demostrado su utilidad para salvar vidas con esfuerzo escaso o nulo por parte del huésped.

Podría parecer que la ingeniería es la respuesta perfecta a la prevención de lesiones. Es pasiva, eficaz y suele ser la menos conflictiva de las tres estrategias. Por desgracia, suele acarrear un mayor coste de implantación. La aplicación de normas de seguridad al

diseño de los productos los encarece y puede requerir iniciativas legislativas o normativas. El coste puede ser superior al que el fabricante es capaz de asumir o al que el comprador desea pagar. La sociedad dicta el grado de seguridad que quiere incorporar a un producto y cuánto está dispuesta a pagar por ello.

Las estrategias de sanción e ingeniería deben ir precedidas de iniciativas educativas. Las contramedidas más eficaces pueden ser aquellas que incorporan las tres estrategias de implementación.

## Abordaje desde la salud pública

Hemos aprendido sobre las lesiones y su prevención. Por desgracia, existe una profunda discrepancia entre lo que conocemos sobre las lesiones y lo que hacemos para evitarlas<sup>8</sup>. Los sistemas de SEM deben contribuir a aminorar esta diferencia. La lesión es un problema complejo en todas las sociedades. Una sola persona o un solo organismo suelen tener poca influencia sobre ella, por desgracia. Se ha comprobado que un abordaje desde la salud pública es útil para prevenir otras enfermedades y también están lográndose avances en la prevención de las lesiones. Los sistemas de SEM que han unido sus fuerzas con otras organizaciones públicas o privadas han conseguido lo mismo que hubieran logrado por sí solos o más. Establecer colaboraciones aúna la experiencia de la comunidad para abordar este tema tan complejo y sorprendente.

Un abordaje de salud pública crea una coalición basada en la comunidad para combatir una enfermedad comunitaria mediante un proceso de cuatro pasos:

1. Vigilancia.
2. Identificación de los factores de riesgo.
3. Evaluación de la intervención.
4. Implantación.

La coalición está formada por expertos de campos tan diversos como la epidemiología, la comunidad médica, las escuelas de salud pública, las agencias de salud pública, los programas comunitarios, la economía, la sociología y la justicia. Los SEM tienen un lugar importante en un abordaje de salud pública para la prevención de las lesiones. Formar parte de una coalición para mejorar la seguridad en las áreas de juego infantiles puede no tener el efecto inmediato de proporcionar asistencia en el lugar de un choque de vehículos, pero los resultados serán más generalizados.

## Vigilancia

La vigilancia es el proceso de recogida de datos. La recogida de datos basados en una población comunitaria determinada ayuda a descubrir la magnitud real de la lesión y su efecto en la comunidad. Una comunidad puede ser un barrio, una ciudad, una región, un estado o incluso el propio servicio de ambulancias. Es importante conocer el alcance del problema para determinar el apoyo necesario para el programa, la distribución correcta de los recursos e incluso la composición del equipo interdisciplinar.

En una comunidad existen varias fuentes de información:

- Datos de mortalidad.
- Estadística de ingresos y altas hospitalarios.

- Historias clínicas.
- Registros de traumatismos.
- Informes policiales.
- Informes asistenciales del SEM.
- Archivos de compañías de seguros.
- Datos de control únicos obtenidos de forma exclusiva para el estudio que se está realizando.

### Identificación de los factores de riesgo

Después de identificar e investigar el problema hay que saber quién está en riesgo para dirigir la estrategia de prevención a la población oportuna. Los abordajes puntuales para prevención de las lesiones logran peores resultados que los dirigidos. La identificación de las causas y de los factores de riesgo determina quién sufre la lesión, qué tipo de lesiones se producen y dónde, cuándo y por qué se producen<sup>16</sup>. A veces el factor de riesgo es una causa evidente, como la presencia de alcohol en los choques mortales entre vehículos. En otros casos es necesario investigar para descubrir los verdaderos factores de riesgo implicados en los episodios causantes de lesiones. Los SEM pueden ser los «ojos y los oídos» de la salud pública en el lugar donde se producen las lesiones para identificar los verdaderos factores de riesgo que no podrían detectarse de otro modo. Los factores de riesgo pueden incorporarse a una matriz de Haddon conforme son identificados.

### Evaluación de la intervención

Las estrategias de prevención comienzan a surgir conforme se van aclarando los factores de riesgo. La lista de Haddon de 10 estrategias de prevención de lesiones sirve como punto de partida (véase tabla 2-2). Aunque las distintas comunidades presentan características diferentes, la modificación de una iniciativa de prevención de lesiones para una comunidad puede permitir que funcione en otra. Una vez que se ha seleccionado una posible intervención, un programa piloto con una o más de las tres estrategias de prevención puede aportar indicaciones sobre el éxito de la implantación a escala completa.

### Implantación

El paso final en el abordaje desde la salud pública es la implantación y evaluación de la intervención. Se preparan técnicas detalladas de forma que otras personas interesadas en la implantación de programas similares tengan una guía a seguir. La recopilación de los parámetros para la evaluación de los datos permite determinar la eficacia de un programa. Las respuestas a estas tres preguntas pueden contribuir a determinar el éxito de un programa<sup>12</sup>:

1. ¿Han cambiado las actitudes, las habilidades o los criterios?
2. ¿Ha cambiado la conducta?
3. ¿Ha producido el cambio de conducta un resultado favorable?

El abordaje desde la salud pública supone un método para combatir una enfermedad. Mediante un esfuerzo multidisciplinario basado en la comunidad es posible identificar quién, qué, cuándo, dónde y el porqué de una lesión y desarrollar un plan de actuación. Los SEM deben participar de forma más activa

para ayudar a acortar la distancia entre lo que sabemos de las lesiones y lo que hacemos a este respecto.

## Desarrollo de la función del SEM

Tradicionalmente, la función del profesional de asistencia prehospitalaria en el sistema de salud se concentraba exclusivamente en el tratamiento posterior al episodio de forma individualizada. Se daba poca importancia al conocimiento de las causas de las lesiones o a qué podría hacer el profesional prehospitalario para evitarlas. Como consecuencia, los pacientes podían volver al mismo ambiente para lesionarse de nuevo. Además, se carecía de la información que podría contribuir al desarrollo de un programa de prevención comunitario para evitar lesiones en otras personas en ese mismo ambiente y esta información no estaba disponible para otros sectores de la salud pública.

El abordaje desde la salud pública a las lesiones es más proactivo e intenta determinar cómo alterar el huésped, el agente y el ambiente para prevenir las lesiones. La salud pública desarrolla programas amplios de prevención comunitaria mediante coaliciones que dirigen la vigilancia e implantan intervenciones. La *Emergency Medical Services Agenda for the Future* establece lazos más estrechos entre los SEM y la salud pública que podrían aumentar la eficacia de ambos sectores de la asistencia sanitaria<sup>5</sup>.

Los profesionales sanitarios prehospitalarios pueden tener una participación más activa en el desarrollo de programas comunitarios amplios de prevención de lesiones. Los sistemas SEM disfrutan de una posición única en la comunidad. Con más de 600.000 profesionales sólo en EE. UU., los profesionales de asistencia prehospitalaria básica y avanzada están ampliamente distribuidos en el ámbito comunitario. Estos profesionales tienen una reputación considerable en la comunidad, lo que los convierte en modelos de alto perfil. Además, son bien recibidos en hogares y empresas. Todas las fases del abordaje de salud pública para la prevención de lesiones se beneficiarían de la presencia de un SEM.

### Intervenciones individuales

Los sistemas SEM no tienen que abandonar su método individualizado de asistencia al paciente para realizar útiles intervenciones de prevención de lesiones. El abordaje individualizado hace que los sistemas tengan una capacidad única de tomar iniciativas de prevención de lesiones. Los profesionales sanitarios prehospitalarios pueden llevar los mensajes de prevención de lesiones directamente a los individuos de alto riesgo. Un indicador de un programa educativo satisfactorio es que la información sea recibida con suficiente entusiasmo para provocar un cambio. Los profesionales sanitarios prehospitalarios pueden aprovechar para aplicar importantes medidas de prevención. De forma implícita, la gente necesita modelos, oír lo que tienen que decirles y copiar lo que hacen.

Los consejos de prevención sobre el terreno tienen la ventaja del «momento educativo». Un momento educativo es aquel en el

que el paciente no precisa una intervención médica crítica o en el que los miembros de la familia se encuentran en un estado que los hace más receptivos a la información que les proporciona su modelo. El profesional sanitario prehospitalario puede pensar que el tiempo empleado sobre el terreno es tiempo perdido cuando resulta evidente que no son necesarias intervenciones médicas o estas son de poca importancia. No obstante, este puede ser el mejor momento para realizar prevención primaria<sup>17</sup>.

No todas las llamadas permiten dar consejos sobre prevención de lesiones. Las llamadas graves o con riesgo vital requieren concentración en la asistencia urgente. Sin embargo, hasta un 95% de las llamadas para solicitar una ambulancia no implican riesgo vital. Una proporción significativa requiere un tratamiento menor o ninguno. El consejo preventivo individualizado puede ser fundamental durante estos avisos por causas leves.

Las interacciones con los pacientes suelen ser encuentros breves, sobre todo aquellos en los que no es necesario tratamiento o sólo un tratamiento menor. No obstante, proporcionan tiempo suficiente para explicar o demostrar a los pacientes y a sus familiares medidas que pueden evitar una lesión en el futuro. Un profesional sanitario prehospitalario que explica la importancia de sustituir una bombilla fundida o de retirar una alfombra deslizante en una habitación mal iluminada puede evitar una caída en una persona anciana. Estos profesionales tienen una audiencia atenta durante el trayecto al hospital y resulta más útil hablarles de prevención que de fútbol o del tiempo atmosférico. Los momentos educativos pueden precisar 1 a 2 minutos y no interfieren con el tratamiento o con el traslado.

Se han desarrollado programas educativos para entrenar a los profesionales sanitarios prehospitalarios a proporcionar consejos de prevención de las lesiones sobre el terreno<sup>17,18</sup>. Conviene ampliar el desarrollo y evaluar estos programas para descubrir cuáles son los más convenientes para incluirlos en la formación primaria de un profesional sanitario prehospitalario.

## Intervenciones en el ámbito comunitario

El abordaje de salud pública para la prevención de las lesiones está basado en la comunidad y supone la participación de un equipo multidisciplinar. El sistema de SEM tiene la experiencia para ser un elemento valioso del equipo. Las estrategias de prevención de ámbito comunitario dependen de los datos para evaluar de modo adecuado «quién, qué, cuándo, dónde y el porqué» de una lesión. Los datos precisos se pueden obtener de algunas de las múltiples fuentes de información mencionadas antes. Los profesionales sanitarios prehospitalarios, quizá más que cualquier otro miembro del equipo, tienen la oportunidad de ver al paciente interactuando con su ambiente. Esto puede permitirle identificar individuos, actitudes o conductas de alto riesgo que no están presentes en el momento en que el paciente llega al SEM.

El profesional sanitario prehospitalario puede usar de dos formas la información obtenida en el traslado a un centro médico:

1. Puede utilizarla de forma inmediata el personal de urgencias que recibe al paciente. Los médicos y el personal de enfermería de urgencias también deben intentar mejorar

y aumentar su participación en la prevención de las lesiones. Su «momento educativo» puede reforzar y complementar el consejo dado sobre el terreno por los profesionales de asistencia prehospitalaria si saben lo que ya se ha explicado o demostrado.

2. Otros profesionales de la salud pública pueden utilizar los datos sobre la lesión proporcionados por los profesionales de asistencia prehospitalaria de forma retrospectiva para contribuir a desarrollar un programa preventivo de lesiones completo de alcance comunitario.

Los profesionales de la asistencia prehospitalaria no suelen recoger documentación para ayudar a crear un programa preventivo de alcance comunitario. Para saber qué es importante y cuándo conviene registrar la información beneficiosa para el desarrollo de un programa preventivo de ámbito comunitario es necesario establecer un diálogo con otros miembros del equipo de salud pública. Los directores del sistema SEM deben formar una alianza con la salud pública para desarrollar políticas que promuevan la documentación completa de las lesiones.

Los SEM pueden ser las cabezas visibles de programas de prevención de lesiones eficaces y aplicables que tengan una influencia profunda sobre la comunidad. Se han creado programas por el deseo de un pequeño grupo de profesionales de los SEM de prevenir accidentes mortales infantiles<sup>19</sup>. Se ha reconocido el esfuerzo realizado por los servicios de Louisiana, Florida, el estado de Washington, Oregón y Hawai para el diseño, la coordinación y la realización de programas de prevención de lesiones con el premio Nicholas Rosecrans para las mejores prácticas en la prevención de las lesiones en los SEM<sup>20,21</sup>.

## Prevención de las lesiones en los profesionales de los SEM

«¿Quién es la persona más importante en el lugar de un incidente?» En los primeros momentos de la formación de los profesionales de los SEM siempre se les realiza esta pregunta para hacerles reflexionar sobre su propia seguridad. De forma invariable uno o dos estudiantes responderán que «el paciente», que es lo que el profesor desea escuchar. Esta respuesta permite al profesor empezar a transmitir que la prevención de las propias lesiones es el servicio más importante que el SEM puede realizar, algo que deberá reforzar durante todo el curso.

Los ambientes hostiles derivados de actividades terroristas o de la fuga de materiales peligrosos aparecen con desgraciada frecuencia en las noticias. Sin embargo, las actividades diarias de los profesionales de la asistencia prehospitalaria nos brindan suficientes oportunidades de acabar nuestra vida o nuestra actividad profesional como consecuencia de una lesión. El *Bureau of Labor Statistics* nos dibuja una imagen bastante precisa de los peligros «normales» del SEM:

Los profesionales de los SEM y paramédicos trabajan tanto dentro de edificios como en el exterior, con todo tipo de tiempo atmosférico. Tienen que arrodillarse, inclinarse y levantar pesos con frecuencia. Estos trabajadores se arriesgan a sufrir una pérdida de la audición por los ruidos

generados por las sirenas y también lesiones en la espalda por levantar pacientes. Los profesionales de los SEM y paramédicos se pueden exponer a enfermedades como la hepatitis B o el SIDA; además de sufrir violencia por parte de las víctimas de sobredosis de drogas o pacientes con inestabilidad mental. Este trabajo no sólo resulta agotador a nivel físico, sino que también genera estrés porque implica situaciones de vida o muerte y enfrentarse al sufrimiento de los pacientes<sup>22</sup>.

Los profesionales se pueden adaptar a los riesgos diarios de su trabajo. La *adaptación* es una sensación de seguridad ante un peligro potencial que no se reconoce. Esta situación se agrava todavía más por el idealismo y la sensación de invencibilidad propia de los jóvenes que forman parte del personal del SEM<sup>23</sup>. Se necesitan intervenciones para crear una cultura de prevención de las lesiones mediante la aplicación de políticas de seguridad, el cumplimiento de los protocolos y la recompensa por una actitud positiva. Es necesario que los responsables de la asistencia estén comprometidos con los principios de prevención de las lesiones. La falta de intervenciones o de compromiso de los proveedores puede tener efectos devastadores.

En un servicio prehospitalario los empleados no son sólo el activo más valioso, sino también el más caro. El servicio, la comunidad y, lo que es más importante, el empleado tienen beneficios cuando el profesional no sufre lesiones. Un programa interno de prevención de las lesiones merece la pena por sí mismo. Sin embargo, cuando se aplica a través de un abordaje de salud pública, aporta una experiencia valiosa para la implicación en iniciativas de prevención de lesiones de tipo comunitario. La comunidad es pequeña (p. ej., el SEM), existe un acceso del 100% a ella y la vigilancia es más fácil porque el SEM tiene acceso a muchas de las fuentes de datos que puede necesitar. La identificación de los factores de riesgo se simplifica porque la población diana consiste en compañeros empleados. La obtención de

información para la evaluación debería ser casi inmediata. También debería ser inmediata la recopilación de los resultados.

Kinnane y cols.<sup>19</sup> analizaron los programas preventivos internos que emplean estrategias de implantación mediante educación, sanción e ingeniería. La amplia variabilidad de los programas demuestra los riesgos inherentes para el personal de los SEM y la necesidad de iniciativas de prevención. También demuestra la variabilidad entre los profesionales de los SEM. Aunque todos son similares, los servicios individuales (comunidades) tienen factores de riesgo diferentes, así como distintas prioridades de prevención.

Como ya se ha comentado, los programas educativos mejoran el bienestar, evitan las lesiones de espalda y aumentan la vigilancia frente a los pacientes potencialmente violentos. Los programas de sanción introdujeron programas de entrenamiento obligatorios y establecieron protocolos para controlar a los pacientes violentos. Las iniciativas de ingeniería se concentraron en fomentar el uso del cinturón de seguridad en la parte trasera de la ambulancia mediante evaluación de la colocación del material y la localización del asiento y reduciendo las lesiones de espalda mediante selección previa a la contratación y fortalecimiento físico.

Un programa preventivo de lesiones interno a pequeña escala puede obtener beneficios más allá del resultado obvio y más importante de mejorar la salud de los profesionales. Los pequeños éxitos en el trabajo preliminar estimulan a participar en intentos más amplios y complicados. Son una valiosa herramienta de aprendizaje en el trabajo sobre prevención de lesiones para todos los profesionales. Además, los programas de prevención internos suponen una forma de presentación de los SEM a otras agencias de salud pública en la comunidad que ayudan a la implantación y evaluación del programa interno.

## RESUMEN

Los traumatismos son la epidemia actual más olvidada. Aunque los sistemas de los SEM han progresado notablemente en el tratamiento de las lesiones desde la publicación del «libro blanco» de la NAS/NRC en 1966, los servicios de salud pública no han conseguido disminuir de forma apreciable la incidencia de lesiones. Más de 161.000 personas mueren por lesiones cada año tan sólo en EE. UU., a pesar del desarrollo de los sistemas de los SEM muy preparados. Los profesionales de los SEM tienen una posición única para influir en la tasa de morbilidad y mortalidad de las lesiones mediante la prevención. Esta posición está reconocida y la función del personal de los SEM en la prevención de lesiones y enfermedades está evolucionando.

El personal de los SEM debe integrar conocimientos, habilidades y herramientas usadas en salud pública en su práctica profesional. Se trata de una oportunidad de los sistemas SEM para mejorar de forma relevante la salud de todos los individuos. Los avances de los SEM en prevención de lesiones dependen de la adopción de esta nueva función por todos los profesionales de la asistencia prehospitalaria. Estos profesionales deben tener conocimientos y habilidades para la prevención de lesiones, creer en su importancia, comprometerse con el esfuerzo y actuar como defensores de sus compañeros.

# RESOLUCIÓN DEL CASO

Tras darle muchas vueltas, Steve y Marilyn decidieron no abandonar el servicio de ambulancias voluntario. Decidieron que podían hacer mucho más que correr para atender las llamadas a la ambulancia. Se pusieron en contacto con sus jefes de grupo para crear un comité de seguridad y poder evitar otra tragedia de este tipo. A sus jefes les gustó la idea y les designó como corresponsables.

Un año después, Marilyn y Steve habían liderado la creación de una serie de políticas de seguridad para la cuadrilla, habían colaborado con una empresa de ingeniería local para la creación de una serie de estanterías cerradas para poder guardar todo el equipo que antes estaba suelto en la cabina del pa-

ciente y habían realizado una orientación sobre seguridad para el grupo de «novatos» más recientemente incorporados. Descubrieron que en Internet existía una gran cantidad de información sobre prevención de lesiones y también encontraron información en textos sobre seguridad y en artículos de revistas orientados de forma específica para los SEM; también contactaron con otros servicios de ambulancias y servicios comunitarios que tenían en marcha programas de prevención de las lesiones. El mes que viene un miembro del equipo asistirá a la primera reunión en la coalición de *Safe Communities de Lanier County* como representante del *Lanier County Rescue Squad*. ■

## Bibliografía

1. National Academy of Sciences/National Research Council: Accidental death and disability: the neglected disease of modern society, Washington, DC, 1966, NAS/NRC.
2. National Center for Health Statistics: Health, United States, 2000, with adolescent health chartbook, Hyattsville, Md, 2000, NCHS.
3. National Center for Health Statistics: Fastats A to Z, <http://www.cdc.gov/nchs/fastats/injury.htm> (accessed April 2006).
4. Peden M, McGee K, Sharma G: The injury chart book: a graphical overview of the global burden of injuries, Geneva, 2002, World Health Organization.
5. National Highway Traffic Safety Administration, US Department of Health and Human Services, Health resources and Services Administration, Maternal and Child Health Bureau: Emergency medical services agenda for the future, Washington, DC, 1999, NHTSA.
6. National Center for Injury Prevention and Control: Fact book for the year 2000: working to prevent and control injury in the United States, 2000, <http://www.cdc.gov/ncipc/pub-res/FactBook/default.htm> (accessed May 2001).
7. National Committee for Injury Prevention and Control: Injury prevention: meeting the challenge, New York, Oxford University Press, Am J Prev Med 5(suppl):4, 1989.
8. Christoffel T, Gallagher SS: Injury prevention and public health: practical knowledge, skills, and strategies, Gaithersburg, Md, 1999, Aspen.
9. Maguire BJ, Huntington KL, Smith GS, Levick NR: Occupational fatalities in emergency medical services: a hidden crisis, *Ann Emerg Med* 40:6, 2002.
10. Tortella BJ, Lavery RF: Disabling job injuries among EMS providers, *Prehosp Disaster Med* 9, 1994.
11. Garrison HG: Keeping rescuers safe, *Ann Emerg Med* 40:6, 2002.
12. Martinez R: Injury control: a primer for physicians, *Ann Emerg Med* 19:1, 1990.
13. Waller JA: Injury control: a guide to the causes and prevention of trauma, Lexington, Mass, 1985, Lexington Books.
14. PIER: Public Information, Education, and Relations for EMS injury prevention modules, DOT HS 809 520, Washington, DC, 2002, US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration.
15. Kellerman AL, Hutson HR: Injury control. In Schwartz GR: Principles and practice of emergency medicine, Philadelphia, 1992, Lea & Febiger.
16. Kellerman AL, Todd KH: Injury control. In Tintinelli JE, Kelen GD, Stapczynski JS, editors: Emergency medicine: a comprehensive study guide, New York, 1999, McGraw-Hill.
17. Todd KH: Accident's aren't: proposal for evaluation of an injury prevention curriculum for EMS providers: a grant proposal to the National Association of State EMS Directors, Atlanta, 1998, Department of Emergency Medicine, Emory University School of Medicine.
18. Kinnane JM, Garrison HG, Coben JH, Alonzo-Serra HM: Injury prevention: is there a role for out-of-hospital emergency medical services? *Acad Emerg Med* 4:306, 1997.
19. EPIC Medics: <http://www.epicmedics.org> (accessed July 2004).
20. Griffiths K: Best practices in injury prevention, *J Emerg Med Serv* 27:8, 2002.
21. Krimston J, Griffiths K: Best practices in injury prevention, *J Emerg Med Serv* 28:9, 2003.
22. Emergency Medical Technicians and Paramedics. In Occupational Outlook Handbook, 2004-2005 Edition, US Department of Labor, Bureau of Labor Statistics, <http://stats.bls.gov/oco/ocos101.htm> (accessed July 2004).
23. Federal Emergency Management Agency, US Fire Administration: EMS safety: techniques and applications, International Association of Fire Fighters, FEMA contract EMW-91-C-3592.

## Lecturas recomendadas

American College of Surgeons Committee on Trauma: *Advanced trauma life support for doctors, student course manual*, ed 7, Chicago, 2004, ACS.

## Objetivos del capítulo

---

*Al finalizar este capítulo, el lector deberá ser capaz de:*

- ✓ Definir energía en el contexto de la producción de las lesiones.
- ✓ Describir la asociación entre las leyes de la energía del movimiento y la cinemática de los traumatismos.
- ✓ Describir la relación entre las lesiones y el intercambio de energía y la velocidad.
- ✓ Comentar el intercambio de energía y la producción de cavitaciones.
- ✓ Dada la descripción de un impacto con vehículo de motor, utilizar la cinemática para predecir el patrón de probables lesiones en los pasajeros que no fueran sujetos.
- ✓ Asociar los principios del intercambio de energía con la fisiopatología de las lesiones craneales, vertebrales, torácicas, abdominales y de las extremidades secundarias a dicho intercambio.
- ✓ Describir las lesiones específicas y sus causas en relación con los daños internos y externos del vehículo.
- ✓ Describir la función de los dispositivos de retención para los pasajeros del vehículo.
- ✓ Relacionar las leyes del movimiento y la energía con mecanismos distintos de los impactos de vehículos de motor (p. ej., explosiones, caídas).
- ✓ Describir las cinco fases de una explosión y las lesiones que se producen en cada una de ellas.
- ✓ Describir las diferencias en la producción de las lesiones con armas de energía baja, intermedia o alta.
- ✓ Comentar la relación entre la superficie frontal del objeto responsable del impacto y el intercambio de energía y la producción de las lesiones.
- ✓ Integrar los principios de la cinemática de los traumatismos a la hora de valorar al paciente.

Lecturas recomendadas

American College of Surgeons Committee on Trauma; Advanced Trauma Life Support for Doctors; Student Course Manual; ed. Chicago, 2004; ACS

Task 1985; Lexington Books  
Disabling Injuries among  
Instructor: Mark B. 1994.  
Injury Prevention and Control; 2002.  
Injury Prevention and Control; 2002.  
Injury Prevention and Control; 2002.



## CAPÍTULO 3

# Cinemática de los traumatismos





## CASO CLÍNICO

A las 17.50 horas de un domingo lluvioso y fresco usted es enviado a atender un accidente de automóvil en un cruce en una autopista muy concurrida no interestatal. Usted y su compañero son informados de que en el accidente se han visto implicados dos vehículos y un número indeterminado de personas y que los agentes de la ley están en camino.

Cuando llegan al lugar del accidente, usted observa que uno de los vehículos sufre un impacto frontal y el segundo uno lateral. En ambos vehículos han saltado los airbags. El primero de los coches muestra daños moderados en la zona frontal, sale humo por debajo del capó y los parachoques están desplazados contra las ruedas. El ocupante que no llevaba cinturón de seguridad sigue dentro del vehículo. El segundo coche está hundido unos 45 cm en el asiento del copiloto. El conductor sigue dentro del vehículo, inclinado sobre el volante.

**Con esta información, ¿qué lesiones podría esperar en los dos conductores? Dado que usted es el técnico en emergencias médicas paramédico de mayor edad (TEM-P) presente en el lugar, ¿de qué paciente se ocuparía y cuál podría dejar a su compañero que acaba de terminar su formación en TEM-P hace sólo 3 meses? ■**

Las lesiones traumáticas imprevistas producen cada año 161.000 muertes en EE. UU. En 2002, las colisiones de automóviles causaron la muerte de 44.000 personas y heridas a más de 3 millones. Este problema no es exclusivo de EE. UU. Otros países muestran una frecuencia similar de traumatismos por vehículos, aunque estos vehículos pueden ser bastante distintos. La frecuencia de traumatismos penetrantes por arma de fuego es muy elevada en EE. UU. Las lesiones asociadas a explosiones son cada vez más frecuentes en muchos países como consecuencia del terrorismo. El éxito del tratamiento de los pacientes traumatizados depende del reconocimiento de las lesiones o posibles lesiones y de una buena capacidad de valoración.

Cuando un profesional de cualquier nivel de asistencia no comprende los principios de la cinemática o los mecanismos implicados, las lesiones podrán quedar sin diagnóstico. Comprender estos principios aumentará el grado de sospecha en función del patrón de las lesiones que se pueden asociar con mayor probabilidad al tipo de situación que se encuentra al llegar. Se podrá transmitir la información adecuada y las posibles lesiones al personal de enfermería y médico de los servicios de urgencias. Tanto en el lugar del accidente como durante el traslado se podrán atender las lesiones sospechadas para conseguir la mejor asistencia de los pacientes y no «producir más daños».

Las lesiones que no resultan evidentes, pero son graves, pueden causar la muerte del paciente porque no se tratan en el lugar del accidente ni durante el traslado a un centro traumatológico o un hospital adecuado. Saber dónde se debe mirar y cómo valorar las lesiones es igual de importante que saber que se tiene que hacer cuando se identifica una. Una anamnesis completa y precisa del incidente traumático y una correcta interpretación de esta información nos permite valorar estos datos. Es posible predecir la mayor parte de las lesiones del paciente realizando una correcta valoración del lugar antes de explorar al enfermo.

En este capítulo se analizan los principios generales y mecánicos implicados en la cinemática de los traumatismos; las secciones sobre los efectos regionales de los traumatismos cerrados y penetrantes valoran la cinemática de la lesión local. Los

principios generales son las leyes físicas que gobiernan el intercambio de energía y los efectos generales asociados al mismo. Los principios mecánicos valoran la interacción del cuerpo humano con los componentes del impacto en los traumatismos cerrados (p. ej., vehículos de motor, vehículos de dos o tres ruedas, caídas), los traumatismos penetrantes y las explosiones. Una colisión es el intercambio de energía que se produce cuando una fuerza de energía, en general un objeto sólido, impacta con el organismo humano. No sólo se produce tras un choque entre vehículos, sino también cuando el cuerpo se cae contra el pavimento, cuando una bala impacta con los tejidos internos del cuerpo y cuando se produce el exceso de presión y restos en una explosión. Todos estos procesos pueden amenazar la vida y todos necesitan un tratamiento correcto por parte de un profesional prehospitalario formado e intuitivo.

## Principios generales

El tema de la valoración y tratamiento de un paciente lesionado se puede dividir en tres fases: *antes, durante y después de la colisión*. De nuevo, recordar que el término *colisión* no significa necesariamente un choque de automóviles. El atropello de un peatón por un vehículo, una bala que penetra en el abdomen o la caída de un trabajador de la construcción al suelo son colisiones. En todos estos casos se produce un intercambio de energía entre un objeto móvil y los tejidos del cuerpo humano traumatizados o entre el cuerpo humano en movimiento y un objeto inmóvil.

La *fase previa a la colisión* abarca todos los acontecimientos que preceden al incidente, tales como el consumo de alcohol o drogas. Los trastornos que existen antes del incidente, pero que resultan importantes de cara al tratamiento de las lesiones del paciente, son considerados también forman parte de la fase previa a la colisión, como sucede con los cuadros médicos agudos o preexistentes del paciente (y las medicaciones que toma para su tratamiento), la ingesta de sustancias con fines lúdicos (drogas ile-

gales, fármacos con receta, alcohol) o su estado mental. Los jóvenes que sufren traumatismos no suelen tener enfermedades crónicas, pero en los pacientes de edad más avanzada, las enfermedades previas pueden causar graves complicaciones durante el tratamiento prehospitalario, con una influencia significativa en el resultado final. Por ejemplo, un anciano conductor de un vehículo que choca con un poste puede manifestar un dolor torácico debido a un infarto de miocardio. ¿Chocó el conductor con el poste y sufrió después el infarto o tuvo un infarto que le hizo chocar con el poste? ¿Toma el paciente algún fármaco (p.ej., beta bloqueantes) que impide que aumente la frecuencia del pulso en el *shock*? La mayor parte de estos trastornos influyen de forma directa sobre las estrategias de valoración y tratamiento que se comentan en los capítulos 4 y 5, pero son importantes de cara a la asistencia general del enfermo aunque no influyan de forma necesaria sobre la cinemática de la colisión.

La *fase de colisión* comienza en el momento del impacto entre un objeto móvil y un segundo objeto. Este último puede estar en movimiento o detenido y puede ser un objeto o un ser humano. En la mayoría de los traumatismos se producen tres impactos: 1) el impacto de los dos objetos, 2) el impacto de los ocupantes y 3) el impacto de los órganos vitales en el interior de los ocupantes. Por ejemplo, cuando un automóvil choca contra un árbol, el primer impacto es la colisión entre el vehículo y el árbol. El segundo impacto es el que sufre el ocupante que choca con el volante de dirección o el parabrisas. Si el paciente está sujeto, el impacto se producirá entre él y el cinturón de seguridad. El tercer impacto es el de los órganos internos del sujeto contra la pared torácica o abdominal.

En una caída sólo se producen los impactos segundo y tercero.

Las direcciones en que ocurre el intercambio de energía, la cantidad de energía intercambiada y el efecto que estas fuerzas provocan en el paciente son consideraciones importantes a la hora de iniciar la valoración.

En la *fase posterior a la colisión*, el profesional de la asistencia prehospitalaria utiliza la información recopilada acerca de las dos fases anteriores para tratar al paciente. Esta fase se inicia inmediatamente después de que la energía del accidente se haya absorbido. Las complicaciones potencialmente mortales del traumatismo pueden manifestarse de forma lenta o rápida (o pueden prevenirse o reducirse de forma significativa), dependiendo en parte de las medidas tomadas por el profesional de la asistencia prehospitalaria tanto en el lugar del accidente como durante el traslado hacia el hospital. En la fase posterior a la colisión, el conocimiento de la cinemática de los traumatismos, el índice de sospecha de las lesiones y una habilidad importante para valorarlas son factores cruciales para el resultado final.

Para comprender los efectos de las fuerzas que producen lesiones orgánicas, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe conocer dos componentes: la energía y la anatomía.

## Energía

El primer paso al realizar la anamnesis consiste en valorar los acontecimientos que se produjeron en la escena del accidente (fi-



**FIGURA 3-1** Resulta fundamental valorar el lugar del incidente. Tanto la información como la dirección del impacto, la intrusión del habitáculo del copiloto y la magnitud del intercambio de energía permiten conocer las posibles lesiones de los pasajeros. Esta fotografía estaba en la primera edición de esta obra y, aunque el coche sea antiguo, sigue demostrando el concepto del mecanismo de las lesiones.

gura 3-1). Por ejemplo, en un accidente de tráfico (AT), ¿qué aspecto tiene la escena?, ¿quién chocó con qué y a qué velocidad iba?, ¿cuánto tardó en producirse la detención?, ¿estaban las víctimas sujetas con cinturones de seguridad?, ¿funcionó el airbag?, ¿estaban los niños adecuadamente sujetos en sus asientos o iban sin sujeción y se desplazaron de un lado a otro del vehículo?, ¿fueron los ocupantes expulsados del vehículo?, ¿se golpearon con objetos? Si fue así, ¿con cuántos objetos? Si el profesional de la asistencia prehospitalaria quiere conocer el intercambio de fuerzas que tuvo lugar y traducir esta información en un pronóstico de las lesiones y una asistencia adecuada a los pacientes, deberá conocer las respuestas a estas y otras muchas preguntas.

El proceso de análisis de la escena del accidente para determinar las lesiones que pueden haber provocado las fuerzas y movimientos implicados se denomina *cinemática*. Dado que la base de la cinemática son los principios fundamentales de la física, es necesario conocer las leyes físicas pertinentes.

## Leyes de la energía y el movimiento

La *primera ley del movimiento de Newton* afirma que un cuerpo en reposo permanecerá en reposo y que un cuerpo en movimiento permanecerá en movimiento a menos que sobre ellos actúe una fuerza externa. La motocicleta de la figura 3-2 estaba parada hasta que la energía del motor la desplazó a lo largo de la pista de barro. Una vez en movimiento, aunque se despegue del suelo, permanecerá en movimiento hasta que golpee con un objeto o vuelva al suelo y se accionen los frenos. Lo mismo sucede con una persona que ocupa el asiento delantero de un vehículo. Incluso aunque este choque contra un árbol y se detenga, la persona que no vaya sujeta continuará moviéndose hasta que, a su vez, choque con el volante de dirección, el salpicadero o el parabrisas. El impacto con estos objetos detiene el movimiento hacia delante del tronco y la cabeza. Los órganos internos seguirán moviéndose hasta que choquen con la pared torácica o abdominal, con lo que el movimiento cesará.

¿Por qué el inicio o el cese brusco de un movimiento ocasiona traumatismos y lesiones a la persona? La *ley de la conserva-*

Peter Pan



**FIGURA 3-2** Una motocicleta que da un salto no se detiene bruscamente cuando pierde contacto con el suelo. El momento del vehículo y la energía previa impulsan tanto a este como al conductor hacia delante, salvo que algún otro factor impida el movimiento.

ción de la energía establece que la energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma. El movimiento de un vehículo es una forma de energía. Para arrancar el vehículo, el motor hace explosionar la energía de la gasolina, que mueve los pistones. Este movimiento es transferido por una serie de marchas hasta las ruedas, que se agarran a la carretera al girar y mueven el vehículo. Para detener el coche, la energía de este movimiento se debe cambiar por otra forma de energía, como el calor de los frenos o el impacto con un objeto con la consiguiente deformación del chasis. Cuando el conductor frena, la energía del movimiento se convierte en calor de fricción (energía térmica) entre las zapatas y los tambores de los frenos y entre los neumáticos y el asfalto. El vehículo se desacelerará. De igual forma, la energía mecánica del choque de un automóvil contra una pared se disipa en la deformación de la estructura o de otras partes del vehículo. La energía restante pasa a los ocupantes y sus órganos internos.

La energía cinética depende del peso y la velocidad del objeto. El peso y la masa de la víctima son lo mismo. En lo que a la energía cinética se refiere, la relación entre el peso y la velocidad es:

**Energía cinética = 1/2 de la masa por el cuadrado de la velocidad**

$$EC = \frac{1}{2}mv^2$$

Por tanto, la energía cinética de una persona de 68 kg que viaja a 48 km/h será:

$$EC = \frac{68}{2} \times 48^2$$

$$EC = 78.336 \text{ unidades}$$

En esta descripción no se ofrecen unidades físicas concretas de medida (p. ej., julios), pues la fórmula se utiliza sólo para ilustrar la transformación de la energía. Según se acaba de demostrar, en una persona de 68 kg que viajara a 48 km/h y se detuviera, la cantidad de energía que se convertiría en otra forma sería de 78.336 unidades. Esta transformación adoptará la

forma de daños en el vehículo y lesiones en la persona, a menos que la energía pueda disiparse de una forma menos peligrosa, por ejemplo, a través del cinturón de seguridad o del airbag.

Sin embargo, ¿qué factor tiene el mayor efecto sobre la cantidad de energía cinética producida, la masa o la velocidad? Considérese a una persona de 72 kg que viaja a 48 km/h:

$$EC = \frac{72}{2} \times 48^2$$

$$EC = 82.944 \text{ unidades}$$

Volviendo al ejemplo anterior de una persona de 68 kg, un aumento de la velocidad de 16 km/h producirá la energía cinética siguiente:

$$EC = \frac{68}{2} \times 64^2$$

$$EC = 139.264 \text{ unidades}$$

Estos cálculos demuestran que, cuando aumenta la velocidad, el incremento de la energía cinética producida es mucho mayor que el debido al aumento de la masa. Se producirá un intercambio de energía muy superior (y por tanto más lesiones en el ocupante, el vehículo o ambos) cuando la colisión se produzca a alta velocidad que a una velocidad menor.

Aunque la velocidad es exponencial y la masa lineal, esto puede tener gran importancia cuando exista una gran disparidad de masa entre los dos objetos. Cuando se produce una colisión entre un coche pequeño y un camión con remolque o entre un coche y un peatón, la ventaja será para el vehículo con un mayor momento (fuerza).

**Masa × aceleración = fuerza = masa × desaceleración**

Otro factor importante en las colisiones es la *distancia de frenado*. El vehículo que detiene su marcha al chocar con un muro



**FIGURA 3-3** El intercambio de energía entre un vehículo en movimiento y un peatón aplasta los tejidos y aplica velocidad y energía a este último, golpeándolo y haciendo que se aleje del punto del impacto. La víctima puede sufrir lesiones en el lugar del impacto cuando es golpeado directamente por el vehículo y al chocar contra el suelo u otro vehículo.

de ladrillos o que lo hace cuando el conductor pisa los frenos disipa la misma cantidad de energía, pero de una forma distinta y en una distancia diferente. En el primer caso la energía se absorbe mediante la deformación del chasis del vehículo, mientras que en el segundo la energía se absorbe por el calor de los frenos. El movimiento hacia delante del ocupante del vehículo (energía) es absorbido en el primer caso por las lesiones de las partes blandas o los huesos del ocupante, mientras que en el segundo la energía se disipa junto con la energía del vehículo hacia los frenos.

Esta relación inversa entre la distancia de frenado y la gravedad de las lesiones también se observa en las caídas. Las probabilidades de sobrevivir a una caída serán mayores si la persona cae sobre una superficie que puede comprimirse como, por ejemplo, una capa gruesa de nieve en polvo. Una caída similar sobre una superficie dura, como el hormigón, producirá lesiones más graves. La compresibilidad de una superficie (p. ej., la nieve) aumenta la distancia de frenado y absorbe al menos una parte de la energía, impidiendo que toda ella sea absorbida por el cuerpo. Por tanto, las lesiones corporales serán menores. Este principio también se aplica a otros tipos de colisión. Además, si el conductor no lleva el cinturón de seguridad puesto sufrirá lesiones más graves que en el caso contrario, ya que será el sistema de sujeción y no el cuerpo el que absorberá una parte importante de la energía perjudicial.

Por tanto, una vez que un objeto está en movimiento y posee una energía cinética concreta, para llegar al estado de reposo total deberá perderla en su totalidad, convirtiéndola en otra forma de energía o transfiriéndola a otro objeto. Por ejemplo, si un vehículo atropella a un peatón, este será lanzado a una distancia del vehículo (figura 3-3). Aunque el vehículo se enden-

tece algo por la colisión, la mayor fuerza del vehículo determinará una aceleración en el peatón de menor peso muy superior a su pérdida de velocidad.

$$\text{Masa} \times \text{desaceleración} = \text{fuerza} = \text{masa} \times \text{aceleración}$$

La energía que se aplica sobre el peatón en términos de aceleración es muy superior al grado de entrecimiento del vehículo. Las partes del cuerpo del peatón más blandas en comparación con la dureza del vehículo también condiciona que el primero sufra más daños que el coche.

### Intercambio de energía entre un objeto sólido y el organismo humano

Cuando el cuerpo colisiona con un objeto sólido, o al contrario, el número de partículas del organismo que reciben el impacto del objeto sólido condiciona la cantidad de intercambio de energía que se produce y, por tanto, la gravedad de las lesiones resultantes. Este número de partículas depende de: 1) la densidad del tejido y 2) la superficie de contacto del impacto.

#### Densidad

Cuanto mayor sea la densidad de un tejido (expresada en partículas por volumen), mayor será el número de partículas golpeadas por el objeto en movimiento. Cuando se golpea con el puño una almohada de plumas o, a la misma velocidad, una pared de ladrillo, los efectos para la mano son muy distintos. El puño absorbe más energía cuando choca con la densa pared de ladrillo que cuando entra en contacto con la almohada de plumas, que es menos densa.

En términos sencillos, podría decirse que los tejidos del cuerpo tienen tres tipos de densidades: *aérea* (pulmones e intestino), *acuosa* (músculos y la mayor parte de las vísceras sólidas como el hígado o el bazo) y *sólida* (ósea). Por tanto, la magnitud del intercambio de energía (y por tanto las lesiones observadas) dependerán del órgano que reciba el impacto.

#### Superficie de contacto

Cuando se saca y extiende la mano por la ventanilla de un vehículo en movimiento, el aire ejerce presión sobre ella. Cuando la palma de la mano se coloca horizontal y paralela a la dirección del flujo de aire, la parte delantera de la mano (dedos) experimentará cierta presión hacia atrás, debido al choque con las partículas de aire. Si se gira la mano 90° hasta una posición vertical, se incrementa el número de partículas de aire que entrarán en contacto con la mano y la magnitud de la fuerza ejercida aumentará. La superficie puede modificarse según la forma del objeto, su movimiento dentro del cuerpo y la fragmentación. Ejemplos de esta variación dentro del organismo humano podrían ser la parte delantera de un vehículo, el bate de béisbol y la bala. La parte delantera del vehículo entra en contacto con una gran porción de la víctima. El bate entra en contacto con una zona más pequeña y la bala con otra todavía menor. La magnitud del intercambio de energía que produciría lesiones al paciente depen-

derá de la energía del objeto y de la densidad del tejido presente en la vía de intercambio de energía.

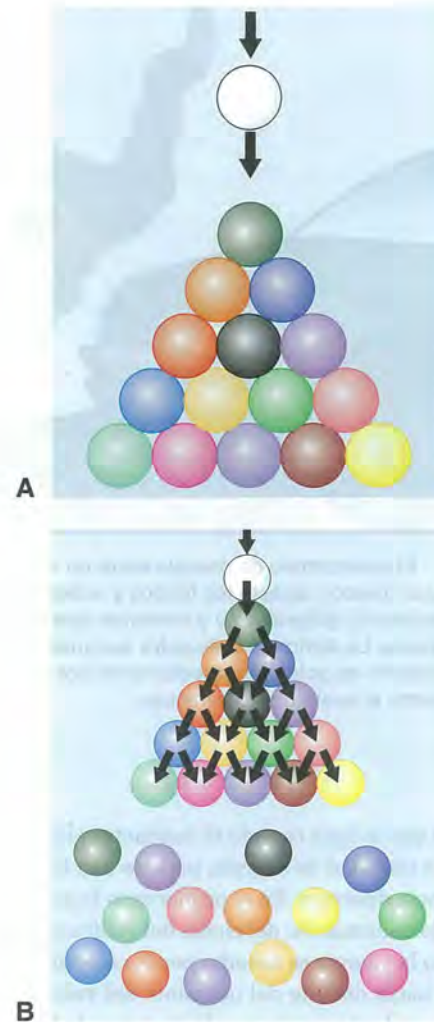
## Cavitación

Los mecanismos básicos del intercambio de energía son relativamente sencillos. La colisión de un objeto contra las partículas de un tejido las acelera en dirección opuesta al punto de colisión. Estos tejidos se convierten entonces también en objetos móviles y entran en colisión con otras partículas de tejido, lo que da lugar a un «efecto dominó». Un juego que nos sirve como ejemplo gráfico de este mecanismo de cavitación es el billar.

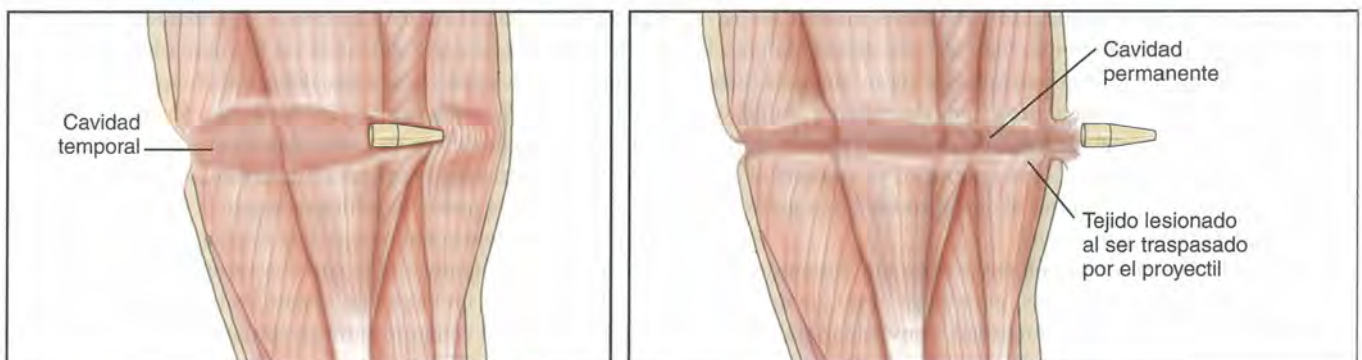
La bola inicial es empujada por la longitud de la mesa de billar gracias a la fuerza de los músculos del brazo. Esta bola choca con las demás bolas agrupadas en el otro extremo de la mesa y la energía que tiene la primera bola se transmite a las demás (figura 3-4). La primera bola cede su energía y disminuye su velocidad o incluso se detiene. Las demás bolas adquieren energía y la convierten en movimiento, separándose del punto de impacto. En una bolera, cuando la bola se desplaza por su calle y golpea al conjunto de bolos situado en el otro extremo, el intercambio de energía producido es similar. Las bolas reunidas y el conjunto de bolos reciben un golpe que los aparta de sus posiciones.

Lo mismo sucede cuando un objeto en movimiento golpea el cuerpo humano o cuando un cuerpo humano en movimiento choca con un objeto inmóvil. El tejido del cuerpo humano resulta desplazado de su posición normal, creándose un hueco. Este proceso se denomina *cavitación*.

Las cavidades creadas son de dos tipos. En el momento del impacto aparece una cavidad temporal pero el tejido puede volver a su posición anterior de forma total o parcial. El grado de recuperación depende de la compresión de las partículas de tejido en el sitio de la colisión y de la elasticidad del tejido. Cuando el profesional de la asistencia prehospitalaria u hospitalaria explora al paciente, esta cavidad puede no ser ya visible. La cavidad temporal causa una distensión de los tejidos. En el momento del impacto surge también una cavidad permanente que se debe a la compresión o el desgarro del tejido. También se debe en parte a la distensión, pero como la forma original no se recupera, es posible verla más tarde (figura 3-5).



**FIGURA 3-4** A. La energía de la bola golpeada con el taco se transmite a cada una de las demás bolas. B. El intercambio de energía empuja a las bolas y las separa, es decir, crea una cavidad.



**FIGURA 3-5** La lesión del tejido es mayor que la cavidad permanente que persiste tras el paso del proyectil. Cuanto mayor sea el peso o la velocidad del proyectil, más grande será la cavidad temporal y mayor será la zona de lesión del tejido.

El volumen de la cavidad temporal que se convierte en una cavidad definitiva depende de la elasticidad del tejido afectado. Por ejemplo, un golpe potente con un bate de béisbol en un bidón metálico produce un abolladura o cavidad en el lugar del golpe. Otro golpe con el mismo bate de béisbol y con la misma fuerza en una masa de la misma forma y tamaño que el bidón, pero de gomaespuma, no dejará abolladuras (figura 3-6). La diferencia radica en la *elasticidad*, ya que la gomaespuma es mucho más elástica que el metal. El cuerpo humano es más parecido al bloque de gomaespuma que al bidón metálico. Si una persona golpea a otra en el abdomen, sentirá que este cede. Sin embargo, al retirar el puño no quedará marca ninguna. De igual forma, un golpe en el tórax con un bate de béis-

bol no dejará una cavidad evidente en la pared torácica, pero provocará lesiones tanto por el contacto directo como por la cavidad generada por el intercambio de energía. Los antecedentes completos del incidente permitirán al profesional de la asistencia prehospitalaria determinar el tamaño aproximado de la cavidad que se produjo en el momento del impacto y prever con exactitud las lesiones.

Cuando se aprieta el gatillo de un arma cargada, se produce un impacto contra la cubierta y una explosión dentro del cartucho. La energía que se crea por esta explosión es intercambiada con la bala, que se acelera en el cañón del arma. En este momento la bala tiene energía o fuerza (aceleración  $\times$  masa = fuerza).

Cuando se aplica esta fuerza, la bala no se podrá entretener salvo que actúe sobre ella una fuerza externa (primera ley del movimiento de Newton). Para que la bala se detenga dentro del organismo humano, se debe producir una explosión equivalente a la ocurrida dentro del arma en los tejidos (aceleración  $\times$  masa = fuerza = desaceleración  $\times$  masa) (figura 3-7). Esta explosión es consecuencia del intercambio de energía que acelera las partículas de tejido y las saca de su posición normal, causando una cavidad.



**FIGURA 3-6** A. El golpe con un bate de béisbol contra un bidón metálico deja una abolladura o cavidad en el lugar del impacto. B. El golpe con el mismo bate contra una pieza de gomaespuma no deja cavidad visible alguna.

### Traumatismos contusos y penetrantes

En general, los traumatismos se clasifican en contusos o penetrantes. Sin embargo, el intercambio de energía y las lesiones producidas son similares en los dos tipos. La única diferencia real es la penetración a través de la piel. Cuando la totalidad de la energía de un objeto se concentra en una pequeña zona de la piel, es probable que esta se rompa y el objeto penetre en el cuerpo, aumentando así la concentración del intercambio de energía. Este efecto puede incrementar el poder destructivo en la zona. Si el objeto es de mayor tamaño, su energía se dispersará sobre una superficie cutánea mucho mayor y la piel no se romperá. La lesión se distribuirá sobre un área mayor del cuerpo y el patrón de la lesión será menos localizado.

El intercambio de energía es directamente proporcional a la densidad y al tamaño de la superficie frontal en el punto de contacto entre el objeto y el cuerpo de la víctima. En los traumatismos contusos, las lesiones ocurren cuando el tejido se comprime, desacelera o acelera. En los traumatismos penetrantes, las lesiones suceden cuando los tejidos se rompen y separan a lo largo de la trayectoria del objeto penetrante. En los dos tipos, aparece una cavidad que desplaza a los tejidos desde su posición normal.



**FIGURA 3-7** Cuando una bala atraviesa el tejido, su energía cinética es transferida al tejido con el cual contacta y lo acelera para alejarlo de la bala.

Los traumatismos contusos ocasionan desgarros por cizallamiento y cavitación; a menudo, esta última es sólo transitoria y sigue una dirección opuesta a la del punto de impacto. Los traumatismos penetrantes causan tanto cavidades permanentes como temporales. La energía de un objeto con una superficie frontal pequeña y que se mueve con rapidez se concentrará en una zona y puede superar la capacidad de distensión del tejido, penetrando en él. La cavidad temporal así creada se alejará de la trayectoria de ese proyectil, tanto en dirección frontal como lateral.

## Principios mecánicos

### Traumatismos contusos

Las observaciones relacionadas con la colisión en un traumatismo contuso que nos aportan datos sobre el patrón de la lesión, la gravedad de la misma y los posibles órganos afectados son: 1) dirección del impacto; 2) daños externos en el vehículo (tipo y magnitud), y 3) daños internos (p. ej., hundimiento del compartimento del ocupante, deformación del volante/columna, fracturas en ojo de buey en el parabrisas, daños en los espejos, impactos de las rodillas contra el salpicadero).

En el impacto de los traumatismos contusos intervienen dos fuerzas: cizallamiento y compresión. El *cizallamiento* se debe al cambio de velocidad, por el que un órgano o estructura (o una parte de ellos) adquieren mayor velocidad que otro órgano o estructura (u otra parte de ellos). La *compresión* es consecuencia del atrapamiento directo de un órgano o estructura (o de una parte de ellos) entre otros órganos o estructuras. La lesión puede deberse a impactos de cualquier tipo, tales como un AT (automóvil o motocicleta), atropellos, caídas, lesiones deportivas o lesiones por explosión. Estos distintos mecanismos se estudiarán por separado para pasar después a los resultados del intercambio de energía, dependiendo de la anatomía específica de cada región del organismo.

### Accidentes de tráfico (vehículo de motor)

Los tipos de traumatismos contusos son múltiples, pero los más frecuentes son los que ocurren en los AT (incluidas las colisiones con motocicletas). En 1999, el 86% de las muertes correspondió a ocupantes de vehículos. El otro 14% se repartió entre peatones, ciclistas y otros no ocupantes (*National Highway Traffic Safety Administration* [NHTSA]). Los AT pueden dividirse en cinco tipos:

1. Impacto frontal.
2. Impacto posterior.
3. Impacto lateral.
4. Impacto con rotación.
5. Vueltas de campana.

Aunque cada patrón tiene distintas variantes, la identificación exacta de los cinco patrones proporciona información sobre otros tipos similares de colisiones.

En los AT y otros mecanismos de desaceleración rápida, como los que ocurren con las motos de nieve, motocicletas y barcos, así como en caídas desde alturas, se producen tres colisiones: 1) el



**FIGURA 3-8** Cuando un vehículo choca contra un poste, la parte delantera del mismo se detiene, mientras que la trasera se sigue desplazando hacia delante y determina la deformación del vehículo.

vehículo choca con un objeto o con otro vehículo; 2) los ocupantes no sujetos chocan con el interior del vehículo, y 3) los órganos internos de los ocupantes chocan entre sí y con la pared de la cavidad que los contiene.

Un ejemplo es el de un vehículo que choca contra un árbol. La primera colisión tiene lugar cuando el vehículo golpea al árbol. Aunque el vehículo se detiene, el conductor no sujeto sigue moviéndose hacia delante (según la primera ley del movimiento de Newton). La segunda colisión ocurre cuando el conductor choca contra el volante y el parabrisas. Aunque se detiene el movimiento del conductor hacia delante, muchos de sus órganos internos siguen moviéndose (de nuevo, por la primera ley de Newton) hasta que chocan entre sí o con la pared de la cavidad o son detenidos bruscamente por los ligamentos, fascias, vasos o músculos. Esta es la tercera colisión.

Una forma fácil de calcular cuál será el patrón de lesión del ocupante consiste en mirar el vehículo y determinar cuál de los cinco tipos de colisiones tuvo lugar. El ocupante recibe una fuerza del mismo tipo que el vehículo y en la misma dirección. Esta cantidad de energía se reduce por la absorción de energía por parte del vehículo. El intercambio de energía es similar y ocurre en la misma dirección. En la figura 3-8 se observa, como ejemplo, que el vehículo ha golpeado con un poste en su zona central. El punto en el que se ha producido la colisión ha detenido su movimiento hacia delante, pero el resto del coche se ha seguido desplazando hacia delante hasta que la energía se ha absorbido gracias a la deformación del vehículo. El mismo tipo de lesión se producirá en el conductor si el volante le golpea en el centro del esternón. El coche se seguirá desplazando hacia delante determinando una deformación importante y le sucederá lo mismo al tórax del conductor.

En la figura 3-9 la parte delantera de un coche se ha detenido contra un terraplén de barro, pero la parte trasera no lo ha hecho hasta que la energía se ha absorbido en la deformación del chasis. Este patrón es parecido al que se produce en el tórax. Cuando el esternón detiene su desplazamiento hacia delante contra el salpicadero, la pared torácica posterior se seguirá movien-



**FIGURA 3-9** El vehículo se detiene súbitamente contra un terraplén.

do hasta que la energía se absorbe en la deformación y posiblemente la fractura de las costillas.

**Impacto frontal.** En un impacto frontal (colisión «de frente») con un vehículo de motor, por ejemplo, cuando un automóvil choca contra un muro de ladrillos, la primera colisión tiene lugar cuando el vehículo choca contra la pared, lo que provoca daños en la parte frontal del vehículo. La magnitud de estos daños indica la velocidad aproximada que tenía en el momento del impacto. Cuanto mayor sea el hundimiento hacia el interior del vehículo, mayor será la velocidad en el momento de la colisión. A mayor velocidad del vehículo, mayor será el intercambio de energía y más probables serán las lesiones de sus ocupantes.

Aunque en el impacto frontal el vehículo interrumpe bruscamente su movimiento hacia delante, el ocupante, si no va sujeto y, por tanto, no se detiene con el vehículo, continúa moviéndose y sigue una de dos trayectorias posibles, hacia arriba y por encima o hacia abajo y por debajo. El uso del cinturón de seguridad y la apertura del airbag contribuirán a absorber parte o gran parte de esta energía, de forma que se reducirán las lesiones de los ocupantes.

**Trayectoria ascendente y por encima.** En este caso, el movimiento del cuerpo hacia delante se dirige hacia arriba y por encima del volante (figura 3-10). La cabeza suele ser la primera porción del cuerpo que golpea con el parabrisas, con el marco del parabrisas o con el techo. La cabeza interrumpe su movimiento hacia delante, pero el tórax se sigue desplazando hasta que su energía/fuerza es absorbida por la columna. La columna cervical es el segmento menos protegido de la columna vertebral. Entonces se producirá el impacto entre el tórax o el abdomen y el volante, según la posición del torso. El impacto entre el tórax y el volante produce lesiones en la caja torácica, el corazón, los pulmones y la arteria aorta (véase Efectos regionales de los traumatismos contusos). El golpe del abdomen contra el volante puede comprimir y aplastar los órganos sólidos ocasionando lesiones por exceso de presión sobre todo en el diafragma y rotura de los órganos huecos. Los riñones, el bazo y el hí-



**FIGURA 3-10** La configuración del asiento y la posición del ocupante pueden dirigir la fuerza inicial sobre la parte superior del tronco, lo que convierte a la cabeza en el punto delantero.

gado pueden sufrir lesiones por cizallamiento cuando el abdomen golpea contra el volante de dirección y se detiene bruscamente. Las sujeciones anatómicas normales y los tejidos de sostén de un órgano pueden desgarrarse. Por ejemplo, el movimiento hacia delante de los riñones después de que la columna vertebral haya dejado de moverse puede provocar roturas en la unión entre los órganos y su aporte vascular. Estos grandes vasos se adhieren firmemente a la pared abdominal posterior y la columna vertebral. El movimiento mantenido hacia delante de los riñones puede distender los vasos renales hasta llegar a romperlos. Un efecto similar puede desgarrar la aorta en el lugar en que el cayado no anclado se continúa con la aorta descendente firmemente adherida.

**Trayectoria descendente y por debajo.** En este tipo de colisión, el ocupante se desplaza en sentido descendente y fuera de su asiento y hacia delante sobre el salpicadero (figura 3-11). La importancia de comprender la cinemática queda ilustrada en las lesiones que se producen en la extremidad inferior en este caso. Muchas de las lesiones resultan difíciles de identificar si no se sospechan a la vista del mecanismo.

El pie, colocado sobre el suelo o en el pedal del freno con la rodilla en ángulo recto, puede girar, mientras que el movimiento continuado del tronco angula y fractura la articulación del tobillo. Sin embargo, en la mayoría de los casos las rodillas están ya flexionadas y la fuerza no se dirige contra el tobillo, de forma que son las rodillas las que golpean contra el salpicadero.

En la rodilla existen dos puntos posibles de impacto contra el salpicadero, la tibia y el fémur (figura 3-12). Si la tibia golpea contra el salpicadero y se detiene primero, el fémur seguirá moviéndose y pasará por encima de ella. El resultado será una luxación de rodilla con rotura de los ligamentos, los tendones y otras es-

Peter Pan



**FIGURA 3-11** El ocupante y el vehículo se desplazan hacia delante juntos. El vehículo se detiene y el ocupante no sujeto continúa moviéndose anteriormente, hasta que un objeto detiene este movimiento.



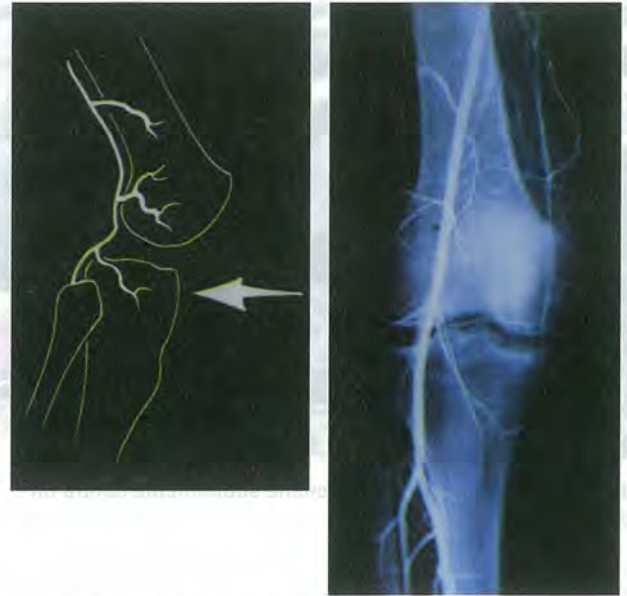
**FIGURA 3-12** En los accidentes de tráfico, la rodilla tiene dos posibles puntos de impacto, el fémur y la tibia.

estructuras de sostén. Dado que la arteria poplítea está en íntimo contacto con la articulación de la rodilla, la luxación de esta suele asociarse a la lesión vascular. La arteria poplítea puede desgarrarse por completo o romperse su revestimiento interno (íntima) (figura 3-13). En cualquiera de los casos, se formará un coágulo en el vaso lesionado, con la consiguiente reducción del flujo sanguíneo a los tejidos de la pierna situados por debajo de la rodilla. El reconocimiento precoz de estas posibles lesiones vasculares alertará al médico de la necesidad de valorar los vasos de esta región.

La identificación y tratamiento precoces de estas lesiones de la arteria poplítea reduce de forma significativa las complicaciones derivadas de la isquemia distal del miembro. La perfusión de este tejido se debe recuperar en las 6 primeras horas. Se pueden producir retrasos porque el profesional prehospitalario no se planteara bien la cinemática de la lesión y pasara por alto algunas pistas importantes en la valoración del paciente.

Si bien casi todos estos pacientes tienen signos de lesión en la rodilla, la impresión en el salpicadero donde impactó la rodilla es un indicio fundamental de que la articulación y las estructuras adyacentes recibieron una cantidad importante de energía (figura 3-14).

Cuando el punto de impacto es el fémur, la diáfisis absorbe la energía, por lo que puede romperse (figura 3-15). Cuando el fé-



**FIGURA 3-13** La arteria poplítea se halla muy próxima a la articulación e íntimamente unida al fémur por arriba y a la tibia por abajo. La separación de estos dos huesos puede distender, retorcer o desgarrar la arteria.

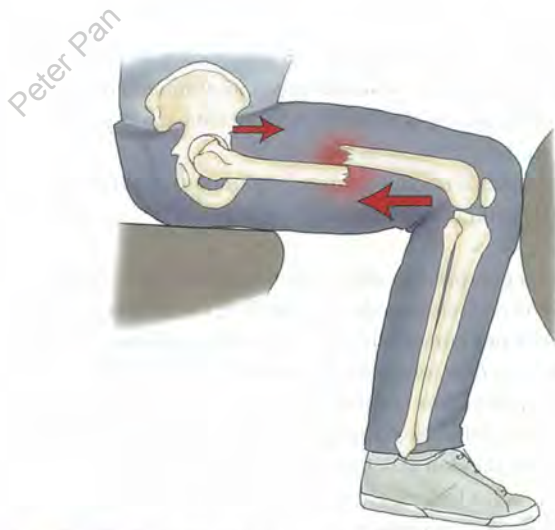


**FIGURA 3-14** El punto de impacto de la rodilla en el salpicadero indica tanto una trayectoria descendente y por debajo como una absorción significativa de energía a lo largo del miembro inferior.

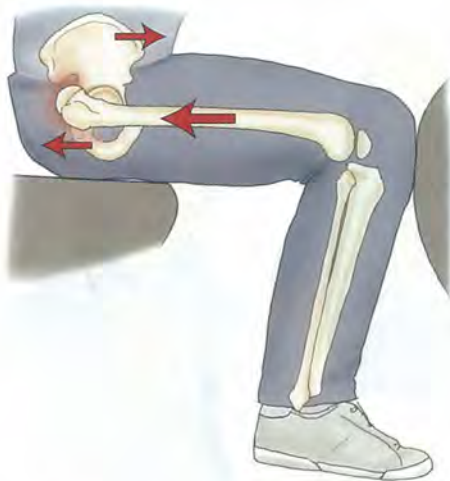
mur permanece intacto, el movimiento continuado hacia delante de la pelvis sobre el hueso puede hacer que su cabeza se deslice, lo que da lugar a una luxación posterior de la articulación acetabular (figura 3-16).

Cuando las rodillas y las piernas interrumpen su desplazamiento hacia delante, la parte superior del cuerpo puede rotar hacia delante, en dirección al volante o al salpicadero. Por tanto, la víctima puede sufrir muchas de las lesiones descritas antes en la trayectoria ascendente y por encima.

Reconocer estas posibles lesiones y transmitir la información a los médicos de la urgencia puede aportar beneficios a largo plazo para el paciente.



**FIGURA 3-15** Cuando el punto del impacto es el fémur, la diáfisis es la que absorbe la energía y puede romperse.



**FIGURA 3-16** El movimiento hacia adelante continuado de la pelvis sobre el fémur puede superar a la cabeza femoral, provocando una luxación posterior de la articulación de la cadera.



**FIGURA 3-17** Una colisión con impacto posterior fuerza al tronco hacia delante. Cuando el reposacabezas está mal colocado, la cabeza se hiperextiende sobre su parte superior.



**FIGURA 3-18** Si el reposacabezas se encuentra bien colocado, la cabeza se desplazará con el tronco, evitando la lesión del cuello.

En las lesiones cervicales, algunos tribunales reducen la responsabilidad del culpable del accidente cuando puede demostrarse que el reposacabezas de la víctima no estaba bien colocado, pues consideran que la víctima cometió una negligencia que contribuyó a las lesiones (*negligencia contributoria*). Se han emitido sentencias similares en casos en que los ocupantes no utilizaron el cinturón de seguridad.

**Impacto posterior.** Las colisiones por detrás se producen cuando un vehículo que se mueve más lento o que está parado es golpeado desde detrás por un vehículo que se desplaza a mayor velocidad. Para facilitar la comprensión, el vehículo que se desplaza más deprisa se denomina «vehículo proyectil» y el objeto más lento o parado se llama «vehículo diana». En estas colisiones la energía del vehículo proyectil en el momento del impacto se convierte en daños para ambos vehículos y aceleración del vehículo diana. Cuanto mayor sea la diferencia de momento entre los dos vehículos, mayor será la fuerza del impacto inicial y más energía estará disponible para causar daños y aceleración.

En el impacto, el vehículo delantero experimenta una aceleración hacia delante. Todo lo que esté sujeto al chasis se desplazará también hacia delante a la misma velocidad. Los objetos que no estén anclados dentro del vehículo, incluidos sus ocupantes, empezarán un movimiento hacia delante sólo des-

pues de que algo en contacto con el chasis empiece a transmitir la energía del movimiento del chasis a los objetos u ocupantes. Por ejemplo, el torso se acelera por el asiento después de que una parte de la energía haya sido absorbida por los muelles de los asientos. Si el reposacabezas está colocado detrás y por debajo del occipucio de la cabeza, la cabeza empezará a desplazarse hacia delante después que el torso cuando entre en contacto con el reposacabezas. Esto puede causar la hiperextensión del cuello. El cizallamiento y la distensión de los ligamentos y otras estructuras de soporte, sobre todo de la región anterior del cuello, pueden ocasionar lesiones (figura 3-17). Si el reposacabezas está bien situado, la cabeza se desplazará aproximadamente al mismo tiempo que el torso con hiperextensión (figura 3-18).

Si el vehículo puede moverse sin interferencias hasta detenerse poco a poco, será probable que el ocupante no sufra lesiones porque gran parte del movimiento del cuerpo es soportado por

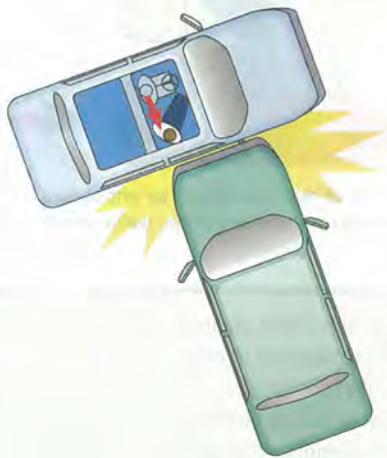
el asiento, de una forma parecida a la entrada de un astronauta en la órbita. Sin embargo, si el vehículo choca con otro vehículo u objeto o si el conductor pisa el freno y lo detiene bruscamente, los ocupantes seguirán moviéndose hacia delante y se producirá el patrón característico de la colisión con impacto frontal. En este caso, la colisión supone dos impactos, uno posterior y otro frontal. El doble impacto aumenta las probabilidades de lesión.

**Impacto lateral.** Los mecanismos del impacto lateral intervienen cuando un vehículo está implicado en una colisión en un cruce o cuando el vehículo se sale de la calzada e impacta contra un poste, árbol o cualquier otro obstáculo del margen de la carretera. Si la colisión se produce en un cruce, el vehículo diana es acelerado tras el impacto en una dirección que tiende a alejarlo de la fuerza creada por el vehículo proyectil. La parte lateral o la puerta del coche serán empujadas contra el lado del ocupante y los ocupantes podrá sufrir lesiones porque se aceleran en sentido lateral (figura 3-19) o porque el compartimento del acompa-

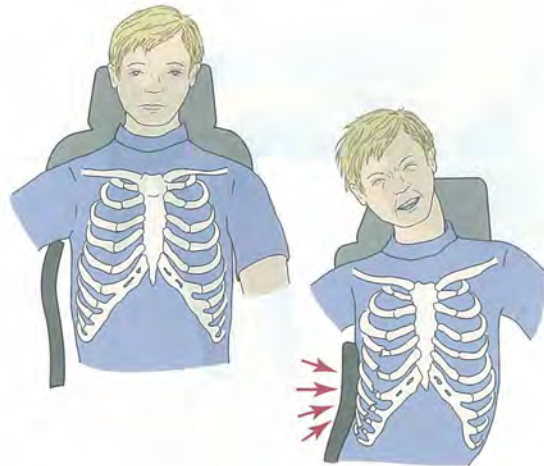
ñante se deforma hacia dentro por la proyección de la puerta (figura 3-20). Las lesiones causadas por el movimiento del vehículo serán menos graves si el acompañante está atado y se mueve con el movimiento inicial del vehículo.

En los impactos laterales, cuatro regiones del cuerpo son susceptibles de lesionarse:

1. **Tórax.** La compresión de la pared torácica hacia dentro puede causar fracturas de las costillas, contusión pulmonar o lesiones por compresión de los órganos sólidos situados dentro de la caja torácica, pero por debajo del diafragma, además de lesiones por exceso de presión (p. ej., neumotórax) (figura 3-21). Las lesiones por cizallamiento de la aorta pueden asociarse a una colisión lateral (el 25% de las lesiones aórticas por cizallamiento aparece en colisiones con impacto lateral). La clavícula puede comprimirse y fracturarse cuando la fuerza se dirige contra el hombro (figura 3-22).



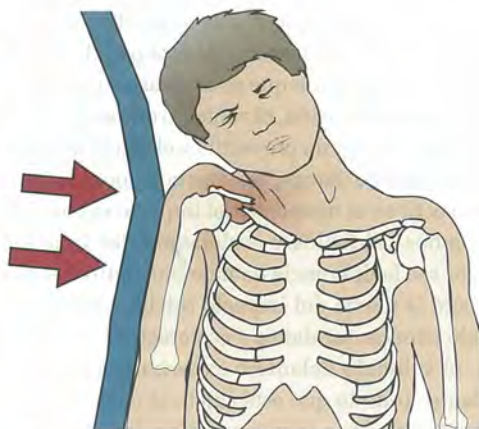
**FIGURA 3-19** El impacto lateral empuja a todo el vehículo contra el pasajero no sujeto. Un pasajero sujeto se mueve lateralmente junto con el vehículo.



**FIGURA 3-21** La compresión contra la parte lateral del tórax y la pared abdominal puede fracturar las costillas y lesionar el bazo, el hígado y los riñones.



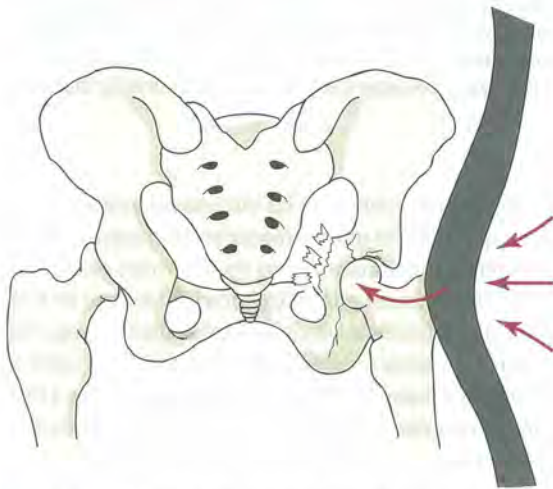
**FIGURA 3-20** La entrada de los paneles laterales en el compartimento del pasajero es otra causa posible de lesiones.



**FIGURA 3-22** La compresión del hombro contra la clavícula puede originar fracturas de la parte media de su diáfisis.

2. **Abdomen/pelvis.** La intrusión comprime y fractura la pelvis y empuja la cabeza del fémur contra el acetábulo (figura 3-23). Los ocupantes del lado del conductor pueden sufrir lesiones esplénicas, ya que el bazo está situado en el lado izquierdo del cuerpo, mientras que los del lado opuesto tienen más probabilidades de sufrir lesiones hepáticas.
3. **Cuello.** El tronco puede moverse con respecto a la zona inferior de la cabeza tanto en las colisiones laterales como en los golpes por detrás. El punto de anclaje de la cabeza es posterior e inferior al centro de gravedad de la cabeza, de forma que el movimiento de la cabeza en relación con el cuello es la flexión lateral y la rotación. Este movimiento puede fracturar las vértebras o con más probabilidad determinar un desplazamiento de las carillas articulares con luxación de las mismas (figura 3-24).
4. **Cabeza.** La cabeza puede golpearse contra el marco de la puerta.

Los impactos laterales cercanos producen más lesiones que los lejanos.



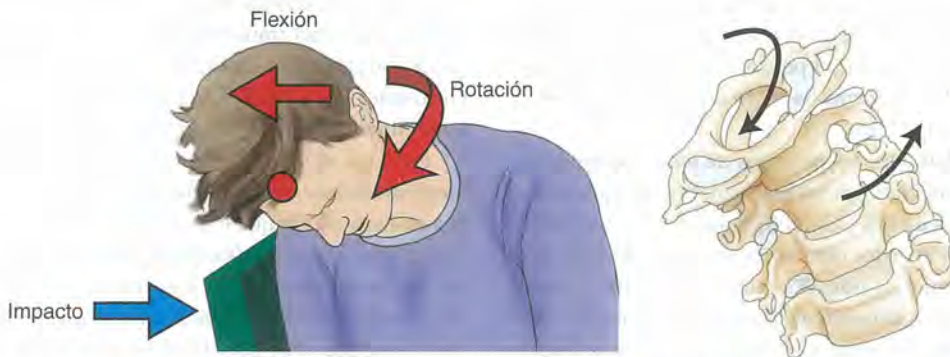
**FIGURA 3-23** El impacto lateral sobre el fémur empuja a la cabeza contra el acetábulo o fractura la pelvis.

**Impacto con rotación.** Las colisiones con impacto rotatorio tienen lugar cuando un ángulo del vehículo choca contra un objeto inmóvil, el ángulo de otro vehículo o con un vehículo que se mueve a menos velocidad o en dirección opuesta al primero. Según la primera ley del movimiento de Newton, la esquina del vehículo se detendrá, mientras que el resto del vehículo continuará moviéndose hacia delante hasta que toda su energía se transforme.

Las lesiones que aparecen en las colisiones por impacto con rotación son combinaciones de las observadas en las colisiones con impactos frontal y lateral. La víctima continúa moviéndose hacia delante y después recibe el golpe por el lado del vehículo (como en una colisión lateral) ya que el vehículo rota alrededor del punto del impacto. *Las lesiones más graves afectan al pasajero más próximo al punto de impacto.*

**Vueltas de campana.** Durante las vueltas de campana, el vehículo puede sufrir varios impactos desde ángulos muy distintos y lo mismo sucede con los cuerpos y los órganos internos de sus ocupantes (figura 3-25). Cada uno de estos impactos puede provocar lesiones y daños. En este tipo de colisiones, los pasajeros sujetos suelen sufrir lesiones por cizallamiento debidas a las importantes fuerzas creadas por el vehículo que da vueltas. Estas fuerzas son similares a las de los aparatos de feria llamados «látigos». Aunque las sujeciones mantienen seguros a los ocupantes, los órganos internos se mueven y pueden separarse de las zonas de tejido conjuntivo. Las lesiones más graves afectan a los pasajeros no sujetos. En la mayoría de los casos, los ocupantes resultan lanzados fuera del vehículo cuando este gira y pueden ser aplastados si pasa sobre ellos o sufren lesiones por el impacto contra el suelo. Si salen despedidos a la carretera, pueden ser atropellados por otros vehículos.

**Incompatibilidad de vehículos.** Los tipos de vehículos implicados en la colisión tienen gran importancia para las posibles lesiones y el fallecimiento de sus ocupantes. Por ejemplo, cuando se produce un choque lateral entre dos vehículos sin airbags, los ocupantes del coche que recibe el impacto lateral tienen 5,6 veces más riesgo de morir que los ocupantes del vehículo responsable del golpe. Esto se puede explicar en gran medida por la relativa falta de



**FIGURA 3-24** El centro de gravedad del cráneo es anterior y superior al punto de articulación entre el cráneo y la columna cervical. En un impacto lateral, cuando el tronco sufre una rápida aceleración que lo separa de la cabeza, esta gira hacia el punto del impacto, formando un ángulo tanto lateral como anteroposterior. Este movimiento separa los cuerpos vertebrales del lado del impacto y los hace girar. Las consecuencias consisten en fracturas de las carillas articulares, roturas de los ligamentos y fracturas por compresión lateral.



**FIGURA 3-25** Durante una vuelta de campana, el ocupante no sujeto puede ser lanzado total o parcialmente fuera del vehículo o rebotar en su interior, con lesiones múltiples y a veces imprevisibles, que suelen ser graves.

protección de la cara lateral del vehículo en comparación con la mayor deformación que se puede producir en la parte frontal del vehículo antes de que se hunda hacia el compartimento del ocupante. Sin embargo, cuando el vehículo que recibe un impacto lateral (de un coche) es una monovolumen, una furgoneta o un camión, el riesgo de muerte de los ocupantes es casi idéntico para todos los ocupantes de los vehículos implicados. Por tanto, las monovolumen, las furgonetas y los camiones aportan una protección adicional a los pasajeros porque sus asientos están más elevados respecto del suelo que en un coche y los ocupantes reciben un impacto menos directo tras una colisión lateral.

Se ha demostrado que las lesiones son más graves y los acompañantes tienen un mayor riesgo de fallecer cuando un coche recibe un impacto lateral de una monovolumen, una furgoneta o un camión. En un choque lateral entre un coche y una furgoneta, la probabilidad de fallecer de los ocupantes del coche es 13 veces superior a la de los ocupantes de la furgoneta. Si el vehículo responsable del golpe es una monovolumen o un camión, los ocupantes del coche tendrán 25-30 veces más riesgo de fallecer. Esta tremenda diferencia se explica porque el centro de gravedad está más alto y la masa de la furgoneta, el camión o la monovolumen es mayor. Conocer el tipo de vehículo en el cual estaban los implicados en un accidente puede permitir al personal prehospitalario mantener un elevado índice de sospecha sobre las lesiones graves.

**Cinturones de seguridad.** En los patrones de lesión antes descritos se suponía que las víctimas no iban sujetas, como suele suceder en los pasajeros de EE. UU. (el 67% en el informe NHTSA de 1999). La proyección de los ocupantes del vehículo justificó el 25% de las 44.000 muertes por AT ocurridas en 2002 y alrededor del 75% de los que resultaron despedidos por completo falleció. Una de cada trece víctimas expulsadas sufrió una fractura de la columna vertebral. Tras la proyección del vehículo, el cuerpo experimenta un segundo impacto cuando golpea contra el suelo (u otro objeto) fuera del vehículo. Este segundo impacto puede provocar lesiones incluso más graves que las del impacto



**FIGURA 3-26** El cinturón de seguridad bien colocado se extiende por debajo de las espinas ilíacas anterosuperiores de ambos lados y por encima del fémur, y está suficientemente apretado para que no se mueva de esta posición. La pelvis, con forma de tazón, protege los órganos abdominales blandos.

inicial. El riesgo de muerte de las víctimas expulsadas es seis veces mayor que el de las que permanecen en el interior del vehículo. Es evidente que los cinturones de seguridad salvan vidas.

La NHTSA informa que 49 estados y el distrito de Columbia disponen de legislación sobre los cinturones de seguridad. En 1999, el uso de estos dispositivos salvó más de 11.000 vidas y desde 1975 el número de vidas salvadas supera las 123.000. Si todos los ocupantes hubieran llevado puesto el cinturón de seguridad, el número de vidas salvadas en 1999 habría superado las 20.000.

¿Qué sucede cuando los ocupantes van sujetos? Si un cinturón de seguridad está bien colocado, la pelvis y el tórax absorberán la presión del impacto, por lo que las lesiones graves serán escasas o nulas (figura 3-26). El uso adecuado del cinturón de seguridad transfiere la fuerza del impacto desde el cuerpo del ocupante al cinturón y al sistema de sujeción. Con los cinturones de seguridad, la probabilidad de sufrir una lesión potencialmente mortal disminuye en gran medida.

Para ser eficaces, los cinturones de seguridad deben estar bien colocados. Un cinturón mal puesto no protege de las lesiones en caso de choque e incluso puede provocarlas. Cuando los cinturones abdominales están muy flojos o se sitúan por encima de las espinas ilíacas anteriores, pueden aparecer lesiones por compresión de los órganos abdominales blandos. Estas lesiones (bazo, hígado y páncreas) se deben a la compresión que tiene lugar entre el cinturón de seguridad y la pared abdominal posterior (figura 3-27). El aumento de la presión intrabdominal puede provocar la rotura del diafragma y una herniación de los órganos abdominales. Dado que las partes superior e inferior del

Peter Pan



**FIGURA 3-27** Un cinturón de seguridad mal colocado por encima de la pelvis hace que los órganos abdominales queden atrapados entre la pared posterior, que sigue moviéndose, y el cinturón. Las consecuencias son lesiones del páncreas y de otros órganos retroperitoneales y roturas por estallido del intestino delgado y el colon.

tronco giran sobre las vértebras D12, L1 y L2, que están sujetas, pueden producirse fracturas anteriores por compresión. Nunca deben llevarse sólo cinturones de seguridad abdominales. Muchos ocupantes de vehículos siguen colocándose la tira diagonal del cinturón por debajo del brazo y no sobre el hombro.

Conforme se establezcan y refuercen las leyes obligatorias sobre el uso del cinturón de seguridad, la gravedad global de las lesiones disminuirá y el número de colisiones mortales descenderá de manera significativa.

**Airbag.** Los airbag (además de los cinturones) aportan una mayor protección. En un principio, se desarrollaron sistemas frontales para los asientos del conductor y el acompañante con los que se amortiguaba el movimiento hacia delante únicamente de estos ocupantes delanteros. Estas bolsas absorben la energía lentamente, aumentando la distancia de frenado del cuerpo. Son muy eficaces en la primera colisión con impactos frontales y casi frontales (del 65% al 70% de los choques que ocurren en un abanico de 30° centrado en los faros delanteros). Dado que muchos airbag se desinflan inmediatamente después del impacto, no son efectivos en las colisiones con impactos múltiples o con impacto posterior. Un airbag se infla y desinfla en 0,5 segundos. Si el vehículo vira y entra en el trayecto de otro que llega o sale de la carretera y choca con un árbol, el airbag no funcionará. Los airbag laterales están aumentando la protección para los acompañantes.

Cuando el airbag se infla, puede ocasionar lesiones menores pero visibles que el profesional de la asistencia prehospitalaria debe tratar. Consisten en abrasiones de brazos, tórax y cara (figura 3-28), cuerpos extraños en la cara y los ojos y lesiones de los ocupantes que llevan gafas (figura 3-29). Los airbag que no se inflan también pueden ser peligrosos tanto para el paciente como para el profesional de la asistencia prehospitalaria y deben ser desactivados por un especialista que sepa cómo extraerlos de forma adecuada y segura. Esta desactivación *no debe* retrasar la asistencia del paciente en estado crítico ni su extracción del vehículo.



**FIGURA 3-28** Abrasionen en el antebrazo secundarias a la rápida expansión del airbag mientras las manos permanecían fuertemente asidas al volante.

(Tomado de McSwain NE Jr, Paturas JL: *The basic EMT: comprehensive prehospital patient care*, ed 2, St Louis, 2001, Mosby.)



**FIGURA 3-29** La expansión del airbag sobre las gafas ocasiona abrasiones.

(Tomado de McSwain NE Jr, Paturas JL: *The basic EMT: comprehensive prehospital patient care*, ed 2, St Louis, 2001, Mosby.)

### Accidentes de motocicleta

Los accidentes de motocicleta son responsables de un número importante de muertes relacionadas con vehículos de motor cada año. Las leyes físicas son las mismas, pero los mecanismos de lesión son algo distintos de los que ocurren en las colisiones

Los airbags de los asientos frontales resultan peligrosos para los niños y adultos pequeños, sobre todo cuando los niños se colocan de forma incorrecta en los asientos delanteros o se sientan en sillas de seguridad infantiles colocadas de forma incorrecta. Los niños de 12 años o menos siempre deben utilizar el dispositivo de retención adecuado para su tamaño y deben ocupar los asientos traseros.

Los conductores siempre se deberían sentar al menos a 25 cm de la cubierta del airbag, y los pasajeros de los asientos delanteros a una distancia mínima de 45 cm. En la mayor parte de los casos, cuando se respetan estas distancias de seguridad y se colocan bien los asientos, las lesiones por el airbag suelen ser sencillas abrasiones.

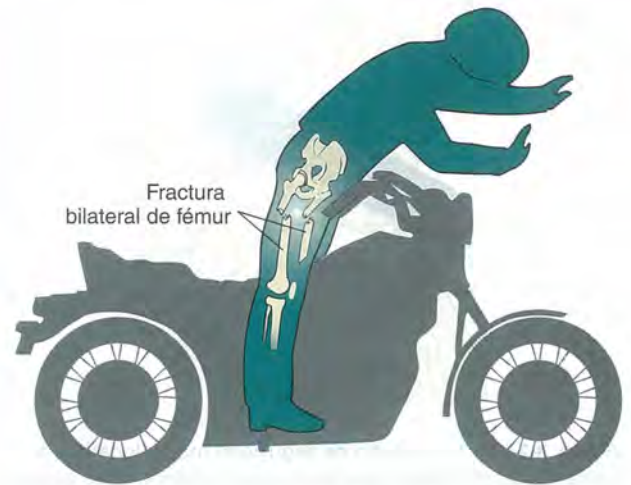


**FIGURA 3-30** La posición del conductor de la motocicleta es superior al punto de giro de la rueda delantera cuando la moto choca contra un objeto situado delante de ella.

de automóviles y camiones. Estas variaciones afectan a los siguientes tipos de impacto: frontal, angular o con lanzamiento.

**Impacto frontal.** En una colisión frontal contra un objeto sólido, el movimiento hacia delante de la motocicleta se detiene (figura 3-30), ya que su centro de gravedad está situado por encima y por detrás del eje delantero, que actúa como punto de giro en estas colisiones. La motocicleta se inclina hacia delante y el pasajero choca contra el manillar. El motorista puede sufrir lesiones en la cabeza, el tórax, el abdomen o la pelvis, dependiendo de la parte del cuerpo que golpee contra el manillar. Si los pies se mantienen en los pedales de la moto y los muslos golpean con el manillar, el movimiento hacia delante será absorbido por la parte media de las diáfisis femorales, lo que suele provocar fracturas bilaterales de estos huesos (figura 3-31).

**Impacto angular.** En una colisión con impacto angular, la motocicleta choca contra un objeto con el que forma un ángulo. La moto cae sobre el motorista o hace que este quede aplastado entre el vehículo y el objeto contra el que chocó. Pueden produ-



**FIGURA 3-31** El cuerpo se desplaza hacia delante y sobre la moto, por lo que los muslos y los fémurs chocan contra el manillar. El motorista puede resultar despedido.

cirse lesiones de los miembros superiores o inferiores con fracturas, así como extensas lesiones de las partes blandas (figura 3-32). Debido al intercambio de energía, las lesiones pueden afectar también a los órganos abdominales.

**Impacto con lanzamiento.** Dada la falta de sujeciones, el motorista puede ser propulsado. El motorista continuará volando hasta que su cabeza, brazos, tórax, abdomen o piernas choquen con otro objeto, por ejemplo, con otro vehículo, un poste telefónico o la carretera. Muchos motoristas no utilizan una protección adecuada (p. ej., un casco). Las lesiones surgirán en el punto del impacto y se irradiarán al resto del cuerpo a medida que la energía se vaya absorbiendo.

**Prevención de las lesiones.** La protección de los motoristas consiste en botas, ropa de cuero y casco. De los tres, el casco es el que ofrece mayor protección. Está fabricado como un cráneo: fuerte y capaz de proteger por fuera y con capacidad para absorber energía por dentro. La estructura del casco, similar a la del cráneo, absorbe la mayor parte del impacto, reduciendo así las lesiones de la cara, el cráneo y el encéfalo. La protección del cuello es mínima, pero no provoca lesiones del mismo. Se ha demostrado que, en ausencia de casco, las lesiones craneoencefálicas aumentan en más de un 300%. Las leyes que obligan a utilizar el casco son útiles. Por ejemplo, en Louisiana, la frecuencia de traumatismos craneoencefálicos descendió un 60% durante los primeros 6 años tras la promulgación de la legislación sobre el uso del casco.

«Abandonar la moto» es una maniobra de protección que utilizan los motoristas para separarse de la moto en caso de colisión inminente (figura 3-33). El motorista gira la moto hacia un lado y arrastra la pierna interior por el suelo. Esta acción reduce más la velocidad del motorista que la de la moto, por lo que este se desplaza más por debajo del conductor. Este se desliza a lo largo del pavimento, pero no queda atrapado entre la moto y el objeto contra el que aquella choca. Estos motoristas suelen sufrir



**FIGURA 3-32** Si la moto no choca contra un objeto situado delante de ella, se cierra como unas tijeras, atrapando la extremidad inferior del motorista entre la moto y el objeto contra el que choca.

abrasiones (exantema de la carretera) y fracturas más leves, pero evitan las graves lesiones asociadas a otros tipos de impacto (figura 3-34).

### Lesiones de peatones

Los atropellos de peatones por un vehículo tienen tres fases distintas, cada una de las cuales se asocia a un patrón de lesión específico:

1. El impacto inicial se produce en las piernas y a veces en las caderas (figura 3-35, A).
2. El tronco gira sobre el capó del vehículo (figura 3-35, B).
3. La víctima cae al suelo separada del vehículo, en general chocando primero con la cabeza, lo que puede ocasionar un traumatismo de la columna cervical (figura 3-35, C).

Las lesiones producidas en los peatones varían según la altura de la víctima. Visualice los lugares de impacto en niños y adul-



**FIGURA 3-33** Para evitar quedar atrapado entre dos piezas de acero (la moto y el vehículo), el motorista «tumba la moto» con el fin de reducir la probabilidad de lesión. Esta maniobra suele producir abrasiones (exantema de la carretera) cuando el asfalto amortigua la velocidad del motorista.



**FIGURA 3-34** Exantema de la carretera tras un accidente de moto sin ropa protectora.

(Tomado de McSwain NE Jr, Paturas JL: *The basic EMT: comprehensive prehospital patient care*, ed 2, St Louis, 2001, Mosby.)

tos colocándose de pie delante de un coche. Debido a su menor altura, los niños reciben el primer golpe en una parte más alta del cuerpo, en comparación con los adultos (figura 3-36, A). En general, este primer impacto ocurre cuando el parachoques golpea las piernas (por encima de las rodillas) o la pelvis del niño, lesionando el fémur o la cintura pélvica. El segundo impacto es casi inmediato y sucede cuando la parte frontal del capó del vehículo golpea el tórax del niño. La cabeza y la cara chocan contra el frente o la parte superior del capó (figura 3-36, B). Los menores tamaño y peso de los niños hacen que a veces no sean despedidos del vehículo, como suele suceder con los adultos. En estos casos, el niño puede ser arrastrado por el vehículo mientras aún se encuentra parcialmente bajo su parte delantera (figura 3-36, C). Si el niño cae hacia un lado, una rueda anterior po-



**FIGURA 3-35** A. Fase 1: Cuando un vehículo atropella a un peatón, las piernas y a veces las caderas son las que reciben el primer impacto. B. Fase 2: El tronco del peatón cae sobre el capó del vehículo. C. Fase 3: El peatón cae fuera del vehículo y se golpea contra el suelo.

drá pasar sobre sus piernas. Si el niño se cae de espaldas y queda totalmente bajo el vehículo podrá ocurrir casi cualquier tipo de lesión (p. ej., que sea arrastrado, golpeado por proyecciones del vehículo o que las ruedas pasen por encima).

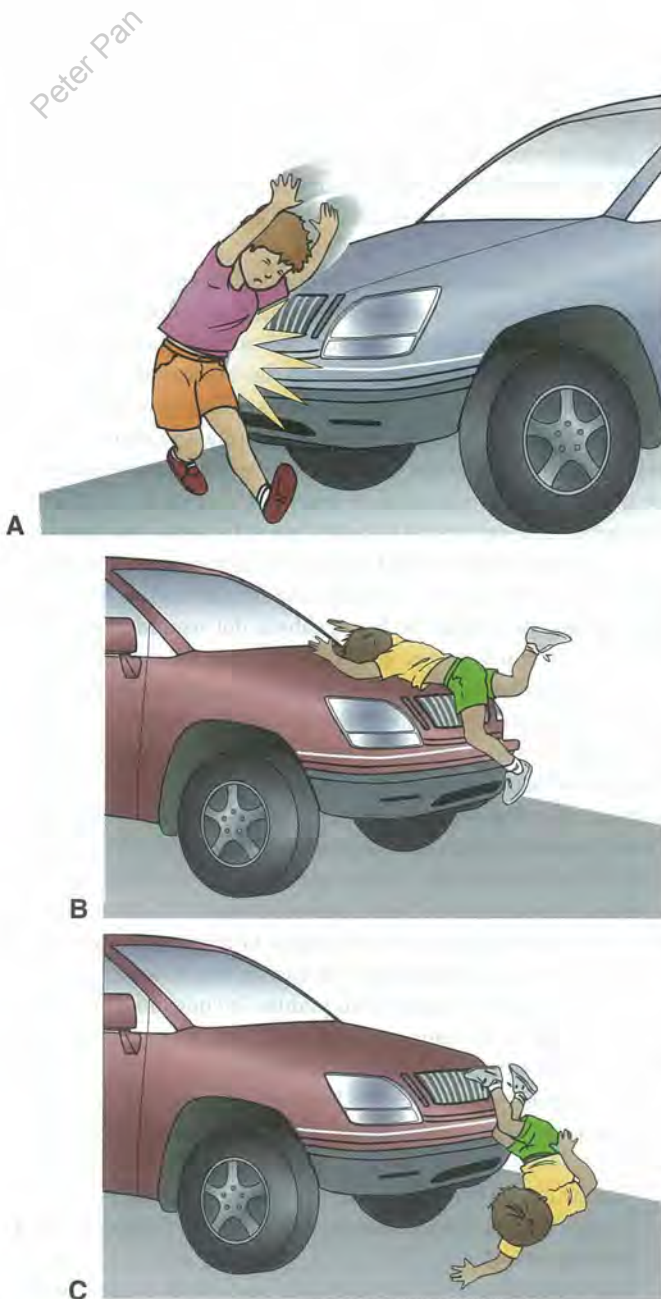
Si el pie estaba apoyado en el suelo en el momento del impacto, el niño recibirá el intercambio de energía en la parte superior de la pierna, la cadera y el abdomen. Esta energía desplazará las caderas y el abdomen alejándolas del impacto. La parte superior del tórax se desplazará después igual que el pie apoyado. La importante angulación en el lugar del impacto puede causar fracturas en la columna y el fémur.

Para complicar las lesiones todavía más, es posible que el niño se haya desplazado hacia el coche por curiosidad, lo que determina la exposición de la parte anterior del cuerpo y la cara a las lesiones, mientras que los adultos tratan de escapar y suelen recibir el golpe en su parte posterior o lateral.

En general, los adultos reciben primero el golpe del parachoques del vehículo en la parte inferior de las piernas, con fracturas de la tibia y el peroné, y dirigen las piernas por debajo de

la pelvis y el tronco. Cuando la víctima cae hacia delante, la pelvis y la parte superior del fémur chocan contra el frente del capó del vehículo. Dado que el abdomen y el tórax caen hacia delante, golpean contra la parte superior del capó. Este segundo impacto importante puede provocar fracturas de la parte superior del fémur, la pelvis, las costillas y la columna y lesiones intrabdominales e intratorácicas graves. Las lesiones de la cabeza y la cara dependen de la habilidad de la víctima para protegerse con los brazos. Si la cabeza del atropellado choca contra el capó o si la víctima continúa moviéndose sobre este, de forma que su cabeza golpee contra el parabrisas, podrá sufrir lesiones de la cara, la cabeza y la columna vertebral.

El tercer impacto tiene lugar cuando la víctima cae del vehículo y choca contra el pavimento. En ese momento puede sufrir un golpe en un lado del cuerpo, la cadera, el hombro y la cabeza. El traumatismo craneoencefálico suele ocurrir cuando la víctima choca con el vehículo o con el pavimento y ha de tenerse en cuenta en todos los casos. De igual forma, como los tres impactos producen movimientos violentos y bruscos del tronco, el cuello y la ca-



**FIGURA 3-36** A. En un niño, el impacto inicial tiene lugar cuando el vehículo golpea la parte superior de las piernas o la pelvis. B. El segundo impacto sucede cuando la cabeza y la cara del niño chocan contra la parte frontal o superior del capó del vehículo. C. El niño puede no ser despedido por el vehículo, sino quedar atrapado bajo él y resultar arrastrado.

beza, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe suponer siempre una inestabilidad de la columna. La valoración del mecanismo de lesión debe incluir la confirmación de si la víctima, tras golpearse con el asfalto, fue atropellada de nuevo por un segundo vehículo que viajara próximo o detrás del primero.

Al igual que en los adultos, los niños atropellados suelen sufrir algún tipo de traumatismo craneoencefálico. Debido a las fuerzas bruscas y violentas que actúan sobre la cabeza, el cue-

llo y el tronco, se debe tener una elevada sospecha de lesiones de la columna cervical.

El conocimiento de la secuencia específica de los impactos múltiples que ocurren en los atropellos de peatones por vehículos de motor y de las múltiples lesiones que en ellos aparecen resulta esencial para realizar una valoración inicial y determinar el tratamiento adecuado de cada paciente.

### Caídas

Las víctimas de caídas también pueden sufrir varios impactos. La estimación de la altura de la caída, la superficie sobre la cual aterrizó la víctima y la parte del cuerpo golpeada por primera vez forman parte de la valoración de la cinemática de las caídas. Las víctimas que se caen desde alturas mayores muestran una mayor incidencia de lesiones porque la velocidad aumenta conforme caen. En general, las caídas desde una altura tres veces superior a la de la víctima son graves. El tipo de superficie contra la que golpea la víctima y, en especial, su grado de *compresibilidad* (capacidad para deformarse gracias a la transferencia de energía) también influyen en la distancia de frenado.

El patrón de la lesión en la cual los pies contactan primero se llama *síndrome de Don Juan*. Únicamente en las películas, el personaje de Don Juan puede saltar desde un balcón, aterrizar sobre los pies y alejarse tranquilamente. En la vida real, lo habitual es que este síndrome se asocie a fracturas bilaterales del calcáneo (hueso del talón), los tobillos o la parte distal de las tibias y los peronés. Cuando se aterriza sobre los pies y el movimiento se detiene, la siguiente parte del cuerpo que absorbe la energía son las piernas, lo que puede dar lugar a fracturas de las rodillas, los huesos largos y las caderas. El cuerpo se comprime por el peso de la cabeza y el tronco, que siguen moviéndose, y puede provocar fracturas de las regiones dorsal o lumbar de la columna vertebral. En cada una de las curvas cóncavas de la columna en forma de S ocurre una hiperflexión, que puede dar lugar a lesiones por compresión en el lado cóncavo y lesiones por distracción en el convexo. Se dice a menudo que estas personas se han roto la «S» (figura 3-37).

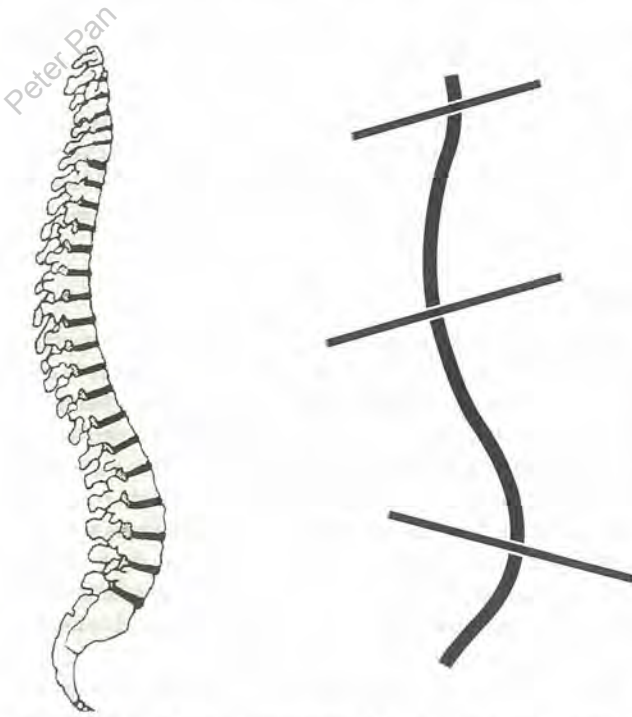
Cuando una persona cae sobre las manos extendidas, el resultado podrá ser una fractura de Colles bilateral de las muñecas. Si la víctima no aterriza sobre los pies, el profesional de la asistencia prehospitalaria deberá valorar la parte del cuerpo que golpeó primero, determinar la trayectoria del desplazamiento de energía y establecer el patrón de las lesiones.

Si la víctima cae sobre la cabeza con el cuerpo casi en línea, tal como sucede habitualmente en las zambullidas en aguas poco profundas, todo el peso y la fuerza del tronco, la pelvis y las piernas en movimiento comprimirán la cabeza y la columna cervical, que puede fracturarse al igual que sucede en las colisiones con impacto frontal ascendente y por encima.

### Lesiones deportivas

En muchos deportes o actividades recreativas, como el esquí, el submarinismo, el béisbol o el fútbol americano, aparecen lesiones graves que se deben a fuerzas de desaceleración bruscas o a compresiones, giros, extensiones o flexiones excesivas. Desde hace unos años es cada vez mayor el número de personas que participan de forma ocasional en determinadas actividades de-

Peter Pan



**FIGURA 3-37** Cuando la parte inferior de la columna deja de moverse hacia delante, es comprimida por el movimiento continuado de la parte superior del tronco y la cabeza. Este movimiento tiende a ocasionar lesiones por compresión del lado de la concavidad y lesiones por arrancamiento en el lado de la convexidad.

portivas sin el necesario entrenamiento y preparación o sin el equipo de protección adecuado. En los deportes y actividades recreativas participan personas de todas las edades. Deportes tales como el descenso con esquíes, el esquí acuático, el ciclismo y el monopatín son actividades en las que pueden alcanzarse grandes velocidades. En otros deportes, como el motociclismo en pistas, la conducción de vehículos todo terreno y las motos de nieve, se producen desaceleraciones, colisiones e impactos similares a los choques de motocicletas o los AT.

Las lesiones potenciales de las personas implicadas en colisiones a alta velocidad y que salen despedidas de un monopatín, una moto de nieve o una bicicleta son similares a las que suceden tras la expulsión de un vehículo a igual velocidad, ya que la cantidad de energía es la misma. Los mecanismos específicos de los AT y los choques de motocicletas se describieron antes en este capítulo.

Los mecanismos posibles que suelen asociarse a cada deporte son demasiado numerosos para enumerar. Sin embargo, sus principios generales son los mismos que en los AT. Al valorar el mecanismo de lesión, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe tener en cuenta estos aspectos:

- ¿Qué fuerzas actuaron sobre la víctima y cómo?
- ¿Cuáles son las lesiones evidentes?
- ¿A qué objeto o parte del cuerpo se transmitió la energía?
- ¿Qué otras lesiones pueden haberse producido en esta transferencia de energía?

- ¿Llevaba la víctima algún sistema de protección?
- ¿Hubo una compresión, una desaceleración o una aceleración brusca?
- ¿Qué movimientos productores de lesiones ocurrieron (p. ej., hiperflexión, hiperextensión, compresión o curvatura lateral excesiva)?

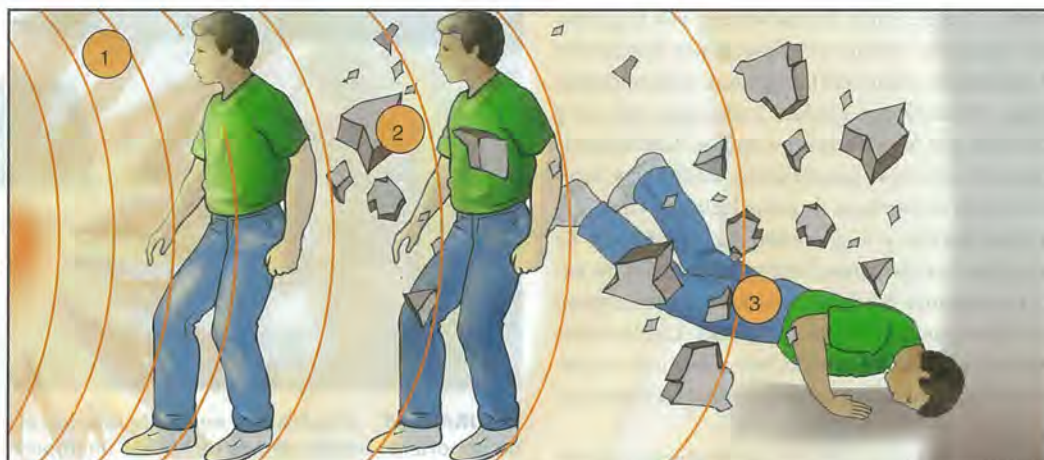
Cuando el mecanismo de lesión consiste en una colisión a gran velocidad entre dos personas, por ejemplo, un choque entre dos esquiadores, los testigos suelen tener dificultades para reconstruir los acontecimientos. En estos choques, las lesiones de uno de los esquiadores suelen servir de guía para examinar al otro. En general, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe conocer cuál fue la parte que chocó y qué lesiones se produjeron como consecuencia de la transferencia de energía. Por ejemplo, si una víctima sufrió una fractura de la cadera por el impacto, una parte del cuerpo del otro esquiador debe haber chocado con una fuerza importante, por lo que se supondrá una lesión similar debida al impacto de alta energía. Si fue la cabeza del segundo esquiador la que chocó con la cadera del primero, el profesional de la asistencia prehospitalaria deberá sospechar un traumatismo craneoencefálico grave y una columna inestable en el segundo.

El equipo roto o dañado es otro indicio importante que debe incluirse en la valoración del mecanismo de lesión. Un casco deportivo roto reflejará la fuerza con que fue golpeado. Dado que los esquíes se fabrican con un material muy resistente, su rotura indica que existió una fuerza localizada muy intensa, incluso aunque el mecanismo de lesión parezca inocuo. Una moto de nieve con un frontal muy abollado indica la fuerza a la que chocó contra el árbol. La presencia de un bastón roto tras una pelea en un campo de hockey sobre hielo plantea la cuestión de quién lo rompió, cómo y, en concreto, qué parte del cuerpo de la víctima recibió el golpe o cayó sobre el bastón.

Los golpes importantes sin lesiones aparentes se deben valorar como si existieran lesiones graves. Los pasos a seguir son:

1. Valoración de las lesiones potencialmente mortales.
2. Valoración del mecanismo de lesión. (¿Qué y cómo sucedió exactamente?)
3. Determinación de la forma en que las fuerzas causantes de lesión en una víctima pudieron haber afectado a otras.
4. Determinación de si los implicados llevaban equipo de protección (que puede haber sido retirado ya).
5. Valoración de los daños del equipo. (¿Cómo pueden relacionarse estos daños con el cuerpo del paciente?)
6. Valoración de las posibles lesiones asociadas del paciente.

Las caídas y colisiones a gran velocidad y las caídas desde alturas que no producen lesiones graves son frecuentes en muchos deportes de contacto. La habilidad de los deportistas para soportar colisiones y caídas increíbles en las que sólo sufren lesiones menores, lo que en gran parte se debe al equipamiento, que absorbe el impacto, puede confundir la valoración. Las lesiones de los deportistas pueden ser infravaloradas. Aplicando los principios de la cinemática y considerando con cuidado la secuencia exacta y el mecanismo de lesión, el profesional de la asistencia prehospitalaria



**FIGURA 3-38** Las tres fases iniciales de la lesión asociada a una explosión. En la primera fase (1), la onda de presión alcanza a la víctima. A continuación, en la segunda fase (2), los restos volantes pueden convertirse en proyectiles que provocan nuevas lesiones. La tercera fase (3) ocurre cuando la propia víctima se transforma en un proyectil que puede ser lanzado contra otros objetos o contra el suelo.

ría podrá reconocer mejor las colisiones deportivas en las que entran en acción fuerzas mayores de las habituales. La cinemática es una herramienta esencial para identificar las posibles lesiones subyacentes y determinar cuáles son los pacientes que precisan un estudio más profundo y un tratamiento en un servicio médico.

### Lesiones por explosión

La incidencia de las lesiones provocadas por explosiones es mayor en tiempo de guerra, pero también están aumentando en la vida civil a causa de las actividades terroristas y al incremento de incidentes con materiales peligrosos. Las explosiones originan lesiones en el 70% de las personas que se encuentran en su vecindad, mientras que un arma automática utilizada contra un grupo del mismo tamaño sólo hiere al 30%. Las minas, los astilleros, las plantas químicas, las refinerías, las fábricas pirotécnicas, las factorías y los elevadores de cereales son algunos lugares con un riesgo especial de explosiones. No obstante, dado que muchos materiales volátiles se transportan en camiones o por vía férrea y que el gas doméstico y embotellado son habituales en los hogares, las explosiones pueden ocurrir casi en cualquier lugar. Sin embargo, la amenaza más insidiosa de las lesiones por explosión deriva de la elevada frecuencia de bombas terroristas en todo el mundo en estos últimos años. Estos ataques tienen lugar casi a diario y es habitual que el personal de los servicios de urgencia tanto militares como civiles sean llamados para atender estas lesiones secundarias a las explosiones. La cinemática de las lesiones por explosiones es especial y permite distinguirlas de otros tipos de traumatismos.

La explosión puede dividirse en tres fases iniciales: primaria, secundaria y terciaria (figura 3-38), y dos posteriores (cuaternaria y quinary). En cada una de ellas se producen lesiones de distintos tipos.

**Lesiones primarias.** La onda expansiva de la explosión se desplaza a una velocidad hasta de 3048 metros por segundo y pue-

de producir diversos tipos de lesiones, incluido el arrancamiento de los miembros. La mayor parte de las lesiones compatibles con la supervivencia suelen producirse en la superficie de contacto entre tejidos de distintas densidad y suelen afectar principalmente a los órganos que contienen gas, como el tímpano, los pulmones y el intestino. Las lesiones primarias incluyen hemorragias pulmonares, neumotórax, embolia gaseosa o perforaciones de las vísceras digestivas. Las ondas de presión rompen y desgarran los pequeños vasos y membranas de los órganos que contienen gas (cavitación) y pueden lesionar también el sistema nervioso central; un signo clásico de las lesiones por explosiones primarias es la rotura del tímpano. Estas ondas provocan graves alteraciones o la muerte sin signos externos de lesión. Son típicas la parada cardiopulmonar y las lesiones pulmonares y estas últimas (que se denominan «pulmón de las explosiones») son la causa más frecuente de muerte tras la explosión inicial. La clínica puede aparecer de forma inmediata o tardía; por tanto la asistencia por parte de los TEM de los pacientes con un alto índice de sospecha de lesiones primarias por explosión debería incluir:

- Valoración continua para diagnosticar la dificultad respiratoria y la presencia de las típicas secreciones espumosas en la boca.
- Determinación periódica de la saturación de oxígeno ( $O_2$ ).
- Administración de oxígeno.

Las minas terrestres, dada su proximidad al cuerpo, producen cuando estallan lesiones devastadoras por la presión excesiva asociada a la explosión, con aparición de ondas de estrés que se propagan desde los pies al muslo.

Las explosiones ocurridas bajo el agua también provocan lesiones por explosión primarias, ya que el aumento de la densidad y la menor compresibilidad del agua aumentan en gran medida el riesgo de lesiones.

**Lesiones secundarias.** Las lesiones secundarias o por fragmentación tienen lugar cuando la víctima es golpeada por fragmentos primarios (partes del propio explosivo), fragmentos secundarios (partes del vehículo, cristales que vuelan, hormigón que cae y otros restos producidos por la explosión) o ambos. Las lesiones de este tipo comprenden heridas penetrantes, fracturas y laceraciones. La clasificación de la causa de estas lesiones viene determinada por la localización y la gravedad de las mismas. Se suelen producir muchas heridas superficiales de la piel y las extremidades, pero las lesiones oculares y torácicas determinan más morbilidad y deben recibir mayor prioridad. Las lesiones oculares por los restos de metal o cristal volantes son una importante causa de morbilidad asociada a los fragmentos secundarios.

**Lesiones terciarias.** Las lesiones terciarias se producen cuando la víctima: 1) es empujada contra un objeto o recibe un golpe por un objeto u objetos de gran tamaño propulsados por la explosión (*lesiones por traslación*), o 2) es aplastada por el hundimiento de la estructura asociado a la onda expansiva (no por la propia onda de presión de la explosión). Estas lesiones afectan al punto del impacto y la fuerza de la explosión se transfiere a otros órganos del cuerpo a medida que estos absorben la energía del impacto. Las lesiones terciarias suelen ser evidentes, pero el profesional de la asistencia prehospitalaria debe buscar lesiones asociadas según el tipo de impacto producido. Estas lesiones de la fase terciaria son similares a las que suceden en los pasajeros despedidos de un vehículo y en las caídas desde alturas importantes.

**Lesiones cuaternarias y quinarias.** Las explosiones pueden causar dos categorías más de lesiones. Las lesiones cuaternarias son las producidas por el calor o el humo generados tras la explosión y pueden determinar quemaduras, lesiones por inhalación e incluso la asfixia. La categoría más reciente, las lesiones quinarias, incluye los múltiples efectos sobre la salud derivados de aditivos presentes en las bombas, como bacterias, radiación y sustancias químicas. Una nueva clase de lesión quinaria que se ha incorporado recientemente a este grupo deriva de un ataque suicida con bomba en Israel en el cual se identificaron restos de tejido humano (es decir, fragmentos de hueso del suicida portador de la bomba), que quedaron incluidos en el cuerpo de las víctimas. Además de las lesiones provocadas, estos materiales pueden tener consecuencias psicológicas e infecciosas potencialmente devastadoras.

**Tratamiento.** Las lesiones secundarias y terciarias son las más evidentes y suelen ser las que reciben un tratamiento más intensivo. Las lesiones primarias son las más graves, pero a menudo pasan inadvertidas y a veces no llegan a sospecharse nunca. Para un tratamiento adecuado, resulta imprescindible que el profesional de la asistencia prehospitalaria haga una valoración correcta de los distintos tipos de lesiones. A menudo, las lesiones provocadas por las explosiones causan complicaciones graves que pueden, si se omiten o no se valoran en su justa medida, conllevar la muerte de la víctima. Por este motivo, todas las personas que se encontraran cerca de la fuente de una explosión y no presentan lesiones evidentes deben ser controladas de forma estrecha para descartar la aparición de secreciones espumosas y dificultad respiratoria, realizan-



**FIGURA 3-39** Una fractura en ojo de buey en el parabrisas es un importante indicio de que ha habido un impacto contra el cráneo y un intercambio de energía con el cráneo y la columna cervical.

do una determinación seriada de la saturación de oxígeno y administrando oxígeno según necesidad. Una reducción de la saturación de oxígeno es un signo precoz de advertencia de lesiones por «explosión» aunque no existan otros síntomas.

Aunque todas las lesiones deben ser tratadas de forma individual, las explosiones de bombas suelen ocasionar un gran número de víctimas y pueden reducir la capacidad de aplicar tratamientos individualizados. El limitado escenario en el que se producen estas lesiones en masa tras una explosión se trata típicamente usando el modelo de «asistencia aceptable mínima» desarrollado en Israel, según el cual se centran los recursos humanos y materiales en el mayor número de pacientes con posibilidades de sobrevivir posibles.

## Efectos regionales de los traumatismos contusos

El organismo se puede dividir en varias regiones: cabeza, cuello, tórax, abdomen, pelvis y extremidades. Cada región corporal se puede subdividir en: 1) la parte externa del cuerpo, en general formada por la piel, los huesos, las partes blandas, los vasos y los nervios; y 2) la parte interna del cuerpo, constituida por los órganos vitales internos. Las lesiones producidas por fuerzas de cizallamiento, cavitación o compresión se utilizan para abordar las posibles lesiones en cada componente y región.

### Cabeza

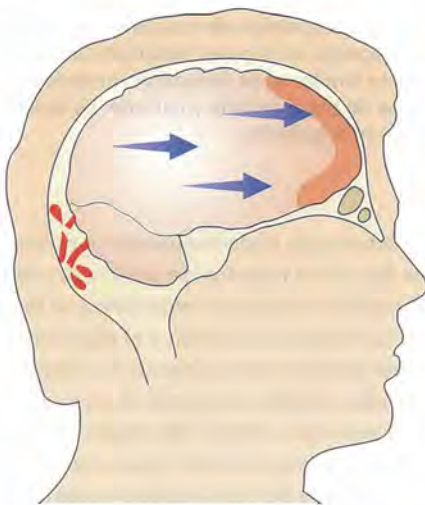
La única indicación de que la cabeza de un paciente sufrió un traumatismo por compresión o cizallamiento puede ser una lesión de las partes blandas del cuero cabelludo, una contusión del mismo o una rotura en ojo de buey del parabrisas (figura 3-39).

**Compresión.** Cuando el cuerpo se desplaza hacia delante con la cabeza por delante, como sucede en los choques frontales de vehículos o en las caídas con la cabeza por delante, esta es la primera que recibe el impacto y el intercambio de energía. El momento continuado del tronco comprime la cabeza. El intercambio inicial de energía tiene lugar en el cuero cabelludo y el cráneo y este puede comprimirse y fracturarse, empujando los fragmentos de hueso roto contra el encéfalo (figura 3-40).

Peter Pan



**FIGURA 3-40** Cuando el cráneo choca contra un objeto móvil, se fracturan partes del hueso que son empujadas hacia el interior del tejido encefálico.



**FIGURA 3-41** Cuando el cráneo interrumpe su movimiento hacia delante, el encéfalo sigue desplazándose en esa dirección. La parte del encéfalo más próxima al impacto resulta comprimida, contusionada y quizás incluso desgarrada, mientras que la porción más lejana al impacto se separa del hueso, rompiendo y desgarrando los vasos.

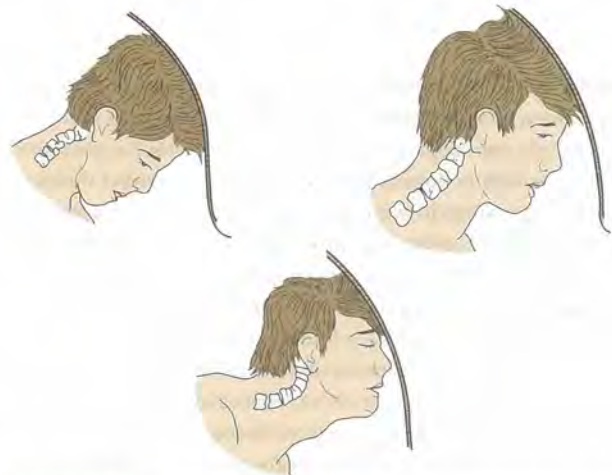
**Cizallamiento.** Una vez detenido el movimiento del cráneo hacia delante, el encéfalo continúa desplazándose, por lo que se comprime contra el cráneo intacto o fracturado, lo que da lugar a una conmoción, contusiones o desgarros. El encéfalo es blando y compresible, lo que hace que se acorte en sentido longitudinal. Su parte posterior continúa moviéndose hacia delante, separándose del cráneo que ya dejó de moverse. Al separarse del cráneo, el encéfalo distiende o rompe (cizalla) los vasos de la zona afectada (figura 3-41), con la consiguiente hemorragia en los espacios epidural, subdural o subaracnoideo. Si el encéfalo se separa de la médula espinal, lo más probable será que lo haga en la región del tronco encefálico.

**Cuello**

**Compresión.** La bóveda del cráneo es bastante fuerte y puede absorber el impacto de una colisión; sin embargo, la columna cer-



**FIGURA 3-42** A menudo, el cráneo interrumpe su movimiento hacia delante, mientras que el tronco no lo hace. Igual que el encéfalo queda comprimido en el interior del cráneo, el tronco continúa moviéndose anteriormente hasta absorber toda la energía. El punto más débil durante este movimiento hacia delante es la columna cervical.

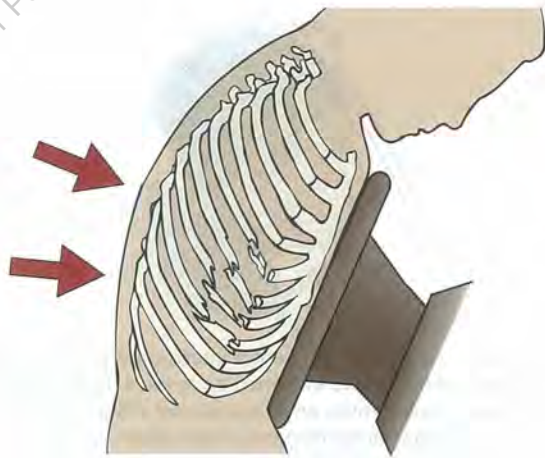


**FIGURA 3-43** La columna puede quedar comprimida a lo largo de su propio eje o puede angularse en hiperflexión o hiperextensión.

vical es mucho más flexible. La presión continua procedente del momento de fuerza del tronco hacia el cráneo inmóvil (figura 3-42) origina una angulación o compresión. La hiperextensión o la hiperflexión del cuello suelen provocar fracturas o luxaciones de las vértebras y lesiones de la médula espinal (figura 3-43). La compresión directa lineal aplasta los cuerpos óseos de las vértebras. Tanto la angulación como la compresión lineal pueden ser origen de una columna inestable.

**Cizallamiento.** El centro de gravedad del cráneo ocupa una posición anterior y superior con respecto al punto de unión con la columna ósea. Por tanto, un impacto lateral sobre el tronco cuando el cuello no está sujeto producirá una flexión lateral y rotación del cuello (véase figura 3-44). La flexión extrema o la hiperextensión también ocasionan lesiones por estiramiento de las partes blandas del cuello.

Peter Pan



**FIGURA 3-44** Las costillas forzadas hacia la cavidad torácica por la compresión externa suelen fracturarse por varios sitios, lo que da lugar a un cuadro clínico conocido como *volet torácico*.

### Tórax

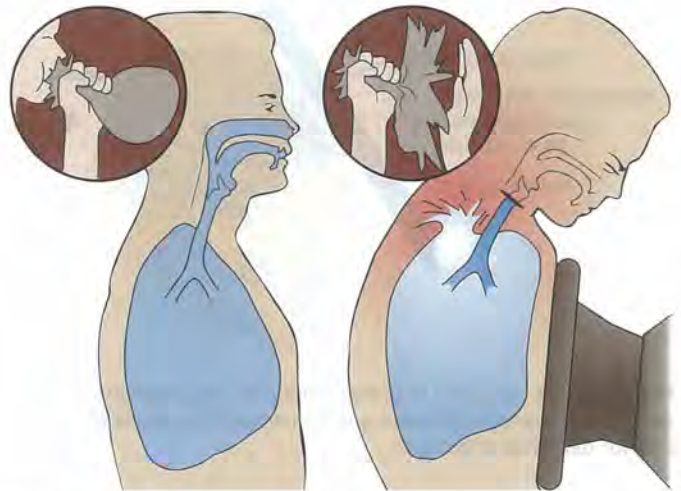
**Compresión.** Si el impacto de la colisión se centra en la parte anterior del tórax, el intercambio de energía inicial se hará en el esternón. Cuando este deje de moverse, la pared torácica posterior (músculos y columna dorsal) y los órganos de la cavidad torácica continuarán desplazándose hacia delante, hasta chocar contra él.

El movimiento continuado anterior de la parte posterior del tórax curva las costillas hasta que se supera su resistencia tensil. En este momento se puede desarrollar una fractura costal con *volet torácico* (figura 3-44). Este fenómeno es similar al descrito cuando un vehículo choca contra un terraplén (véase figura 3-9). La estructura del vehículo se curva, absorbiendo una parte de la energía. La parte posterior sigue moviéndose hacia delante hasta que el curvamiento de la estructura absorbe toda la energía. De igual forma, la pared torácica posterior sigue moviéndose hasta que las costillas absorben toda la energía.

La compresión de la pared torácica es frecuente en los impactos frontales y laterales y produce un interesante fenómeno denominado *efecto de bolsa de papel*, que puede dar lugar a un neumotórax. De manera instintiva, la víctima efectúa una inspiración profunda y la mantiene inmediatamente antes del impacto. La glotis se cierra y el pulmón queda sellado. Con el gran intercambio de energía del impacto, los pulmones pueden explotar, como sucede cuando se aplasta una bolsa de papel llena de aire (figura 3-45). También pueden sufrir compresiones y contusiones que pongan en peligro la ventilación.

Entre las lesiones por compresión de las estructuras internas del tórax se encuentra también la contusión cardíaca, que sucede cuando el corazón queda comprimido entre el esternón y la columna vertebral y que puede originar arritmias importantes.

**Cizallamiento.** El corazón, la aorta ascendente y el cayado aórtico gozan de una libertad relativa dentro del tórax. Por el contrario, la aorta descendente está firmemente unida a la pared torácica posterior y la columna vertebral. El movimiento que se produce es análogo al que surge cuando se sujetan los tubos fle-



**FIGURA 3-45** La compresión de los pulmones contra la glotis cerrada por un impacto en la pared anterior o lateral del tórax produce un efecto similar al de comprimir bruscamente entre las manos una bolsa de papel inflada y cerrada. La bolsa se rompe y lo mismo le sucede al pulmón.

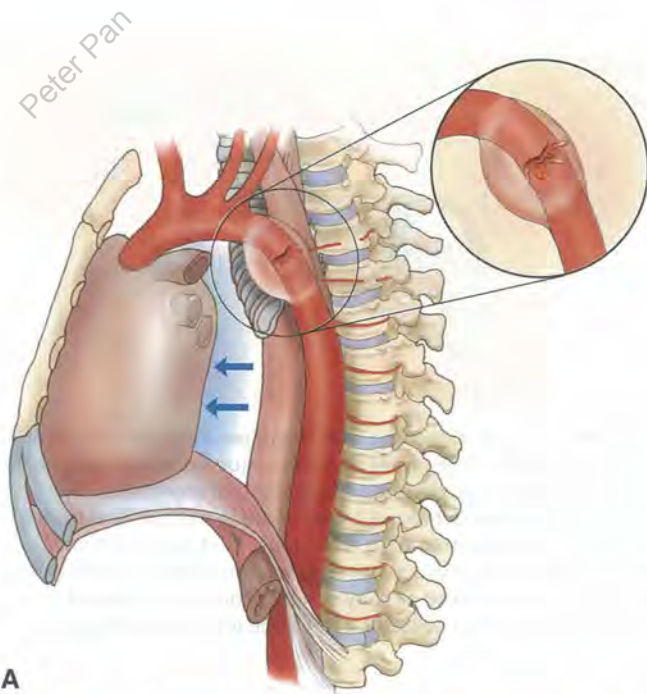
xibles de un estetoscopio inmediatamente por debajo de los tubos rígidos de las olivas mientras se desliza la campana de un lado a otro. Cuando la estructura esquelética se detiene de forma brusca con la colisión, el corazón y el segmento inicial de la aorta siguen moviéndose hacia delante. La fuerza de cizallamiento producidas pueden desgarrar el vaso en el punto de unión de ambas porciones, libre y fija (figura 3-46).

El desgarro de la aorta puede dar lugar a una rotura transversal inmediata y completa del vaso, aunque lo más frecuente es que las roturas sean sólo parciales y que una o varias capas de tejido permanezcan intactas. Sin embargo, las capas restantes están sometidas a mayor presión, por lo que los aneurismas postraumáticos, muy parecidos a las burbujas que se forman en el punto más débil de un neumático, son frecuentes. El aneurisma puede romperse en los minutos, horas o días siguientes al traumatismo original. Alrededor del 80% de estos pacientes muere en el lugar del accidente y en el momento del impacto inicial. Del 20% restante, una tercera parte fallece en las 6 horas siguientes, otra tercera parte lo hace en las 24 horas posteriores y el resto vive 3 días o más. El profesional de la asistencia prehospitalaria debe tener en cuenta la posibilidad de estas lesiones y proporcionar la información pertinente al personal hospitalario.

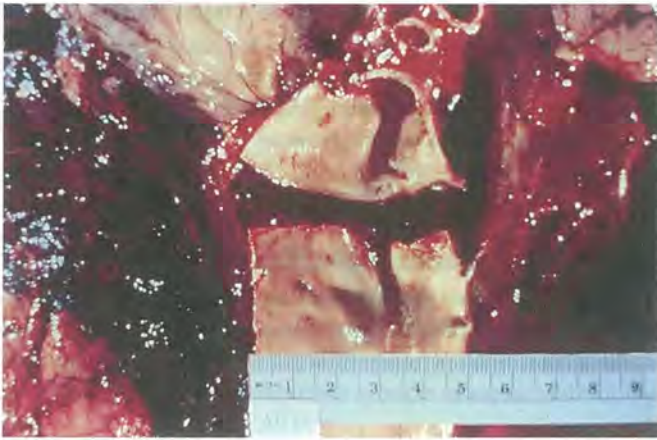
### Abdomen

**Compresión.** En una colisión con impacto frontal, los órganos internos comprimidos por la columna vertebral contra el volante o el salpicadero pueden romperse. El efecto de esta presión es similar al que se produciría si la víscera se situara sobre un yunque y se golpeará con un martillo. Los órganos sólidos que suelen sufrir lesiones por este mecanismo son el páncreas, el bazo, el hígado y los riñones.

La lesión puede ser también consecuencia de un aumento de la presión intrabdominal. El *diafragma* es un músculo de



A



B

**FIGURA 3-46** A. La aorta descendente es una estructura fija que se mueve con la columna dorsal. El cayado, la aorta ascendente y el corazón están más libres y se mueven. La aceleración del tronco en una colisión con impacto lateral o una desaceleración rápida del tronco en una colisión con impacto frontal provocan una diferencia de la velocidad del movimiento entre el complejo formado por el cayado y el corazón y la aorta descendente. B. Rotura en la unión entre el cayado aórtico y la aorta descendente.

(A, tomado de McSwain NE Jr, Paturas JL: *The basic EMT: comprehensive prehospital patient care*, ed 2, St Louis, 2001, Mosby.)

5 mm de espesor situado en la parte superior del abdomen, donde separa la cavidad abdominal de la torácica. Su contracción hace que la cavidad pleural se expanda durante la respiración. La pared anterior del abdomen tiene dos capas de fascia y un músculo muy fuerte. A la fascia se asocian tres capas musculares laterales y la columna lumbar con sus músculos que proporcionan resistencia a la pared abdominal posterior. Por debajo del diafragma se encuentra el peritoneo, formado por varias capas. El diafragma es la más débil de las paredes y estructuras que rodean la cavidad abdominal y puede desgarrarse o romperse cuando



**FIGURA 3-47** El diafragma puede romperse cuando aumenta la presión en el interior del abdomen.

do la presión intrabdominal aumenta (figura 3-47). Esta lesión tiene cuatro consecuencias:

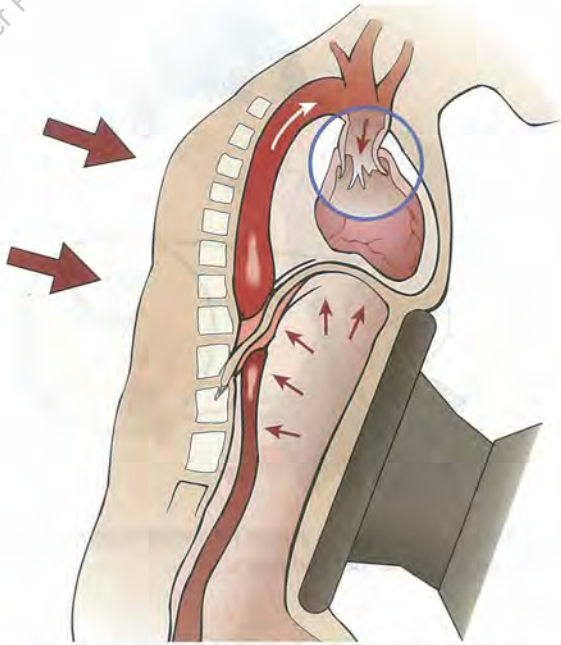
1. Se pierde el efecto de «fuelle» que normalmente crea el diafragma como componente esencial de la respiración.
2. Los órganos abdominales pueden penetrar en la cavidad torácica, reduciendo así el espacio disponible para la expansión de los pulmones.
3. La compresión de la irrigación puede hacer que los órganos desplazados sufran isquemia.
4. Si existe hemorragia intrabdominal, la sangre puede originar también un hemotórax.

Otra lesión secundaria al aumento de la presión intrabdominal es la rotura de la válvula aórtica provocada por el flujo sanguíneo retrógrado (figura 3-48). Es una lesión rara. Ocurre cuando una colisión con el volante o la implicación en incidentes de otro tipo (p. ej., caídas en una zanja o un túnel) provoca un rápido aumento de la presión intrabdominal, lo que ocasiona un incremento brusco de la presión arterial en la aorta. La sangre es empujada (de forma retrógrada) hacia la válvula aórtica a una presión suficiente para causar una rotura de las cúspides de las valvas.

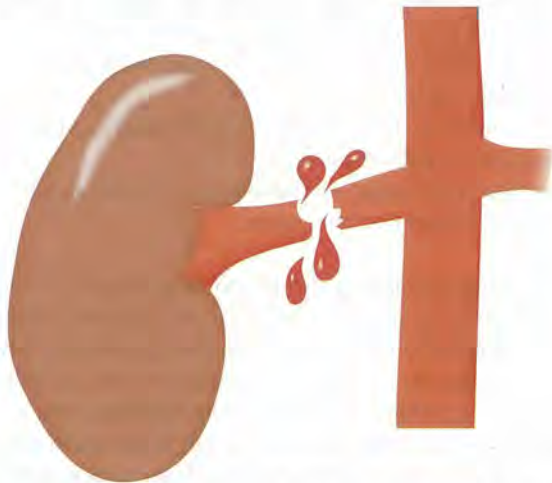
**Cizallamiento.** En los órganos abdominales, las lesiones de este tipo surgen en los puntos de fijación al mesenterio. Durante una colisión, el movimiento hacia delante del cuerpo cesa, pero los órganos continúan desplazándose, con los consiguientes desgarramientos en los puntos de fijación de las vísceras a la pared abdominal. Si el órgano tiene un pedículo de fijación (un tallo de tejido), la rotura tendrá lugar en el sitio en que el pedículo se fija al órgano, donde se une a la pared abdominal o en cualquier lugar de su trayecto (figura 3-49). Los órganos que pueden sufrir este tipo de lesiones son los riñones, el intestino delgado, el intestino grueso y el bazo.

Otro tipo de lesión frecuente durante la desaceleración es la rotura del hígado, causada por su impacto con el ligamento redondo. El hígado se encuentra suspendido del diafragma, pero su fija-

Peter Pan

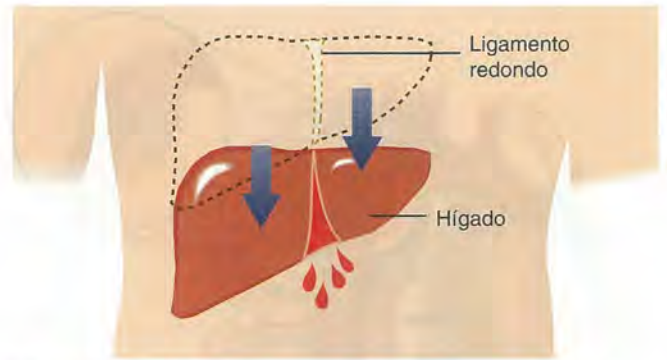


**FIGURA 3-48** El aumento de la presión intrabdominal puede forzar a la sangre en sentido retrógrado por la aorta hacia la válvula, que puede romperse.



**FIGURA 3-49** También pueden producirse roturas en el punto de unión de otros órganos con la pared abdominal. El bazo, los riñones y el intestino delgado son especialmente susceptibles a este tipo de fuerzas de cizallamiento.

ción a la pared abdominal posterior cerca de las vértebras lumbares es mínima. El ligamento redondo se inserta en la pared abdominal anterior en el ombligo y en el lóbulo izquierdo del hígado en la línea media del cuerpo. (El hígado no es una estructura de la línea media, sino que ocupa un mayor espacio en el lado derecho que en el izquierdo.) Una trayectoria descendente y por debajo en una colisión con impacto frontal o una caída sobre los pies hacen que el hígado arrastre consigo al diafragma cuando desciende con el ligamento redondo (figura 3-50). El ligamento redondo rompe el hígado de forma análoga a como un cuchillo corta un queso.



**FIGURA 3-50** El hígado no está sujeto por ninguna estructura fija. Su principal sostén es el diafragma, que se mueve libremente. Cuando el cuerpo se desplaza siguiendo una trayectoria descendente y por debajo, el hígado hace lo mismo. Si el tronco se detiene bruscamente pero el hígado no lo hace y continúa moviéndose hacia abajo sobre el ligamento redondo, este cortará el órgano. El fenómeno es muy similar al que se produce al empujar un alambre cortador a través de un bloque de queso.

Las fracturas de la pelvis se deben a traumatismos sobre la parte externa del abdomen y pueden dar lugar a lesiones de la vejiga o a roturas de vasos sanguíneos de la cavidad pélvica. Alrededor del 10% de los pacientes con fracturas de la pelvis también presenta lesiones genitourinarias.

## Traumatismos penetrantes

### Física de los traumatismos penetrantes

Los principios físicos expuestos al comienzo del capítulo se aplican también a los traumatismos penetrantes. Como ya se expuso, la energía cinética transmitida por un objeto que golpea a los tejidos del cuerpo se expresa mediante la fórmula siguiente:

$$EC = \frac{1}{2}mv^2$$

La energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma. Este principio tiene gran importancia para el conocimiento de los traumatismos penetrantes. Por ejemplo, aunque una bala de plomo se encuentra en un casquillo de latón relleno de polvo explosivo, la bala no tiene fuerza. Sin embargo, cuando el detonador explota, la pólvora se quema y produce gases que se expanden rápidamente y que se transforman en fuerza. Entonces, la bala sale del arma y se dirige hacia su diana.

Según la primera ley del movimiento de Newton, cuando esta fuerza actúa sobre el proyectil, la bala mantiene su velocidad y fuerza hasta que otra fuerza externa actúa sobre ella. Cuando la bala choca con algo, por ejemplo, un cuerpo humano, golpea a las células individuales del tejido. La energía (velocidad y masa) del movimiento de la bala se transforma en una energía que aplasta estas células y las separa (cavitación) de la trayectoria de la bala.

### Factores que influyen en el tamaño del área frontal

Cuanto mayor es el área frontal del proyectil en movimiento, mayor es el número de partículas con las que choca y, por tan-

**CUADRO 3-1 Balas expansivas**

Una fábrica de municiones situada en Dum Dum, India, produjo una bala que se expandía cuando chocaba contra la piel. Los expertos en balística establecieron que este diseño podía provocar más daños de los necesarios en una guerra, por lo que estos proyectiles fueron prohibidos en los conflictos armados. La Convención de Ginebra (1880) y el Tratado de San Petersburgo (1899) reafirmaron este principio, denunciando estos proyectiles «dum-dum» y otros proyectiles expansivos, como los de punta de plata, punta hueca, cartuchos o camisas de plomo con muesca y balas con camisa parcial.

to, mayor es el intercambio de energía que se produce y también la cavidad creada. El tamaño de la superficie frontal de un proyectil depende de tres factores: el perfil, la caída y la fragmentación. Estos factores permiten analizar el intercambio de energía potencial.

**Perfil.** El *perfil* se refiere al tamaño inicial del objeto y a si dicho tamaño cambia en el momento del impacto. El perfil, o área frontal, de un punzón es mucho menor que el de un bate de béisbol, que a su vez es menor que el de un camión. Un proyectil de punta hueca se aplasta y deforma como consecuencia del choque con un cuerpo y, por tanto, adquiere un área frontal mucho mayor que la que tenía antes de cambiar su forma. Las balas de punta hueca se aplastan y amplían con el impacto (cuadro 3-1). Esta modificación del perfil aumenta el área frontal, de forma que el número de partículas golpeadas es mayor y el intercambio de energía aumenta. La cavidad que se forma es más grande y las lesiones son mayores (figura 3-51).

En general, cuando una bala viaja por el aire tras ser disparada por un arma, golpea menos partículas de aire y mantiene casi toda su velocidad cuando su área frontal se mantiene pequeña y aerodinámica gracias a su forma cónica. Si el proyectil choca con la piel y se deforma cubriendo un área mayor, el intercambio de energía será mucho mayor que si el área frontal no aumentara. Por tanto, el proyectil ideal debería conservar la forma mientras pasa por el aire y sólo deformarse tras impactar.

**Caída.** La *caída* describe si el objeto cae y adopta dentro del cuerpo un ángulo distinto al que tenía en el momento de penetrar en él. El centro de gravedad de una bala en forma de cuña se encuentra más cerca de la base que de la punta. Cuando esta golpea contra algo, reduce su velocidad rápidamente. El momento de fuerza continúa llevando la base de la bala hacia delante y el centro de gravedad trata de pasar al punto más delantero de la bala. Este movimiento provoca un desplazamiento de extremo sobre extremo, o caída. Cuando la bala cae, los lados normalmente horizontales se convierten en los bordes de progresión, con lo que el número de partículas golpeadas es mucho mayor que cuando el punto de avance es la punta de la bala (figura 3-52). El intercambio de energía es mayor, con el consiguiente incremento de la lesión del tejido.



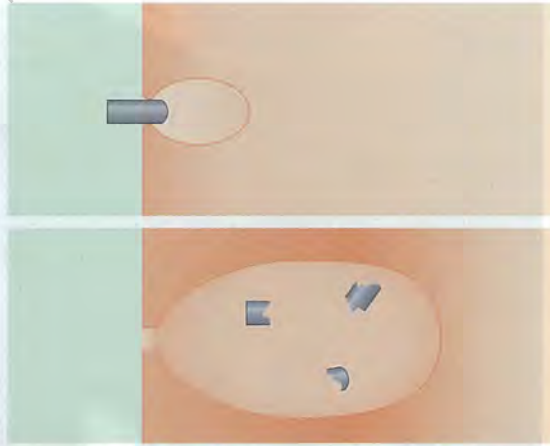
**FIGURA 3-51** Los cambios del perfil o la proyección de un traumatismo aumentan el número de partículas con las que choca y, por tanto, la cantidad de energía que se dispersa. (Tomado de McSwain NE Jr: Pulmonary chest trauma. En Moylan JD, editor: *Principles of trauma*. New York, 1992, Gower.)



**FIGURA 3-52** El movimiento de caída de un proyectil hace que las lesiones aumenten al máximo cuando el giro es de 90°.

**Fragmentación.** La *fragmentación* consiste en la rotura del objeto cuando penetra en el cuerpo. Las balas de punta blanda o con cortes verticales en la punta y las postas de seguridad que contienen muchos fragmentos pequeños aumentan la lesión del cuerpo cuando se rompen y separan tras el impacto. El área frontal de la masa de fragmentos producidos es mucho mayor que la de una sola bala sólida y la energía se dispersa con rapidez en los tejidos. Si el proyectil se rompe, los fragmentos se separarán, abarcando un área mayor, con las dos consecuencias siguientes: 1) aumenta el número de partículas de tejido golpeadas por la mayor proyección frontal, y 2) las lesiones se distribuyen en una porción más amplia del cuerpo, ya que el número de órganos golpeados es mayor (figura 3-53). Los múltiples perdigones de un disparo de escopeta originan resultados similares. Las he-

Peter Pan



A



B

**FIGURA 3-53** A. Un proyectil fabricado con plomo blando u otros materiales frágiles provocará lesiones en una zona más extensa y creará una absorción máxima de la energía, ya que el número de partículas que sufren el impacto es mucho mayor. B. Cuando el proyectil se disgrega en partículas más pequeñas, la fragmentación incrementa su área frontal y la distribución de la energía.

(B, tomado de McSwain NE Jr: Pulmonary chest trauma. En Moylan JA, director: *Principles of trauma*, New York, 1992, Gower.)

ridas por escopeta son un ejemplo excelente del patrón de lesiones por fragmentación (figura 3-54).

### Lesión y niveles de energía

El daño causado en una herida penetrante se puede calcular mediante la clasificación del objeto agresor en tres categorías según su capacidad energética, es decir, armas de energía baja, media o alta. Los traumatismos penetrantes se pueden deber a objetos que se enclavan, como los postes de verjas y las señales de tráfico en los accidentes de tráfico, los palos de esquí en los deportes de nieve y las lesiones por el manillar en los accidentes de bicicleta.

**Armas de baja energía.** Las armas de baja energía son las que se manejan con la mano, tales como cuchillos o punzones. Estos proyectiles sólo producen daños con sus puntas agudas o sus bordes afilados. Dado que son lesiones de baja velocidad, los tra-



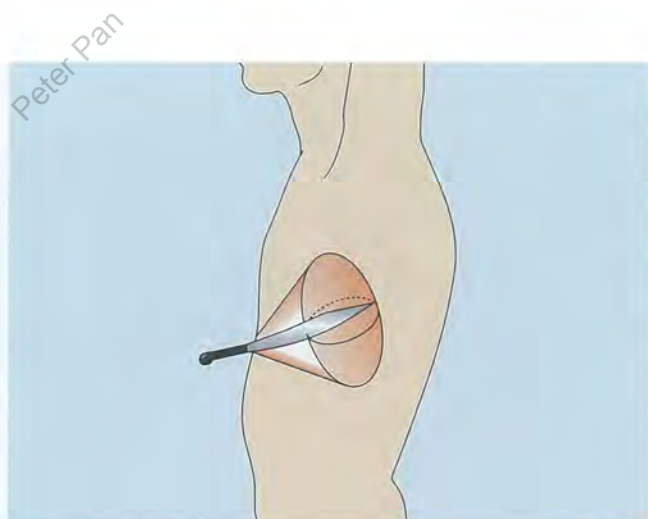
**FIGURA 3-54** Las lesiones por fragmentación más importantes son las provocadas por los disparos de escopeta.

matismos secundarios suelen ser escasos (es decir, la cavitación es menor). Las lesiones de estas víctimas pueden preverse trazando la trayectoria del arma en el interior del cuerpo. Si se ha extraído el objeto, el profesional de la asistencia prehospitalaria deberá identificar el tipo de arma utilizada y, si es posible, el sexo del agresor. Los varones tienden a clavar con el filo cortante de la hoja en el lado del dedo pulgar de la mano y con un movimiento ascendente o hacia dentro, mientras que la mujeres tienden a clavar hacia abajo y manteniendo el lado cortante de la hoja en el lado del meñique.

Un agresor puede apuñalar a su víctima y después mover el cuchillo dentro del cuerpo. Una sola herida de entrada puede dar una falsa sensación de seguridad. La herida de entrada quizá sea pequeña, pero las lesiones internas pueden ser amplias. El ámbito potencial de movimiento de la hoja introducida en el cuerpo es el área donde pueden aparecer las lesiones (figura 3-55).

Es importante valorar la posibilidad de otras lesiones asociadas. Por ejemplo, el diafragma puede alcanzar la línea de los pezones en una espiración profunda. Una herida penetrante en la parte inferior del tórax puede lesionar tanto las estructuras intratorácicas como las intrabdominales.

**Armas de energía media y alta.** Las armas de fuego pertenecen a dos grupos distintos, de energía media y de alta energía. Las de



**FIGURA 3-55** La lesión originada por un cuchillo depende del movimiento de la hoja en el interior de la víctima.



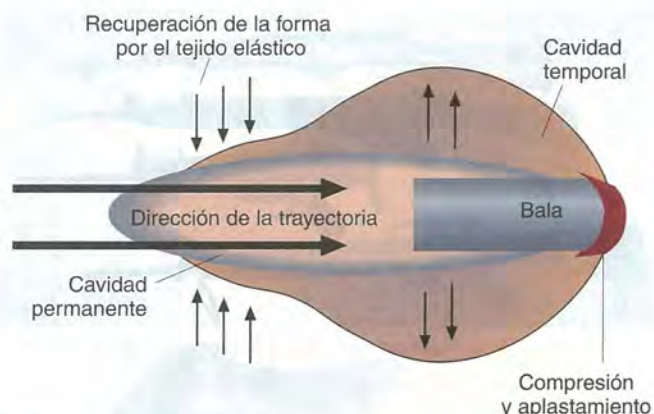
**FIGURA 3-56** Las armas de energía media suelen ser pistolas de cañón corto y con cartuchos de menor potencia.

(Tomado de McSwain NE Jr, Paturas JL: *The basic EMT: comprehensive prehospital patient care*, ed 2, St Louis, 2001, Mosby.)

energía media son las pistolas y algunos rifles. A medida que aumenta la cantidad de pólvora del casquillo, también lo hace la velocidad de la bala y, por tanto, su energía cinética (figura 3-56).

En general, las armas de media y alta energía no sólo lesionan directamente al tejido a lo largo del trayecto del proyectil, sino que también dañan los que se encuentran a los lados de la trayectoria. Las variables de perfil, caída y fragmentación influyen en la magnitud y dirección de las lesiones. La presión sobre las partículas de tejido, que se desplazan separándose del recorrido del proyectil, comprimen y distienden el tejido adyacente. Las armas de energía media siempre producen una cavidad temporal cuyo tamaño suele ser tres a seis veces mayor que el área frontal del proyectil (figura 3-57).

Las armas de alta energía son las de asalto, los rifles de caza y otras armas que disparan proyectiles de alta velocidad (figura 3-58). Estos proyectiles no sólo producen una trayectoria per-



**FIGURA 3-57** Una bala aplasta directamente los tejidos situados en su trayectoria, mientras que su onda produce una cavidad. La parte aplastada es permanente. La expansión temporal también puede provocar lesiones.

manente, sino que también crean una cavidad temporal mucho mayor que la asociada a los de velocidad menor. Esta cavidad temporal se expande mucho más allá de los límites del recorrido de la bala y lesiona un área mucho mayor de la que resulta evidente en la valoración inicial. La alteración de los tejidos es mucho más extensa con los objetos penetrantes de alta energía que con los de energía media. El vacío creado por esta cavidad arrastra la ropa, las bacterias y otros restos desde el área adyacente hacia la herida.

Un factor importante para predecir las lesiones originadas por un disparo de arma de fuego es la *distancia* a la que el arma (de energía media o alta) se dispara. La resistencia del aire reduce la velocidad del proyectil; por tanto, a mayor distancia, menores serán tanto la velocidad en el momento del impacto como las lesiones producidas. La mayoría de los disparos se realizan a distancias cortas con pistolas, por lo que la probabilidad de lesiones graves es alta.

### Heridas de entrada y salida

Tanto en el lugar de entrada en el cuerpo como en el trayecto del proyectil y en el lugar de salida se producen lesiones de los tejidos. Para determinar la trayectoria de las lesiones resulta esencial conocer la posición de la víctima, la del agresor y el arma utilizada.

La valoración de las heridas aporta una información muy útil para establecer el tratamiento del paciente y que debe transmitirse al servicio al que se traslada. ¿Indica el hallazgo de dos orificios en el abdomen de la víctima que un sólo proyectil entró y salió o que hay dos proyectiles en el interior del abdomen? ¿Cruzó el proyectil la línea media (en general, provocando lesiones más graves) o permanece en el mismo lado? ¿En qué dirección viajó el proyectil? ¿Qué órganos pueden encontrarse en su trayectoria?

Las heridas de entrada y salida suelen mostrar unos patrones identificables de lesión de las partes blandas. Una herida de entrada de un disparo está apoyada en los tejidos subyacentes, pero las de salida no tienen sostén. La primera es redonda u ovala-



**FIGURA 3-58** A. Armas de alta energía. B. Herida socavada en el cuero cabelludo por un proyectil disparado con un arma de alta velocidad. No había fracturas en el cráneo. C. Herida por una escopeta a alta velocidad en la pierna, que muestra una cavidad permanente de gran tamaño.

(A, tomado de McSwain NE Jr, Paturas JL: *The basic EMT: comprehensive prehospital patient care*, ed 2, St Louis, 2001, Mosby.)

da, dependiendo del trayecto de entrada, mientras que la segunda es una herida *estrellada* (figura 3-59). Dado que el proyectil está girando cuando penetra en la piel, deja una pequeña zona de abrasión (de 1 a 2 mm de tamaño) de color negro o sonrosado (figura 3-60), que no existe en la herida de salida. Si el cañón estaba apoyado en la piel en el momento del disparo, los gases en expansión se introducen en el tejido y ocasionan una crepitación a la palpación (figura 3-61). Estos gases calientes provocan una quemadura de la piel de 5 a 7 cm de diámetro, en una



**FIGURA 3-59** La herida de entrada es redonda u ovalada y la de salida es estrellada o lineal.

(Tomado de McSwain NE Jr, Paturas JL: *The basic EMT: comprehensive prehospital patient care*, ed 2, St Louis, 2001, Mosby.)



**FIGURA 3-60** La abrasión del borde indica que la bala se desplazó desde la parte superior derecha hacia la parte inferior izquierda.

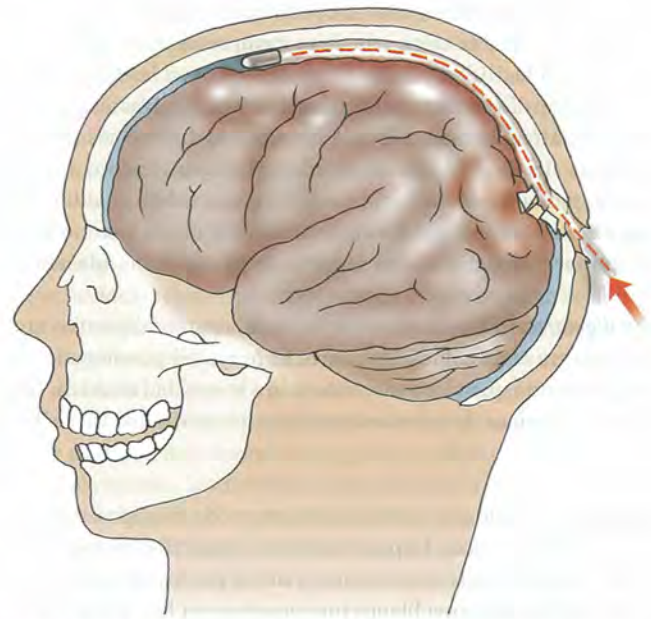
zona de 5 a 15 cm el humo se adhiere a la piel y en un área de 25 cm las partículas de pólvora en combustión tatan la superficie cutánea con pequeñas zonas (de 1 a 2 mm) quemadas (figura 3-62).

### Efectos regionales de los traumatismos penetrantes

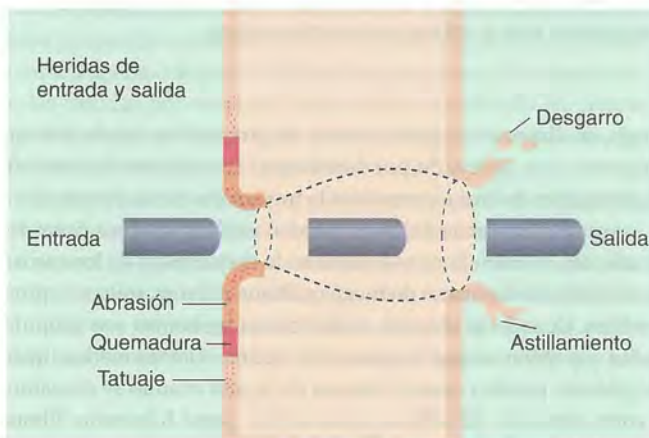
En esta sección se exponen las lesiones que los traumatismos penetrantes originan en las distintas partes del cuerpo.



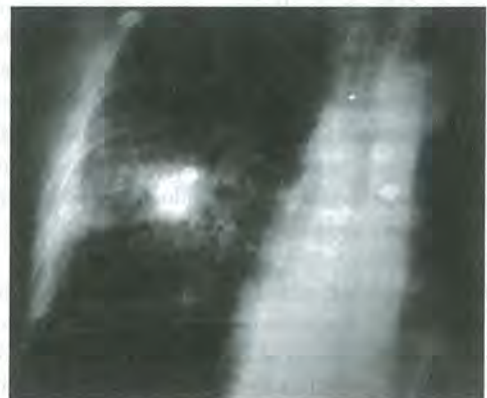
**FIGURA 3-61** Los gases calientes procedentes del extremo de un cañón situado en la proximidad de la piel producen quemaduras de espesor parcial o total.



**FIGURA 3-63** La bala puede seguir la curvatura del cráneo. (Tomado de McSwain NE Jr, Paturas JL: *The basic EMT: comprehensive prehospital patient care*, ed 2, St Louis, 2001, Mosby.)



**FIGURA 3-62** El giro y la compresión en el lugar de entrada ocasionan agujeros redondos u ovales. En la salida, la herida se abre por la presión



**FIGURA 3-64** Lesión pulmonar producida por la cavidad a distancia del punto de impacto.

**Cabeza.** Cuando un proyectil penetra en el cráneo, la energía se distribuye en un espacio cerrado. Las partículas aceleradas que se separan del proyectil son lanzadas contra el cráneo subyacente, que no puede expandirse igual que lo hace la piel. Por tanto, el tejido encefálico se comprime contra el interior del cráneo y las lesiones son mayores que las que aparecerían si pudiera expandirse libremente. Con una fuerza suficiente, el cráneo puede explotar de dentro hacia fuera.

Una bala podrá seguir una trayectoria curva en el interior del cráneo si penetra en ángulo y su fuerza es insuficiente para salir por otro lado; esta trayectoria puede provocar lesiones importantes (figura 3-63). Debido a esta característica, las armas de velocidad media, tales como las pistolas de calibre 22 o 25, se conocen como «armas de asesinos».

**Tórax.** Dentro de la cavidad torácica hay tres grandes grupos de estructuras torácicas: el aparato respiratorio, el aparato cardiovascular y el tubo digestivo.

**Aparato respiratorio.** El tejido pulmonar es menos denso que la sangre, los órganos sólidos o el hueso; por tanto, las lesiones que producen los objetos penetrantes en el tejido pulmonar son menores que las que sufren otros tejidos torácicos. La mayor parte del área atravesada por el proyectil es aire, el número de partículas golpeadas y, por tanto, la energía transferida son menores, y la lesión es menos grave. A pesar de ello, las lesiones pulmonares pueden ser clínicamente importantes (figura 3-64).

**Aparato cardiovascular.** Los vasos pequeños que no están fijados a la pared del tórax pueden ser empujados sin sufrir lesiones im-

mayor calibre pueden conservar suficiente velocidad para ocasionar lesiones en órganos profundos, a pesar de la gran distancia. El responsable de la asistencia prehospitalaria también debe tener en consideración los efectos acumulados de las múltiples heridas por los proyectiles y su localización, centrándose en los tejidos sensibles. Una *exposición adecuada* es esencial para explorar a todos los pacientes que han sufrido un traumatismo y las heridas por arma de fuego no representan una excepción.

Se deben tener en consideración estas características variables para valorar los patrones de las lesiones en los pacientes con heridas por arma de fuego. Por ejemplo, una herida circular única podría representar una lesión a bocajarro o realizada a corta distancia disparada con un arma que conserva los proyectiles agrupados en una columna densa. Por el contrario, también podría ser una lesión realizada a distancia intermedia o lejana con un proyectil solitario de mayor calibre. Sólo la exploración detallada de las lesiones permitirá distinguirlas de las que posiblemente determinen un daño importante de estructuras internas a pesar de las características notablemente distintas de los proyectiles.

Las heridas a bocajarro o a corta distancia en el tórax pueden provocar un neumotórax abierto impresionante y el intestino se puede eviscerar en este tipo de heridas en el abdomen. En algunos casos una sola bala disparada a una distancia intermedia podría penetrar lo bastante profunda para perforar el intestino, lo que acabaría provocando una peritonitis, o para causar una lesión de una arteria principal con la consiguiente afectación vascular de una extremidad. Como alternativa, un paciente que presenta múltiples lesiones pequeñas y dispersas puede tener docenas de heridas de entrada. Sin embargo, podría ocurrir que ninguno de los proyectiles hubiera conservado la suficiente energía para penetrar en la fascia ni para provocar lesiones en las estructuras internas.

Aunque la atención inmediata de los pacientes siempre debe ser prioritaria, cualquier información (tipo de arma, distancia sospechada entre el paciente y el arma, número de disparos realizados) que el personal responsable de la asistencia prehospitalaria pueda reunir en la escena del disparo y transmitir al centro que reciba al paciente puede ayudar a realizar una valoración diagnóstica apropiada y a tratar a los heridos por arma

de fuego. Además, el reconocimiento de los distintos tipos de heridas puede ayudar a los proveedores de la asistencia a mantener un elevado índice de sospecha de posibles lesiones internas independientemente de la impresión inicial sobre la lesión.

## Utilización de la cinemática para la evaluación

Es necesario conocer la cinemática para poder valorar a un paciente traumatizado. Por ejemplo, en un conductor que choca contra el volante (traumatismo contuso) aparecerá una gran cavidad en la parte anterior del tórax en el momento del impacto; sin embargo, el tórax recupera de manera rápida y completa, o casi completa, su forma original cuando rebota desde el volante. Si dos profesionales de la asistencia prehospitalaria examinan al paciente por separado y uno de ellos tiene conocimientos de cinemática y el otro la desconoce, este último sólo se preocupará de los hematomas torácicos visibles. Por otra parte, el conocedor de la cinemática sabrá que en el momento del impacto se produjo una gran cavidad, que las costillas debieron doblarse hacia el interior para que esta cavidad se formara y que el corazón, los pulmones y los grandes vasos sufrieron una compresión. Por tanto, sospechará que pueden existir lesiones cardíacas, pulmonares, de los grandes vasos y de la pared torácica. El otro profesional de la asistencia prehospitalaria no tendrá en cuenta estas posibilidades.

Un profesional de la asistencia prehospitalaria con conocimientos de cinemática valorará las lesiones, tratará al paciente e iniciará la evacuación de una forma más intensiva, sospechando la posibilidad de lesiones intratorácicas graves en lugar de reaccionar ante lo que, por otra parte, parece ser un traumatismo cerrado y menor de las partes blandas. La identificación precoz, el conocimiento adecuado y el tratamiento correcto de las lesiones subyacentes influyen de forma importante en la supervivencia o muerte del paciente.

## RESUMEN

La integración de los principios de la cinemática de los traumatismos en la valoración de los pacientes traumatizados es la clave para descubrir lesiones que, de otro modo, podrían pasar inadvertidas. Si no se sospechan, no se detectarán y, por tanto, no se tratarán; estas lesiones contribuyen de manera importante a la morbilidad y la mortalidad asociadas a los traumatismos. El conocimiento completo de la cinemática de los traumatismos es importante también para la creciente intervención de los profesionales de la asistencia prehospitalaria

en la prevención de las lesiones. Al aplicar la cinemática de los traumatismos hay que considerar tanto la física de la energía como el efecto de la energía cinética sobre las estructuras del cuerpo.

La energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma. La energía cinética de un objeto, expresada en función de su velocidad y masa, se transfiere a otro objeto mediante el contacto. Los daños del objeto o el tejido corporal que sufre el impacto no dependen sólo de la cantidad de energía cinética aplicada, sino

también de su capacidad para tolerar las fuerzas que recibe. El conocimiento de las estructuras corporales que tiene el profesional de la asistencia prehospitalaria, combinado con los indicios sobre los tipos de fuerzas y la cantidad de energía implicados, le permiten realizar una previsión significativa de las lesiones probables.

Aplicando un proceso de pensamiento crítico para relacionar la energía cinética con las posibles lesiones, se deben planear y responder las siguientes preguntas:

- ¿Cuál fue el mecanismo traumático?
- ¿Se trata de un impacto, una explosión, una caída o un traumatismo penetrante?

#### *Traumatismos contusos*

- ¿Qué tipo de impacto tuvo lugar: frontal, lateral, posterior, con rotación, vueltas de campana o angular?
- ¿Salió despedida la víctima?
- ¿Cuántos impactos se produjeron? Por ejemplo, ¿salió despedida la víctima y después golpeó contra otro vehículo? ¿Sufrió golpes diversos la víctima de una agresión?
- ¿Qué velocidades intervinieron?
- ¿Cuál fue la distancia de frenado (o el tiempo)?
- ¿Llevaba la víctima dispositivos de protección adecuados y los utilizaba correctamente (p. ej., cinturones de seguridad, airbag, casco, sistemas de protección)?
- En el escenario al realizar la clasificación, ¿qué víctimas tienen mayores probabilidades de haber sufrido lesiones graves?
- ¿Qué parte del cuerpo impactó contra otro objeto? Por ejemplo, ¿intervino un mecanismo de trayectoria ascendente y por encima por el que la cabeza o el tórax de

la víctima golpearon contra el interior del vehículo? ¿Se empleó un bate, una tubería, los puños u otro arma para golpear a la víctima de una agresión?

- ¿Es la víctima un niño o un adulto? ¿Cómo variará el patrón de las lesiones?

#### *Caídas*

- ¿Desde dónde cayó la víctima y qué relación hay entre la distancia de la caída y la talla del paciente?
- ¿Sobre qué tipo de superficie cayó la víctima?
- ¿Tiene la víctima varios impactos producidos por objetos con los que chocó durante la caída?
- ¿Qué parte del cuerpo de la víctima sufrió el impacto inicial al llegar al suelo?

#### *Explosión*

- ¿Qué distancia había entre la víctima y la explosión?
- ¿Qué lesiones de las fases primaria, secundaria y terciaria deben sospecharse?

#### *Traumatismos penetrantes*

- ¿Qué tamaño y sexo tenía el agresor?
- ¿Qué tipo de arma utilizó?
- ¿Desde qué ángulo se produjeron las lesiones?
- Si se empleó un arma de fuego, ¿existen indicios de la velocidad y el tipo del proyectil?
- ¿Qué distancia había entre el cuerpo y el arma?
- ¿Cuál es el patrón de lesión más probable?

El uso de esta información permitirá al profesional de la asistencia prehospitalaria mejorar de forma significativa las tasas de incidencia, morbilidad y mortalidad provocadas por las lesiones.



## RESOLUCIÓN DEL CASO

El conductor del vehículo que recibió un impacto lateral se está quejando y tiene un bajo nivel de consciencia. Respira a una frecuencia aproximada de 10 por minuto. Dado el mecanismo de la lesión y los hallazgos de la valoración primaria (inicial), el personal paramédico avisa a un equipo traumatológico de guardia, solicitando un helicóptero para el transporte y decide realizar una extracción rápida. Cuando el tiempo invertido en el transporte por tierra hasta un centro traumatológico sea significativamente superior al tiempo que tarda en llegar el helicóptero, incluido el que invierte en alcanzar el lugar del accidente, se podría solicitar que venga uno. Los profesionales de la emergencia prehospitalaria administran oxígeno a 15 l/min a través de una mascarilla sin sistema de reinhalación y aseguran al pa-

ciente en una camilla larga con un collarín cervical y bloques para la cabeza. Durante el traslado se debe poner dos vías intravenosas (IV) de gran calibre con salino normal. Según el protocolo local estas vías IV deberían mantenerse a una velocidad suficiente para mantener la vena abierta o bien a flujo completo. Las posibles lesiones incluyen graves daños esplénicos y en el riñón izquierdo, volet torácico lateral, contusión pulmonar, neumotórax, desgarró de la arteria aorta, fracturas pélvicas y fracturas claviculares. Las posibles lesiones del paciente que recibió un impacto frontal incluyen fractura de la columna cervical, traumatismo craneal, desgarró de la aorta, compresión esplénica, hepática y pancreática, desgarró por exceso de presión del diafragma, neumotórax y contusión cardíaca. ■

## Lecturas recomendadas

- Alderman B, Anderson A: Possible effect of airbag inflation on a standing child. In Proceedings of 18th American Association of Automotive Medicine, September 1974.
- American College of Surgeons (ACS) Committee on Trauma: *Advanced trauma life support course*, Chicago, 2002, ACS.
- Anderson PA, Henley MB, Rivara P, Maier RV: Flexion distraction and chance injuries to the thoracolumbar spine, *J Orthop Trauma* 5(2):153, 1991.
- Anderson PA, Rivara FP, Maier RV, Drake C: The epidemiology of seatbelt-associated injuries, *J Trauma* 31(1):60, 1991.
- Bartlett CS. Gunshot wound ballistics, *Clin Orthop* 408:28, 2003.
- DePalma RG, Burris DG, Champion HR, Hodgson MJ: Current concepts: blast injuries, *N Engl J Med* 352:1335, 2005.
- Di Maio VJM: *Gunshot wounds: practical aspects of firearms, ballistics and forensic techniques*, Boca Raton, Fla, 1999, CRC Press.
- Fackler ML, Surinchak JS, Malinowski JA, Bowen RE: Bullet fragmentation: a major cause of tissue disruption, *J Trauma* 24:35, 1984.
- Fackler ML, Surinchak JS, Malinowski JA, Bowen RE: Wounding potential of the Russian AK-47 assault rifle, *J Trauma* 24:263, 1984.
- Garrett JW, Braunstein PW: The seat belt syndrome, *J Trauma* 2:220, 1962.
- Huelke DF, Mackay GM, Morris A: Vertebral column injuries and lap-shoulder belts, *J Trauma* 38:547, 1995.
- Huelke DF, Moore JL, Ostrom M: Air bag injuries and occupant protection, *J Trauma* 33(6):894, 1992.
- Jochs H, Massie D, Pichler R: Vehicle aggressivity: fleet characterization using traffic collision data, Washington, DC, 1998, NHTSA/Department of Transportation.
- McSwain NE Jr: Kinematics. In Mattox KL, Feliciano DV, Moore EE, editors: *Trauma*, ed 4, New York, 1999, McGraw-Hill.
- McSwain NE Jr, Brent CR: Trauma rounds: lipstick sign, *Emerg Med* 21:46, 1988.
- National Safety Council (NSC): *Accident facts 1994*, Chicago, 1994, NSC.
- Ordog GJ, Wasserberger JN, Balasubramaniam S: Shotgun wound ballistics, *J Trauma* 28:624, 1988.
- Oreskovich MR, Howard JD, Compass MK, et al: Geriatric trauma: injury patterns and outcome, *J Trauma* 24:565, 1984.
- Rutledge R, Thomason M, Oller D, et al: The spectrum of abdominal injuries associated with the use of seat belts, *J Trauma* 31(6):820, 1991.
- States JD, Annechiarico RP, Good RG, et al: A time comparison study of the New York State Safety Belt Use Law utilizing hospital admission and police accident report information, *Accid Anal Prev* 22(6):509, 1990.
- Swierzewski MJ, Feliciano DV, Lillis RP, et al: Deaths from motor vehicle crashes: patterns of injury in restrained and unrestrained victims, *J Trauma* 37(3):404, 1994.
- Sykes LN, Champion HR, Fouty WJ: Dum dums, hollowpoints, and devastators: techniques designed to increase wounding potential of bullets, *J Trauma* 28:618, 1988.

## Objetivos del capítulo

---

*Al finalizar este capítulo, el lector deberá ser capaz de:*

- ✓ Identificar las posibles amenazas para la seguridad del paciente, los transeúntes y el personal de emergencias frecuentes en todos los escenarios de las emergencias.
- ✓ Identificar posibles amenazas propias de una situación determinada, como por ejemplo un accidente de tráfico (AT).
- ✓ Integrar el análisis de la seguridad de la situación, del escenario que existe y de la cinemática dentro de la valoración del paciente traumatizado para adoptar las decisiones de cuidado del mismo.
- ✓ Describir los pasos adecuados para atenuar las posibles amenazas para la seguridad.
- ✓ Adoptar las decisiones de clasificación de los pacientes en una gran catástrofe (incidente con materiales peligrosos, armas de destrucción masiva) en función de los hallazgos en la valoración.

# La escena





## CASO CLÍNICO

Le despiertan a las 4 de la mañana de un sábado para que acuda al lugar donde se ha producido el atropello de una persona por un vehículo. Mientras circula con la ambulancia, se da cuenta de que está lloviendo y hace 10 °C. En el aviso se le da más información, como que tras golpear al peatón, el vehículo ha chocado contra un poste. Se está produciendo fuga de líquido del vehículo hacia la calle, lo que genera una sábana con el agua de lluvia. Según el aviso, los transeúntes dicen que el atropellado ha perdido el conocimiento. Al llegar, usted no detecta más amenazas para la seguridad cuando analiza la situación.

¿Qué le preocupa de esta situación? ■

El responsable de la asistencia prehospitalaria tiene tres prioridades cuando llega al lugar del incidente:

1. La primera prioridad de todas las personas que participan en un incidente con traumatismos es valorar la situación. La *valoración de la situación* implica establecer que el lugar es seguro y plantearse con detenimiento la naturaleza exacta de la situación. Es posible empezar a valorar la seguridad del lugar y de la situación durante el desplazamiento a la misma en función de los datos que suministra el aviso, cuando la unidad del servicio de emergencia médica (SEM) llega al lugar del incidente y también cuando los profesionales responsables de la asistencia se acercan al paciente; sin embargo, los aspectos que se identifiquen en esta valoración deben ser resueltos antes de empezar a valorar a los pacientes concretos. En algunas situaciones, como el combate o las situaciones tácticas, este aspecto resulta todavía más decisivo y puede modificar los métodos de aplicación de los principios de asistencia de los pacientes.

2. Tras valorar la situación, se puede empezar a evaluar a los pacientes concretos. Este tema se analiza de forma detallada en el capítulo 5. La valoración de la situación incluye una forma abreviada de clasificación de manejar que los pacientes con lesiones más graves sean valorados en primer lugar. El orden de prioridad que se debe seguir es: a) lesiones que pueden causar la muerte, b) lesiones que pueden traducirse en la pérdida de un miembro, y c) todas las demás lesiones que no pueden provocar la muerte ni la pérdida de un miembro.

3. Si en la escena hay más de un paciente, la situación se deberá clasificar como un incidente con múltiples pacientes o como gran catástrofe (GC). En las GC las prioridades cambian y ya no se concentran los recursos en los pacientes más graves, sino que se trata de salvar el máximo número de vidas posibles, es decir, dar el máximo beneficio al mayor número que sea posible. En la sección final de este capítulo se aborda el tema de la clasificación de pacientes.

## Valoración de la escena

La valoración del paciente empieza mucho antes de que el profesional del SEM llegue a su lado. El aviso es el principio de este proceso porque aporta la información inicial sobre el incidente y el paciente según los informes de los testigos o la información aportada por otras unidades de asistencia prehospitalaria que hayan acudido al lugar antes. El proceso de recogida de información sobre el terreno empieza nada más llegar al lugar del incidente. Antes de establecer contacto con el paciente, el profesional de la asistencia prehospitalaria puede evaluar la situación: 1) observando a los familiares y los transeúntes; 2) valorando las consecuencias del incidente, y 3) obteniendo una impresión general sobre la situación. Se puede predecir la mayor parte de las lesiones del paciente si se conoce la cinemática y sus efectos sobre él.

Tomarse el tiempo necesario para prepararse mentalmente para el aviso y la práctica de habilidades de comunicación básica con sus compañeros puede marcar la diferencia entre un buen manejo de la situación y un afrontamiento hostil (o incluso una agresión física). Las mejores herramientas son la buena observación, la percepción y la capacidad de comunicación.

El aspecto de la escena le generará una impresión que condicionará toda la valoración; por tanto, la valoración correcta de la situación tiene una importancia vital. Se consigue reunir mucha información sencillamente mirando, escuchando y clasificando la máxima información posible, entre otra los mecanismos lesionales, la situación actual y el grado global de seguridad.

Las condiciones de la escena pueden mejorar o empeorar, igual que la situación general del paciente. Una valoración inicial de la situación que no se reevalúa después por si se han producido cambios puede generar graves consecuencias para el profesional y el paciente.

La valoración de la escena incluye los dos componentes principales siguientes:

1. *Seguridad.* La principal consideración cuando se llega a cualquier escenario es la seguridad del personal médico y

de rescate. No se deben realizar intentos de rescate por parte de personal sin formación en las técnicas necesarias. Cuando el personal médico se convierte en una víctima, ya no podrá ayudar a las personas lesionadas y engrosará la cifra de pacientes, al tiempo que reducirá el número de profesionales capaces de asistirlos. La asistencia del paciente debe esperar hasta que la situación sea segura.

La seguridad de la situación no sólo implica seguridad para el responsable del rescate, sino también para el paciente. En general, los pacientes que estén en situación de peligro deben ser trasladados a un lugar seguro antes de empezar la valoración y el tratamiento. Entre las amenazas para la seguridad del paciente o el equipo de rescate se incluyen el fuego, las líneas eléctricas caídas, los explosivos, los materiales peligrosos, incluidos la sangre y los líquidos corporales, el tráfico, las corrientes de agua, las armas (p. ej., cuchillos, pistolas) y las condiciones ambientales. Además, en algunos escenarios existe un agresor, que puede lesionar al paciente, al equipo de rescate o a otras personas.

2. **Situación.** Tras la valoración de la seguridad se debe proceder a valorar la situación. ¿Qué sucedió realmente en la escena? ¿Por qué se solicitó ayuda? ¿Cuál fue el mecanismo de la lesión (cinemática) y qué fuerzas y energías produjeron las lesiones de las víctimas? (véase capítulo 3). ¿Cuántas personas están implicadas y de qué edades? ¿Se necesitan más unidades de SEM para el tratamiento y el transporte? ¿Se necesita ayuda mutua? ¿Se necesita más personal o recursos (p. ej., agentes de la ley, bomberos, compañía eléctrica)? ¿Se necesita equipo de rescate o extracción especiales? ¿Es preciso el transporte en helicóptero? ¿Se necesita un médico para facilitar la clasificación de los pacientes? ¿Podría existir un problema médico como factor desencadenante del traumatismo (p. ej., se produjo el accidente de coche por un ataque al corazón sufrido por el conductor)?

Los aspectos relacionados con la seguridad y la situación se solapan bastante; muchos temas de seguridad son específicos de determinadas situaciones y algunas situaciones plantean graves riesgos para la seguridad. Estos aspectos se analizan de forma detallada en las siguientes secciones.

## Temas de seguridad

### Seguridad del tráfico

La mayor parte de los profesionales de los SEM que mueren o sufren lesiones cada año están atendiendo incidentes relacionados con vehículos de motor<sup>1</sup>. Aunque la mayor parte se relacionan con colisiones directas de las ambulancias durante la fase de respuesta, una serie de estos accidentes mortales y lesiones se producen mientras se está trabajando en la escena de una colisión entre vehículos de motor (CVM). En EE. UU. las CV produjeron más de 1,9 millones de respuestas de los SEM en 2003<sup>2</sup>. Muchos factores pueden contribuir a la muerte o la lesión del personal



**FIGURA 4-1** Un número importante de profesionales prehospitalarios que sufren lesiones o mueren se encontraban trabajando en el lugar de una colisión entre vehículos de motor (Tomado de McSwain N, Paturas J: *The Basic EMT*, ed 2, St Louis, 2003, Mosby)

prehospitalario en la escena de una CVM (figura 4-1). Algunos factores, como las condiciones climatológicas (p. ej., hielo, nieve, lluvia, niebla), no se pueden modificar; sin embargo, el profesional debe saber que estas condiciones existen y puede comportarse como corresponde para mitigar estas situaciones<sup>3</sup>.

### Condiciones atmosféricas/luminosidad

Muchas respuestas prehospitalarias tras una CVM tienen lugar en condiciones meteorológicas adversas o durante la noche. Estas condiciones atmosféricas varían en función de la región geográfica y del momento del año. Muchas regiones se ven sometidas a nieves y hielos durante los meses de invierno, mientras que en las montañas y las costas aparecen nieblas. Las tormentas con lluvia son frecuentes en la mayor parte de las regiones geográficas y en otras pueden aparecer tormentas de arena. El tráfico que pasa por la zona puede no ver o no ser capaz de pararse a tiempo para evitar a los vehículos o el personal de emergencias aparcado en la zona.

### Diseño de las autovías

Las autovías de alta velocidad y acceso limitado se han diseñado para permitir el movimiento de un gran volumen de tráfico de una forma eficiente en áreas urbanas, pero cuando se produce una colisión el colapso del tráfico y las ganas de enterarse de los demás conductores generan situaciones peligrosas para los profesionales prehospitalarios. Los agentes de la ley se muestran en general reticentes a cortar una autovía de acceso limitado y luchan por mantener el flujo de vehículos en marcha. Aunque puede parecer que esto genera daños adicionales a los profesionales, puede evitar que se produzcan más alcances por detrás debidos al colapso de los vehículos.

Las carreteras rurales plantean otro tipo de problemas. Aunque el volumen de tráfico es muy inferior al de las carreteras urbanas, la naturaleza sinuosa, estrecha y montañosa de estas vías condiciona que la visibilidad para los conductores sea muy corta cuando se aproximan al lugar de una CVM. Las carreteras rurales pueden no estar tan bien mantenidas como las urbanas, lo que determina una situación de deslizamiento tras una tormenta, lo que puede co-

ger desprevénidos a los conductores. Las áreas de nieve, hielo o niebla que causaron el accidente original podrían persistir antes de la llegada de los SEM y pueden condicionar que las condiciones para los conductores que llegan pueden no ser las óptimas.

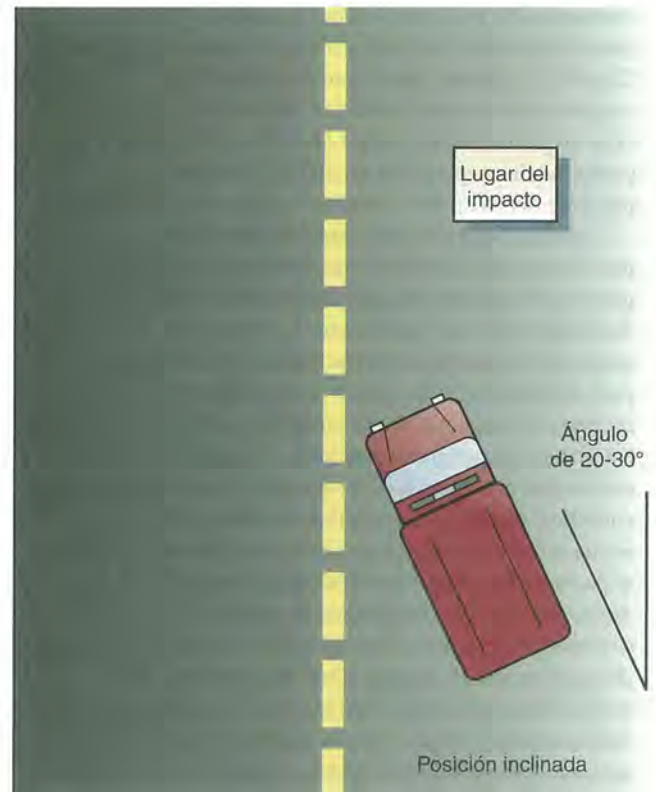
### Estrategias de mitigación

Resultaría más seguro responder a una CVM sólo durante las horas diurnas y en días claros; por desgracia, los profesionales prehospitalarios tienen que dar respuesta en todos los momentos del día y con cualquier condición meteorológica. Sin embargo, se pueden adoptar algunas medidas para reducir el riesgo de convertirse en una víctima mientras se trabaja en una CVM. La forma mejor es no estar allí, sobre todo en las autovías de acceso limitado. El número de personas que se encuentran sobre el terreno en cada momento debe ser el necesario para realizar los trabajos precisos. Tener tres ambulancias y un vehículo supervisor en un accidente en el cual sólo haya un paciente afectado aumenta de forma drástica el riesgo de que algún profesional sea golpeado por alguno de los vehículos que pasan. Aunque muchos protocolos de llamada exigen la respuesta de múltiples ambulancias a las autovías de acceso limitado, todas las ambulancias excepto la primera en llegar deberían quedar a la espera en orden salvo que sean precisas de forma inmediata.

La localización del equipo dentro de la ambulancia también influye sobre la seguridad. El equipo debe ir colocado de forma que se pueda recoger sin necesidad de entrar en el tráfico de vehículos. El asiento del copiloto de la ambulancia suele quedar orientado hacia el guardarraíles y colocar el equipo más utilizado en las CVM en este compartimento evita a los profesionales tener que acceder al vehículo por el lado de los coches.

**Ropa reflectante.** En la mayoría de los accidentes durante los cuales los profesionales prehospitalarios fueron golpeados por otros vehículos, los conductores implicados afirmaron no haber visto al profesional en la calzada. Tanto la *National Fire Protection Association* como la *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) han elaborado normas para la ropa reflectante de seguridad que se debe utilizar en las autovías. La OSHA establece tres niveles de protección para los trabajadores de las autovías y el máximo (nivel 3) se debe utilizar durante la noche en autovías de alta velocidad. Aunque no es propósito de esta obra establecer las normas para vestir de forma adecuada (p. ej., chaleco de seguridad) durante una CVM, el sentido común nos dice que los profesionales de asistencia prehospitalaria deberían tener el mismo o más grado de protección que los trabajadores que regulan el tráfico en puntos con obras. Se recomienda que la ropa exterior utilizada por los profesionales cumpla al menos las normas de clase 2 o 3 del *American National Standards Institute* (ANSI). Estas normas se pueden cumplir pegando material reflectante en la parte exterior de la chaqueta o utilizando un chaleco reflectante aprobado.

**Colocación del vehículo y dispositivos de advertencia.** La colocación de los vehículos en el lugar de una CVM tiene la máxima importancia. El jefe del incidente o el oficial al cargo de la seguridad deberían asegurarse de que los vehículos queden colocados en la mejor posición para proteger a los profesiona-

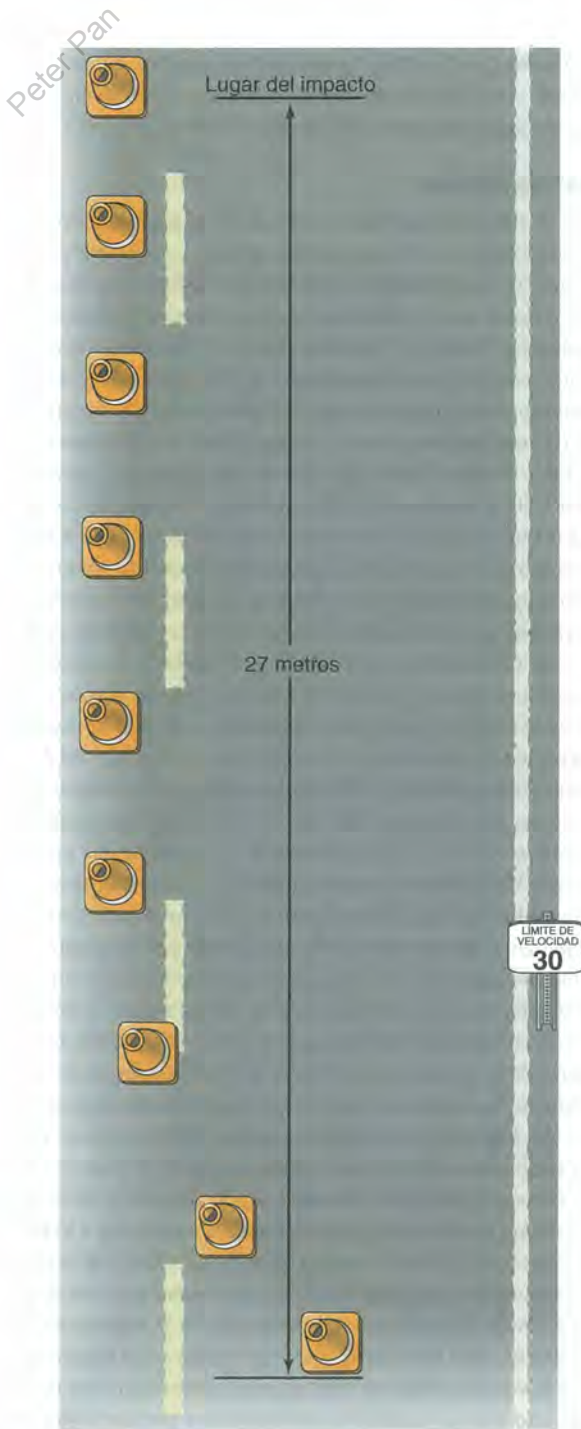


**FIGURA 4-2** Colocación correcta del vehículo de urgencias (Tomado de McSwain N, Paturas J: *The Basic EMT*, ed 2, St Louis, 2003, Mosby.)

les prehospitalarios. Es importante que los primeros vehículos de emergencia que lleguen «marquen el trayecto» del accidente (figura 4-2). Colocar la ambulancia por detrás del lugar de la colisión no facilitará la carga del paciente, pero sí protegerá a los profesionales y los pacientes del tráfico que llega. Conforme vayan llegando más vehículos de emergencia, se deberían ir colocando en general en el mismo lado de la carretera en el cual se haya producido el incidente. Estos vehículos se deberían dejar lejos del lugar del incidente para que los conductores que pasen tengan más tiempo para advertir lo que sucede.

Las luces de emergencias, sobre todo las más intensas, se deberían apagar para no cegar a los demás conductores, salvo si se están utilizando para iluminar la escena. El número de luces de emergencia en el lugar debería ser valorado también, ya que demasiadas luces sólo servirán para confundir a los demás conductores que pasen. Muchos departamentos utilizan signos de advertencia con la frase «Accidente más adelante» para que los conductores tengan suficiente tiempo para advertir la situación. Pueden emplearse antorchas para advertir y dirigir el flujo del tráfico, pero se debe tener cuidado sobre todo en situaciones de tiempo seco para que no se produzcan pequeños incendios en la hierba. Los conos reflectantes son buenos dispositivos para dirigir el tráfico y alejarlo del carril ocupado por los vehículos de emergencias (figura 4-3).

Si es preciso dirigir el tráfico, debería hacerlo un representante de la ley o personal especialmente entrenado en el comportamiento del tráfico. Las órdenes confusas o contradictorias que se dan a los demás conductores sólo contribuyen a generar más



**FIGURA 4-3** Colocación de los dispositivos para delimitar el tráfico  
(Tomado de Henry M, Stapleton E: *The Basic EMT*, ed 3, St Louis, 2004, Mosby.)

riesgos para la seguridad. Las mejores situaciones son aquellas en las que el tráfico no queda impedido y se puede mantener el flujo normal alrededor de la emergencia. Las obras dentro de las carreteras son un ejemplo de cómo mantener el tráfico alrededor de una obstrucción. Estos problemas se pueden manejar de la misma forma; los profesionales prehospitalarios pueden observar las obras para hacerse idea de cómo es posible mejorar el flujo de tráfico en el lugar de una CVM.

## Violencia

Los profesionales prehospitalarios deben ser conscientes de que cada aviso les puede llevar a una situación de tensión emocional. El paciente, la familia o los transeúntes pueden ser incapaces de afrontar la situación de una forma racional. Estos individuos pueden considerar que se tardó demasiado en responder, pueden mostrarse exageradamente sensibles ante las palabras o los hechos y pueden mal interpretar la aproximación «habitual» a la valoración del paciente. Mantener una actitud profesional y tranquila al tiempo que se demuestra respeto y preocupación es importante para conseguir la confianza del paciente y conseguir controlar la situación.

Es importante que el personal de los SEM se formen en «observar» la escena y no limitarse a «mirarla». Deben aprender a conocer el número y la localización de los individuos cuando llegan al lugar, a valorar el movimiento de los transeúntes dentro y fuera del lugar, los indicadores de estrés o tensión, las reacciones inesperadas o poco frecuentes ante la presencia del SEM y otros sentimientos «viscerales» que se puedan estar produciendo. Miren siempre las manos y valoren posibles protuberancias raras en la cintura o el uso de ropa demasiado grande, que pueda ocultar con facilidad un arma.

Si perciben alguna amenaza, deberán empezar a prepararse de inmediato para abandonar el lugar. Puede ser necesario completar una valoración o intervención dentro de la ambulancia. La seguridad del profesional prehospitalario es la máxima prioridad.

## Ejemplo de seguridad

Usted y su compañero se encuentran en el salón de la casa del paciente. Mientras su compañero comprueba la presión arterial del paciente, un individuo que parece drogado entra en la habitación desde la parte posterior de la casa. Parece enfadado y usted se da cuenta de que lo que parece el cañón de un arma le asoma por la cintura del pantalón. Su compañero no oye ni ve a esta persona entrar en la habitación porque está concentrado en el paciente. La persona sospechosa empieza a preguntar por qué están ustedes allí y parece muy agitado por su uniforme y sus insignias. Empieza a mover las manos de forma repetida hacia su cintura, pero luego las aleja. Empieza también a moverse y murmurar. ¿Qué debería usted hacer?

## Sugerencias de seguridad

Los compañeros pueden utilizar un abordaje de miembro ocupado/miembro desocupado, además de palabras clave predeterminadas o signos manuales para advertirse de una emergencia. El profesional o miembro del equipo *ocupado* se debe encargar de la valoración del paciente, prestándole la atención necesaria. El profesional *desocupado* debe permanecer en segundo plano (hasta que se le necesite) observando la escena, interaccionando con la familia o los transeúntes, recogiendo la información necesaria y generando un buen acceso y ambiente. Básicamente el profesional «desocupado» se encarga de controlar la escena y «cubrir» las espaldas a su compañero. Una *palabra clave* predeterminada y una *señal manual* permite a los compañeros comunicarse posibles amenazas sin advertir a los demás de su preocupación.

En muchos casos la tensión y la ansiedad se reducen de forma inmediata cuando un profesional prehospitalario atento empieza a interactuar y atender al paciente. Sin embargo, si ambos

profesionales concentran su atención en el paciente, la escena puede volverse una amenaza de forma rápida y no podrán detectar las pistas iniciales (ni las oportunidades de retirarse).

### Reglas de seguridad ante una escena violenta

1. **No estar allí.** Cuando responda a una escena que se sepa violenta, quédese en un lugar seguro hasta que los representantes de la ley consideren que la situación es segura y les hayan dado indicaciones de que pueden actuar.
2. **Retírese.** Si se presentan amenazas cuando va hacia el lugar, retírese de forma discreta hacia el vehículo y abandone el lugar. Busque un lugar seguro y avise al personal adecuado.
3. **Distraiga.** Si la situación se vuelve amenazante mientras usted atiende al paciente, utilice sus habilidades verbales para la distracción para reducir la tensión y el riesgo de agresión (mientras se prepara para abandonar el lugar).
4. **Defiéndase.** Como *último recurso*, el profesional prehospitalario puede tener la necesidad de defenderse. Es importante que estos esfuerzos se limiten a «liberarse y huir». No trate de perseguir o vencer a un contrincante agresivo. Asegúrese de que los profesionales de la ley reciben el correspondiente aviso y acuden a atenderlo. En este caso también la seguridad de los profesionales es la máxima prioridad.

### Patógenos transmitidos por vía hematológica

Antes del reconocimiento del síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA) en los años ochenta del siglo xx, los profesionales sanitarios (PS) mostraban poca preocupación ante la exposición a la sangre u otros líquidos corporales. Aunque se sabía que la sangre transmitía algunos virus de la hepatitis, los PS y otras personas implicadas pensaban que el contacto con la sangre del paciente era un engorro, más que un riesgo profesional. Dada la elevada mortalidad asociada al SIDA y la identificación de que el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH), su agente causante, se podía transmitir por la sangre, los PS empezaron a preocuparse más por el paciente como posible vector de enfermedad. Agencias federales, como los *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) y la OSHA, desarrollaron normas y órdenes para reducir el riesgo de enfermedades por exposición a la sangre entre los PS, incluidas la hepatitis y el VIH.

Los datos epidemiológicos demuestran que los PS tienen mucho más riesgo de contagiarse una enfermedad hematológica a partir de sus pacientes que sus pacientes de contagiarse a partir de los profesionales. Las exposiciones a la sangre se caracterizan típicamente por ser percutáneas o mucocutáneas. Las *exposiciones percutáneas* se producen cuando el individuo se pincha con un objeto afilado contaminado, como una aguja o un bisturí, y el riesgo de transmisión de la enfermedad guarda una relación directa con el agente contaminante y el volumen de sangre infectada que se introduce por la lesión. Las *exposiciones mucocutáneas* se asocian a un riesgo menor de transmisión e incluyen la exposición de sangre sobre piel no intacta, como una herida de los tejidos blandos (p. ej., una abrasión o laceración superficial) o en algunos proce-

dos cutáneos (p. ej., acné), o sobre las mucosas (p. ej., la conjuntiva del ojo). Las infecciones fundamentales que se transmiten a través de la sangre incluyen las hepatitis B (VHB) y C (VHC) y VIH.

### Hepatitis virales

Se han descrito una serie de virus de la hepatitis, pero los que más preocupan a los PS expuestos a sangre son el VHB y el VHC. La hepatitis viral produce inflamación hepática aguda, que se asocia a dolor en el cuadrante superior derecho, fatiga, anorexia, náuseas, vómitos y alteraciones de la función hepática. Se produce ictericia, una coloración amarillenta de la piel, debido al aumento de la concentración de bilirrubina en la sangre. El período de incubación, entre la exposición y los síntomas, oscila entre 60 y 90 días. Hasta un 30% de las personas que se infectan por VHB pueden estar asintomáticas. Aunque la mayor parte de los individuos que contraen hepatitis se recuperan sin problemas graves, un pequeño porcentaje desarrolla *insuficiencia hepática aguda fulminante* y fallece. Un número importante de las personas que se recuperan desarrollan un estado de portador, en el cual pueden transmitir el virus a través de la sangre.

Igual que sucede con el VHB, el VHC puede causar un cuadro leve asintomático, pero en ocasiones induce una insuficiencia hepática y la muerte. El período de incubación del VHC es algo más corto que el del VHB, típicamente unas 6-9 semanas. Las infecciones crónicas por VHC son mucho más frecuentes que las observadas con VHB y un 80%-85% de las personas que se infectan por VHC desarrollarán una alteración persistente de la función hepática, que les predispondrá a sufrir un *hepatocarcinoma*. La hepatitis C se transmite principalmente por la sangre, mientras que la hepatitis B se puede transmitir por sangre o por contacto sexual. Unas dos terceras partes de los adictos a drogas por vía intravenosa están infectados por VHC. Antes de la detección rutinaria de la presencia de VHB y VHC en la sangre donada, la transfusión de sangre era la principal causa de contagio de la hepatitis. La hepatitis se puede transmitir al PS mediante pinchazos con agujas o exposición mucocutánea de la piel no intacta.

Una vacuna derivada del antígeno de superficie de la hepatitis B (HbsAg) puede inmunizar a los individuos frente a VHB<sup>4</sup>. Antes del desarrollo de esta vacuna, más de 10.000 PS se infectaban cada año por el VHB y varios cientos fallecían por una hepatitis grave o por las complicaciones derivadas de la infección crónica por VHB. En este momento la OSHA obliga a los empresarios a ofrecer la vacuna frente al VHB a todos los trabajadores de entornos de alto riesgo. Todos los profesionales prehospitalarios deben estar vacunados frente a VHB. Casi todos los profesionales que se ponen la serie de tres vacunas desarrollarán anticuerpos (Ab) frente al HbsAg y es posible medir la inmunidad mediante el análisis de la sangre para determinar la presencia de HbsAb. Si un PS se expone a sangre potencialmente infectada por VHB antes de desarrollar inmunidad (p. ej., antes de completar las vacunas), es posible dotarle de protección pasiva frente al VHB mediante la administración de inmunoglobulina para la hepatitis B (HBIG).

En este momento no se dispone de vacunas ni inmunoglobulinas para proteger a los PS frente a la exposición a VHC, lo que pone de relieve la importancia de utilizar las precauciones habituales.

## Virus de la inmunodeficiencia humana

Tras infectar al paciente, el VIH tiene como diana el sistema inmunitario de su nuevo huésped. Con el tiempo se produce una disminución espectacular del recuento de determinados tipos de leucocitos, lo que determina que el paciente tenga tendencia a desarrollar algunas infecciones infrecuentes y cánceres. Cuando los pacientes desarrollan alguno de estos tumores o infecciones oportunistas, pasan de tener una *positividad para VIH* a sufrir el SIDA. En la última década se han realizado avances importantes en el tratamiento de la enfermedad por VIH, principalmente mediante el desarrollo de nuevos fármacos que combaten sus efectos. Esto ha permitido que muchos pacientes infectados por VIH puedan llevar una vida razonablemente normal porque la progresión de la enfermedad se retrasa de una forma espectacular.

Aunque los PS suelen mostrarse más preocupados ante el riesgo de contagiarse del VIH porque su pronóstico siempre es mortal, el riesgo de que se infecten por VHB o VHC es mayor. Sólo un 0,3% (1 de cada 300 aproximadamente) de los pinchazos con sangre VIH positiva se traducen en una infección, lo que contrasta con una frecuencia de infección que oscila entre un 23% y un 62% (desde 1 de cada 4 hasta 1 de cada 2 casos) en el caso de las agujas infectadas por VHB. La frecuencia de infección tras la exposición a VHC es intermedia entre ambas (1,8%; 1 de cada 50 casos). La probable explicación para esta frecuencia de infección variable es la concentración relativa de partículas virales en la sangre infectada. En general la sangre infectada por VHB contiene entre 100 y 1000 millones de partículas de virus/ml, mientras que la sangre positiva para VHC o VIH contiene 1 millón y entre 100 y 10.000 partículas/ml, respectivamente. Parece que el riesgo de infección es mayor cuando la cantidad de sangre a la que se expone es mayor, cuando la sangre corresponde a un paciente con una enfermedad en estadio más avanzado, cuando se trata de una lesión percutánea profunda o cuando sucede con una aguja hueca llena de sangre. Desde 2001 se estima que el riesgo de contraer la infección por VIH, VHB o VHC tras una transfusión de sangre es de 1 por cada millón de transfusiones.

Se han identificado dos serotipos de VIH. *VIH-1* representa casi todos los casos de SIDA en EE. UU. y África ecuatorial, mientras que *VIH-2* se encuentra de forma casi exclusiva en la zona occidental de África. Aunque las primeras víctimas de VIH fueron varones homosexuales, adictos a drogas por vía intravenosa y hemofílicos, en este momento la enfermedad se encuentra en muchos adolescentes y adultos heterosexuales y su número crece a la máxima velocidad entre las comunidades minoritarias. Las pruebas de detección selectiva de VIH son muy sensibles y en ocasiones pueden tener resultados falsos positivos. Todas las pruebas positivas se deberían confirmar con técnicas más específicas (p. ej., la electroforesis de inmunotransferencia).

VIH se transmite principalmente por la sangre o el semen infectado, pero las secreciones vaginales, los derrames pleural y pericárdico, la ascitis y los líquidos amniótico y cefalorraquídeo se consideran también potencialmente infecciosos. Salvo que exista sangre evidente, las lágrimas, la orina, el sudor, las heces y la saliva no se suelen considerar infecciosos.



**FIGURA 4-4** Como mínimo el equipo de protección personal de los profesionales prehospitalarios debería incluir guantes, mascarillas y protección ocular.

(Tomado de Chapleau W: *Emergency first responder*. St Louis., 2004, Mosby.)

## Precauciones habituales

Como la exploración clínica no permite identificar de forma fiable a todos los pacientes que pueden suponer un riesgo para los PS, se desarrollaron unas precauciones habituales para proteger a los PS de entrar en contacto directo con la sangre del paciente o con cualquier líquido sanguinolento (p. ej., saliva, vómito). La OSHA ha desarrollado unas normas que obligan a los empresarios y trabajadores a cumplir las precauciones habituales en su lugar de trabajo. Estas precauciones habituales incluyen barreras físicas para la sangre y los líquidos corporales y para evitar la exposición, además de prácticas de manipulación segura de las agujas y otro instrumental «afilado». Como los pacientes traumatizados suelen tener hemorragias externas y la sangre es un líquido corporal de alto riesgo, se deberían emplear dispositivos protectores cuando se tratan estos pacientes.

### Barreras físicas

**Guantes.** Se deben emplear guantes cuando se toca piel no intacta, mucosas o regiones contaminadas de forma evidente por sangre u otros líquidos corporales. Como es fácil que los guantes se perforen durante la asistencia de un paciente, se deben controlar de forma regular para identificar defectos y cambiarlos de forma inmediata si se detecta algún problema (figura 4-4).

**Mascarillas y pantallas.** Las mascarillas sirven para proteger las mucosas orales de los PS de la exposición a agentes infecciosos. Las mascarillas y las pantallas se deberían cambiar de forma inmediata si se mojan o ensucian.

**Protección ocular.** La protección ocular debe utilizarse en circunstancias en las cuales se pueden salpicar gotículas de líquido infectado, como por ejemplo mientras se trata la vía aérea de un paciente que tiene sangre en la orofaringe. Las gafas convencionales no se consideran adecuadas porque carecen de protecciones laterales.

**Batas.** Las batas desechables con cubiertas de plástico ofrecen la mejor protección, pero resultan extremadamente incómodas y

#### CUADRO 4-1 Prevención de los pinchazos

Los profesionales prehospitalarios tienen un riesgo importante de sufrir lesiones por pinchazos de aguja u otros instrumentos afilados. Las estrategias para reducir las lesiones por pinchazo incluyen las siguientes:

- Utilizar dispositivos de seguridad, como las agujas y bisturís con capucha o que se retraen y las lancetas que se retraen de forma automática.
- Utilizar sistemas sin agujas que permiten la inyección de medicamentos en las vías sin necesidad de agujas.
- Abstenerse de tapar de nuevo las agujas y otros dispositivos con filo.
- Eliminar de forma inmediata las agujas contaminadas en un contenedor rígido específico para este fin en lugar de dejarlas en otro lugar.
- Utilizar jeringas de medicación preparadas en lugar de extraer el fármaco de una ampolla
- Realizar un plan de control de la exposición por escrito y asegurarse de que todos los empleados lo conocen.
- Mantener un registro de las lesiones por pinchazo.

poco prácticas en el entorno prehospitalario. Las batas y otras prendas de vestir se deben cambiar de forma inmediata si se manchan de forma notable.

**Equipo para la reanimación.** El PS debería tener acceso a dispositivos de mascarilla-ambú o dispositivos boca-boca con válvula unidireccional y/o membrana-filtro (sistema de barrera), para protegerse del contacto directo con la saliva, la sangre o el vómito del paciente.

**Lavado de manos.** Es el principio fundamental del control de las infecciones. Las manos deben lavarse con jabón y agua corriente si se produce una contaminación evidente por sangre o líquidos corporales. Los antisépticos manuales de base alcohólica resultan útiles para prevenir la transmisión de muchos agentes infecciosos, pero no son apropiados para situaciones en las que existen manchas evidentes; sin embargo, consiguen cierto grado de protección y limpieza para situaciones en las que no se dispone de agua corriente y jabón. Tras quitarse los guantes, las manos se deberían lavar con agua y jabón o con un antiséptico de base alcohólica.

**Prevención de las lesiones por pinchazo.** Como se comentó antes, la exposición percutánea a la sangre o líquidos corporales del paciente representa una forma significativa de transmisión de infecciones virales a los PS. Muchas exposiciones percutáneas se deben a los pinchazos con agujas contaminadas u otros instrumentos afilados. Trate de eliminar las agujas e instrumental afilado que no se necesite, nunca trate de volver a poner el capuchón en una aguja ya utilizado y utilice dispositivos de seguridad siempre que pueda (cuadro 4-1).

**Manejo de las exposiciones profesionales.** En EE. UU., la OSHA exige que todas las organizaciones que realizan asistencia sanitaria dispongan de un plan de control de las exposiciones profesionales de sus empleados a la sangre o los líquidos corporales. Cada exposición se debe documentar de forma exhaustiva, incluyendo el tipo de lesión y una estimación del volumen inoculado. Si el PS sufre una exposición mucocutánea o percutánea a sangre o sufre una lesión con una aguja contaminada, se deberán realizar todos los esfuerzos de prevención de las infecciones bacterianas, incluido el tétanos, y también de las infecciones por VHB y VIH. No se dispone todavía de ningún tratamiento profiláctico para la infección por VHC. El cuadro 4-2 describe un protocolo de exposición a sangre o líquidos corporales típico.

### Materiales peligrosos

Conocer el riesgo de exposición del profesional prehospitalario a materiales peligrosos no resulta tan sencillo como reconocer los ambientes en los que existe riesgo de que se produzca este tipo de exposición. Los materiales peligrosos están en todas partes en este mundo moderno: en los vehículos, edificios e incluso en los propios hogares existen materiales peligrosos. Por este motivo, todos los profesionales prehospitalarios deben tener una formación al menos de conocimiento.

El *conocimiento* es el primero de los cuatro niveles de formación disponibles para los profesionales. El siguiente nivel es *operatividad*, en el cual los profesionales están formados para establecer perímetros y zonas de seguridad para limitar la diseminación del producto. Mientras que el *conocimiento* representa el mínimo grado de formación, el nivel operativo resultaría útil para todos los profesionales, además de permitirles controlar la situación. El siguiente nivel es el *técnico*. Los técnicos están entrenados para detener la liberación del material peligroso. El nivel máximo de formación es *especialista*. Este nivel avanzado permite al profesional dar órdenes y disponer de capacidad para afrontar cualquier incidente con materiales peligrosos.

Los profesionales sanitarios prehospitalarios aceptan que la seguridad de la escena es la primera parte de la aproximación en todos los pacientes y situaciones. Una parte esencial a la hora de determinar la seguridad de la escena es determinar si existen riesgos de exposición a materiales peligrosos. Esta valoración de riesgos debe iniciarse desde el propio aviso. La información que se aporta en el aviso puede establecer un elevado índice de sospecha. Se podrá solicitar información adicional durante el traslado si los profesionales sanitarios tienen sospechas o dudas sobre lo que pueden encontrarse en el lugar del incidente.

Cuando se ha determinado que en la escena existen materiales peligrosos, se deberá tratar de asegurar la situación y buscar la ayuda necesaria para aislar el lugar con seguridad y poder evacuar y descontaminar a los pacientes. La regla general más sencilla sería «Si el lugar no es seguro, consiga que lo sea». Si el profesional no es capaz de conseguir esta seguridad, deberá buscar ayuda para hacerlo. El *Emergency Response Guidebook (ERG)*, elaborado por el *U. S. Department of Transportation*, permite identificar los riesgos posibles (figura 4-5). Este libro utiliza un sistema sencillo para identificar un material en función de su número de iden-

**CUADRO 4-2 Protocolo de exposición a muestras**

Tras una exposición percutánea o mucocutánea de sangre u otros líquidos corporales que puedan estar infectados, las siguientes acciones forman parte de la profilaxis tras la exposición (PTE):

**1. Prevención de las infecciones bacterianas:**

- Aclare la piel expuesta de forma exhaustiva con un jabón bactericida y agua; las mucosas expuestas (boca, ojos) deberían ser irrigadas de forma copiosa con agua.
- Administre una dosis de recuerdo de toxoide tetánico, si no se ha recibido en los 5 años previos.

**2. Se realizan estudios de laboratorio basales tanto al profesional sanitario expuesto (PS) como al paciente origen, si se conoce.**

- *PS*: anticuerpo de superficie de la hepatitis B (HbsAb), virus de la hepatitis C (VHC) y virus de la inmunodeficiencia humana (VIH).
- *Paciente de origen*: serología para la hepatitis B y C y prueba para determinación de VIH.

**3. Prevención de la infección por virus de la hepatitis B (VHB).**

- Si el PS no ha sido vacunado frente a la hepatitis B, se administrará la primera dosis de vacuna de VHB además de la inmunoglobulina frente a la hepatitis B (HBIG).
- Si el PS ha empezado la serie de vacunas frente al VHB, pero todavía no las ha completado o si el PS ha completado todas las vacunas frente a VHB, se deberá administrar HBIG si la determinación de HbsAb no demuestra presencia de anticuerpos protectores y las pruebas realizadas al paciente origen indican una infección activa por VHB. Se puede administrar la HBIG hasta 7 días después de la exposición y sigue siendo eficaz.

**4. Prevención de la infección por VIH.**

- Para las lesiones percutáneas:
  - Si el paciente origen es VIH negativo, no se necesita PTE.

- Si se desconoce el estado frente a VIH del paciente origen o sufre VIH asintomático y la exposición ha sido superficial, se recomienda típicamente un ciclo de tratamiento con dos fármacos durante 28 días\*.
- Si la exposición es más intensa (profunda, con sangre franca en el dispositivo) o si el paciente origen sufre VIH sintomático (SIDA), se recomienda típicamente un ciclo de 28 días de tratamiento con tres fármacos<sup>†</sup>.

■ Para las exposiciones mucocutáneas:

- Si el paciente origen es VIH negativo, no se necesita PTE.
- Si se desconoce el estado de VIH del paciente origen, en general no estará indicada la PTE, salvo que existan factores de riesgo de VIH significativos. En este último caso se recomienda un ciclo de 28 días de tratamiento con dos fármacos\*.
- Si el paciente origen sufre una infección por VIH asintomática o si la exposición fue una pequeña cantidad (pocas gotas) de sangre de un paciente con VIH sintomático, se suele prescribir un ciclo de tratamiento de 28 días con dos fármacos\*.
- Si la exposición implica contacto con un gran volumen de sangre de un paciente con VIH sintomático, se prescribe un ciclo de tratamiento con tres fármacos durante 28 días típicamente<sup>†</sup>.

■ Pruebas de seguimiento de laboratorio:

- Si se prescribe la PTE para VIH, se realizará un hemograma completo y bioquímica sérica a los 14 días para descartar efectos adversos.
- Si el paciente origen es VIH negativo, no se deberán realizar más determinaciones de VIH en el PS.
- Si el paciente origen es VIH positivo o se ignora su estado para este virus, se deberían realizar al PS determinaciones seriadas de VIH a las 6 semanas, 3 meses, 6 meses y 12 meses de la exposición.

\*La PTE con dos fármacos incluye típicamente zidovudina y lamivudina (se interrumpen los fármacos si la prueba de VIH del paciente origen es negativa).

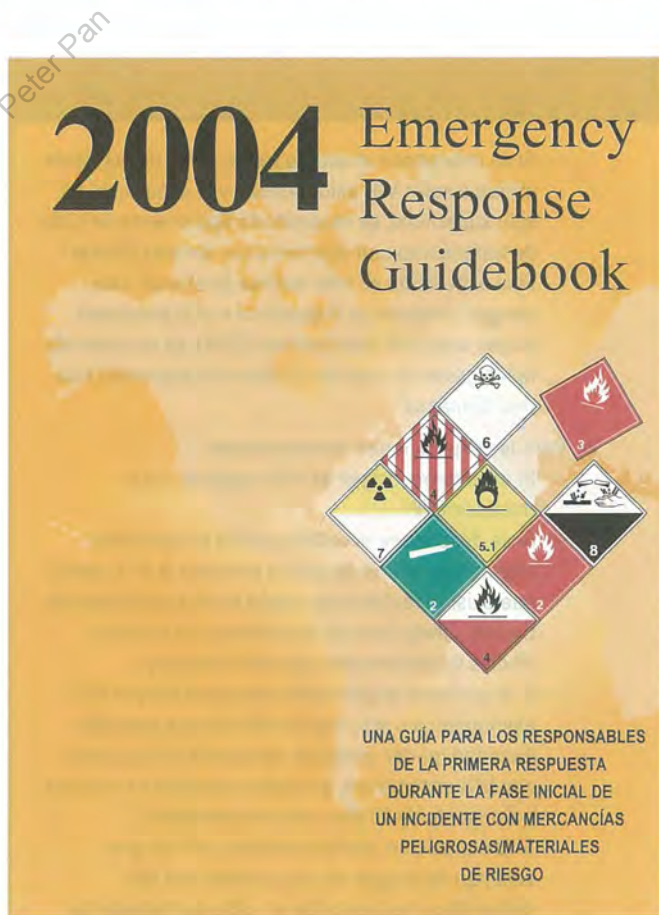
<sup>†</sup>El régimen de PTE con tres fármacos incluye típicamente zidovudina, lamivudina y un inhibidor de las proteasas.

tificación o nombre. El texto se refiere después a una página guía en la que se aporta información básica sobre las distancias de seguridad para los responsables del rescate, los riesgos para la vida y de ignición y los posibles síntomas de los pacientes. Se deben emplear gafas para leer las etiquetas; si las etiquetas se pueden leer sin dispositivos de aumento, es probable que el lector esté expuesto.

En una situación con exposición a materiales peligrosos se debe garantizar la seguridad: «Nadie puede entrar ni tampoco salir». Se debe establecer una zona de clasificación en la zona hacia la que no sople el viento y localizarla a una distancia de seguridad del lugar del incidente. Se debería negar la entrada y

salida al lugar del incidente hasta que lleguen especialistas en materiales peligrosos. En la mayor parte de los casos la asistencia del paciente empieza cuando el paciente descontaminado es remitido al profesional prehospitalario.

Es importante que el profesional prehospitalario comprenda el sistema de órdenes y la estructura de trabajo en las zonas de operación con materiales peligrosos. Las operaciones de control de este tipo de exposición se dividen en zonas. La zona «caliente» es la región de contaminación máxima y sólo trabajadores especialistas y bien protegidos pueden entrar en ella. Si los pacientes se encuentran dentro de esta área, el equipo especialista en



**FIGURA 4-5** La *Emergency Response Guidebook*, elaborada por el *Department of Transportation* estadounidense, aporta información fundamental sobre el lugar en que se ha producido un incidente con material potencialmente peligroso.

manejo de materiales peligrosos se encargará de sacarlos de ella. El pasillo de reducción de la contaminación atraviesa la zona siguiente, llamada la zona «templada» y que llega a la zona «fría» en la cual los pacientes serán descontaminados por el equipo especialista. Posteriormente se les trasladará a un centro de asistencia prehospitalaria fuera de la zona fría. El puesto de mando y las áreas de tratamiento y clasificación de los pacientes deben estar fuera de la zona fría (véase *Armas de destrucción masiva si desea más información sobre materiales peligrosos*).

## Aspectos propios de la situación

### Escena de un crimen

Por desgracia un número importante de pacientes traumatizados que deben atender los profesionales prehospitalarios, sobre todo en regiones urbanas, han sufrido lesiones intencionadas. Además de disparos y apuñalamientos, los pacientes pueden ser víctimas de otros tipos de agresiones violentas, como puñetazos o



**FIGURA 4-6** Los profesionales de la asistencia prehospitalaria con frecuencia tienen que atender a los pacientes en la escena del crimen y deben colaborar con los agentes de la autoridad para conservar las pruebas. (Tomado de McSwain N, Paturas J: *The Basic EMT*, ed 2, St Louis, 2003, Mosby.)

golpes con objetos romos o bien intentos de estrangulamiento. En otros casos la víctima puede haber sido golpeada de forma intencional con un vehículo o haber sido empujada desde una estructura, con una caída importante. Incluso una CVM puede ser considerada la escena de un crimen cuando uno de los conductores iba borracho o drogado según criterios legales, estaba conduciendo de forma irresponsable o estaba haciendo carreras (figura 4-6).

Cuando tratan a este tipo de pacientes, los profesionales prehospitalarios entran en relación con los representantes de la ley. Aunque tanto los SEM como los representantes de la ley tienen como objetivo común salvar vidas, en ocasiones los profesionales sanitarios y los representantes de la ley pueden tener conflictos por su obligación en el lugar de un crimen. El personal del SEM puede concentrarse en la necesidad de determinar signos de vida y viabilidad en la víctima, mientras que los representantes de la ley muestran mayor interés por conservar las evidencias en el lugar del crimen o conseguir que el responsable sea puesto ante la justicia. Conocer la aproximación general de los representantes de la ley en la escena de un crimen permitirá a los profesionales sanitarios prehospitalarios no sólo ayudar al paciente, sino también colaborar mejor con ellos y facilitar el arresto del responsable de la agresión al paciente.

En la escena de un crimen grave (homicidio, posible asesinato, violación, muerte en accidente de tráfico), la mayor parte de los representantes de la ley recogerán y procesarán pruebas. Los oficiales suelen realizar las siguientes tareas:

- Inicialmente valorar la situación para identificar todas las posibles pruebas, incluidas armas y casquillos de bala.

- Fotografiar la escena.
- Dibujar un esquema de la escena.
- Crear un registro de todas las personas que han estado dentro de la zona.
- Realizar una búsqueda más exhaustiva de todo el lugar, para buscar todas las pruebas posibles.
- Buscar y recoger otras pruebas más pequeñas, que pueden ir desde huellas dactilares a objetos que puedan contener restos de ADN (p. ej., colillas de cigarrillos, pelos, fibras).

Los investigadores de la policía consideran que todo el mundo que ha estado en el lugar de un crimen aporta algún tipo de prueba y puede eliminar de forma inconsciente algunas pruebas del lugar. Para resolver el crimen, el objetivo de los detectives será identificar las pruebas depositadas y eliminadas por el responsable y para conseguirlo los investigadores tienen que tener en cuenta todas las pruebas dejadas o retiradas por otros oficiales de los cuerpos de seguridad, personal de los SEM y otros ciudadanos que pueden haber entrado en el lugar. Un comportamiento poco cuidadoso por parte del personal prehospitalario en el lugar de un crimen puede alterar, destruir o contaminar pruebas vitales y dificultar o impedir la investigación criminal.

En ocasiones los profesionales de asistencia médica prehospitalaria pueden llegar al lugar de un posible crimen antes que otros representantes de la ley. Si la víctima está claramente muerta, los profesionales pueden retirarse con cuidado del lugar sin tocar nada y esperar a que lleguen las fuerzas de seguridad. Aunque los investigadores preferirían que el lugar de un crimen no fuera modificado, también comprenden que en algunas circunstancias los profesionales prehospitalarios se ven obligados a girar un cuerpo o movilizar objetos para acceder a la víctima y determinar su viabilidad. Si los profesionales tienen que trasladar al paciente o mover el cuerpo u otros objetos en el lugar antes de la llegada de los representantes de la ley, los investigadores tendrán que valorar típicamente los siguientes aspectos:

- ¿Dónde se han introducido cambios en el lugar?
- ¿Cuál fue el objetivo de estos movimientos?
- ¿Quién realizó estas alteraciones?
- ¿A qué hora diagnosticaron el fallecimiento los profesionales del SEM?

Si los profesionales prehospitalarios llegaron al lugar del crimen antes que los responsables de la ley, los investigadores pueden desear entrevistarlos y obtener su declaración formal sobre sus acciones u observaciones. Los profesionales nunca se deben asustar o preocupar ante este tipo de solicitudes. El objetivo de entrevistarlos no es criticar las acciones que han realizado, sino recabar información que puede resultar útil para los investigadores a la hora de resolver el caso. Los investigadores también pueden solicitar las huellas dactilares a los profesionales en caso de que hayan tocado o manipulado objetos del lugar sin guantes.

Una correcta manipulación de las ropas del paciente puede conservar pruebas valiosas. Si es preciso retirar la ropa al enfermo, los responsables de la ley y los médicos prefieren que los profesionales prehospitalarios se abstengan de cortarla a través de orificios de

bala o por cuchilladas en la ropa. Si se corta la ropa, los investigadores pueden preguntar sobre las modificaciones introducidas en la misma, quién las realizó y por qué motivo. Cualquier prenda de vestir que se quite al paciente debería ser colocado dentro de una bolsa de papel (no de plástico) y dársela a los investigadores.

Un aspecto final importante de las víctimas de crímenes violentos es la importancia de cualquier afirmación realizada por el paciente mientras recibe la asistencia por parte de los profesionales prehospitalarios. Algunos pacientes, conscientes de la naturaleza crítica de sus lesiones, pueden decirles quién las produjo. Esta información debería ser confirmada y comunicada a los investigadores. Si es posible, el personal prehospitalario debería advertir a los oficiales de la naturaleza crítica de las lesiones del paciente, de forma que un oficial jurado pueda estar presente si el paciente es capaz de aportar cualquier información sobre el responsable: la denominada «declaración de un moribundo».

## Armas de destrucción masiva

La respuesta ante una situación en la que participan materiales peligrosos, como se comentó antes, muestra algunas similitudes en aspectos de seguridad entre otros con la respuesta a una situación en la que están implicadas armas de destrucción masiva (ADM).

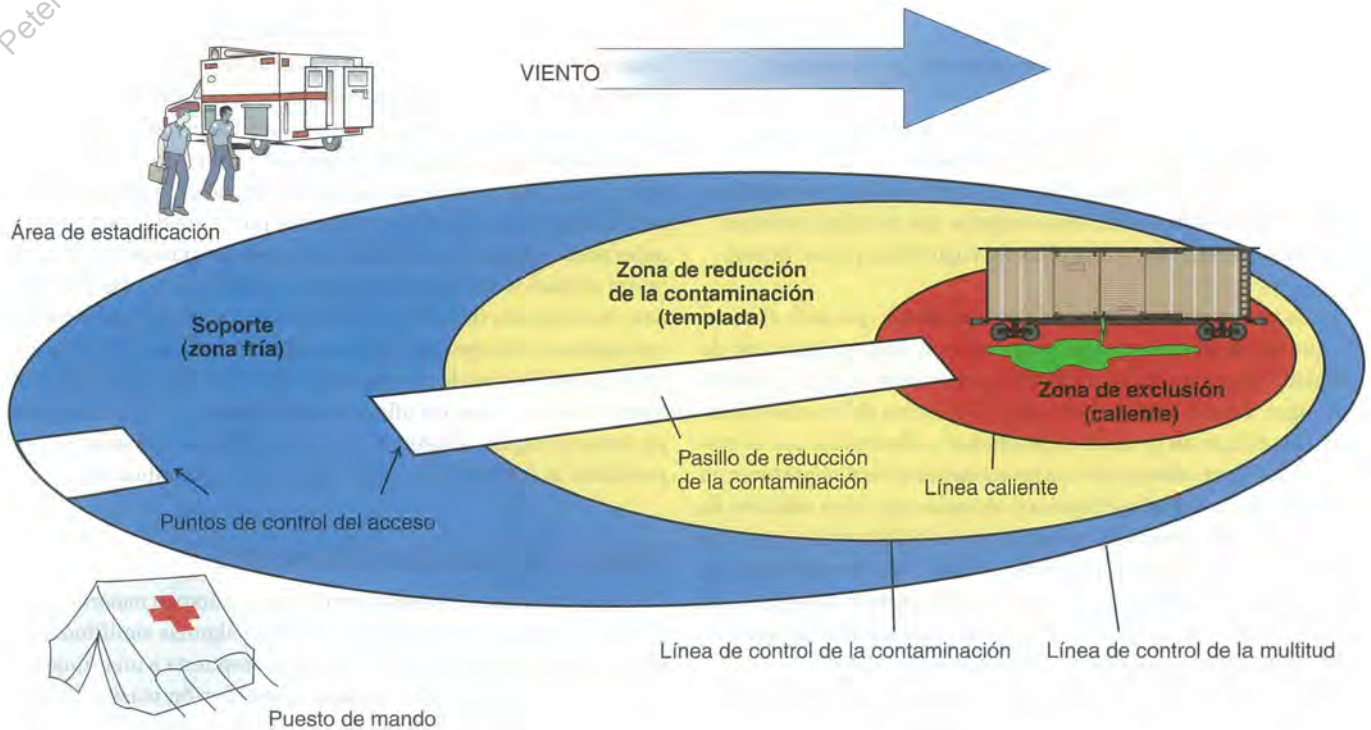
Todas las situaciones en las que existen muchas víctimas o que se han producido como consecuencia de una explosión debería plantear la duda de si se han empleado ADM. Esta consideración resulta especialmente importante cuando muchas víctimas refieren síntomas similares o hallazgos parecidos.

El profesional prehospitalario debe aproximarse a este tipo de escenarios con cuidado extremo y resistirse a la tendencia a correr para ayudar a la víctima más grave<sup>5</sup>. Esta respuesta natural de los profesionales sólo puede contribuir a engrosar el número de víctimas. En lugar de comportarse así, el profesional debería aproximarse al lugar desde una posición hacia la que no sople el viento y debería tomarse un tiempo para pararse, mirar y buscar pruebas que alerten al equipo sobre la posible participación de un ADM. Los vertidos de un material seco o húmedo, los vapores visibles o el humo se deberían evitar hasta conocer su naturaleza exacta. Nunca se debe entrar en espacios cerrados o limitados sin un equipo de protección personal adecuado (EPP).

Cuando se considera que las ADM son una causa posible, los profesionales prehospitalarios deberían adoptar todas las medidas de autoprotección precisas. Entre ellas se incluyen el uso de un EPP apropiado para la función de cada profesional. La información sobre la posible relación del incidente con un ADM debe ser notificada para que se incorpore a los avisos de los demás servicios encargados de la respuesta. Las áreas de estadificación para el equipo adicional, para los responsables de la respuesta y los helicópteros se deben establecer en las zonas hacia las que no sople el viento y a una distancia segura del sitio.

Si es posible, se debería asegurar la escena y designar las áreas caliente, templada y fría. Se deben determinar también los sitios para la descontaminación. Tras determinar la naturaleza del agente (químico, biológico o radiológico), se deberían solicitar antídotos específicos.

Peter Pan



**FIGURA 4-7** La escena de un incidente con ADM o con materiales peligrosos se divide en general en zonas frías, templadas y calientes. (Tomado de Chapleau W: *Emergency first responder*, St Louis, 2004, Mosby.)

## Zonas de control de la escena

Para limitar la diseminación de un material peligroso o un ADM, el *National Institute of Occupational Safety and Health* (NIOSH) y la *Environmental Protection Agency* (EPA) han desarrollado y defendido el uso de zonas de control. El objetivo de este concepto es realizar actividades específicas en zonas específicas. El cumplimiento de estos principios reduce el riesgo de que la contaminación se disperse y de que se produzcan daños a los transeúntes y profesionales encargados del rescate.

Las zonas son tres círculos concéntricos (figura 4-7). La zona más interna, la *zona caliente*, es la región inmediatamente adyacente al lugar en que se ha producido el incidente con material peligroso o ADM. La misión de los responsables del rescate en esta zona es evacuar a los pacientes contaminados y lesionados, sin ocuparse de asistir sus lesiones. La siguiente zona, la *zona templada*, es la utilizada para descontaminar a las víctimas, el personal y el equipo. En esta zona el único tratamiento que se aplica es la valoración primaria y la inmovilización vertebral. La zona más externa, la *zona fría*, es el lugar en el que se clasifican los equipos y el personal. Cuando se evacúan los pacientes a esta zona fría, los profesionales podrán aplicarles un cuidado definitivo. La tabla 4-1 recoge las distancias seguras de evacuación para las amenazas de bomba.

Si el paciente es trasladado al hospital o un centro de primeros auxilios desde la escena de un incidente con ADM o materiales peligrosos, sería prudente revalorar si el paciente ha sido descontaminado y repetir los conceptos de estas zonas.


## Descontaminación

En incidentes que implican una materia peligrosa o un ADM es frecuente que se necesite la descontaminación del individuo expuesto. La *descontaminación* es la reducción o eliminación de los agentes químicos, biológicos o radiológicos peligrosos. La máxima prioridad en la asistencia de un paciente expuesto es, como en cualquier emergencia, garantizar la seguridad del personal y el lugar. Si existen dudas sobre una exposición continuada al riesgo, se deberá garantizar la seguridad del personal como primera prioridad. No hacerlo de este modo, sólo contribuirá a generar víctimas adicionales (los profesionales) y a privar a los pacientes ya lesionados de sus capacidades. La siguiente prioridad es descontaminar al paciente, lo que reducirá el riesgo de exposición del proveedor durante la valoración y el tratamiento del paciente e impedirá la contaminación del equipo, de forma que se evitarán los riesgos de exposición de otros individuos al equipo y vehículos contaminados.

La OSHA ha elaborado normas reguladoras del EPP utilizado por los profesionales prehospitalarios durante la asistencia de emergencia de los pacientes en una situación de posible riesgo. Los individuos que realizan la atención médica en situaciones de riesgo indeterminado deben tener una formación apropiada mínima y deben recibir equipos y formación para la protección de nivel B. Esta protección de nivel B incluye ropas protectoras frente a las salpicaduras y resistentes a las sustancias químicas y fuentes para respirar autocontenidas.

Si el paciente está consciente y puede colaborar, sería mejor solicitar su colaboración para que realice la máxima desconta-

**TABLA 4-1 Amenaza de bomba: distancias seguras de evacuación**

Descripción de la amenaza	Capacidad de explosivos (capacidad de TNT) (kg)	Distancia de evacuación del edificio (metros)	Distancia de evacuación en el exterior (metros)
 Bomba alargada	2,27	21,34	259
 Bomba dentro de una maleta o bolsa	23	46	564
 Coche compacto	227	98	457
 Coche grande	453	122	533
 Furgoneta para transporte de personas o mercancías	1813	204	838
 Pequeño camión en movimiento, camión de reparto	4534	262	1143
 Camión en movimiento, camión con remolque pequeño	5440	378	1981
 Semitrailer	10.881	479	2134

Modificado de Messier DM: Explosive Prospects: terrorist bombings present multifaceted response challenge, *Homeland Response* 2(1), 2004.

minación posible por si mismo para evitar el riesgo de contaminación cruzada de los profesionales lo máximo posible. Retire con cuidado la ropa del paciente y sus joyas y colóquelas en bolsas de plástico. Transporte las ropas que haya quitado con el mayor cuidado posible para evitar que se diseminen partículas o se produzcan salpicaduras de los líquidos hacia personas o superficies no contaminadas. Elimine mediante cepillado cualquier partícula que pueda quedar sobre el paciente, para posteriormente irrigarlo con abundante agua. El lavado con agua diluye la concentración de las sustancias potencialmente peligrosas y elimina cualquier sustancia que pueda quedar. Un axioma frecuente es: «La solución de la contaminación es la dilución». La descontaminación necesita grandes cantidades de agua para tener buenos resultados. Un error frecuente en el que incurren los profesionales prehospitalarios con poca experiencia es irrigar al paciente con agua sólo hasta que el irritante empieza a caer por el suelo, algo que suele suceder tras emplear 1-2 litros de agua. Esta práctica se asocia a dos problemas: la región de contaminación corporal aumenta y el agente responsable no queda suficientemente diluido para no resultar dañino. La incapacidad de realizar un lavado y drenaje adecuado del líquido de lavado puede determinar lesiones en regiones del organismo que no estaban expuestas previamente en las que se puede acumular el líquido de lavado. Una sencilla forma de facilitar el lavado prehospitalario en pacientes que no caminan es colocarlos sobre una camilla rígida y posteriormente inclinarla con una manivela o por otros métodos para elevar uno de sus extremos. Sería ideal poder recoger el líquido de lavado y eliminarlo; sin embargo, cuando es precisa una descontaminación en masa y existen grandes cantidades de irrigación, resulta aceptable diluir todavía más el líquido de lavado y dejarlo que se escape por el sistema de desagüe.

Se deben evitar los agentes neutralizantes para las quemaduras químicas. Con frecuencia durante el proceso de neutralización se produce una reacción exotérmica que genera calor, de forma que un profesional bien intencionado puede ocasionar quemaduras térmicas, además de las químicas. La mayor parte de las soluciones descontaminantes que se comercializan están diseñadas para descontaminar equipos, no personas.

La descontaminación tras la exposición a agentes de la guerra química merece una consideración especial. La descontaminación de agentes químicos se puede conseguir en general mediante irrigación copiosa y duchas con agua. La lejía doméstica diluida en agua puede emplearse también sobre piel intacta, pero no se debe retrasar la descontaminación hasta encontrar lejía. Se puede elaborar con rapidez una solución sencilla de hipoclorito al 0,5% para descontaminar agentes de la guerra química mezclando una parte de lejía doméstica con 9 partes de agua. Esta solución se puede aplicar sobre la piel. Tras irrigar al paciente con esta solución de hipoclorito al 0,5%, se deberá aclarar la zona con abundante agua o salino. No deberá utilizar esta solución sobre heridas abiertas en la cabeza, el tórax o el abdomen. Esta solución está contraindicada en los ojos. El M291 es una resina seca utilizada en parches y que elimina el agente por absorción física. El M291 resulta útil para descontaminar pequeñas regiones puntuales de piel contaminada con armas químicas.

### Dispositivos secundarios

A los pocos meses de los ataques con bombas durante los Juegos Olímpicos de Atlanta en 1996, la región metropolitana de Atlanta sufrió dos ataques más con el mismo método. Estas bombas, colocadas en un centro abortista y un club nocturno, representaron el primer ataque secundario con bombas ocurrido en EE. UU.

en los últimos 17 años; estas bombas secundarias tenían el objetivo de matar o lesionar a los equipos de rescate que acudieran a atender el escenario de la primera explosión. Por fortuna, en ambos casos los dispositivos secundarios fueron identificados antes de que explotaran y no se produjeron más lesionados. Sin embargo, todo el personal de asistencia prehospitalaria debe ser consciente de la posible presencia de un dispositivo secundario. Tras estos incidentes, la *Georgia Emergency Management Agency* desarrolló las siguientes normas para el personal de rescate y asistencia prehospitalaria que acuden a atender un incidente con bombas en el cual pueden haberse colocado bombas secundarias<sup>6</sup>:

1. *Evite el uso de dispositivos electrónicos.* Las ondas sonoras de los teléfonos móviles o las radios pueden ocasionar la detonación de un dispositivo secundario, sobre todo si se emplean cerca de la bomba. El equipo empleado por los medios de comunicación puede generar también la detonación.
2. *Asegúrese de que existen unos límites del lugar adecuados.* Se debe ampliar la zona de peligro (zona caliente) unos 300 metros en todas las direcciones (incluida la vertical) desde el lugar de la primera explosión. Conforme se crean bombas más potentes, las esquirlas pueden desplazarse a mayor distancia. La explosión inicial puede dañar las infraestructuras, incluidas las tuberías de gas y las líneas eléctricas, lo que puede amenazar la seguridad del personal de rescate. Se debe controlar con cuidado el acceso y la salida de la zona caliente.
3. *Evacue con rapidez a las víctimas del lugar y la zona caliente.* Como la zona de explosión de una bomba se considera insegura, la clasificación de las víctimas de la misma no se debe realizar dentro de la zona caliente. Se debe establecer un puesto de mando del SME (o zona de clasificación) a entre 600 y 1200 metros de la zona de la explosión inicial. El personal de rescate puede evacuar con rapidez a las víctimas del lugar de la explosión, con intervenciones mínimas, hasta que tanto víctimas como responsables de su rescate estén lejos de la zona caliente.
4. *Colabore con los representantes de la ley en la conservación y recuperación de pruebas.* Los lugares en que se han producido explosiones de bombas se consideran escenas de crímenes y el personal de rescate puede alterar la escena sólo en la medida necesaria para evacuar a las víctimas. Cualquier prueba posible que sea eliminada de forma inadvertida de la escena con una víctima debe ser documentada y entregada al personal responsable de la ley para asegurar su correcta custodia. El profesional prehospitalario debe documentar exactamente en qué lugar de la escena se encontraban y qué objetos tocaron.

## Estructura de mando

Todos los incidentes con materiales peligrosos y ADM deben ser valorados con un sistema de mando para el incidente, formalizado o no. Una ambulancia del SEM que responde a un aviso sólo tendrá en general a una persona a cargo (el responsable

del incidente) y otra persona que le ayuda siguiendo una estructura de mando rudimentaria para el incidente. Conforme la magnitud del incidente aumenta y acuden más equipos de respuesta de diversas agencias de seguridad pública o de otro tipo al lugar, cada vez va teniendo más importancia un sistema y estructura formal para controlar y vigilar la respuesta.

## Jefe del incidente

El *sistema de mando del incidente* (SMI) se ha desarrollado a lo largo de los años como un conjunto de sistemas de planificación utilizados por los servicios de bomberos para las respuestas de servicios múltiples ante situaciones con incendios graves. Este programa ganó la aceptación sobre todo por la experiencia de bomberos que luchaban contra fuegos en la naturaleza con amplios frentes expansivos y en los que participaban docenas de agencias distintas. La aplicación colectiva de estos esfuerzos se tradujo en el desarrollo de *FIRESCOPE* o *Firefighting Resources of California Organized for Potential Emergencies*. Entre tanto el *Phoenix Fire Department* desarrolló el *Fire Ground Command System* (FGC). Aunque existen muchos parecidos entre estos dos sistemas, también existen diferencias y se realizaron esfuerzos para combinar ambos en una estructura de mando única.

En 1987 la *National Fire Protection Association* (NFPA) publicó la norma NFPA 1561, una norma sobre *Fire Department Incident Command Management System*. La NFPA 1561 fue revisada posteriormente y se pasó a llamar norma sobre *Emergency Services Incident Management*. Esta versión se puede aplicar y ajustar a cualquier tipo o magnitud de incidente por cualquier agencia responsable del mismo. En los años noventa del siglo XX se creó el *National Fire Incident Management System* (IMS), que refinó todavía más el abordaje al manejo de un incidente único.

Afrontar cualquier tipo de incidente, grande o pequeño, se ve facilitado por la estructura de mando precisa que se recoge en el SMI. El eje central del SMI es el establecimiento de un mando centralizado en el lugar y la consiguiente división de las responsabilidades. La primera unidad que llega establece el centro de mando y establece comunicaciones para generar una respuesta. Los cinco elementos fundamentales del mando del incidente son los siguientes:

1. El *mando* tiene el control global del incidente y de las comunicaciones y coordina el movimiento de los recursos y los pacientes dentro y fuera del lugar del mismo.
2. Los *operativos* incluyen divisiones que se encargan de las necesidades tácticas dentro de un incidente. Ejemplos de estas divisiones operativas son la extinción del fuego, el SEM y el personal de rescate.
3. La *planificación* es un proceso continuo de valoración de las necesidades inmediatas y posibles para el incidente y la planificación de la respuesta. Durante todo el incidente se utilizará este elemento para valorar la eficacia de las operaciones y sugerir modificaciones en la respuesta y la aproximación táctica.
4. La *logística* se ocupa de la obtención de los recursos y su transporte al lugar en que se necesitan; incluyen personal, protección, vehículos y equipos.

- Las finanzas se ocupan del tema monetario. Se encarga de analizar el personal, los proveedores y los contratos empleados para el incidente para poder determinar el coste del mismo y también paga a estos grupos sus equipos, servicios, bienes y suministros.

### Mando unificado

Una ampliación del SMI es el *sistema de mando unificado*. Esta ampliación tiene en consideración la necesidad de coordinar agentes de distintas jurisdicciones. Los aspectos técnicos de utilizar recursos procedentes de diversas comunidades, condados y estados son cubiertos por esta estructura de coordinación adicional.

### National Incident Management System

El 28 de febrero de 2003 el presidente George W. Bush exigió al *Secretary of Homeland Security* que elaborara un *National Incident Management System* (NIMS) mediante la orden presidencial HSPD-5. El objetivo de este sistema sería desarrollar un abordaje constante a nivel nacional para que los gobiernos federal, estatal y local pudieran trabajar juntos para prepararse frente a incidentes domésticos, responder y recuperarse de los mismos de forma eficaz, independientemente de su causa, magnitud o complejidad. El *Department of Homeland Security* autorizó el 1 de marzo de 2004 el NIMS tras colaborar con grupos de trabajo constituidos por oficiales del gobierno estatal y local y representantes de la *National Association of Emergency Medical Technicians* (NAEMT), la *Fraternal Order of Police* (FOP), la *International Association of Fire Chiefs* (IAFC) y la *International Association of Emergency Managers* (IAEM), además de otras organizaciones de seguridad pública.

El NIMS se centra en las siguientes características para el manejo de los incidentes:

- Terminología común.
- Organización modular.
- Control por objetivos.
- Seguimiento de un plan de acción para el incidente.
- Marco de control manejable.
- Localizaciones y unidades predeterminadas para el «centro de movilización del incidente».
- Manejo exhaustivo de los recursos.
- Comunicaciones integradas.
- Establecimiento de la transmisión del mando.
- Cadena de mando y unidad del mismo.
- Mando unificado.
- Responsabilidad de los recursos y el personal.
- Colaboración.
- Manejo de la información y la inteligencia.

Los elementos claves del NIMS son los siguientes:

- SMI.
- Control de la comunicación y la información.
- Preparación.
- Sistemas de información conjunta (información pública coherente).

- Centro de integración de control de incidentes a nivel nacional (NIC).

### Mando

El mando incluye el *jefe del incidente* (JI) y el personal de mando. Los puestos del personal al mando se determinan según el tamaño y la naturaleza del incidente y pueden incluir un oficial para información al público (OIP), un oficial de seguridad (OS) y un oficial de relaciones externas. Otros puestos se pueden crear según considere necesario el JI.

Como se comentó antes, el mando unificado es un refuerzo para el mando del incidente en situaciones en las que participan múltiples jurisdicciones. En una situación bajo mando único, el JI es el único responsable del control del incidente. En la estructura de mando unificada, los individuos de varias jurisdicciones deciden en conjunto los objetivos, los planes y las prioridades. El sistema de mando único trata de resolver los problemas que implican diferencias en las normas de comunicación y operativas (figura 4-8).

Un elemento que no se incluye dentro del SMI y que se añade al mando unificado y el NIMS es la *inteligencia*. Según la magnitud del incidente, la inteligencia y la información relacionada con la seguridad nacional puede incluir también una valoración del control de riesgos, la inteligencia médica, la información sobre el tiempo atmosférico, el diseño estructural de los edificios y la información sobre la contención de tóxicos. Aunque estas funciones son realizadas típicamente por la sección de planificación, en algunas circunstancias el JI puede separar la recogida de la información de la planificación.

En el NIMS el JI puede asignar la inteligencia y la información de la siguiente forma:

- Dentro del personal al mando.
- Como unidad dentro de la sección de planificación.
- Como rama de la sección operativa.
- Como una función distinta de jefatura general.

### Planes de acción para el incidente

Los planes de acción para el incidente (PAI) pueden incluir objetivos y estrategias globales para el incidente establecidas por el JI o el mando unificado. La sección de planificación desarrolla y documenta los PAI. Los PAI también abordan los objetivos tácticos y las actividades de apoyo para el periodo operativo, que suele durar 12-24 horas. La sección de planificación también mantiene una actitud crítica continuada o «lecciones aprendidas durante el proceso», para asegurarse de que las respuestas se ajustan a las necesidades derivadas del incidente.

En los incidentes muy importantes, pueden establecerse múltiples PAI. Puede crearse un mando de área para controlar múltiples organizaciones con PAI. El mando de área no tiene responsabilidades operativas, pero se encarga de las siguientes misiones:

- Determinar las prioridades relacionadas con el incidente en general para la agencia.
- Asignar recursos críticos según las prioridades establecidas.



**Figura 4-8** La estructura de mando de un incidente es flexible y se puede ampliar o reducir según el número de pacientes implicados y la complejidad del episodio. Las funciones operativas de cada una de las secciones bajo mando del incidente son las ramas. La rama de servicios médicos es el componente operativo responsable de la coordinación y realización de los servicios médicos necesarios para cumplir los objetivos tácticos en relación con el incidente. Incluiría equipo y personal marcial, clasificación de los pacientes, comunicación con otros centros médicos y transporte. (Continúa)

3. Asegurarse de que los incidentes se manejan de forma adecuada.
4. Asegurarse de que la comunicación es eficaz.
5. Asegurarse de que se cumplen los objetivos de control del incidente y de que no aparecen conflictos con otras políticas de agencia.
6. Identificar las necesidades fundamentales de recursos y comunicarlas al centro de operaciones de emergencia.
7. Asegurarse de que la recuperación a corto plazo de la emergencia está coordinada para garantizar la transición a operaciones de recuperación completa.
8. Garantizar la responsabilidad del personal y la existencia de entornos de operación seguros.

### Valoración y clasificación de los pacientes

Tras satisfacer todos los aspectos previos, se puede empezar el proceso real de valoración y tratamiento de los pacientes. El máximo reto se plantea cuando el profesional prehospitalario tiene que atender a múltiples víctimas.

Las grandes catástrofes (GC) se producen en muchas formas. Muchos responsables de rescates han respondido a incidentes

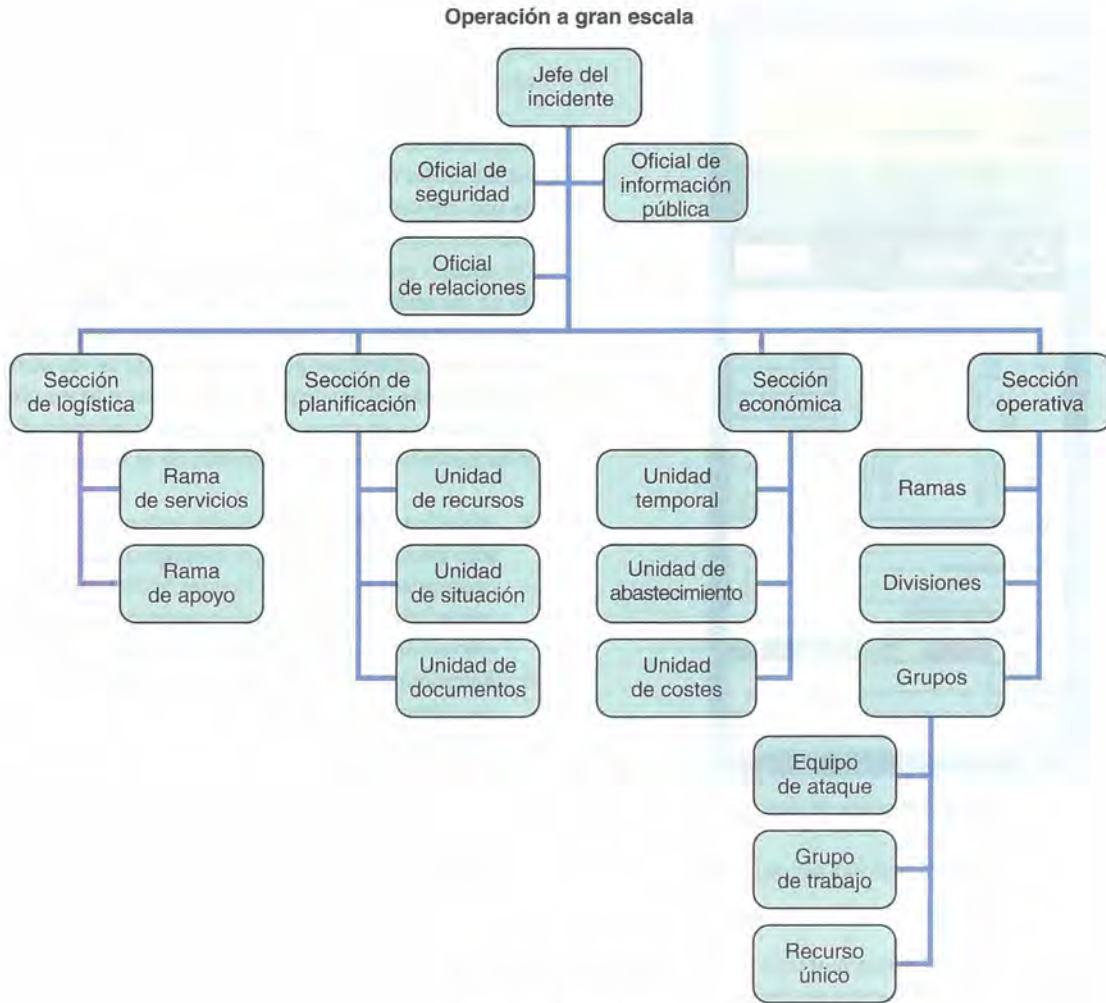


Figura 4-8 (cont.)

con más de una víctima, pero los incidentes a gran escala con cientos o miles de víctimas son infrecuentes. La palabra *triage* procede del francés y significa clasificar.

En la asistencia prehospitalaria, la clasificación o *triage* se utiliza en los dos siguientes contextos:

1. **Existen recursos suficientes para tratar a todos los pacientes.** En este caso la clasificación consiste en tratar y transportar en primer lugar a los pacientes más graves y dejar para tratamiento y traslado posterior a los pacientes más leves.
2. **La clasificación se utiliza principalmente para las GC en las que el número de víctimas supera los recursos disponibles *in situ* y la capacidad inmediata.** El objetivo de esta forma de clasificación es garantizar la supervivencia del mayor número posible de pacientes lesionados. Los pacientes se clasifican en categorías para su asistencia. En una GC la asistencia del paciente debe ser racionada porque el número de víctimas supera los recursos disponibles. Son relativamente pocos los profesionales prehospitalarios que han tenido que atender

una GC con 80 a 120 personas lesionadas de forma simultánea, aunque muchos han atendido GC con 10–20 pacientes y la mayor parte de los veteranos han asistido incidentes con 2-10 pacientes implicados.

Cuando se cuenta con un volumen suficiente de personal de rescate y recursos médicos es posible atender y transportar a la mayor parte de los pacientes graves en primer lugar. En una GC a gran escala los recursos son limitados y obligan a tratar y trasladar a los pacientes siguiendo una prioridad orientada a salvar a las víctimas con mayores probabilidades de sobrevivir (figura 4-9). El transporte de estas víctimas será prioritario.

El objetivo del tratamiento de los pacientes en el lugar de una GC es beneficiar al mayor número de pacientes posibles con los recursos disponibles. Es responsabilidad del profesional prehospitalario adoptar las decisiones sobre quién debe recibir tratamiento en primer lugar. Las reglas generales para salvar vidas son distintas en las GC. La decisión siempre debe ser salvar las máximas vidas posibles; sin embargo, cuando los recursos de los que se dispone no son suficientes para las necesidades de todos los heridos existentes, estos recursos se

Peter Pan

**1ª prioridad INMEDIATO** 08778

**2ª prioridad SECUNDARIO** 08778

**3ª prioridad RETRASADO** 08778

**4ª prioridad MUERTO** 08778

Sistema de clasificación en grandes catástrofes

(A) (P)

HORA	
EDAD	
SEXO	M V
PULSO	
RESP.	
PA	
A V P U	

Nombre del paciente (si se conoce)

Notas/Tratamiento

Entregar al oficial responsable del traslado 08778

Prioridad	1	2	3	4
Principales lesiones				
Unidad SEM				
H. de partida				
Hospital				

**FIGURA 4-9** Ejemplo de una etiqueta de clasificación de los pacientes.

(Tomado de McSwain N, Paturas J: *The Basic EMT*, ed 2, St Louis, 2003, Mosby.)

deben utilizar en los pacientes con mayores probabilidades de sobrevivir. A la hora de decidir entre un paciente con lesiones catastróficas como un traumatismo craneal grave o un paciente con una hemorragia intrabdominal aguda, la actuación correcta en una GC es elegir primero al paciente que se puede salvar, en este caso el que sufre la hemorragia. Tratar en primer lugar al paciente con un traumatismo craneal podría determinar la pérdida de ambas vidas, ya que el traumatizado craneal podría fallecer porque sus lesiones son incompatibles con la vida y el que sufre la hemorragia abdominal también porque el gasto de tiempo, equipo y personal en la atención del paciente que no se po-

día salvar puede haber impedido que recibiera la sencilla asistencia necesaria para que pudiera sobrevivir hasta que se realizara una asistencia quirúrgica más definitiva.

En la clasificación ante una GC los pacientes con lesiones catastróficas se consideran de «baja prioridad» y el tratamiento se retrasa hasta que se disponga de más ayuda y recursos. Se trata de una circunstancia difícil, pero el profesional prehospitalario debe ser capaz de responder con rapidez y de forma adecuada. Un equipo médico no debe realizar esfuerzos de reanimación de un paciente en parada cardíaca tras un traumatismo que tenga pocas o nulas opciones de sobrevivir cuando otros tres pacientes están muriéndose por afectación de la vía aérea o hemorragias externas. El «patrón de selección» más empleado divide a los pacientes en cinco grupos según la necesidad de asistencia y las posibilidades de sobrevivir, de la siguiente forma:

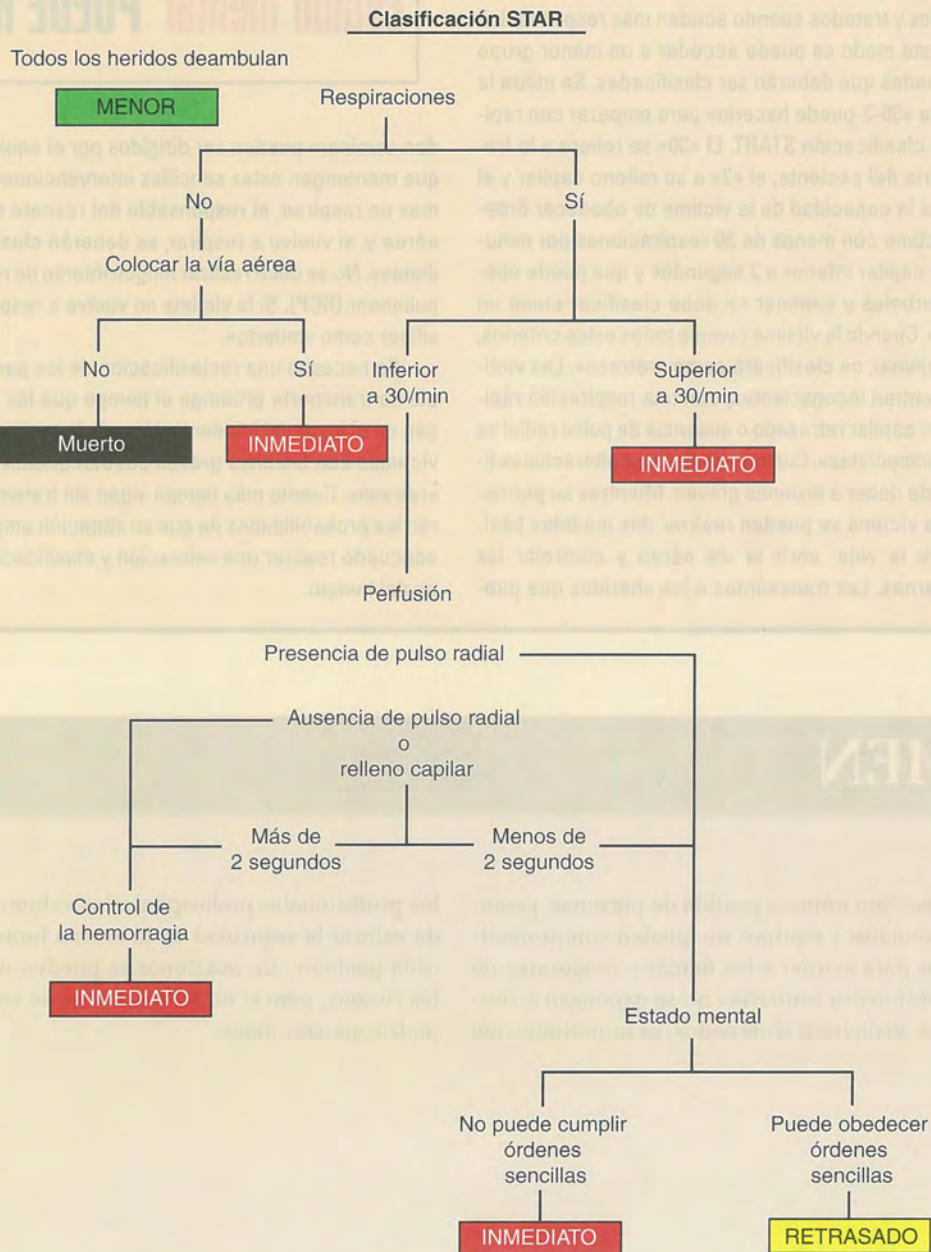
1. *Inmediata*. Los pacientes con lesiones críticas, pero que sólo necesitan un tiempo o equipo mínimo para su asistencia y que tienen buenas probabilidades de sobrevivir. Un ejemplo de este grupo es el paciente con afectación de la vía aérea o una hemorragia externa masiva.
2. *Retrasado*. Pacientes con lesiones debilitantes, pero que no necesitan un tratamiento inmediato para salvarles la vida o un miembro. Un ejemplo sería el paciente con una fractura de un hueso largo.
3. *Menores*. Pacientes que se suelen llamar «heridos que caminan» y que sufren lesiones menores, que pueden esperar para recibir tratamiento y que incluso pueden colaborar consolando a otros pacientes o ayudando a transportar camillas.
4. *Expectante*. Pacientes con lesiones tan graves que sólo tienen una posibilidad mínima de sobrevivir. Un ejemplo sería el paciente con quemaduras de espesor completo en un 90% del cuerpo y lesiones pulmonares térmicas.
5. *Muerto*. Pacientes que no responden, no tienen pulso y no respiran. En un desastre los recursos no suelen permitir los intentos de reanimación de un paciente en parada cardíaca.

El cuadro 4-3 describe el esquema de clasificación aceptado denominado START, que sólo reconoce cuatro categorías: inmediata, retrasado, menor y muerto.

**CUADRO 4-3 Clasificación START de los pacientes**

La clasificación de los pacientes es una herramienta básica empleada en el tratamiento de las víctimas de una gran catástrofe. Ayuda a los profesionales prehospitalarios y a otros equipos de rescate a emplear de forma eficiente los recursos disponibles. Es posible malgastar un tiempo precioso si los profesionales no disponen de una herramienta sencilla de clasificación para identificar a los pacientes con máximo riesgo de muerte próxima. La incapacidad de realizar esta clasificación prolongará el tiempo en el lugar del incidente y retrasará el tratamiento definitivo.

En 1983, personal médico del *Hoag Memorial Hospital* y paramédicos bomberos del *Newport Beach Fire Department* crearon un proceso de clasificación de pacientes para los equipos de primera respuesta, el *Simple Triage and Rapid Treatment (START)* (figura 4-10). Este proceso de clasificación se diseñó para identificar a los pacientes con lesiones críticas con rapidez y facilidad. START no establece un diagnóstico médico, sino que representa un proceso rápido y sencillo de selección.



**FIGURA 4-10** Algoritmo START para la clasificación de los pacientes.  
(Por cortesía del *Newport Beach Fire Department*, Newport Beach, Calif.)

(Continúa)

**CUADRO 4-3 (cont.) Clasificación START de los pacientes**

El START utiliza tres valoraciones sencillas para identificar a las víctimas con mayor riesgo de fallecer como consecuencia de las lesiones. Típicamente se invierten entre 30 y 60 segundos en este proceso por cada víctima y START no necesita equipos médicos especializados, herramientas ni conocimientos especiales.

**¿CÓMO FUNCIONA?**

El primer paso consiste en dirigir a todas las víctimas que puedan caminar a la zona de seguridad elegida. Si las víctimas pueden caminar y obedecer órdenes, su situación se clasifica como «menor» y serán clasificados y tratados cuando acudan más responsables del rescate. De este modo se puede acceder a un menor grupo de víctimas lesionadas que deberán ser clasificadas. Se utiliza la regla nemotécnica «30-2-puede hacerlo» para empezar con rapidez el sistema de clasificación START. El «30» se refiere a la frecuencia ventilatoria del paciente, el «2» a su relleno capilar y el «puede hacerlo» a la capacidad de la víctima de obedecer órdenes. Cualquier víctima con menos de 30 respiraciones por minuto, con un relleno capilar inferior a 2 segundos y que puede obedecer órdenes verbales y caminar se debe clasificar como un paciente «menor». Cuando la víctima cumple todos estos criterios, pero no puede caminar, se clasificará como «retraso». Las víctimas que se encuentran inconscientes, con una respiración rápida o con un relleno capilar retrasado o ausencia de pulso radial se clasifican como «inmediatas». Cualquiera de estas alteraciones fisiológicas se puede deber a lesiones graves. Mientras se permanece al lado de la víctima se pueden realizar dos medidas básicas para salvarle la vida: abrir la vía aérea y controlar las hemorragias externas. Los transeúntes o los «heridos que pue-

**Respiraciones 30****Perfusión 2****Estado mental PUEDE HACERLO**

den caminar» pueden ser dirigidos por el equipo de rescate para que mantengan estas sencillas intervenciones. Cuando las víctimas no respiran, el responsable del rescate debe abrirles la vía aérea y, si vuelve a respirar, se deberán clasificar como «inmediatas». No se debe realizar ningún intento de reanimación cardiopulmonar (RCP). Si la víctima no vuelve a respirar, se deberá clasificar como «muerto».

Se necesita una reclasificación de los pacientes si la ausencia de transporte prolonga el tiempo que las víctimas permanecen en el lugar del incidente. Usando los criterios START, algunas víctimas con lesiones graves pueden quedar clasificadas como «retraso». Cuanto más tiempo sigan sin tratamiento, mayores serán las probabilidades de que su situación empeore. Por tanto, es adecuado realizar una valoración y clasificación nuevas a lo largo del tiempo.

**RESUMEN**

Para beneficiar al máximo número posible de personas, garantizar que los profesionales y equipos no queden comprometidos e incapacitados para ayudar a los demás y asegurarse de que los demás profesionales sanitarios no se expongan a riesgos no identificados, aislados o eliminados, es importante que

los profesionales prehospitalarios valoren los riesgos a la hora de valorar la seguridad de la escena junto con la situación de cada paciente. En ocasiones se pueden descartar con rapidez los riesgos, pero si no se buscan, no se van a encontrar, lo que podría generar daños.

# RESOLUCIÓN DEL CASO

La realización de asistencia médica en una carretera es una de las situaciones más peligrosas que puede afrontar el profesional de asistencia prehospitalaria. La valoración de esta escena muestra muchos riesgos posibles, de los cuales el más aparente es la situación atmosférica. La lluvia no sólo reduce la visibilidad, sino que también hace que las carreteras estén más deslizantes y aumenta la distancia de frenado. El paciente puede mostrar tendencia a la hipotermia, porque está tumbado bajo la lluvia sobre la tierra y porque las temperaturas son nocturnas. La oscuridad puede aumentar el riesgo y obliga al personal a utilizar ropa reflectante. Los responsables de la ley son esenciales para

garantizar el control del tráfico en el lugar. Un poste dañado aumenta el riesgo de que existan líneas eléctricas caídas y se debe avisar a la compañía eléctrica para que acuda. Las fugas de gasolina u otros líquidos del vehículo puede generar una situación de material peligroso. Los bomberos pueden aislar o neutralizar los líquidos mientras vigilan la posible aparición de incendios en la zona. Además, un paciente que sangra puede suponer un riesgo para el personal prehospitalario de infecciones transmitidas por vía hematológica y los profesionales deberían emplear barreras físicas, incluidas mascarillas, guantes y protección ocular. ■

**Nota:** Ahora, que se ha valorado la escena, este caso continúa en el capítulo 5.

## Bibliografía

1. Maguire BJ, Hunting KL, Smith GS, Levick NR: Occupational fatalities in emergency medical services, *Ann Emerg Med* 40(6):625, 2002.
2. National Highway Traffic and Safety Administration: Traffic safety facts, 2003, <http://www.nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/nrd-30/NC-SA/TSFAAnn/2003/cov2.htm>.
3. Schaeffer J: Prevent run downs: best practices for roadside incident management, 2002, <http://www.jems.com/jems/news02/0903a.html> (accessed September 2002).
4. Poland GA, Jacobson RM: Prevention of hepatitis B with the hepatitis B vaccine, *N Engl J Med* 351:2832, 2004.
5. Georgia Emergency Management Agency: Surviving weapons of mass destruction, [www.ojp.usdoj.gov/odp/docs/video.htm](http://www.ojp.usdoj.gov/odp/docs/video.htm).
6. Georgia Emergency Management Agency, Department of Justice Bureau of Justice Assistance: Surviving the secondary device: the rules have changed, [www.ojp.usdoj.gov/odp/docs/video.htm](http://www.ojp.usdoj.gov/odp/docs/video.htm).

Rinnert KJ: A review of infection control practices, risk reduction, and legislative regulations for blood-borne disease: applications for emergency medical services, *Prehosp Emerg Care* 2(1):70, 1998.

Rinnert KJ, O'Connor RE, Delbridge T: Risk reduction for exposure to blood-borne pathogens in EMS: National Association of EMS Physicians, *Prehosp Emerg Care* 2(1):62, 1998.

## Recursos para la formación

Federal Emergency Management Agency (FEMA): Incident command system (ICS) training:

ICS-100, Introduction to ICS

ICS-200, Basic ICS

ICS-300, Intermediate ICS

ICS-400, Advanced ICS

National Incident Management System (NIMS) and FEMA training: contact your state Emergency management Agency or Emergency Management Institute and National Fire Academy, Emmitsburg, Md. a variety of online correspondence and on-site courses are available.

For more information on NIMS, contact the NIMS Integrations Center: [www.dhs.gov](http://www.dhs.gov).

## Lecturas recomendadas

Centers for Disease Control and Prevention: See website for information on Standard Precautions and postexposure prophylaxis, [www.cdc.gov](http://www.cdc.gov).

## Objetivos del capítulo

*Al finalizar este capítulo, el lector deberá ser capaz de:*

- ✓ Ilustrar la importancia de la evaluación del paciente en el contexto del tratamiento global del paciente traumatizado.
- ✓ Sistematizar los pasos independientes implicados en el proceso de evaluación y tratamiento del paciente traumatizado en un proceso racional y organizado.
- ✓ Para un caso determinado, adaptar la valoración global de 15 segundos y la valoración primaria a las circunstancias particulares de la situación.
- ✓ Emplear un proceso de razonamiento crítico para relacionar la exploración y los hallazgos sobre el terreno con sus posibles causas y consecuencias.

## CAPÍTULO 5

# El paciente





## CASO CLÍNICO

Le despiertan a las 4 de la madrugada de un sábado para atender a una persona atropellada por un vehículo. Mientras entra en la ambulancia usted observa que está lloviendo. La temperatura es de 10 °C. La información adicional del aviso le indica que tras golpear a un peatón, el vehículo ha chocado contra un poste informativo. La salida de combustible ha formado un manto sobre el agua de lluvia. El aviso le informa de que los testigos señalan que la paciente ha perdido la conciencia. Al llegar no detecta ningún otro riesgo para la seguridad en su valoración del caso. Los testigos confirman que la paciente ha perdido la conciencia durante un período de «varios minutos». Al aproximarse a la paciente, una mujer joven, se arrodilla junto a ella y observa que está consciente y que su ropa está mojada, y coloca sus manos para estabilizar la columna cervical. En respuesta a sus preguntas, descubre que el principal síntoma es el dolor en la pierna. Sus preguntas tienen el doble propósito de conocer los síntomas y evaluar su esfuerzo ventilatorio observando que le resulta difícil hablar, pero sólo porque le castañean los dientes. Al no detectar dificultad para respirar, continúa haciendo preguntas mientras su compañero controla las constantes vitales. La paciente responde de forma apropiada a sus preguntas, lo que le permite saber que está orientada en tiempo, espacio y persona.

**Basándose en la cinemática de las lesiones por atropello de un peatón por un vehículo de motor, ¿cuáles son los problemas que debe sospechar en primer lugar durante su evaluación? ¿Cuáles son las siguientes prioridades? ¿Cómo debe actuar con esta paciente? ■**

La evaluación es la piedra angular de una asistencia excelente. En el paciente traumatizado, igual que en otros pacientes en estado crítico, la evaluación es la base para todas las decisiones de tratamiento y traslado. El primer objetivo de la evaluación es determinar el estado actual del paciente. Al hacerlo así, el profesional de la asistencia prehospitalaria puede crear una impresión general del estado del paciente y establecer los valores de referencia para los aparatos respiratorio y circulatorio y el estado neurológico del paciente. El profesional de la asistencia prehospitalaria valora a continuación sin demora los problemas con riesgo vital y comienza su actuación y reanimación urgente. Además, identifica y evalúa todas las circunstancias que requieren atención antes de mover al paciente. Si el tiempo lo permite, realiza una evaluación secundaria de las lesiones sin riesgo vital o para las extremidades. A menudo lo hace durante el traslado.

El profesional de la asistencia prehospitalaria efectúa todos estos pasos de forma rápida y eficaz, con el objetivo de reducir al mínimo el tiempo empleado sobre el terreno. Los pacientes en estado crítico no deben permanecer sobre el terreno más tiempo del necesario para estabilizarlo para el traslado, a menos que esté atrapado o que existan otras complicaciones que impidan su traslado inmediato. Si se aplican los principios aprendidos en este curso, el profesional de la asistencia prehospitalaria puede reducir al mínimo el retraso en el lugar del incidente y trasladar de inmediato al paciente a un centro sanitario apropiado. Una evaluación e intervención correctas requieren un conocimiento exhaustivo de la fisiología de los traumatismos y un plan de tratamiento bien estructurado que se aplica de forma rápida y eficaz.

La bibliografía científica sobre el tratamiento de los traumatismos menciona con frecuencia la necesidad de trasladar al paciente traumatizado a un centro quirúrgico apropiado en el pla-

zo mínimo de tiempo tras la lesión. Esto se debe a que un paciente traumatizado en estado crítico que no responde al tratamiento inicial tiene más probabilidades de presentar una hemorragia interna. Esta pérdida de sangre se mantendrá mientras no se controle la hemorragia. Excepto en el caso de una hemorragia externa, el control de la hemorragia sólo puede obtenerse en el quirófano.

Las prioridades durante la evaluación y tratamiento del paciente traumatizado son, en orden de importancia: 1) vía aérea, 2) ventilación, 3) oxigenación, 4) control de la hemorragia, 5) perfusión y 6) función neurológica. Esta secuencia protege la capacidad de oxigenación del organismo y de los hematíes de suministrar oxígeno a los tejidos. El control de la hemorragia, que es temporal sobre el terreno y permanente en el quirófano, depende de un traslado rápido por los profesionales de la asistencia prehospitalaria y de la presencia de un equipo de asistencia al trauma preparado de inmediato a la llegada al centro sanitario.

El Dr. R. Adams Cowley desarrolló el concepto de la «hora de oro» en los traumatismos. Pensó que el tiempo transcurrido desde la lesión hasta la asistencia definitiva era crítico. Durante este período, cuando la hemorragia es incontrolada y se produce una oxigenación inadecuada de los tejidos por la alteración de la perfusión, se producen daños en todo el organismo. Si no se controla la hemorragia ni se restablece la oxigenación de los tejidos en el plazo de 1 hora tras la lesión se agotan las probabilidades de supervivencia del paciente.

La hora de oro se denomina ahora «período de oro» porque algunos pacientes tienen menos de una hora para recibir asistencia, mientras que en otros este período es más prolongado. Un profesional de la asistencia prehospitalaria es responsable del traslado del paciente lo más rápido posible a un centro sanitario donde pueda realizarse una asistencia definitiva. Para llevar

al paciente a este centro, debe identificar sin demora la gravedad de las lesiones que pueden poner en peligro la supervivencia del paciente, aplicar sólo medidas de reanimación esenciales y preparar un traslado rápido a un centro sanitario apropiado. En muchos sistemas de emergencias prehospitalarios urbanos, el tiempo medio entre el incidente y la llegada de la asistencia es de 8 a 9 minutos. Los profesionales de la asistencia prehospitalaria emplean otros 8 a 9 minutos para trasladar al paciente. Si el profesional de la asistencia prehospitalaria emplea sólo 10 minutos sobre el terreno, habrán transcurrido 30 minutos del período de oro hasta la llegada del paciente al hospital receptor. Todo minuto adicional empleado sobre el terreno es tiempo añadido en el que el paciente está sangrando y tiempo que se resta al período de oro. Para solucionar este aspecto crítico del tratamiento del paciente traumatizado en estado crítico son necesarios su evaluación y tratamiento eficientes. El tiempo empleado en el lugar del incidente no debe superar los 10 minutos y cuanto más corto sea, mejor. Cuanto más tiempo esté el paciente en el lugar del incidente, mayor será el riesgo de pérdida de sangre y muerte. Estos parámetros temporales cambian cuando existen circunstancias como una extricación prolonga, un retraso en el traslado o cualquier otra contingencia inesperada.

Este capítulo expone los elementos esenciales de la evaluación y el tratamiento inicial del paciente sobre el terreno y se basa en la aproximación que se enseña a los médicos en el programa *Advanced Trauma Life Support (ATLS)*<sup>1</sup>. Los principios descritos son idénticos a los aprendidos en los programas iniciales básicos o avanzados de entrenamiento del profesional de la asistencia, aunque la terminología puede variar algo. Por ejemplo, la frase «valoración primaria» se usa en el ATLS y *Prehospital Trauma Life Support (PHTLS)* para describir la evaluación del paciente denominada «evaluación inicial» en el curso para *Emergency Medical Technician (EMT)* del *U.S. Department of Transportation (DOT)*. Lo que en el curso PHTLS se denomina «valoración secundaria» es esencialmente la misma actividad que el profesional de la asistencia básico aprende como «anamnesis y exploración física dirigidas» del paciente traumatizado. En su mayor parte, las actividades realizadas en cada fase son exactamente las mismas, y sólo cambia la terminología empleada en los diferentes cursos. De la misma manera las actividades de monitorización y reevaluación del paciente se llaman «evaluación en marcha» en el sistema DOT (tabla 5-1).

**TABLA 5-1 Terminología de evaluación**

PHTLS	EMT National Standard Curricula
Evaluación de la escena	Dimensionado de la escena
Valoración primaria	Evaluación inicial
Valoración secundaria	Anamnesis y exploración física detalladas o dirigidas
Monitorización y reevaluación	Evaluación en marcha

## Determinación de prioridades

El profesional de la asistencia prehospitalaria tiene tres prioridades al llegar a la escena:

1. La primera prioridad para cualquier persona que participa en un incidente traumático es valorar la escena. Este tema se comenta de forma detallada en el capítulo 4.
2. El profesional de la asistencia prehospitalaria debe conocer la existencia de incidentes con múltiples pacientes y las grandes catástrofes (GC). En una GC la prioridad cambia desde ocupar todos los recursos en los pacientes más graves a tratar de salvar al mayor número de pacientes posibles (hacer el bien al máximo número posible). Este tema también se analiza en el capítulo 4.
3. Cuando los profesionales prehospitalarios han realizado una breve valoración de la escena, deberán prestar atención a la valoración de los pacientes individuales. El proceso de valoración y tratamiento se inicia centrándose en los pacientes considerados más críticos, según la disponibilidad de recursos. Se debe poner énfasis en los siguientes aspectos: a) trastornos que pueden conducir a la muerte, b) trastornos que pueden determinar la pérdida de una extremidad y c) todos los demás trastornos que no ponen en riesgo la vida ni ningún miembro. Según la gravedad de las lesiones, el número de enfermos afectados y la proximidad al centro receptor, el profesional prehospitalario puede no atender nunca situaciones que no comprometan la vida o algún miembro.

La mayor parte de este capítulo se centra en el *razonamiento crítico* que los profesionales prehospitalarios deben conocer para poder realizar una valoración adecuada, interpretar los hallazgos y sentar las prioridades para la asistencia correcta del paciente.

## Valoración primaria (evaluación inicial)

En el paciente politraumatizado en estado crítico la prioridad para el profesional de la asistencia prehospitalaria es la identificación y el tratamiento inmediatos de los problemas con riesgo vital (cuadro 5-1). Más de un 90% de los pacientes traumatizados presentan lesiones simples que sólo afectan a un sistema (p. ej., una fractura aislada en una extremidad). En estos pacientes el profesional de la asistencia prehospitalaria tiene tiempo para ser meticuloso tanto en la valoración primaria como secundaria. En el paciente en estado crítico, el profesional de la asistencia prehospitalaria no puede pasar de la valoración primaria. Es fundamental una evaluación rápida, un comienzo inmediato de la reanimación y un traslado sin demora a un cen-

### CUADRO 5-1 Paciente traumatizado con afectación de un sólo sistema frente al que sufre afectación de muchos

- El *paciente con afectación de múltiples sistemas* presenta lesiones que afectan a más de un sistema orgánico, que puede ser el aparato circulatorio, pulmonar o digestivo o los sistemas neurológico, musculoesquelético o tegumentario. Un ejemplo sería el paciente implicado en un accidente de tráfico que sufre un traumatismo craneal, contusiones pulmonares, una lesión esplénica con *shock* y una fractura femoral.
- Un *paciente con afectación de un sólo sistema* sufre lesiones exclusivamente en un sistema orgánico. Un ejemplo sería el paciente con una fractura sencilla en un tobillo sin evidencias de *shock* o hemorragia.

tro sanitario adecuado. Esto no elimina la necesidad de tratamiento prehospitalario, sino que significa que el profesional de la asistencia prehospitalaria debe *hacerlo más rápido, de un modo más eficiente y durante el traslado al centro de referencia*.

Siempre hay que realizar una determinación rápida de las prioridades y una evaluación inicial de las lesiones con riesgo vital. Por esta razón, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe memorizar los componentes de la valoración primaria y secundaria mediante un conocimiento de la progresión lógica de la evaluación y el tratamiento basados en las prioridades. Un profesional de la asistencia prehospitalaria debe pensar en la fisiopatología de las lesiones y de los trastornos del paciente, aunque no debe perder tiempo intentando recordar cuáles son las prioridades más importantes.

La causa más frecuente de las lesiones con riesgo vital es la ausencia de una oxigenación adecuada de los tejidos, que lleva a un metabolismo (producción de energía) anaerobio (sin oxígeno). El descenso en la producción de energía que se produce en el metabolismo anaerobio se denomina *shock*. Para un metabolismo normal son necesarios tres elementos: 1) oxigenación de los hematíes en el pulmón, 2) transporte de oxígeno por los hematíes a todas las células del organismo y 3) liberación de este oxígeno en las células. Las actividades implicadas en la valoración primaria van dirigidas a identificar y corregir los problemas de los dos primeros elementos.

## Impresión general

La valoración primaria comienza con una visión general, *global* o simultánea, del estado del aparato respiratorio y circulatorio y del estado neurológico del paciente para identificar los problemas importantes externamente obvios de la oxigenación, circulación, hemorragia o deformidad grosera. Cuando se acerca al paciente, el profesional de la asistencia prehospitalaria observa si este mantiene una respiración eficaz, si está consciente o inconsciente, si es capaz de sujetarse por sí mismo y si se mueve de forma espontánea. Una vez al lado del paciente, un punto de partida razona-

ble puede ser preguntarle al paciente: ¿Qué le ha sucedido? Si el paciente aporta una explicación coherente con frases completas, el profesional prehospitalario podrá llegar a la conclusión de que el paciente tiene una vía aérea permeable, suficiente función respiratoria para poder hablar, una perfusión cerebral adecuada y una función neurológica razonable. En resumen, posiblemente no existan amenazas inmediatas para su supervivencia.

Si el paciente no consigue dar una respuesta de este tipo, el profesional prehospitalario empezará una valoración primaria detallada para identificar problemas que puedan amenazar la supervivencia. Mientras pregunta cosas (p. ej., ¿dónde le duele?), se observará la función respiratoria y se valorará la permeabilidad de la vía aérea. Una exploración rápida del pulso radial le permite evaluar la presencia, calidad y frecuencia de la actividad circulatoria (muy rápida, muy lenta o generalmente normal). Simultáneamente puede apreciar la temperatura y la humedad de la piel, además de su color y valorar el relleno capilar. El nivel de consciencia del paciente y su estado mental se valorarán en función de la corrección de las respuestas verbales. Después, el profesional de la asistencia explora al paciente de la cabeza a los pies en busca de signos de hemorragia mientras recoge todos los datos preliminares para la valoración primaria. Durante este tiempo, el profesional de la asistencia prehospitalaria ha obtenido una visión general rápida del paciente, haciendo durante los primeros segundos de contacto una valoración global de la situación y una evaluación de las posibilidades de riesgo vital. Después puede clasificar la información según las prioridades, categorizar la gravedad de las lesiones y estado del paciente e identificar qué lesión o trastorno debe ser tratado en primer lugar. En 15 a 30 segundos, el profesional de la asistencia ha obtenido una impresión general del estado general del paciente.

Esta impresión general determina si el paciente está ya en un estado crítico o está a punto de entrar en él y evalúa rápidamente su estado general. La impresión general aporta a menudo toda la información necesaria para determinar si son necesarios recursos adicionales, como unidades de soporte vital avanzado (SVA). Si el transporte en helicóptero a un centro de atención de trauma es apropiado el profesional de la asistencia prehospitalaria puede solicitarlo. Un retraso a la hora de solicitar recursos adicionales aumenta el tiempo empleado en el lugar del incidente. Una decisión sin retraso acorta este tiempo. Cuando el profesional de la asistencia prehospitalaria ha obtenido una impresión general del estado del paciente, puede completar rápidamente la valoración primaria a menos que alguna complicación requiera más atención o evaluación.

La valoración primaria debe ser rápida. El apartado siguiente trata de dicha valoración y el orden de prioridades para un tratamiento óptimo del paciente.

A continuación se exponen los cinco pasos de la valoración primaria en orden de prioridad:

- A: control de la vía aérea y estabilización de la columna cervical.
- B: respiración (ventilación).
- C: circulación y hemorragia.
- D: discapacidad.
- E: exposición/ambiente.

## Paso A: Control de la vía aérea y estabilización de la columna cervical

### Vía aérea

El profesional de la asistencia prehospitalaria debe comprobar la vía aérea del paciente de inmediato para asegurarse de que está *permeable* (abierta y sin obstáculos) y de que no existe riesgo de obstrucción. Si la vía aérea está comprometida, debe abrirla inicialmente con métodos manuales (elevación de la barbilla o desplazamiento de la mandíbula) y debe extraer la sangre u otras secreciones corporales si fuera necesario (figura 5-1). Por último, cuando disponga de material y tiempo, el control de la vía aérea puede realizarse con métodos mecánicos (cánula orofaríngea, cánula nasofaríngea o intubación endotraqueal) o transtraqueales (ventilación transtraqueal percutánea) (véase capítulo 6).

### Estabilización de la columna cervical

Como el profesional de la asistencia prehospitalaria aprende en el programa inicial de entrenamiento, todo paciente traumatizado con un mecanismo de lesión de alta transferencia de energía es sospechoso de presentar una lesión medular hasta que se compruebe que no es así. (Véase capítulo 9 para una lista completa de las indicaciones de la inmovilización vertebral.) Por tanto, al establecer una vía aérea permeable, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe recordar la posibilidad de que haya una lesión en la columna cervical. Un movimiento excesivo puede agravar o producir daño neurológico porque puede provocar una compresión ósea en presencia de una fractura vertebral. La solución es asegurarse de que el cuello del paciente se mantiene manualmente en posición neutra durante la apertura de la vía aérea y la administración de la ventilación necesaria. Esto no significa que el profesional de la asistencia prehospitalaria no pueda o deba aplicar las técnicas de mantenimiento de la vía aérea necesarias descritas con anterioridad. Por el contrario, supone que debe realizar estas técnicas al tiempo que protege la columna cervical del paciente frente a los movimientos innecesarios. Cuando el profesional de la asistencia prehospitalaria ha iniciado las medidas de prevención de una lesión cervical, debe inmo-



**FIGURA 5-1** Si la vía aérea está comprometida, debe abrirse mientras se mantiene la protección de la columna vertebral.

vilizar toda la columna vertebral del paciente. Por tanto, todo el cuerpo del paciente debe estar alineado y bien asegurado.

## Paso B: Respiración (ventilación)

El profesional de la asistencia prehospitalaria debe en primer lugar hacer llegar de forma eficaz oxígeno a los pulmones del paciente para iniciar el proceso metabólico. Puede producirse una hipoxia por una ventilación inadecuada de los pulmones y por la falta de oxigenación de los tejidos del paciente. Cuando la vía aérea del paciente está abierta puede evaluarse la calidad y la cantidad de la respiración (ventilación) del paciente de la siguiente forma:

1. Comprobar si el paciente respira.
2. Si el paciente no respira (apnea), debe comenzar de inmediato la ventilación asistida con un dispositivo de mascarilla-válvula-bolsa (MVB) con oxígeno suplementario antes de continuar la evaluación.
3. Asegurarse de que la vía aérea del paciente está permeable, continuar con la ventilación asistida y prepararse para introducir una cánula orofaríngea o nasofaríngea, intubar o lograr por otros medios una protección mecánica de la vía aérea.
4. Si el paciente respira, estimar la idoneidad de la frecuencia y de la profundidad respiratoria para determinar si el paciente está moviendo suficiente aire y evaluar la oxigenación. Asegurarse de que la concentración de oxígeno inspirado es del 85% o mayor.
5. Observar con rapidez si el tórax del paciente se eleva y si el paciente está consciente, oírle hablar para valorar si puede decir una frase entera sin dificultad.

La frecuencia ventilatoria puede dividirse en cinco niveles:

1. *Apnea*. El paciente no respira.
2. *Lenta*. Una frecuencia ventilatoria muy lenta puede indicar una hipoperfusión cerebral. Si la frecuencia ventilatoria desciende a 12 respiraciones por minuto o menos (*bradipnea*), el profesional de la asistencia prehospitalaria debe ayudar o sustituir por completo la respiración con un dispositivo tipo MVB. El soporte ventilatorio asistido o total con el dispositivo MVB debe incluir oxígeno suplementario para alcanzar una concentración de oxígeno del 85% o una fracción de oxígeno inspirado ( $F_{iO_2}$ ) de 0,85 o mayor) (tabla 5-2).

Aunque habitualmente se habla de «frecuencia respiratoria», es más correcto el término *frecuencia ventilatoria*. La *ventilación* se refiere al proceso de inhalación y espiración, mientras que la *respiración* describe mejor el proceso fisiológico de intercambio de gases entre las arterias y los alvéolos. Este libro emplea el término *frecuencia ventilatoria* en lugar de *frecuencia respiratoria*.

**TABLA 5-2 Tratamiento de la vía aérea basado en la frecuencia ventilatoria espontánea**

Frecuencia ventilatoria (resp/min)	Tratamiento
Lenta (<12)	Ventilación asistida o total con $O_2 \geq 85\%$ ( $F_{iO_2} \geq 0,85$ )
Normal (12-20)	Observación; considerar oxígeno suplementario
Demasiado rápida (20-30)	Administración de $O_2 \geq 85\%$ ( $F_{iO_2} \geq 0,85$ )
Anormalmente rápida (>30)	Ventilación asistida ( $F_{iO_2} \geq 0,85$ )

$F_{iO_2}$ , fracción de concentración de oxígeno inspirado.

3. **Normal.** Si la frecuencia ventilatoria está entre 12 y 20 respiraciones por minuto (*eupnea*, una frecuencia normal para un adulto), el profesional de la asistencia prehospitalaria debe observar al paciente con atención. Aunque el paciente puede parecer estable, puede estar indicado administrar oxígeno suplementario.
4. **Rápida.** Si la frecuencia ventilatoria está entre 20 y 30 respiraciones por minuto (*taquipnea*), el profesional de la asistencia también debe vigilar estrechamente al paciente. Debe determinar si mejora o empeora. El indicador para aumentar la frecuencia ventilatoria es la acumulación de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) en sangre o un descenso de la concentración de oxígeno ( $O_2$ ) en sangre. Cuando el paciente tiene una frecuencia ventilatoria anormal, el profesional de la asistencia debe investigar el motivo. Una frecuencia rápida indica que no está llegando suficiente oxígeno a los tejidos. Esta falta de oxígeno origina un metabolismo anaerobio (véase capítulo 7) seguido de un aumento del  $CO_2$ . El sistema de alerta del organismo detecta un aumento de la concentración de  $CO_2$  y estimula al sistema ventilatorio para que aumente la frecuencia y elimine el exceso. Por tanto, un aumento de la frecuencia ventilatoria puede indicar que el paciente necesita mejorar la perfusión, la oxigenación o ambas. En este caso está indicada la administración de oxígeno suplementario para alcanzar una concentración de oxígeno del 85% o superior (una  $F_{iO_2}$  de 0,85 o superior) al menos hasta que se haya determinado el estado general del paciente. El profesional de la asistencia debe valorar la capacidad del paciente para mantener una ventilación adecuada y debe permanecer alerta ante un deterioro del estado general.
5. **Anormalmente rápida.** Una frecuencia ventilatoria superior a 30 respiraciones por minuto (*taquipnea grave*) indica hipoxia, metabolismo anaerobio o ambos, con la consiguiente acidosis. El profesional de la asistencia prehospitalaria debe comenzar de inmediato la ventilación asistida con un dispositivo MVB con oxígeno suplementario para lograr una concentración de oxígeno del 85% o superior (una  $F_{iO_2}$  de 0,85 o mayor). Debe intentar conocer de inmediato la causa

de esta frecuencia ventilatoria tan rápida. ¿Se trata de un problema de oxigenación o es un problema de hipoperfusión? Una vez identificada la causa, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe actuar inmediatamente.

En presencia de una ventilación anormal, el profesional de la asistencia debe exponer, observar y palpar el tórax de inmediato. Debe auscultar los pulmones para identificar los ruidos respiratorios anormales, disminuidos o abolidos. Las lesiones que pueden impedir la ventilación y comprometer la vida del paciente son el neumotórax a tensión, el neumotórax abierto, el volet costal, el hemotórax masivo, las lesiones de la médula espinal o los traumatismos craneoencefálicos. Hay que identificar estas lesiones durante la valoración primaria y debe iniciarse de inmediato el soporte ventilatorio necesario.

Cuando se evalúa el estado ventilatorio de los pacientes traumatizados, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe valorar la *profundidad* además de la *frecuencia* ventilatoria. Un paciente puede respirar con una frecuencia ventilatoria normal de 16 respiraciones por minuto pero con una profundidad ventilatoria muy reducida. Por el contrario, un paciente puede tener una profundidad ventilatoria normal con una frecuencia ventilatoria aumentada o disminuida. La profundidad y la frecuencia ventilatorias se combinan para producir la *ventilación minuto* del paciente (véase capítulo 6).

## Paso C: Circulación (hemorragia y perfusión)

El siguiente paso en la asistencia al paciente traumatizado es la evaluación del deterioro del sistema circulatorio. La oxigenación de los hematíes sin la liberación de oxígeno a las células de los distintos tejidos no aporta ningún beneficio al paciente. En la valoración primaria de un paciente traumatizado, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe identificar y controlar la hemorragia externa. Después puede realizar una estimación global del gasto cardíaco y del estado de perfusión.

### Control de la hemorragia

El profesional de la asistencia prehospitalaria debe identificar y controlar la hemorragia externa en la valoración primaria. El control de la hemorragia se incluye en el apartado de circulación porque si no se controla lo antes posible una hemorragia abundante, la posibilidad de que el paciente fallezca aumenta drásticamente. Los tres tipos de hemorragia externa son:

1. **Hemorragia capilar** causada por abrasiones que erosionan los capilares diminutos inmediatamente por debajo de la superficie de la piel. La hemorragia capilar se suele ralentizar o detener antes de la llegada del personal prehospitalario.
2. **Hemorragia venosa** procedente de una zona más profunda de los tejidos que suele controlarse con una presión directa suave. Habitualmente, la hemorragia venosa no suele ocasionar riesgo vital a menos que las lesiones sean graves o no se controle la pérdida de sangre.

3. **Hemorragia arterial** causada por una lesión que ha seccionado una arteria. Es el tipo de pérdida de sangre más importante y más difícil de controlar. Se caracteriza por la salida pulsátil de sangre de color rojo brillante. Incluso una herida profunda pequeña con punción arterial puede provocar una pérdida de sangre con riesgo vital.

El control de la hemorragia es una prioridad, ya que cada hematíe es importante. El control rápido de la pérdida de sangre es uno de los objetivos más importantes en la asistencia al paciente traumatizado. La valoración primaria no puede avanzar hasta que se controle la hemorragia.

En el caso de hemorragia externa, la aplicación de presión directa controla la mayoría de las hemorragias serias hasta que el profesional de la asistencia prehospitalaria pueda trasladar al paciente a un centro que disponga de quirófano con el material necesario. El profesional de la asistencia debe iniciar el control de la hemorragia y mantenerlo durante el traslado. Puede necesitar ayuda para conseguir la ventilación y el control de la hemorragia.

El profesional de la asistencia prehospitalaria debe controlar la hemorragia según los pasos siguientes:

1. **Presión directa.** El control de la hemorragia por presión directa es exactamente lo que su nombre indica: la aplicación de presión en la zona de sangrado. El profesional de la asistencia prehospitalaria lo hace colocando un apósito (como una compresa de 10 × 10 cm) o compresas directamente sobre la zona y aplicando presión. La aplicación de presión directa requiere toda la atención de uno de los profesionales de la asistencia, lo que impide que pueda realizar otras tareas de asistencia. Sin embargo, si la asistencia es limitada, se puede adaptar una vendaje compresivo con unas compresas y vendas elásticas. Si no se controla el sangrado, carece de importancia la cantidad de oxígeno o de líquido que recibe el paciente, ya que la perfusión no mejora ante la hemorragia mantenida.
2. **Torniquetes.** En la edición previa de esta obra se consideraban los torniquetes como una técnica de último recurso. La experiencia militar en Afganistán e Iraq más el uso rutinario y seguro de torniquetes por parte de los cirujanos ha modificado esta perspectiva. Ya no se recomienda la elevación ni la aplicación de presión sobre los «puntos de presión» porque no se dispone de suficientes datos que confirmen su eficacia<sup>2</sup>. Los torniquetes controlan de forma muy eficaz la hemorragia grave y se deben utilizar cuando la presión directa o el vendaje compresivo no consiguen controlar la hemorragia en un miembro.

Si se sospecha una hemorragia interna se debe exponer de inmediato el abdomen del paciente para inspeccionarlo y palparlo en busca de signos de lesión. También debe palpar la pelvis porque una fractura pélvica es una fuente principal de sangrado intrabdominal. Las fracturas pélvicas se tratan mediante traslado rápido, uso de prendas neumáticas *antishock* (PNAS) y reposición inmediata de líquidos calientes por vía intravenosa (IV).

Muchas causas de hemorragia son difíciles de controlar fuera del hospital. El tratamiento prehospitalario es el traslado rápido del paciente a un centro con equipamiento material y humano apropiado para un control rápido de la hemorragia en el quirófano (p. ej., un centro de atención al trauma si es posible).

## Perfusión

El profesional de la asistencia prehospitalaria puede conocer el estado circulatorio global del paciente comprobando el pulso; el color, la temperatura y el grado de humedad de la piel, y el tiempo de relleno capilar.

**Pulso.** El profesional de la asistencia prehospitalaria valora la presencia, calidad y regularidad del pulso. La presencia de pulso periférico palpable supone también una estimación aproximada de la presión arterial. Una comprobación rápida del pulso revela si el paciente tiene taquicardia, bradicardia o un ritmo irregular. También puede aportar información sobre la presión arterial sistólica. Si no se palpa pulso radial en una extremidad no lesionada, es probable que el paciente haya entrado en la *fase de descompensación* del *shock*, un signo tardío del estado crítico del paciente. En la valoración primaria no es necesaria una determinación de la frecuencia exacta del pulso. En su lugar se realiza una estimación rápida aproximada y la evaluación se concentra en otros aspectos importantes. Más adelante se determina la frecuencia de pulso real. Si no se palpa pulso carotídeo o femoral, el paciente se halla en parada cardiorrespiratoria (véase más adelante).

## Piel

**Color.** Una perfusión adecuada produce una coloración sonrosada de la piel. La piel palidece cuando la sangre se desvía de esta región. Una coloración azulada indica una oxigenación incompleta. La palidez se asocia a una mala perfusión. El color azulado se debe a la ausencia de sangre o de oxígeno en esa región del cuerpo. La pigmentación de la piel puede interferir con esta valoración. La exploración del color de los lechos ungueales y de las mucosas sirve para superar este inconveniente porque los cambios de color suelen comenzar en los labios, encías o pulpejos de los dedos.

**Temperatura.** Igual que para la evaluación general de la piel, la temperatura de la piel está influida por las circunstancias ambientales. Una piel fría indica una perfusión disminuida, con independencia de la causa. El profesional de la asistencia prehospitalaria evalúa habitualmente la temperatura de la piel tocando al paciente con el dorso de su mano, ya que con los guantes puestos puede ser difícil obtener una valoración precisa. La temperatura normal de la piel es templada a la palpación, ni fría ni demasiado caliente. En condiciones normales los vasos sanguíneos no están dilatados y no transmiten el calor corporal a la superficie de la piel.

**Humedad.** La piel seca indica buena perfusión. La piel húmeda se asocia a *shock* y disminución de la perfusión. Esta disminución de la perfusión se debe a que la sangre se acumula en los órganos vitales del organismo mediante vasoconstricción de los vasos periféricos.

**Tiempo de relleno capilar.** El profesional de la asistencia prehospitalaria comprueba el tiempo de relleno capilar presionando el lecho ungueal. Esto expulsa la sangre del lecho capilar visible. La velocidad de retorno de la sangre al lecho (tiempo de relleno) es una indicación del flujo sanguíneo en el territorio más distal de la circulación. Un tiempo de relleno capilar superior a 2 segundos indica que los lechos capilares no están recibiendo una perfusión adecuada. No obstante, el tiempo de relleno capilar es un mal indicador del *shock* porque está influido por otros factores. Por ejemplo, la vasculopatía periférica (aterosclerosis), las bajas temperaturas, el uso de fármacos vasodilatadores o vasoconstrictores o la presencia de un *shock* neurogénico pueden alterar el resultado. En estas circunstancias el relleno capilar es un indicador menos fiable de la función cardiovascular. El tiempo de relleno capilar sigue siendo útil para valorar la adecuación circulatoria, aunque el profesional de la asistencia debe usarlo siempre en combinación con otros hallazgos de la exploración física (igual que se usan otros indicadores como la presión arterial).

## Paso D: Evaluación de la función cerebral

Después de evaluar y corregir en la medida de lo posible los factores implicados en la entrada de oxígeno a los pulmones y de su circulación por todo el cuerpo, el paso siguiente en la valoración primaria es la evaluación de la función cerebral, que es un indicador indirecto de la oxigenación cerebral. El objetivo es determinar el nivel de conciencia del paciente y evaluar el riesgo de hipoxia.

El profesional de la asistencia debe considerar que el paciente beligerante, combativo o poco colaborador está hipóxico a menos que se demuestre lo contrario. La mayoría de los pacientes aceptan la ayuda cuando su vida está amenazada. Si el paciente la rechaza, hay que preguntarse la razón. ¿Por qué se siente amenazado el paciente por la presencia de un profesional de la asistencia prehospitalaria en el lugar del incidente? Si el paciente se siente atemorizado por la situación, el profesional de la asistencia debe establecer una buena comunicación y ganarse su confianza. Si no existe ninguna amenaza en la situación, hay que considerar que se trata de una causa fisiológica, así como identificar y tratar los problemas reversibles. Durante la evaluación, el profesional de la asistencia debe determinar a partir de la anamnesis si el paciente ha perdido la conciencia en algún momento tras la lesión, qué sustancias tóxicas pueden estar implicadas y si el paciente tiene algún trastorno previo que pueda ocasionar una pérdida de conciencia o una conducta anómala.

Una disminución del nivel de conciencia debe alertar al profesional de la asistencia prehospitalaria de cuatro posibilidades:

1. Disminución de la oxigenación cerebral (por hipoxia o hipoperfusión).
2. Lesión del sistema nervioso central (SNC).
3. Sobredosis de alcohol o drogas.
4. Trastorno metabólico (diabetes, convulsiones, parada cardíaca).

La escala del coma de Glasgow (GCS) es una herramienta utilizada para determinar el nivel de conciencia<sup>3</sup>. Se trata de un mé-

Apertura de ojos	Puntos
Espontánea	4
A la orden	3
Ante un estímulo doloroso	2
Sin apertura	1
<b>Mejor respuesta verbal</b>	
Respuesta adecuada (orientada)	5
Respuestas confusas	4
Respuesta inadecuada	3
Ruidos ininteligibles	2
Ausencia de respuesta verbal	1
<b>Mejor respuesta motora</b>	
Obedece la orden	6
Localiza el estímulo doloroso	5
Retirada al dolor	4
Responde con flexión anormal al estímulo doloroso (decorticación)	3
Responde con extensión anormal al dolor (descerebración)	2
Ausencia de respuesta motora	1
Total	<input type="text"/>

FIGURA 5-2 Escala del coma de Glasgow (GCS).

todo sencillo y rápido para evaluar la función cerebral y predecir el pronóstico del paciente, sobre todo mediante la mejor respuesta motora. También aporta una referencia de la función cerebral para evaluaciones neurológicas repetidas. La GCS se divide en tres apartados: 1) apertura de los *ojos*, 2) mejor respuesta *verbal* y 3) mejor respuesta *motora*. El profesional de la asistencia prehospitalaria asigna una puntuación al paciente según la *mejor* respuesta en cada apartado (figura 5-2). Por ejemplo, si el ojo derecho del paciente está muy hinchado y no puede abrirlo, pero el ojo izquierdo se abre espontáneamente, el paciente recibe un «4» como mejor respuesta ocular. Si el paciente no abre los ojos de forma espontánea, el profesional de la asistencia debe pedirle que los abra. Si el paciente no responde a un estímulo verbal como este, hay que aplicar un estímulo doloroso, como la compresión del lecho ungueal con un bolígrafo o pellizcarle el tejido axilar.

El reanimador puede explorar la respuesta verbal del paciente haciéndole una pregunta como: «¿Qué le ha pasado?». Si el paciente está bien orientado, dará una respuesta coherente. En caso contrario, la respuesta verbal del paciente será puntuada como confusa, inapropiada, ininteligible o ausente. Si el paciente está intubado, la puntuación de la GCS sólo valora el estado ocular y motor, a los que se añade una «T» para indicar la imposibilidad para evaluar la respuesta verbal, por ejemplo «8T».

El tercer componente de la GCS es la puntuación motora. El reanimador debe dar una orden sencilla y concreta al paciente como: «Levante los dedos» o «Haga el signo del autostopista». Un paciente que comprime o sujeta el dedo del reanimador puede estar mostrando simplemente un reflejo de

presión y no una respuesta intencionada a su orden. Si el paciente no cumple la orden, debe aplicarse un estímulo doloroso como ya se ha indicado para evaluar la *mejor* respuesta motora. Se considera que el paciente que intenta combatir el estímulo doloroso localiza el dolor. Otras respuestas posibles al dolor son la retirada del estímulo, una flexión anormal (*postura de decorticación*) o una extensión anormal (*postura de descerebración*) de las extremidades superiores, o la ausencia de función motora. Las pruebas recientes indican que el componente motor de la GCS es esencialmente igual de bueno por sí solo para valorar el estado del paciente como toda la escala<sup>4</sup>.

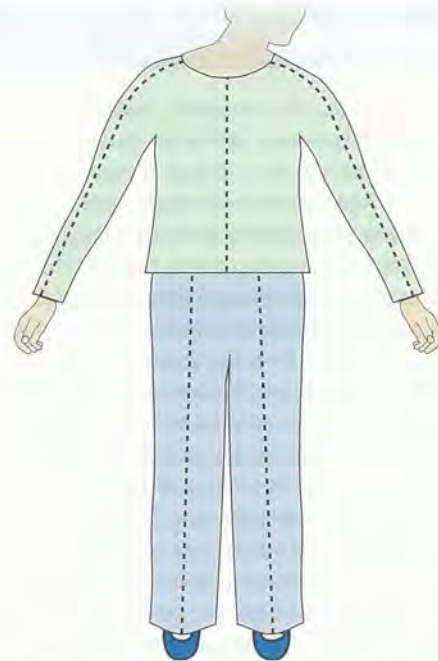
La máxima puntuación de la GCS es de 15, que corresponde a un paciente sin discapacidad, mientras que la puntuación más baja es de 3 y suele ser un signo ominoso. Una puntuación inferior a 8 indica una lesión grave, de 9 a 12 moderada y de 13 a 15 leve. Una puntuación de la GCS <8 es una indicación para intubar al paciente. El profesional de la asistencia prehospitalaria puede calcular la puntuación con facilidad y debe incluirla en el informe verbal a la llegada al centro de referencia, así como en la anamnesis del paciente.

Si el paciente no está despierto, orientado y capacitado para cumplir órdenes, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe evaluar las pupilas de inmediato. ¿Son las pupilas isocóricas y normorreactivas a la luz (PINR)? ¿Son las pupilas iguales entre sí? ¿Son ambas pupilas circulares y con una apariencia normal? ¿Reaccionan a la luz mediante constricción o no responden y están dilatadas? Una puntuación de la GCS menor de 14 con una exploración pupilar anormal puede indicar la presencia de un traumatismo craneoencefálico con riesgo vital (véase capítulo 8).

En ediciones previas de esta obra se empleaba el acrónimo AVDN para valorar el nivel de conciencia del paciente. En este sistema, A significa alerta; V, respuesta a estímulos *verbales*; D, respuesta a estímulos *dolorosos*, y N, ausencia de respuesta. Aunque esta opción es muy sencilla, no consigue informarnos sobre *cómo* el paciente responde a los estímulos dolorosos o verbales. Dicho de otro modo, si el paciente responde a las preguntas verbales, ¿está orientado, confuso o responde con un farfalleo incomprensible? De la misma forma, ante un estímulo doloroso, ¿se retira el paciente o muestra posturas de descerebración o decorticación? Aunque la GCS es más complicada de recordar que la AVDN, la práctica repetida facilita esta evaluación crucial.

## Paso E: Exposición/ambiente

Un paso inicial del proceso de evaluación es quitar la ropa del paciente porque es fundamental la exposición del traumatizado para detectar todas las lesiones (figura 5-3). No siempre es cierta la afirmación «la parte del cuerpo no expuesta es la que presenta la lesión más grave», pero sí en muchas ocasiones, por lo que resulta obligatoria una exploración corporal total. Además, la sangre puede acumularse en la ropa y ser absorbida y pasar desapercibida. Cuando el profesional de la asistencia prehospitalaria ha explorado todo el cuerpo del paciente, debe volver a cubrirlo para conservar el calor corporal. Aunque resulta importante ex-



**FIGURA 5-3** La ropa puede retirarse con rapidez cortándola como se indica por las líneas de puntos.

poner todo el cuerpo del traumatizado para una evaluación completa y eficaz, la *hipotermia* es un problema serio en el tratamiento del paciente traumatizado. Sólo hay que exponer al ambiente exterior lo necesario. Una vez dentro de una unidad del servicio de emergencias médicas (SEM) con una temperatura adecuada, el profesional de la asistencia puede completar la exploración para volver a cubrir al paciente lo más rápido posible.

La cantidad de ropa que hay que retirar durante la evaluación varía según las circunstancias o las lesiones halladas. Una regla general es retirar la ropa necesaria para determinar la presencia o ausencia de un trastorno o lesión. El profesional de la asistencia no debe dudar en quitar la ropa si esta es la única forma de realizar una evaluación y tratamiento completos. En algunos casos, los pacientes pueden sufrir múltiples mecanismos de lesión, como sufrir un choque de vehículos motorizados tras haber sufrido un disparo. Si no se explora bien al paciente es posible pasar por alto algunas lesiones que amenacen la supervivencia. No es posible tratar las lesiones si no se identifican. Se debe tener especial cuidado a la hora de cortar y retirar la ropa a la víctima de un crimen (cuadro 5-2).

## Reanimación

La reanimación describe los pasos del tratamiento dirigidos a corregir los problemas que provocan un riesgo vital identificados durante la valoración primaria. La evaluación PHTLS está basada en la filosofía «sospecha según llegas», mientras que el tratamiento comienza conforme se identifica cada riesgo vital, o lo más pronto posible.

### Evaluación simultánea

Al explicar el proceso de evaluación, tratamiento y toma de decisiones sobre el paciente, la información se debe presentar en un formato lineal (es decir, el paso A seguido del paso B y este del C, etc.). Aunque este modo de presentación de la información facilita la explicación y quizá los conceptos para que el estudiante los comprenda, no es la forma de hacerlo en la vida real. El cerebro del profesional de la asistencia es como un ordenador, que puede recibir información de varias fuentes a la vez (multiárea cerebral). El cerebro puede procesar los datos recibidos de forma simultánea. El cerebro también puede priorizar la información recibida de todas las fuentes y clasificarla de forma que puede adoptar decisiones de forma ordenada.

El cerebro es capaz de recoger la mayor parte de los datos en 15 segundos aproximadamente. El procesamiento simultáneo de estos datos y la priorización adecuada de la información por parte del profesional prehospitalario identifica el componente que se debe tratar en primer lugar. Aunque el profesional prehospitalario puede alterar el orden del método ABCDE descrito en este capítulo para recopilar o recibir la información, le sirve para establecer prioridades terapéuticas.

La valoración primaria evalúa los problemas que pueden suponer un riesgo vital. La valoración secundaria del paciente identifica posibles lesiones de riesgo para una extremidad y otros problemas menos relevantes.

## Intervención limitada en la escena

El profesional de la asistencia prehospitalaria controla los problemas de la vía aérea como prioridad principal. Si la vía aérea está permeable pero el paciente no respira, el profesional de la asistencia prehospitalaria inicia el apoyo ventilatorio. El apoyo ventilatorio debe consistir en la administración de oxígeno a concentraciones elevadas de oxígeno ( $\geq 85\%$ ;  $FiO_2 \geq 0,85$ ) lo más pronto posible. Si el paciente presenta signos de dificultad ventilatoria y un bajo intercambio de aire, es necesaria una asistencia ventilatoria con un dispositivo MVB. El profesional de la asistencia identifica la parada cardíaca durante la evaluación de la circulación y comienza el masaje cardíaco si está indicado. El profesional de la asistencia también controla la hemorragia. En un paciente con una vía aérea y respiración adecuadas, el profesional de la asistencia debe corregir rápidamente la hipoxia y el *shock* (metabolismo anaerobio) si están presentes.

## Transporte

Si se identifican trastornos con riesgo vital durante la valoración primaria hay que preparar de inmediato al paciente después de iniciar la intervención limitada sobre el terreno. El transporte de pacientes traumatizados con lesiones críticas al centro sanitario apropiado más cercano debe comenzar lo antes posible (cuadro 5-3). Además, el profesional de la asisten-

### CUADRO 5-2 Pruebas forenses

Por desgracia, algunos pacientes que sufren traumatismos son víctimas de crímenes violentos. En estas situaciones, los profesionales prehospitalarios tienen la obligación de conservar las pruebas para los representantes de la ley. Cuando se cortan las ropas de una víctima de un crimen, se debería tener cuidado para *no* cortarlas por los agujeros creados en ellas por las balas (proyectiles), cuchillos u otros objetos, dado que esto puede alterar pruebas con validez forense. Si se quita la ropa a la víctima de un posible crimen, se debe introducir en una bolsa de papel (no de plástico) y entregársela a los representantes de la ley en el mismo lugar del crimen antes de trasladar al paciente. Cualquier droga, arma o pertenencia personal encontrada durante la valoración del paciente debería ser también entregada a los representantes de la ley y también debe recogerse de forma detallada en el informe de asistencia prehospitalaria. Si la situación del paciente obliga a su traslado antes de que lleguen los representantes de la ley, se deberán llevar estos objetos al hospital con el paciente y posteriormente contactar con los cuerpos de seguridad responsables para que los recojan del lugar de destino.

cia debe limitar el tiempo en el lugar del incidente a 10 minutos o menos en estos pacientes. El profesional de la asistencia debe entender que la limitación del tiempo sobre el terreno y el inicio del transporte rápido a un centro sanitario apropiado, preferiblemente un centro de atención al trauma, son aspectos fundamentales de la reanimación prehospitalaria de los pacientes traumatizados.

## Sueroterapia

Otro paso importante de la reanimación es el restablecimiento del aparato cardiovascular para conseguir un volumen de perfusión adecuado lo más rápido posible. La solución preferida para la reanimación de pacientes traumatizados es el *lactato de Ringer* porque en el ámbito prehospitalario no se dispone de sangre. Además de sodio y cloro, la solución de Ringer contiene pequeñas cantidades de potasio, calcio y lactato, por lo que es un expansor de volumen eficaz. Las soluciones cristaloides, como el lactato de Ringer, no recuperan la capacidad de transporte de oxígeno de los hematíes perdidos ni compensan la pérdida de plaquetas necesarias para la coagulación y el control de la hemorragia. Por esta razón, es absolutamente fundamental el transporte rápido del paciente con lesiones graves a un centro sanitario apropiado.

En el trayecto al centro de referencia el profesional de la asistencia prehospitalaria debe colocar dos catéteres intravenosos de gran calibre (calibre 14 o 16) en el antebrazo, si es posible. En general, las vías venosas centrales (subclavia, yugular interna o femoral) no son adecuadas para el tratamiento sobre el terreno de los pacientes traumatizados. La velocidad de administración

**CUADRO 5-3 Paciente traumatizado crítico**

Limite el tiempo sobre el terreno a 10 minutos o menos cuando exista alguno de estos trastornos con riesgo para la vida:

- Vía aérea inadecuada o amenazada.
- Deterioro de la ventilación demostrado por lo siguiente:
  - Frecuencia ventilatoria anormalmente rápida o lenta.
  - Hipoxia ( $SpO_2 < 95\%$  incluso con oxígeno suplementario).
  - Disnea.
  - Neumotórax abierto o tórax flotante.
  - Sospecha de neumotórax.
- Hemorragia externa relevante o sospecha de hemorragia interna.
- Estado neurológico anormal:
  - Puntuación GCS  $\leq 13$ .
  - Convulsiones.
  - Defecto motor o sensitivo.
- Traumatismo penetrante en la cabeza, cuello o tórax o proximal al codo y rodilla en las extremidades.
- Amputación o casi amputación proximal a los dedos de la mano o pie.
- Cualquier traumatismo en presencia de lo siguiente:
  - Antecedente de enfermedad grave (p. ej., coronariopatía, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, trastorno hemorrágico).
  - Edad  $> 55$  años.
  - Hipotermia.
  - Quemaduras.
  - Embarazo.

de líquidos depende de la situación clínica, sobre todo de si se ha controlado o no la hemorragia del paciente o si existen evidencias de lesiones en el SNC. El capítulo 7 aporta normas para la reanimación con líquidos.

La canulación de una vía intravenosa en el lugar del incidente sólo prolonga el tiempo sobre el terreno y retrasa el transporte. Como ya se ha señalado en este capítulo, el tratamiento definitivo del paciente traumatizado sólo puede conseguirse en el hospital. Por ejemplo, un paciente con una lesión en el bazo que pierde 50 ml de sangre por minuto continuará sangrando a una velocidad por cada minuto adicional que se retrase la llegada al quirófano. La canalización de vías intravenosas en el lugar del incidente en vez de un transporte rápido no sólo aumenta la pérdida de sangre, sino que puede reducir también las probabilidades de supervivencia del paciente. Existen excepciones como el atrapamiento, en las que simplemente no es posible mover al paciente de inmediato. Además, hay que recordar que una reposición de volumen continua y agresiva no es un sustituto del control manual de la hemorragia.

**Nivel básico**

A nivel básico, los pasos clave de la reanimación de un paciente con lesiones en estado crítico son: 1) el control inmediato de la hemorragia externa grave; 2) una preparación rápida del paciente para el traslado, y 3) un traslado inmediato y rápido del paciente al centro sanitario apropiado más cercano. Si se prolonga el tiempo de traslado, puede ser conveniente solicitar una unidad de SVA cercana que pueda alcanzar la unidad básica en ruta. Otra opción es la evacuación en helicóptero a un centro de atención al trauma. Tanto el servicio SVA como el servicio de vuelo deben permitir un tratamiento avanzado de la vía aérea, tratamiento ventilatorio y una reposición rápida de líquidos.

## Valoración secundaria (anamnesis y exploración física detalladas)

La valoración secundaria es una evaluación del paciente de la cabeza a los pies. El profesional de la asistencia prehospitalaria debe completar la valoración primaria, identificar y tratar todas las lesiones con riesgo vital e iniciar la reanimación antes de pasar a la valoración secundaria. Su objetivo es identificar las lesiones o problemas que no se identificaron durante la valoración primaria. Por definición, la valoración secundaria identifica problemas más leves porque una buena valoración primaria identifica todas las lesiones con riesgo vital. Por tanto, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe trasladar al paciente traumatizado en estado crítico tan pronto como sea posible tras la conclusión de la valoración primaria y no debe mantener al paciente en el lugar del incidente para canular vías intravenosas ni para la valoración secundaria.

La valoración secundaria usa un método de «mirar, oír y sentir» para evaluar la piel y todo lo que rodea. En lugar de observar todo el cuerpo de una vez, el profesional de la asistencia prehospitalaria «investiga» el cuerpo escuchando todas las regiones y posteriormente palpándolas. El profesional de la asistencia identifica las lesiones y correlaciona los hallazgos de la exploración física región por región, comenzando por la cabeza y continuando por el cuello, tórax y abdomen hacia las extremidades, concluyendo con una exploración neurológica detallada. Las frases siguientes expresan la esencia de todo el proceso de valoración:

*Observar*, no sólo mirar.

*Escuchar*, no sólo oír.

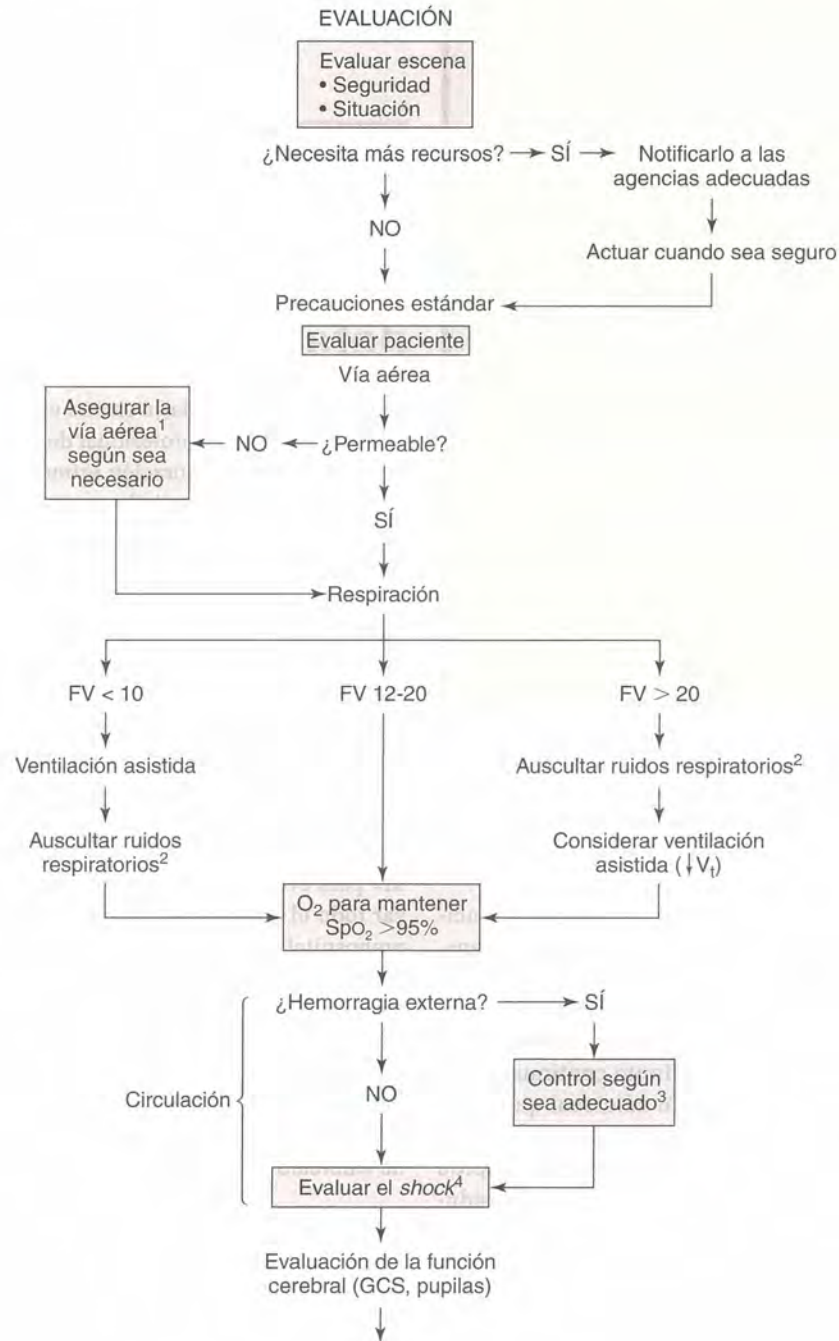
*Sentir*, no sólo tocar.

La definición de la palabra *observar* es «percibir con los ojos» o «descubrir», mientras que *mirar* se define como «ejer-

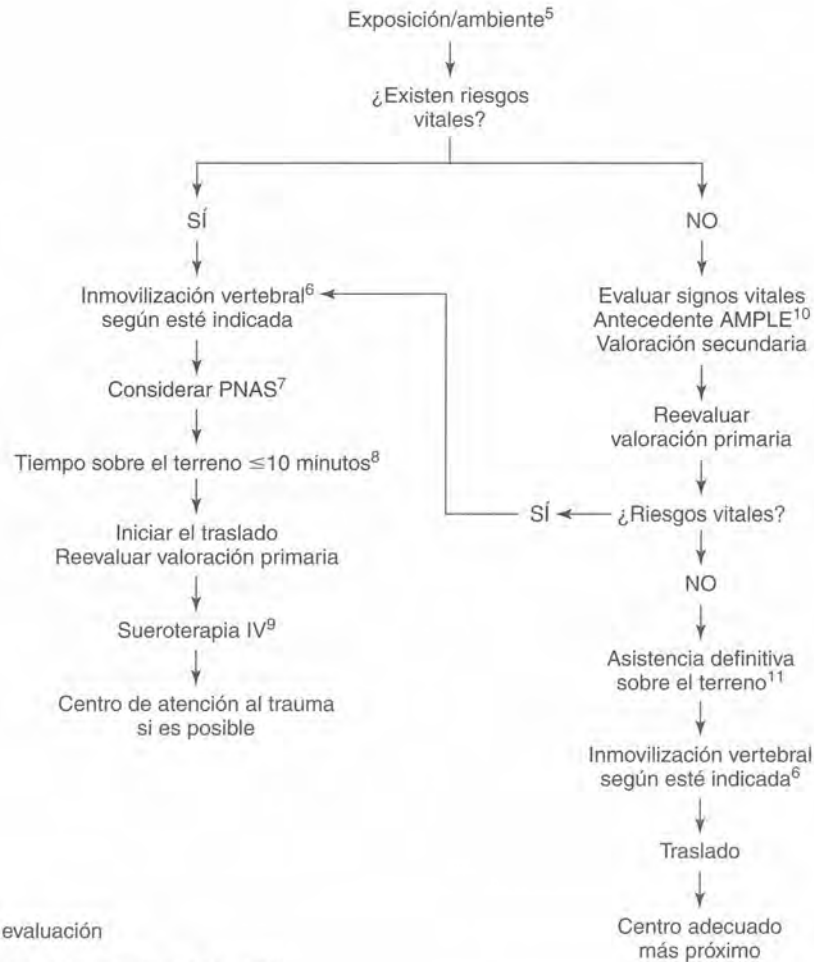
cer la capacidad de la visión». *Oír* se define como «vigilar sin participación» y *escuchar* se define como «oír con atención». Mientras se está explorando al paciente, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe utilizar toda la información disponible para formular un plan de asistencia al paciente. Debe hacer algo más que limitarse a trasladar al paciente, también tiene que hacer todo lo posible para conseguir su supervivencia.

### Observar

- Explorar toda la piel de cada región.
- Estar atento a la hemorragia externa o a los signos de hemorragia interna, como una tensión exagerada en una extremidad o un hematoma en crecimiento.
- Detectar las lesiones de las partes blandas, como abrasiones, quemaduras, contusiones, hematomas, cortes y heridas punzantes.



Peter Pan



## Notas para el algoritmo de evaluación

<sup>1</sup>Seguir el algoritmo de control de la vía aérea (pág. 125).

<sup>2</sup>Considerar la descompresión pleural sólo si existen TODOS los siguientes:

- Ruidos respiratorios disminuidos o ausentes.
- Aumento del trabajo respiratorio o dificultad para ventilar con mascarilla-válvula-bolsa.
- Shock descompensado/hipotensión (PAS < 90 mm Hg).

\*\*Considere descompresión pleural bilateral sólo si el paciente está recibiendo ventilación con presión positiva.

<sup>3</sup>Control de la hemorragia externa:

- Presión directa/vendaje compresivo.
- Torniquete.

\*Plantearse el uso de un hemostático local para el transporte prolongado.

<sup>4</sup>Shock: taquicardia; frialdad, diaforesis, piel pálida; ansiedad; ausencia de pulsos periféricos.

<sup>5</sup>Comprobación rápida de otros trastornos con riesgo vital; cubrir al paciente para conservar el calor corporal.

<sup>6</sup>Véanse las indicaciones para el algoritmo de inmovilización vertebral (pág. 235).

<sup>7</sup>Debe considerarse las prendas neumáticas anti-shock (PNAS) si: PAS < 60 mm Hg; sospecha de fractura pélvica; sospecha de hemorragia intraperitoneal; sospecha de hemorragia retroperitoneal con shock descompensado (PAS < 90 mm Hg).

<sup>8</sup>El tiempo sobre el terreno debe limitarse a 10 minutos o menos en los pacientes con lesiones con riesgo vital a menos que existan circunstancias atenuantes.

<sup>9</sup>No se debe retrasar el traslado para iniciar un tratamiento con líquidos IV. Canalizar dos vías IV de calibre grueso; véase algoritmo de reanimación con volumen (pág. 188).

<sup>10</sup>AMPLE: alergias, medicamentos, antecedentes médicos/quirúrgicos, última comida, sucesos que han llevado a la lesión.

<sup>11</sup>Inmovilización de las fracturas y vendaje de las heridas.

- Identificar las masas o edemas o la deformación de los huesos que no están presentes en circunstancias normales.
- Detectar las hendiduras anormales en la piel y el color de la piel.
- Identificar cualquier signo de que algo «no va bien».

## Escuchar

- Detectar cualquier sonido inusual cuando el paciente inspira o expira.
- Identificar los sonidos anormales al auscultar el tórax.
- Verificar si los ruidos respiratorios son iguales en ambos campos pulmonares.
- Auscultar las arterias carótidas y otros vasos.
- Detectar los sonidos anormales (frémito) en los vasos que pueden indicar una lesión vascular.

## Sentir

- Mover con cuidado todos los huesos de una región. Observar si esto produce crepitación, dolor o movimiento anormal.
- Palpar con firmeza todas las partes de la región. Obsérvese si se mueve algo que no debería, si algo se percibe como «fangoso», dónde se palpan los pulsos, si se palpan pulsaciones que no deberían estar presentes y si están presentes todos los pulsos.

## Constantes vitales

El profesional de la asistencia prehospitalaria debe reevaluar continuamente la calidad del pulso y la frecuencia ventilatoria, así como el resto de componentes de la valoración primaria, porque pueden producirse cambios con mucha rapidez. El profesional de la asistencia debe medir cuantitativamente las constantes vitales y evaluar el estado sensitivo y motor en las cuatro extremidades tan pronto como sea posible, aunque esto no se consigue normalmente hasta la conclusión de la valoración primaria. Según la situación, un segundo profesional de la asistencia puede determinar las constantes vitales mientras que el primero completa la valoración primaria para evitar un retraso adicional. Sin embargo, no es fundamental obtener las «cifras» exactas de la frecuencia cardíaca, frecuencia ventilatoria y la presión arterial para el tratamiento inicial del paciente con un traumatismo multisistémico (politraumatismo) grave. Por tanto, la determinación de las cifras exactas puede retrasarse hasta la finalización de los pasos esenciales de la reanimación y estabilización.

Un conjunto completo de constantes vitales comprende la presión arterial, la frecuencia y calidad del pulso, la frecuencia ventilatoria, incluyendo los sonidos respiratorios, y el color y temperatura de la piel. El profesional de la asistencia prehospitalaria debe evaluar y registrar un conjunto completo de constantes vitales cada 3 a 5 minutos, con la mayor frecuencia posible o cada vez que se produzca un cambio en el estado del paciente o surja un problema médico. Aunque cuente con un dispositivo para medir la presión arterial automatizado no invasivo, la primera determinación de la presión arterial se debería realizar de forma manual. Los

dispositivos de medida de la presión arterial automáticos pueden resultar imprecisos en pacientes con una hipotensión importante.

## Anamnesis AMPLE

El profesional de la asistencia prehospitalaria debe realizar una anamnesis rápida del paciente. Esta información debe registrarse en la historia y comunicarse al personal médico del centro sanitario receptor. La regla nemotécnica AMPLE sirve como recordatorio de los componentes clave:

- *Alergias*, sobre todo a medicamentos.
- *Medicamentos*, fármacos con receta o de libre dispensación que el paciente toma de forma habitual.
- *Antecedentes personales médicos y quirúrgicos*. Problemas de salud relevantes para los que el paciente recibe tratamiento médico; incluye también las intervenciones quirúrgicas previas.
- *Última ingesta*. Muchos pacientes traumatizados precisan cirugía y la ingesta reciente de alimentos aumenta el riesgo de aspiración durante la inducción de la anestesia.
- *Sucesos* que han ocasionado la lesión.

## Cabeza

La exploración visual de la cabeza y la cara revela la presencia de contusiones, erosiones, cortes, asimetría ósea, hemorragia, defectos óseos de la cara y del cráneo o anomalías oculares, de los párpados, pabellones auriculares, boca y mandíbula. El profesional de la asistencia prehospitalaria debe efectuar las siguientes maniobras durante la exploración de la cabeza:

- Buscar con atención bajo el pelo del paciente para detectar lesiones de partes blandas.
- Comprobar el tamaño de las pupilas y su reactividad a la luz, simetría, acomodación, forma circular o irregular.
- Palpar con cuidado los huesos de la cara y cráneo para identificar crepitación, desviación, hundimiento o movilidad anormal (es muy importante en la evaluación no radiológica de una lesión craneoencefálica).

La figura 5-4 representa la estructura anatómica normal de la cara y el cráneo.

## Cuello

La exploración visual del cuello para detectar contusiones, erosiones, cortes y deformidades alerta al profesional de la asistencia prehospitalaria sobre la presencia de lesiones subyacentes. La palpación puede demostrar un enfisema subcutáneo de origen laríngeo, traqueal o pulmonar. La crepitación laríngea junto a ronquera y enfisema subcutáneo forman la tríada clásica de una fractura laríngea. La ausencia de dolor a la palpación en la columna cervical puede ayudar a descartar una fractura de la columna cervical (cuando se combina con criterios estrictos), mientras que el dolor a la palpación puede señalar la presencia de

Peter Pan

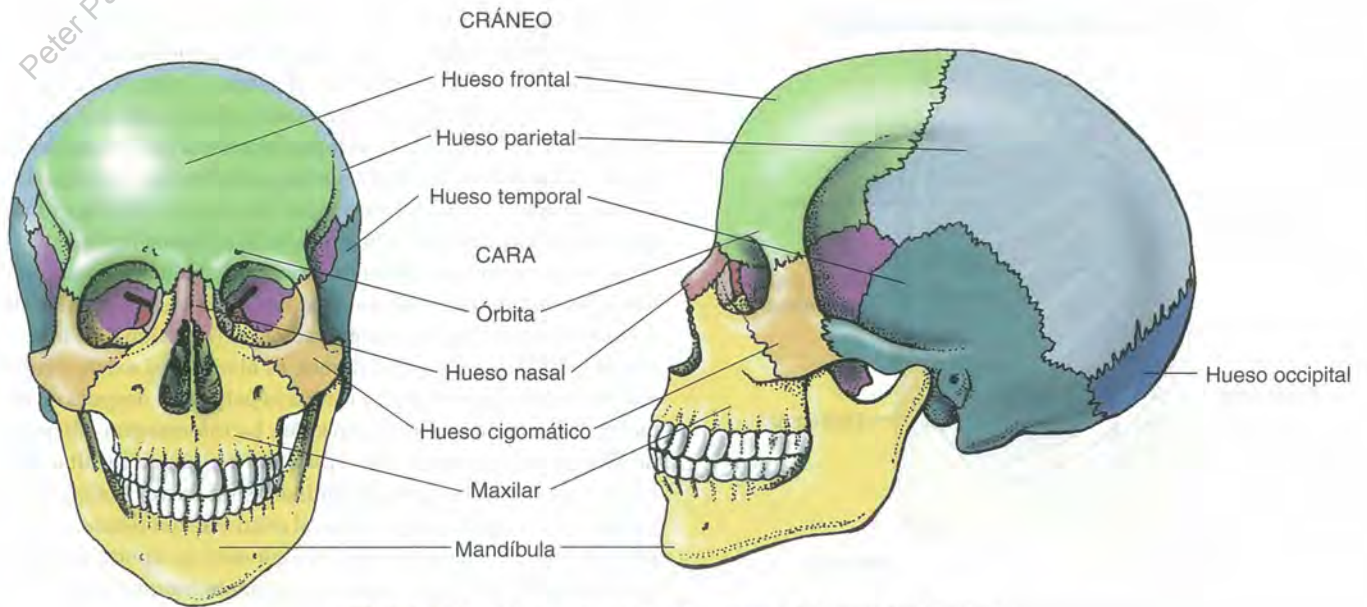


FIGURA 5-4 Estructura anatómica normal de la cara y el cráneo.

fractura, luxación o lesión ligamentosa. El profesional de la asistencia prehospitalaria debe realizar esta palpación con cuidado, asegurándose de que la columna cervical se mantiene en una posición neutra alineada.

La figura 5-5 repasa la anatomía normal del cuello.

## Tórax

El tórax puede absorber un traumatismo de gran magnitud porque es resistente, distensible y elástico. Es necesaria una exploración visual atenta del tórax para detectar deformidades, zonas de movilidad paradójica, contusiones y erosiones que pueden indicar la presencia de lesiones subyacentes.

Otros signos que debe buscar con atención el profesional de la asistencia son la rigidez y la defensa, la asimetría del movimiento torácico y el abultamiento o hundimiento intercostal, supraesternal o supraclavicular.

Por ejemplo, una contusión sobre el esternón puede ser el único signo de una lesión cardíaca. Una herida punzante cerca del esternón puede indicar un taponamiento cardíaco. Una línea trazada desde el cuarto espacio intercostal en posición anterior hasta el sexto espacio intercostal en posición lateral y hasta el octavo espacio intercostal en posición posterior define la excursión superior del diafragma en espiración completa (figura 5-6). Debe considerarse que una lesión penetrante por debajo de esta línea o con un trayecto por debajo de la misma ha atravesado tanto la cavidad torácica como la abdominal.

Excepto los ojos y las manos, el estetoscopio es el instrumento más importante que el profesional de la asistencia prehospitalaria puede usar para la exploración del tórax. El paciente se halla casi siempre en decúbito supino, de modo que sólo es posible auscultar la región anterior y lateral del tórax. El profesional de la asistencia debe aprender a identificar los sonidos respiratorios normales y disminuidos con el paciente en esta

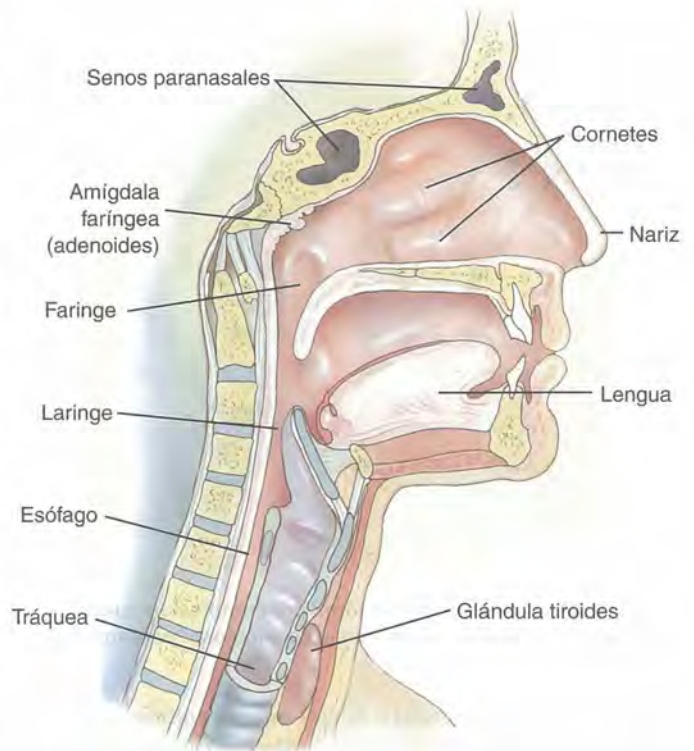


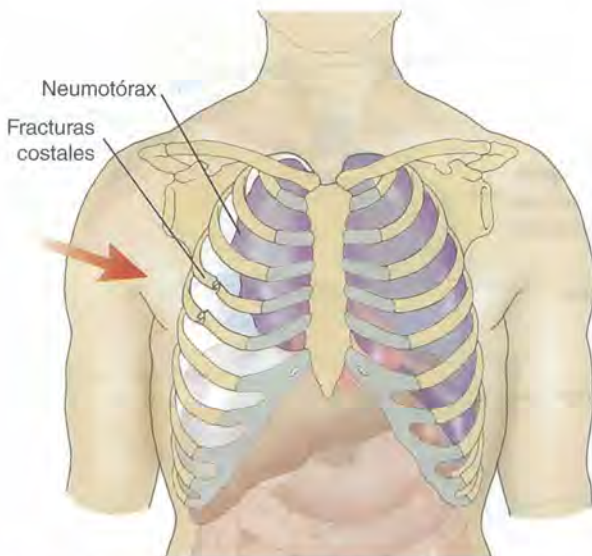
FIGURA 5-5 Anatomía normal del cuello.

posición. Una pequeña zona con fracturas costales puede indicar una contusión pulmonar grave subyacente. Cualquier tipo de lesión torácica por compresión puede provocar un neumotórax (figura 5-7). Los sonidos respiratorios atenuados o ausentes indican un posible neumotórax, neumotórax a tensión o hemotórax. Los crepitantes en la región posterior (cuando se gira al pa-

Peter Pan

**Visión lateral de la posición del diafragma**

**FIGURA 5-6** Visión lateral de la posición del diafragma en espiración completa.



**FIGURA 5-7** Una lesión del tórax por compresión puede producir una fractura costal con el consiguiente neumotórax.

ciente como a un tronco) o lateral pueden indicar una contusión pulmonar. El taponamiento cardíaco se caracteriza por unos tonos cardíacos distantes. No obstante, esta apreciación puede ser difícil para el profesional de la asistencia prehospitalaria debido a las circunstancias en el lugar del incidente o al ruido durante el traslado. El profesional de la asistencia debe palpar siempre el tórax para descartar un enfisema subcutáneo.

## Abdomen

El profesional de la asistencia prehospitalaria comienza la exploración abdominal, igual que la de otras regiones del cuerpo, me-

dante inspección visual. Las erosiones o las equimosis indican la posibilidad de una lesión subyacente. El profesional de la asistencia debe explorar con atención el abdomen cerca del ombligo para detectar una contusión transversal indicativa de que un cinturón de seguridad utilizado de forma incorrecta ha provocado una lesión subyacente. Casi el 50% de los pacientes con este signo tiene una lesión intestinal. Este «signo del cinturón de seguridad» también puede asociarse a fracturas de la columna lumbar.

La exploración del abdomen incluye también la palpación de todos los cuadrantes para detectar dolor, defensa muscular abdominal y masas. Durante la palpación, el profesional de la asistencia debe observar si el abdomen es blando o si existe rigidez o defensa. No es necesario continuar la palpación después de detectar defensa o dolor a la palpación. La información adicional no altera el tratamiento prehospitalario y el único resultado de insistir en la exploración abdominal es un mayor malestar del paciente y un retraso del traslado al centro de referencia. De manera análoga, la auscultación del abdomen no aporta información valiosa para la valoración del paciente traumatizado.

## Pelvis

El profesional de la asistencia prehospitalaria explora la pelvis mediante observación y palpación. Debe inspeccionar la presencia de erosiones, contusiones, cortes, fracturas abiertas y signos de distensión. Las fracturas pélvicas pueden provocar una hemorragia interna masiva con un deterioro rápido del estado del paciente.

Se palpa la pelvis tan sólo una vez para detectar inestabilidad durante la valoración secundaria. El profesional de la asistencia no debe repetir la palpación porque puede empeorar la hemorragia. Esta se realiza aplicando presión con suavidad, primero en dirección anteroposterior con las manos sobre la sínfisis del pubis y después mediante presión medial sobre ambas crestas ilíacas, valorando la presencia de dolor y de movilidad anormal. El profesional de la asistencia debe sospechar una hemorragia cuando existan signos de inestabilidad.

## Espalda

Hay que explorar la espalda para detectar signos de lesión. Esto se hace rodando al paciente como un tronco para colocarlo sobre una tabla larga. Pueden auscultarse los sonidos en la región posterior del tórax y debe palparse la columna vertebral para detectar dolor y deformidad.

## Extremidades

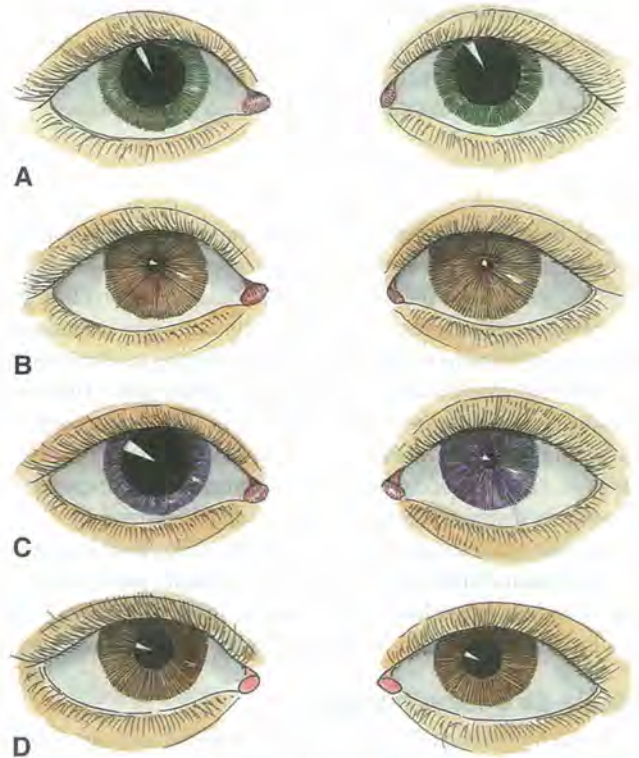
El profesional de la asistencia prehospitalaria debe comenzar la exploración de las extremidades por la clavícula en la extremidad superior y por la pelvis en la extremidad inferior, progresando hacia la región más distal de cada extremidad. Hay que explorar todos y cada uno de los huesos y articulaciones mediante inspección visual, para identificar deformidad, hematoma o equimosis, y mediante palpación para determinar la presencia de crepitación, dolor o movilidad anormal. Ante la sospecha de una fractura hay que inmovilizar la extremidad hasta lograr la con-

firmación radiológica. El profesional de la asistencia debe comprobar también la circulación y la función de los nervios sensitivos y motores en el extremo distal de cada extremidad. Si se inmoviliza la extremidad es imprescindible explorar los pulsos, la movilidad y la sensibilidad a intervalos regulares.

## Exploración neurológica

Igual que para las otras exploraciones regionales descritas, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe realizar la exploración neurológica durante la valoración secundaria con mucho más detalle que durante la valoración primaria. Debe incluir la puntuación en la GCS, la evaluación de la función motora y sensitiva y la observación de la respuesta pupilar. Cuando explora las pupilas del paciente, el profesional de la asistencia debe comprobar su simetría en tamaño y la respuesta a la luz. Una proporción significativa de la población tiene pupilas de diferente tamaño en condiciones normales (*anisocoria*). No obstante, incluso en esta eventualidad, las pupilas deben reaccionar a la luz de forma similar. Las pupilas que reaccionan a la luz con velocidad diferente se consideran asimétricas. La asimetría pupilar en el paciente traumatizado inconsciente puede indicar hipertensión intracraneal o una compresión del tercer par craneal, causada por edema cerebral o por un hematoma intracraneal rápidamente expansivo (figura 5-8). Una lesión ocular directa puede causar también una anisocoria.

Una exploración somera de la función sensitiva permite detectar la presencia de debilidad o pérdida de sensibilidad en las extremidades, así como identificar zonas que requieren una exploración más atenta. El profesional de la asistencia prehospitalaria debe inmovilizar toda la columna vertebral y así a todo el paciente. Es necesario usar una tabla larga, collarín cervical, protecciones para la cabeza y cintas. El profesional de la asistencia no debe inmovilizar sólo la cabeza. Si el cuerpo no está inmovilizado, un desplazamiento causado al levantarlo o por el movimiento de la ambulancia hace que se mueva el cuerpo y no la cabeza, lo que puede agravar la lesión de la médula espinal. Es necesario mantener protegida toda la médula espinal en todo momento.



**FIGURA 5-8** A. Midriasis. B. Miosis. C. Pupilas asimétricas. D. Pupilas normales.

- En el paciente con una obstrucción de la vía aérea, parte del tratamiento definitivo es el desplazamiento de la mandíbula y la ventilación asistida.
- El tratamiento definitivo de un paciente con hemorragia grave es el control de la misma y la reanimación si entra en estado de *shock*.

En general, el tratamiento definitivo del paciente traumatizado sólo puede conseguirse en el quirófano. Cualquier circunstancia que retrase el tratamiento definitivo disminuye su probabilidad de supervivencia. La asistencia prestada al traumatizado sobre el terreno es como la RCP para el paciente en parada cardíaca, ya que mantiene al paciente vivo hasta que pueda aplicarse un tratamiento definitivo. En el paciente traumatizado, la asistencia prestada sobre el terreno sólo sirve para ganar tiempo hasta llegar al quirófano.

## Preparación

Como ya hemos explicado, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe sospechar una lesión medular en todos los pacientes traumatizados. Por tanto, cuando esté indicado, la estabilización de la columna vertebral debe ser una maniobra fundamental de la preparación para el traslado del paciente. Si dispone de tiempo, el profesional de la asistencia debe:

- Estabilizar con cuidado las fracturas de las extremidades con férulas apropiadas.

## Tratamiento definitivo sobre el terreno

En la evaluación y tratamiento se incluyen habilidades como la preparación, el traslado y la comunicación. El tratamiento definitivo es la fase final de la asistencia al paciente. A continuación se exponen ejemplos de tratamiento definitivo:

- El tratamiento definitivo para un paciente en parada cardíaca es la desfibrilación para lograr un ritmo normal; la reanimación cardiopulmonar (RCP) es un método de soporte transitorio hasta lograr la desfibrilación.
- El tratamiento definitivo para un paciente en coma hipoglucémico es la glucosa intravenosa y la normalización de la glucemia.

- Si el paciente se halla en estado crítico, inmovilizar todas las fracturas conforme se estabiliza al paciente en una tabla larga (tabla larga para «traumatismos»).
- Vendar las heridas según sea necesario y apropiado.

## Traslado

El traslado debe comenzar tan pronto como el paciente esté preparado y estabilizado. Como ya hemos señalado en este capítulo, el retraso en el lugar del incidente para canular una vía IV o para completar la valoración secundaria sólo consigue prolongar el tiempo transcurrido hasta la llegada a un centro sanitario donde se puede transfundir sangre y controlar la hemorragia. Durante el traslado al centro receptor debe hacerse una evaluación continuada y completarse la reanimación. *En algunos pacientes traumatizados en estado crítico el comienzo del traslado es el aspecto más importante del tratamiento definitivo sobre el terreno.*

Un paciente cuyo estado no es crítico puede recibir atención de sus lesiones individuales antes del traslado, pero incluso en este caso debe trasladarse al paciente de inmediato antes de que una lesión no identificada empeore su estado.

## Escala de trauma revisada

La escala de trauma (TS), desarrollada originalmente por el cirujano Howard Champion y cols., es un buen índice para predecir la supervivencia en los pacientes con un traumatismo cerrado. La Escala de trauma revisada (*Revised Trauma Score*, RTS), publicada en 1989, eliminó dos componentes de la TS previa y tiene la misma utilidad para predecir la supervivencia tras una lesión grave<sup>5</sup>. La RTS está basada en las puntuaciones de la GCS, la presión arterial sistólica y la frecuencia ventilatoria (figura 5-9). Cada uno de estos tres componentes recibe un valor entre 4 (mejor) y 0 (peor). La puntuación combinada refleja el estado del paciente. La menor puntuación combinada posible, 0, es obviamente la más crítica, mientras que la mayor, 12, es la más favorable.

La puntuación combinada es útil para analizar la asistencia prestada a un paciente, pero no es necesariamente una herramienta de clasificación prehospitalaria. En muchos sistemas prehospitalarios se calcula la puntuación y se registra en el centro receptor basándose en la información proporcionada por el aviso por radio, pero no se pide ni se espera que el profesional de la asistencia la calcule antes de la llegada.

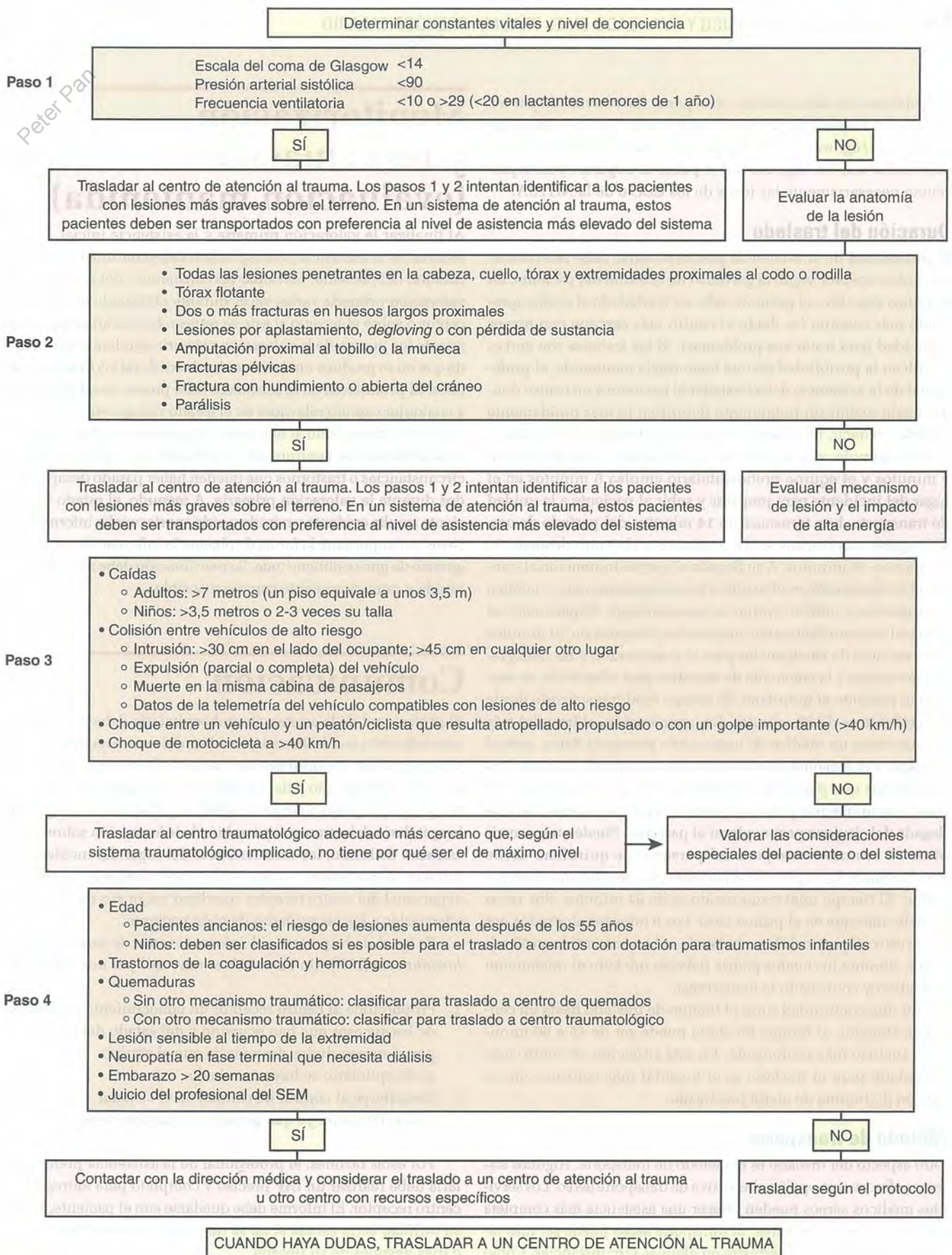
## Esquema de clasificación sobre el terreno

El esquema de decisiones de clasificación (*Triage Decision Scheme*), publicado por el Comité de Traumatología del *American College of Surgeons* (Colegio Americano de Cirujanos), es más útil que la RTS para la clasificación prehospitalaria de los pacientes (figura 5-10)<sup>6</sup>. Algunos sistemas utilizan el *Triage Decision Scheme* en el proceso de determinación del centro receptor más apropiado para un paciente traumatizado. No obstante, como cualquier otra herramienta de este tipo, debe emplearse como referencia pero no como sustituto de un juicio correcto. El *Triage Decision Scheme* divide la clasificación en tres pasos priorizados que ayudan a tomar la decisión sobre cuándo es mejor trasladar al paciente a un centro de atención al trauma, si es posible: 1) criterios fisiológicos, 2) criterios anatómicos y 3) mecanismo de la lesión (cinemática). Si se sigue este esquema se produce una clasificación excesiva (no todos los pacientes trasladados al centro de atención al trauma necesitan realmente una asistencia en un centro de este tipo), pero este efecto es mejor que una clasificación *insuficiente* (pacientes que precisan un centro de atención al trauma y no son trasladados a un centro de este tipo). Los directores médicos o los organismos de control locales deben establecer protocolos locales para familiarizar al personal prehospitalario con los centros de atención al trauma. El esquema de clasificación sobre el terreno que se muestra en la página 109 fue revisado por un panel de expertos, entre los que se encontraban representantes de los servicios de emergencias médicas, médicos de urgencias, cirujanos traumatológicos y

		Puntuación	Inicio del traslado	Fin del traslado
A. Frecuencia ventilatoria	10-29/min	4		
	>29/min	3		
	6-9/min	2		
	1-5/min	1		
	0	0		
B. Presión arterial sistólica	>89 mm Hg	4		
	76-89 mm Hg	3		
	50-75 mm Hg	2		
	1-49 mm Hg	1		
	Ausencia de pulso	0		
C. Puntuación en la escala del coma de Glasgow	13-15 =	4		
	9-12 =	3		
	6-8 =	2		
	4-5 =	1		
	<4 =	0		
Puntuación traumática total = A + B + C				

**FIGURA 5-9** Puntuación de trauma revisada (RTS). Puede calcularse una puntuación de trauma de camino al hospital. Esta información es extremadamente útil para prepararse para el tratamiento de un paciente.

(Adaptado de Champion HR, Sacco WJ, Copes WS, et al: A revision of the Trauma Score, *J Trauma* 29(5):624, 1989.)



**FIGURA 5-10** Es fundamental decidir a qué hospital trasladar al paciente tras tener en consideración el tipo de unidades existentes y su localización. En el *Triage Decision Scheme* se detallan las situaciones más frecuentes que precisan un equipo de trauma de guardia de presencia física.

especialistas en salud pública. Este panel fue convocado por los *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) con apoyo de la *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA). Sus contenidos son los elegidos por el panel de expertos y no representan necesariamente las ideas de los CDC o de la NHTSA.

### Duración del traslado

El profesional de la asistencia prehospitalaria debe seleccionar un centro receptor según la gravedad de la lesión del paciente. En términos sencillos, el paciente debe ser trasladado al centro apropiado más cercano (es decir, el centro más cercano con mayor capacidad para tratar sus problemas). Si las lesiones son graves o indican la posibilidad de una hemorragia mantenida, el profesional de la asistencia debe trasladar al paciente a un centro donde puede recibir un tratamiento definitivo lo más rápidamente posible (es decir, un centro de atención al trauma si es posible).

Por ejemplo, si una ambulancia responde a una llamada en 8 minutos y el equipo prehospitalario emplea 6 minutos en el lugar del incidente para preparar y subir al paciente a la unidad de transporte, han transcurrido 14 minutos del período de oro. El hospital más cercano está a 5 minutos y el centro de atención al trauma a 14 minutos. A su llegada al centro de atención al trauma el cirujano está en el servicio de emergencias con el médico de urgencias y todo el equipo de traumatología. El personal y el material de quirófano están preparados. Después de 10 minutos en el servicio de emergencias para la reanimación y las radiografías necesarias y la obtención de muestras para laboratorio, se traslada al paciente al quirófano. El tiempo total transcurrido desde el accidente es de 38 minutos. En comparación, el hospital más cercano tiene un médico de urgencia de presencia física, pero el cirujano y el personal de quirófano están fuera del hospital. Los 10 minutos que pasa el paciente en el servicio de emergencias para la reanimación pueden convertirse en 45 minutos hasta la llegada del cirujano para explorar al paciente. Pueden transcurrir otros 30 minutos en espera del personal de quirófano desde que el cirujano ha explorado al paciente y ha decidido que hay que operar. El tiempo total transcurrido es de 94 minutos, dos veces y media más que en el primer caso. Los 9 minutos ahorrados por el trayecto más corto de la ambulancia se han convertido en 57 minutos, durante los cuales podría haberse iniciado el tratamiento definitivo y controlado la hemorragia.

En una comunidad rural el tiempo de traslado hasta un centro de atención al trauma de alerta puede ser de 45 a 60 minutos o incluso más prolongado. En esta situación, el centro más apropiado para el traslado es el hospital más cercano con un equipo de trauma de alerta localizado.

### Método de transporte

Otro aspecto del traslado es el método de transporte. Algunos sistemas ofrecen una opción alternativa de transporte aéreo. Los servicios médicos aéreos pueden ofrecer una asistencia más completa que las unidades terrestres. El transporte aéreo puede ser más rápido y cómodo que el terrestre en algunas circunstancias. Como ya hemos señalado, si una región dispone de transporte aéreo, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe anticipar su necesidad al inicio del proceso de evaluación en beneficio del paciente.

## Monitorización y reevaluación (evaluación mantenida)

Al finalizar la valoración primaria y la asistencia inicial, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe continuar la monitorización del paciente, reevaluar las constantes vitales y repetir la valoración primaria varias veces durante el traslado al centro receptor o sobre el terreno si este se retrasa. La reevaluación continua de los puntos de la valoración primaria ayudará a asegurarse de que no se produce un deterioro inadvertido de las funciones vitales. El profesional de la asistencia debe prestar mucha atención a cualquier cambio relevante en el estado del paciente y debe reevaluar el tratamiento si el estado del paciente cambia. Además, la monitorización continua de un paciente sirve para identificar circunstancias o trastornos que pueden haber pasado desapercibidos durante la valoración primaria. A menudo, el estado del paciente resulta evidente y mirarle y oírle aporta mucha información. No es tan importante la forma de obtener la información como asegurarse de que se obtiene toda. La reevaluación debe realizarse tan rápida y minuciosamente como sea posible.

## Comunicación

El profesional de la asistencia prehospitalaria debe comenzar la comunicación con la dirección médica del centro receptor lo más pronto posible. La información transmitida sobre el estado del paciente, tratamiento y tiempo previsto de llegada ayuda al centro receptor a prepararse para recibir al paciente. El equipo prehospitalario debe transmitir también la información sobre el mecanismo de lesión, las características del lugar del incidente, el número de pacientes y otros hechos pertinentes para permitir al personal del centro receptor coordinar mejor sus recursos para adecuarlos a las necesidades de cada paciente.

Es igual de importante el *informe escrito de asistencia prehospitalaria* (IAP). Un buen IAP es muy útil por dos razones:

1. Proporciona al centro receptor un conocimiento completo de los sucesos que han ocurrido y del estado del paciente por si surgen dudas después de que el equipo prehospitalario se haya marchado.
2. Contribuye al control de calidad en el sistema prehospitalario, ya que permite revisar los casos.

Por estas razones, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe realizar un IAP preciso y completo para entregarlo al centro receptor. El informe debe quedarse con el paciente, ya que su utilidad sería escasa si no se dispone del mismo hasta horas o días después de su llegada.

El IAP forma parte con frecuencia de la historia clínica del paciente. Se trata de un registro legal de lo que se ha encontrado y lo que se ha realizado y puede emplearse durante una acción le-

gal. Se considera que este informe es un registro completo de las lesiones encontradas y de las acciones emprendidas. Conviene recordar que «si no está en el informe, es como si no se hubiera hecho». El profesional de la asistencia prehospitalaria debe reflejar en el informe todo lo que sabe, ha visto y ha realizado al paciente. Otra razón importante para dejar una copia del IAP en el centro receptor es que la mayoría de los centros de atención al trauma mantiene un «archivo de traumas», una base de datos de todos los pacientes traumatizados ingresados en ese centro. La información prehospitalaria es un aspecto importante de esta base de datos y puede ser útil para los estudios de investigación.

El profesional de la asistencia prehospitalaria debe transferir también verbalmente la responsabilidad de un paciente («firmar», «informe entregado» o «transferido») al médico o al personal de enfermería que se va a encargar de la asistencia al paciente en el centro receptor. Este informe verbal es más detallado que el informe por radio y menos detallado que el informe escrito, aportando una visión general de los antecedentes relevantes del incidente, de las acciones emprendidas por los profesionales de la asistencia y de la respuesta del paciente a las mismas. El informe debe poner de manifiesto cualquier cambio significativo en el estado del paciente que se haya producido desde la transmisión del informe por radio. La transferencia de información prehospitalaria importante subraya la importancia del concepto de asistencia en equipo.

## Consideraciones especiales

### Parada cardiopulmonar traumática

La parada cardiopulmonar ocasionada por un traumatismo se diferencia de la debida a problemas médicos en tres aspectos importantes:

1. La mayor parte de las paradas cardíacas de origen médico son consecuencia de un problema respiratorio, como un cuerpo extraño en la vía aérea que la obstruye, o de una arritmia cardíaca que los profesionales prehospitalarios pueden ser capaces de tratar con relativa facilidad. La parada cardíaca secundaria a un traumatismo suele deberse al desangramiento o, con menos frecuencia, a un problema incompatible con la vida, como una lesión medular o encefálica devastadora y no se consigue reanimar al paciente en el propio lugar de forma apropiada.
2. Las paradas de origen médico se tratan mejor con intentos de estabilización sobre el terreno (p. ej., retirar el cuerpo extraño de la vía aérea, desfibrilador). Por el contrario, las paradas cardiopulmonares traumáticas se tratan mejor mediante un traslado inmediato a un centro que pueda realizar de forma inmediata una transfusión de sangre y una cirugía.
3. Dadas las diferencias en la etiología y el tratamiento, los pacientes con una parada cardiopulmonar traumática atendidos fuera del hospital tienen una probabilidad

extremadamente baja de sobrevivir. Menos del 4% de los pacientes traumatizados que necesitan una RCP sobreviven y llegan a ser dados de alta en el hospital y la mayor parte de los estudios indican que los pacientes con traumatismos penetrantes tienen una probabilidad de sobrevivir ligeramente mejor que los que sufren traumatismos cerrados. Muchos del pequeño porcentaje de pacientes que sobreviven para recibir el alta hospitalaria sufrirán secuelas neurológicas importantes.

Además de esta supervivencia tan baja, los intentos de reanimar a pacientes con muy pocas probabilidades de éxito suponen un riesgo de exposición a sangre y líquidos corporales por parte de los profesionales prehospitalarios y también a sufrir lesiones por accidentes de tráfico durante el traslado. Estos intentos infructuosos de reanimación roban recursos a los pacientes viables y que tienen más opciones de sobrevivir. Por estos motivos, los profesionales prehospitalarios deberán aplicar buen juicio a la hora de iniciar los intentos de reanimación de pacientes con parada cardiopulmonar traumática.

La *National Association of EMS Physicians* colaboró con el *ACS Committee on Trauma* para desarrollar normas para no aplicar o dejar de aplicar la RCP en el ambiente prehospitalario. Las víctimas de ahogamientos, del rayo o de hipotermia y los pacientes cuyo mecanismo de lesión no se correlacione con la situación clínica (lo que sugiere una causa no traumática) merecen una consideración especial antes de adoptar la decisión de no aplicar o interrumpir la reanimación. Cuando se encuentra a un paciente en parada cardiopulmonar en el lugar de un acontecimiento traumático, la parada puede ser consecuencia de un problema médico (p. ej., un infarto de miocardio), sobre todo si se trata de un anciano y existen mínimas evidencias de lesiones.

### No aplicar la reanimación cardiopulmonar

Cuando la valoración inicial de un paciente muestre las siguientes características, se puede no iniciar la RCP y declarar fallecido al paciente<sup>7</sup>:

- En las víctimas de traumatismos cerrados se puede evitar el intento de reanimarlos cuando no tengan pulso y presenten apnea en el momento en que llegan los profesionales prehospitalarios.
- En las víctimas de traumatismos penetrantes se puede evitar el intento de reanimarlos cuando no existen signos vitales (ausencia de reflejos pupilares, ausencia de movimientos espontáneos, ausencia de ritmo cardíaco organizado en un ECG > 40/min).
- No están indicados los intentos de reanimación cuando el paciente ha sufrido una lesión claramente mortal (p. ej., decapitación) o existen evidencias de lividez en planos declive, rigor mortis o descomposición.

### Soporte vital básico

Recientemente la *American Heart Association* ha revisado y publicado protocolos para el tratamiento de la parada cardiopulmonar<sup>8</sup>. Tras abrir la vía aérea traccionando hacia delante de la man-

débula, se deberán valorar los esfuerzos ventilatorios. Si el paciente está en apnea, el profesional prehospitalario realiza dos respiraciones de rescate, que se deben realizar lentamente para evitar la insuflación gástrica. Cualquier hemorragia evidente que puede llevar a desangrarse al enfermo se debe controlar. Se valora el pulso carotídeo durante hasta 10 segundos. Si no se identifica pulso, se empieza el masaje cardíaco. Se realizan ciclos de compresión y ventilaciones con una breve pausa en las compresiones para aplicar dos respiraciones. Cuando se haya colocado una vía aérea avanzada, se aplican las compresiones a un ritmo de 100 por minuto sin pararse a ventilar; las ventilaciones se aplican a una frecuencia de 8-10 por minuto. El individuo responsable de aplicar el masaje cardíaco deber cambiarse cada 2 minutos para evitar que se canse. Si se cuenta con un desfibrilador externo automático (DEA), se valora el ritmo cardíaco del enfermo y se aplica la desfibrilación si existe fibrilación ventricular.

### Soporte vital avanzado

La vía aérea está asegurada, si es posible mediante intubación endotraqueal, al tiempo que se garantiza la estabilización en línea de la columna cervical. Se deberían auscultar los tonos respiratorios y descartar un posible neumotórax a tensión. Puede existir este cuadro cuando se observa una reducción de los tonos respiratorios con una excursión torácica inadecuada en la inspiración. Si existe alguna duda de que el paciente pueda sufrir un neumotórax a tensión, se realizará la descompresión torácica. La descompresión torácica bilateral sólo se debería realizar en pacientes que reciben ventilación con presión positiva.

Se coloca una vía venosa de gran calibre y se administran soluciones de cristaloides isotónicos a través de la vía abierta por completo cuando el *shock* hipovolémico sea una posible causa de la parada cardíaca. Se monitoriza el electrocardiograma (ECG) y se valora el ritmo cardíaco. Pueden identificarse las siguientes arritmias:

- **Actividad eléctrica sin pulso (AESP).** Los pacientes con AESP deben ser valorados para descartar hipovolemia, hipotermia, neumotórax a tensión y taponamiento cardíaco. Se deben aplicar líquidos, calentamiento y descompresión torácica, según indicación. Puede administrarse adrenalina y atropina.
- **Bradiasistolia.** En los pacientes que presentan este ritmo se debe descartar hipovolemia e hipoxia. Se debe confirmar la localización de la vía aérea e iniciar reanimación con volumen. Puede administrarse adrenalina y atropina.
- **Fibrilación ventricular/taquicardia ventricular sin pulso.** El tratamiento principal de estas arritmias es la desfibrilación. Si se dispone de un desfibrilador bifásico, se aplica un choque de 120-200 julios. Si es monofásico, se aplica un choque de 360 julios. El tratamiento de este ritmo puede realizarse con adrenalina, antiarrítmicos (amiodarona o lidocaína) y magnesio.

### Terminación de la reanimación cardiopulmonar

La terminación de la RCP y las medidas de SVA se pueden planear en el contexto prehospitalario en las siguientes situaciones<sup>7</sup>:

- Pacientes traumatizados con una parada cardiopulmonar vista por personal del SEM y que llevan 15 minutos de reanimación y RCP infructuosa.
- Pacientes con una parada cardiopulmonar traumática que necesitarían un traslado superior a 15 minutos para llegar a una urgencia o centro de trauma.

### Tratamiento del dolor

El tratamiento del dolor (*analgesia*) es frecuente en el ámbito prehospitalario para el dolor causado por angina o infarto de miocardio. Tradicionalmente, el tratamiento del dolor ha tenido una importancia limitada en el tratamiento de los pacientes traumatizados, principalmente porque los efectos secundarios (disminución de la ventilación y vasodilatación) de los narcóticos pueden agravar una hipoxia o hipotensión preexistentes. Este riesgo ha llevado a no aplicar analgesia a pacientes en los que está indicada, como una lesión aislada en una extremidad o una fractura vertebral. El profesional de la asistencia debe tratar el dolor en estas circunstancias, sobre todo si se prevé un traslado prolongado, siempre que no haya signos de *shock* o de deterioro ventilatorio.

El capítulo 12 dedica una sección al tratamiento del dolor en las lesiones y fracturas aisladas de una extremidad. El fentanilo es el fármaco de elección y debe administrarse por vía intravenosa en dosis progresivas con incrementos de 1 a 2 mg hasta conseguir el alivio del dolor o hasta que se produzca un cambio en las constantes vitales del paciente. El profesional de la asistencia prehospitalaria debe monitorizar la pulsioximetría y las constantes vitales de forma seriada cuando administra narcóticos a un paciente traumatizado. La sedación con fármacos como las benzodiacepinas debe reservarse para circunstancias especiales, como un paciente intubado agitado, porque la combinación de un narcótico y una benzodiacepina puede provocar una parada respiratoria. El personal prehospitalario debe colaborar con su control médico para desarrollar protocolos apropiados.

### Malos tratos

El profesional de la asistencia prehospitalaria es a menudo la primera persona que llega al lugar del incidente, lo que le permite observar una situación de posible maltrato. Un profesional de la asistencia en el interior de una casa puede informar de lo que ve al centro receptor, lo que permite alertar los servicios apropiados de esa región. El profesional de la asistencia prehospitalaria suele ser la primera, y en ocasiones la única, persona que sospecha y traslada la información sobre este riesgo silente.

Cualquier persona de cualquier edad puede ser un maltratador potencial o una víctima de maltrato. Una mujer embarazada, un lactante, un niño pequeño, un niño mayor, un adolescente, un adulto joven, un adulto de mediana edad y un adulto mayor pueden estar en riesgo de maltrato. Existen diferentes tipos de malos tratos: físicos, psicológicos (emocional) y económicos. El maltrato puede producirse por *comisión*, en el que un acto intencionado produce una lesión (maltrato físico o sexual) o por *omisión* (p. ej., negligencia en la atención a una persona dependiente). Este capítulo no trata todos los tipos de malos tratos, sino que su

objetivo es presentar al lector las características generales y animar a los profesionales de la asistencia prehospitalaria a mantener la vigilancia y la sospecha sobre este problema.

Las características generales de un posible maltratador son las mentiras, una «historia» que no se correlaciona con las lesiones, una actitud negativa y la ira con el personal prehospitalario. Las características generales del paciente que ha sufrido malos tratos son la pasividad, la renuncia a dar detalles sobre el incidente, un contacto visual constante o el rechazo del contacto visual y la tendencia a restar importancia a sus propias lesiones. El maltrato, los maltratadores y el maltratado pueden adoptar diferentes formas y el profesional de la asistencia prehospitalaria debe mantener un índice de sospecha elevado si no hay correlación entre la escena y los antecedentes. El profesional de la asistencia debe comunicar sus sospechas y toda la información relevante a las autoridades competentes.

## Traslado prolongado

Aunque la mayoría de los transportes de los SEM urbanos y suburbanos tardan 30 minutos o menos, muchos profesionales sanitarios prehospitalarios del medio rural o de las regiones fronterizas tratan a los pacientes durante períodos de transporte mucho más prolongados. Además, estos profesionales pueden ser llamados para atender a los pacientes durante el traslado de una unidad hospitalaria a otra, por tierra o aire. Estos traslados pueden durar horas.

Se deben adoptar preparaciones especiales cuando los profesionales prehospitalarios vayan a participar en un transporte prolongado de un paciente traumatizado. Los aspectos que se deben considerar antes de realizar este traslado se pueden clasificar en relacionados con el paciente, con el personal prehospitalario y con el equipo.

### Aspectos relacionados con el paciente

Conseguir un ambiente seguro, cálido y a salvo tiene una importancia vital para transportar al paciente. Se debe asegurar la camilla de forma correcta dentro de la ambulancia y el paciente también debe estar sujeto con seguridad sobre la camilla. Como se ha comentado en todo el texto, la hipotermia es una complicación que puede resultar mortal en los pacientes traumatológicos y el compartimento para el enfermo debe tener la temperatura adecuada. Se debe asegurar al paciente en una posición que garantice el máximo acceso al mismo, especialmente en las regiones lesionadas. Antes de iniciar el traslado se debe comprobar la posición de todas las vías IV y catéteres dos veces y se deben asegurar los dispositivos complementarios (p. ej., monitores, botellas de oxígeno) para que no se conviertan en proyectiles si la ambulancia tuviera que realizar un movimiento de evasión o se produjera una colisión con otro vehículo. Estos dispositivos no se deben colocar apoyados sobre el paciente, porque pueden aparecer úlceras por decúbito en los transportes prolongados.

Se deben realizar valoraciones seriadas de la exploración primaria y medir los signos vitales a intervalos regulares. Se realiza

una monitorización continua del ECG y la pulsioximetría prácticamente en todos los pacientes y en los intubados también se debe medir el CO<sub>2</sub> al final del volumen corriente. Los profesionales prehospitalarios deben estar entrenados en un grado suficiente para cubrir las necesidades esperables en el paciente. Los pacientes con lesiones críticas deberían ser vigilados por profesionales con formación avanzadas. Si se espera que el paciente necesite una transfusión de sangre durante el traslado, debe ir acompañado de un profesional que esté autorizado a realizar este procedimiento. En EE. UU. en general será preciso un enfermero titulado.

Deben diseñarse dos planes de tratamiento. El primero, un plan médico, busca tratar problemas esperados o no que puedan aparecer en el paciente durante el traslado y se debe contar con facilidad con el equipo, medicamentos y dispositivos necesarios. El segundo plan consiste en identificar el trayecto más sencillo para llegar al hospital receptor. Se deben valorar las condiciones meteorológicas, la situación de la carretera (p. ej., obras) y el estado del tráfico. Además, los profesionales deben conocer las unidades médicas existentes en el trayecto por si surge algún problema que no se pueda tratar durante el traslado.

### Plantilla

La seguridad del personal del SEM es tan importante como la del paciente. Los profesionales prehospitalarios deben contar con dispositivos de seguridad apropiados, como cinturones de seguridad, y deben ir asegurados durante el transporte salvo que no puedan porque tengan que atender alguna necesidad del enfermo. Los miembros de la plantilla deben seguir las precauciones habituales y asegurarse de que disponen de suficientes guantes y otros equipos de protección personal (EPP) para todo el viaje.

### Equipo

Los aspectos relacionados con el equipo durante un transporte prolongado incluyen la ambulancia, los materiales médicos y medicamentos, los monitores y la comunicación. La ambulancia debe estar en buenas condiciones de uso, incluida una cantidad adecuada de gasolina y una rueda de repuesto. La plantilla debe asegurarse de que cuenta con suficientes materiales médicos y medicamentos para el transporte, incluidas gasas y esparadrapo para reforzar los vendajes. Las necesidades de medicación se calculan en función de las que se espera pueda tener el paciente e incluyen sedantes, agentes paralizantes y antibióticos. Una buena regla es dotar a la ambulancia de un 50% más de materiales médicos y medicamentos de los que cabe esperar por si se produjera un retraso importante. El equipo para atender al paciente debe estar en buen uso e incluye monitores (con alarmas que funcionen), reguladores de oxígeno y dispositivos para aspiración. El éxito de un traslado prolongado puede depender también de las comunicaciones funcionales, incluida la capacidad de comunicarse con otros miembros de la plantilla, con el control médico o con la unidad de destino.

El tratamiento de lesiones específicas durante el traslado prolongado se comenta en los capítulos correspondientes de esta obra.

# RESUMEN

Durante la asistencia al paciente traumatizado, un problema no detectado es una oportunidad perdida de contribuir a la supervivencia. La probabilidad de sobrevivir de un paciente con lesiones traumáticas depende de la identificación y corrección inmediatas de los trastornos que interfieren con la perfusión tisular. La identificación de estos trastornos requiere un proceso sistemático, priorizado y lógico de recogida de información y de actuación. Este proceso se denomina *evaluación del paciente*. La evaluación del paciente comienza con una evaluación de la escena e incluye la formación de una impresión general sobre el paciente o valoración primaria, y cuando el estado del paciente y la disponibilidad de personal del SEM adicional lo permiten, una valoración secundaria. El profesional de la asistencia prehospitalaria analiza la información obtenida mediante este proceso y la utiliza como base para tomar decisiones sobre la asistencia y traslado del paciente.

La vida depende de una perfusión adecuada: la circulación de sangre oxigenada a los tejidos del organismo y el suministro de oxígeno a las células de estos tejidos. Puede producirse un deterioro de la perfusión durante el período de oro del paciente, cuya duración depende del grado de deterioro. Tras la determinación simultánea de la seguridad de la escena y una impresión general de la situación, el profesional de la asistencia prehospitalaria dirige las prioridades de evaluación del paciente al estado de la vía aérea del paciente, al estado ventilatorio y al estado cir-

culatorio. Cuando el profesional de la asistencia prehospitalaria ha respondido a estos riesgos inmediatos para la vida del paciente, es necesaria una evaluación adicional para comprobar el estado neurológico y la presencia de otras lesiones. Esta valoración primaria sigue el formato ABCDE para la evaluación de la vía aérea, respiración (del inglés, *breathing*), circulación, discapacidad (exploración neurológica inicial) y exposición (retirada de la ropa del paciente para descubrir lesiones relevantes adicionales).

Aunque la naturaleza secuencial del lenguaje limita la posibilidad de describir la simultaneidad de estas acciones, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe entender la valoración primaria del paciente como un conjunto de acciones que suceden al mismo tiempo. En el paciente con un deterioro posible o real de la perfusión, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe intervenir sin demora según la pauta «detectar y corregir» para las amenazas inmediatas para la vida del paciente. Cuando el profesional de la asistencia prehospitalaria haya controlado la vía aérea y la respiración del paciente así como la hemorragia con riesgo de exanguinación, debe preparar al paciente y comenzar el traslado sin tratamiento adicional sobre el terreno. El profesional de la asistencia debe conocer las limitaciones del tratamiento sobre el terreno del paciente traumatizado y concentrar su objetivo en un traslado rápido y seguro para un tratamiento definitivo.

## Equipo

Los equipos de asistencia prehospitalaria deben estar equipados con el equipo necesario para proporcionar asistencia de emergencia y estabilización. El equipo debe incluir un mínimo de los siguientes elementos: un vehículo adecuado para el transporte, un vehículo de asistencia médica y un vehículo de apoyo. El equipo debe incluir un mínimo de los siguientes elementos: un vehículo adecuado para el transporte, un vehículo de asistencia médica y un vehículo de apoyo. El equipo debe incluir un mínimo de los siguientes elementos: un vehículo adecuado para el transporte, un vehículo de asistencia médica y un vehículo de apoyo.

## Aspectos relacionados con el paciente

El paciente debe ser evaluado y estabilizado antes de ser trasladado. El equipo de asistencia prehospitalaria debe estar equipado con el equipo necesario para proporcionar asistencia de emergencia y estabilización. El equipo debe incluir un mínimo de los siguientes elementos: un vehículo adecuado para el transporte, un vehículo de asistencia médica y un vehículo de apoyo. El equipo debe incluir un mínimo de los siguientes elementos: un vehículo adecuado para el transporte, un vehículo de asistencia médica y un vehículo de apoyo.

El traslado del paciente debe ser seguro y eficiente. El equipo de asistencia prehospitalaria debe estar equipado con el equipo necesario para proporcionar asistencia de emergencia y estabilización. El equipo debe incluir un mínimo de los siguientes elementos: un vehículo adecuado para el transporte, un vehículo de asistencia médica y un vehículo de apoyo.

# RESOLUCIÓN DEL CASO

Usted ha pasado 1 minuto en la escena y ya ha obtenido gran cantidad de información importante para dirigir la evaluación y el tratamiento de la paciente. En los primeros 15 segundos de contacto con la paciente se ha formado una impresión general de su estado, determinando que no es necesaria la reanimación. Con unas cuantas acciones sencillas ha evaluado el A, B, C y D de la evaluación inicial. La paciente le habla sin dificultad, indicándole que su vía aérea está normal y que respira sin signos de dificultad. Al mismo tiempo, a la vista del mecanismo de lesión, ha estabilizado la columna cervical. No ha apreciado una hemorragia evidente, su compañero ha evaluado el pulso radial y ha observado el color, la temperatura y la humedad de la piel. Estos hallazgos indican que no hay una amenaza inmediata para el estado circulatorio de la paciente. Además, no ha detectado simultáneamente signos de alteración de la función cerebral porque la paciente está despierta, alerta y responde adecuadamente a las preguntas. Esta información, además de la información sobre la velocidad del vehículo en el momento del impacto y los daños en el vehículo en el punto de impacto, le ayuda a determinar la necesidad de recursos adicionales, el tipo de transporte indicado y a qué tipo de hospital debe trasladar a la paciente.

Ahora que ha completado estos pasos y no es necesaria una intervención inmediata para salvar la vida de la paciente, puede pasar al paso E de la valoración primaria en una fase temprana del proceso de evaluación y después puede obtener las constantes vitales. Expone a la paciente para detectar lesiones adicionales y hemorragias que puedan haber pasado desapercibidas por la ropa, y a continuación la cubre para protegerla del ambiente. Durante este proceso, realiza una exploración más detallada para identificar las lesiones más leves. Los siguientes pasos son la preparación de la paciente, incluyendo la inmovilización con férula de las extremidades lesionadas y el vendaje de las heridas si el tiempo lo permite, inicia el traslado y se comunica con la dirección médica o con el centro receptor. En el trayecto al hospital continúa la reevaluación y monitoriza a la paciente. Tu conocimiento de la fisiopatología y de la pérdida de conciencia de la paciente referida por los testigos le produce un índice de sospecha elevado de traumatismo craneoencefálico, lesiones en las extremidades inferiores y lesiones torácicas y abdominales. En un sistema de soporte vital avanzado (SVA) se canalizan vías venosas en ruta hacia el hospital receptor. ■

## Bibliografía

1. Advanced Trauma Life Support (ATLS) Subcommittee, Committee on Trauma: Initial assessment and management. In *Advanced trauma life support course for doctors, student course manual*, ed 7, Chicago, 2004, ACS.
2. First Aid Science Advisory Board: First aid, *Circulation* 112(III):115, 2005.
3. Teasdale G, Jennett B: Assessment of coma and impaired consciousness: a practical scale, *Lancet* 2:81, 1974.
4. Healey C, Osler TM, Rogers FB, et al: Improving the Glasgow Coma Scale score: motor score alone is a better predictor, *J Trauma* 54:671, 2003.
5. Champion HR, Sacco WJ, Copes WS, et al: A revision of the Trauma Score, *J Trauma* 29(5):623, 1989.
6. Committee on Trauma: *Resources for optimal care of the injured patient: 1999*, Chicago, 1998, American College of Surgeons.
7. Hopson LR, Hirsh E, Delgado J, et al: Guidelines for withholding or termination of resuscitation in prehospital traumatic cardiopulmonary arrest, *Prehosp Emerg Care* 7:141, 2003.
8. American Heart Association: 2005 guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care, *Circulation* 112(IV):1, 2005.

## Lecturas recomendadas

American Heart Association: Cardiac arrest associated with trauma, *Circulation* 112(IV):146, 2005.

## Objetivos del capítulo

---

*Al finalizar este capítulo, el lector deberá ser capaz de:*

- ✓ Integrar los principios de la ventilación y el intercambio de gases con la fisiopatología del traumatismo para identificar a los pacientes con perfusión inadecuada.
- ✓ Relacionar los conceptos de volumen minuto y oxigenación con la fisiopatología del traumatismo.
- ✓ Explicar los mecanismos por los que el oxígeno suplementario y el soporte ventilatorio son beneficiosos para el paciente en el contexto de un traumatismo.
- ✓ En el caso de un paciente traumatizado, seleccionar las medidas más eficaces para conseguir una vía aérea permeable que se ajuste a las necesidades del paciente.
- ✓ En el caso de un paciente que precisa soporte ventilatorio, seleccionar los métodos más eficaces para adaptarse a las necesidades del paciente traumatizado.
- ✓ En las situaciones con varios pacientes traumatizados, formular un plan de manejo de la vía aérea y ventilación.
- ✓ Conocer, a la vista de las investigaciones actuales, los riesgos y los beneficios cuando se analizan nuevas intervenciones invasivas.

## CAPÍTULO 6

# Vía aérea y ventilación





## CASO CLÍNICO

Usted recibe un aviso sobre un choque de vehículo motorizado. A su llegada, observa que un camión ha chocado contra un árbol por el lado del conductor. Dicho lado presenta unos daños importantes. El conductor del camión, un hombre de 30 años, yace sobre la hierba a 9 m aproximadamente del lugar del incidente. Los bomberos que han llegado en primer lugar han hecho rodar al paciente para colocarlo sobre una tabla larga y le han colocado un collarín cervical. Informan de que el paciente no responde a estímulos desde su llegada. Ya tiene una equimosis periorbitaria (ojos de mapache). Usted observa que sangra por ambas fosas nasales y por el oído derecho. Es necesaria una aspiración frecuente para mantener permeable la vía aérea. Las respiraciones son irregulares y se oyen ronquidos. La piel del paciente está pálida y presenta cianosis alrededor de los labios.

**¿Qué indicadores de afectación de la vía aérea son evidentes en este paciente? ¿Qué otra información se debería obtener si es posible de los testigos del incidente o de los primeros auxilios en llegar? Describa la secuencia de acciones que debería emprender para tratar a este paciente antes y durante el traslado. ■**

El manejo de la vía aérea tiene una notable relevancia en el tratamiento de los pacientes traumatizados. La incapacidad de mantener la oxigenación y la ventilación determina lesiones cerebrales secundarias, que complican las lesiones cerebrales primarias asociadas al traumatismo inicial. Garantizar la permeabilidad de la vía aérea y mantener la oxigenación del paciente al tiempo que se da soporte ventilatorio cuando sea preciso resulta esencial para reducir las lesiones cerebrales y mejorar la probabilidad que la evolución sea buena.

La oxigenación cerebral y el aporte de oxígeno a otras regiones del cuerpo posibles gracias a un buen manejo de la vía aérea y ventilación siguen siendo los componentes más importantes de la asistencia prehospitalaria. El profesional de la asistencia prehospitalaria bien informado debe mantenerse continuamente atento a los cambios introducidos en las técnicas y los dispositivos complementarios empleados.

El aparato respiratorio tiene tres funciones principales:

1. Proporcionar oxígeno a los hematíes, que lo transportan a todas las células del organismo.
2. En el *metabolismo aerobio*, las células utilizan este oxígeno como combustible para producir energía.
3. El sistema elimina el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) del organismo.

La incapacidad del aparato respiratorio para proporcionar oxígeno a las células o de las células para utilizar el oxígeno suministrado conduce a un *metabolismo anaerobio* y puede provocar la muerte con rapidez. La incapacidad para eliminar el CO<sub>2</sub> puede conducir al coma.

## Anatomía

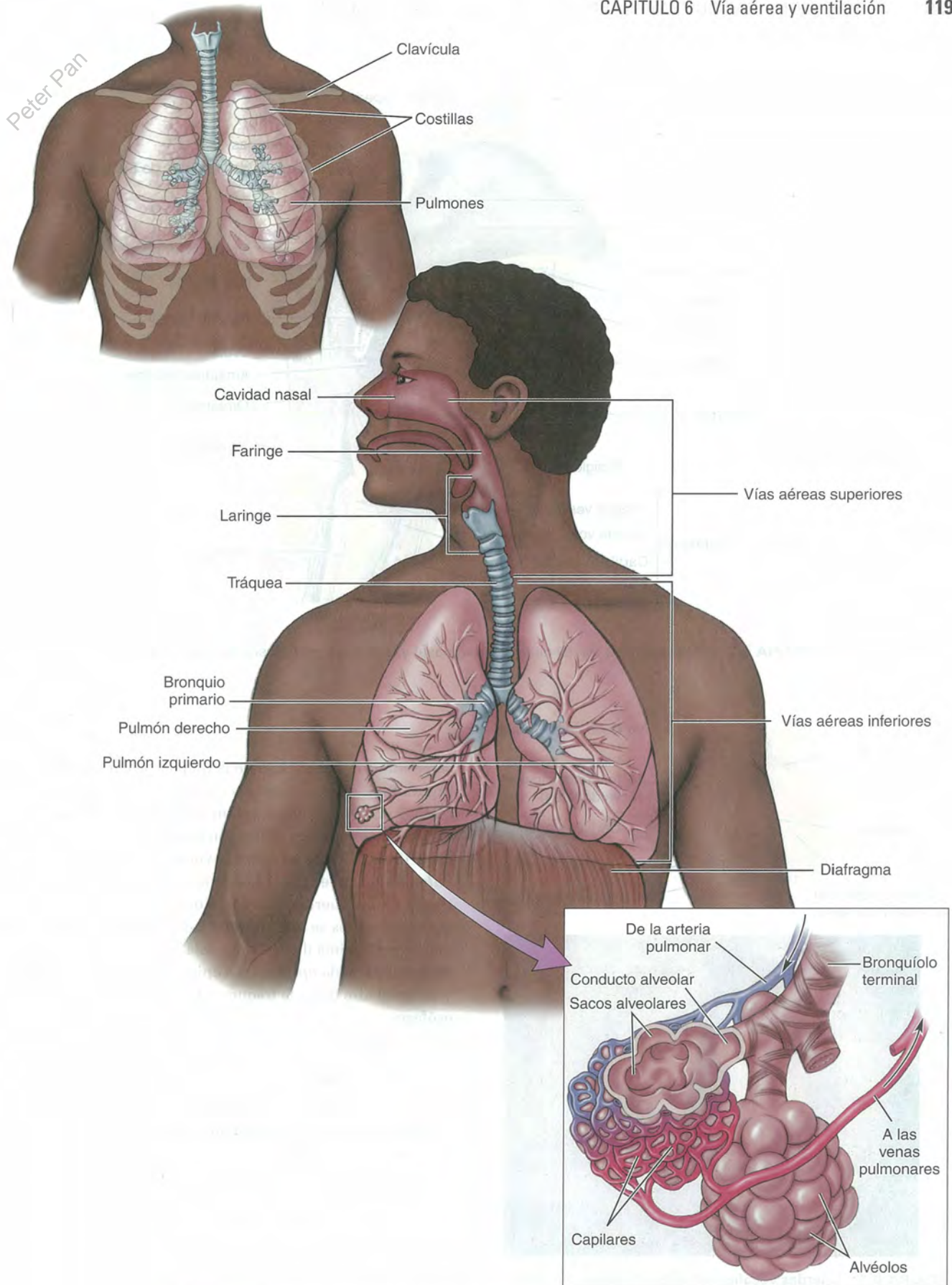
El aparato respiratorio está formado por la vía aérea superior y la vía aérea inferior, incluidos los pulmones (figura 6-1). Cada parte del aparato tiene una función importante para asegurar el intercambio de gases, el proceso por el que el oxígeno entra al torrente sanguíneo y se elimina el CO<sub>2</sub>.

### Vía aérea superior

El sistema de la vía aérea es un camino abierto que lleva el aire atmosférico a través de la nariz, boca, faringe, tráquea y bronquios a los alvéolos. Con cada respiración, un adulto medio inspira aproximadamente 500 ml de aire. La vía aérea contiene hasta 150 ml del aire que no participan en el proceso crítico de intercambio de gases. El espacio en el que se almacena este aire se conoce como *espacio muerto*. El aire dentro de este espacio no está disponible para usarlo en la oxigenación.

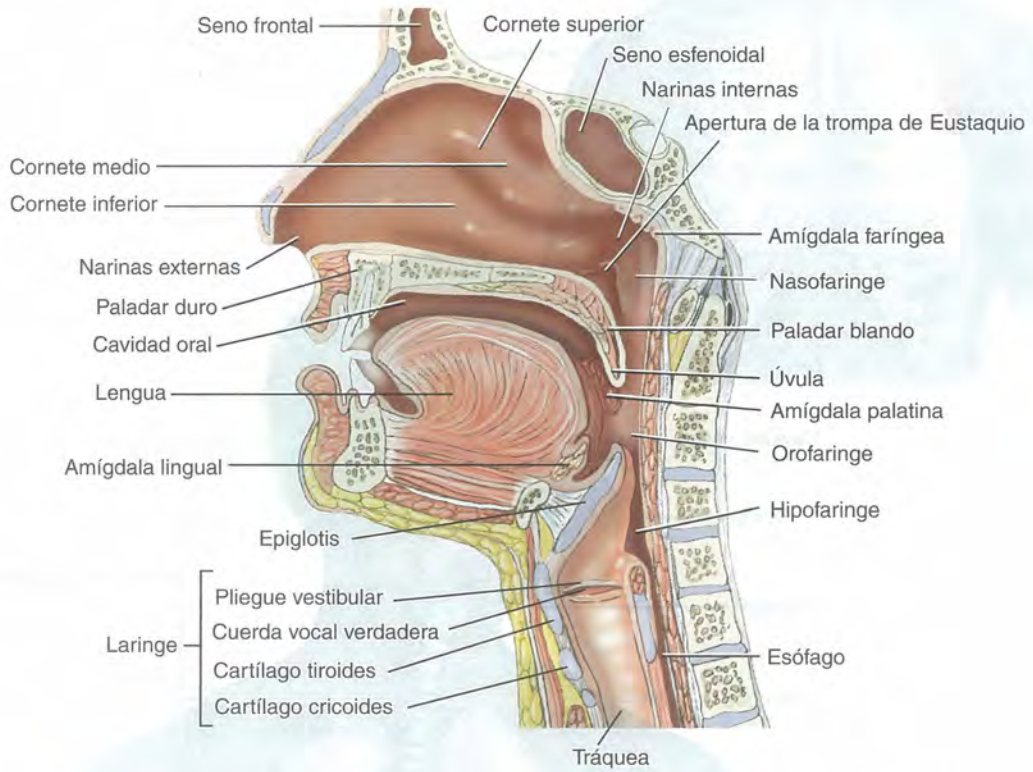
La vía aérea superior está formada por la cavidad nasal y la cavidad oral (figura 6-2). El aire que entra en la cavidad nasal se calienta, humedece y filtra para eliminar las impurezas. Más allá de estas cavidades se halla la región denominada *faringe*, que va desde la parte posterior del paladar blando hasta el extremo superior del esófago. La faringe está formada por músculo revestido de una mucosa. La faringe se divide en tres secciones diferenciadas: la *nasofaringe* (porción superior), la *orofaringe* (la porción media) y la *hipofaringe* (la región distal de la faringe).

Por debajo de la faringe se encuentra el esófago, que conduce al estómago, y la tráquea, que es donde comienza la vía

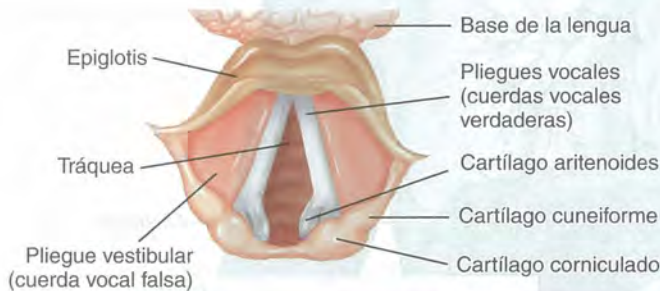


**FIGURA 6-1** Órganos del aparato respiratorio: vías aéreas superiores e inferiores.  
 (Tomado de Herlihy B, Maebius WK: *The human body in health and disease*, Philadelphia, 2000, Saunders.)

Peter Pan



**FIGURA 6-2** Corte sagital a través de la cavidad nasal y la faringe visto desde la región medial.

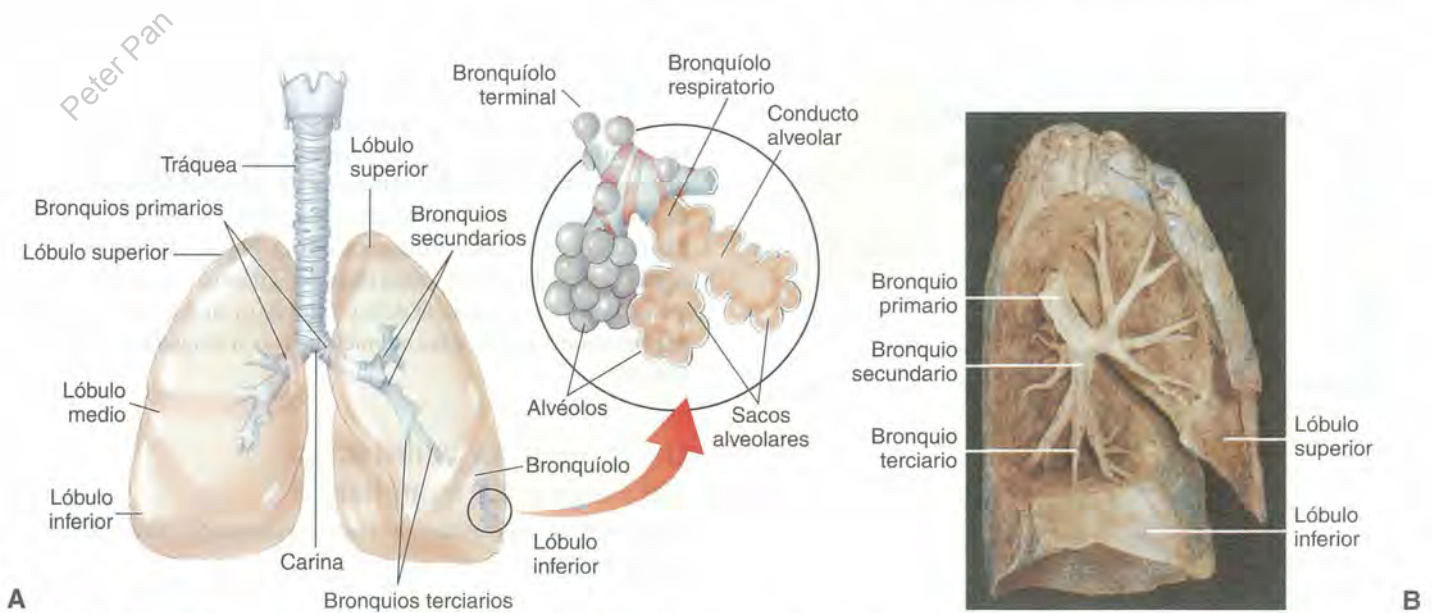


**FIGURA 6-3** Cuerdas vocales vistas desde arriba. Se ve su relación con los cartílagos pares de la laringe y la epiglotis. (Abajo, foto del Custom Medical Stock, tomado de Thibodeau GA: *Structure and function*, ed 9, St Louis, 1992, Mosby.)

aérea inferior. Por encima de la tráquea se encuentra la *laringe* (figura 6-3), que contiene las cuerdas vocales, y los músculos que las mueven, contenidas en una cubierta cartilaginosa resistente. Las cuerdas vocales son pliegues de tejido que se unen en la línea media. Las cuerdas vocales falsas, o *pliegue vestibular*, bloquean el paso libre de aire y fuerzan el flujo de aire a través de las cuerdas vocales. Como soporte posterior de las cuerdas vocales se encuentra el cartílago aritenoides. Directamente por encima de la laringe está una estructura en forma de hoja denominada *epiglotis*. La epiglotis actúa como una puerta y dirige el aire hacia la tráquea y los sólidos y líquidos hacia el esófago.

### Vía aérea inferior

La vía aérea inferior está formada por la tráquea, sus ramas y los pulmones. Durante la inspiración, el aire pasa a través de la vía aérea superior e inferior antes de alcanzar los pulmones donde se produce el intercambio de gases (figura 6-4). La tráquea se divide en los *bronquios principales* derecho e izquierdo. Cada uno de estos bronquios principales se subdivide en varios bronquios primarios y después en bronquiólos. Los *bronquiólos* (tubos bronquiales muy pequeños) terminan en los *alvéolos*, que son sacos diminutos rodeados de capilares. En los alvéolos se produce el intercambio gaseoso, ya que a este nivel coinciden los aparatos respiratorio y circulatorio.



**FIGURA 6-4** A. Tráquea y los pulmones. *Círculo*: dilatación de un bronquiolo terminal y de los alvéolos asociados. B. Ramificación de los bronquios en el pulmón izquierdo.

## Fisiología

Con cada respiración entra aire en los pulmones. Cuando el aire atmosférico alcanza los alvéolos, el oxígeno se desplaza a su través cruzando la membrana alvéolo-capilar y llegando al interior de los hematíes. El aparato circulatorio lleva estos hematíes transportadores de oxígeno a los tejidos corporales, donde se emplea el oxígeno como combustible para el metabolismo.

Conforme el oxígeno pasa de los alvéolos a los hematíes, se produce un intercambio de  $\text{CO}_2$  en sentido opuesto, desde el plasma a los alvéolos. El  $\text{CO}_2$  transportado por el plasma, no por los hematíes, sale del torrente sanguíneo, atraviesa la membrana alvéolo-capilar y sale a los alvéolos, desde donde se elimina durante la espiración (figura 6-5). Al finalizar este intercambio, los hematíes oxigenados y el plasma pobre en  $\text{CO}_2$  vuelve al lado izquierdo del corazón desde donde es bombeado a todas las células del cuerpo.

Una vez en la célula, los hematíes oxigenados liberan el oxígeno que las células utilizan como combustible para el metabolismo aerobio. El dióxido de carbono, un producto secundario del metabolismo aerobio, pasa al plasma sanguíneo. La sangre desoxigenada vuelve al lado derecho del corazón. La sangre es bombeada hacia los pulmones, donde vuelve a cargarse de oxígeno y se elimina el  $\text{CO}_2$  por difusión.

Los alvéolos deben llenarse constantemente con aire fresco que contenga una proporción adecuada de oxígeno. Esta entrada de aire, conocida como *ventilación*, es fundamental para la eliminación de dióxido de carbono. La ventilación puede medirse. La magnitud de cada respiración, denominada *volumen corriente*, multiplicada por la frecuencia ventilatoria durante 1 minuto corresponde al *volumen minuto*:

$$\text{Volumen minuto} = \text{Volumen corriente} \times \text{frecuencia ventilatoria por minuto}$$

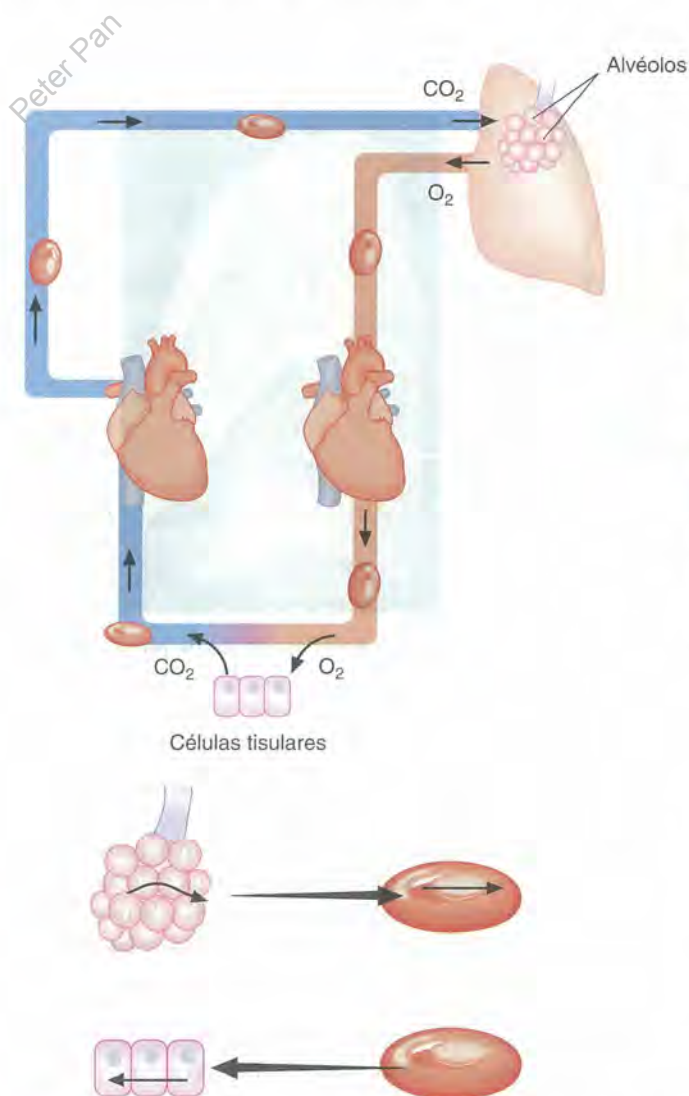
Durante una ventilación normal en reposo, se introducen en los pulmones aproximadamente 500 ml de aire. Como ya hemos señalado, parte de este volumen, unos 150 ml, permanece en la vía aérea como espacio muerto y no participa en el intercambio de gases. Si el volumen corriente es de 500 ml y la frecuencia ventilatoria es de 14 respiraciones/min, puede calcularse el volumen minuto como:

$$\begin{aligned} \text{Volumen minuto} &= 500 \text{ ml} \times 14 \text{ respiraciones/min} \\ \text{Volumen minuto} &= 7000 \text{ ml/min o } 7 \text{ l/min} \end{aligned}$$

Por tanto, en reposo entran y salen de los pulmones aproximadamente 7 litros de aire cada minuto para lograr una oxigenación y una eliminación de  $\text{CO}_2$  adecuadas. Si el volumen minuto disminuye por debajo de lo normal, el paciente presenta una ventilación inadecuada, lo que se denomina *hipoventilación*. La hipoventilación provoca una acumulación de  $\text{CO}_2$  en el cuerpo. Es frecuente cuando un traumatismo craneal o torácico provoca una alteración del patrón respiratorio o una incapacidad para mover adecuadamente la pared torácica. Por ejemplo, un paciente con fracturas costales que respira con rapidez y de forma superficial por el dolor puede tener un volumen corriente de 100 ml y una frecuencia ventilatoria de 40 respiraciones/min. El volumen minuto de este paciente será:

$$\begin{aligned} \text{Volumen minuto} &= 100 \text{ ml} \times 40 \text{ respiraciones/min} \\ \text{Volumen minuto} &= 4000 \text{ ml/min o } 4 \text{ l/min} \end{aligned}$$

Si en una persona sana en reposo son necesarios 7 l/min para un intercambio de gases adecuado, estos 4 l/min están muy por debajo de las necesidades del organismo para eliminar el  $\text{CO}_2$ , lo que supone una hipoventilación. Además, son necesarios



**FIGURA 6-5** El oxígeno se desplaza a los hematíes desde los alvéolos. El  $O_2$  es transportado a las células tisulares en la molécula de hemoglobina. Después de dejar la molécula de hemoglobina, el  $O_2$  pasa a dichas células. El dióxido de carbono ( $CO_2$ ) sigue un sentido inverso, pero no se une a la molécula de hemoglobina y viaja en el plasma como dióxido de carbono.

150 ml para superar el espacio muerto. Si el volumen corriente es de 100 ml, el aire oxigenado no alcanzará nunca los alvéolos. Si no se corrige, esta hipoventilación conducirá rápidamente a una dificultad respiratoria grave y finalmente a la muerte.

En el ejemplo previo el paciente está hipoventilando a pesar de mantener una frecuencia ventilatoria de 40 respiraciones/min. El profesional de la asistencia prehospitalaria debe tener en cuenta tanto la frecuencia como la profundidad ventilatoria en la evaluación de la capacidad del paciente para el intercambio de aire. Un error frecuente es asumir que todo paciente con una frecuencia ventilatoria rápida está hiperventilando. Un indicador mucho más preciso del estado ventilatorio es la eliminación de  $CO_2$ , que se puede medir con monitores para el  $CO_2$ . El efecto de la eliminación de  $CO_2$  sobre el metabolismo se expli-

ca con el principio de Fick y el metabolismo aerobio y anaerobio en el capítulo 7.

La valoración prehospitalaria de la función ventilatoria debe incluir una evaluación de la entrada, la difusión y el suministro de oxígeno. Sin una entrada y un procesamiento adecuados, se iniciará un metabolismo anaerobio. Además, también hay que conseguir una ventilación eficaz. El paciente puede conseguir la ventilación de forma completa, parcial o nula. Los profesionales de la asistencia deben intervenir de forma intensiva para evaluar y corregir las alteraciones en la oxigenación y ventilación.

## Oxigenación y ventilación del paciente traumatizado

El proceso de oxigenación en el interior del cuerpo humano comprende tres fases:

1. La *respiración externa* es la transferencia de moléculas de oxígeno ( $O_2$ ) desde la atmósfera a la sangre. Todo el oxígeno alveolar está en forma de gas libre, por lo que cada molécula de  $O_2$  ejerce presión. Al aumentar el porcentaje de oxígeno inspirado de la atmósfera, aumentará la tensión alveolar de  $O_2$ .
2. El *suministro de oxígeno* es el resultado de una transferencia de oxígeno entre la atmósfera y los hematíes durante la ventilación y el transporte de estos hematíes a los tejidos a través del aparato cardiovascular. Este proceso depende principalmente del gasto cardíaco, la concentración de hemoglobina y de la saturación de la oxihemoglobina. El volumen de oxígeno consumido por el organismo en 1 minuto se denomina *consumo de oxígeno*. En un sentido se puede describir a los hematíes como los «camiones cisterna de oxígeno» del cuerpo. Estos camiones cisterna se mueven por todas las «autopistas» del aparato cardiovascular para «descargar» su carga de  $O_2$  en los puntos de distribución del cuerpo, los lechos capilares.
3. La *respiración interna (celular)* es el movimiento o difusión del oxígeno entre los hematíes y las células de los tejidos. El metabolismo normal emplea la glucólisis y el ciclo de Krebs para producir energía. Debido a que el intercambio real de oxígeno entre los hematíes y los tejidos se produce en los capilares de paredes finas, el oxígeno disponible para el consumo disminuye si la fracción de oxígeno inspirado ( $F_{iO_2}$ ) o la circulación en los lechos capilares se ven comprometidas («carreteras bloqueadas»). Los tejidos no pueden consumir una cantidad adecuada de oxígeno si no disponen de una cantidad adecuada del mismo.

Una oxigenación adecuada depende de estas tres fases. Aunque la capacidad para evaluar la oxigenación tisular en el ámbito prehospitalario está mejorando rápidamente, todos los pacientes traumatizados deben recibir un soporte ventilatorio apropiado con oxígeno suplementario para corregir la hipoxia o evitarla por completo.

## Fisiopatología

El traumatismo puede afectar a la capacidad del aparato respiratorio para suministrar oxígeno y eliminar dióxido de carbono adecuadamente por las siguientes razones:

1. Puede producirse una hipoventilación por la pérdida de ventilación, habitualmente por una alteración de la función neurológica sobre todo tras una lesión traumática encefálica.
2. Puede producirse una hipoventilación por la obstrucción del flujo de aire en la vía aérea superior e inferior.
3. La hipoventilación puede estar causada por una disminución de la expansión de los pulmones.
4. La *hipoxemia* (reducción de la concentración de oxígeno en la sangre) puede ser el resultado de una disminución de la difusión de oxígeno a través de la membrana alvéolo-capilar.
5. La *hipoxia* (deficiente oxigenación tisular) puede estar causada por una disminución del flujo sanguíneo a los alvéolos.
6. La hipoxia puede deberse a la incapacidad del aire para alcanzar los capilares, habitualmente porque los alvéolos están llenos de líquido o de residuos.
7. La hipoxia puede estar causada a nivel celular por una disminución del flujo sanguíneo a las células de los distintos tejidos.

Las tres primeras causas son una hipoventilación como resultado de una reducción del volumen minuto. Si no se corrige, la hipoventilación provoca una acumulación de  $\text{CO}_2$ , acidosis y finalmente la muerte. El tratamiento consiste en mejorar la frecuencia y la profundidad ventilatoria del paciente mediante una corrección de los problemas existentes en la vía aérea y un soporte ventilatorio.

Los apartados siguientes analizan las dos primeras causas de ventilación inadecuada: disminución de la función neurológica y obstrucción mecánica. La tercera causa, una reducción del volumen minuto como resultado de una disminución de la expansión pulmonar, se trata con más detalle en el capítulo 10. Las cuatro últimas causas se tratan en el capítulo 7.

### Disminución de la función neurológica

La disminución del volumen minuto puede estar causada por dos trastornos clínicos relacionados con una alteración de la función neurológica: la flacidez de la lengua y una disminución del nivel de conciencia.

La flacidez de la lengua relacionada con un descenso del nivel de conciencia permite que esta caiga en posición declive (hacia la región más baja del cuerpo). Si el paciente está en decúbito supino, la base de la lengua cae hacia atrás y ocluye la hipofaringe (figura 6-6). Esta complicación suele manifestarse con un ronquido asociado a la respiración. Para evitar que la lengua ocluya la hipofaringe o corregir el problema cuando se produce, se debe garantizar la permeabilidad de la vía aérea de todo paciente con descenso del nivel de conciencia en decúbito supino, con in-



**FIGURA 6-6** En un paciente inconsciente la lengua ha perdido el tono muscular y cae hacia la hipofaringe, cerrando la vía aérea e impidiendo el paso de oxígeno hacia la tráquea y los pulmones.

dependencia de si existen signos de compromiso ventilatorio. Estos pacientes pueden precisar también una aspiración periódica porque las secreciones, la saliva, la sangre o el vómito se pueden acumular en la orofaringe. Un descenso del nivel de conciencia afecta también a la función ventilatoria y puede reducir la frecuencia ventilatoria, el volumen de ventilación o ambos. Esta reducción del volumen minuto puede ser transitoria o permanente.

### Obstrucción mecánica

Otra causa de disminución del volumen minuto es la obstrucción mecánica de la vía aérea. El origen de estas obstrucciones puede ser neurológico o puramente mecánico. Las agresiones neurológicas que alteran el nivel de conciencia pueden interrumpir los «controles» que en condiciones normales mantienen la lengua en una posición anatómica neutra (sin obstrucción). Si estos «controles» se ven comprometidos, la lengua cae hacia atrás, ocluyendo la hipofaringe (véase figura 6-6).

Los cuerpos extraños en la vía aérea pueden ser objetos que estaban en la boca del paciente en el momento de la lesión, como dientes postizos, chicles, tabaco, dientes y hueso. Los materiales externos, como el cristal de un parabrisas roto o cualquier objeto que esté cerca de la boca del paciente en el momento de la lesión, pueden amenazar la permeabilidad de la vía aérea. Las obstrucciones de la vía aérea superior e inferior pueden estar causadas también por colapso del hueso o cartílago como resultado de una fractura de laringe o tráquea, por un fragmento de mucosa de la hipofaringe o la lengua o por una lesión facial con sangre y fragmentos de hueso y tejido que pueden provocar una obstrucción.

El tratamiento de las obstrucciones mecánicas de la vía aérea supone un reto. Los cuerpos extraños presentes en la cavidad oral pueden alojarse y ocluir la hipofaringe o la laringe. Hay que tener en cuenta las lesiones por aplastamiento de la laringe y el edema de las cuerdas vocales. Los pacientes con lesiones faciales presentan dos de los elementos que actúan con más frecuencia como cuerpos extraños, la sangre y el vómito. El tratamiento de estos problemas pasa por un reconocimiento inmediato de la obstrucción y por realizar las intervenciones precisas para asegurar que la vía aérea esté libre.

## Tratamiento

### Control de la vía aérea

Asegurar una vía aérea permeable es la primera prioridad del tratamiento y reanimación en el paciente traumatizado y nada es más importante en el tratamiento prehospitalario de la vía aérea que una evaluación adecuada de la misma (figura 6-7). Con independencia del método de tratamiento, siempre existe la posibilidad de una lesión de la columna cervical. El uso de cualquiera de estos métodos de control de la vía aérea requiere una estabilización manual simultánea de la columna cervical en posición neutra hasta que se haya inmovilizado por completo al paciente (véase capítulo 9).

### Habilidades esenciales

El control de la vía aérea en los pacientes traumatizados es prioritario en comparación con las demás intervenciones, porque si no se dispone de una vía aérea adecuada, el resultado final no podrá ser positivo. El control de la vía aérea puede suponer un reto, pero en la mayor parte de los pacientes inicialmente suele resultar suficiente con intervenciones de nivel básico<sup>1</sup>. Todo profesional de la asistencia prehospitalaria que haya sido formado en técnicas avanzadas de control de la vía aérea, debe mantener su capacidad de realizar estas intervenciones esenciales, porque estos métodos representan una alternativa aceptable cuando las técnicas más avanzadas fracasan. Los profesionales que conocen las técnicas avanzadas siempre deben sopesar los riesgos frente al beneficio de estas intervenciones tan invasivas. Además, es preciso mantener la capacidad de realizar intervenciones avanzadas, garantizar su calidad y una supervisión estrecha por parte del director médico.

**Desobstrucción manual de la vía aérea.** El primer paso para el control de la vía aérea debe ser una inspección visual rápida de la cavidad orofaríngea. En la boca del paciente traumatizado puede encontrarse material extraño (p. ej., trozos de comida) o dientes rotos y sangre. Estos restos pueden ser extraídos con un dedo enguantado o, si se trata de vómito o sangre, se puede aspirar.

**Maniobras manuales.** En los pacientes que no responden, la lengua se vuelve flácida y cae hacia atrás bloqueando la hipofaringe (véase figura 6-6). La lengua es la causa más frecuente de obstrucción de la vía aérea. Se pueden emplear con facilidad métodos manuales para corregir este tipo de obstrucción, porque la lengua está unida a la mandíbula y se mueve hacia delante con esta. Cualquier maniobra que desplace la mandíbula hacia delante tira de la lengua y la saca de la hipofaringe:

- **Desplazamiento mandibular en el paciente traumatizado.** En los casos en los que se sospecha un traumatismo craneoencefálico, cervical o facial, se debe mantener la columna cervical en una posición alineada neutra. La maniobra de desplazamiento mandibular permite abrir la vía aérea con escaso o nulo movimiento de la cabeza y la columna cervical (figura 6-8). Se desplaza la mandíbula hacia delante colocando los pulgares sobre cada hueso malar, colocando los índices y los dedos

corazones sobre la mandíbula y, con el mismo ángulo, empujando la mandíbula hacia delante.

- **Elevación del mentón en el paciente traumatizado.** Esta maniobra se usa en condiciones ideales para corregir diferentes obstrucciones anatómicas de la vía aérea en los pacientes que respiran de forma espontánea (figura 6-9). Se coge el mentón y los incisivos inferiores y se levantan para tirar de la mandíbula hacia delante. El profesional de la asistencia prehospitalaria debe usar guantes para evitar contaminarse con secreciones corporales.

Ambas técnicas producen un movimiento de la mandíbula en dirección anterior (hacia arriba) y ligeramente caudal (hacia los pies), que tira de la lengua hacia delante, separándola de la vía aérea por detrás, y abriendo la boca. El desplazamiento de la mandíbula en el paciente traumatizado empuja la mandíbula hacia delante, mientras que la elevación del mentón en el paciente traumatizado tira de ella. El desplazamiento de la mandíbula y la elevación del mentón en los pacientes traumatizados son variantes de estas mismas maniobras convencionales. Las modificaciones permiten al profesional de la asistencia prehospitalaria proteger la columna cervical del paciente al tiempo que abre la vía aérea mediante un desplazamiento de la lengua que la separa de la faringe posterior.

**Aspiración.** Es posible que el paciente traumatizado sea incapaz de eliminar de manera eficaz las secreciones, vómitos, sangre o cuerpos extraños de la tráquea. La aspiración es un elemento importante para el mantenimiento de una vía aérea permeable.

La complicación más significativa de la aspiración es que si se mantiene durante un tiempo prolongado produce hipoxemia que puede manifestarse como un trastorno cardíaco (p. ej., taquicardia). La preoxigenación del paciente traumatizado ayuda a prevenir la hipoxemia. Además, durante un período prolongado de aspiración pueden producirse arritmias cardíacas por la hipoxemia arterial, con hipoxemia miocárdica y estimulación vagal secundaria a la irritación traqueal. Una estimulación vagal verdadera puede ocasionar una bradicardia e hipotensión profundas.

El paciente traumatizado que tiene que ser intubado puede necesitar una aspiración intensiva de la vía aérea superior. Es posible que haya bastante más cantidad de vómito y sangre en la vía aérea a la llegada del servicio de emergencias médicas (SEM) de la que una unidad de aspiración puede eliminar de inmediato. Si esto es así, hay que realizar una estabilización de la columna cervical y rodar al paciente hacia un lado para que la gravedad ayude a limpiar la vía aérea. Debe utilizarse una sonda de aspiración rígida para limpiar la orofaringe. Aunque se puede producir una hipoxia por una aspiración prolongada, la vía aérea obstruida por completo no permite el intercambio gaseoso. La aspiración agresiva y la colocación del paciente se deben mantener hasta que la vía aérea esté al menos parcialmente liberada. En este momento, se puede realizar una hiperoxigenación seguida de aspiraciones repetidas.

Cuando se aspira a través de un *tubo endotraqueal* (TE), la sonda de aspiración debe ser de material blando para limitar el traumatismo a la mucosa traqueal y reducir al mínimo la resistencia friccional. Debe ser suficientemente larga para sobrepasar el extremo de la vía aérea artificial (de 50 a 55 cm) y debe tener

MANEJO DE LA VÍA AÉREA

Notas:

- <sup>1</sup>La intubación cara a cara debe utilizarse si la posición del paciente es inadecuada para realizar una intubación orotraqueal tradicional; la intubación asistida farmacológicamente puede usarse para facilitar la intubación orotraqueal si se tiene el entrenamiento y la autorización oportunos.
- <sup>2</sup>La intubación nasotraqueal ciega sólo debe utilizarse en pacientes con respiración espontánea.
- <sup>3</sup>La intubación debe limitarse a tres intentos y hay que confirmar la ubicación correcta del tubo endotraqueal.
- <sup>4</sup>La ventilación se hace con habilidades esenciales en combinación con dispositivo mascarilla-válvula-bolsa.
- <sup>5</sup>La intubación retrógrada puede realizarse si se tiene el entrenamiento y la autorización oportunos.
- <sup>6</sup>La intubación digital sólo debe intentarse en pacientes inconscientes en apnea.
- <sup>7</sup>Ventilación transtraqueal con catéter; puede realizarse una cricotirotomía si se tiene el entrenamiento y la autorización oportunos.

Manejo de la vía aérea indicado  
 ↓  
 Estabilización manual de la columna cervical  
 ↓

**HABILIDADES ESENCIALES**  
 Limpieza manual de la vía aérea  
 Maniobras manuales:  
 • Desplazamiento de la mandíbula para paciente traumatizado  
 • Elevación del mentón para paciente traumatizado  
 Aspiración  
 Complementos básicos:  
 • Cánula orofaríngea  
 • Cánula nasofaríngea

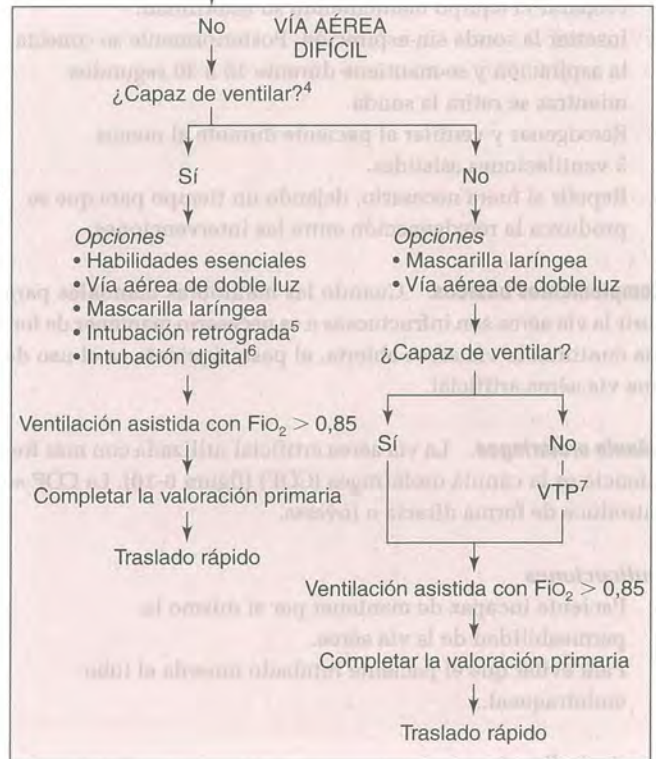
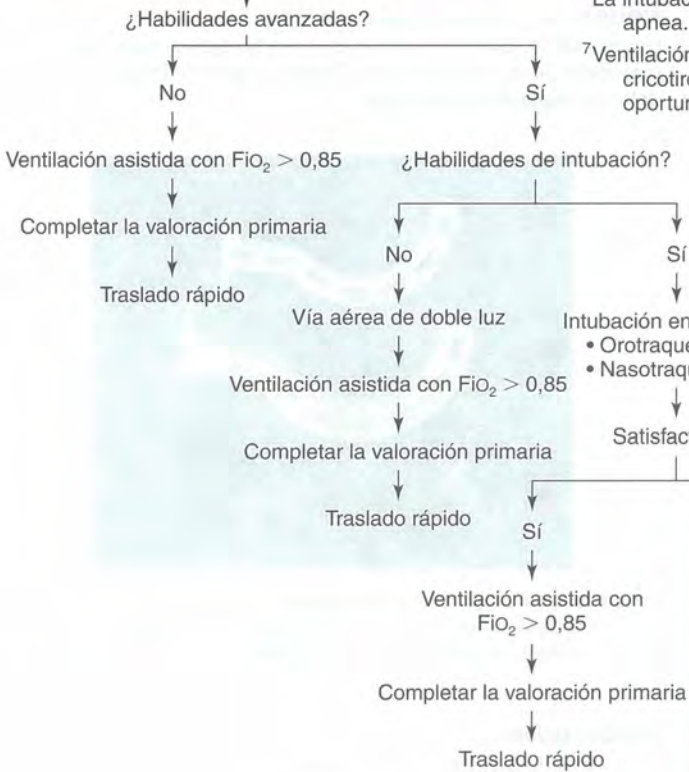


FIGURA 6-7 Algoritmo de control de la vía aérea.



**FIGURA 6-8** Desplazamiento de la mandíbula en un paciente traumatizado. Se coloca el pulgar sobre cada hueso malar y el segundo y tercer dedo en el ángulo de la mandíbula. Se eleva hacia delante la mandíbula.



**FIGURA 6-9** Elevación del mentón en un paciente traumatizado. Esta maniobra tiene una función similar a la maniobra de la figura anterior. Desplaza la mandíbula hacia delante, separando la lengua.

extremos lisos para evitar el traumatismo de la mucosa. Es probable que una sonda blanda no sea eficaz para aspirar una cantidad copiosa de material extraño o de secreciones de la faringe en un paciente traumatizado, en cuyo caso el dispositivo de elección debe ser una sonda con forma de almendra.

Mientras se aspira a un paciente que está intubado, son fundamentales las intervenciones asépticas. Estas técnicas requieren los siguientes pasos:

1. Preoxigenar al paciente traumatizado con oxígeno al 100% ( $FiO_2$  de 1).
2. Preparar el equipo manteniendo su esterilidad.
3. Insertar la sonda sin aspiración. Posteriormente se conecta la aspiración y se mantiene durante 15 a 30 segundos mientras se retira la sonda.
4. Reoxigenar y ventilar al paciente durante al menos 5 ventilaciones asistidas.
5. Repetir si fuera necesario, dejando un tiempo para que se produzca la reoxigenación entre las intervenciones.

**Complementos básicos.** Cuando las maniobras manuales para abrir la vía aérea son infructuosas o es necesario mantener de forma continua la vía aérea abierta, el paso siguiente es el uso de una vía aérea artificial.

**Cánula orofaríngea.** La vía aérea artificial utilizada con más frecuencia es la cánula orofaríngea (COF) (figura 6-10). La COF se introduce de forma directa o inversa.

#### Indicaciones

- Paciente incapaz de mantener por sí mismo la permeabilidad de la vía aérea.
- Para evitar que el paciente intubado muerda el tubo endotraqueal.

#### Contraindicaciones

- Paciente consciente o semiconsciente.



**FIGURA 6-10** Cánulas orofaríngeas.

(Tomado de McSwain NE Jr, Paturas JL: *The basic EMT: comprehensive prehospital patient care*, ed 2, St Louis, 2001, Mosby.)

#### Complicaciones

- El uso de una COF puede producir arcadas, vómitos y laringoespasmos en los pacientes conscientes, porque estimula el reflejo nauseoso.

**Cánula nasofaríngea.** La cánula nasofaríngea (CNF) es un dispositivo blando de goma (látex) que se introduce por una de las narinas y sigue la curva de la pared posterior de la nasofaringe y orofaringe (figura 6-11).

#### Indicaciones

- Paciente consciente incapaz de mantener permeable por sí mismo su vía aérea.

#### Contraindicaciones

- No es necesaria una vía aérea complementaria.

#### Complicaciones

- Posible hemorragia provocada durante su introducción.



**FIGURA 6-11** Cánulas nasofaríngeas.  
(Tomado de McSwain NE Jr, Paturas JL: *The basic EMT: comprehensive prehospital patient care*, ed 2, St Louis, 2001, Mosby.)

## Vías aéreas de doble luz

Este tipo de vía aérea ofrece una vía aérea funcional alternativa. Muchas legislaciones permiten el uso de estos dispositivos porque es necesario un entrenamiento mínimo para conseguir usarlos de forma competente y mantener estos conocimientos. Estos dispositivos también suponen una vía aérea de seguridad muy útil en los casos en los que los intentos de intubación endotraqueal son infructuosos, incluso cuando se ha intentado una intubación con secuencia rápida. La mayor ventaja de estas vías aéreas es que pueden colocarse con independencia de la posición del paciente, lo que puede resultar especialmente interesante en los pacientes traumatizados con una sospecha fundada de lesión cervical. El uso de estas vías aéreas está limitado a los pacientes mayores de 16 años de edad con una altura de al menos 165 cm.

### Indicaciones

- **Profesionales de la asistencia básica.** Si el profesional de la asistencia está entrenado y autorizado, una vía aérea de doble luz será el primer dispositivo de vía aérea en el paciente traumatizado inconsciente sin reflejo del vómito y en apnea o con una frecuencia ventilatoria inferior a 10 respiraciones/min.
- **Profesionales de la asistencia avanzada.** Vía aérea alternativa cuando el profesional de la asistencia no consigue una intubación endotraqueal y no puede ventilar con facilidad al paciente con un dispositivo mascarilla-válvula-bolsa (MVB) o una COF o CNF.

### Contraindicaciones

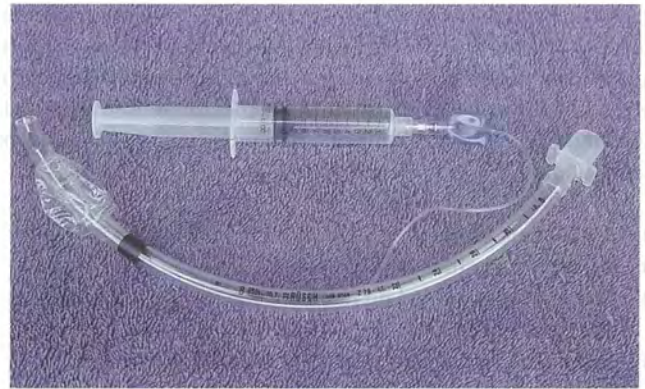
- Reflejo del vómito intacto.
- Enfermedad esofágica conocida.
- Ingestión reciente de sustancias cáusticas.

### Complicaciones

- Náuseas y vómitos, si el reflejo del vómito está intacto.
- Lesión esofágica.
- Hipoxia si se ventila con un calibre luminal incorrecto.

## Intubación endotraqueal

La intubación endotraqueal es el método más adecuado para conseguir un control máximo de la vía aérea en los pacientes traumatizados en apnea o que precisan ventilación asistida (figuras 6-12 y 6-13). Sin embargo, estudios recientes han demos-



**FIGURA 6-12** Tubo endotraqueal.



**FIGURA 6-13** Material para intubación endotraqueal.  
(Tomado de McSwain NE Jr, Paturas JL: *The basic EMT: comprehensive prehospital patient care*, ed 2, St Louis, 2001, Mosby.)

Igual que para cualquier maniobra de soporte vital avanzado, los profesionales de la asistencia prehospitalaria deben disponer del material necesario. Los componentes estándar de un equipo de intubación son:

- Laringoscopio con palas curvas y rectas para adultos y niños.
- Baterías extra y bombillas de repuesto.
- Máquina de aspiración.
- Tubos endotraqueales para niños y adultos.
- Fiador.
- Jeringa de 10 ml.
- Lubricante hidrosoluble.
- Pinzas de Magill.
- Dispositivo para detección del volumen al final del volumen corriente (ETDD) para detectar el dióxido de carbono al final del volumen corriente.
- Sistema para fijación del tubo.

trado que en entornos urbanos los pacientes traumatizados con lesiones críticas que se sometían a una intubación endotraqueal no tenían una mejor evolución que los que se transportaban con MVB y COF<sup>1</sup>. A pesar de todo, la intubación endotraqueal sigue siendo el método preferido de control de la vía aérea por lo siguiente:

- Aísla la vía aérea.
- Permite la ventilación con oxígeno al 100% (Fio<sub>2</sub> de 1).
- Elimina la necesidad de mantener un sellado adecuado mascarilla-cara.
- Reduce de forma significativa el riesgo de aspiración (vómitos, cuerpo extraño o sangre).
- Facilita la aspiración traqueal profunda.
- Previene la insuflación gástrica.
- Supone una vía adicional para la administración de medicación.

#### Indicaciones

- Paciente que es incapaz de proteger por sí mismo su vía aérea.
- Paciente con un problema de oxigenación significativo, que precisa la administración de concentraciones elevadas de oxígeno.
- Paciente con un deterioro ventilatorio significativo que requiere ventilación asistida.

#### Contraindicaciones

- Ausencia de entrenamiento en la técnica.
- Ausencia de indicaciones correctas.
- Proximidad estrecha al centro receptor (contraindicación relativa).

#### Complicaciones

- Hipoxemia por intentos de intubación prolongados.
- Traumatismo de la vía aérea con hemorragia resultante.
- Intubación del bronquio principal derecho.
- Intubación esofágica.
- Vómitos con aspiración.
- Diente aflojado o roto.
- Lesión de las cuerdas vocales.
- Aparición de déficit neurológico en una lesión de la columna cervical que no lo tenía.

Los estudios de investigación han demostrado que la práctica incrementa las probabilidades de tener buenos resultados cuando se intuba. Aunque no se ha encontrado correlación entre la frecuencia de éxitos y la duración de la actividad como paramédico, se observó una correlación entre el número de pacientes que había intubado el profesional paramédico y la frecuencia de éxitos. La experiencia con este procedimiento aumenta las opciones de realizarla con éxito<sup>2</sup>.

Igual que sucede con todas las intervenciones, el profesional prehospitalario y el director médico del sistema deben realizar una toma de decisiones en función de los riesgos y beneficios cuando deciden realizar procedimientos avanzados. La

realización de una intervención sencillamente porque «los protocolos lo permiten» es inapropiada. Siempre se deben plantear los posibles beneficios y riesgos para establecer un plan que busque el mejor interés del paciente en una situación determinada. Las situaciones son radicalmente distintas por el tiempo de transporte, la localización (urbana o rural) y el grado de comodidad del profesional con la realización de una intervención determinada.

**Métodos alternativos.** Existen varios métodos alternativos para llevar a cabo la intubación endotraqueal. El método de elección depende de factores como las necesidades del paciente, el grado de urgencia (es decir, orotraqueal frente a nasotraqueal), colocación del paciente (cara a cara) o el entrenamiento y el ámbito de práctica (intubación asistida farmacológicamente). Con independencia del método seleccionado, hay que estabilizar la cabeza y el cuello del paciente en posición neutra durante la intervención y hasta que se haya conseguido la inmovilización de la columna vertebral. En general, si se fracasa tras tres intentos de colocar el tubo endotraqueal, hay que considerar una técnica retrógrada.

**Intubación orotraqueal.** La intubación orotraqueal consiste en colocar un tubo ET en el interior de la tráquea a través de la boca. El paciente no traumatizado suele colocarse en una posición de «olfateo» para facilitar la intubación. Esta posición no debe emplearse en el paciente traumatizado porque provoca una hiperextensión de la columna cervical a la altura de C1-C2 (la segunda localización en frecuencia de las fracturas de la columna cervical en el paciente traumatizado) y una hiperflexión a la altura de C5-C6 (la localización más frecuente de las fracturas de la columna cervical en el paciente traumatizado) (figura 6-14).

**Intubación nasotraqueal.** En el paciente traumatizado consciente o en aquellos con un reflejo del vómito intacto, pueden apa-



**FIGURA 6-14** La colocación de la cabeza del paciente en posición de «olfateo» permite la visualización ideal de la laringe a través de la boca. Sin embargo, esta posición hiperextiende el cuello del paciente a nivel de C1 y C2 y lo hiperflexiona a nivel de C5 y C6. Estas son las dos zonas donde se fractura con más frecuencia la columna cervical.

recer dificultades para lograr la intubación endotraqueal. Si existen ventilaciones espontáneas, se puede intentar una intubación nasotraqueal ciega (INTC) sólo si el beneficio supera el riesgo. Aunque a menudo la intubación nasotraqueal resulta más difícil de realizar que la visualización directa con intubación oral, se han descrito frecuencias de éxitos de hasta un 90% en pacientes traumatizados. Durante la INTC el paciente debe estar respirando para asegurarnos de que el tubo ET pasa por las cuerdas vocales. Muchos libros de texto sugieren que la INTC está contraindicado en los traumatismos o fracturas del tercio medio de la cara, pero una revisión exhaustiva de la bibliografía no ha demostrado que un tubo ET haya penetrado nunca dentro de la bóveda craneal. La apnea se considera una contraindicación específica para la INTC. Además, no se utiliza fiador cuando se realiza una INTC.

**Intubación cara a cara.** Las intubaciones cara a cara están indicadas cuando las técnicas de intubación estándar en el paciente traumatizado no pueden emplearse por la incapacidad del profesional de la asistencia para colocarse en posición estándar a la cabeza del paciente traumatizado. Estas situaciones pueden ser, entre otras:

- Atrapamiento en un vehículo.
- Paciente atrapado por escombros.

**Intubación asistida farmacológicamente.** La intubación con ayuda de fármacos puede ser necesaria en ocasiones para facilitar la colocación del tubo ET en los pacientes lesionados. En manos expertas, esta técnica puede facilitar el control eficaz de la vía aérea cuando otros métodos fracasan o son inaceptables. Para aumentar al máximo su eficacia y mantener la seguridad del paciente, el personal que usa fármacos para facilitar la intubación debe estar familiarizado con los protocolos, medicamentos e indicaciones de uso de la técnica de aplicación local. El uso de medicamentos para facilitar la intubación, sobre todo la intubación de secuencia rápida, no carece de riesgos. La intubación asistida farmacológicamente es una técnica de necesidad, no de conveniencia. Pueden distinguirse dos categorías:

1. **Intubación con sedantes o narcóticos.** Los fármacos como el diazepam, midazolam, fentanilo o morfina se usan solos o en combinación, con el objetivo de sedar al paciente lo suficiente para permitir la intubación, pero sin abolir los reflejos protectores o la respiración. Está bien demostrada la eficacia de un solo fármaco, como midazolam<sup>3</sup>.
2. **Intubación de secuencia rápida (ISR) con agentes paralizantes** (cuadro 6-1). Se paraliza químicamente al paciente después de sedarlo. Esto provoca una parálisis muscular completa, pero anula todos los reflejos protectores y produce apnea. Los estudios de este método de manejo de la vía aérea han demostrado éxitos de esta técnica en este campo, con una frecuencia de éxitos de la intubación de alrededor del 95% en estas situaciones. Sin embargo, pocos estudios han analizado de forma crítica si

se afecta el pronóstico de los pacientes o no<sup>4</sup>. Un centro describió su experiencia sobre la ISR en esta situación y demostró que los pacientes con traumatismo craneal que se sometían a una ISR evolucionaban peor que los que no necesitaron esta ISR<sup>5</sup>. El análisis posterior ha demostrado que la hiperventilación no reconocida que produjo una hipocarbía y la hipoxia no diagnosticada fueron elementos que contribuyeron de forma importante a este mal pronóstico<sup>6</sup>.

Además, la intubación asistida farmacológicamente de cualquier tipo requiere tiempo. En todo paciente en el que se considera indicada una intubación asistida farmacológicamente, hay que sopesar con atención los beneficios de asegurar la vía aérea frente al tiempo adicional empleado en el lugar del incidente para efectuarla.

### Indicaciones

- Paciente que requiere una vía aérea segura y es difícil de intubar por una conducta poco colaboradora (como la inducida por hipoxia, traumatismo craneoencefálico, hipotensión o intoxicación).

### Contraindicaciones relativas

- Disponibilidad de una vía aérea alternativa (p. ej., doble luz).
- Traumatismo facial grave que puede dificultar o impedir una intubación correcta.
- Deformidad o edema cervical que complique o impida la colocación de una vía aérea quirúrgica.
- Alergia conocida a la medicación indicada.
- Problemas médicos que impidan el uso de la medicación indicada.
- Imposibilidad para intubar.

### Complicaciones

- Imposibilidad para insertar un tubo ET en un paciente sedado o paralizado que no puede proteger su vía aérea o respirar espontáneamente; los pacientes que reciben medicación y no pueden ser intubados requieren ventilación con MVB prolongada hasta que desaparezcan los efectos de la medicación.
- Desarrollo de hipoxia o hipercapnia durante intentos de intubación prolongados.
- Aspiración.
- Hipotensión; casi todos los fármacos tienen el efecto colateral de disminuir la presión arterial.

Los pacientes con hipovolemia leve o moderada, pero compensada, pueden sufrir un descenso pronunciado de la presión arterial relacionado con la administración intravenosa de estos fármacos. Siempre hay que tener cuidado cuando se utiliza medicación para la intubación (tabla 6-1).

**Comprobación de la posición del tubo endotraqueal.** Una vez conseguida la intubación hay que asegurarse de que el tubo es-

**CUADRO 6-1** Protocolo de muestra para la intubación de secuencia rápida (ISR)

1. Asegurar la disponibilidad del material necesario.
  - a. Suministro de oxígeno.
  - b. Mascarilla-válvula-bolsa (MVB) de tamaño y tipo adecuados.
  - c. Mascarilla sin reinhalación.
  - d. Laringoscopio con palas.
  - e. Tubos endotraqueales (ET).
  - f. Material quirúrgico y de vía aérea alternativa.
  - g. Medicación para ISR.
  - h. Materiales o dispositivos para fijar el tubo ET tras su introducción.
  - i. Material de aspiración.
2. Asegurar un mínimo de una o, preferiblemente, dos vías intravenosas (IV) permeables.
3. Preoxigenar al paciente con una mascarilla sin reentrada o MVB con oxígeno al 100%. Es preferible preoxigenar durante 3 a 4 minutos.
4. Colocar monitores cardíacos y de pulsioximetría.
5. Si el paciente está consciente, valorar seriamente el uso de sedantes.
6. Considerar la administración de sedantes y lidocaína en un traumatismo craneoencefálico (TCE) posible o confirmado.
7. Tras la administración de agentes paralizantes, usar la maniobra de Sellick (presión sobre el cricoides) para reducir el riesgo de aspiración.
8. Confirmar la posición del tubo inmediatamente después de la intubación. Es necesaria una monitorización cardíaca y de pulsioximetría durante y después de la ISR. Volver a confirmar periódicamente la posición del tubo durante el traslado y cada vez que se mueva el paciente.
9. Usar dosis repetidas de bloqueantes musculares a demanda para mantener la parálisis.

**TÉCNICA**

1. Conectar el material necesario.
2. Asegurar la permeabilidad de las vías IV.
3. Preoxigenar al paciente con oxígeno al 100% durante 3 a 4 minutos si es posible.
4. Colocar al paciente los monitores cardíacos y pulsioximetría.
5. Administrar un sedante, como midazolam, si es conveniente.
6. En presencia de un TCE posible o confirmado, administrar lidocaína, 1,5 mg/kg, 2 a 3 minutos antes de la administración de un bloqueante muscular.
7. Administrar atropina, 0,01-0,02 mg/kg, a los pacientes pediátricos, 1 a 3 minutos antes de la administración de bloqueantes musculares para reducir al mínimo la respuesta vagal a la intubación.
8. Administrar un bloqueante muscular de acción corta, como succinilcolina IV. La relajación y la parálisis muscular se produce en 30 segundos.
  - a. Adulto: 1 a 2 mg/kg.
  - b. Niño: 1 a 2 mg/kg.
9. Introducir el tubo ET. Si los intentos iniciales son infructuosos, realizar una preoxigenación antes de volver a intentarlo.
10. Confirmar la posición del tubo ET.
11. Si fracasan los intentos repetidos para conseguir la intubación endotraqueal, considere la colocación de una vía aérea alternativa o quirúrgica.
12. Utilizar dosis de un bloqueante muscular de acción prolongada, como vecuronio, para mantener la parálisis.
  - a. Dosis inicial: 0,1 mg/kg en bolo IV.
  - b. Dosis sucesivas: 0,01 mg/kg cada 30-45 min.

*Nota:* Las necesidades son variables para cada paciente.

tá bien colocado en la tráquea. Un tubo ET mal situado puede provocar una hipoxia profunda en muy poco tiempo, lo que provoca una lesión cerebral (encefalopatía hipóxica) e incluso la muerte. Por esta razón, es importante asegurarse de que el tubo está en la posición correcta. Las técnicas para verificar la intubación consisten en el uso de valoraciones clínicas y de dispositivos complementarios<sup>7</sup>. Las valoraciones clínicas son:

- Visualización directa del paso del tubo ET a través de las cuerdas vocales.
- Presencia de ruidos respiratorios bilaterales (auscultar en posición lateral bajo la axila) y ausencia de sonidos aéreos sobre el epigastrio.
- Visualización de la elevación y depresión del tórax durante la ventilación.
- Formación de vaho (condensación del vapor de agua) en el tubo ET durante la espiración.

Por desgracia, ninguna de estas técnicas tiene una fiabilidad del 100% *por sí misma* para verificar la posición correcta del tubo. Por esta razón, resulta prudente comprobar y registrar *todos* estos signos clínicos si es posible. En muy pocos casos, puede ser imposible ver el paso del tubo a través de las cuerdas vocales, debido a dificultades anatómicas. En un vehículo en movimiento (terrestre o aéreo), el ruido del motor puede hacer casi imposible la auscultación de los sonidos respiratorios. La obesidad y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) pueden interferir con la comprobación de los movimientos del tórax durante la ventilación.

Los aparatos complementarios son:

- Detector esofágico.
- Detector colorimétrico de CO<sub>2</sub>.
- Monitorización del CO<sub>2</sub> al final del volumen corriente (capnografía).
- Pulsioximetría.

**TABLA 6-1** Fármacos más habituales para la intubación asistida farmacológicamente

Fármaco	Dosis (adulto)	Dosis (pediátrica)	Indicación	Complicaciones/ efectos secundarios
<b>PRETRATAMIENTO</b>				
Oxígeno	Flujo alto Ventilación asistida según necesidad para conseguir una saturación de oxígeno del 100% si es posible	Flujo alto Ventilación asistida según necesidad para conseguir una saturación de oxígeno del 100% si es posible	Todos los pacientes sometidos a intubación asistida farmacológicamente	—
Lidocaína	1,5 mg/kg	1,5 mg/kg IV	Lesión cerebral	Convulsiones
Atropina	—	0,01-0,02 mg/kg IV	Intubación pediátrica, prevención de bradicardia y del exceso de secreciones	Taquicardia
<b>INDUCCIÓN DE LA SEDACIÓN</b>				
Midazolam	0,1-0,15 mg/kg hasta 0,3 mg/kg IV	0,1-0,15 mg/kg hasta 0,3 mg/kg IV	Sedación	Depresión respiratoria/apnea, hipotensión
Fentanilo	2-3 µg/kg IV	1-3 µg/kg IV	Sedación	Depresión respiratoria/apnea, hipotensión, bradicardia
Etomidato	0,2-0,3 mg/kg IV	No aprobado para <10 años	Sedación, anestesia inducida	Apnea, hipotensión, vómitos
<b>PARÁLISIS QUÍMICA</b>				
Succinilcolina	1-2 mg/kg	1-2 mg/kg	Relajación y parálisis muscular (corta duración)	Hiperpotasemia, fasciculaciones musculares
Vecuronio	0,1 mg/kg	0,1 mg/kg	Relajación y parálisis muscular (duración intermedia)	Hipotensión
Pancuronio	0,04-0,1 mg/kg	0,04-0,1 mg/kg	Relajación y parálisis muscular (larga duración)	Taquicardia, hipertensión, salivación

Igual que las comprobaciones clínicas, ninguna de estas verificaciones instrumentales complementarias tiene una precisión del 100% en todos los pacientes. En un paciente con un ritmo de perfusión, la monitorización del CO<sub>2</sub> al final del volumen corriente (capnografía) sirve como «prueba de referencia» para determinar la posición endotraqueal de una vía aérea en el quirófano. Esta técnica debe emplearse en el ámbito prehospitalario si se dispone de ella. Los pacientes en parada cardiorrespiratoria no generan CO<sub>2</sub>, por lo que ni los detectores colorimétricos ni la capnografía son útiles en los pacientes sin un ritmo cardíaco de perfusión.

Dado que ninguna de estas técnicas alcanza una fiabilidad universal, hay que realizar todas las comprobaciones clínicas señaladas, seguido del uso de al menos una de las comprobaciones instrumentales. Si una de las técnicas de verificación indica que el tubo ET puede estar en posición incorrecta, hay que retirarlo de inmediato y volver a colocarlo, verificando de nuevo su posición. Todas las técnicas de verificación de la posición del tubo deben anotarse en la historia clínica del paciente.

**Fijación del tubo endotraqueal.** Una vez conseguida la intubación endotraqueal y comprobada su posición correcta, hay que observar la profundidad de inserción del tubo a la altura de los incisivos centrales (dientes frontales). A continuación hay que asegurar el tubo ET en esta posición. El método utilizado con más frecuencia es la fijación con cinta adhesiva a la cara del paciente. Por desgracia, la sangre y las secreciones impiden con frecuencia la fijación de la cinta adhesiva, lo que permite cierta movilidad e incluso la posibilidad de que el tubo ET se salga. Existen algunos productos comercializados que permiten fijar con seguridad la vía aérea. Lo ideal, si se dispone de personal suficiente, una persona debe sujetar manualmente el tubo en su posición correcta para asegurarse de que no se mueve.

La pulsioximetría continua debe considerarse *necesaria* en todos los pacientes que precisan una intubación endotraqueal. Cualquier descenso del valor medido mediante pulsioximetría (SpO<sub>2</sub>), o la presencia de cianosis, obligará a verificar la colocación del tubo ET. Además, el tubo ET puede desplazarse durante un movimiento del paciente. Después de cada movimiento del

paciente, como al hacerle rodar en bloque para colocarlo en una tabla larga o al bajarlo por una escalera, hay que comprobar la posición del tubo.

### Técnicas de rescate

Si no se logra colocar adecuadamente un tubo ET en tres intentos, debe volver a evaluar la posibilidad de controlar la vía aérea con las habilidades esenciales descritas anteriormente y mantener la ventilación con un sistema MVB. *Si el hospital receptor está relativamente cerca, estas técnicas pueden ser la opción más prudente para controlar la vía aérea cuando se trata de un tiempo de transporte breve.* Si el hospital receptor más cercano se encuentra más lejos, hay que valorar la conveniencia de una de las siguientes técnicas de rescate.

**Intubación retrógrada.** En el ámbito prehospitalario, la intubación endotraqueal retrógrada (IR) puede ser útil porque la presencia de sangre o secreciones no impide la inserción del tubo como sí ocurre con los métodos más tradicionales. La IR, aunque comparativamente más prolongada, es menos invasiva (y con menos riesgo) que la cricotiroidotomía quirúrgica cuando se estabiliza de forma adecuada la columna cervical y cuando fallan los intentos de intubación orotraqueal o nasotraqueal.

La intubación retrógrada es una técnica relativamente sencilla. El profesional de la asistencia prehospitalaria introduce una aguja (suficientemente gruesa para introducir el fiador) en la zona caudal de la membrana cricotiroidea. Se hace avanzar un fiador a través de la aguja hacia la orofaringe y se saca el extremo del fiador por la boca. Después se introduce un tubo ET sobre el fiador hasta la orofaringe. Cuando se encuentra resistencia al avance del tubo, se saca por completo el fiador fuera del cuello y se avanza el tubo ET conforme sale el fiador. Como estas maniobras son difíciles y necesitan tiempo, no se recomienda la IR en general para los pacientes apneicos.

### Indicaciones

- Pacientes en los que ha fracasado la intubación endotraqueal, pero en los que puede mantenerse la ventilación con un sistema MVB.

### Contraindicaciones relativas

- Paciente apneico.
- Proximidad a un hospital receptor.
- Entrenamiento insuficiente.

### Complicaciones

- Lesión de las cuerdas vocales y la laringe.
- Hemorragia en el punto de punción.
- Intubación esofágica.
- Hipoxia o hipercapnia durante la técnica.

**Intubación digital.** La intubación digital o *táctil* fue un precursor del uso actual de laringoscopios para la intubación endotraqueal. Esencialmente, los dedos del intubador actúan de forma similar a una pala de laringoscopio mediante manipulación de la epiglotis y como guía para la colocación del tubo ET.

### Indicaciones

- Pacientes en los que ha fracasado la intubación endotraqueal, pero en los que puede controlarse la ventilación con un sistema MVB.
- Cuando el material de intubación es escaso o falla.
- Cuando la vía aérea está ocupada o bloqueada por gran cantidad de sangre o vómito.
- Atrapamiento con imposibilidad para realizar la intubación cara a cara.

### Contraindicaciones

- Paciente no comatoso que puede morder los dedos del intubador (puede utilizarse una pinza dental o un mordedor para mantener abierta la boca del paciente).

### Complicaciones

- Intubación esofágica.
- Cortes o lesiones por aplastamiento de los dedos del profesional de la asistencia prehospitalaria.
- Hipoxia o hipercapnia durante la técnica.
- Lesión de las cuerdas vocales.

**Vía aérea con mascarilla laríngea.** La mascarilla laríngea (ML) es otra alternativa en los adultos inconscientes o muy obnubilados y en los pacientes pediátricos. El dispositivo consiste en un anillo hinchable de silicona conectado en diagonal a un tubo de silicona (figura 6-15). Cuando se introduce, el anillo crea un sello de baja presión entre la ML y la apertura glótica sin insertar directamente el dispositivo en la laringe.

Las ventajas de la ML son:

1. Está diseñada para introducirla a ciegas. No es necesaria una visión directa de la tráquea ni de las cuerdas vocales.
2. Con una limpieza y conservación adecuadas, la ML puede reutilizarse muchas veces.
3. Ya existen ML desechables.
4. La ML presenta diferentes tamaños para adaptarse tanto a niños como a adultos.

Una limitación de la ML es su elevado coste inicial. El uso prehospitalario de la ML está más generalizado en Europa que en Norteamérica. Un avance reciente es la introducción de una «ML para intubación». Este dispositivo se introduce como la ML original, permitiendo después la introducción de un tubo ET a través de la ML para intubar la tráquea. Esto asegura la vía aérea sin necesidad de visualizar las cuerdas vocales.



FIGURA 6-15 Vía aérea con mascarilla laríngea.

### Indicaciones

- Se recomienda su uso cuando no se consigue la intubación endotraqueal y no puede ventilarse al paciente con un sistema MVB.

### Contraindicaciones

- Cuando puede lograrse una intubación endotraqueal.
- Entrenamiento insuficiente.

### Complicaciones

- Aspiración, porque no evita por completo la regurgitación ni protege la tráquea.
- Laringoespasmos.

**Ventilación transtraqueal percutánea.** En casos infrecuentes no es posible corregir una obstrucción de la vía aérea del paciente con los métodos descritos hasta ahora. En estas situaciones puede realizarse una traqueostomía con aguja con ayuda de un catéter introducido por vía percutánea. Se ha demostrado que se puede conseguir una oxigenación adecuada mediante el uso de ventilación transtraqueal percutánea (VTP) manteniéndose concentraciones aceptables de CO<sub>2</sub> durante 30 minutos<sup>4</sup>.

Las ventajas de la VTP son:

1. Facilidad de acceso (las referencias se identifican con facilidad).
2. Facilidad de inserción.
3. Material necesario mínimo.
4. No es necesaria una incisión.
5. Mínimo entrenamiento necesario.

### Indicaciones

- Cuando todos los restantes métodos alternativos de control de la vía aérea fallan o son inadecuados y no es posible ventilar al paciente con un sistema MVB.

### Contraindicaciones

- Entrenamiento insuficiente.
- Falta de material adecuado.
- Posibilidad de asegurar la vía aérea con otra técnica (como se describió antes) o posibilidad de ventilar al paciente con un sistema MVB.

### Complicaciones

- Hipercapnia por uso prolongado (la eliminación de CO<sub>2</sub> no es tan eficaz como con otros métodos de ventilación)<sup>4</sup>.
- Lesión de estructuras vecinas, como laringe, tiroides, arterias carótidas, venas yugulares y esófago.

**Cricotiroidotomía quirúrgica.** La cricotiroidotomía quirúrgica consiste en la creación de una apertura en la *membrana cricotiroidoidea*, que se sitúa entre la laringe (cartílago tiroides) y el cartílago cricoides. En la mayoría de los pacientes la piel es muy fina en esta zona, lo que facilita el acceso inmediato a la vía

aérea<sup>9</sup>. Debe considerarse una técnica de «último recurso» para el control prehospitalario de la vía aérea.

El uso de esta vía aérea quirúrgica en el ámbito prehospitalario es controvertido. Los conocimientos sobre intubación endotraqueal reducen al mínimo e incluso anulan su uso. *La cricotiroidotomía quirúrgica no debe ser nunca el método inicial de control de la vía aérea*. Existen datos insuficientes hasta el momento para apoyar la recomendación de establecer la cricotiroidotomía quirúrgica como patrón de referencia nacional de uso habitual para el control prehospitalario de la vía aérea. La implantación de la cricotiroidotomía quirúrgica debe estar regulada por protocolos locales.

### Indicaciones

- Traumatismos faciales masivos que impiden el uso de un sistema MVB.
- Imposibilidad para controlar la vía aérea con maniobras menos invasivas.
- Hemorragia traqueobronquial activa.

### Contraindicaciones

- Todo paciente que pueda ser intubado de forma segura por vía oral o nasal.
- Pacientes con lesiones laringotraqueales.
- Niños menores de 10 años.
- Pacientes con enfermedad laríngea aguda de origen traumático o infeccioso.
- Entrenamiento insuficiente.

### Complicaciones

- Técnica prolongada.
- Hemorragia.
- Aspiración.
- Colocación o paso anómalo del tubo ET.
- Lesión de las estructuras o vasos sanguíneos del cuello.
- Perforación esofágica.

## Mejora continua de calidad

El director del servicio médico o su representante deben revisar de manera individual todos los usos extrahospitalarios de la medicación para la intubación o para las técnicas invasivas de vía aérea. Los puntos específicos comprenden:

- Adherencia al protocolo y a las técnicas.
- Indicaciones correctas para el uso de la medicación.
- Documentación correcta de la posología de los medicamentos y de la monitorización del paciente durante y después de la intubación.
- Técnica de confirmación de la posición del tubo.
- Resultados y complicaciones.

## Dispositivos de ventilación

Todos los pacientes traumatizados deben recibir un soporte ventilatorio apropiado con oxígeno suplementario para corregir o impedir por completo la hipoxia. A la hora de decidir qué mé-

**TABLA 6-2** Sistemas ventilatorios y concentración de oxígeno

Sistema	Flujo en litros (l/m)	Concentración de oxígeno*
<b>SIN OXÍGENO SUPLEMENTARIO</b>		
Boca a boca	N/A	16%
Boca a mascarilla	N/A	16%
Mascarilla-válvula-bolsa (MVB)	N/A	21%
<b>CON OXÍGENO SUPLEMENTARIO</b>		
Cánula nasal	1-6	24%-45%
Boca a mascarilla	10	50%
Mascarilla facial simple	8-10	40%-60%
MVB sin reservorio	8-10	40%-60%
MVB con reservorio	10-15	90%-100%
Mascarilla sin reinhalación con reservorio	10-15	90%-100%
Válvula a demanda	N/A	90%-100%
Respirador	N/A	21%-100%

\*Los porcentajes indicados son aproximados.

N/A, no aplicable.

todo o material utilizar, los profesionales de la asistencia prehospitalaria deben tener en cuenta los siguientes dispositivos y sus concentraciones de oxígeno respectivas (tabla 6-2).

### Mascarillas

Con independencia del tipo de mascarilla elegida para dar soporte ventilatorio al paciente traumatizado, la mascarilla ideal debe tener las siguientes características:

1. Ajustar bien.
2. Estar equipada con una válvula unidireccional.
3. Estar fabricada en material transparente.
4. Tener una entrada adicional para oxígeno.
5. Estar disponible en tamaños para lactantes, niños y adultos.

La ventilación mascarilla-boca proporciona un volumen corriente adecuado gracias a un sello facial firme, incluso para aquellos que no la utilizan con frecuencia.

### Mascarilla-válvula-bolsa

La MVB consiste en una bolsa autohinchable y un dispositivo no re-inhalación. Puede usarse con vías aéreas artificiales básicas (COF, CNF) o avanzadas (endotraqueal, nasotraqueal). La mayoría de los sistemas MVB comercializados en la actualidad tienen un volumen de 1600 ml y permiten administrar O<sub>2</sub> a una concentración del 90% al 100%. Algunos modelos tienen un detector colorimétrico de CO<sub>2</sub> incorporado. No obstante, un profe-

sional de la asistencia *único* que intenta ventilar con una MVB puede crear un volumen corriente escaso, porque resulta difícil crear un sello facial seguro y exprimir la bolsa adecuadamente al mismo tiempo. La práctica continua permite asegurarse de que su técnica es eficaz para proporcionar un soporte ventilatorio adecuado al paciente traumatizado.

### Dispositivos manuales (activados por oxígeno)

Los sistemas de activación manual permiten administrar oxígeno al 100%. Como el profesional de la asistencia prehospitalaria no puede apreciar la distensibilidad del tórax durante el proceso de ventilación, debe tener cuidado para no distender en exceso el pulmón. Con este sistema resulta fácil mantener un sello facial hermético porque el mecanismo de activación sólo precisa el uso de una mano. Las complicaciones pueden ser la distensión gástrica, la distensión excesiva de los pulmones, el barotrauma y la rotura pulmonar. Estos dispositivos no deben utilizarse sobre el terreno excepto en circunstancias inusuales.

### Respiradores con presión positiva

Los respiradores de volumen con presión positiva para los transportes prolongados se han usado durante mucho tiempo en el ámbito de la aeromedicina. Sin embargo, en este momento la mayor parte de las unidades terrestres están adoptando también la ventilación mecánica para controlar la frecuencia y profundidad respiratoria y el volumen minuto en los pacientes traumatizados. Es importante que sólo se deben emplear algunos respiradores de volumen con alarmas apropiadas y sistemas de control/alivio de la presión. Estos respiradores no tienen porque ser igual de sofisticados que los que se emplean en los hospitales y sólo disponen de unos pocos métodos de ventilación sencillos:

**Control de asistencia (A/C).** La ventilación A/C es posiblemente la más empleada durante el transporte prehospitalario desde el lugar del incidente al servicio de emergencias. El modo A/C realiza ventilaciones a una frecuencia y con un volumen corriente predeterminados. Si el paciente empieza a respirar por él mismo, se administra una ventilación adicional de todo el volumen corriente.

**Ventilación mandatoria intermitente (IMV).** La IMV administra un volumen corriente y una frecuencia predeterminada a los pacientes. Si el paciente empieza a respirar por él mismo, sólo se le administrará la cantidad que realmente respira por él mismo.

**Presión telespiratoria positiva (PEEP).** La PEEP aporta una elevada presión al final de la espiración, de forma que mantiene los sacos alveolares y las vías aéreas pequeñas abiertas y rellenas de aire más tiempo. Esta intervención mejora la oxigenación. Sin embargo, también aumenta la presión telespiratoria y la presión intratorácica global, de forma que puede reducir el retorno de sangre al corazón. En los pacientes con inestabilidad hemodinámica, la PEEP puede empeorar todavía más la hipotensión. Se debe evitar también en los pacientes con traumatismos craneales. El aumento de la presión torácica puede incrementar la presión intracraneal.



**FIGURA 6-16** Pulsioxímetro.  
(Tomado de Sanders MJ: *Mosby's paramedic textbook*, ed 3, St Louis, 2005, Mosby.)



**FIGURA 6-17** Detector de dióxido de carbono al final del volumen corriente manual.  
(Tomado de Sanders MJ: *Mosby's paramedic textbook*, ed 3, St Louis, 2005, Mosby.)

## Evaluación

### Pulsioximetría

En los últimos años ha aumentado el uso de la pulsioximetría en el ámbito prehospitalario. El uso apropiado de los pulsioxímetros permite al profesional de la asistencia detectar pronto los trastornos respiratorios o circulatorios antes de que los signos físicos sean evidentes. Los pulsioxímetros son especialmente útiles para las aplicaciones prehospitalarias por su alta fiabilidad, portabilidad, facilidad de aplicación y aplicabilidad a todos los intervalos de edad y razas (figura 6-16).

Los pulsioxímetros proporcionan una medición de la saturación de la oxihemoglobina ( $SpO_2$ ) y de la frecuencia del pulso. La  $SpO_2$  se determina midiendo la velocidad de absorción de la luz roja e infrarroja que atraviesa el tejido. Un pequeño microprocesador correlaciona los cambios en la absorción de la luz causados por la pulsación de la sangre a través de los lechos capilares para determinar la saturación arterial y la frecuencia de pulso. La  $SpO_2$  normal es del 93% al 95%. Cuando la  $SpO_2$  baja del 90%, es probable un deterioro grave del aporte de oxígeno a los tejidos.

Para conseguir que las lecturas del pulsioxímetro sean correctas, deben cumplirse las recomendaciones siguientes:

1. Usar el tamaño y tipo de sensor apropiados.
2. Asegurarse una alineación correcta de la luz del sensor.
3. Asegurarse de que las fuentes y los fotodetectores están limpios, secos y en buen estado.
4. Evitar colocar el sensor en zonas muy edematosas.

Los problemas habituales que pueden producir un error de lectura de la  $SpO_2$  son:

- Movimiento excesivo.
- Humedad en los sensores de  $SpO_2$ .
- Aplicación y posición inadecuada del sensor.
- Mala perfusión o vasoconstricción por hipotermia.
- Anemia.

En el paciente traumatizado en estado crítico, la pulsioximetría puede ser menos precisa por un estado de mala perfusión capilar. Por este motivo, la pulsioximetría es sólo un elemento más de la «caja de herramientas» del profesional de la asistencia prehospitalaria cuando se combina con un conocimiento amplio de la fisiopatología del traumatismo y una evaluación y capacidad de maniobra exhaustivas.

### Capnografía

La capnografía, o monitorización del dióxido de carbono al final del volumen corriente ( $ETCO_2$ ) se ha utilizado en las unidades de cuidados críticos durante años. Los avances tecnológicos recientes han permitido fabricar unidades más pequeñas y duraderas para uso prehospitalario (figura 6-17). La capnografía mide la presión parcial de dióxido de carbono ( $ETCO_2$ ) en una muestra de gas. Si esta muestra se obtiene al final de la espiración se correlaciona de forma estrecha con la  $Pco_2$  arterial ( $Paco_2$ ).

La mayoría de las unidades de cuidados críticos hospitalarias emplean la *técnica de la corriente principal*. Para esta técnica se coloca un sensor directamente en la «corriente principal» del gas espirado. En el paciente ventilado con MVB, el sensor se coloca entre la MVB y el tubo ET. En el paciente en estado crítico, la  $Paco_2$ , suele ser 2 mm a 5 mm Hg mayor que la  $ETCO_2$ . (Una  $ETCO_2$  normal en un paciente traumatizado en estado crítico está entre 30 mm y 40 mm Hg.) Aunque estas lecturas pueden no ser un reflejo totalmente fiel de la  $Paco_2$ , el mantenimiento de la lectura entre los límites normales es, en la mayoría de los casos, beneficioso para el paciente.

Aunque la capnografía mantiene una correlación estrecha con la  $Paco_2$ , ciertas circunstancias producen variaciones en la precisión. Estas circunstancias se ven habitualmente en el terreno prehospitalario y son la hipotensión grave, la elevación de la presión intratorácica y el aumento del espacio muerto para la ventilación, como en la embolia pulmonar. Por tanto, puede ser más importante controlar la tendencia de la  $ETCO_2$  que centrarse en una lectura específica.

La capnografía continua es otra herramienta útil para el tratamiento prehospitalario de un paciente traumatizado y se corre-

laciona con toda la información adicional sobre el paciente. Las decisiones iniciales de transporte se deben basar en las circunstancias físicas y ambientales. Por ejemplo, sería inadecuado perder el tiempo conectando los monitores al paciente si este presenta una hemorragia abundante. La capnografía se debería utilizar para controlar la posición del tubo ET y vigilar de forma continua el estado del paciente durante el transporte. Una disminución súbita del  $\text{CO}_2$  espirado puede explicarse porque se ha descolocado el tubo ET o por una reducción de la perfusión y se deberá realizar una revaloración urgente del estado del paciente y de la posición del tubo ET<sup>10</sup>.

## Transporte prolongado

El control de la vía aérea antes y durante un transporte prolongado obliga a una toma de decisiones compleja por parte del profesional prehospitalario. Las intervenciones para controlar y asegurar la vía aérea, sobre todo con técnicas avanzadas, dependen de numerosos factores, incluidas las lesiones del enfermo, la capacidad del profesional a nivel clínico, el equipo disponible y la distancia y el tiempo de transporte hasta recibir la asistencia definitiva. Antes de adoptar una decisión final sobre la vía aérea se deben valorar los riesgos y beneficios de todas las opciones posibles para la misma. Una distancia más larga y una mayor duración del transporte deben reducir el umbral para controlar y asegurar la vía aérea mediante intubación endotraqueal. Cuando el transporte va a durar 15-20 minutos, puede bastar con habilidades esenciales, como la vía aérea oral o la ventilación con mascarilla-válvula-bolsa. El uso de transporte médico aéreo también reduce el umbral para realizar una intubación endotraqueal, dado que un ambiente ruidoso dificulta la monitorización y el control mantenido de la vía aérea.

Cualquier paciente que necesite un control de la vía aérea o soporte ventilatorio necesita una monitorización mantenida. Se debería realizar una pulsioximetría continua a todos los pacientes traumatizados durante el transporte y se recomienda plantearse la capnografía en todos los enfermos intubados. La pérdida de  $\text{CO}_2$

al final del volumen corriente ( $\text{ETCO}_2$ ) indica que el circuito del respirador se ha desconectado o que el tubo endotraqueal se ha descolocado, algo que resulta más importante, o que la perfusión del enfermo se ha reducido de forma significativa. Todas estas posibles causas deben ser atendidas de forma inmediata. También se deben registrar de forma seriada los signos vitales en pacientes que necesitan intervenciones sobre la vía aérea o soporte ventilatorio. La confirmación de la intubación endotraqueal, según se comentó antes, debe realizarse cada vez que se mueve o recoloca al enfermo. También se considera buena idea confirmar de forma frecuente la seguridad de cualquier dispositivo para la vía aérea.

Cualquier paciente que necesita cada vez más  $\text{FiO}_2$  o PEEP para mantener la oxigenación debería ser revalorado con cuidado. Entre las posibles causas se incluyen el desarrollo de un neumotórax o el empeoramiento de las contusiones pulmonares. Un neumotórax conocido o sospechado debe ser seguido de forma estrecha por si se convierte en un neumotórax a tensión y se debe realizar la descompresión pleural si existe afectación hemodinámica. Los pacientes quemados deberían recibir suplementos de oxígeno para mantener una  $\text{SpO}_2 \geq 95\%$  mientras que los enfermos con una intoxicación diagnosticada o posible por monóxido de carbono deberían recibir oxígeno al 100%. Recuerde que la ventilación con presión positiva podría convertir un neumotórax simple en uno a tensión. Si se ha sellado un neumotórax abierto en un paciente, se deberían levantar los vendajes para aliviar la posible presión que se pudiera haber acumulado. Antes de embarcarse en un traslado prolongado de un paciente, se deberían estimar las posibles necesidades de oxígeno y disponer de cantidades adecuadas para el traslado. Una regla correcta es llevar un 50% más de oxígeno del que se estima necesario.

Puede ser precisa una sedación intermitente en pacientes intubados agitados. La sedación puede reducir además el esfuerzo respiratorio y la posible «lucha contra el respirador» cuando se utiliza la ventilación mecánica. Las dosis bajas de benzodiazepinas se deben ajustar por vía intravenosa. El uso de bloqueantes neuromusculares se debe plantear ante pacientes con una combatividad importante, si se asegura la vía con un tubo endotraqueal y el personal prehospitalario está bien formado y autorizado.

## RESUMEN

El paciente traumatizado es susceptible a diferentes mecanismos que deterioran la ventilación y el intercambio de gases. Las lesiones torácicas, la obstrucción de la vía aérea, la lesión del sistema nervioso central y la hemorragia pueden provocar un deterioro de la perfusión tisular. El profesional de la asistencia prehospitalaria debe conocer la fisiopatología de la perfusión tisular inadecuada y los mecanismos causales para detectar cuándo el paciente necesita un control de la vía aérea y soporte ventilatorio.

La calidad y la oportunidad de la evaluación y manejo de la vía aérea sobre el terreno por el profesional de la asistencia condiciona directamente el pronóstico del paciente a largo plazo y

la duración del ingreso hospitalario. Por tanto, la primera medida de asistencia de un paciente, después de completar la evaluación de la escena, es evaluar el estado de la vía aérea y de la respiración. El tratamiento intensivo de la vía aérea es la principal prioridad de asistencia al paciente traumatizado. Para lograrlo, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe practicar de forma continua las habilidades de tratamiento de la vía aérea y mantenerse al día sobre los avances técnicos y tecnológicos relacionados con el tratamiento de la vía aérea. El razonamiento crítico debe aplicarse a la toma de las mejores decisiones para el paciente traumatizado.

# RESOLUCIÓN DEL CASO

Los signos físicos en la escena sugieren que el conductor ha sufrido probablemente fuerzas cinéticas capaces de producir lesiones con riesgo vital. La posición del paciente indica que se han producido múltiples impactos.

El conductor presenta varios signos de compromiso de la vía aérea y de insuficiencia ventilatoria. Sus respiraciones son ruidosas e irregulares, tiene una alteración del nivel de conciencia y requiere aspiraciones frecuentes. La hemorragia por las narinas y oídos y la presencia temprana de «ojos de mapache» indican la presencia de una fractura en la base del cráneo. La valoración primaria sugiere que el estado del paciente se deteriora con rapidez, que necesita un tratamiento intensivo de la vía aérea y un traslado inmediato.

El personal de primera respuesta debería haber comenzado ya a administrar oxígeno con asistencia ventilatoria mediante una MVB. Debe mantener el soporte ventilatorio y la estabilización de la columna cervical, mientras prepara la intubación endotraqueal. Debe asegurarse de que la vía aérea sigue estando permeable y que las ventilaciones manuales son eficaces.

Debe realizar una intubación oral del paciente con un tubo endotraqueal (ET) de tamaño adecuado. La estabilización de

la columna cervical debe mantenerse antes, durante y después del intento de intubación. Después de colocar el tubo ET, se debe verificar que está en posición correcta mediante auscultación de los ruidos respiratorios, el uso de un detector de intubación esofágica, capnometría corriente al final del volumen (si dispone de ella) u otro dispositivo complementario. Se debe aspirar con intensidad al paciente antes del traslado y después con tanta frecuencia como sea necesario.

Después de inmovilizar al paciente por completo y fijar el tubo ET, debe comenzar el traslado sin demora. Hay que canalizar las vías venosas durante el trayecto al centro de atención al trauma. Conviene vigilar la eficacia de la inmovilización, así como reevaluar con frecuencia el estado del paciente. Para asegurar una activación adecuada del centro de atención al trauma receptor, conviene dar el aviso pronto al llegar al escenario del incidente o durante el transporte. Al llegar al centro de atención al trauma se transmite de forma concisa toda la información relevante sobre el incidente, el paciente y las intervenciones terapéuticas al médico receptor o a otro miembro cualificado del equipo de traumatología. ■

## Bibliografía

1. Stockinger ZT, McSwain NE Jr: Prehospital endotracheal intubation for trauma does not improve survival over bag-valve-mask ventilation, *J Trauma* 56(3):531, 2004.
2. Garza AG, Gratton MC, Coontz D, et al: Effect of paramedic experience on orotracheal intubation success rates, *J Emerg Med* 25(3):251, 2003.
3. Dickinson ET, Cohen JE, Mechem CC: The effectiveness of midazolam as a single pharmacologic agent to facilitate endotracheal intubation by paramedics, *Prehosp Emerg Care* 3(3):191, 1999.
4. Wang HE, Davis DP, O'Connor RE, Domeier RM: Drug-assisted intubation in the prehospital setting, *Prehosp Emerg Care* 10(2):261, 2006.
5. Davis DP, Hoyt DB, Ochs M, et al: The effect of paramedic rapid sequence intubation on an outcome in patients with severe trauma brain injury, *J Trauma* 54:444, 2003.
6. Davis DP, Dunford JV, Poste JC, et al: The impact of hypoxia and hyperventilation on outcome after paramedic rapid sequence intubation of severely head-injured patient, *J Trauma* 57:1, 2004.
7. O'Connor RE, Swor RA: Verification of endotracheal tube placement following intubation, *Prehosp Emerg Care* 3:248, 1999.
8. Frame SB, Simon JM, Kerstein MD, McSwain NE, Jr: Percutaneous transtracheal catheter ventilation (PTCV) in complete airway obstruction: a canine model, *J Trauma* 29:774, 1989.
9. American College of Surgeons Committee on Trauma: Airway management and ventilation. In *Advanced trauma life support for doctors, student course manual*, ed 7, Chicago, 2004, ACS.
10. Silvestri S, Ralis GA, Krauss B, et al: The effectiveness of out-of-hospital use of continuous end-tidal carbon dioxide monitoring on the rate of unrecognized misplaced intubations within a regional emergency medical services system, *Ann Emerg Med* 45:497, 2005.

## Lecturas recomendadas

- American College of Surgeons Committee on Trauma: *Advanced trauma life support for doctors, student course manual*, ed 7, Chicago, 2004, ACS.
- Brainard C: Whose tube is it? *JEMS* 31:62, 2006.
- Dunford JV, David DP, Ochs M, et al: The incidence of transient hypoxia and heart rate reactivity during paramedic rapid sequence intubation, *Ann Emerg Med* 42:721, 2003.
- Soubani AO: Noninvasive monitoring of oxygen and carbon dioxide, *Am J Emerg Med* 19:141, 2001.
- Weitzel N, Kendal J, Pons P: Blind nasotracheal intubation for patients with penetrating neck trauma, *J Trauma* 56(5):1097, 2004.

# HABILIDADES ESPECÍFICAS

## Habilidades del manejo de la vía aérea y ventilación

### Estabilización manual en línea

**Principio:** Mantener la columna cervical en posición neutra y alineada hasta que se inmoviliza al paciente por completo.

#### Posterior

Desde detrás del paciente, el profesional de la asistencia prehospitalaria coloca sus manos por encima de los oídos del paciente sin moverle la cabeza. Los pulgares se sitúan sobre la región posterior del cráneo del paciente. Los meñiques se colocan inmediatamente por debajo del ángulo de la mandíbula. Los dedos restantes se apoyan separados sobre las regiones laterales planas de la cabeza. Se aplica presión para mantener la cabeza en posición estable. Si la cabeza no se encuentra en posición neutra alineada, el profesional de la asistencia debe moverla lentamente a esta posición, a menos que esté contraindicado (véase capítulo 9). El profesional de la asistencia apoya sus brazos sobre el asiento, el reposacabezas o el tórax para lograr un soporte adicional.



#### Lateral

Colocado a un lado del paciente, el profesional de la asistencia prehospitalaria pasa su brazo por encima del hombro más cercano del enfermo y sujeta la parte posterior de su cabeza con la mano, con cuidado para no moverla. Coloca el pulgar y el dedo índice de una mano a los dos lados de la cara del paciente. El pulgar y el índice deben apoyarse en la escotadura formada en la unión entre los dientes y el maxilar del paciente. Hay que ejercer presión suficiente para sujetar y estabilizar la cabeza del paciente. Si la cabeza del paciente no se encuentra alineada en posición neutra, el profesional de la asistencia la mueve lentamente hasta conseguirlo, a menos que esté contraindicado (véase capítulo 9). El profesional de la asistencia coloca sus codos sobre el tórax del paciente como soporte adicional.





### Frontal

Colocado directamente delante del paciente, el profesional de la asistencia prehospitalaria coloca sus manos a ambos lados de la cabeza del paciente, como se ve en la fotografía. Se colocan los meñiques sobre la región posterior del cráneo y un pulgar en la escotadura entre los dientes superiores y el maxilar a cada lado. Los dedos restantes se apoyan separados sobre las regiones laterales planas de la cabeza. Se aplica presión para mantener la cabeza en posición estable. Si la cabeza del paciente no está en posición neutra alineada, el profesional de la asistencia la mueve lentamente hasta esta posición, a menos que esté contraindicado (véase capítulo 9). El profesional de la asistencia junta los brazos y apoya los codos sobre el tórax del paciente como soporte adicional.

*Nota:* El profesional de la asistencia puede utilizar también este método cuando se arrodilla junto al tórax de un paciente en decúbito supino y mira hacia su cabeza. Los antebrazos rodean la clavícula para conseguir estabilidad adicional.

### Paciente en decúbito supino

El profesional de la asistencia prehospitalaria se coloca por encima de la cabeza del paciente en decúbito supino, arrodillado o tumbado. Pone las manos a cada lado de la cabeza del paciente, cubriéndole los oídos con las palmas. Apoya los dedos separados para estabilizar la cabeza con los dedos apuntando hacia los pies del paciente (caudal). Los dedos cuarto y quinto de cada mano deben entrelazarse alrededor de la región posterior del cráneo del paciente. Los codos y los antebrazos pueden apoyarse en el suelo o sobre las rodillas del profesional de la asistencia como soporte adicional.



# HABILIDADES ESPECÍFICAS

## Desplazamiento de la mandíbula en el paciente traumatizado

**Principio: Abrir la vía aérea sin mover la columna cervical.**

Tanto para el desplazamiento de la mandíbula como para la elevación del mentón en el paciente traumatizado se mantiene una estabilización manual de la cabeza y el cuello en posición neutra alineada mientras se desplaza la mandíbula en dirección anterior (hacia delante). Esta maniobra desplaza la lengua hacia delante, separándola de la hipofaringe, y mantiene la boca ligeramente abierta.

Desde una posición por encima de la cabeza del paciente, el profesional de la asistencia prehospitalaria coloca sus manos a ambos lados de la cabeza del paciente con los dedos apuntando en dirección caudal (hacia sus pies). Dependiendo del tamaño de las manos del profesional de la asistencia, los dedos se apoyan separados sobre la cara y alrededor del ángulo de la mandíbula del paciente. Se aplica una presión suave y uniforme con estos dedos para mover la mandíbula en dirección anterior (hacia delante) y ligeramente inferior (hacia los pies del paciente).



El desplazamiento de la mandíbula en el paciente traumatizado puede realizarse también colocándose a un lado del paciente, mirando hacia su cabeza. Los dedos del profesional de la asistencia apuntan en dirección cefálica (hacia la cabeza). Según el tamaño de las manos del profesional de la asistencia, se apoyan separados los dedos a través de la cara y alrededor del ángulo de la mandíbula del paciente. Se aplica una presión suave y uniforme con estos dedos para mover la mandíbula en dirección anterior (hacia delante) y ligeramente inferior (hacia los pies del paciente).



## Elevación del mentón en el paciente traumatizado

**Principio:** Abrir la vía aérea sin mover la columna cervical.



Desde una posición por encima de la cabeza del paciente, se coloca la cabeza y el cuello del paciente en posición neutra alineada y se mantiene una estabilización manual. El profesional de la asistencia se coloca a un lado del paciente entre sus hombros y sus caderas, mirando hacia la cabeza del paciente. Con la mano más cercana a los pies del paciente, el profesional de la asistencia coge los dientes inferiores o la mandíbula entre su pulgar y el segundo y tercer dedos por debajo del mentón del paciente. Después tira del mismo en dirección anterior y ligeramente inferior, elevando la mandíbula y abriendo la boca.

## Ventilación con mascarilla-válvula-bolsa

**Principio:** El método preferido de ventilación asistida.

La ventilación con un sistema de mascarilla-válvula-bolsa (MVB) tiene una ventaja sobre otros sistemas de soporte ventilatorio porque aporta al profesional de la asistencia prehospitalaria información sobre la distensibilidad. Una sensación positiva asegura al profesional de la asistencia que la ventilación es correcta. Los cambios en esta sensación indican una pérdida del sello hermético de la mascarilla, la presencia de una vía aérea patológica o un problema intratorácico que interfiere con una ventilación correcta. Esta «sensación» y el control que permite hacen que la MVB sea apropiada también para la ventilación asistida. La portabilidad y la posibilidad de uso inmediato de la MVB la hacen útil para una ventilación inmediata tras la identificación de la necesidad.

Sin embargo, sin oxígeno suplementario, la MVB aporta una concentración de oxígeno de tan sólo el 21% o una fracción de oxígeno inspirado ( $F_{iO_2}$ ) de 0,21. Tan pronto como la situación lo permita, debe conectarse a un suministro de oxígeno para administrar una concentración elevada del mismo. Cuando se conecta oxígeno sin un reservorio, la  $F_{iO_2}$  queda limitada a 0,50 o menos, mientras que con un reservorio, la  $F_{iO_2}$  puede ser 0,85 o superior.

Si el paciente que está siendo ventilado está inconsciente sin reflejo del vómito, debe colocarse una cánula orofaríngea del tamaño correcto antes de intentar ventilar con la MVB. Si el paciente tiene un reflejo del vómito intacto, hay que insertar una cánula nasofaríngea del tamaño adecuado antes de intentar la ventilación asistida.

Existen diferentes sistemas MVB, como los modelos desechables para un solo paciente que son relativamente baratos. Las diferentes marcas tienen distintos diseños de bolsa, válvula y reservorio. Todas las partes empleadas deben ser del mismo modelo y marca porque estas piezas no son intercambiables.

Las unidades de MVB se presentan en tamaño para lactantes, infantil y adultos. Aunque puede usarse una bolsa de adulto con la mascarilla pediátrica de tamaño apropiado en una emergencia, se recomienda el uso de una bolsa del tamaño adecuado como práctica segura. La ventilación adecuada del paciente adulto se logra con un mínimo de 800 ml/respiración (es preferible 1000 ml-1200 ml/respiración).

Cuando se ventila con cualquier sistema de presión positiva, la insuflación debe detenerse cuando el tórax se haya elevado al máximo. Cuando se usa una MVB hay que vigilar el tórax para ver la insuflación máxima y se debe palpar la bolsa para detectar un aumento notable de la resistencia cuando la expansión pulmonar haya llegado al máximo. Es necesario un tiempo espiratorio adecuado (relación 1:3 entre el tiempo de inspiración y el de espiración). Si no se deja un tiempo adecuado, se producen «respiraciones entrecortadas», con un mayor volumen inspiratorio que espiratorio. Las respiraciones escalonadas producen un intercambio gaseoso inadecuado y provocan hiperinsuflación, aumento de la presión, apertura del esfago y distensión gástrica.

# HABILIDADES ESPECÍFICAS

## Método del profesional de la asistencia único

En muchas ocasiones es difícil para un profesional de la asistencia único mantener un sello hermético para la mascarilla y proporcionar una ventilación adecuada cuando se usa un dispositivo MVB. En circunstancias ideales, deben participar al menos dos profesionales de la asistencia prehospitalaria para esta ventilación. No obstante, en la mayoría de los casos en el ámbito prehospitalario, no es posible disponer en seguida de más de un profesional de la asistencia prehospitalaria experto y bien entrenado. En estas situaciones, el profesional de la asistencia único debe lograr un soporte ventilatorio adecuado al paciente hasta la llegada de ayuda adicional o hasta trasladarlo a un centro sanitario adecuado.

El profesional de la asistencia prehospitalaria se arrodilla por encima de la cabeza del paciente estabilizándole de forma manual la cabeza y el cuello en posición neutra alineada con sus rodillas. Tras la introducción de una cánula para la vía aérea, ajusta la mascarilla sobre la nariz y boca del paciente y la mantiene en su posición con una presión firme, al tiempo que mantiene abierta la vía aérea. Esto puede lograrse colocando el tercer, cuarto y quinto dedos alrededor de la mandíbula y aplicando presión suave hacia arriba, rodeando la mascarilla con el pulgar y el índice en el punto de conexión entre la mascarilla y la bolsa formando una «C». Puede aplicarse presión manual o con el propio cuerpo (p. ej., el muslo) para sacar el aire o el oxígeno de la mascarilla e introducirlo en los pulmones del paciente.



### Método de dos profesionales de la asistencia

Dos o más profesionales de la asistencia prehospitalaria realizan la ventilación con MBV con más facilidad que uno solo. Uno de ellos concentra su atención en mantener el sello hermético de la mascarilla mientras el otro introduce un volumen adecuado usando ambas manos para exprimir (desinflar) la bolsa.



Un profesional de la asistencia se arrodilla por encima de la cabeza del paciente y mantiene una estabilización manual de la cabeza y cuello del paciente en posición neutra alineada. Se coloca la mascarilla facial sobre la nariz y la boca del paciente y se sujeta con los pulgares sobre la porción lateral de la mascarilla al tiempo que se tira de la mandíbula hacia arriba en dirección a la mascarilla. Los otros dedos mantienen la estabilización manual y la vía aérea permeable. Un segundo profesional de la asistencia se arrodilla a un lado del paciente y exprime la bolsa con ambas manos para insuflar los pulmones. Si no puede lograrse un volumen adecuado (un mínimo de 500 ml/respiración), el segundo profesional de la asistencia debe intentar exprimir la bolsa contra su propio cuerpo.



# HABILIDADES ESPECÍFICAS

## Vía aérea orofaríngea

**Principio:** Complemento para mantener mecánicamente abierta la vía aérea en un paciente sin reflejo de vómito.

La cánula orofaríngea (COF) está diseñada para mantener la lengua del paciente en posición anterior separada de la faringe. La COF está disponible en diferentes tamaños y su tamaño debe ajustarse al paciente para asegurar la permeabilidad de la vía aérea. *El uso de una COF colocada en la hipofaringe está contraindicado en los pacientes con un reflejo del vómito intacto.*

Existen dos métodos eficaces para la inserción de una COF: el método de inserción con elevación de la mandíbula y lengua y el método de inserción con depresor lingual. Con independencia del método empleado, un profesional de la asistencia debe estabilizar la cabeza y el cuello del paciente en posición neutra alineada, mientras un segundo mide e introduce la COF.

### Método de inserción con elevación de la mandíbula y la lengua

Un profesional de la asistencia coloca la cabeza y el cuello del paciente en posición neutra alineada y mantiene la estabilización mientras abre la vía aérea del paciente con una maniobra de desplazamiento de la mandíbula para el paciente traumatizado. Un segundo profesional de la asistencia selecciona y mide el tamaño de la COF adecuada. La ilustración muestra el método práctico para medir el tamaño de la COF (se han retirado las manos del primer profesional de la asistencia para que se aprecie mejor). La distancia desde el ángulo de la boca del paciente hasta el lóbulo de la oreja es una buena estimación del tamaño.



Se abre la vía aérea del paciente con la maniobra de elevación del mentón. Se gira la COF de manera que su extremo apunte hacia el vértice de la cabeza del paciente (el extremo curvado apuntando hacia la cabeza del paciente) y se inclina hacia la boca (se han retirado las manos del primer profesional de la asistencia para apreciarlo mejor).





Se introduce la COF en la boca del paciente y se rota para ajustarla a sus contornos anatómicos (se han retirado las manos del primer profesional de la asistencia para apreciarlo mejor).

3



Se rota la COF hasta que su curva interna quede apoyada contra la lengua y la mantenga separada de la faringe posterior. La corona de la COF debe apoyarse sobre la superficie externa de los dientes del paciente (se han retirado las manos del primer profesional de la asistencia para apreciarlo mejor).

4

# HABILIDADES ESPECÍFICAS

## Método de inserción con depresor lingual

Probablemente el método de inserción con depresor lingual es más seguro porque evita el desgarro o la perforación accidental de los guantes o de la piel por los dientes afilados, cortantes o rotos. Este método elimina también la posibilidad de ser mordido si el nivel de conciencia del paciente no está tan alterado como pudiera parecer en un principio o si se producen convulsiones.

El primer profesional de la asistencia coloca la cabeza y el cuello del paciente en posición neutra alineada y mantiene la estabilización mientras le abre la vía aérea con la maniobra de desplazamiento de la mandíbula para el paciente traumatizado. Un segundo profesional de la asistencia selecciona y mide el tamaño de la COF adecuada. El segundo profesional de la asistencia tira del mentón para abrir la boca del paciente e introduce un depresor lingual para desplazar la lengua hacia delante y mantener abierta la vía aérea. Con el extremo curvado apuntando a la cabeza del paciente y el distal apuntando a su boca, el segundo profesional de la asistencia continúa insertando la COF siguiendo la curvatura de la vía aérea hasta que su extremo en corona se apoya contra la superficie externa de los dientes del paciente.



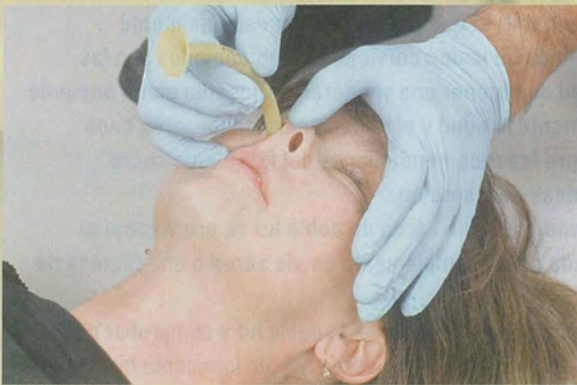
## Vía aérea nasofaríngea

**Principio: Complemento para mantener mecánicamente abierta la vía aérea en un paciente con o sin reflejo del vómito.**

La cánula nasofaríngea (CNF) es un complemento simple de la vía aérea que permite mantener la vía aérea permeable en pacientes que conservan el reflejo del vómito. Cuando se emplea un tamaño apropiado, la mayoría de los pacientes toleran bien la CNF. Se presenta en diferentes diámetros (diámetro interno de 5 a 9 mm) y la longitud varía proporcionalmente al diámetro. La CNF suele estar fabricada en un material flexible de caucho. No se recomienda el uso de CNF acanalada sobre el terreno.

El primer profesional de la asistencia coloca la cabeza y cuello del paciente en posición neutra alineada y mantiene la estabilización mientras le abre la vía aérea con la maniobra de desplazamiento de la mandíbula para el paciente traumatizado. Un segundo profesional de la asistencia explora las fosas nasales del paciente con una linterna y escoge la más amplia y menos desviada u obstruida (por lo general, la derecha). El segundo profesional de la asistencia selecciona la CNF de tamaño más adecuado para la fosa nasal del paciente, un diámetro ligeramente menor que el de la apertura de la fosa nasal (con frecuencia el diámetro del dedo meñique del paciente). También es importante la longitud de la CNF. Esta debe ser suficientemente larga como para permitir el paso de aire entre la lengua del paciente y la faringe posterior. En la fotografía se ilustra un método aceptable para medir la longitud correcta de la CNF (se han retirado las manos del primer profesional de la asistencia para apreciarlo mejor). La distancia entre la nariz y el lóbulo de la oreja es una buena estimación del tamaño adecuado.





Se lubrica abundantemente el extremo distal (sin corona) de la CNF con lubricante hidrosoluble y se introduce lentamente en la fosa nasal escogida. La inserción debe hacerse en dirección anteroposterior a lo largo del suelo de la cavidad nasal, no en dirección superoinferior. Si se encuentra resistencia en el extremo posterior de la fosa nasal, una rotación suave atrás-delante de la CNF entre los dedos suele ayudar a pasarla más allá de los cornetes de la cavidad nasal sin producir lesiones. Si se sigue encontrando resistencia, no debe forzarse la CNF sino que debe retirarse, volviendo a lubricar el extremo distal e intentándolo de nuevo en la otra fosa nasal. (Se han retirado las manos del primer profesional de la asistencia para apreciarlo mejor.)

2



El segundo profesional de la asistencia continúa la inserción hasta que el extremo en corona de la CNF está cerca de la entrada de las fosas nasales o hasta que se provoque una arcada. Si el paciente presenta arcadas, hay que retirar ligeramente la CNF. (Se han retirado las manos del primer profesional de la asistencia para apreciarlo mejor.)

3

# HABILIDADES ESPECÍFICAS

## Vía aérea de doble luz

**Principio:** Dispositivo mecánico empleado para abrir y mantener la vía aérea cuando no se consigue la intubación.

La vía aérea de doble luz permite a los profesionales de la asistencia prehospitalaria establecer una vía aérea funcional alternativa. Esta combinación de vías aéreas es un buen sistema para el ámbito prehospitalario y no precisa un entrenamiento avanzado para aprender la técnica. Su mayor ventaja es que puede colocarse con independencia de la posición del paciente (introducción «a ciegas»), lo que puede resultar especialmente importante en los pacientes traumatizados con sospecha fundada de lesión cervical. Las indicaciones son las mismas que para cualquier otra vía aérea simple: la necesidad de obtener una vía aérea permeable en un paciente. Cada fabricante de vía aérea de luz doble debe indicar claramente la edad y el tamaño para el que sirve cada dispositivo. El profesional de la asistencia debe cumplir siempre las recomendaciones del fabricante sobre selección del tamaño, contraindicaciones y técnicas específicas de inserción.

Como para cualquier otra vía aérea invasiva, antes de introducir la vía aérea de doble luz se preoxigena al paciente con una concentración elevada de oxígeno con ayuda de un complemento de vía aérea o una técnica de vía aérea manual.

Igual que con cualquier otro material sanitario, hay que inspeccionar la vía aérea de doble luz y comprobar cada uno de sus elementos antes de la inserción. Hay que lubricar el extremo distal de la vía aérea con un lubricante hidrosoluble.

*Nota:* En las siguientes ilustraciones se emplea el Combitube sólo como demostración (son eficaces otras marcas)

1

El profesional de la asistencia detiene la ventilación y retira todas las cánulas de la vía aérea. Si el paciente está en decúbito supino, se eleva la mandíbula y la lengua con una mano (elevación del mentón). Se inserta el extremo distal del tubo (hay que evitar los desgarros del manguito cuando se introduce el dispositivo en presencia de dientes rotos u otros aparatos dentales). Se introduce el Combitube hasta que los anillos marcadores quedan a la altura de los dientes del paciente.



2

Se hincha el manguito faríngeo con 100 ml de aire con ayuda de la jeringa grande, y se desconecta la jeringa. El dispositivo debe asentarse por sí mismo en la faringe posterior, inmediatamente detrás del paladar duro.





Con ayuda de la jeringa pequeña se hincha el manguito distal con 15 ml de aire y se desconecta la jeringa. El globo hinchado debe quedar en el esófago del paciente. El profesional de la asistencia comienza la ventilación por el tubo esofágico (generalmente señalado con n.º 1). Si la auscultación de los ruidos respiratorios es positiva y la insuflación gástrica negativa, el profesional de la asistencia continúa la ventilación a través del tubo esofágico.

Si la auscultación de ruidos respiratorios es negativa y la insuflación gástrica positiva, el profesional de la asistencia debe ventilar inmediatamente a través del tubo traqueal acortado (generalmente marcado como n.º 2), y después vuelve a comprobar los ruidos respiratorios y gástricos para confirmar la colocación correcta del tubo. El profesional de la asistencia continúa ventilando al paciente y prepara el traslado inmediato a un centro sanitario apropiado.

Todas las vías aéreas esofágicas requieren que el paciente no tenga reflejo del vómito. Si el paciente recupera la conciencia y comienza a dar arcadas o vomitar, el profesional de la asistencia debe retirar este dispositivo de inmediato. La extubación de un obturador esofágico causa casi siempre vómitos o regurgitación. Por consiguiente, antes de retirar el dispositivo hay que tener preparado el material de aspiración. Hay que seguir las precauciones estándar.



# HABILIDADES ESPECÍFICAS

## Intubación orotraqueal bajo visualización del paciente traumatizado

**Principio:** Para asegurar una vía aérea sin manipulación de la columna cervical.

La intubación orotraqueal bajo visualización del paciente traumatizado se realiza con la cabeza y el cuello del paciente estabilizados en posición neutra alineada. La intubación orotraqueal en esta posición requiere un entrenamiento y una práctica avanzados mayores de los necesarios para la intubación de los pacientes no traumatizados. Como otras habilidades, el entrenamiento requiere observación, crítica y certificación inicialmente y al menos dos veces al año por el director médico o su representante.

En el paciente traumatizado hipóxico que no está en parada cardíaca, la intubación no debe ser la maniobra inicial para la vía aérea. El profesional de la asistencia sólo debe emprender la intubación después de preoxigenar al paciente con una concentración elevada de oxígeno con un complemento simple o maniobra manual de la vía aérea. El contacto con la región profunda de la faringe cuando se intuba a un paciente gravemente hipóxico sin preoxigenación puede producir fácilmente una estimulación vagal, con una bradicardia peligrosa.

El profesional de la asistencia no debe interrumpir la ventilación más de 20 segundos cuando intuba al paciente. La ventilación no debe interrumpirse más de 30 segundos por ningún motivo.

La intubación orotraqueal visualizada es extremadamente difícil en los pacientes conscientes o en aquellos con un reflejo del vómito conservado. El profesional de la asistencia debe valorar el uso de anestesia tópica o de bloqueantes musculares tras un entrenamiento adicional, desarrollo de protocolo y aprobación por el director médico del SEM.

Para el profesional de la asistencia novato, el uso de un laringoscopio con pala rígida tiende a producir menos fuerza rotatoria (tirar de la cabeza del paciente a una posición de «olfateo») que la conseguida con el uso de una pala curva. Sin embargo, como la tasa de éxito de la intubación suele estar relacionada con la comodidad del profesional de la asistencia con un diseño determinado, el tipo de pala de laringoscopio seleccionada es un asunto de preferencia personal.

*Nota:* El collarín cervical limita el movimiento de la mandíbula hacia delante y la apertura completa de la boca. Por tanto, después de conseguir la inmovilización de la columna vertebral, se retira el collarín, se mantiene la estabilización manual de la columna cervical y se intenta la intubación.

Antes de intentar la intubación, los profesionales de la asistencia deben conectar y comprobar todo el material necesario y adoptar las precauciones estándar. El primer profesional de la asistencia se arrodilla junto a la cabeza del paciente y comienza la ventilación con una MVB con una concentración elevada de oxígeno. El segundo profesional de la asistencia, arrodillado a un lado del paciente, estabiliza de forma manual la cabeza y el cuello de este.



Peter Pan



Después de identificar las referencias oportunas...  
 inserta el tubo ET entre las cuerdas vocales...  
 a la profundidad adecuada. Después se retira el  
 laringoscopio mientras se sujeta el tubo ET en posición y  
 se observa la marca de profundidad en el lateral del  
 tubo ET. Si se ha utilizado un fiador, éste debe  
 retirarse en este momento.

Después de la preoxigenación, el primer profesional de la asistencia interrumpe la ventilación y coge el laringoscopio con su mano izquierda y el tubo endotraqueal (ET) (con la jeringa conectada a la válvula principal) con la derecha. Si utiliza un fiador, debe introducirlo durante la inspección y comprobación del material. El extremo distal del fiador debe quedar un poco próximo a la apertura distal del tubo ET.

Se introduce la pala del laringoscopio en el lado derecho de la vía aérea del paciente a la profundidad adecuada, barriendo hacia el centro de la vía aérea mientras se observan las referencias oportunas.

2

3

# HABILIDADES ESPECÍFICAS

**4**

Después de identificar las referencias oportunas, se inserta el tubo ET entre las cuerdas vocales del paciente a la profundidad deseada. Después se retira el laringoscopio mientras se sujeta el tubo ET en posición y se observa la marca de profundidad en el lateral del tubo ET. Si se ha utilizado un fiador flexible, debe retirarse en este momento.

**5**

Se hincha la válvula principal con suficiente aire para completar el sellado entre la tráquea del paciente y el manguito del tubo ET (habitualmente de 8 a 10 ml de aire) y se desconecta la jeringa de la válvula principal. El primer profesional de la asistencia conecta el sistema de bolsa-válvula a un reservorio conectado al extremo proximal del tubo ET y reanuda la ventilación mientras observa la elevación del tórax del paciente con cada respiración. Durante todo el proceso se mantiene la estabilización manual de la cabeza y el cuello del paciente. Se comprueban los ruidos respiratorios bilaterales y la ausencia de sonidos aéreos sobre el epigastrio, así como otros indicadores de la ubicación correcta del tubo ET. Una vez confirmada la ubicación del tubo, se fija en posición. Aunque en situaciones controladas en las que el paciente no se mueve es suficiente el uso de cinta adhesiva o de otros sistemas comercializados, la mejor forma de evitar el desplazamiento del tubo ET en el ámbito prehospitalario es sujetarla físicamente en todo momento.



## Métodos alternativos de intubación orotraqueal del paciente traumatizado



### Posición alternativa

Un método alternativo para realizar la intubación orotraqueal es que el profesional de la asistencia prehospitalaria estabilice la cabeza y el cuello del paciente al mismo tiempo que realiza la intubación. El profesional de la asistencia prehospitalaria se sienta en el suelo por encima de la cabeza del paciente, coloca sus piernas sobre los hombros del paciente, manteniendo la cabeza y el cuello del paciente en posición neutra alineada con ayuda de la región interna de ambos muslos. Mientras introduce el laringoscopio en la vía aérea del paciente, el profesional de la asistencia se inclina hacia atrás, levanta la mandíbula sin levantar la cabeza del paciente con ayuda del laringoscopio y observa las referencias oportunas. Después de identificarlas, el profesional de la asistencia introduce el tubo ET en la vía aérea y confirma su posición.



Otro método alternativo es que el profesional de la asistencia prehospitalaria se arrodille por encima de la cabeza del paciente, avanzando hasta que la cabeza del paciente queda sujeta entre sus rodillas. Aplica presión lateral a la cabeza del paciente para mantener la estabilización de la cabeza y el cuello en una posición neutra alineada. El profesional de la asistencia se inclina hacia atrás después de introducir el laringoscopio en la vía aérea del paciente a la profundidad deseada, sin apalancar hacia atrás o delante con el laringoscopio, y observa las referencias oportunas.

# HABILIDADES ESPECÍFICAS

## Intubación orotraqueal cara a cara

**Principio:** Método alternativo para establecer una vía aérea definitiva cuando la posición del paciente impide los métodos tradicionales.

Hay situaciones en el ámbito prehospitalario en las que el profesional de la asistencia no puede colocarse por encima de la cabeza del paciente para iniciar la intubación endotraqueal de forma tradicional. El método de intubación cara a cara es una opción viable en estas situaciones. Para la intubación cara a cara también se aplican los conceptos básicos de la intubación: preoxigenar al paciente con una MVB y alta concentración de oxígeno antes de intentar la intubación, mantener la estabilización manual de la cabeza y el cuello del paciente durante la intubación y no interrumpir la ventilación durante más de 20 a 30 segundos cada vez.

1

Mientras se mantiene la estabilización manual de la cabeza y el cuello del paciente en posición neutra alineada, el profesional de la asistencia prehospitalaria se coloca frente al paciente, «cara a cara». Sujeta el laringoscopio con la mano derecha con la pala sobre la lengua del paciente. La pala desplaza la lengua hacia abajo en lugar de hacia arriba y afuera. Se abre la vía aérea del paciente con la mano izquierda y se introduce el laringoscopio en su interior.

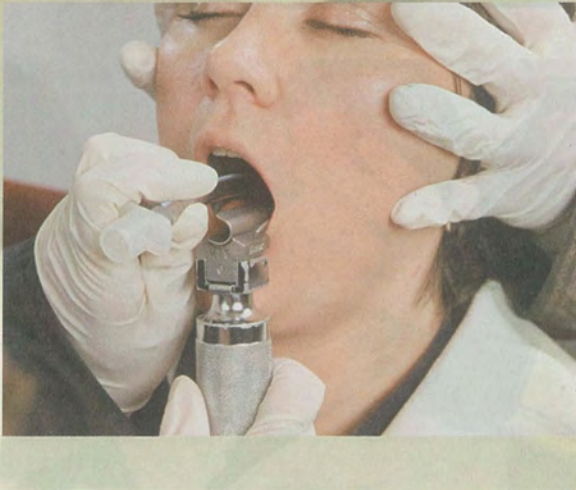


2

Después de introducir la pala del laringoscopio en la vía aérea, se identifican las referencias oportunas. La mejor visibilidad se obtiene observando la vía aérea desde arriba.



Peter Pan



Después de identificar las referencias oportunas se introduce el tubo ET entre las cuerdas vocales del paciente a la profundidad deseada con la mano izquierda. Se hincha el manguito con aire para lograr un buen sellado y se desconecta la jeringa. Se conecta un sistema de válvula-bolsa y se confirma la posición del tubo ET.

## HABILIDADES ESPECÍFICAS

4

Después de confirmar la posición del tubo ET se ventila al paciente mientras se sujeta el tubo ET y se mantiene la estabilización manual de la cabeza y el cuello del paciente. A continuación hay que fijar de forma segura el tubo ET en posición.



Un método alternativo para la intubación cara a cara es sujetar el laringoscopio con la mano izquierda e introducir el tubo ET con la derecha. Este método puede impedir la visualización de la vía aérea inferior conforme se introduce el tubo ET.



## Intubación nasotraqueal ciega

**Principio:** Establecer una vía aérea definitiva sin manipulación de la columna cervical.

La intubación nasotraqueal ciega (INTC) depende de la ventilación espontánea del paciente para asegurar una alineación correcta durante el paso del tubo ET entre las cuerdas vocales al interior de la tráquea. Por esta razón, el uso de la intubación nasotraqueal ciega se limita a los pacientes con respiración espontánea y en un ambiente que permita oír y sentir el paso de aire en el extremo externo (proximal) del tubo ET.

Esta técnica sólo debe realizarla el personal cualificado en intubación endotraqueal y aquellos que después de un entrenamiento práctico hayan demostrado su capacidad al director médico o a su representante.

Antes de intentar una INTC, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe recopilar todo el material necesario y comprobar su estado. Con una fuente de luz se inspeccionan las fosas nasales del paciente y se escoge la más grande y con menor desviación u obstrucción. El tamaño del tubo ET debe ser ligeramente inferior al diámetro de la fosa nasal. Antes de la inserción debe lubricarse el extremo distal del tubo ET con una cantidad generosa de lubricante hidrosoluble.



Se mantiene una estabilización manual de la cabeza y el cuello del paciente en posición neutra alineada, mientras un segundo profesional de la asistencia se coloca por encima de la cabeza del paciente y realiza la preoxigenación con una concentración elevada de oxígeno y ventilación asistida con MVB.

1



Se coge el tubo ET con una mano. Con la otra se aplica tracción superior a la punta de la nariz del paciente. Esta tracción contribuye a asegurarse de que el tubo sigue la anatomía de la vía aérea nasal. Se introduce el tubo en la fosa nasal del paciente (por lo general en la derecha) en dirección anteroposterior (desde la entrada de la nariz hacia la región posterior de la cabeza).

2

## HABILIDADES ESPECÍFICAS

3

El profesional de la asistencia prehospitalaria debe colocar su oído sobre la apertura proximal (externa) del tubo ET para oír los ruidos respiratorios. Se introduce el tubo ET por la hipofaringe hasta que los ruidos respiratorios aumentan de intensidad. En este punto, se detiene el avance hasta la siguiente inspiración. Con un movimiento rápido se introduce el tubo entre las cuerdas vocales. Si los ruidos respiratorios cesan, el tubo está en el esófago. Se retira hasta que vuelvan a oírse ruidos respiratorios intensos, y se hace otro intento.

Después de insertar el tubo ET a la profundidad deseada, se hincha el manguito con suficiente aire para sellarlo y se retira la jeringa. Se confirma la posición del tubo ET, se fija con cinta adhesiva y sujeción manual y se inicia la ventilación mediante MVB con una concentración elevada de oxígeno.



## Verificación de la ubicación del tubo endotraqueal

Una vez conseguida la intubación se deben realizar las maniobras para confirmar que el tubo está bien ubicado en la tráquea. Un tubo ET en mala posición, si pasa desapercibido aunque sea por poco tiempo, puede provocar una hipoxia profunda que cause una lesión cerebral (encefalopatía hipóxica) e incluso la muerte. Por esta razón, los profesionales de la asistencia prehospitalaria deben realizar las comprobaciones oportunas de la ubicación del tubo. Las técnicas para verificar la intubación consisten en valoraciones clínicas combinadas con dispositivos complementarios. Las evaluaciones clínicas son:

- Visión directa del paso del tubo ET entre las cuerdas vocales.
- Presencia de ruidos respiratorios (auscultación bilateral bajo la axila) y ausencia de ruidos aéreos sobre el epigastrio.
- Visión de la elevación y depresión del tórax durante la ventilación.
- Formación de vaho (condensación del vapor de agua) en el tubo ET durante la espiración.

Por desgracia, ninguna de estas técnicas tiene *por sí misma* una fiabilidad del 100% para verificar la posición correcta del tubo. Por tanto, es conveniente evaluar y documentar todos estos signos clínicos, si es posible. En muy pocos casos puede ser imposible ver el paso del tubo ET a través de las cuerdas vocales, debido a dificultades anatómicas. En un vehículo en movimiento (terrestre o aéreo), el ruido del motor puede hacer casi imposible la auscultación de los sonidos respiratorios. La obesidad y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) pueden interferir con la comprobación de los movimientos del tórax durante la ventilación.

Los aparatos complementarios son:

- Detector esofágico.
- Monitorización del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).
- Detector colorimétrico de CO<sub>2</sub>.
- Monitorización del CO<sub>2</sub> al final del volumen corriente (capnografía).
- Pulsioximetría.

Igual que las comprobaciones clínicas, ninguna de estas verificaciones instrumentales complementarias tiene una precisión del 100% en todos los pacientes. En un paciente con un gasto cardíaco suficiente, la monitorización del CO<sub>2</sub> al final del volumen corriente (capnografía) sirve como «patrón oro» para determinar la posición ET de una vía aérea en el quirófano. Esta técnica debe emplearse en el ámbito prehospitalario si se dispone de ella. Los pacientes en parada cardiorrespiratoria no generan CO<sub>2</sub>, por lo que ni los detectores colorimétricos ni la capnografía son útiles en los pacientes sin un ritmo cardíaco de perfusión.

*Dado que ninguna de estas técnicas alcanza una fiabilidad universal, hay que realizar todas las comprobaciones clínicas señaladas, a menos que no sea práctico, seguido del uso de al menos una de las comprobaciones instrumentales.* Debido al coste de la capnografía, la mayoría de los sistemas SEM requieren una combinación de comprobaciones clínicas y un detector colorimétrico de CO<sub>2</sub> o un detector esofágico. En cualquier caso, si una de las técnicas de verificación indica que el tubo ET puede estar en posición incorrecta, hay que retirarlo de inmediato y volver a colocarlo, verificando de nuevo su posición. Todas las técnicas de verificación de la posición del tubo deben anotarse en la historia clínica del paciente.

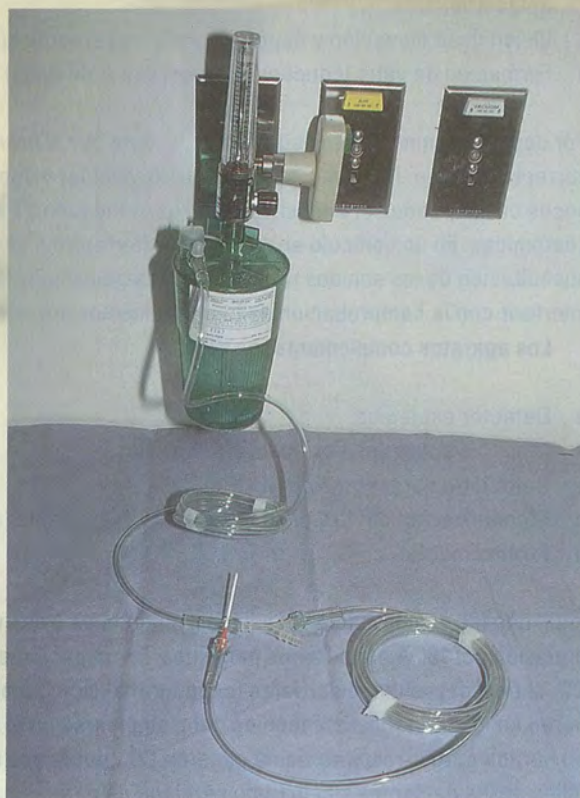
# HABILIDADES ESPECÍFICAS

## Ventilación transtraqueal percutánea

**Principio: Método para conseguir la oxigenación en un paciente que no puede ser intubado ni ventilado con un MVB.**

Todas las partes, excepto la aguja, el depósito y el regulador pueden modificarse, montarse y prepararse según sea necesario para un acceso fácil sobre el terreno. Esto asegura un montaje correcto. Cuando se aplica la ventilación transtraqueal percutánea (VTP), el tiempo es fundamental. El material debe estar listo para ser usado, siendo necesaria tan sólo la conexión del regulador y de la aguja. El profesional de la asistencia prehospitalaria puede emplear un sistema comercializado que contiene todo el material necesario. Si no dispone de este, es necesario el siguiente material:

- Jeringa: de 10 a 30 ml.
- Para poder llenar y vaciar el pulmón mientras existe un flujo constante desde la fuente de oxígeno es necesario algún tipo de derivación. Presentamos dos ejemplos:
  1. Un agujero de aproximadamente el 40% de la circunferencia del tubo de suministro de oxígeno, en un lateral, que puede ocluirse con el pulgar.
  2. Una conexión de plástico en «T» o en «Y» compatible con los tubos de oxígeno utilizados y conectada a la fuente de oxígeno con una longitud de los tubos de oxígeno universales estándar.
- Una pieza corta de tubo que se fija sobre el extremo inferior de la conexión en «T» o en «Y» y se ajusta bien a la boca de conexión de la aguja (esto deja libre una boca de conexión del conector en «T» o en «Y» sin nada conectado a la misma).
- Un depósito de oxígeno con un regulador con una presión de suministro de 50 psi en el acoplador de oxígeno suplementario.
- Tiras de cinta adhesiva de 1,25 cm.



El paciente debe estar en decúbito supino mientras se mantiene la estabilización alineada manual.



Se estabiliza la laringe y la tráquea con los dedos de una mano. Se coloca la aguja, conectada a la jeringa, en la línea media sobre la membrana cricotiroides o directamente sobre la tráquea con una inclinación ligeramente inferior. Conforme se introduce la aguja en la tráquea se tira del émbolo para crear una presión negativa. Cuando la aguja ha entrado en la tráquea se aspirará aire al interior de la jeringa, lo que confirma que el extremo de la aguja está en una posición correcta. Se avanza la aguja un centímetro adicional, y se desconecta la jeringa. Se retira la aguja interna, dejando el catéter en posición. El profesional de la asistencia hace rápidamente un bucle con cinta adhesiva alrededor de la aguja o de la conexión del catéter y pega los extremos de la cinta adhesiva al cuello del paciente para asegurar la vía aérea. El profesional de la asistencia debe ser cauto al fijar el catéter para evitar que este se retuerza.



Se conecta el tubo de suministro de oxígeno con orificio para ventilación a la boca de conexión de la aguja mientras se desplaza la mano que inicialmente estabilizaba la tráquea para sujetar la aguja en posición. Se inicia la ventilación tapando con el pulgar el orificio del tubo durante 1 segundo. El tórax del paciente puede elevarse o no como señal de que se está produciendo una inhalación. Para detener el flujo de oxígeno a los pulmones se retira el pulgar del orificio.

**Nota:** El proceso pasivo de espiración tarda tres a cuatro veces más que la inspiración en una vía aérea normal. En este proceso, la espiración requiere un período de tiempo más prolongado porque la apertura es más pequeña.

Se oxigena al paciente cerrando el agujero para crear un flujo positivo de oxígeno al pulmón y abriendo el mismo agujero para detener el flujo de oxígeno y permitir la espiración. La secuencia temporal correcta es de 1 segundo de oclusión de la apertura y 4 segundos con el agujero destapado para permitir la espiración pasiva. Se mantiene este proceso hasta que se establezca una vía aérea más definitiva.

Después de una VTP durante 45 a 60 minutos es posible que se produzca una  $Paco_2$  elevada por retención de dióxido de carbono como resultado de una limitación de la espiración. Por esta razón hay que establecer la vía aérea más definitiva lo antes posible.

**Aviso:** Los pacientes ventilados mediante VTP pueden permanecer hipóxicos e inestables. El profesional de la asistencia prehospitalaria debe iniciar el traslado a un centro apropiado sin demora porque el paciente necesita con urgencia una técnica quirúrgica transtraqueal más definitiva (cricotiroidotomía) para lograr una ventilación y oxigenación adecuadas.

## Objetivos del capítulo

*Al finalizar este capítulo, el lector deberá ser capaz de:*

- ✓ Definir el *shock*.
- ✓ Clasificar el *shock* en función de su etiología.
- ✓ Explicar la fisiopatología del *shock* y su progresión en distintas fases.
- ✓ Describir los hallazgos físicos en el *shock*.
- ✓ Distinguir desde la perspectiva clínica los distintos tipos de *shock*.
- ✓ Comentar las limitaciones en el campo del tratamiento del *shock*.
- ✓ Reconocer la necesidad de traslado rápido y tratamiento definitivo precoz de las diversas formas de *shock*.
- ✓ Aplicar los principios del tratamiento del *shock* a los pacientes traumatológicos.

## CAPÍTULO 7

# Shock



## CASO CLÍNICO

Usted acaba de llegar al lugar en el que se ha producido una colisión de vehículos de motor (CVM) en la que se han visto implicados un camión y un coche. Reconoce un impacto lateral en el lado del conductor del coche con una intrusión de unos 30 cm dentro de la cabina de los pasajeros y muy pocos daños en el camión. Todos los pasajeros han salido de los vehículos, salvo el conductor del coche, un chico de 20 años de edad que está tumbado sobre el volante, con evidente contacto entre el volante y la parte anterior del tórax.

El paciente está despierto, ansioso, sudoroso y respira con rapidez (30 respiraciones/min). El pulso es débil, filiforme y rápido en la arteria radial. Se encuentra hipersensibilidad y un hematoma en el cuadrante superior izquierdo del abdomen.

**¿Qué lesiones cabe esperar en este paciente? ¿Cómo lo trataría sobre el terreno? Se encuentra a 30 minutos del centro traumatológico más cercano. ¿En qué sentido cambian sus planes de tratamiento por este hecho? ■**

Aunque la aparición de *shock* tras un traumatismo se reconoce desde hace más de tres siglos, Samuel Gross lo describió en 1872 como «un brusco desajuste de la maquinaria vital»<sup>1</sup> y John Collins Warren como «una pausa momentánea en el acto de morirse»<sup>2</sup> poniendo de relieve su importancia central entre las causas de morbilidad en los pacientes traumatizados. El diagnóstico precoz, la reanimación y el tratamiento definitivo resultan esenciales para determinar el pronóstico del paciente tras un *shock* secundario a un traumatismo. El profesional sanitario prehospitalario asume retos significativos en todas estas acciones esenciales para el *shock*. Para mejorar la supervivencia del paciente en *shock*, es fundamental conocer bien la definición, la fisiopatología y las características clínicas de este proceso.

En el entorno prehospitalario los retos terapéuticos que supone el *shock* se complican por la necesidad de valorar y tratar a estos enfermos en unas condiciones relativamente primitivas en las que no se cuenta con herramientas diagnósticas o terapéuticas sofisticadas o en las que no resulta práctico usarlas. Para ayudar a los profesionales prehospitalarios a tratar a estos pacientes en *shock*, en este capítulo se define y clasifica este proceso y se describen los cambios fisiopatológicos para ayudarles a orientar las estrategias de tratamiento.

### Definición de *shock*

Aunque existen muchas definiciones, el *shock* se suele definir como una situación de hipoperfusión celular generalizada en la cual el aporte de oxígeno a nivel celular resulta inadecuado para satisfacer las demandas metabólicas. Según esta definición, el *shock* se puede clasificar en función de los determinantes de la perfusión y oxigenación tisular. Comprender los cambios celulares originados en un estado de hipoperfusión además de los efectos endocrinos, microvasculares, cardiovasculares, tisulares y sobre los órganos diana nos ayudará también a orientar las estrategias de tratamiento.

### Clasificación del *shock*

Los principales determinantes de la perfusión celular son: el corazón (que se comporta como una bomba o motor del sistema), el volumen de líquido (que se comporta como el líquido hidráulico), los vasos sanguíneos (que son los conductos o cañerías) y, por último, las células del organismo. Según estos componentes del sistema de perfusión, es posible clasificar el *shock* en los siguientes grupos:

1. *Hipovolémico*, principalmente hemorrágico en el paciente traumatológico, que guarda relación con la pérdida de volumen circulante. Se trata de la causa más frecuente de *shock* en los pacientes traumáticos.
2. *Distributivo* (o vasogénico), que se relaciona con alteraciones en el tono vascular por diversas causas.
3. *Cardiogénico*, que se debe a una alteración de la función de bombeo del corazón.

Con gran diferencia la causa más frecuente de *shock* en los pacientes traumatológicos es la hemorragia y la opción más segura para tratar el *shock* en este tipo de pacientes es plantearse que el origen es hemorrágico, salvo que se demuestre otra cosa.

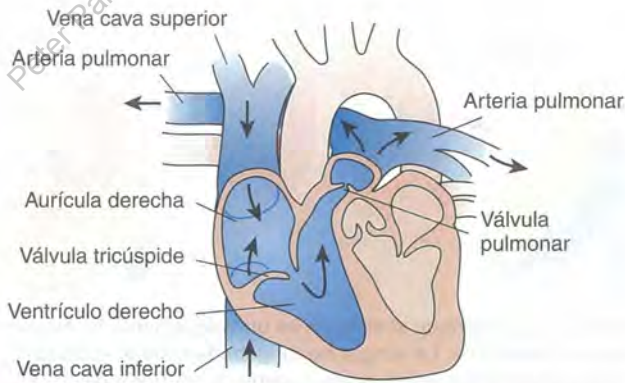
A continuación se describen de forma mucho más detallada estos tipos de *shock* tras analizar en primer lugar la anatomía relevante para este cuadro y su fisiopatología.

## Anatomía y fisiopatología

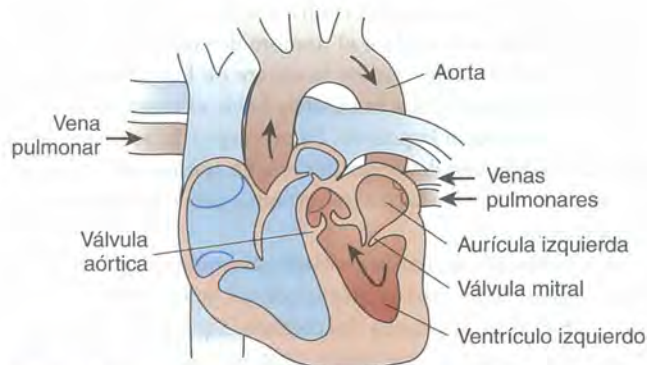
### Respuestas cardiovascular, hemodinámica y endocrinológica

#### Corazón

El corazón consta de dos cavidades receptoras (las *aurículas*) y dos importantes cavidades impulsoras (los *ventrículos*). La fun-

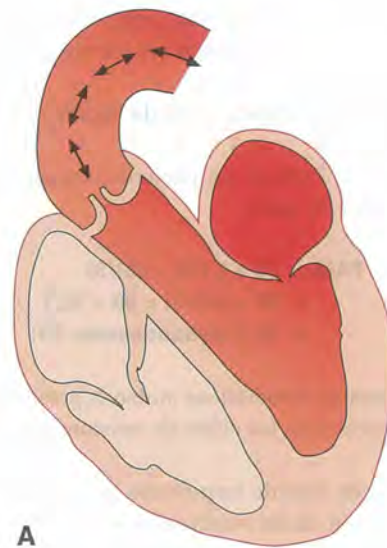


**FIGURA 7-1** Cada contracción del ventrículo derecho bombea sangre hacia los pulmones. La sangre procedente de los pulmones llega al lado izquierdo del corazón, y el ventrículo izquierdo la bombea hacia el sistema vascular sistémico.

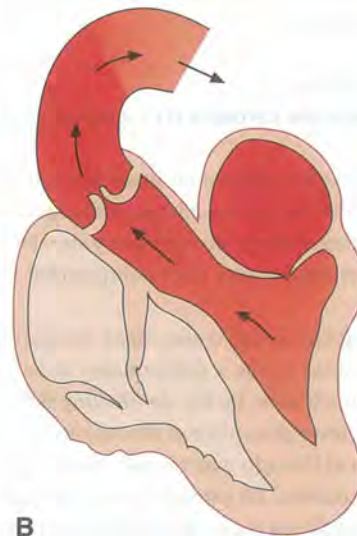


**FIGURA 7-2** La contracción del ventrículo izquierdo bombea la sangre que llega al corazón desde los pulmones para que se distribuya al resto del organismo a través de la aorta.

ción de las aurículas consiste en acumular y almacenar sangre, de forma que los ventrículos puedan llenarse rápidamente con un escaso retraso del ciclo de bombeo. La aurícula derecha recibe la sangre de las venas del organismo y la impulsa hacia el ventrículo derecho. A su vez, con cada contracción, el ventrículo derecho bombea la sangre hacia los pulmones para que se oxigene (figura 7-1). Desde los pulmones, la sangre vuelve a la aurícula izquierda, desde donde es bombeada al ventrículo izquierdo que, a continuación, la impulsa a través de las arterias de todo el organismo (figura 7-2). La sangre es empujada por el sistema gracias a la contracción del ventrículo izquierdo; se produce un incremento de la presión en los vasos sanguíneos superior a la presión vascular en reposo. Este súbito incremento de la presión genera una onda de pulso que empuja la sangre por el sistema. El máximo aumento de presión se denomina presión arterial sistólica y representa la fuerza de la sangre generada por la contracción ventricular (*sístole*). La presión en reposo que tienen los vasos entre cada dos contracciones ventriculares es la presión arterial diastólica y representa la fuerza residual que queda en el sistema mientras el corazón vuelve a llenarse (*diástole*);



A



B

**FIGURA 7-3** Cuando está relajado (diástole), el ventrículo se llena de sangre procedente de la contracción de la aurícula. En este intervalo, la sangre fluye poco a poco desde los grandes vasos, a medida que la presión disminuye. Durante la contracción del ventrículo (sístole), una gran cantidad de sangre pasa al sistema vascular, cuya presión se eleva. En A se muestran la acción del corazón y del flujo sanguíneo, y en B la onda de pulso.

este valor es un cálculo indirecto de la resistencia vascular (figura 7-3). Se obtendrá más información si se determina la presión arterial tanto sistólica como diastólica durante la exploración secundaria, auscultando con el estetoscopio. Sin embargo, en algunos casos, el profesional de la asistencia sólo determina la tensión sistólica recurriendo a la palpación (sensación del pulso en los dedos). La diferencia entre la presión sistólica y la diastólica se llama *presión del pulso*.

Otro término que se utiliza en relación con el tratamiento del *shock*, aunque con frecuencia no en el medio prehospitalario,

es la presión arterial *media* (PAM), que es la presión media en el sistema vascular calculada según la fórmula siguiente:

$$\text{PAM} = \text{tensión diastólica} + 1/3 \text{ de la presión del pulso}$$

Por ejemplo, la PAM de un paciente con una presión arterial de 120/80 mm Hg sería:

$$\begin{aligned} \text{PAM} &= 80 + [(120 - 80)/3] \\ &= 80 + (40/3) = 80 + 13,3 \\ &= 93,3 \text{ (redondeando, 93)} \end{aligned}$$

Muchos aparatos automáticos miden la presión de forma incruenta y proporcionan las cifras de tensión sistólica, diastólica y PAM.

La cantidad de líquido impulsado hacia el sistema durante cada contracción de los ventrículos es el *volumen sistólico* y la cantidad de sangre que se impulsa hacia el sistema en 1 minuto es el *gasto cardíaco*. La fórmula para calcular el gasto cardíaco (GC) es la siguiente:

$$\text{Gasto cardíaco (GC)} = \text{frecuencia cardíaca (FC)} \times \text{volumen sistólico (VS)}$$

El gasto cardíaco se expresa en litros por minuto (l/m). Este parámetro no se mide en las situaciones prehospitalarias. Sin embargo, el conocimiento del gasto cardíaco y su relación con el volumen sistólico es importante para comprender el tratamiento del *shock*.

Para que el trabajo cardíaco sea eficaz, la cantidad de sangre presente en las venas cavas y pulmonares debe ser suficiente para llenar los ventrículos. La *ley de Starling* del corazón es un concepto importante que explica el mecanismo de esta relación: cuanto mayor sea el llenado ventricular, mayor será la fuerza de contracción del corazón. La presión (*precarga*) que llena el corazón distiende las fibras musculares del miocardio para conseguir que el llenado sea adecuado. Una hemorragia importante o una hipovolemia relativa disminuirán la precarga cardíaca, reduciendo la cantidad de sangre existente, por lo que la distensión de las fibras será menos efectiva y habrá una disminución del volumen sistólico. Si la presión de llenado del corazón es demasiado alta, las fibras musculares cardíacas se estirarán demasiado y quizá no sean capaces de impulsar un volumen sistólico satisfactorio. Esto es lo que suele suceder en la insuficiencia cardíaca congestiva (ICC).

La resistencia al flujo sanguíneo que debe superar el ventrículo izquierdo para bombear la sangre hacia el sistema arterial recibe el nombre de *poscarga* y puede considerarse una función de la resistencia vascular sistémica (RVS). A medida que aumenta la vasoconstricción arterial periférica, el corazón se ve obligado a generar fuerzas mayores para bombear la sangre hacia el sistema arterial. Por otro lado, la vasodilatación periférica generalizada reduce la poscarga.

El hecho de que el corazón, aunque sea un solo órgano, disponga de dos subsistemas es un concepto importante para comprender el sistema cardiovascular. La aurícula derecha, que re-



**FIGURA 7-4** Aunque el corazón es un solo órgano, funciona como si fueran dos. La sangre no oxigenada llega al «corazón derecho» desde las venas cavas superior e inferior y pasa a los pulmones a través de la arteria pulmonar. En los pulmones, la sangre se oxigena y vuelve al corazón a través de las venas pulmonares, para ser bombeada por el ventrículo izquierdo.

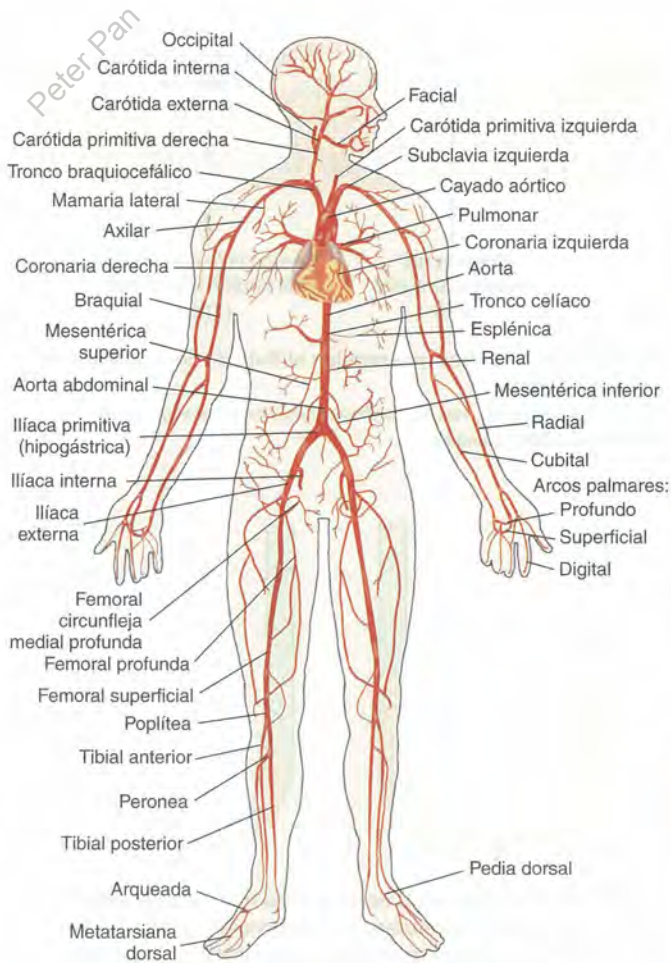
cibe la sangre del cuerpo, y el ventrículo derecho, que la bombea hacia los pulmones, reciben el nombre de corazón derecho. La aurícula izquierda, que recibe la sangre de los pulmones, y el ventrículo izquierdo, que la bombea hacia el organismo, se conocen como corazón izquierdo. La precarga y la poscarga de los sistemas de bombeo del corazón derecho (*pulmonar*) e izquierdo (*sistémico*) son conceptos importantes para el tratamiento del *shock* (figura 7-4).

La circulación sistémica contiene más capilares y la longitud de sus vasos sanguíneos es mayor que los de la circulación pulmonar. Por tanto, el sistema del corazón izquierdo trabaja a mayor presión y soporta una mayor carga que el del corazón derecho. Anatómicamente, el músculo del ventrículo izquierdo es más grueso y fuerte que el del derecho.

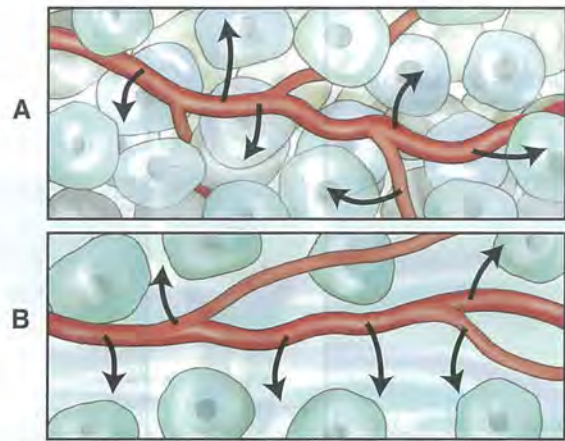
## Vasos sanguíneos

Los vasos sanguíneos contienen la sangre y la conducen a las distintas regiones y células del organismo. Son las «autovías» del proceso fisiológico de la circulación. El gran y único tubo que sale del corazón, la aorta, no puede llevar la sangre a todas las células del organismo, por lo que se divide en múltiples arterias de tamaño decreciente, hasta llegar a los vasos de menos calibre, los capilares (figura 7-5). Un capilar puede tener sólo el diámetro de una célula; por tanto, el oxígeno y los nutrientes que transportan los hematíes y el plasma pueden difundir sin problemas a través de la pared de estos capilares hacia las células de los tejidos (figura 7-6). Cada célula posee un revestimiento membranoso denominado *membrana celular*. Entre la membrana de la célula y la pared capilar se encuentra el líquido intersticial. La cantidad de este líquido es extraordinariamente variable. Si es escaso, la membrana celular y la pared capilar se encontrarán muy próximas y el oxígeno difundirá con facilidad entre ellas (figura 7-7).

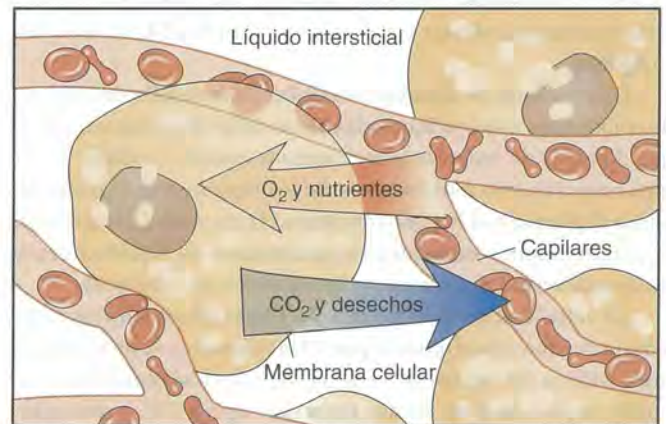
El tamaño del «contenedor» vascular está controlado por los músculos de las paredes de las arterias y las arteriolas y, en menor medida, por los músculos de las paredes de las vénulas y las venas. Estos músculos responden a señales que llegan desde el encéfalo a través del sistema nervioso simpático,



**FIGURA 7-5** Principales arterias del cuerpo.



**FIGURA 7-6** **A.** Cuando las células de los tejidos se encuentran próximas al capilar, el oxígeno difunde fácilmente hacia ellas y el dióxido de carbono lo hace en sentido opuesto. **B.** Cuando las células están lejos de las paredes capilares debido al edema (acumulación de líquido intersticial), la difusión del oxígeno y el dióxido de carbono es mucho más difícil.



**FIGURA 7-7** El oxígeno y los nutrientes difunden desde los hematíes a través de las paredes capilares, del líquido intersticial y de la membrana celular para penetrar en la célula. El ácido es un producto de desecho que se genera durante la producción de energía celular en el ciclo de Krebs. Mediante el sistema tampón del organismo, este ácido se convierte en dióxido de carbono, el cual, transportado por los hematíes y en el plasma, termina siendo eliminado de la circulación sistémica en los pulmones.

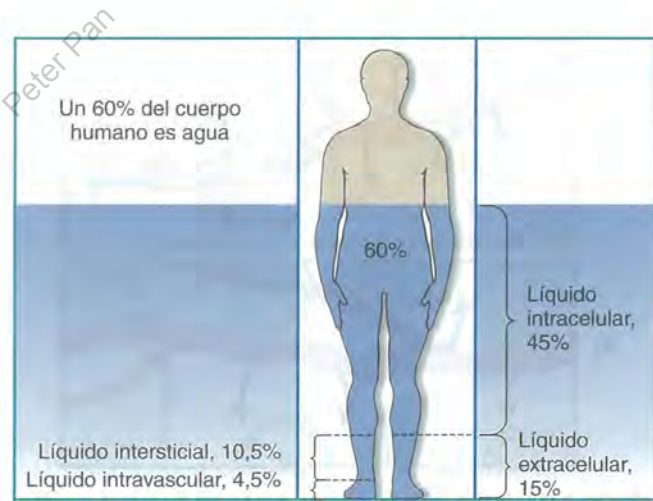
las hormonas circulantes adrenalina y noradrenalina y otras sustancias químicas como el óxido nítrico (NO). Dependiendo de si son estimuladas o se relajan, las fibras musculares de las paredes vasculares contraen o dilatan los vasos sanguíneos, cambiando así el tamaño del componente «contenedor» del sistema cardiovascular.

### Sangre

El componente líquido del sistema circulatorio, la sangre, no sólo contiene hematíes, sino también factores que combaten las infecciones (leucocitos y anticuerpos), plaquetas esenciales para la coagulación, proteínas para la reparación celular, elementos nutritivos como la glucosa y otras sustancias necesarias para el metabolismo y la supervivencia. El volumen de líquido existente en el interior del sistema vascular debe ser igual al del contenedor. Cualquier variación del tamaño del sistema vascular en comparación con la cantidad de líquido que contiene influiría de manera positiva o negativa en el flujo sanguíneo.

El 60% del peso del cuerpo humano corresponde a agua, que es la base de todos los líquidos orgánicos. Una persona que pesa 70 kg contiene alrededor de 40 litros de agua. El agua corporal

se encuentra en dos compartimientos: el líquido intracelular y el líquido extracelular. Cada tipo de líquido posee propiedades específicas e importantes (figura 7-8). El *líquido intracelular*, es decir, el que se encuentra en el interior de las células, representa alrededor del 45% del peso corporal. El *líquido extracelular*, existente fuera de las células, puede dividirse a su vez en dos subtipos: intersticial e intravascular. El líquido intersticial, que es el que rodea a las células de los tejidos, el líquido cefalorraquídeo (en el encéfalo) y el líquido sinovial (en las articulaciones), constituye el 10,5% del peso corporal. El *líquido intravas-*



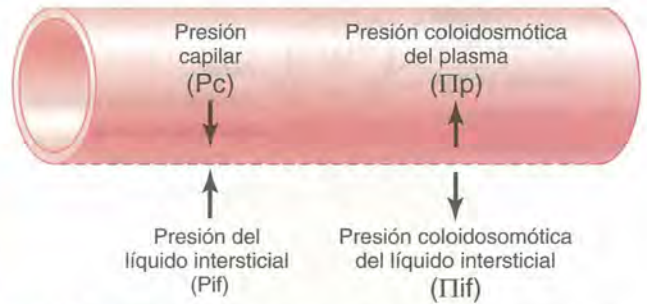
**FIGURA 7-8** El agua constituye el 60% del peso del cuerpo. Esta agua se divide en líquido intracelular y extracelular. A su vez, el líquido extracelular se divide en intersticial e intravascular.

cular es el que se localiza en el interior de los vasos y transporta los componentes formes de la sangre, así como el oxígeno y otros nutrientes vitales y representa en torno al 4,5% del peso corporal.

Una revisión de algunos conceptos clave resulta útil para este comentario sobre el funcionamiento de los líquidos en el cuerpo. Además de moverse por el aparato vascular, existen dos tipos esenciales de movimientos de los líquidos: 1) movimiento entre el plasma y el líquido intersticial (a través de los capilares); y 2) movimiento entre los compartimentos de líquido intracelular e intersticial (a través de las membranas celulares).

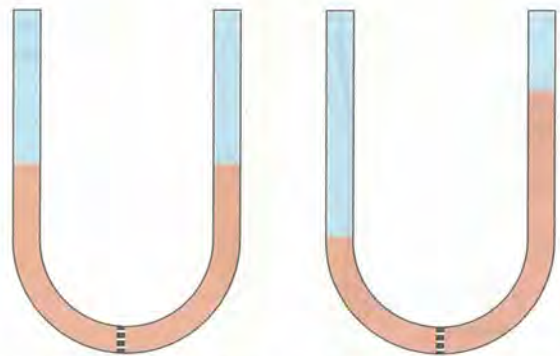
La velocidad de movimiento del fluido (*flujo*) a través de los capilares viene determinada por: 1) la diferencia entre la presión hidrostática del capilar ( $P_c$ , que tiende a sacar el líquido del mismo) y la presión hidrostática fuera del capilar ( $P_{if}$ , que tiende a introducir líquido en el capilar); 2) la diferencia entre la presión oncótica generada por la concentración de proteínas dentro del capilar ( $\pi_p$ , que tiende a retener el líquido dentro del vaso) y la presión oncótica fuera del capilar ( $\pi_{if}$ , que tiende a sacar el líquido), y 3) la permeabilidad ( $\delta$ ) del capilar (figura 7-9). La presión hidrostática, la presión oncótica y la permeabilidad del capilar se ven afectadas por la propia situación de *shock*, lo que determina alteraciones del volumen sanguíneo, la hemodinámica y edema pulmonar o tisular.

El desplazamiento de líquido entre los espacios intracelular e intercelular tiene lugar a través de las membranas celulares y está determinado principalmente por efectos osmóticos. La *ósmosis* es el proceso mediante el cual los solutos separados por una membrana que es impermeable para ellos controlan el desplazamiento del agua a través de esta membrana semipermeable en función de su concentración. El agua pasa del compartimento con una concentración de solutos más baja hacia el que tiene una concentración mayor para mantener el equilibrio osmótico a través de la membrana semipermeable (figura 7-10).



**FIGURA 7-9** Fuerzas que regulan el flujo de líquido a través de los capilares.

(Tomado de Guyton AC, Hall JE: *Textbook of medical physiology*, ed 10, Philadelphia, 2000, Saunders.)



**FIGURA 7-10** Tubo en U en el que las dos mitades están separadas por una membrana semipermeable y que contienen cantidades iguales de agua y partículas sólidas. Si se añade un soluto que no puede difundir a través de la membrana semipermeable a uno solo de los lados, se establecerá un flujo de líquido para diluir las partículas añadidas. La diferencia de presión debida a la altura del líquido en el tubo en U se conoce como *presión osmótica*.

## Sistema nervioso

El *sistema nervioso autónomo* controla y dirige las funciones involuntarias del organismo, tales como la respiración, la digestión y la función cardiovascular. Consta de dos subsistemas, los sistemas nerviosos simpático y parasimpático, que a menudo trabajan en sentido opuesto para mantener el equilibrio de los sistemas vitales del organismo.

El *sistema nervioso simpático* origina la respuesta de lucha o huida, en la que el corazón late más rápido y fuerte y, simultáneamente, se eleva la frecuencia ventilatoria, se contraen los vasos de los órganos no esenciales (piel y aparato digestivo) y se dilatan los vasos y aumenta la irrigación sanguínea de los músculos. El objetivo de esta respuesta consiste en mantener cantidades suficientes de sangre oxigenada en una situación de urgencia, al mismo tiempo que se deriva sangre desde las zonas no esenciales. La sensibilidad de las células del organismo a la falta de oxígeno varía de unos órganos a otros. Esta *sensibilidad isquémica* es mayor en el encéfalo, el corazón y los pulmones.

**TABLA 7-1 Tolerancia de los órganos a la isquemia**

Órgano	Tiempo de isquemia caliente
Corazón, encéfalo, pulmones	4-6 minutos
Riñones, hígado, aparato digestivo	45-90 minutos
Músculo, hueso, piel	4-6 horas

Bastan de 4 a 6 minutos de isquemia para que estos órganos vitales sufran daños. La sensibilidad isquémica de la piel y el tejido muscular es significativamente mayor, incluso de 6 a 8 horas. Los órganos abdominales, en especial los riñones y el hígado, suelen encontrarse entre los dos grupos anteriores y pueden sobrevivir tras hipoxias de 45 a 90 minutos (tabla 7-1).

El aparato cardiovascular es regulado por un centro vasomotor bulbar. Los estímulos se desplazan por los pares craneales IX y X desde los receptores de distensión del seno carotídeo y el cayado aórtico en respuesta a una reducción transitoria de la presión arterial. Esto genera un aumento de la actividad simpática con incremento de la resistencia vascular periférica secundario a la constricción arteriolar y también un aumento del gasto cardíaco por el aumento de la frecuencia cardíaca y la potencia de la contracción cardíaca. El incremento del tono venoso incrementa el volumen circulatorio de sangre. De este modo, la sangre es derivada desde las extremidades, el intestino y los riñones hacia regiones más vitales, como el corazón y el encéfalo, en las que los vasos se contraen cuando existe una estimulación simpática intensa. Estas respuestas determinan que las extremidades estén frías y cianóticas, disminuya la diuresis y se reduzca la perfusión intestinal.

La disminución de la presión de llenado de la aurícula izquierda, la reducción de la presión arterial y los cambios en la osmolalidad plasmática condicionan la liberación de hormona antidiurética (ADH) de la hipófisis y de aldosterona en las glándulas suprarrenales. Ambas estimulan la retención renal de sodio y agua.

### Cambios celulares

La *ley de Fick* expresa la relación entre el gasto cardíaco (Q), el consumo de oxígeno ( $VO_2$ ) y la diferencia en el contenido de oxígeno entre la sangre arterial ( $CaO_2$ ) y venosa mixta ( $CvO_2$ ):  $Q = VO_2 / (CaO_2 - CvO_2)$ . Al disminuir el gasto cardíaco, se mantiene el consumo de oxígeno incrementando su extracción a nivel celular, lo que se traduce en una reducción del contenido de oxígeno en la sangre venosa mixta. Sin embargo, esta relación se mantiene sólo hasta un momento crítico por encima del cual no se puede mantener el aporte de oxígeno (el producto entre el gasto cardíaco y el contenido de oxígeno arterial) para garantizar las demandas de oxígeno de las células. De este modo se producirá una reducción de la extracción y consumo de oxígeno, con la consiguiente hipoxia celular. El contenido de oxígeno en la sangre arterial se relaciona con la carga de oxígeno en los hematíes a nivel alveolar, que depende de la concentración de hemoglobina, de la concentración de oxígeno inspirado y en menor medida del gradiente de difusión de oxígeno.

Muchos factores, como la temperatura, la concentración de iones hidrógeno [pH] y la concentración de ácido 2,3-difosfoglicérico (DPG) en los hematíes, influyen sobre la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno<sup>3</sup>. Todos estos factores se pueden modificar durante el *shock*. Normalmente se mantiene el consumo de oxígeno dentro de valores muy estrechos, pero puede aumentar en el estrés. En el *shock* y cuando se reduce el aporte de oxígeno como consecuencia del mismo, se puede generar también una deuda de oxígeno, con la consiguiente hipoxia tisular<sup>4</sup>. Se necesita oxígeno para metabolizar la glucosa con producción de adenosina trifosfato (ATP), que es la fuente de energía para la función celular. La hipoxia celular ocasiona un *metabolismo anaerobio* (metabolismo en presencia de menos cantidad de oxígeno) con reducción de la producción de ATP y acumulación de ácidos (sobre todo ácido láctico) y la consiguiente acidosis metabólica.

La *acidosis metabólica* en el *shock* tiene varios efectos negativos a nivel celular. El proceso de mantener una elevada concentración de sodio en el espacio extracelular y una concentración alta de potasio en el intracelular consume energía. Si falta ATP, resultará imposible realizar esta función de la membrana celular, lo que se traducirá en la entrada de sodio y agua en las células y el paso de potasio y ácido láctico hacia el suero, que ocasionan acidosis láctica e hiperpotasemia, además de edema celular, lo que contribuye a complicar todavía más la situación de pérdida de volumen de sangre en el *shock* hipovolémico. Cuando los valores del pH son bajos, los sistemas enzimáticos y las membranas de los lisosomas se romperán, liberando lisozimas, que conducen a la autodigestión de las células con posterior muerte de las mismas, fracasos multiorgánico y al final muerte de todo el organismo si no se detiene el proceso.

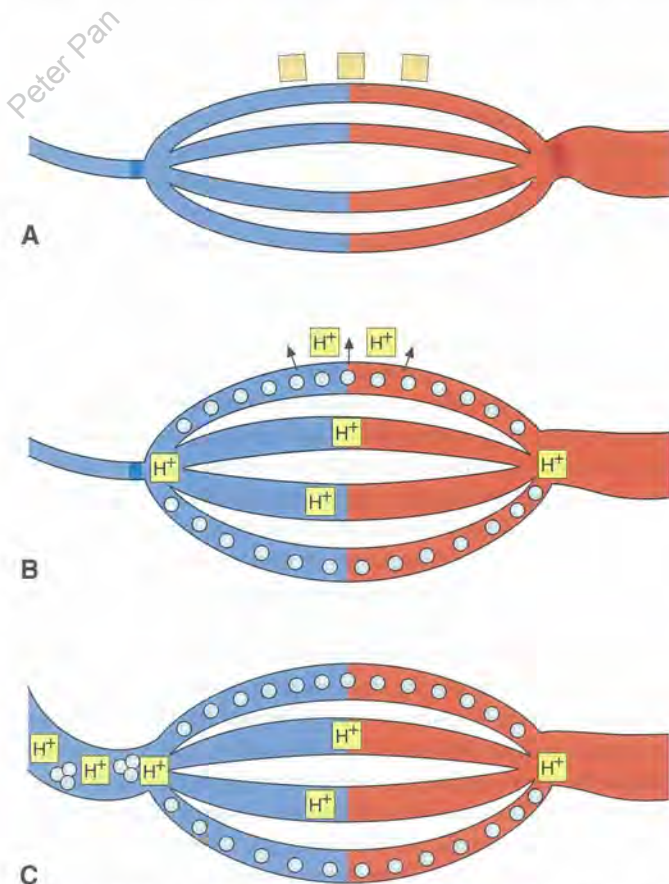
### Cambios en la microcirculación

Inicialmente cuando disminuye la presión hidrostática intravascular, el líquido tiende a entrar en el espacio vascular (fase de relleno plasmático) para tratar de mantener el volumen de sangre circulante. Este mecanismo se potencia mediante la vasoconstricción pre y poscapilar: la *fase isquémica* del *shock* (figura 7-11). Cuando el pH del plasma se reduce todavía más por la acidosis, los esfínteres precapilares se relajan al tiempo que los poscapilares seguirán contraídos y esto condicionará que se acumule líquido en los capilares (*fase estática o irreversible del shock*). En la tercera fase el pH empeora y se produce la dilatación de los esfínteres pre y poscapilares, con la consiguiente *fase de lavado*, durante la cual se produce la súbita liberación de ácidos a la circulación.

## Tipos de shock

### Shock hipovolémico

Cuando la deshidratación (pérdida de plasma) o la hemorragia (pérdida de plasma y hematíes) provocan una disminución aguda del volumen sanguíneo, la relación entre el volumen del líquido y el tamaño del contenedor se desequilibra. Este último mantiene su tamaño normal, pero el volumen de líquido dismi-



**FIGURA 7-11** El proceso fisiopatológico celular del shock se divide en tres fases: isquémica (A), de estancamiento (B) y de lavado (C).

nuye. El shock hipovolémico es la causa más frecuente de shock en los pacientes en situación prehospitalaria y la hemorragia es, con mucho, la causa más común de shock en los pacientes traumatizados.

Cuando la sangre comienza a salir del torrente circulatorio, la liberación de *adrenalina* por las glándulas suprarrenales estimula al corazón para que aumente el gasto cardíaco mediante el incremento de la frecuencia y la potencia de las contracciones. El sistema nervioso simpático libera *noradrenalina* para desencadenar la constricción de los vasos sanguíneos y reducir el tamaño del contenedor y adaptarlo a la cantidad de líquido restante. Como ya se comentó, la vasoconstricción provoca el cierre de los capilares periféricos y favorece el paso del metabolismo celular aerobio al anaerobio.

Estos mecanismos de defensa compensadores funcionan bien hasta un cierto punto; no obstante, cuando son incapaces de contrarrestar la disminución del volumen, la presión arterial del paciente disminuye. El descenso de la presión arterial marca la transformación del shock compensado en descompensado y constituye un signo de muerte inminente. Un paciente con signos de compensación ya está en shock, no está «evolucionando hacia el shock». A menos que se instaure una reanimación intensiva, al paciente que entra en shock descompensado sólo le queda una fase más de deterioro: la muerte.

## Shock hemorrágico

El shock hemorrágico (*shock* hipovolémico provocado por pérdida de sangre) puede dividirse en cuatro clases, según la gravedad de la hemorragia (tabla 7-2).

1. La *hemorragia de clase I* corresponde a una pérdida de sangre de hasta el 15% del volumen total del adulto (hasta 750 ml). Las manifestaciones clínicas son escasas en esta fase. La taquicardia suele ser mínima y no existen alteraciones mensurables de la presión arterial, la presión del pulso o la frecuencia ventilatoria. En general, los pacientes sanos que sufren una hemorragia de esta cuantía no necesitan aporte de líquidos, siempre que la hemorragia no continúe y el paciente pueda beber. Los mecanismos compensadores del organismo restablecen el líquido intravascular.
2. La *hemorragia de clase II* corresponde a una pérdida del 15% al 30% del volumen sanguíneo (de 750 a 1500 ml). La mayoría de los adultos pueden compensar esta cantidad de sangre gracias a la activación del sistema nervioso simpático. Las manifestaciones clínicas consisten en aumento de la frecuencia ventilatoria, taquicardia y disminución de la presión del pulso. El paciente suele mostrar ansiedad o temor. La diuresis desciende ligeramente hasta 20 o 30 ml/h en el adulto. A veces, se precisa una transfusión, pero la mayoría de los casos responden bien a la infusión de cristaloides.
3. La *hemorragia de clase III* corresponde a una pérdida del 30% al 40% del volumen sanguíneo (de 1500 a 2000 ml). Cuando la hemorragia es de esta magnitud, la mayoría de los pacientes no pueden compensar el volumen perdido y manifiestan hipotensión. Son evidentes las manifestaciones clásicas del shock tales como taquicardia (frecuencia cardíaca > 120 latidos/min), taquipnea (frecuencia ventilatoria de 30 a 40 respiraciones/min) y ansiedad o confusión extremas. La diuresis desciende hasta 5 a 15 ml/h. Muchos de estos pacientes necesitan transfusiones de sangre.
4. La *hemorragia de clase IV* corresponde a una pérdida de más del 40% del volumen sanguíneo (>2000 ml). Esta fase de shock grave se caracteriza por taquicardia (frecuencia cardíaca >140 latidos/min) y taquipnea (frecuencia ventilatoria >35 respiraciones/min) intensas y confusión profunda o letargo, con una notable disminución de la presión arterial sistólica hasta cifras de alrededor de 60 mm Hg. En realidad, estos pacientes sólo tienen algunos minutos de vida, por lo que su supervivencia depende de un control inmediato de la hemorragia (cirugía en el caso de las hemorragias internas) y una reanimación intensiva con transfusiones de sangre.

El tratamiento definitivo de la pérdida de volumen consiste en la reposición de los líquidos perdidos. Los pacientes deshidratados deben recibir agua y sal, mientras que en los traumatizados que han perdido sangre es necesario detener la hemorragia y reponer las pérdidas. La deshidratación leve o moderada puede tratarse con una solución de electrolitos que un paciente consciente

TABLA 7-2 Clasificación del shock hemorrágico

	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV
Cantidad de sangre perdida (% del volumen sanguíneo total)	<750 ml (<15%)	750-1500 ml (15%-30%)	1500-2000 ml (30%-40%)	>2000 ml (>40%)
Frecuencia cardíaca (latidos/min)	Normal o mínimamente elevada	>100	>120	>140
Frecuencia ventilatoria (ventilaciones/min)	Normal	20-30	30-40	>35
Presión arterial sistólica (mm Hg)	Normal	Normal	Descenso	Descenso importante
Excreción urinaria (ml/h)	Normal	20-30	5-15	Mínima

Modificado del *American College of Surgeons: Committee on Trauma: Advanced trauma life support for doctors, students course manual*, ed 7, Chicago, 2004, ACS.

pueda beber. Los sujetos gravemente deshidratados o inconscientes deben recibir líquidos intravenosos. Dado que en el medio prehospitalario no suele disponerse de sangre para administrar una transfusión, en los pacientes traumatizados que han perdido sangre deben tomarse las medidas necesarias para controlar las hemorragias externas al mismo tiempo que se administra una solución de electrolitos intravenosa y se evacúan de inmediato a un hospital donde se disponga de sangre y cirugía de urgencia.

La investigación sobre el shock ha demostrado que, en el caso de hemorragia, la proporción de la sustitución con soluciones electrolíticas debe ser de 3 l de aporte por cada litro de sangre perdido. Ello se debe a que, 1 hora después de la administración, sólo la tercera parte del volumen de la solución isotónica cristalóide permanece en el espacio intravascular. En el shock moderado y grave, estos estudios han confirmado que la reposición con una solución cristalóide y sangre es mejor que el aporte de sangre sola<sup>5</sup>. El tratamiento correcto consiste en administrar una cantidad limitada de una solución de electrolitos antes de la sangre. La mejor solución de cristaloides para el tratamiento del shock hemorrágico es la solución de lactato de Ringer. El suero salino normal es otra solución cristalóide isotónica que puede usarse para reponer el volumen, pero produce hipercloremia (aumento notable de la concentración sanguínea de cloro).

Los pantalones neumáticos antishock (PNAS) resultan útiles a corto plazo para tratar el shock hemorrágico grave, ya que aumentan la resistencia vascular, reducen el tamaño del contenedor y taponan las hemorragias abdominales y pélvicas. La indicación más importante del uso de los PNAS son las hemorragias intrabdominales y pélvicas en los pacientes con una presión arterial inferior a 60 mm Hg. Sin embargo, como los PNAS aumentan la presión arterial, la hemorragia a partir de heridas situadas fuera de los confines del pantalón puede agravarse (véase en «Tratamiento» un comentario más extenso sobre los PNAS).

### Shock distributivo (vasogénico)

El shock distributivo o vasogénico aparece cuando aumenta el espacio del contenedor vascular sin que el volumen de líquido se incremente de forma proporcional, de modo que existe relativa-

mente menos líquido para el tamaño del contenedor. En consecuencia, la cantidad de líquido disponible para la precarga del corazón desciende, por lo que también lo hace el gasto cardíaco. En la mayoría de los casos, el líquido no ha salido del compartimento vascular. Esta forma de shock no se debe a hipovolemia, en la que el líquido se pierde por hemorragia, vómitos o diarrea; el problema reside en el tamaño del contenedor, lo que hace que este cuadro se denomine a veces *hipovolemia relativa*. Aunque algunos de los signos y síntomas iniciales son muy similares a los del shock hipovolémico, la causa de ambos es distinta.

En el shock distributivo, la resistencia al flujo disminuye debido al tamaño relativamente mayor de los vasos sanguíneos. Esta disminución de la resistencia provoca una reducción de la presión arterial diastólica. Cuando el descenso de la resistencia se combina con la disminución de la precarga y, por tanto, del gasto cardíaco, el resultado final es una reducción de la presión arterial tanto sistólica como diastólica, aunque la oxigenación de los tejidos sigue siendo adecuada.

El shock distributivo puede obedecer a una pérdida del control ejercido por el sistema nervioso autónomo sobre los músculos lisos de los que depende el tamaño de los vasos sanguíneos o a la liberación de sustancias químicas causantes de vasodilatación periférica. La causa de esta pérdida de control puede ser un traumatismo de la médula espinal, un simple desmayo, infecciones graves o reacciones alérgicas. El objetivo del tratamiento del shock distributivo consiste en mejorar la oxigenación de la sangre y corregir o mantener el flujo sanguíneo del encéfalo y los órganos vitales.

### Shock séptico

El shock séptico, que se observa en pacientes con infecciones potencialmente mortales, es otra situación en la que existe dilatación vascular. Las citocinas, hormonas de acción local producidas por los leucocitos que responden a la infección, alteran las paredes de los vasos sanguíneos y causan vasodilatación periférica y salida de líquido desde los capilares al espacio intersticial. Así pues, el shock séptico presenta características del shock distributivo e hipovolémico. La precarga disminuye por la vasodilatación y la pérdida de líquido y, cuando el corazón es in-

**TABLA 7-3** Signos asociados a los distintos tipos de *shock*

Signos	Hipovolémico	Neurógeno	Séptico	Cardiígeno
Temperatura cutánea	Fría, sudorosa	Caliente, seca	Fría, sudorosa	Fría, sudorosa
Color de la piel	Pálida, cianótica	Sonrosada	Pálida, moteada	Pálida, cianótica
Tensión arterial	Desciende	Desciende	Desciende	Desciende
Nivel de conciencia	Alterado	Lúcido	Alterado	Alterado
Tiempo de relleno capilar	Lento	Normal	Lento	Lento

capaz de compensar la situación, aparece la hipotensión. El *shock* séptico no se desarrolla prácticamente nunca en los minutos siguientes a un traumatismo; sin embargo, el profesional de la asistencia prehospitalaria puede tener que asistir a un paciente traumatizado con *shock* séptico durante un traslado entre centros o a otro que sufre una lesión del aparato digestivo y no recibe una asistencia médica rápida.

### Shock neurógeno

El *shock* neurógeno se produce cuando la lesión interrumpe las vías nerviosas simpáticas en la médula espinal. Esto suele suceder por lesiones en la columna toracolumbar. Debido a la pérdida del control simpático del sistema vascular y, por tanto, del control del músculo liso de las paredes vasculares, los vasos periféricos se dilatan en las zonas situadas por debajo del nivel de la lesión. La notable disminución de la resistencia vascular sistémica y la vasodilatación periférica que se producen cuando aumenta la capacidad del contenedor del volumen sanguíneo provocan una hipovolemia relativa. El paciente no está hipovolémico, pero su volumen normal de sangre es insuficiente para llenar un contenedor distendido. La disminución de la presión arterial no pone en peligro la producción de energía, por lo que *no* se trata de un *shock* verdadero.

Tanto el *shock* hipovolémico descompensado como el neurógeno ocasionan un descenso de la presión arterial sistólica. Sin embargo, existen grandes diferencias en las demás constantes vitales y en el tratamiento respectivo (tabla 7-3). El *shock* hipovolémico se caracteriza por una disminución de las tensiones sistólica y diastólica y de la presión del pulso. En el *shock* neurógeno también se observa una disminución de las tensiones sistólica y diastólica, pero la presión del pulso se mantiene normal. La hipovolemia produce una piel fría, húmeda, pálida o cianótica, con retraso del relleno capilar. En el *shock* neurógeno, los pacientes están calientes y tienen una piel seca, sobre todo por debajo del nivel de la lesión. En los sujetos con *shock* hipovolémico el pulso es débil, filiforme y rápido. Debido a la actividad parasimpática cardíaca sin oposición, en el *shock* neurógeno es más frecuente la bradicardia que la taquicardia, pero la calidad del pulso es débil. La hipovolemia origina una disminución del nivel de conciencia, o al menos ansiedad y a menudo agresividad. Los pacientes con *shock* neurógeno, si no han sufrido un traumatismo craneoencefálico, se encuentran alerta, orientados y lúcidos cuando se encuentran en decúbito supino (cuadro 7-1).

### CUADRO 7-1 Shock neurógeno y shock medular

Según se expone en este capítulo, con el término *shock neurógeno* se define una alteración del sistema nervioso simpático, en general secundaria a una lesión de la médula espinal, que produce una dilatación importante de las arterias periféricas. Si no se trata, puede alterar la perfusión de los tejidos del organismo. Este cuadro clínico no debe confundirse con el *shock medular*, un término que se refiere a una lesión medular que origina una pérdida *temporal* de las funciones sensitivas y motoras. Es decir, el *shock medular* significa que la médula ha sufrido una lesión y que no funciona correctamente, sin que pueda preverse el tiempo de recuperación. En sentido estricto, el *shock* medular no corresponde a una deficiencia de la perfusión de los órganos o tejidos. El profesional de la asistencia prehospitalaria debe tener presente que las formas de *shock* neurógeno y medular pueden ocurrir simultáneamente en el mismo paciente.

Los sujetos con *shock* neurógeno pueden tener otras lesiones asociadas causantes de hemorragias graves. Por tanto, ante un paciente con *shock* neurógeno y signos de hipovolemia, como taquicardia, el tratamiento deberá adaptarse a la situación concreta.

### Shock psicógeno (vasovagal)

El *shock* psicógeno depende de la acción del sistema nervioso parasimpático. La estimulación del X par craneal (el nervio vago) produce bradicardia. El aumento de la actividad parasimpática puede dar lugar, además, a una vasodilatación periférica transitoria con hipotensión. Si la intensidad de la bradicardia y la vasodilatación es suficiente, el gasto cardíaco experimentará un descenso espectacular, haciendo que la cantidad de sangre que llega al encéfalo sea insuficiente. El síndrome vasovagal (lipotimia) ocurre cuando un paciente pierde la conciencia. En comparación con el *shock* neurógeno, los períodos de bradicardia y vasodilatación suelen limitarse a minutos, mientras que en aquel pueden durar hasta varios días. En los pacientes con *shock* psicógeno, la presión arterial se restablece rápidamente tras adoptar la posición horizontal. Debido a su carácter autolimitado, es poco probable que los episodios vasovagales den lugar a un *shock* verdadero y el organismo se recupera rápidamente, antes de que ocurra una alteración importante de la perfusión sistémica.

## Shock cardiogéno

El *shock* cardiogéno, o insuficiencia de la actividad de bomba del corazón, obedece a causas que pueden dividirse en intrínsecas (resultado de una alteración directa del corazón) o extrínsecas (relacionadas con un problema extracardíaco).

### Causas intrínsecas

**Alteración del músculo cardíaco.** Todo proceso que debilite al miocardio afectará al gasto cardíaco. La alteración puede ser consecuencia de una interrupción aguda de la irrigación propia del corazón (como sucede en el infarto de miocardio durante la cardiopatía isquémica) o de una contusión directa del músculo cardíaco (como ocurre en los traumatismos torácicos cerrados). A continuación, se produce un círculo vicioso en el que la disminución de la oxigenación reduce la contractilidad, lo que da lugar a una disminución del gasto cardíaco y, por tanto, de la perfusión sistémica. La menor perfusión induce una disminución mantenida de la oxigenación, con lo que el círculo se cierra. Como en cualquier músculo, la función del músculo cardíaco resulta ineficaz cuando sufre una contusión o una lesión.

**Arritmias.** El desarrollo de una arritmia cardíaca puede influir en la eficacia de las contracciones, provocando una alteración de la perfusión sistémica. La hipoxia conduce a la isquemia del miocardio y causa arritmias tales como extrasístoles y taquicardia. Dado que el gasto cardíaco depende del volumen sistólico y del número de contracciones por minuto, las arritmias que reducen la frecuencia de las contracciones (bradicardia) o que acortan el tiempo de llenado ventricular (taquicardia), con la consiguiente disminución del volumen sistólico, alteran el gasto cardíaco. Los traumatismos cardíacos cerrados también originan arritmias, siendo la más frecuente una taquicardia leve persistente.

**Rotura valvular.** Una compresión brusca y potente del abdomen (véase capítulo 3) puede producir una lesión de las válvulas cardíacas. Las lesiones graves se manifiestan con una insuficiencia aguda, en la que una cantidad importante de la sangre retrocede hacia la cavidad de donde procede. Estos pacientes suelen desarrollar con rapidez una insuficiencia cardíaca congestiva que se manifiesta por edema pulmonar y *shock* cardiogéno. La presencia de un soplo cardíaco nuevo es un indicio importante para establecer el diagnóstico.

### Causas extrínsecas

**Taponamiento cardíaco.** La acumulación de líquido en la cavidad pericárdica puede impedir que el corazón se llene por completo durante la diástole (fase de relajación). Según la ley de Starling, un llenado incompleto hará que la contracción cardíaca pierda fuerza. En los traumatismos torácicos penetrantes, la sangre que pasa al saco pericárdico con cada contracción reduce cada vez más el gasto cardíaco. El cuadro evoluciona con rapidez hacia un *shock* grave y la muerte.

**Neumotórax a tensión.** El neumotórax a tensión desvía el mediastino hacia el lado contrario a la lesión. La compresión y el plegamiento de las venas cavas superior e inferior y el aumento de

la resistencia vascular pulmonar debido al incremento de la presión intratorácica reducen drásticamente el retorno venoso al corazón, lo que provoca un descenso importante de la precarga. Debido a la alteración del llenado, la función del corazón como bomba pierde eficacia y el *shock* surge con rapidez.

## Complicaciones del shock

En los pacientes con *shock* persistente o sometidos a una reanimación insuficiente pueden aparecer varias complicaciones; por consiguiente, el diagnóstico precoz y el tratamiento intensivo del *shock* son esenciales. Muchos profesionales de la asistencia no comprenden que la calidad de la asistencia prestada en el medio prehospitalario puede alterar la evolución y el resultado final del paciente en el hospital. *Si el shock no se diagnostica y el tratamiento correcto no se inicia antes de que el paciente llegue al hospital, la duración de la estancia hospitalaria se prolongará.* Aunque las complicaciones que se estudian a continuación no suelen encontrarse en el medio prehospitalario, el profesional de la asistencia puede verse obligado a enfrentarse a ellas en los traslados de pacientes entre distintos centros.

### Insuficiencia renal aguda

La alteración de la circulación renal secundaria a un tratamiento inadecuado del *shock* con prolongación de este puede provocar una insuficiencia renal transitoria o permanente. Las células renales más sensibles a la isquemia son las que forman los túbulos, que mueren cuando el aporte de oxígeno se altera durante más de 45 a 60 minutos. Esta *necrosis tubular aguda* (NTA) puede hacer que los riñones se desmoronen. Cuando los riñones dejan de funcionar, el exceso de líquido no se excreta y aparece la sobrecarga de volumen. Además, los riñones pierden su capacidad para excretar ácidos y electrolitos procedentes del metabolismo, lo que da lugar a acidosis metabólica e hiperpotasemia (ascenso del potasio en la sangre). En estos casos suele precisarse diálisis durante varias semanas a meses. Si sobreviven, la mayoría de los pacientes con una NTA secundaria a un *shock* terminarán por recuperar una función renal normal.

### Síndrome de dificultad respiratoria aguda

El síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) se debe a una lesión del revestimiento de los capilares pulmonares que facilita el paso de líquido hacia los espacios intersticiales y los alvéolos pulmonares. Este fenómeno dificulta en gran medida la difusión del oxígeno a través de las paredes alveolares hacia el interior de los capilares para unirse a los hemátiles. Los pacientes tienen edema pulmonar, aunque no obedece a una alteración de la función cardíaca, como sucede en la insuficiencia cardíaca congestiva (edema pulmonar *cardiogéno*). En el SDRA, el edema pulmonar *no es cardiogéno*, por lo que los pacientes no suelen mejorar con el uso de diuréticos. Son muchos los factores asociados al desarrollo del SDRA y entre ellos figuran el *shock*, las transfusiones sanguíneas

masivas, la aspiración y las infecciones graves. La mortalidad de este síndrome es de alrededor del 40% y los pacientes que sobreviven pueden necesitar ventilación mecánica durante varios meses.

### Insuficiencia hematológica

El término *coagulopatía* indica una alteración de la capacidad normal de la sangre para formar coágulos. Esta alteración puede ser secundaria a hipotermia (descenso de la temperatura corporal), dilución de los factores de la coagulación tras la transfusión de líquidos o al agotamiento de las sustancias de la coagulación, que se consumen en un intento de controlar una hemorragia (coagulopatía de *consumo*). En la cascada normal de la coagulación de la sangre intervienen varias enzimas y su resultado final es la creación de moléculas de fibrina que actúan como una red, atrapando a las plaquetas y los hematíes para formar el coágulo en la pared del vaso. Estas enzimas funcionan mejor cuando la temperatura se mantiene en sus valores normales (es decir, a la temperatura normal del organismo). Cuando la temperatura central disminuye, la coagulación de la sangre también lo hace de forma espectacular, favoreciendo por tanto la persistencia de las hemorragias. Los factores de la coagulación de la sangre pueden consumirse también cuando se forman coágulos en un intento de detener y controlar una hemorragia. Otra manifestación de insuficiencia hematológica consiste en una disminución importante del número de leucocitos, lo que facilita las infecciones en los pacientes con *shock*. La disminución de la temperatura corporal agrava los problemas de la coagulación haciendo que la hemorragia sea más profusa, lo que a su vez reduce aún más la temperatura corporal. En consecuencia, con una reanimación adecuada, el círculo vicioso empeora progresivamente.

### Insuficiencia hepática

Las lesiones hepáticas graves son menos frecuentes en el *shock* prolongado, aunque a veces aparecen. La insuficiencia hepática se manifiesta por hipoglucemia persistente (baja concentración de azúcar en la sangre), acidosis láctica persistente e ictericia. Como el hígado produce muchos de los factores de la coagulación necesarios para la hemostasia, la insuficiencia hepática puede asociarse también a coagulopatía.

### Insuficiencia multiorgánica

El *shock* tratado sin éxito puede ocasionar la disfunción de un órgano, seguida de la disfunción simultánea de varios órganos y la sepsis es un acompañante frecuente que conduce al síndrome de disfunción multiorgánica.

La mortalidad de la insuficiencia de un sistema orgánico importante (p. ej., pulmones, riñones, cascada de la coagulación o hígado) es de alrededor del 40%. Cuando un órgano entra en insuficiencia, el *shock* se agrava aún más. En el momento en que la insuficiencia afecta a cuatro órganos, la mortalidad se eleva a prácticamente el 100%.<sup>7</sup> En ocasiones excepcionales es posible corregir una insuficiencia cardiovascular secundaria a un *shock* cardiogénico o séptico.

## Evaluación

El *shock* se definía antes como un estado de hipoperfusión generalizada. A la hora de valorar la existencia de un *shock*, el profesional debe buscar datos que confirmen esta hipoperfusión. En el entorno prehospitalario, esto obliga a valorar los órganos y sistemas que resultan accesibles de forma inmediata para esta valoración. Los signos de hipoperfusión se manifestarán como un mal funcionamiento de los órganos y sistemas accesibles. Estos sistemas incluyen el encéfalo y el sistema nervioso central (SNC), el corazón y el aparato cardiovascular, el aparato respiratorio, la piel y las extremidades y los riñones. Por tanto, los signos de hipoperfusión podrían incluir los siguientes:

- Disminución del nivel de conciencia, ansiedad, desorientación, beligerancia, comportamientos extraños (encéfalo y SNC).
- Taquicardia, disminución de la tensión sistólica y de la presión del pulso (corazón y aparato cardiovascular).
- Respiraciones rápidas y superficiales (aparato respiratorio).
- Piel fría, pálida, sudorosa, húmeda o incluso cianótica con una reducción del tiempo de relleno capilar (piel y extremidades).
- Disminución de la diuresis (riñones), que se identifica pocas veces en ambientes prehospitalarios en situaciones de traslados prolongados o retrasados en los que se puede haber colocado una sonda urinaria.

Como la hemorragia es la causa más frecuente del *shock* en pacientes traumatizados, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe valorar todos los casos de *shock* como hemorrágicos, salvo que se demuestre lo contrario. En primer lugar el profesional debería explorar las fuentes externas de sangrado y controlarlas de la forma más directa posible. Entre las posibles opciones se incluye la aplicación de presión mediante vendajes compresivos, torniquetes o mediante la colocación de férulas en las fracturas de las extremidades. Si no se reconocen signos de hemorragia externa, se debería sospechar una hemorragia interna. Aunque el tratamiento definitivo de una hemorragia interna no resulta practicable en el ambiente prehospitalario, su identificación facilitará el proceso de traslado rápido al centro de asistencia definitiva. La hemorragia interna puede afectar al tórax, el abdomen, la pelvis o el retroperitoneo. Se debe sospechar un origen torácico ante las lesiones torácicas penetrantes o contusas en las que se produce una reducción de los sonidos respiratorios y se encuentra matidez a la percusión. El profesional se debe plantear un origen abdominal, pelviano o retroperitoneal del sangrado cuando existen evidencias de traumatismo cerrado (p. ej., equimosis) o penetrante, en casos con distensión o hipersensibilidad abdominal, inestabilidad de la pelvis, desigualdad de las piernas, dolor en la región pelviana agravado con el movimiento, equimosis perineal o presencia de sangre en el meato uretral.

Si la valoración no sugiere una hemorragia como causa del *shock*, se deberían valorar otras causas no hemorrágicas. Entre ellas destacan el taponamiento cardíaco y el neumotórax a tensión (am-

bos se ponen de evidencia por la presencia de venas cervicales distendidas lo que contrasta con su aspecto colapsado en el *shock* hemorrágico) y el *shock* neurógeno. La reducción de los tonos respiratorios y la hiperresonancia en el lado de la lesión torácica con una posible desviación de la tráquea pueden sugerirnos un neumotórax a tensión, que obliga a una descompresión con aguja de inmediato. El profesional debería sospechar distintas causas de *shock* cardiogénico ante los traumatismos torácicos cerrados o penetrantes, con tonos cardíacos amortiguados (algo que posiblemente no se pueda determinar en un entorno prehospitalario) y con las arritmias. Se debe plantear un posible *shock* neurógeno en pacientes con signos de traumatismo medular, bradicardia y extremidades cálidas. La mayoría de estos rasgos, cuando no todos, pueden ser detectados por el profesional prehospitalario astuto, que puede determinar la causa del *shock* y la necesidad de intervenciones apropiadas cuando sean posibles sobre el terreno.

Una parte importante de la evaluación del paciente consiste en efectuar una valoración simultánea, mientras el profesional de la asistencia reúne y procesa información de diversas fuentes. Si el profesional de la asistencia observa que todos los sistemas funcionan con normalidad, no se le enciende la alarma.

Entre las áreas de valoración del paciente se incluyen el estado de la vía aérea, la ventilación, la perfusión, el color y la temperatura de la piel, el tiempo de relleno capilar y la presión arterial. Cada uno de estos aspectos se analiza aquí por separado tanto durante la valoración primaria (valoración inicial) como en la secundaria (anamnesis y exploración física dirigidas).

## Valoración primaria

Los signos siguientes indican la necesidad de continuar sospechando la presencia de cuadros potencialmente mortales:

- Ansiedad ligera que progresa a confusión o alteración del nivel de conciencia.
- Taquipnea leve que produce ventilaciones rápidas y trabajosas.
- Taquicardia ligera que progresa a taquicardia importante.
- Pulso radial débil que progresa a ausencia de pulso radial.
- Color pálido o cianótico de la piel.
- Tiempo de relleno capilar superior a 2 segundos.

Cualquier alteración o insuficiencia de la vía aérea, la respiración o el aparato circulatorio debe ser tratada de forma inmediata antes de seguir. Los pasos siguientes se describen en orden, aunque, cuando el profesional de la asistencia los pone en práctica en el lugar del suceso, lo hace de una forma más o menos simultánea.

### Vía aérea

La evaluación debe incluir el estudio de la vía aérea para garantizar su permeabilidad (véase capítulo 6).

### Respiración

Según se ha expuesto ya, el metabolismo anaerobio asociado a la disminución de la oxigenación celular provoca un incremento del

ácido láctico. Los iones de hidrógeno ( $H^+$ ) procedentes de la acidosis y la hipoxia estimulan al centro respiratorio, incrementando la frecuencia y la profundidad de la ventilación. Por tanto, la taquipnea suele ser uno de los primeros signos del *shock*. Durante la valoración primaria no se consume tiempo en medir la frecuencia ventilatoria. Se debe estimar si las ventilaciones son lentas, normales, rápidas o muy rápidas. Una frecuencia ventilatoria lenta, asociada a un *shock*, suele indicar que la situación de *shock* es profunda y que puede faltar muy poco tiempo para que se produzca una parada cardíaca. Cualquier frecuencia ventilatoria rápida debe preocuparnos y debe servir como estímulo para buscar la causa del *shock*. Un paciente que trata de quitarse la mascarilla de oxígeno, sobre todo cuando se asocia a ansiedad y beligerancia, está mostrando otro signo de isquemia cerebral. Estos sujetos tienen «sed de aire» y sienten la necesidad de una mayor ventilación. La presencia de la mascarilla sobre la nariz y la boca genera la sensación fisiológica de una limitación de la ventilación. Por tanto, esta acción es un indicio de que el paciente no recibe oxígeno suficiente y que se encuentra en hipoxia. Una baja saturación de oxígeno medida con el pulsioxímetro confirmará esta sospecha. Una lectura del pulsioxímetro por debajo del 95% resulta preocupante y debe movernos a identificar la causa de la hipoxia.

## Circulación

El profesional prehospitalario puede comprobar los siguientes signos y trastornos vitales de forma rápida y asimilar los datos para establecer una determinación inicial rápida del volumen del paciente y del estado de perfusión.

**Hemorragia.** La valoración de la circulación debe comenzar con una revisión rápida para descartar hemorragias externas importantes. Si existe una hemorragia activa, ninguna maniobra destinada a restablecer la perfusión será eficaz. El paciente puede perder cantidades importantes de sangre a partir de heridas del cuero cabelludo, dado el gran número de vasos sanguíneos de esta región, o de heridas penetrantes que afecten a vasos importantes (arterias subclavias, axilares, braquiales, radiales, cubitales, carótidas, femorales o poplíteas).

**Pulso.** El siguiente punto importante a valorar en relación con la perfusión es el pulso. La evaluación inicial del pulso determina si puede palparse en la arteria que se examina. En general, la pérdida del pulso radial indica una hipovolemia grave o una lesión vascular del brazo, sobre todo si el pulso central, por ejemplo, en las arterias carótidas o femorales, es débil, filiforme y muy rápido. Si el pulso es palpable, habrá que registrar su carácter y fuerza:

- ¿Es fuerte o débil y filiforme?
- ¿Su frecuencia es normal, demasiado rápida o demasiado lenta?
- ¿Es regular o irregular?

Aunque muchos individuos que participan en el tratamiento de los pacientes traumatizados se basan en la presión arterial, no se debería emplear un tiempo precioso durante la valo-

ración primaria para medirla. Es posible obtener una información significativa a partir de la frecuencia del pulso y sus características. En una serie de pacientes traumatizados, el pulso radial considerado por el profesional prehospitalario como «débil» se asoció a una presión arterial 26 mm Hg menor como media que la asociada al pulso considerado «normal». Otro dato más importante es que los pacientes traumáticos en los que el pulso se consideró débil presentaron un riesgo de morir 15 veces mayor que los que tenían un pulso normal<sup>9</sup>. Aunque se suele medir al principio de la valoración secundaria, es posible palpar o auscultar la presión arterial más pronto si existe suficiente ayuda o tras completar la valoración primaria y cuando se están atendiendo los problemas con riesgo vital durante el traslado.

**Nivel de conciencia.** A continuación se valora el nivel de conciencia del paciente. Se suele considerar que el estado mental del paciente es parte de la valoración de la discapacidad, pero una alteración del mismo puede indicar una perfusión cerebral alterada. Ante un paciente ansioso y beligerante hay que suponer que sufre isquemia cerebral y que su metabolismo es anaerobio en tanto no se identifique otra causa que explique esta conducta. Las sobredosis de drogas y alcohol y la contusión cerebral son cuadros que no pueden tratarse con rapidez, pero la isquemia cerebral sí. Por tanto, todos los casos en que se sospeche una posible isquemia cerebral deberán ser tratados como si realmente la tuvieran.

**Color de la piel.** Un color sonrosado de la piel indica, en general, que el paciente está bien oxigenado y que el metabolismo no es anaerobio. Una piel azul (cianótica) o moteada indica que la hemoglobina no está oxigenada, con la consiguiente falta de oxigenación en la periferia. En la piel pálida, moteada o cianótica, la irrigación inadecuada se debe a una de tres causas posibles:

1. Vasoconstricción periférica (asociada a hipovolemia en la mayor parte de los casos).
2. Disminución del número de hematíes (anemia aguda).
3. Interrupción del flujo sanguíneo en la parte del cuerpo observada, como sucede en una fractura.

La piel pálida en una región del cuerpo puede no ser representativa de la totalidad del organismo. La observación de una coloración cutánea irregular indica que es necesario recurrir a otros parámetros, como la taquicardia, para resolver la cuestión y determinar si la piel pálida es una manifestación localizada, regional o generalizada. En los pacientes hipóxicos que han perdido una cantidad importante de hematíes debido a una hemorragia puede no encontrarse cianosis. En los pacientes de piel oscura la cianosis se puede observar en los labios y las encías y en las palmas.

**Temperatura cutánea.** Cuando el organismo desvía la sangre desde la piel hacia otras partes más importantes del cuerpo, la temperatura cutánea disminuye. Una piel fría al tacto indica una reducción de la perfusión cutánea, una disminución de la producción de energía o ambas y, por tanto, un *shock*. Dado que durante la fase de evaluación puede perderse una cantidad con-

siderable de calor, es necesario tomar medidas para que el paciente conserve la temperatura corporal.

Uno de los mejores signos de que la reanimación es adecuada consiste en un dedo del pie caliente, seco y sonrosado. Las condiciones ambientales en las que se encuentra el paciente cuando se efectúa la prueba influyen en los resultados.

**Tiempo de relleno capilar.** La capacidad del sistema cardiovascular para rellenar los capilares después de haber «extraído» la sangre de ellos es un sistema de apoyo importante. El estudio de la función de este sistema mediante la compresión de los capilares para que salga toda la sangre que contienen y midiendo después el tiempo que tardan en volver a llenarse aporta información sobre la perfusión del lecho capilar. En general, el organismo anula la circulación primero en las zonas más distales, que también son las que más tarde la recuperan. La valoración del lecho ungueal del dedo gordo del pie o del pulgar proporciona una de las primeras indicaciones de que se está desarrollando una hipoperfusión. Asimismo, ofrece un indicio firme de que se ha completado la reanimación. Sin embargo, al igual que otros muchos signos físicos de la exploración, existen varios factores, tanto ambientales como fisiológicos, que pueden alterar los resultados. La prueba del tiempo de relleno capilar es una medición del tiempo necesario para que la piel vuelva a perfundirse y, por tanto, una medida indirecta de la perfusión real de la región del cuerpo en que se realiza la prueba. No es una prueba diagnóstica de ninguna enfermedad ni lesión específica. La ausencia de pulso puede deberse a muchas de las alteraciones que alargan el tiempo de relleno capilar.

Recientemente se ha comunicado que el tiempo de relleno capilar no es una buena prueba para valorar el *shock*. Sin embargo, no es una prueba de *shock*, sino más bien una prueba de perfusión del lecho capilar analizado. La interrupción arterial debida a una fractura, un disparo en un vaso sanguíneo, la hipotermia e incluso la arteriosclerosis son situaciones asociadas a una perfusión deficiente y, por tanto, a un trastorno del tiempo de relleno capilar. Otra causa de un relleno capilar inadecuado es la disminución del gasto cardíaco secundario a hipovolemia. Es un signo diagnóstico útil que ayuda al profesional de la asistencia prehospitalaria a analizar la progresión de la reanimación.

## Evaluación de la función cerebral

La función cerebral es fácil de valorar en el lugar del suceso. En los pacientes traumatizados existen al menos cinco cuadros que pueden producir alteraciones del nivel de conciencia o cambios de la conducta (agresividad o beligerancia):

1. Hipoxia.
2. *Shock* con alteración de la perfusión cerebral.
3. Lesión encefálica traumática.
4. Intoxicación por alcohol o drogas.
5. Procesos metabólicos tales como diabetes, convulsiones o eclampsia.

De estas cinco situaciones, la más fácil de tratar y la que puede matar al paciente con mayor rapidez si no se trata es la hipo-

xia. En todo paciente con una alteración del nivel de conciencia, el tratamiento debe ser igual al que se instauraría si la causa fuera una disminución de la oxigenación cerebral. La alteración del nivel de conciencia suele ser uno de los primeros signos identificables del *shock*.

La lesión cerebral se puede considerar *primaria* (causada por un traumatismo directo sobre el tejido encefálico) o *secundaria* (causada por los efectos de la hipoxia, la hipoperfusión, etc.). No se dispone de ningún tratamiento prehospitalario eficaz para las lesiones cerebrales primarias, pero las secundarias se pueden prevenir manteniendo la oxigenación y la perfusión.

La función encefálica disminuye a medida que la perfusión y la oxigenación descienden y se desarrolla la isquemia. Esta pérdida de función evoluciona a través de varios estadios, según se van afectando las distintas regiones del encéfalo. Los primeros signos suelen ser la ansiedad y el comportamiento beligerante, a los que siguen una mayor lentitud de los procesos del pensamiento y una disminución de las funciones motoras y sensitivas del organismo. El grado de función cerebral es un signo importante de *shock* que puede medirse en el medio prehospitalario. Ante todo paciente beligerante, combativo y ansioso o con disminución del nivel de conciencia, debe suponerse que existen hipoxia e hipoperfusión cerebral mientras no se demuestre otra causa que justifique la situación. La hipoperfusión y la hipoxia cerebral suelen acompañar a la lesión encefálica y hacen que empeoren los resultados a largo plazo. Incluso los episodios breves de hipoxia y *shock* pueden agravar la lesión encefálica original y hacer que los resultados finales sean peores.

## Exposición corporal/ambiente

El profesional prehospitalario expone el cuerpo del paciente para buscar orígenes menos evidentes del sangrado externo o datos que orienten a una hemorragia interna. También se debe considerar la posibilidad de una hipotermia.

## Valoración secundaria

### Signos vitales

La determinación de una serie de signos vitales es uno de los primeros pasos que debe realizar el profesional prehospitalario durante la valoración secundaria o tras revalorar la primaria cuando se dispone de unos pocos minutos durante el traslado.

**Frecuencia ventilatoria.** Una frecuencia de 20 a 30 respiraciones por minuto indica una anomalía limítrofe que requiere suplemen-

tos de oxígeno. Una frecuencia mayor de 30 respiraciones por minuto significa que el *shock* se encuentra en fase avanzada y que se precisa ventilación asistida, ya que esta frecuencia se asocia a una disminución del volumen corriente. Estas dos frecuencias obligan a buscar las posibles causas de la alteración de la perfusión.

**Pulso.** En la revisión secundaria se determinan con mayor precisión las características del pulso. La frecuencia normal del adulto es de 60 a 100 pulsaciones/min. En caso de frecuencias inferiores y salvo en las personas muy atléticas, debe sospecharse una isquemia cardíaca o un cuadro patológico, como un bloqueo cardíaco completo. Una frecuencia de 100 a 120 pulsaciones por minuto indica un *shock* inicial, con una respuesta cardíaca dirigida hacia la taquicardia. Una frecuencia superior a 120 pulsaciones es un signo definitivo de *shock*, a menos que se deba al miedo o el dolor; cuando la frecuencia supera las 140 pulsaciones por minuto, la situación se definirá como crítica y de muerte inminente.

**Presión arterial.** La presión arterial es uno de los signos menos sensibles del *shock*. No comienza a disminuir hasta que el paciente se encuentra en hipovolemia profunda (por pérdida real de líquidos o por aumento relativo de la capacidad del contenedor). En personas por lo demás sanas, la pérdida de sangre debe superar el 30% del volumen total para que los mecanismos de compensación fallen y la presión arterial sistólica caiga por debajo de 90 mm Hg. Por ello, la frecuencia ventilatoria, la frecuencia y el carácter del pulso, el tiempo de relleno capilar y el nivel de conciencia son indicadores más sensibles de hipovolemia que la presión arterial.

Cuando la tensión del paciente comienza a descender, la situación es extremadamente crítica y requiere una intervención rápida. En el medio prehospitalario, cuando un paciente está hipotenso significa que ha perdido ya una cantidad importante de sangre. Cuando un sujeto entra en hipotensión, debe pensarse que el profesional de la asistencia ha pasado por alto los primeros signos del *shock*.

La gravedad de la situación y el tipo de intervención apropiada dependen de la causa que produjo la hipotensión. Por ejemplo, una presión arterial baja asociada a un *shock* neurógeno no es tan crítica como este mismo descenso en un *shock* hipovolémico. En la tabla 7-4 se presentan los signos que se utilizan para valorar el *shock* hipovolémico compensado y descompensado.

Un error importante que debe evitarse consiste en equiparar la presión arterial sistólica con el gasto cardíaco y la perfusión de los tejidos. Como ya se ha insistido en este capítulo, para que un paciente entre en hipotensión, la pérdida de sangre debe ser

**TABLA 7-4** Evaluación del *shock* hemorrágico compensado y descompensado

Signos vitales	Compensado	Descompensado
Pulso	Rápido, taquicardia	Muy rápido, taquicardia pronunciada que puede progresar a bradicardia
Piel	Blanca, fría, húmeda	Blanca, fría, cérea
Límites de presión arterial	Normales	Bajos
Nivel de conciencia	Sin alteración	Alterado, desde desorientación a coma

importante (hemorragia de clase III). Por tanto, estos pacientes tienen un gasto cardíaco bajo y un trastorno de la oxigenación de los tejidos debido a una pérdida del 15% al 30% de su volumen sanguíneo, aunque la tensión sistólica se haya mantenido normal.

Cuando se valora a un sujeto politraumatizado, debe recordarse siempre que las lesiones encefálicas no causan hipotensión hasta que el cerebelo comienza a herniarse a través de la incisura y el agujero occipital. Por tanto, si un paciente con una lesión craneoencefálica está hipotenso, el profesional de la asistencia prehospitalaria deberá suponer que la hipotensión se debe a una hipovolemia (generalmente por hemorragia) secundaria a otras lesiones y no a la lesión encefálica. Los lactantes pequeños (<6 meses) constituyen la excepción a esta regla, ya que puede surgir una hemorragia que conduce al *shock* hipovolémico en el interior del cráneo debido a que las suturas y las fontanelas permanecen aún abiertas.

## Lesiones musculoesqueléticas

En las fracturas pueden producirse hemorragias internas importantes (tabla 7-5). Las fracturas más preocupantes son las del fémur y la pelvis. Una fractura femoral simple puede hacer que se pierdan de 2 a 4 unidades de sangre (de 1000 a 2000 ml) en el muslo. Por sí sola, esta lesión puede provocar una pérdida del 30% al 40% del volumen sanguíneo de un adulto, causando un *shock* hipovolémico descompensado. Las fracturas de la pelvis, sobre todo las relacionadas con mecanismos de aplastamiento o caídas importantes, pueden originar una hemorragia interna masiva en el espacio retroperitoneal. A veces, la víctima de un traumatismo contuso presenta fracturas múltiples y un *shock* de clase III o IV sin signos de hemorragia externa, hemotórax, hemorragia intrabdominal o fractura pélvica. Por ejemplo, un peatón adulto atropellado por un vehículo que le causó cuatro fracturas costales, una fractura del húmero, otra del fémur y fracturas bilaterales de tibia y peroné puede tener hemorragias internas de entre 3000 y 5500 ml. Si esta pérdida de sangre pasa inadvertida o el tratamiento es insuficiente, causará la muerte del paciente por *shock*.

## Factores de confusión

Son varios los factores que pueden confundir la evaluación de los signos de *shock* del paciente.

**TABLA 7-5 Hemorragia interna aproximada asociada a las fracturas**

Tipo de fractura	Hemorragia interna aproximada (ml)
Costilla	125
Radio o cúbito	250-500
Húmero	500-750
Tibia o peroné	500-1000
Fémur	1000-2000
Pelvis	1000-masiva

## Edad

Los pacientes en las edades extremas de la vida, es decir, los muy pequeños (recién nacidos) y los ancianos, tienen menos capacidad para compensar una hemorragia aguda u otros estados de *shock*. Por tanto, en estos casos, los traumatismos relativamente menores pueden causar un *shock* descompensado. Por otra parte, los niños y los adultos jóvenes tienen una gran capacidad para compensar la pérdida de sangre y, en una revisión rápida, su aspecto puede ser bastante normal. Una exploración más detenida puede revelar signos sutiles de *shock*, tales como taquicardia y taquipnea ligeras, piel pálida con retraso del relleno capilar y ansiedad. Debido a sus potentes mecanismos de compensación, los niños en *shock* descompensado constituyen una urgencia extrema. Los ancianos son más propensos a determinadas complicaciones del *shock* prolongado, como una insuficiencia renal aguda.

## Forma física

En los atletas bien entrenados, la capacidad de compensación suele ser mayor. Muchos tienen frecuencias cardíacas en reposo de 40 a 50 latidos por minuto. Por tanto, en estos deportistas, una frecuencia cardíaca de 100 a 110 latidos/m o una hipotensión pueden ser signos de alarma que indican una hemorragia importante.

## Embarazo

Durante el embarazo, el volumen sanguíneo de la mujer aumenta hasta el 48% y también lo hacen la frecuencia cardíaca y el gasto cardíaco. Debido a ello, las embarazadas pueden no mostrar signos de *shock* hasta que la pérdida de sangre supera el 30% al 35% de su volumen total. Además, mucho tiempo antes de que la madre muestre signos de hipoperfusión, el feto puede afectarse porque la circulación placentaria es más sensible a los efectos de las catecolaminas liberadas en respuesta a la situación de *shock*. Durante el tercer trimestre, el útero grávido puede comprimir la vena cava inferior, lo que disminuye notablemente el retorno venoso al corazón, con la consiguiente hipotensión. La elevación del lado derecho de la paciente tras haberla inmovilizado en una tabla larga puede aliviar esta situación. Si la hipotensión persiste después de esta maniobra, deberá pensarse en una hemorragia potencialmente mortal.

## Enfermedades preexistentes

La capacidad de los pacientes con enfermedades graves previas, tales como una cardiopatía isquémica o una enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), para compensar la hemorragia y el *shock* es menor. Estos pacientes pueden sufrir una angina cuando su frecuencia cardíaca aumenta en un intento de mantener la presión arterial. Es típico que los portadores de marcapasos implantados no puedan desarrollar la taquicardia compensadora necesaria para mantener la presión arterial.

## Medicaciones

Son muchos los fármacos que pueden interferir en los mecanismos de compensación del organismo. Los betabloqueantes y los

antagonistas del calcio, utilizados para tratar la hipertensión, pueden impedir que una persona desarrolle una taquicardia compensadora para mantener su presión arterial. Además, la administración de antiinflamatorios no esteroideos (AINE), utilizados para tratar la artritis y el dolor musculoesquelético, pueden alterar la actividad de las plaquetas y la coagulación de la sangre, con el consiguiente aumento de la hemorragia.

### Intervalo entre la lesión y el tratamiento

En las situaciones en que el tiempo de respuesta del servicio de emergencias médicas (SEM) ha sido breve pueden encontrarse pacientes con hemorragias internas potencialmente mortales, pero que aún no han perdido una cantidad de sangre suficiente para desarrollar un *shock* grave (hemorragias de clase III o IV). Incluso pacientes con heridas penetrantes en la aorta, las venas cavas o los vasos ilíacos podrán llegar al hospital con una presión arterial sistólica normal cuando los tiempos de respuesta del SEM en el lugar del suceso y de transporte son breves. El profesional de la asistencia prehospitalaria no debe suponer nunca que el paciente no tiene una hemorragia interna sólo porque observe un «buen aspecto». Siempre se debe realizar una valoración completa, incluso de los signos más sutiles de *shock*, y debe sospecharse una hemorragia interna hasta que sea posible descartarla por completo. Esta es una de las razones por las que resulta esencial la reevaluación continua de los pacientes traumatizados.

## Tratamiento

Además de asegurar la vía aérea y ventilar al paciente para mantener la oxigenación, los objetivos principales del tratamiento del *shock* incluyen identificar la causa, tratarla de forma lo más específica posible y apoyar la circulación. A nivel prehospitalario es frecuente identificar la fuente de una hemorragia externa para poder controlarla de forma inmediata y directa. Las causas internas del *shock* en general no se pueden tratar de forma definitiva en el entorno prehospitalario; por tanto, la mejor aproximación es trasladar al paciente con rapidez al lugar de tratamiento definitivo al tiempo que se mantiene la circulación de la mejor forma posible. La reanimación prehospitalaria incluye los siguientes aspectos:

- Mejorar la oxigenación de los hematíes en los pulmones mediante un tratamiento adecuado de la vía aérea.
- Proporcionar sostén respiratorio con un sistema de bolsa, válvula y mascarilla (MVB) con aporte de oxígeno en concentraciones elevadas.
- Controlar tanto una hemorragia externa como una interna a nivel prehospitalario, en la medida de lo posible. *Cada hematíe cuenta.*
- Mejorar la circulación para lograr un mayor aporte de hematíes oxigenados a los tejidos y favorecer la oxigenación celular.
- Instaurar un tratamiento definitivo tan pronto como sea posible para controlar la hemorragia y reponer los hematíes perdidos.

Si el profesional de la asistencia prehospitalaria no pone en práctica las medidas adecuadas, el paciente continuará deteriorándose con rapidez hasta que llegue al estadio final, la muerte.

Al decidir el tratamiento a administrar a un paciente en *shock* deben plantearse cuatro preguntas:

1. ¿Qué origen tiene el *shock* del paciente?
2. ¿Cuál es el tratamiento definitivo del *shock* del paciente?
3. ¿Dónde recibirá el paciente el mejor tratamiento definitivo?
4. ¿Qué medidas provisionales pueden tomarse para corregir el estado del paciente durante su evacuación al centro donde se realizará el tratamiento definitivo?

Aunque la primera pregunta resulta difícil de responder con un grado elevado de exactitud diagnóstica, conviene tener alguna idea de lo que está ocurriendo para ayudar a identificar el mejor centro donde pueden satisfacerse las necesidades del paciente y decidir las medidas que han de adoptarse durante su traslado.

### Vía aérea

En todos los casos es necesario efectuar una valoración inicial de la vía aérea. Los pacientes que precisan un tratamiento inmediato de la vía aérea son, por orden de importancia:

1. Los que no respiran.
2. Los que tienen un compromiso respiratorio evidente.
3. Los que tienen frecuencias respiratorias superiores a 20 respiraciones/min.
4. Los que emiten ruidos fuertes durante la respiración.

Las técnicas avanzadas para asegurar la vía aérea y mantener la ventilación pueden ser necesarias en situaciones prehospitalarias, como se comentó en el capítulo 6, pero el profesional de la asistencia prehospitalaria no debería infraestimar las habilidades básicas de control de la vía aérea, sobre todo cuando el traslado es corto.

### Respiración

Una vez garantizada la permeabilidad de la vía aérea, los paciente en *shock* o los que presentan riesgo de desarrollarlo (casi todos los traumatizados) deben recibir inicialmente concentraciones de oxígeno lo más cercanas posibles al 100% (Fio<sub>2</sub> de 1). Este tipo de oxigenación sólo podrá lograrse con un aparato que disponga de un reservorio conectado a una fuente de oxígeno, pero no con una cánula nasal o una mascarilla facial simple. *En la práctica totalidad de los pacientes traumatizados debe vigilarse la saturación de oxígeno (SpO<sub>2</sub>) con pulsioximetría.* Una vez resueltos los problemas agudos del paciente y estabilizada su situación, el profesional de la asistencia podrá ir reduciendo la concentración de oxígeno, aunque manteniendo siempre una lectura de SpO<sub>2</sub> de al menos un 95%.

Si el paciente no respira o no lo hace con la profundidad y frecuencia adecuadas, el profesional de la asistencia deberá iniciar

la asistencia respiratoria, usando de inmediato una unidad de MVB. Se debe tener precaución para asegurarse de que el paciente no hiperventila cuando se soportan las ventilaciones, sobre todo en pacientes con *shock* hipovolémico. Una ventilación demasiado rápida o demasiado profunda puede causar una alcalosis al enfermo, con desplazamiento a la derecha de la curva de la oxihemoglobina y aumento de la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno, lo que reduce el aporte del mismo a los tejidos. Los datos recientes de animales experimentales usando el modelo de *shock* hipovolémico sugieren que una frecuencia ventilatoria normal o elevada en los animales con una hemorragia sólo moderada alteraba la función hemodinámica, lo que se traduce en la reducción de la presión arterial sistólica y el gasto cardíaco. El mecanismo propuesto era el aumento de la presión intratorácica, lo que alteraba el retorno venoso al corazón y ocasionaba hipotensión<sup>9,10</sup>. El incremento de la presión intratorácica se puede deber al elevado volumen corriente (10-12 ml/kg de peso corporal) o por la aparición de un «auto-PEEP» (presión telespiratoria positiva) porque la ventilación es demasiado rápida (una espiración inadecuada determina el atrapamiento de aire dentro de los pulmones). Un estudio retrospectivo sobre intubación prehospitalaria encontró una asociación entre la intubación prehospitalaria y la menor presión arterial al llegar al centro traumatológico, aunque la relación causa-efecto dista mucho de ser concluyente<sup>11</sup>.

Para un adulto, la administración de un volumen corriente razonable (350-500 ml) con una frecuencia de 10 ventilaciones/m posiblemente resulte suficiente. Si se dispone de ella, la vigilancia de la CO<sub>2</sub> medida al final de la espiración (ETCO<sub>2</sub>) junto con la pulsioximetría ayuda a mantener un estado de eucapnia (concentración sanguínea normal de CO<sub>2</sub>) con una oxigenación satisfactoria.

## Circulación: control de la hemorragia

Tras asegurar la vía aérea e iniciar la oxigenoterapia y el soporte ventilatorio se deberá controlar de forma inmediata cualquier hemorragia externa inmediata, aunque se pueden realizar ambas intervenciones de forma simultánea si se dispone de suficiente personal de ayuda. Un reconocimiento y tratamiento precoz de la hemorragia externa en el paciente traumatizado ayuda a conservar el volumen de sangre y los hematíes y garantiza la perfusión de los tejidos. Incluso una pequeña pérdida de sangre puede contribuir a una pérdida importante si se deja durante mucho tiempo. Por tanto, en los pacientes con traumatismos multisistémicos *ninguna hemorragia se debe considerar menor y todos los hematíes tienen importancia* de cara a garantizar la perfusión de los tejidos corporales.

### Hemorragia externa

El control de una hemorragia externa se debe realizar de forma escalonada, escalando las intervenciones si las medidas iniciales no consiguen su control.

**Presión.** La aplicación directa de presión sobre el lugar que sangra es la técnica inicial para el control de la hemorragia externa. La capacidad del organismo de responder y controlar la hemorragia procedente de un vaso lacerado es función de: 1) el

tamaño del vaso; 2) la presión dentro del mismo; 3) la existencia de factores de la coagulación, y 4) la capacidad del vaso dañado de desarrollar espasmos. Los vasos, sobre todo las arterias, que se dividen por completo (cortan en dos) suelen retraerse y sufrir espasmos. Por esto, con frecuencia la hemorragia observada en el muñón de un miembro tras una amputación completa es menos intensa que la asociada a un traumatismo grave en el que los vasos han sufrido lesiones de importancia, pero no han quedado totalmente cortados. La velocidad de pérdida de sangre en un vaso lesionado guarda una relación directa con el tamaño del agujero de su pared y con la *presión transmural* (diferencia en la presión dentro del vaso y fuera del mismo). Esta relación fue descrita por primera vez como una ecuación desarrollada por Bernouilli, un matemático suizo. Los términos concretos de esta ecuación tienen menos importancia que la comprensión del principio subyacente a la misma, es decir la relación entre el tamaño del agujero en el vaso y la magnitud de la presión transmural y la intensidad de la hemorragia y cómo se puede controlar esta con una presión directa.

Imagínese que los vasos son tuberías domésticas y que la sangre dentro de los mismos es el agua de las cañerías. Si la tubería tiene una fuga, la cantidad de agua que se pierda será directamente proporcional al tamaño del agujero y a la presión transmural dentro y fuera de la tubería. Por ejemplo, si el agujero mide 2,5 cm de diámetro y la presión dentro de la tubería mide 100 psi, saldrá más agua que si el agujero midiera 2,5 cm y la presión en su interior fuera sólo 50 psi. De una forma parecida, el flujo de sangre en una herida vascular es proporcional a la diferencia entre el tamaño del agujero en la pared vascular y la diferencia entre las presiones intraluminal (dentro del vaso) y extraluminal (fuera del mismo).

La presión directa sobre el lugar de la hemorragia aumenta la presión extraluminal, de forma que se reduce la presión transmural lo que contribuye a detener o retrasar la hemorragia. La presión directa también tiene una segunda función de igual importancia. A diferencia de las tuberías domésticas, los vasos sanguíneos se pueden comprimir. Al comprimir la parte lateral del vaso roto se reduce el área del orificio (su tamaño) y esto contribuye a reducir todavía más el flujo de sangre hacia el exterior del vaso. Aunque no se interrumpa por completo la pérdida de sangre, se puede reducir hasta un punto en que el sistema de coagulación sí consiga detenerla. Por este motivo, la presión directa casi siempre tiene buenos resultados a la hora de controlar la hemorragia. Múltiple estudios sobre la hemorragia por el lugar de canulación de la arteria femoral tras el cateterismo cardíaco han demostrado que la presión directa es eficaz<sup>12-15</sup>.

Se deben destacar tres aspectos más de la presión directa. En primer lugar, cuando se trata una herida con un objeto empalado, se debe aplicar presión a los lados del mismo, no encima. Los objetos empalados no se deben extraer sobre el terreno porque pueden haber causado lesiones en un vaso y el propio objeto se comportaría como un taponamiento del sangrado. La retirada del mismo podría asociarse a una hemorragia interna incontrolada. En segundo lugar, si se necesitan manos para realizar otras misiones orientadas a salvar la vida al enfermo, se puede crear un vendaje compresivo con compresas y una venda elás-

tica o con el manguito de medida de presión arterial inflado hasta que pare la hemorragia. Este vendaje se aplica de forma directa en el punto sangrante. En tercer lugar, la aplicación directa de presión sobre una hemorragia que puede culminar en el desangramiento del paciente se debe considerar prioritario sobre la colocación de vías intravenosas (IV) o la reanimación con líquidos. Por ejemplo, el profesional prehospitalario cometería un error grave si trasladara a la víctima de un disparo al hospital de referencia con dos vías IV colocadas y bien ajustadas con esparadrapo, pero que se está desangrando por una herida de bala en la arteria femoral, que sólo ha sido cubierta con un vendaje traumatológico, sin aplicarle presión directa.

**Torniquetes.** Antes se ponía gran énfasis en la elevación del miembro y compresión sobre los puntos de presión (proximales al lugar de sangrado) como pasos intermedios para controlar la hemorragia. Sin embargo, no se han publicado trabajos de investigación sobre la capacidad de la elevación de la extremidad sangrante de retrasar la hemorragia. Si la extremidad tiene una fractura, esta maniobra podría determinar que la fractura cerrada pasara a ser abierta o aumentar una hemorragia interna. Tampoco se ha estudiado el uso de los puntos de presión para controlar la hemorragia. Por eso, al carecerse de datos concluyentes no se pueden recomendar estas intervenciones para situaciones en las cuales la presión directa o los vendajes compresivos no han logrado el control de la hemorragia.

Si la presión no consigue controlar una hemorragia externa, el siguiente paso razonable para intentar conseguirlo es aplicar un torniquete (figura 7-12). Los torniquetes habían perdido su fama por el temor a posibles complicaciones, como lesiones nerviosas y vasculares o la posible pérdida del miembro si se dejaba demasiado tiempo. Aunque existe un pequeño riesgo de tener que sacrificar una parte o todo un miembro, entre la posibilidad de perder el miembro o la vida del paciente, la deci-



**FIGURA 7-12** Un pescador fue arrollado por un barco de motor sufriendo graves lesiones en las extremidades inferiores. Los equipos de primera respuesta le salvaron la vida aplicando torniquetes en ambos muslos.

sión más evidente debería ser salvar la vida. Los datos derivados de la experiencia militar indican que los torniquetes bien aplicados podrían prevenir 7 de cada 100 muertes en combate<sup>16,17</sup>. Los torniquetes que ocluyen el flujo de sangre arterial se han empleado durante muchos años en el quirófano por parte de los cirujanos con resultados satisfactorios. *Usado de forma correcta, el torniquete no sólo es una medida segura, sino que puede salvar vidas*<sup>18</sup>.

**Dispositivos existentes.** Tradicionalmente los torniquetes se han diseñado con una corbata plegada hasta una anchura de unos 10 cm y que debe rodear al miembro dos veces. Se ata un nudo en el vendaje y se coloca encima del nudo un bastón de metal o madera y posteriormente se ata un segundo nudo. Se gira el bastón hasta que se interrumpe la hemorragia y se asegura el bastón en esta posición. Los torniquetes demasiado estrechos en forma de banda se deben evitar. Los torniquetes más anchos controlan la hemorragia de forma más eficaz y lo hacen con una presión menor. Existe una relación inversa entre la anchura de un torniquete y la presión necesaria para ocluir el flujo arterial. Una banda más estrecha tiene más probabilidades de producir lesiones arteriales y de los nervios superficiales. El manguito del esfigmomanómetro es otra alternativa que se puede emplear como torniquete.

Dado el interés por parte de los militares de EE. UU. por encontrar un torniquete eficaz y fácil de usar (especialmente uno que se pueda aplicar el propio soldado con una mano si el otro brazo está lesionado), se han desarrollado y comercializado muchos torniquetes comerciales. Un estudio realizado por los militares llegó a la conclusión de que sólo tres productos tenían una eficacia del 100% para ocluir el flujo arterial distal en el laboratorio; se trata de *Combat Application Tourniquet* (C-A-T, Phil Durango, Goleen Colo), el *Emergency Military Tourniquet* (EMT, Delfi Medical Innovations, Vancouver, Can) y el *Special Operations Force Tactical Tourniquet* (SOFTT, Tactical Medical Solutions, Anderson, S. C.)<sup>19</sup>. Entre todos ellos el *Committee on Tactical Combat Casualty Care* (COTCCC) recomienda el uso del C-A-T.

**Sitio de aplicación.** El torniquete se debe aplicar proximal a la herida que sangra. Tradicionalmente los torniquetes no se han colocado distales a la rodilla o el codo por el riesgo de causar lesiones en los nervios y vasos más superficiales. Sin embargo, el error de este abordaje es que más tejido del miembro desarrollará una isquemia, sobre todo si la herida se localiza en la muñeca o el tobillo. Tras aplicar el torniquete, no se debería tapan para poder controlar una hemorragia repetida.

**Presión de la aplicación.** El torniquete debe estar colocado con firmeza suficiente para detener el flujo arterial. Un dispositivo que sólo ocluye el flujo de retorno venoso del miembro sólo contribuirá a agravar el sangrado de la herida. Existe una relación directa entre la cantidad de presión necesaria para controlar la hemorragia y el tamaño del miembro. Por tanto, en general el torniquete debería aplicarse con mayor presión para controlar el sangrado en una pierna que en un brazo.

**Límite temporal.** Para reducir el daño de los tejidos, muchos autores recomiendan aflojar de forma periódica el torniquete para que se perfundan los tejidos distales al mismo. Como el control de la hemorragia no se había conseguido, el resultado neto de esta práctica era un mayor sangrado con riesgo de desangrado. Los torniquetes arteriales se han empleado con seguridad durante hasta 120-150 minutos en quirófano sin lesiones musculares o nerviosas importantes. Incluso en entornos rurales o suburbanos muchos tiempos de traslado de los SEM son significativamente menores que esto. En general, un torniquete colocado en la atención prehospitalaria debería dejarse en su lugar hasta que el paciente reciba la asistencia definitiva en el hospital adecuado más cercano. Una posible excepción a esta regla es el traslado prolongado (véase comentario más adelante).

Si es necesario aplicar un torniquete, será mayor la probabilidad de que el paciente necesite una cirugía urgente para controlar la hemorragia. Por tanto, el centro receptor de este tipo de enfermos debe disponer de opciones quirúrgicas. El torniquete puede causar dolor al paciente consciente y se debe plantear el tratamiento del dolor, siempre que el paciente no tenga signos de *shock* de clase III o IV (véase capítulo 12). En el cuadro 7-2 se recoge un protocolo de muestra para la aplicación del torniquete.

**Sustancias hemostáticas tópicas.** La *Food and Drug Administration* (FDA) ha aprobado los siguientes fármacos hemostáticos para uso tópico:

- Vendajes HemCon (*Hemorrhage Control Technologies*, Portland, Ore), elaborados con quitosán —un derivado proteico obtenido de las cubiertas de las gambas—. No se han descrito casos de reactividad cruzada en individuos con alergia al marisco. Este producto ha obtenido resultados eficaces en pruebas de laboratorio de hemorragia grave

realizadas por el *U.S. Army Institute for Surgical Research* (USAISR)<sup>20</sup>. Algunos trabajos anecdóticos han descrito su eficacia en las personas<sup>21</sup>. HemCon es el fármaco hemostático tópico de primera línea recomendado por COTCCC.

- QuikClot (Z-Medica, Wallingford, Conn.), compuesto por zeolite —una fórmula magistral de minerales derivados de rocas volcánicas—. QuikClot absorbe con rapidez el agua, de forma que los factores de la coagulación presentes en el lugar de la hemorragia se concentran. Aunque posiblemente se trate del fármaco hemostático tópico más eficaz para controlar la hemorragia, se asocia a una reacción exotérmica que genera temperaturas de unos 65 °C, suficientes para inducir lesiones térmicas en las estructuras circundantes, como los nervios y la piel<sup>22</sup>.
- TraumaDex (Medafor, Inc., Minneapolis, Minn), elaborado con «cuentas» microporosas de un biomaterial de origen vegetal. Se cree que deshidrata la sangre, lo que acelera la coagulación de la misma. Los datos científicos de los que dispone la página web de la empresa son limitados. Un estudio publicado sobre el modelo de lesiones mortales inguinales en animales de laboratorio demostró que TraumaDex no era mejor que los vendajes convencionales (compresas absorbentes)<sup>23</sup>.

Los datos que confirman la eficacia del vendaje HemCon y QuikClot suelen incluir lesiones (p. ej., traumatismos hepáticos y aórticos) que se correlacionan mal con los tipos de lesiones que se encuentran los profesionales prehospitalarios. Hasta la fecha no se han publicado datos sobre el uso de estos fármacos hemostáticos tópicos en población civil y sólo algunas publicaciones anecdóticas ilustran la experiencia militar. Un profesional prehospitalario puede sentir la tentación de retrasar el traslado de un paciente para utilizar alguno de estos productos novedosos, pero de utilidad todavía no demostrada. En población civil no se dispone de ninguna prueba de que estos productos sean mejores que la presión directa y el traslado rápido a un centro apropiado. La aplicación de HemCon o QuikClot puede ser adecuada ante una situación de traslado prolongado (véase comentario posterior).

### CUADRO 7-2 Protocolo para la aplicación del torniquete

1. Los intentos de aplicar presión directa o vendajes compresivos deben haber fracasado.
2. Se aplica un torniquete comercializado, un manguito de esfigmomanómetro o un «mantón español» sobre la extremidad proximal a la herida sangrante.
3. Se aprieta el torniquete hasta que se detiene la hemorragia y después se asegura en esta posición.
4. La hora de aplicación del torniquete se anota en un trozo de esparadrapo y se fija sobre el torniquete («TK 21:45» nos indica que el torniquete se aplicó a las 9:45 de la noche).
5. El torniquete no se debe cubrir para poder vigilar la aparición de una nueva hemorragia.
6. El tratamiento del dolor se debe plantear, salvo en pacientes con *shock* de clases III o IV.
7. El paciente debería ser trasladado en condiciones ideales a una unidad con servicios de cirugía.

### Hemorragia interna

También se debe plantear una hemorragia interna por una fractura. El manejo brusco de la extremidad lesionada no sólo puede hacer que una fractura cerrada se convierta en otra abierta, sino que puede agravar el sangrado interno por los huesos, los músculos adyacentes o los vasos lesionados. Todas las posibles fracturas de la extremidad se deben inmovilizar para reducir la hemorragia. Se puede tomar el tiempo necesario para colocar férulas en todas las fracturas de forma individual si el paciente no tiene lesiones que pongan en riesgo su vida. Sin embargo, si la valoración primaria identifica alguna lesión de este tipo, se deberá inmovilizar al paciente con rapidez en una camilla larga, con las extremidades inmovilizadas en posición anatómica y luego proceder al traslado al centro médico. Cuando los pacientes tienen *shock* descompensado (hipotensión) y se sospecha hemorragia intrabdominal o posible fractura pélvica, los PNAS taponan la hemorragia interna, como se comenta más adelante.

## Evaluación de la función cerebral

No existen intervenciones únicas específicas para las alteraciones del estado mental en el paciente en *shock*. Si la alteración del estado neurológico del paciente es consecuencia de la hipoxia cerebral y la mala perfusión, se deberán realizar esfuerzos para recuperar la perfusión en todo el cuerpo, que deberían mejorar el estado mental. A la hora de determinar el pronóstico del paciente tras un traumatismo craneal, la escala de coma de Glasgow (GCS) inicial se considera típicamente la más adecuada tras conseguir una reanimación apropiada con recuperación de la perfusión cerebral. Valorar la GCS mientras el paciente sigue en *shock* puede determinar que el pronóstico parezca sombrío.

## Exposición/ambiente

Es importante mantener la temperatura corporal del paciente dentro de los límites normales. La hipotermia produce disfunción miocárdica, coagulopatía, hiperpotasemia, vasoconstricción y otros problemas que influyen negativamente en las posibilidades de supervivencia del paciente<sup>24</sup>. Aunque una temperatura fría conserva el tejido durante un corto período, el descenso de la temperatura debe ser muy rápido y hasta extremos muy bajos para que así suceda. Este cambio rápido es inaceptable en los pacientes con *shock*.

En el medio prehospitalario puede resultar difícil elevar la temperatura central una vez presente la hipotermia; por tanto, en el lugar del suceso hay que tomar todas las medidas posibles para conservar la temperatura corporal. La temperatura de los pacientes disminuye debido a la menor producción de energía y a la pérdida de calor hacia el medio ambiente. Una vez expuesto y explorado el paciente, es necesario protegerlo del medio ambiente y mantener su temperatura. La ropa húmeda, incluida la empapada con sangre, aumenta la pérdida de calor, por lo que hay que retirarla en su totalidad. El sujeto se cubre con mantas calientes. Otra posibilidad consiste en cubrirle con láminas de plástico, por ejemplo, bolsas de basura gruesas y resistentes. Estas bolsas son baratas, fáciles de almacenar, desechables y eficaces para retener el calor. Si se dispone de oxígeno humedecido y calentado, ayudará a conservar el calor corporal, sobre todo en los pacientes intubados.

Tras la valoración del *shock* del paciente y su inmovilización, la evacuación debe hacerse en un habitáculo precalentado de la ambulancia. Lo ideal es que, cuando se traslada a un paciente con un traumatismo grave, este habitáculo se mantenga al menos a 29 °C. La velocidad con que un sujeto pierde el calor en un compartimento frío es muy alta. Las condiciones deben ser ideales para los pacientes, no para el personal sanitario, ya que son ellos los más importantes en cualquier situación de urgencia.

## Transporte del paciente

Las dos cosas que precisa un paciente con un *shock* hemorrágico grave son las transfusiones sanguíneas y un cirujano con un quirófano disponible. Dado que ninguna de ellas existen de forma habitual en las ambulancias, el transporte rápido a un centro capaz de tratar sus lesiones es extremadamente importante. Un transporte rápido no significa que se descuiden o abando-

nen las maniobras terapéuticas importantes para la asistencia del paciente (según el anticuado «recoge y corre»). Por otro lado, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe recurrir rápidamente a las maniobras esenciales que pueden salvar la vida del paciente, como el tratamiento de la vía aérea, la asistencia ventilatoria y el control de la hemorragia. No debe perderse tiempo en una valoración inadecuada o en maniobras de inmovilización innecesarias. Cuando se asiste a un paciente con lesiones críticas, muchas medidas, tales como su calentamiento, el inicio del tratamiento intravenoso e incluso la realización de la revisión secundaria, se llevan a cabo durante el traslado en la ambulancia.

## Colocación del paciente

En general, los pacientes traumatizados que están en *shock* deben ser transportados en decúbito supino e inmovilizados en una tabla larga. No se recomiendan ya las posturas especiales, como la posición de Trendelenburg (colocación sobre un plano inclinado con los pies más altos que la cabeza) o la posición de *shock* (cabeza y tronco en decúbito supino y piernas elevadas). La posición de Trendelenburg puede agravar una función ventilatoria ya comprometida, al hacer que el peso de los órganos abdominales recaiga sobre el diafragma, y puede aumentar la presión intracraneal de los pacientes con traumatismos craneoencefálicos. Lo que es más importante, los pacientes en *shock* hipovolémico grave suelen tener una vasoconstricción máxima y ya no se cree que la posición de Trendelenburg produzca una autotransfusión significativa de sangre desde las extremidades hacia los órganos vitales<sup>25,26</sup>. Tanto la posición de Trendelenburg como la de *shock* están contraindicadas en los pacientes con sospecha de lesiones de la columna vertebral.

## Pantalones neumáticos antishock

Los pantalones (prendas) neumáticos *antishock* (PNAS) siguen siendo uno de los dispositivos más controvertidos entre los que se utilizan en la asistencia prehospitalaria. Un estudio extenso realizado por el sistema de emergencias médicas de Houston no pudo demostrar los beneficios de este método en pacientes traumatizados hipotensos de áreas urbanas con tiempos de transporte breves hasta centros de atención al trauma con cirujanos de guardia permanentes<sup>27</sup>. Un estudio similar efectuado por la misma institución demostró que el resultado era el mismo cuando se utilizaban líquidos IV para la reanimación<sup>28</sup>. Cuando se diseñan protocolos sobre el uso tanto de líquidos IV como de PNAS, deben leerse ambos estudios. Los PNAS son un dispositivo para controlar la hemorragia, pero su objetivo no es la reanimación, salvo en las escasas situaciones de hipotensión extrema. Aunque los PNAS no se han estudiado con el detalle suficiente en los entornos suburbanos y rurales, muchos servicios de emergencias los han eliminado de sus ambulancias. Sin embargo, con ello olvidan que algunos pacientes en *shock* podrían beneficiarse de su empleo.

## Fisiología

La presión aplicada por los PNAS sobre las piernas y el abdomen se transmite directamente por la piel, la grasa, los múscu-

los y otras partes blandas a los vasos sanguíneos. Cuando estos se comprimen, sus diámetros se reducen. El resultado fisiológico primordial es que el contenedor vascular de las regiones del cuerpo situadas bajo el dispositivo disminuye de tamaño, la RVS aumenta y, por tanto, se elevan las tensiones arteriales sistólica y diastólica. La práctica totalidad de los estudios sobre aplicación de PNAS tanto en animales de experimentación como en el ser humano ha demostrado ascensos de la tensión sistólica cuando se aplicaron en el *shock* hemorrágico<sup>29,30</sup>. También aumenta la TAM, un fenómeno que probablemente resulta beneficioso, pues mejora la perfusión de los tejidos. Además del incremento de la RVS, una pequeña parte de la sangre se desvía desde las venas de las extremidades inferiores a los órganos centrales. El retorno venoso aumenta al inflar los PNAS, lo que mejora el gasto cardíaco. La importancia clínica de esta «autotransfusión» se ha puesto en duda, ya que se ha comprobado que la cantidad de sangre desviada sólo supone algunos cientos de mililitros.

### Uso en el *shock* hemorrágico

Los PNAS pueden resultar muy beneficiosos en los pacientes con *shock* secundario a una hemorragia en las cuatro situaciones siguientes:

1. *Sospecha de fractura pélvica con hipotensión* (presión arterial sistólica < 90 mm Hg). Las fracturas pélvicas por una compresión anteroposterior y las secundarias a caídas pueden causar hemorragias graves en las partes blandas de la pelvis y el espacio retroperitoneal. La insuflación de la totalidad de los PNAS permite reducir el volumen pélvico y ejercer un efecto de taponamiento de la hemorragia<sup>31</sup>. Si no se dispone de PNAS, se considerará la conveniencia de colocar unas sábanas muy apretadas en torno a la pelvis y ajustarlas como una inmovilización. Para ello, las extremidades deben mantenerse en aducción y rotación interna.
2. *Hipotensión profunda*. Algunos datos indican que el resultado final de los pacientes con hipotensión grave (presión arterial sistólica inferior a 50 o 60 mm Hg) podría mejorar con el uso de los PNAS<sup>30</sup>. La mayor perfusión del encéfalo y el corazón que se logra al inflar los PNAS puede contribuir a este aumento de la supervivencia.
3. *Sospecha de hemorragia intraperitoneal con hipotensión*. La insuflación completa de los PNAS comprime los órganos intraperitoneales, lo que se traduce en un retraso o detención de la hemorragia (taponamiento) a partir de vísceras sólidas, como el hígado o el bazo, y de los vasos mesentéricos. Varios estudios demostraron un aumento de la supervivencia en los animales tratados con PNAS en modelos de hemorragia intrabdominal no controlada<sup>30</sup>.
4. *Sospecha de hemorragia retroperitoneal con hipotensión*. Cuando se infla la totalidad del dispositivo, este comprime los órganos retroperitoneales. El incremento de la presión puede taponar la hemorragia procedente de los riñones, la aorta o la vena cava<sup>30</sup>.

Es probable que los PNAS sean notablemente *menos eficaces* que la presión directa o que un apósito a presión hecho con gasa y un vendaje elástico en el control de las hemorragias externas de las extremidades inferiores. El profesional de la asistencia prehospitalaria sólo debe usar los PNAS de esta manera cuando no puede aplicar presión directa por limitaciones de personal.

### Contraindicaciones

- *Traumatismos torácicos penetrantes*. La aplicación e inflado de los PNAS favorecen la hemorragia procedente de vasos de la mitad superior del cuerpo (situados fuera de los límites del dispositivo), ya que la presión arterial del paciente aumenta de forma significativa. En el estudio de Houston sobre PNAS, la mortalidad fue claramente mayor en los pacientes hipotensos con traumatismos torácicos penetrantes tratados con este sistema<sup>27</sup>.
- *Inmovilización de las fracturas de las extremidades inferiores*. Los PNAS pueden considerarse una gran férula aérea y se han propuesto como sistema de inmovilización de las fracturas del fémur, la tibia o el peroné. Sin embargo, la férula de tracción es un sistema de inmovilización mucho mejor para las fracturas de la diáfisis femoral porque reduce los extremos óseos a su alineación anatómica y trata el dolor al combatir el grave espasmo muscular que aparece en el músculo. El uso de PNAS se asoció al desarrollo de síndromes compartimentales de la pantorrilla, sobre todo en casos de fractura. En la actualidad no se recomienda el uso de PNAS como férulas para fracturas aisladas de las extremidades inferiores.
- *Evisceración de órganos abdominales*.
- *Objetos empalados en el abdomen*.
- *Embarazo*.
- *Parada cardiorrespiratoria traumática*.

### Aplicación

Una vez identificada una indicación para su uso, los PNAS deben colocarse de la forma más rápida posible. Se introducen bajo el paciente de varias formas. En muchos casos, lo más fácil consiste en hacer que el paciente ruede sobre el dispositivo, una vez extendido en una tabla larga. Otra posibilidad es que un profesional de la asistencia coloque un brazo en el extremo distal de cada una de las piernas del pantalón del paciente. Mientras un profesional de la asistencia sujeta los tobillos del paciente y levanta las piernas, otro desliza los PNAS en ellas. A continuación, se eleva suavemente la pelvis del paciente para completar la colocación correcta del dispositivo por debajo suyo. La parte superior debe llegar al borde costal por los lados.

Las cintas de los PNAS se aprietan y se infla el sistema, comenzando por las piernas y siguiendo por el abdomen. Los tres compartimentos pueden inflarse al mismo tiempo, pero el abdominal nunca debe inflarse antes que los de las piernas. Cuando la cinta de velcro comienza a crujir, la presión en el interior de los PNAS suele ser de 60 a 80 mm Hg. Un personal bien entrenado puede aplicar el dispositivo con rapidez y varios estu-

dios no observaron diferencias en la duración de la asistencia en el lugar del suceso cuando se utilizó este sistema.

## Desinflado

Los PNAS *no* deben desinflarse antes de llegar al hospital, salvo en circunstancias extremas, tales como signos de rotura del diafragma. En estos casos, el traumatismo cerrado rompe el diafragma y la aplicación e insuflación del dispositivo provocan una herniación de los órganos abdominales hacia la cavidad torácica, con un importante sufrimiento respiratorio que puede simular un neumotórax a tensión; sin embargo, en estas situaciones, el deterioro del paciente aparece inmediatamente después de inflar el dispositivo.

La decisión de desinflar los PNAS debe tomarse tras consultar con la dirección médica correspondiente. Salvo en las circunstancias raras en que el inflado del dispositivo produce un rápido deterioro del estado del paciente, no hay que desinflarlo hasta que las constantes vitales se mantengan dentro de los límites normales. Incluso en este caso, el volumen sanguíneo del paciente puede ser muy bajo. Los PNAS inflados pueden haber reducido el tamaño del contenedor (vasos), adaptándolo al volumen sanguíneo disponible. Cuando los PNAS se desinflan, el tamaño del contenedor aumenta y, a menos que se administre por vía IV una cantidad de líquido suficiente, la precarga cardíaca y la RVS pueden sufrir un descenso espectacular, con la consiguiente hipotensión grave y un *shock* profundo.

## Reposición de volumen

### Acceso vascular

**Vía intravenosa.** En los pacientes traumatizados que presentan lesiones graves confirmadas o sospechadas, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe establecer de manera sistemática una vía IV para iniciar la administración de líquidos. Salvo en circunstancias raras en las que se está extrayendo a un paciente de un vehículo o el profesional de la asistencia espera la llegada de un helicóptero sanitario, la vía IV debe canalizarse cuando el paciente está ya en la ambulancia y se ha iniciado su evacuación al centro de urgencias más próximo.

Si bien el aporte de volumen tiene una justificación empírica en los pacientes traumatizados, nunca se ha demostrado que la administración prehospitalaria de líquidos IV mejore la supervivencia de las víctimas de lesiones traumáticas críticas. De hecho, el único modelo de ordenador sobre la administración prehospitalaria de líquidos IV encontró que los líquidos IV pueden resultar sólo beneficiosos cuando existen tres condiciones: 1) el paciente está sangrando a una velocidad de 25-100 ml/min; 2) la velocidad de la administración IV de líquidos es igual a la de sangrado, y 3) el tiempo hasta la llegada al lugar y el tiempo de traslado superan los 30 minutos<sup>33</sup>. Por tanto, canalizar una vía IV no debe ser la causa de que se demore el traslado de un paciente.

En los pacientes con *shock* o posibles lesiones graves deben insertarse dos catéteres IV cortos (de unos 2,5 cm de longitud) y de gran calibre (14 o 16 G) por punción percutánea. La velocidad de administración de los líquidos es directamente proporcional a la cuarta potencia del radio del catéter e inversamente

proporcional a su longitud (es decir, el líquido fluye con mayor rapidez a través de un catéter corto y de gran diámetro que a través de uno más largo y de diámetro menor). La localización preferida del acceso percutáneo es una vena del antebrazo. Otras posibles localizaciones son las venas de la fosa antecubital, la mano y la parte superior del brazo (vena cefálica). Si en un niño fracasan dos intentos de establecer la vía percutánea, deberá considerarse la posibilidad de aplicar una vía intraósea. En general, no se considera que las vías venosas centrales o la disección venosa sean adecuadas en la asistencia prehospitalaria y rara vez son necesarias.

**Vía intraósea.** Otra alternativa al acceso intravascular en adultos es el acceso intraóseo<sup>34,35</sup>. Este se puede conseguir mediante una técnica esternal empleando dispositivos diseñados de forma adecuada<sup>36,37</sup> (p. ej., F.A.S.T.1, Pyng Medical Corporation, Richmond, BC). También se pueden utilizar algunos dispositivos diseñados de forma especial, como la pistola de inyección ósea (Bone Injection Gun, *BIG*, WaisMed, Houston, Tex) y el EZ-IO (Vidacare Corp., San Antonio, Tex), para el acceso en lugares de la tibia distal por encima del tobillo<sup>38</sup>. Estas técnicas no se emplean con razón de forma rutinaria en situaciones prehospitalarias, en las que la atención se debe centrar en un traslado rápido más que en administrar líquidos IV. Cuando el transporte hacia el tratamiento definitivo vaya a ser prolongado o se retrase, el acceso vascular intraóseo puede tener utilidad en los adultos traumatizados.

### Soluciones intravenosas

Debido a su capacidad para transportar oxígeno, la sangre sigue siendo el líquido de elección para la reanimación de los pacientes con *shock* hemorrágico grave. Por desgracia, en el medio prehospitalario su uso resulta poco práctico debido a los aspectos relacionados con su tipificación y al hecho de que se deteriora en ausencia de refrigeración. Las soluciones utilizadas para el aporte de volumen son de cuatro tipos: 1) cristaloides isotónicas, 2) cristaloides hipertónicas, 3) coloides sintéticos (artificiales) y 4) sustitutos de la sangre.

**Soluciones cristaloides isotónicas.** Son soluciones equilibradas de sales, compuestas por electrólitos (sustancias que se separan en iones cargados cuando están en solución). Estas soluciones actúan como expansores eficaces del volumen durante un período breve, pero no pueden transportar oxígeno. Inmediatamente después de su infusión, los cristaloides llenan el espacio vascular que quedó sin sangre, mejorando de este modo la precarga y el gasto cardíaco. La solución de lactato de Ringer sigue siendo la solución cristalóide isotónica de elección para el tratamiento del *shock* porque su composición es muy similar a la de los electrólitos del plasma sanguíneo. La solución de lactato de Ringer contiene cantidades concretas de sodio, potasio, calcio, cloro e iones lactato. El suero salino normal (solución de cloruro sódico [NaCl] al 0,9%) es una alternativa aceptable, aunque, cuando las cantidades aportadas son elevadas, puede producirse hipercloremia (aumento notable de la concentración sanguínea de cloro). Las soluciones de glucosa en agua, como el suero

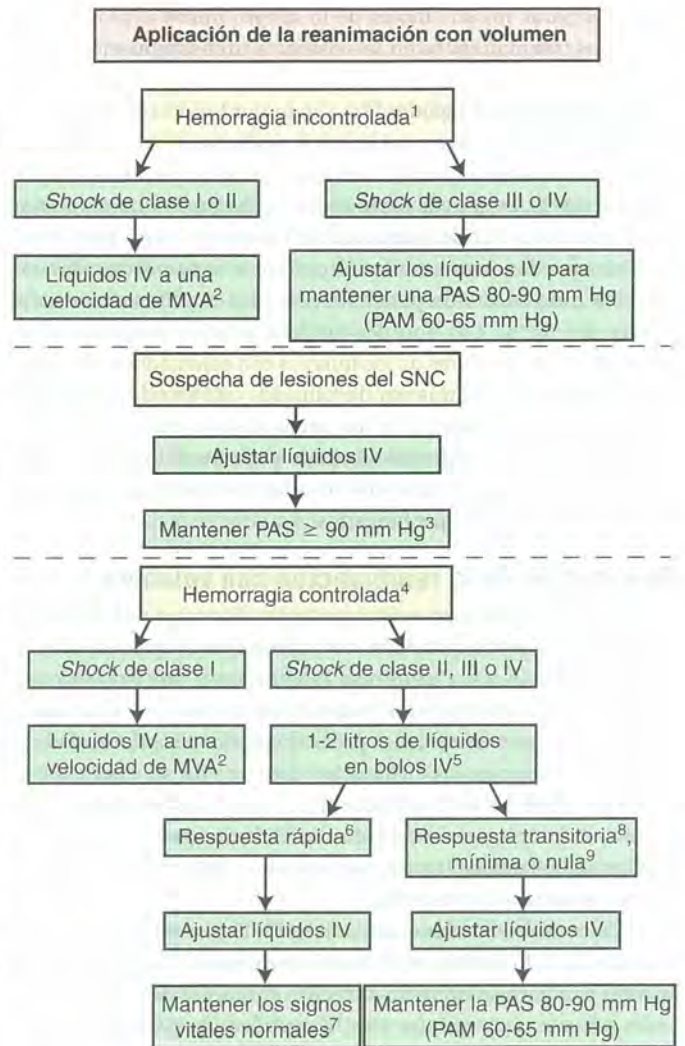
dos más agresiva<sup>53</sup>. Las pautas publicadas por la *Brain Trauma Foundation* recomiendan mantener una presión arterial sistólica por encima de 90 mmHg en pacientes con un posible TCE<sup>54</sup>. Las normas de consenso sobre el tratamiento de las lesiones medulares agudas también recomiendan evitar la hipotensión (PAS < 90 mm Hg), aunque también recomiendan mantener una PAM media de al menos 85-90 mm Hg con la esperanza de mejorar la perfusión medular. Para conseguirlo se puede necesitar una reanimación con volumen bastante agresiva, lo que aumenta el riesgo de resangrado de las lesiones internas asociadas<sup>55</sup>.

**Hemorragia controlada.** Los pacientes con una hemorragia externa importante que se controla pueden ser tratados mediante una reanimación con volumen más agresiva, siempre que el profesional prehospitalario no tenga motivos para sospechar una lesión intratorácica, intrabdominal o retroperitoneal asociada. Los ejemplos pueden ser un gran despegamiento del cuero cabelludo por una laceración o una herida en la extremidad con afectación de grandes vasos, pero en los que la hemorragia se controla tras aplicar un vendaje compresivo. Los pacientes adultos con *shock* de clase II, III o IV deben recibir un bolo inicial rápido de 1 a 2 litros de solución cristalinoide calentada, preferiblemente de lactato de Ringer. Los niños recibirán una embolada de 20 ml/kg de solución cristalinoide calentada. Como ya se ha expuesto, esta medida debe tomarse prácticamente siempre durante el traslado al centro adecuado más próximo. Para valorar la respuesta del paciente al aporte inicial de líquidos se precisa vigilar las constantes vitales, como el pulso, la frecuencia ventilatoria y la presión arterial. En la mayoría de los casos urbanos, el paciente llegará al centro de destino antes de que se haya completado la embolada inicial de líquidos.

La administración inicial de líquidos origina tres respuestas posibles:

1. **Respuesta rápida.** Las constantes vitales recuperan y mantienen la normalidad. Esto indica que la pérdida del paciente fue menor del 20% del volumen sanguíneo y que la hemorragia se ha detenido.
2. **Respuesta transitoria.** Las constantes vitales mejoran inicialmente (disminuye la frecuencia cardíaca y aumenta la presión arterial); sin embargo, la valoración continuada demuestra su deterioro, con reaparición de los signos de *shock*. En estos casos, la pérdida suele ser de entre el 20% y el 40% del volumen sanguíneo y la hemorragia persiste. Para conseguir su control, puede requerirse una rápida intervención quirúrgica.
3. **Respuesta mínima o ausente.** En estos pacientes no se detectan cambios apreciables de los signos de *shock* profundo tras la administración rápida de 1 a 2 litros de líquido.

Los pacientes con una respuesta rápida son candidatos a mantener la reanimación con volumen, hasta que se normalicen los signos vitales y todos los indicadores clínicos de *shock* se hayan resuelto. Los pacientes que muestran una respuesta transitoria o mínima/nula sufren una hemorragia mantenida, posiblemente interna. Estos pacientes se tratan mejor en una situación de hipotensión relativa y se deberían ajustar los líqui-



<sup>1</sup> Sospecha de hemorragia intratorácica, intrabdominal o retroperitoneal.

<sup>2</sup> MVA: mantener la vena abierta (unos 30 ml/h).

<sup>3</sup> Plantearse una PAM de 85-90 mm Hg en las lesiones medulares.

<sup>4</sup> La hemorragia externa se controla mediante vendajes compresivos, hemostáticos tópicos o con un torniquete.

<sup>5</sup> Solución de cristaloides templada (39 °C si es posible).

<sup>6</sup> Respuesta rápida = signos vitales se normalizan.

<sup>7</sup> FC < 120/min; PAS > 90 mm Hg para adulto.

<sup>8</sup> Respuesta transitoria = signos vitales mejoran inicialmente, pero después se deterioran.

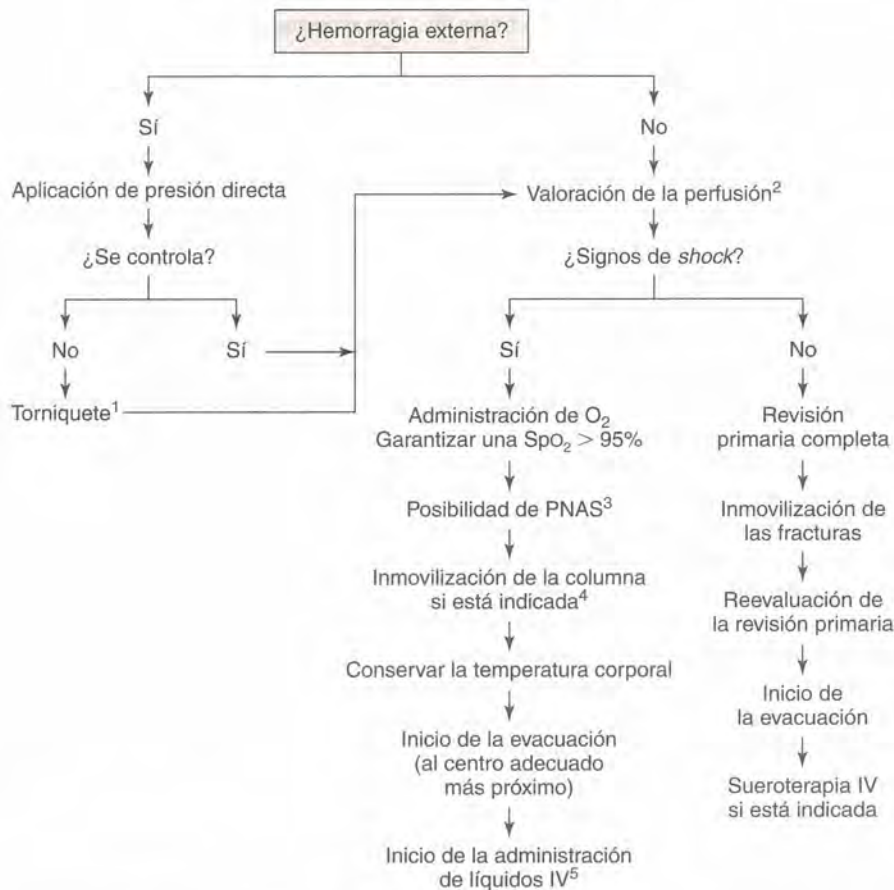
<sup>9</sup> Respuesta mínima o nula: cambios escasos o nulos en los signos vitales.

dos IV en función de la PAS para mantenerla en valores de 80-90 mm Hg (PAM 60-65 mmHg).

## Transporte prolongado

Durante un transporte prolongado, es importante mantener la perfusión de los órganos vitales. El tratamiento de la vía aérea debería ser óptimo antes de un traslado prolongado y se realiza una intubación endotraqueal si existen dudas sobre la permeabilidad de la vía. Se realiza soporte ventilatorio teniendo cui-

## ALGORITMO DEL TRATAMIENTO DEL SHOCK



## Notas:

<sup>1</sup>Se debe colocar un torniquete comercial, un manguito de esfigmomanómetro o una corbata proximal al lugar de sangrado y apretarlo hasta que se detenga la hemorragia. El tiempo de aplicación está marcado en el torniquete.

<sup>2</sup>La valoración de la perfusión se realiza determinando la presencia, calidad y localización de los pulsos, el color, temperatura y humedad de la piel, y el tiempo de relleno capilar.

<sup>3</sup>Puede considerarse la posibilidad de utilizar PNAS en el shock descompensado (PAS < 90 mm Hg) con sospecha de hemorragia pélvica intraperitoneal o retroperitoneal y en los pacientes con hipotensión profunda (PAS < 60 mm Hg). Los PNAS están contraindicados en los traumatismos torácicos penetrantes, la evisceración abdominal, el embarazo, la presencia de objetos atravesados en el abdomen y la parada cardiorrespiratoria traumática, y también como sistema de inmovilización de las fracturas de las extremidades inferiores.

<sup>4</sup>Véase el algoritmo «Indicaciones para la inmovilización de la columna» (pág. 235).

<sup>5</sup>Establecimiento de dos vías de gran calibre (14 o 16 G) durante el traslado. Véase el algoritmo «Aplicación de la reanimación con volumen» (pág. 188).

dado de que las ventilaciones tengan un volumen corriente y una frecuencia razonables para no comprometer la perfusión ya tenue del paciente. Se debe registrar de forma continua la pulsioximetría. La capnografía aporta información sobre la posición del tubo endotraqueal y también sobre la perfusión del paciente. Una marcada reducción de la ETCO<sub>2</sub> indica que la vía aérea se ha descolocado o que el paciente ha sufrido una reducción importante de la perfusión. Se debe descomprimir un posible neumotórax a tensión o disponer del equipo en la cabecera del enfermo por si desarrollara una hipotensión.

La presión directa no resulta práctica durante un traslado prolongado, de forma que una hemorragia externa se debería con-

trolar con un vendaje compresivo. Si estos esfuerzos fracasan, se debería colocar un torniquete. En las situaciones en las que se aplique un torniquete y quepa esperar un traslado superior a las 2 horas, se debería tratar de retirarlo tras intentos más agresivos de controlar la hemorragia local. Este control se puede conseguir retirando el vendaje compresivo de la herida cuando el torniquete ha controlado la hemorragia. A continuación se deberá retirar cualquier posible coágulo con la mano de la herida. Se deberá aplicar un hemostático tóxico (en primer lugar un vendaje de HemCon y después QuikClot si fracasa el primero) y volver a colocar un vendaje compresivo. Posteriormente se deberá aflojar lentamente el torniquete mientras se valoran los signos de he-

morragia en el vendaje. Si no se produce un resangrado, se procede a aflojar por completo el torniquete, aunque se deja en su lugar por si reapareciera la hemorragia. No se debería tratar de cambiar un torniquete por un vendaje en las siguientes situaciones: 1) presencia de un *shock* de clases III o IV; 2) amputación completa; 3) imposibilidad de observar al paciente por si vuelve a sangrar, y 4) cuando el torniquete lleva más de 6 horas colocado<sup>18</sup>. El control de la hemorragia interna debería optimizarse colocando férulas en todas las fracturas y aplicando unos PNAS o un refuerzo pélvico según estén indicados por una hemorragia intrabdominal o retroperitoneal.

Las técnicas para mantener la temperatura corporal normal, según se describió antes, todavía tienen más importancia cuando se realice un traslado prolongado. Además de calentar el compartimento del paciente, se le debe tapar con mantas o materiales para conservar su calor corporal; incluso las bolsas de basura de plástico grandes ayudan a evitar la pérdida del calor. Los líquidos IV deben calentarse antes de su administración. El *U.S. Army Ranger Regiment* suele emplear el *Thermal Angel* (Estill Medical Technologies, Dallas), un calentador de líquidos desechable a pilas. La experiencia con el sistema calentador sin llama de *Meal Ready to Eat* (MRE) ha resultado muy positiva como sistema para calentar los líquidos cristaloides durante el transporte de los pacientes<sup>56</sup>.

En situaciones de traslado prolongado, el acceso vascular para administrar líquidos puede resultar crucial y se deben canular dos vías IV de gran calibre. Tanto en niños como en adultos la incapacidad de colocar un acceso venoso percutáneo puede obligar a utilizar la vía intraósea, incluso para los adultos, como se comentó antes. Cuando se sospecha una hemorragia persistente, en general se puede mantener una PAS de 80-90 mm Hg o una PAM de 60-65 mm Hg para mantener la perfusión de los órganos vitales al tiempo que se reducen los riesgos de reiniciar la hemorragia interna. En los pacientes con sospecha de TCE o lesión medular se debería mantener una PAS por encima de 90-100 mm Hg.

Los signos vitales se deben revalorar con frecuencia para controlar la respuesta a la reanimación. Se deben valorar los siguientes aspectos de forma seriada: frecuencia ventilatoria; frecuencia del pulso; presión arterial; color y temperatura de la piel; relleno capilar; puntuación GCS; SPO<sub>2</sub> y ETCO<sub>2</sub>, si está disponible.

Aunque en general no es preciso poner una sonda urinaria para los traslados rápidos, el control de la diuresis es una herramienta útil que puede orientar la toma de decisiones sobre la necesidad de administrar más líquidos durante el traslado prolongado. La colocación de la sonda se puede plantear cuando sea preciso medir la diuresis. La diuresis adecuada en adultos son 0,5 ml/kg/h, para los niños 1 ml/kg/h y para los lactantes menores de 1 año 2 ml/kg/h. Una diuresis inferior a estos valores puede ser un indicador de que el paciente necesita la infusión de más volumen.

Si el tiempo lo permite durante el traslado prolongado, se debería plantear la colocación de una sonda nasogástrica (NG) en todos los pacientes intubados, salvo que se sospechen fracturas del tercio medio facial. En este último caso, colocar una sonda orogástrica (OG) es otra opción que se puede plantear. La distensión gástrica puede ser origen de hipotensión y arritmias inexplicables, sobre todo en niños. Una sonda NG u OG puede reducir también los riesgos de vomitar y de aspiración.

Durante el traslado prolongado resulta fundamental valorar el estado clínico del enfermo y su respuesta a la reanimación para determinar el pronóstico. Existen informes alentadores sobre el uso del *Life Support for Trauma and Transport* (LSTAT, Integrated Medical Systems) para monitorizar a los pacientes en estado crítico durante el traslado. Esta «UCI móvil» ha obtenido resultados prometedores en la medicina militar durante el traslado de pacientes en situación crítica y también en el traslado a otros centros de pacientes civiles con lesiones críticas<sup>57</sup>. Las desventajas de este tipo de dispositivos son su coste y peso. Si se pudieran vencer estos obstáculos, estos dispositivos podrían encontrar una aplicación más extensa para los traslados prolongados de los pacientes traumatizados críticos.

## RESUMEN

El *shock* determina un estado de hipoperfusión generalizada, que ocasiona hipoxia celular, metabolismo anaerobio, acidosis láctica y la muerte sin tratamiento adecuado. En los pacientes traumatizados, la hemorragia es la causa más frecuente del estado de *shock* y el objetivo primario del tratamiento es identificar la causa de la misma y tratarla de forma específica. En el entorno prehospitalario, este abordaje resulta más eficaz cuando el origen de la hemorragia es externo. Las hemorragias internas sólo se pueden tratar de forma definitiva en un hospital. En algunos casos es posible corregir de forma temporal causas no hemorrágicas del *shock* (p. ej., neu-

motórax a tensión). Sin embargo, todos los pacientes traumatizados en *shock* necesitan, además de una oxigenación adecuada, una extracción rápida y un traslado veloz al centro de asistencia definitiva, en el que se pueda identificar y tratar de forma específica la causa del *shock*. La instauración de medidas como el acceso IV o la infusión de volumen no debería retrasar el traslado de estos pacientes y se deberían realizar en la ambulancia durante el mismo. Se debe evitar una infusión demasiado agresiva de líquidos para reducir las hemorragias posteriores en pacientes con un *shock* hemorrágico tras un traumatismo.



# RESOLUCIÓN DEL CASO

Dado el mecanismo de la lesión se debe sospechar posibles lesiones torácicas y abdominales que pueden originar un shock hemorrágico, además de un posible shock no hemorrágico. Dado que este paciente se encuentra en estado de shock, se le debe extraer del vehículo con rapidez con control vertebral. Se debería administrar una elevada concentración de oxígeno por el dispositivo más apropiado para la vía aérea en función del nivel de conciencia y la capacidad de mantener una vía segura tras aspirar la vía aérea. Se deben buscar y controlar mediante presión directa las fuentes de hemorragia externas. El estado de las venas del cuello debería ayudar a distinguir las causas hemorrágicas y no hemorrágicas de shock.

El traslado debe ser rápido y en el mismo se deben colocar dos vías IV de gran calibre para administrar líquidos. No se debe retrasar el traslado para colocar el acceso IV. Si se sospecha hemorragia intrabdominal y el estado del paciente se deteriora sin una lesión torácica penetrante, se puede plantear la colocación de un PNAS durante el traslado si se dispone del mismo. El principal objetivo del tratamiento es la extracción rápida y el traslado inmediato a un centro traumatológico donde se aplique un tratamiento definitivo para controlar la hemorragia, pues así se puede prevenir la progresión por los estados del shock, hasta llegar a la muerte o las complicaciones propias de la hipoperfusión, como fracaso renal, insuficiencia respiratoria y el síndrome de disfunción multiorgánica. ■

## Bibliografía

- Gross SD: *A system of surgery: pathological, diagnostic, therapeutic, and operative*, Philadelphia, 1859, Blanchard and Lea.
- Thal AP: *Shock: a physiologic basis for treatment*, Chicago, 1971, Yearbook Medical Publishers.
- Bunn HF, Jandl JH: Control of hemoglobin function within the red cell, *N Engl J Med* 282:1414, 1970.
- Marini JJ: Monitoring during mechanical ventilation, *Clin Chest Med* 9:73, 1988.
- McClelland RN, Shires GT, Baxter CR, et al: Balanced salt solutions in the treatment of hemorrhagic shock, *JAMA* 199:830, 1967.
- Ali J, Vanderby B, Purcell C: The effect of the pneumatic antishock garment (PASG) on hemodynamics, hemorrhage and survival in penetrating thoracic aortic injury, *J Trauma* 31(6):846, 1991.
- Marshall JC, Cook DJ, Christou NV, et al: The multiple organ dysfunction score: a reliable descriptor of a complex clinical syndrome, *Crit Care Med* 23:1638, 1995.
- McManus J, Yershov AL, Ludwig D, et al: Radial pulse character relationship to systolic blood pressure and trauma outcomes, *Prehosp Emerg Care* 9:423, 2005.
- Pepe PE, Raedler C, Lurie KG, et al: Emergency ventilatory management in hemorrhagic states: elemental or detrimental? *J Trauma* 54:1048, 2003.
- Pepe PE, Roppolo LP, Fowler RL: The detrimental effects of ventilation during low-blood-flow states, *Curr Opin Crit Care* 11:212, 2005.
- Shafi S, Gentilello L: Prehospital endotracheal intubation and positive pressure ventilation is associated with hypotension and decreased survival in hypovolemic trauma patients: an analysis of the National Trauma Data Bank, *J Trauma* 59:1140, 2005.
- Koreny M, Riedmuller E, Nikfardjam M, et al: Arterial puncture closing devices compares with standard manual compression after cardiac catheterization: systematic review and meta analysis, *JAMA* 291:350, 2004.
- Walker SB, Cleary S, Higgins M: Comparison of the FemoStop device and manual pressure in reducing groin puncture site complications following coronary angioplasty and coronary stent placement, *Int J Nurs Pract* 7:366, 2001.
- Simon A, Baumgarner B, Clark K, et al: Manual versus mechanical compression for femoral artery hemostasis after cardiac catheterization, *Am J Crit Care* 7:308, 1998.
- Lehmann KG, Heath-Lange SJ, Ferris ST: Randomized comparison of hemostasis techniques after invasive cardiovascular procedures, *Am Heart J* 138:1118, 1999.
- Bellamy RF: The causes of death in conventional land warfare: implications for combat casualty care research, *Mil Med* 149:55, 1984.
- Mabry RL, Holcomb JB, Baker AM, et al: United States Army Rangers in Somalia: an analysis of combat casualties on an urban battlefield, *J Trauma* 49:515, 2000.
- Walters TJ, Mabry RL: Use of tourniquets on the battlefield: a consensus panel report, *Mil Med* 170:770, 2005.
- Walters TL, Wenke JC, Kauvar DS, et al: Laboratory evaluation of battlefield tourniquets in human volunteers, US Army Institute of Surgical Research (unpublished).
- Pusateri AE, McCarthy S, Gregory KW, et al: Effect of a chitosan-based hemostatic dressing on blood loss and survival in a model of severe venous hemorrhage and hepatic injury in swine, *J Trauma* 54:177, 2003.
- Uniformed Services University of the Health Sciences: News Release No 03-03-05, March 11, 2003.
- Alam HB, Chen Z, Jaskille A, et al: Application of a Zeolite hemostatic agent achieves 100% survival in a lethal model of complex groin injury in swine, *J Trauma* 56:974, 2004.
- Alam HB, Uy GB, Miller D, et al: Comparative analysis of hemostatic agents in a swine model of lethal groin injury, *J Trauma* 54:1077, 2003.
- Gentilello LM: Advances in the management of hypothermia, *Surg Clin North Am* 75:2, 1995.

25. Marino PL: *The ICU book*, ed 2, Baltimore, 1998, Williams & Wilkins.
26. Johnson S, Henderson SO, Myth L: The Trendelenburg position improves circulation in cases of shock, *Can J Emerg Med* 6:48, 2004.
27. Mattox KL, Bickell WH, Pepe PE, et al: Prospective MAST study in 911 patients, *J Trauma* 29:1104, 1986.
28. Bickell WH, Wall MJ Jr, Pepe PE, et al: Immediate versus delayed fluid resuscitation for hypotensive patients with penetrating torso injuries, *N Engl J Med* 331:1105, 1994.
29. Ali J, Duke K: Pneumatic antishock garment decreases hemorrhage and mortality from splenic injury, *Can J Surg* 34(5):496, 1991.
30. McSwain NE Jr: Pneumatic antishock garment: state of the art, *Ann Emerg Med* 17:506, 1988.
31. Flint LM, Brown A, Richardson JD, et al: Definitive control of bleeding from severe pelvic fractures, *Ann Surg* 189:709, 1979.
32. Ali J, Purcell C, Vanderby B: The effect of intraabdominal pressure and saline infusion on abdominal aortic hemorrhage, *J Cardiovasc Surg* 32:653, 1991.
33. Lewis FR: Prehospital intravenous fluid therapy: physiologic computer modeling, *J Trauma* 26:804, 1986.
34. Deboer S, Seaver M, Morissette C: Intraosseous infusion: not just for kids anymore, *J Emerg Med Serv* 34:54, 2005.
35. Glaeser PW, Hellmich TR, Szewczuga D, et al: Five-year experience in prehospital intraosseous infusions in children and adults, *Ann Emerg Med* 22:1119, 1993.
36. Sawyer RW, Bodai BI, Blaisdell FW, McCourt M: The current status of intraosseous infusion, *J Am Coll Surg* 179:353, 1994.
37. Macnab A, Christenson J, Findlay J, et al: A new system for sternal intraosseous infusion in adults, *Prehosp Emerg Care* 4:173, 2000.
38. Hubble MW, Trigg DC: Training prehospital personnel in saphenous vein cut down and adult intraosseous techniques, *Prehosp Emerg Care* 5(2):181, 2001.
39. Vassar MJ, Fischer RP, O'Brien PE, et al: A multicenter trial of resuscitation of injured patients with 7.5% sodium chloride: the effect of added dextran 70, *Arch Surg* 128:1003, 1993.
40. Vassar MJ, Perry CA, Holcroft JW: Prehospital resuscitation of hypotensive trauma patients with 7.5% NaCl versus 7.5% NaCl with added dextran: a controlled trial, *J Trauma* 34:622, 1993.
41. Wade CE, Kramer GC, Grady JJ: Efficacy of hypertonic 7.5% saline and 6% dextran in treating trauma: a meta analysis of controlled clinical trials, *Surgery* 122:609, 1997.
42. Rizoli SB: Crystalloids and colloids in trauma resuscitation: a brief overview of the current debate, *J Trauma* 54:S82, 2003.
43. SAFE Study Investigators: A comparison of albumin and saline for fluid resuscitation in the intensive care unit, *N Engl J Med* 350:2247, 2004.
44. Gould SA, Moore EE, Hoyt DB, et al: The first randomized trial of human polymerized hemoglobin as a blood substitute in acute trauma and emergent surgery, *J Am Coll Surg* 187:113, 1998.
45. Ketchan EM, Cairns CB: Hemoglobin based oxygen carriers: development and clinical potential, *Ann Emerg Med* 33:326, 1999.
46. Solomonov E, Hirsh M, Yahiya A, Krausz MM: The effect of vigorous fluid resuscitation in uncontrolled hemorrhagic shock after massive splenic injury, *Crit Care Med* 28:749, 2000.
47. Krausz MM, Horn Y, Gross D: The combined effect of small volume hypertonic saline and normal saline solutions in uncontrolled hemorrhagic shock, *Surg Gynecol Obstet* 174:363, 1992.
48. Bickell WH, Bruttig SP, Millnamow, et al: The detrimental effects of intravenous crystalloid after aortotomy in swine, *Surgery* 110:529, 1991.
49. Kowalenko T, Stern S, Dronen SC, et al: Improved outcome with hypotensive resuscitation of uncontrolled hemorrhagic shock in a swine model, *J Trauma* 33:349, 1992.
50. Sindlinger JF, Soucy DM, Greene SP, et al: The effects of isotonic saline volume resuscitation in uncontrolled hemorrhage, *Surg Gynecol Obstet* 177:545, 1993.
51. Capone AC, Safar, Stezoski W, et al: Improved outcome with fluid restriction in treatment of uncontrolled hemorrhagic shock, *J Am Coll Surg* 180:49, 1995.
52. Salomone JP, Ustin JS, McSwain NE, Feliciano DV: Opinions of trauma practitioners regarding prehospital interventions for critically injured patients, *J Trauma* 58:509, 2005.
53. York J, Abenamar A, Graham R, Miller R: Fluid resuscitation of patients with multiple injuries and severe closed head injury: experience with an aggressive fluid resuscitation strategy, *J Trauma* 48(3):376, 2000.
54. Brain Trauma Foundation: *Guidelines for prehospital management of traumatic brain injury*, New York, 2000, The Foundation.
55. American Association of Neurological Surgeons and Congress of Neurological Surgeons Joint Section on Disorders of the Spine and Peripheral Nerves: Blood pressure management after acute spinal cord injury. In *Guidelines for the management of acute cervical spine and spinal cord injuries*, *Neurosurgery* 50:S58, 2002.
56. Garcia GD, Modesto VL, Lee KT: Avoiding hypothermia in trauma: use of the Flameless Heater Pack, Meal Ready to Eat, as a field expedient means of warming crystalloid fluids, *Mil Med* 165(12):903, 2000.
57. Velmahos GC, Demetriades D, Ghilardi M, et al: Life Support for Trauma and Transport: a mobile ICU for safe in-hospital transport of critically injured patients, *J Am Coll Surg* 199:62, 2004.

## Lecturas recomendadas

- American College of Surgeons Committee on Trauma: Shock. In *Advanced trauma life support for doctors, student course manual*, ed 7, Chicago, 2004, ACS.
- Allison KP, Gosling P, Jones S, et al: Randomized trial of hydroxyethyl starch versus gelatine for trauma resuscitation, *J Trauma* 47:1114, 1999.
- Moore EE: Blood substitutes: the future is now, *J Am Coll Surg* 196:1, 2003.
- Novak L, Shackford SR, Bourgenignon P, et al: Comparison of standard and alternative prehospital resuscitation in uncontrolled hemorrhagic shock and head injury, *J Trauma* 47(5):834, 1999.
- Proctor KG: Blood substitutes and experimental models of trauma, *J Trauma* 54:S106, 2003.
- Revell M, Greaves I, Porter K: Endpoints for fluid resuscitation in hemorrhagic shock, *J Trauma* 54:S637, 2003.
- Trunkey DD: Prehospital fluid resuscitation of the trauma patient: an analysis and review, *Emerg Med* 30(5):93, 2001.

## Objetivos del capítulo

---

*Al finalizar este capítulo, el lector deberá ser capaz de:*

- ✓ Relacionar la cinemática de los traumatismos con posibles traumatismos craneoencefálicos (TCE).
- ✓ Incorporar el reconocimiento de las manifestaciones fisiopatológicas y los datos de la anamnesis importantes en los TCE a la valoración del paciente traumatizado para poder realizar una valoración sobre el terreno.
- ✓ Formular un plan de intervención sobre el terreno para los tiempos de traslado cortos y prolongados de pacientes con un TCE.
- ✓ Comparar y distinguir la fisiopatología, el tratamiento y las posibles consecuencias de algunos tipos concretos de TCE primarios y lesiones cerebrales secundarias.
- ✓ Identificar los criterios para la toma de decisiones de cara a la asistencia del paciente en relación con el medio de transporte, el nivel de asistencia prehospitalaria y los recursos que se necesitan en el hospital para realizar un tratamiento adecuado del enfermo con un TCE.

# Traumatismo craneoencefálico

A stylized illustration in shades of purple, blue, and yellow. It depicts a doctor in a white coat with a blue circular logo on the chest, examining a patient's head. The patient is lying down, and the doctor is leaning over them, with one hand near the patient's head. The background is dark purple with some abstract, glowing lines.



## CASO CLÍNICO

Usted y su compañero son avisados para acudir a un edificio en construcción donde un trabajador metalúrgico de 30 años de edad ha perdido el equilibrio y ha caído desde 8 m de altura a un suelo de cemento. Los testigos aseguran que permaneció inconsciente durante 10 minutos, aunque ahora está despierto. El lugar del incidente es seguro. La valoración primaria revela que el paciente mantiene la vía aérea permeable y respira con normalidad. Presenta una hemorragia abundante por un corte de 8 cm en el lado derecho del cuero cabelludo, que se controla con facilidad mediante presión directa y un vendaje compresivo. Su frecuencia cardíaca es de 116 latidos/min y tiene la piel caliente, sonrosada y bien perfundida. Abre los ojos espontáneamente y obedece órdenes. Sin embargo, no recuerda lo sucedido antes de la caída. Está confuso a la hora de responder a las preguntas (GCS 14). Le aplica oxígeno mediante una mascarilla sin reentrada. Durante la inmovilización de la columna vertebral, comienza a emitir palabras incomprensibles y sólo abre los ojos y retira las extremidades en respuesta a estímulos dolorosos (GCS 9).

**¿Cómo debería actuar a la vista del deterioro del nivel de conciencia? ¿Qué lesión es más probable dados los signos de presentación del paciente? ¿Cuáles son las prioridades terapéuticas en este momento? ¿Qué medidas son necesarias para combatir la hipertensión intracraneal y mantener la perfusión cerebral durante un traslado prolongado? ■**

Cada año se producen aproximadamente 1,6 millones de visitas a los servicios de urgencias por lesiones craneales. Alrededor de 500.000 corresponden a un *traumatismo craneoencefálico* (TCE). Aunque el 80% de estos pacientes presentan sólo lesiones leves, aproximadamente 50.000 pacientes con TCE se consideran muertos a su llegada al servicio de emergencias. El TCE contribuye de forma significativa a la muerte en la mitad de las víctimas de traumatismos. Cada año se identifican lesiones cerebrales moderadas a graves en cerca de 100.000 pacientes traumatizados. Las tasas de mortalidad de las lesiones cerebrales moderadas y graves son del 10% y del 30%, respectivamente. De aquellos que sobreviven a una lesión cerebral moderada o grave, entre el 50% y el 99% presenta cierto grado de alteración neurológica permanente.

Los accidentes con vehículos de motor siguen siendo la causa principal de TCE en menores de 65 años y las caídas lo son en los ancianos. La cabeza es la parte del cuerpo que se lesiona con más frecuencia en los pacientes con lesiones multisistémicas. La incidencia de heridas por arma de fuego en el cerebro ha aumentado en los últimos años en las zonas urbanas y hasta el 60% de estas víctimas muere de sus lesiones.

Los pacientes con TCE forman uno de los grupos de pacientes traumatizados más difíciles de tratar. Pueden estar agresivos y los intentos de intubación pueden resultar complicados por la contracción mandibular o los vómitos. La intoxicación por medicamentos, drogas o alcohol o la presencia de *shock* por otras causas pueden dificultar la evaluación. En algunas ocasiones pueden estar presentes lesiones intracraneales graves con escasos signos externos de traumatismo. Una asistencia experta en el ámbito prehospitalario centrada en garantizar un aporte adecuado de oxígeno y nutrientes al encéfalo y una identificación rápida de los enfermos con riesgo de sufrir herniación e hipertensión intracraneal puede reducir la tasa de mortalidad por TCE y también la incidencia de disfunción neurológica permanente.

## Anatomía

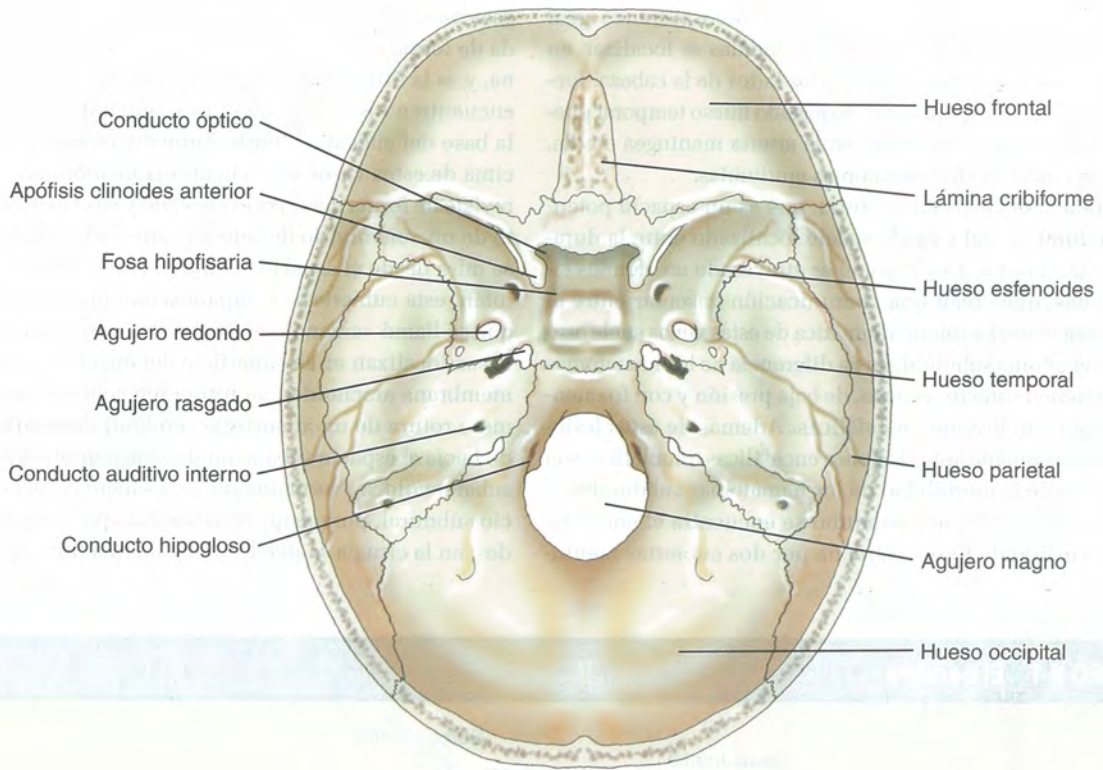
Para comprender la fisiopatología del TCE es esencial el conocimiento de la anatomía del cráneo y del encéfalo. El cuero cabelludo es la cubierta más externa de la cabeza y ofrece cierta protección al cráneo y al encéfalo. El cuero cabelludo está formado por varias capas, la piel, el tejido conjuntivo, la galea aponeurótica y el periostio del cráneo. La galea es importante porque aporta un soporte estructural para el cuero cabelludo y resulta esencial para su integridad. El cuero cabelludo y las partes blandas de la cara están muy vascularizados.

La calota o cráneo está formada por varios huesos que se unen en una estructura única durante la infancia. Pequeños orificios (*foramina*) en la base del cráneo permiten la entrada y salida de vasos sanguíneos y nervios craneales. Existe un orificio grande, el foramen magno, en la región posterior de la base del cráneo y sirve de paso al tronco del encéfalo hacia la médula espinal (figura 8-1). En la lactancia pueden identificarse dos «zonas blandas» (*fontanelas*) entre estos huesos. El lactante carece de protección ósea en estas dos zonas hasta que los huesos se unen, habitualmente hacia los 2 años de edad.

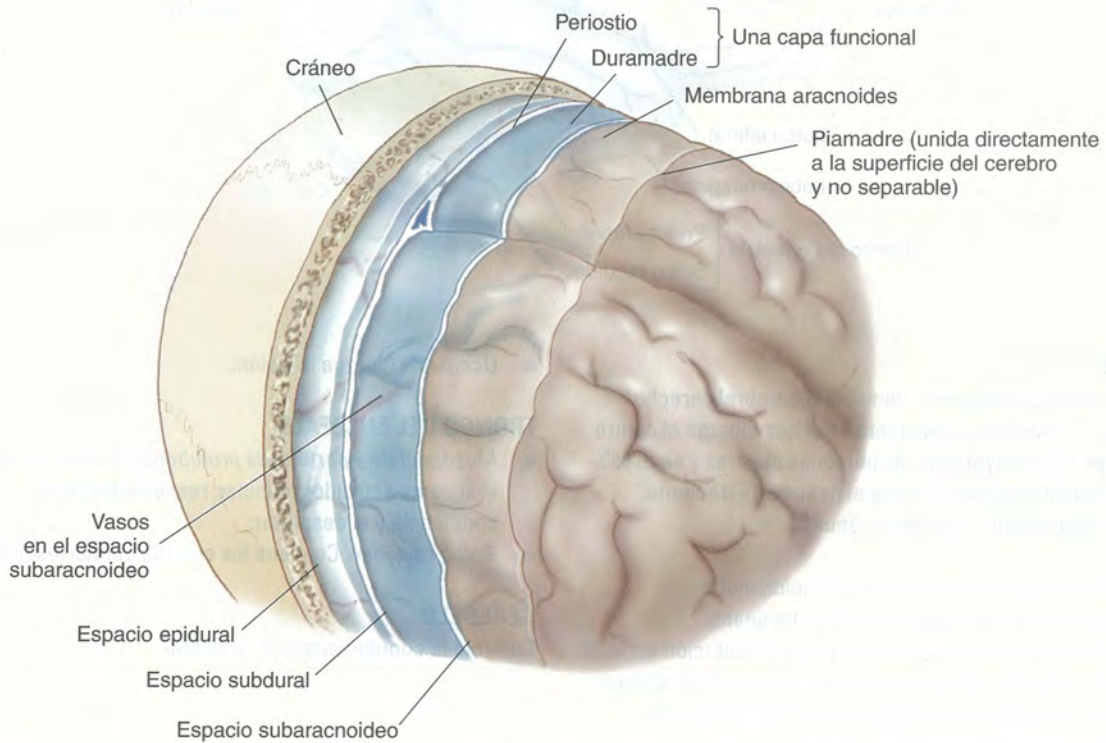
Aunque la mayoría de los huesos que forman el cráneo son gruesos y resistentes, el cráneo es más delgado en las regiones temporal y etmoidal, con mayor tendencia a la fractura. El cráneo proporciona una protección significativa al encéfalo, pero la superficie interna de la base del cráneo es rugosa e irregular. Cuando sufre una fuerza de impacto, el encéfalo puede deslizarse sobre estas irregularidades, sufriendo contusiones o laceraciones cerebrales.

Existen tres membranas separadas, las *meninges*, que cubren el cerebro (figura 8-2). La capa más externa, la *duramadre*, está formada por un tejido fibroso denso y se adhiere a la tabla interna del cráneo. En condiciones normales el espacio entre la duramadre y el interior del cráneo, el espacio epidural, no existe y se correspon-

Peter Pan



**FIGURA 8-1** Visión interna de la base del cráneo.



**FIGURA 8-2** Meninges. Cobertura meníngea del cerebro.

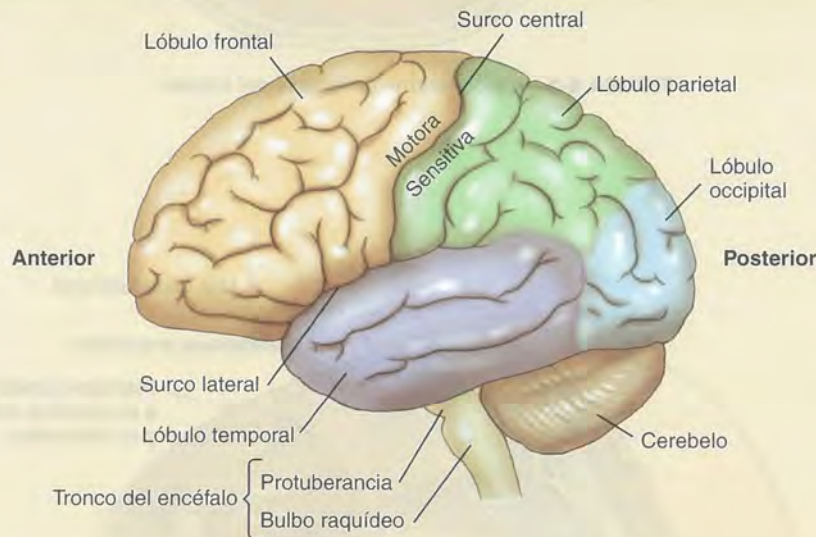
de a un espacio potencial. La duramadre se adhiere al cráneo igual que una lámina. Las arterias meníngeas medias se localizan en los surcos de los huesos temporales a los lados de la cabeza, fuera de la duramadre. Un golpe sobre el delgado hueso temporal puede causar una fractura y desgarro en la arteria meníngea media, una causa frecuente de los hematomas epidurales.

A diferencia del espacio epidural, que es un espacio potencial, el subdural es real y es el espacio localizado entre la duramadre y la aracnoides. Este espacio es atravesado en algunos sitios por venas, que crean una comunicación vascular entre el cráneo y el encéfalo. La rotura traumática de estas venas suele ocasionar un hematoma subdural, que a diferencia de los hematomas epidurales tienen carácter venoso, de baja presión y con frecuencia se asocian con lesiones encefálicas. Además de estas lesiones en las venas puente, estas lesiones encefálicas traumáticas son la explicación de la morbilidad de los hematomas subdurales.

Al otro lado del espacio subdural se encuentra el encéfalo, que está revestido de forma estrecha por dos cubiertas menín-

geas más, la aracnoides y la piamadre. La *piamadre* está adherida de forma estrecha al encéfalo, de nuevo a modo de una lámina, y es la última cubierta del mismo. Encima de la piamadre se encuentran los vasos sanguíneos cerebrales, que se originan en la base del encéfalo y posteriormente cubren su superficie. Encima de estos vasos se encuentra la *membrana aracnoides*, que reviste de forma más laxa el encéfalo y sus vasos, dando el aspecto de un «envoltorio de celofán» alrededor del encéfalo cuando se mira desde el espacio subdural. Antes de que existiera el celofán, esta cubierta se comparaba con una tela de araña, por lo que se llamó «aracnoides». Como los vasos sanguíneos cerebrales se localizan en la superficie del encéfalo, pero debajo de la membrana aracnoides, su rotura (en general, por un traumatismo o rotura de un aneurisma cerebral) determinaría el sangrado hacia el espacio subaracnoideo, responsable de la hemorragia subaracnoidea. Normalmente esta sangre no penetra en el espacio subdural, porque queda contenida por debajo de la aracnoides; en la cirugía se puede ver como una fina capa de sangre so-

### CUADRO 8-1 El cerebro



#### CEREBRO

El cerebro está formado por el hemisferio cerebral derecho e izquierdo. El hemisferio dominante es el que alberga el centro del lenguaje. En la mayoría de las personas diestras y en el 85% aproximadamente de los zurdos es el hemisferio izquierdo. El cerebro está formado por varios lóbulos:

- *Frontal*. Alberga las emociones, la función motora y la expresión del lenguaje en el lado dominante.
- *Parietal*. Alberga la función sensitiva y la orientación espacial.
- *Temporal*. Regula ciertas funciones de la memoria, alberga el área de recepción e integración del lenguaje en los diestros y en la mayoría de los zurdos.

- *Occipital*. Alberga la visión.

#### TRONCO DEL ENCÉFALO

- *Mesencéfalo y parte de la protuberancia superior*. Contiene el sistema activador reticular, responsable de la conciencia y el despertar.
- *Bulbo raquídeo*. Contiene los centros cardiorrespiratorios.

#### CEREBELO

Controla la coordinación y el equilibrio.

bre la superficie del encéfalo, contenida por debajo de esta membrana translúcida. A diferencia de los hematomas de los espacios epidural y subdural, la sangre subaracnoidea no suele ocasionar un efecto masa, aunque puede ser sintomática de otras lesiones cerebrales graves.

El encéfalo está también rodeado por *líquido cefalorraquídeo* (LCR), que se produce principalmente en el sistema ventricular cerebral y que rodea también a la médula espinal. El LCR contribuye a amortiguar al encéfalo y también queda contenido dentro del espacio subaracnoideo.

El encéfalo ocupa aproximadamente el 80% del volumen intracraneal y se divide en tres regiones principales: el cerebro, el cerebelo y el tronco del encéfalo (cuadro 8-1). El *cerebro* está formado por los hemisferios derecho e izquierdo, que se subdividen en varios lóbulos. El cerebro desempeña funciones sensitivas, motoras e intelectuales superiores como la inteligencia y la memoria. El *cerebelo* está localizado en la fosa craneal posterior, entre el tronco del encéfalo y el cerebro, y coordina el movimiento. El *tronco del encéfalo* contiene el bulbo raquídeo, una región que controla numerosas funciones vitales como la respiración y la frecuencia cardíaca. También contiene el sistema reticular activador (SRA), responsable de la conciencia y el despertar. Un traumatismo cerrado puede alterar el SRA, provocando una pérdida transitoria de la conciencia. Esto es lo que ocurre en los pacientes que presentan una conmoción. La tienda del cerebelo, un repliegue de la duramadre, se halla entre el cerebro y el cerebelo y presenta un orificio, la incisura tentorial, a la altura del mesencéfalo.

Los doce pares de nervios craneales se originan en el cerebro y el tronco del encéfalo (figura 8-3). El nervio motor ocular, o III par craneal, controla la constricción pupilar, un signo importante para la evaluación del paciente con sospecha de lesión cerebral.

## Fisiología

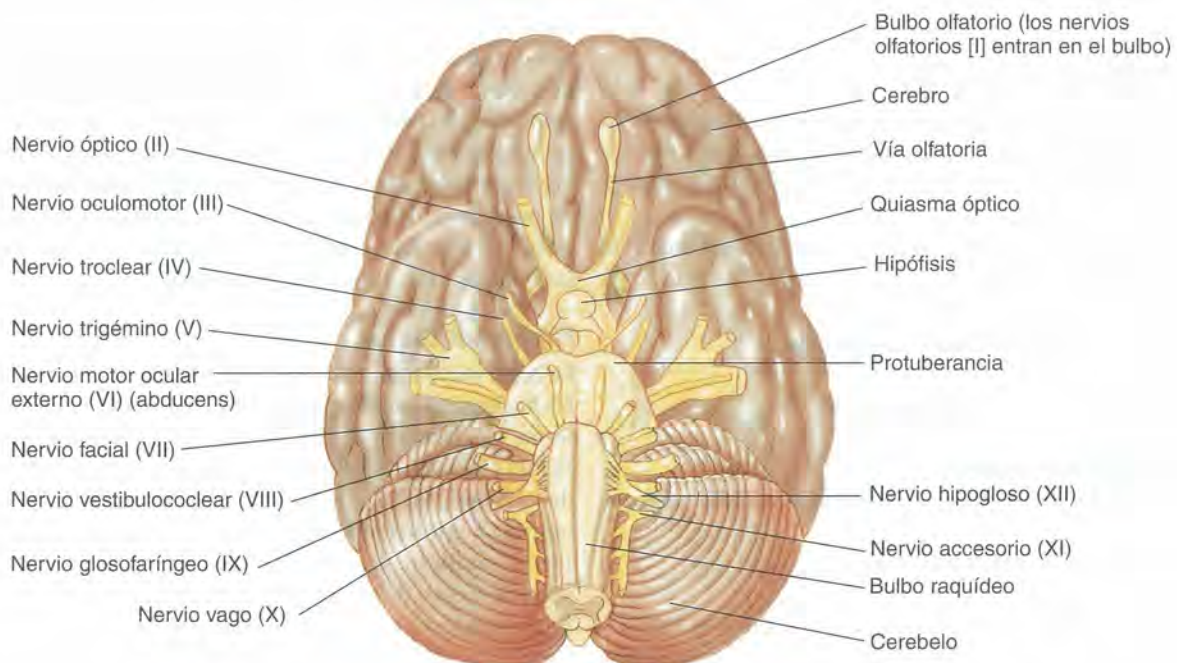
### Flujo sanguíneo cerebral

Es fundamental que las neuronas del cerebro reciban un flujo de sangre constante. Este flujo cerebral constante se mantiene garantizando: 1) una presión adecuada (presión de perfusión cerebral) para empujar la sangre hacia la cabeza y 2) un mecanismo regulador (autorregulación), que garantiza un flujo de sangre constante modificando la resistencia al flujo al modificarse la presión de perfusión.

### Tensión arterial media

El corazón es una bomba cíclica, de forma que la presión creada por el corazón se representa con dos presiones. La *presión diastólica* es la presión basal en la que el sistema se mantiene cuando el corazón no está bombeando y la *presión sistólica* es la presión máxima generada en el máximo de la contracción cardíaca. Como esta caracterización dinámica de las presiones generadas por el corazón resulta difícil de manejar, a la hora de analizar la presión de perfusión cerebral se va a emplear la tensión media durante el ciclo cardíaco, la *presión arterial media* (PAM), para definir la presión que lleva a la sangre hacia la cabeza.

El cálculo de la PAM asume que la contracción cardíaca (sístole) representa un tercio del ciclo cardíaco y que durante los dos tercios restantes la presión sistémica sigue en valores basales (diástole). La PAM se calcula, por tanto: 1) promediando la presión adicional que se añade al sistema durante la contracción cardíaca o sístole durante todo el ciclo cardíaco, y 2) sumándola a la tensión diastólica. Esto se hace calculando la presión adicio-



**FIGURA 8-3** Superficie inferior del encéfalo que muestra el origen de los pares craneales.

nal que se añade al sistema durante la sístole, la *presión del pulso*, dividiéndola por 3 y sumando este número a la presión diastólica, según la siguiente fórmula:

**Presión del pulso = presión sistólica – presión diastólica**

y

**PAM = presión arterial diastólica + 1/3 de la presión del pulso**

La mayor parte de los monitores de presión arterial calculan la PAM con un método mucho más preciso que utiliza la forma de la onda real de la presión sanguínea. Como el porcentaje de tiempo que el corazón pasa en sístole aumenta al hacerlo la frecuencia cardíaca, asumir que la sístole representa un tercio de la diástole resulta cada vez menos preciso, a medida que el paciente aumenta su taquicardia. Por tanto, la monitorización de la presión arterial, que se realiza en la inmensa mayoría de los pacientes que se trasladan por una lesión neurológica, representará con mayor precisión la PAM que el cálculo anterior. La utilidad de aprenderse esta forma de cálculo es que nos permite comprender la naturaleza de la PAM.

## Presión de perfusión cerebral

La presión de perfusión cerebral (PPC) es la PAM menos la presión dentro del cráneo o *presión intracraneal* (PIC):

$$PPC = PAM - PIC$$

Los valores de la PAM normales oscilan entre 85 y 95 mm Hg y la PIC suele ser inferior a 20 mm Hg. Por tanto, los valores normales de PPC son 70-80 mm Hg.

## Autorregulación del FSC

Sin embargo, el factor más importante para el encéfalo no es la PPC, sino el flujo sanguíneo cerebral (FSC). Las mejores formas de medir el FSC no resultan muy cómodas y se utiliza la PPC para estimarlo.

Para comprender la autorregulación, se debe recordar que en un sistema de flujo cualquiera:

$$\text{Presión} = \text{flujo} \times \text{resistencia}$$

En el caso del encéfalo, esto se traduce en:

**Presión de perfusión cerebral =  
flujo sanguíneo cerebral x resistencia vascular cerebral**

$$PPC = FSC \times RVC$$

Como la principal preocupación para el encéfalo es el FSC, es útil expresar esta ecuación como:

$$FSC = PPC/RVC$$

Usando esta fórmula, resulta evidente cómo el encéfalo consigue mantener su flujo constante. Si una persona se levanta de la cama y se pone de pie, disminuirá la PPC. La forma de mantener constante el FSC será reducir la resistencia vascular cerebral (RVC). Esta reducción de la RVC se consigue mediante la dilatación de los vasos cerebrales. El proceso de modificar el calibre de los vasos cerebrales para ajustar la RVC y compensar los cambios de la PPC se denomina *autorregulación*.

La autorregulación resulta fundamental para la función cerebral normal. En las personas que se ponen de pie demasiado deprisa y se desvanecen, sencillamente los mecanismos de autorregulación no reaccionaron con rapidez suficiente ante este cambio de postura, con una pérdida temporal, aunque espectacular, de la función cerebral.

Para funcionar con normalidad, el mecanismo de autorregulación debe tener al menos una presión mínima. Es evidente que con una presión de 0 mm Hg ningún grado de vasodilatación podría conseguir que la sangre circulara y existen límites en el grado de dilatación que pueden desarrollar los vasos de la cabeza. Por tanto, por debajo de una PPC de unos 50 mm Hg, los mecanismos de autorregulación no pueden compensar más esta reducción de la PPC y empieza a disminuir el FSC. Cuando esto sucede, la función cerebral se deteriora y el riesgo de sufrir lesiones permanentes por isquemia en el cerebro aumenta.

Para empeorar todavía más las cosas, los encéfalos lesionados suelen necesitar una PPC mayor de lo normal para que se activen los mecanismos de autorregulación y poder mantener un FSC adecuado. Aunque posiblemente cada individuo tenga sus propios umbrales de PPC por encima de los cuales el FSC es adecuado, no existen métodos para determinar este umbral sobre el terreno. Por eso, la mejor estimación de una PPC adecuada son 60-70 mm Hg.

Para medir la PPC se necesitará un monitor de presión arterial y otro de PIC. Si no se dispone de este último, la mejor práctica es tratar de mantener una PAM alta. Como la mayor parte de la bibliografía sobre pronóstico en los TCE ha utilizado la *presión arterial sistólica* (PAS) en lugar de la PAM para medir la presión arterial, la PAS es el valor que se utiliza para controlar que la perfusión cerebral resulta adecuada en situaciones en las que no se dispone de monitor de la PIC. La evidencia científica sugiere que una TAS superior a 90 mm Hg resultaría deseable en los enfermos con lesiones neurológicas<sup>1-5</sup>.

## Hiperventilación

La hiperventilación reduce la PIC, pero también afecta al FSC. De hecho, los datos sugieren que la hiperventilación reduce de forma más fiable el FSC que la PIC. La hiperventilación reduce la PIC mediante la reducción de la presión parcial de dióxido de carbono (Paco<sub>2</sub>) al aumentar la frecuencia con la que se elimina CO<sub>2</sub> por los pulmones. Esta reducción de la Paco<sub>2</sub> modifica el equilibrio acidobásico cerebral, con la consiguiente vasoconstricción. Esta reduce a su vez el volumen intravascular del encéfalo, el volumen de sangre cerebral y, con frecuencia también la PIC<sup>6,7</sup>.

En circunstancias normales la autorregulación garantiza que el FSC es adecuado al asegurarse de que la RVC es correcta para

la PPC existente y así garantizar un FSC adecuado de forma continuada. Es importante destacar que la hiperventilación de un paciente omite la autorregulación. Por tanto, la hiperventilación causará vasoconstricción cerebral, lo que puede reducir el volumen de sangre cerebral lo suficiente para reducir la PIC, pero también aumentar la RVC con independencia de que la PPC sea adecuada para mantener el FSC o no. En consecuencia, la hiperventilación puede reducir el FSC y poner al cerebro lesionado en riesgo de sufrir lesiones por isquemia. Una  $\text{PaCO}_2$  inferior a 35 mm Hg incrementa el riesgo de isquemia cerebral y una  $\text{PaCO}_2$  por encima de los valores normales de 35-45 mm Hg ocasiona la dilatación de las arteriolas cerebrales, con aumento del FSC (el tratamiento mediante hiperventilación se comenta luego).

## Fisiopatología

El TCE puede dividirse en dos categorías: primario y secundario.

### Lesión cerebral primaria

Las lesiones cerebrales primarias son las lesiones directas del encéfalo y lesiones vasculares asociadas, que se producen en el momento de la agresión inicial. Incluye laceraciones y otras lesiones mecánicas directas del encéfalo, su vasculatura y sus cubiertas. Como el tejido neural no se regenera bien, existen mínimas esperanzas de recuperación de la estructura y la función perdida por la lesión primaria. Además, existen pocas posibilidades de reparación.

### Lesión cerebral secundaria

Las lesiones cerebrales secundarias son los procesos lesionales que se generan tras la lesión primaria. En el momento de la lesión, se inician los procesos fisiopatológicos que siguen lesionando al encéfalo durante horas, días y semanas tras la agresión inicial. El objetivo primario del tratamiento del TCE es identificar o limitar o detener estos mecanismos de lesión secundarios.

Antes de la introducción de la tomografía computarizada (TC), el mecanismo principal de las lesiones cerebrales secundarias era «hemorragia intracraneal no identificada». La bibliografía aludía a pacientes que «hablan y se mueren» o que estaban inicialmente lúcidos tras un traumatismo y que posteriormente entraban en coma y fallecían como consecuencia de la expansión de un hematoma intracraneal no identificado con la consiguiente herniación mortal. Es evidente que si en estos pacientes se pudiera detener el proceso patológico iniciado, se podría salvar la vida del paciente<sup>8-10</sup>. Los mecanismos patológicos relacionados con el efecto de masa intracraneal, el aumento de la PIC y la herniación siguen siendo causas de lesiones secundarias preocupantes, pero su tratamiento se ha revolucionado por la TC, la monitorización de la PIC y la cirugía inmediata. En el entorno prehospitalario la identificación de los pacientes con alto ries-

go de sufrir una herniación por efecto de masa y su traslado rápido a un hospital capacitado para tratar este tipo de lesiones sigue siendo la principal prioridad.

Tras la introducción de la TC la identificación y tratamiento de estos hematomas se simplificó. Sin embargo, también quedó claro que existen otros mecanismos que seguían causando daños al encéfalo tras la lesión. Estudios de gran tamaño realizados a finales de los años ochenta del siglo XX demostraron que la hipoxia no diagnosticada ni tratada y la hipotensión resultaban igual de lesivos para el cerebro dañado que la PIC elevada. Observaciones posteriores han demostrado que una alteración del aporte de oxígeno o sustratos energéticos (p. ej., glucosa) al encéfalo lesionado tiene efectos mucho más devastadores que en el encéfalo sano. Por tanto, además de los hematomas, otras dos causas de lesiones secundarias son la hipoxia y la hipotensión<sup>4,5,11-13</sup>.

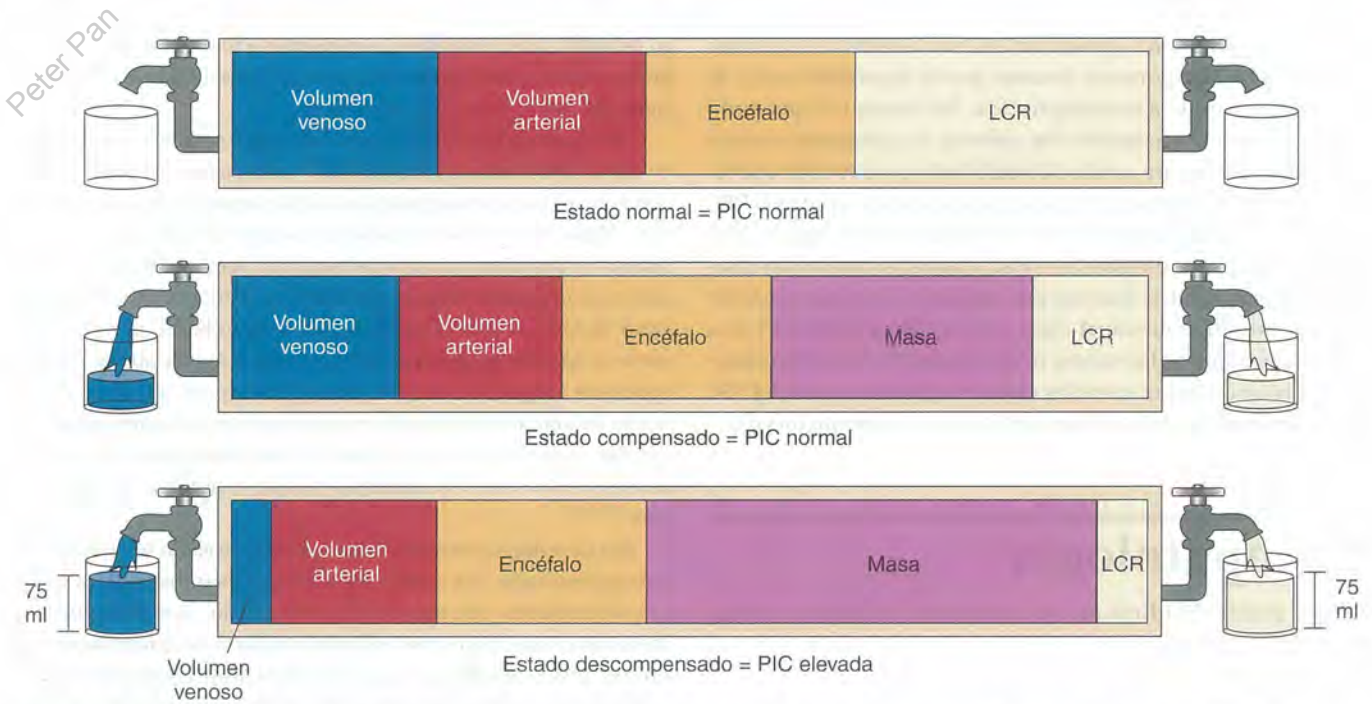
Las investigaciones de laboratorio que se están realizando están demostrando una cuarta clase de mecanismos para las lesiones secundarias, que suceden a nivel celular. Los estudios han identificado múltiples mecanismos celulares destructivos que se inician tras la lesión. La capacidad de comprender, manipular y detener estos mecanismos puede conducir al desarrollo de nuevos tratamientos para limitar las lesiones cerebrales, quizá incluso un cóctel prehospitalario. En este momento, el estudio de estos mecanismos se limita al laboratorio.

Los mecanismos de lesión secundaria incluyen los siguientes:

1. Efecto masa con el consiguiente incremento de la PIC y desplazamiento mecánico del cerebro, que puede ocasionar su herniación y una morbilidad significativa si no se trata.
2. Hipoxia, que se debe a un aporte inadecuado de oxígeno al encéfalo lesionado causado por un fracaso ventilatorio o circulatorio o un efecto de masa.
3. La hipotensión y un FSC inadecuado, que puede provocar un aporte inadecuado de oxígeno al cerebro. Un FSC escaso también reduce el aporte de sustratos (p. ej., glucosa) al cerebro lesionado.
4. Mecanismos celulares, incluida la insuficiencia de energía, la inflamación y las cascadas «suicidas», que pueden desencadenarse a nivel celular y pueden culminar en la muerte celular programada, llamada *apoptosis*.

### Causas intracraneales

**Efecto de masa y herniación.** Los mecanismos de lesión secundaria que con más frecuencia se reconocen son los relacionados con el efecto de masa. Estos mecanismos son consecuencia de las interacciones complejas descritas por la doctrina Monro-Kellie<sup>14</sup>. El encéfalo está metido en un espacio inextensible cuando las fontanelas se cierran y todo el espacio existente dentro del cráneo está ocupado por el encéfalo, la sangre o el LCR. Si se produce cualquier otro tipo de masa, como un hematoma, edema cerebral o un tumor, que ocupe espacio dentro de la bóveda craneal, alguna estructura tendrá que ser empujada hacia el exterior (figura 8-4).



**FIGURA 8-4** Doctrina de Monro-Kellie: compensación intracraneal de una masa en expansión. El volumen de los contenidos intracraneales se mantiene constante. Si la adición de una masa, como un hematoma, se traduce en la extracción de un volumen igual de líquido cefalorraquídeo (LCR) y sangre venosa, la presión intracraneal (PIC) permanecerá normal. Sin embargo, cuando este mecanismo de compensación se agota, se produce un incremento exponencial de la PIC incluso con pequeños incrementos adicionales del volumen del hematoma. (Tomado de McSwain NE Jr, Paturas JL: *The basic EMT: comprehensive prehospital patient care*, ed 2, St Louis, 2001, Mosby.)

La dinámica de sacar la sangre, el LCR o el cerebro de la bóveda craneal en respuesta a un efecto de masa en expansión es la segunda parte de la doctrina de Monro-Kellie. En primer lugar, en respuesta a la masa en expansión, se reduce el volumen del LCR que rodea al encéfalo. El LCR circula de forma natural alrededor y dentro del neuroeje y al expandirse la masa, más LCR es forzado a salir de la cabeza y se reduce su volumen total. El volumen de sangre dentro de la bóveda craneal también se reduce de forma parecida, destacando una reducción mayor del volumen venoso.

Como consecuencia de la reducción de los volúmenes del LCR y la sangre, la presión craneal no aumenta en las fases iniciales de la expansión de las masas intracraneales. Durante esta fase, si la masa en expansión es la única patología existente dentro del cráneo, el paciente puede estar asintomático. Cuando la capacidad de extraer LCR y sangre queda agotada, la presión intracraneal (PIC) empezará a aumentar con rapidez y la siguiente estructura que se ve empujada fuera del cráneo será el encéfalo.

El encéfalo sólo se puede mover en una dirección, hacia abajo en dirección al agujero occipital. Las consecuencias de este desplazamiento se describen en los distintos síndromes de herniación.

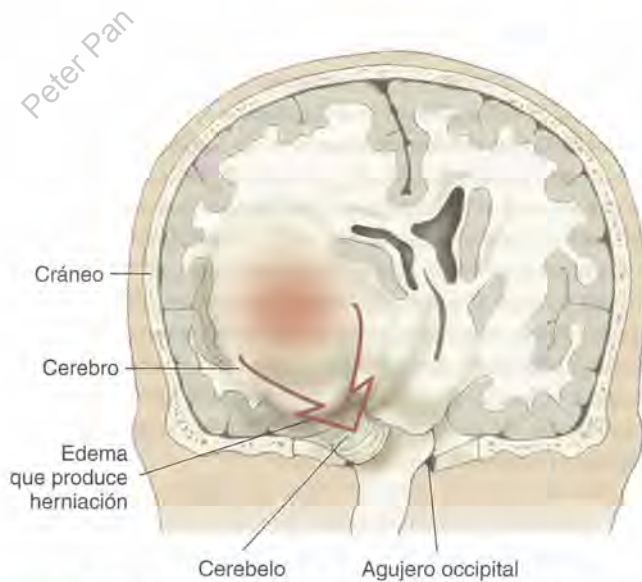
Si la masa en expansión se localiza en la convexidad del encéfalo, como sucede en los hematomas epidurales del lóbulo temporal típicos, el lóbulo temporal será empujado hacia el centro del encéfalo antes de tratar de desplazarse hacia abajo en direc-



**FIGURA 8-5** Hay que sospechar una lesión encefálica cuando exista asimetría en el tamaño pupilar.

ción al agujero occipital. Este movimiento fuerza a la porción medial del lóbulo temporal, el *uncus*, hacia el tercer par craneal, las vías motoras y el tronco del encéfalo y el SRA del mismo lado. Este proceso se denomina *herniación uncal* y determina la mala función del tercer par craneal con dilatación de la pupila en el lado de la herniación (figura 8-5). También se produce una lesión de la vía motora del mismo lado, antes de la decusación, con debilidad o parálisis motora del lado contralateral a la lesión. En las fases más avanzadas de la herniación uncal, se afecta el SRA y el paciente se desliza hacia el coma, un cuadro asociado a un pronóstico mucho peor.

Algunas masas de la convexidad producen una *herniación del cíngulo*, asociado o no a hernia uncal. En este tipo de herniación, la circunvolución del cíngulo de la superficie medial de los hemisferios cerebrales es desplazada por debajo de la hoz, la división de duramadre que separa los dos hemisferios. Esto puede ocasionar lesiones en los hemisferios cerebrales mediales y el mesencéfalo.



**FIGURA 8-6** El cráneo es una estructura ósea grande que contiene el encéfalo. El encéfalo no puede salir del cráneo si se expande como consecuencia del edema o si existe hemorragia en el cráneo que comprime el encéfalo.

Otro tipo de herniación, llamada *hernia amigdalar*, se produce cuando el encéfalo es empujado hacia el agujero occipital y empuja por delante al cerebelo y el bulbo raquídeo. Este proceso puede culminar en que la mayor parte de la porción caudal del cerebelo, las amígdalas cerebelosas y el bulbo queden comprimidos contra el agujero occipital y se producirá una compresión bulbar. Las lesiones del tercio distal del bulbo producen parada cardíaca y respiratoria, un acontecimiento final frecuente en los pacientes con herniaciones. El proceso mediante el cual se fuerzan los contenidos de la fosa posterior hacia el agujero occipital se denomina «enclavamiento»<sup>15</sup> (figura 8-6).

**Síndromes de herniación clínicos.** Las características clínicas de los síndromes de herniación pueden ayudar a identificar a los pacientes que están sufriendo este proceso. Tradicionalmente, como ya se ha comentado, la herniación uncal suele determinar una dilatación o retraso de la pupila del mismo lado, que se denomina pupila arreactiva (*blown pupil*). Esta herniación se suele asociar a alteraciones motoras. La herniación uncal puede asociarse también a debilidad contralateral. Una herniación más extensa puede ocasionar la lesión de otras estructuras como el núcleo rojo o los núcleos vestibulares. Estas alteraciones pueden culminar en una *postura de decorticación*, que implica flexión de las extremidades superiores y rigidez y extensión de las inferiores. Un hallazgo más ominoso es la *postura de descerebración*, en la cual todas las extremidades están extendidas y se produce el arqueamiento de la columna. Tras la herniación, las extremidades quedan flácidas y faltará la actividad motora<sup>16,17</sup>.

En los estadios finales, la herniación suele determinar un patrón ventilatorio anormal o apnea, con hipoxia que se agrava y una alteración significativa de las concentraciones de  $\text{CO}_2$  en sangre. Las *ventilaciones de Cheyne-Stokes* son ciclos repetidos de respiraciones lentas y superficiales, que se van haciendo más

profundas y posteriormente vuelven a ser superficiales y lentas. Pueden aparecer breves períodos de apnea entre los ciclos. La *hiperventilación neurogénica central* alude a unas respiraciones rápidas profundas de forma constante y el término *respiración atáxica* se refiere a los esfuerzos ventilatorios erráticos que carecen de un patrón definido. La función respiratoria espontánea cesa cuando se comprime el tronco del encéfalo, una vía final común para las herniaciones<sup>15</sup>.

Cuando se desarrolla hipoxia tisular en el encéfalo, se activan los reflejos en un esfuerzo de mantener el aporte cerebral de oxígeno. Para superar el incremento de la PIC, se activa el sistema nervioso autónomo para aumentar la presión arterial sistémica y la PAM para mantener una PPC. Las tensiones sistólicas pueden llegar a los 250 mm Hg. Sin embargo, como los barorreceptores de las arterias carótidas y el cayado aórtico perciben un gran incremento de la presión arterial, envían señales al tronco del encéfalo para activar el sistema nervioso parasimpático. Después se producen señales que viajan por el décimo par craneal, el nervio vago, para reducir la frecuencia cardíaca. El *fenómeno de Cushing* describe la combinación ominosa de un incremento de la presión arterial muy marcado y la consiguiente bradicardia, que puede presentarse ante un incremento notable de la PIC.

**Isquemia y herniación.** Los síndromes de herniación describen porque el desarrollo de edema en el encéfalo por estar contenido dentro de un espacio totalmente cerrado puede ocasionar daños mecánicos. Sin embargo, el incremento de la PIC derivado del edema cerebral puede causar también lesiones cerebrales al ocasionar isquemia y también por la reducción asociada del aporte de oxígeno. Conforme se agrava el edema cerebral, aumenta la PIC. Como la  $\text{PPC} = \text{PAM} - \text{PIC}$ , al aumentar la PIC se produce una reducción de la PPC. Por eso, los aumentos de la PIC ponen en riesgo el FSC. Además de las lesiones mecánicas cerebrales, el edema puede ser causa de lesiones isquémicas encefálicas, que complican las lesiones de la misma naturaleza que el encéfalo puede sufrir por otras causas, como la hipotensión sistémica.

Para complicar todavía más esta situación, cuando los estímulos mecánicos e isquémicos causan lesiones encefálicas, agravan el edema. De esta forma el edema cerebral puede ser causa de las lesiones que agravan todavía más el edema cerebral, lo que contribuye a agravar las lesiones y el edema en una espiral que puede culminar en la herniación y la muerte si no se interrumpe. Limitar estas lesiones secundarias e interrumpir este ciclo lesional es el principal objetivo del tratamiento del TCE.

**Edema cerebral.** El edema cerebral se asocia a menudo a la localización de la lesión cerebral primaria. Las lesiones de las membranas neuronales permiten que se acumule líquido intracelular dentro de las neuronas dañadas, con el consiguiente edema cerebral. Además, las lesiones pueden causar respuestas inflamatorias que lesionan a las neuronas y los capilares cerebrales, con acumulación de líquido dentro de las neuronas y los espacios intersticiales, lo que contribuye al edema cerebral. Conforme se desarrolla el edema, aparecen las lesiones mecánicas e isquémicas descritas previamente, lo que agrava estos procesos y culmina en más edema y más lesiones.

El edema cerebral se puede producir asociado a un hematoma intracraneal o como consecuencia del mismo, como resultado de las contusiones cerebrales que lesionan el parénquima o como consecuencia de una lesión cerebral difusa por hipoxia o hipoperfusión.

**Hematomas intracerebrales.** En los traumatismos se produce un efecto de masa por la acumulación real de sangre dentro del espacio intracraneal. Los hematomas intracraneales, como los epidurales, subdurales o intracerebrales, son una causa frecuente de este efecto de masa. Como el efecto de masa derivado de estos hematomas se debe exclusivamente a su tamaño, la extracción rápida de estos hematomas puede romper el ciclo de edema y lesión descrito antes. Por desgracia, estos hematomas suelen asociarse a edema cerebral y son necesarios otros medios para interrumpir el ciclo de lesión y edema, además de la sencilla extracción del hematoma (los hematomas cerebrales específicos se describen más adelante).

**Hipertensión intracraneal.** La hipertensión intracraneal se puede producir porque el edema cerebral aparece en un espacio cerrado. La PIC se determina para tratar de cuantificar y valorar el grado de edema cerebral. Se colocan monitores de PIC para que los profesionales puedan cuantificar el edema cerebral, valorar el riesgo de herniación y monitorizar la eficacia de los tratamientos orientados para combatir el edema cerebral. En este sentido, la PIC elevada es un signo de edema cerebral.

Como la PIC elevada, o hipertensión intracraneal, es parte del ciclo descrito antes, también provoca lesiones cerebrales en forma de compresión mecánica del cerebro y lesiones isquémicas e hipóxicas encefálicas. Por este motivo, la PIC se analiza adecuadamente tanto como causa de edema cerebral como también como un síntoma del mismo.

La monitorización de la PIC no está disponible de forma rutinaria en el entorno prehospitalario, pero comprenderla y conocer los motivos para controlarla pueden ayudar a los profesionales prehospitalarios a adoptar decisiones en los pacientes con traumatismos craneoencefálicos.

## Causas extracraneales

**Hipotensión.** Como se sabe desde hace mucho tiempo, la isquemia cerebral es frecuente en los traumatismos craneales. Se encuentran datos de isquemia en un 90% de los pacientes que fallecen por un TCE e incluso muchos de los supervivientes sufren lesiones isquémicas<sup>18</sup>. Por eso, la influencia de un FSC escaso sobre el pronóstico del TCE ha sido un motivo principal para limitar las lesiones secundarias en este proceso.

En la base de datos sobre TCE nacional los dos factores predictores de mal pronóstico más importantes en este proceso fueron el tiempo que el paciente ha pasado con una PIC superior a 20 mm Hg y una PAS inferior a 90 mm Hg. De hecho, un solo episodio de PAS inferior a estos valores puede empeorar el pronóstico<sup>19</sup>. Varios estudios han confirmado la profunda influencia de una PAS baja sobre el pronóstico de un TCE.

Muchos pacientes con un TCE sufren otras lesiones, muchas de las cuales incluyen sangrado y una reducción consiguiente de

la presión arterial. La reanimación agresiva con líquidos de estas lesiones con el objetivo de mantener la PAS por encima de 90 mm Hg resulta esencial para limitar las lesiones secundarias del encéfalo que pueden aparecer si no se consigue este objetivo.

Además de la hemorragia, un segundo factor pone en peligro el FSC tras un TCE, sobre todo en las lesiones más graves. Un FSC cortical típico serían 50 ml/100 g de encéfalo/min. Tras un TCE grave, este valor puede reducirse hasta 30 ml e incluso sólo 20 ml/100 g/min en los casos más graves. Este deterioro puede deberse a una falta de autorregulación o puede ser un mecanismo protector, que regula a la baja todo el encéfalo en respuesta a la lesión. Sea cual sea la causa, este efecto, añadido a la influencia del *shock* hemorrágico, complica la amenaza que la isquemia representa para el encéfalo<sup>6,7,19,20</sup>.

Además, como se comentó antes, la autorregulación en el encéfalo lesionado también se altera. En consecuencia se necesitan PPC más elevadas para mantener un FSC adecuado. Las regiones encefálicas gravemente lesionadas pueden perder casi toda su capacidad de autorregulación. En estas regiones los vasos sanguíneos se dilatan y provocan hiperemia y derivación de la sangre hacia las regiones más gravemente lesionadas del encéfalo, robándolo a otras que podrían ser salvadas todavía con una perfusión adecuada<sup>21,22</sup>. Por último, una hiperventilación agresiva puede amenazar todavía más el FSC y complicar la amenaza isquémica.

Esta combinación de regulación a la baja fisiológica, derivación de la sangre y *shock* hemorrágico genera múltiples riesgos de isquemia para el encéfalo y determina que el tratamiento agresivo de la hipotensión forme una parte esencial del tratamiento del TCE. Por este motivo resulta fundamental un abordaje prehospitalario agresivo con reanimación con líquidos orientada a mantener una PAS superior a 90 mm Hg y que trata de limitar las lesiones secundarias en el paciente con lesiones cerebrales.

**Hipoxia.** Uno de los sustratos más importantes que llega al encéfalo lesionado a través de la circulación es el oxígeno. Se pueden producir lesiones cerebrales irreversibles tras sólo 4-6 minutos de anoxia cerebral. Los estudios también han demostrado una influencia significativa de la presión parcial de oxígeno (PO<sub>2</sub>) inferior a 60 mm Hg en los pacientes con un TCE<sup>14,13</sup>. Un número notable de pacientes con TCE no se reaniman de forma adecuada sobre el terreno<sup>13</sup>. Además, varios estudios han demostrado que un número significativo de víctimas de TCE tienen una PO<sub>2</sub> o una saturación de O<sub>2</sub> baja o inadecuada<sup>12</sup>. El interés por el control prehospitalario de la vía aérea y el aporte de oxígeno en los pacientes con lesiones cerebrales ha sido en parte consecuencia de estos estudios.

Elegantes trabajos con monitorización de oxígeno en el tejido cerebral han demostrado la influencia del *shock* hemorrágico sobre el aporte de oxígeno al encéfalo. Limitar la hipotensión es un componente clave para garantizar que el encéfalo recibe un aporte de oxígeno adecuado en la fase posterior a la lesión<sup>23</sup>.

La hemorragia es frecuente en los pacientes con un TCE y no sólo determina *shock*, sino también pérdida de sangre y hemoglobina.

Para que la sangre oxigenada alcance el encéfalo, los pulmones deben funcionar bien algo que con frecuencia no se produce en

los traumatismos. Los pacientes con una vía aérea inadecuada, aspiración de sangre o contenido gástrico, contusiones pulmonares o neumotórax sufren una patología que interfiere con una buena función respiratoria y con la capacidad de transferir el oxígeno de la atmósfera a la sangre. Además de asegurar el transporte de oxígeno al encéfalo mediante una hemoglobina y circulación adecuadas, los profesionales prehospitalarios deben asegurar una oxigenación adecuada mediante una vía aérea y ventilación correctas.

Igual que sucede con la hipotensión, la limitación agresiva de la hipoxia cerebral mediante un tratamiento correcto de la vía aérea, la respiración y la circulación resulta fundamental para limitar las lesiones cerebrales secundarias.

**Anemia.** Otro aspecto esencial para el aporte de oxígeno al encéfalo es la capacidad de transportarlo de la sangre, que viene determinada por la cantidad de hemoglobina que contiene. Una reducción de un 50% en la hemoglobina tiene una influencia mucho más profunda sobre el aporte de oxígeno al encéfalo que la reducción del 50% en la  $PO_2$ . Por este motivo, la anemia puede influir en el pronóstico del TCE.

**Hipoglucemia e hiperglucemia.** La hipotensión determina que el FSC sea escaso con muchas probabilidades. Conforme se reduce el FSC, el aporte de oxígeno al encéfalo también falla, igual que el suministro de glucosa y otros metabolitos necesarios para el encéfalo. Los efectos epidemiológicos de una reducción de la PAS y la fisiología del bajo aporte de oxígeno al encéfalo han sido bien estudiados. Sin embargo, todavía se sigue investigando sobre la utilización de la glucosa por parte del encéfalo lesionado y la influencia que esta utilización y aporte de glucosa tiene sobre el encéfalo dañado.

Sin embargo, las investigaciones de las que se dispone ofrecen una idea fascinante sobre la respuesta cerebral ante las agresiones. Parece que tras un traumatismo craneal, el metabolismo cerebral de la glucosa se altera de una forma compleja. Algunas pruebas atractivas indican que el metabolismo de la glucosa y las necesidades encefálicas de esta sustancia aumentan tras un traumatismo craneoencefálico grave, lo que supone un riesgo de desajuste entre el aporte y la utilización de glucosa<sup>24-26</sup>.

Por otro lado, buenos datos clínicos y de laboratorio en pacientes con ictus demuestran que los pacientes en los que la glucemia persiste en valores elevados durante períodos prolongados en la unidad de cuidados intensivos (UCI) pueden tener áreas de infarto más extensas y una reanimación menos eficaz de las regiones del cerebro que se podrían salvar que los pacientes en los que la glucemia se controla mejor. Estudios limitados indican que estos mismos factores aparecen en la isquemia tras un traumatismo craneal.

La hiperglucemia en pacientes con un TCE se ha relacionado también con un peor pronóstico neurológico.

Tanto el incremento de la glucemia (hiperglucemia) como su disminución (hipoglucemia) pueden amenazar al tejido encefálico isquémico. El efecto desastroso de la hipoglucemia importante sobre el sistema nervioso en caso de lesiones y en otras situaciones se conoce bien. Las neuronas no pueden almacenar azúcar y necesitan un aporte continuado de glucosa para reali-

zar su metabolismo celular. Sin glucosa, las neuronas isquémicas pueden desarrollar lesiones irreversibles. Sin embargo, también es verdad que una glucemia mantenida por encima de 150 mg/dl y posiblemente por encima de 200 mg/dl puede resultar dañina para el encéfalo lesionado y se debería evitar<sup>27,28</sup>.

En el ambiente prehospitalario se debe buscar evitar la hipoglucemia porque la amenaza fisiológica derivada de este trastorno es más inmediata que la asociada a la hiperglucemia. Además, cualquier hiperglucemia inducida será transitoria y es poco probable que se consiga el control estrecho de la glucemia necesario en el tratamiento de estos pacientes antes de que se complete la reanimación en el servicio de emergencias.

**Hipocapnia e hipercapnia.** Tanto la hipocapnia (descenso de la  $Paco_2$ ) como la hipercapnia (aumento de la  $Paco_2$ ) pueden empeorar la lesión cerebral. Cuando los vasos cerebrales se contraen, por una hipocapnia significativa, se altera el FSC, con una disminución del suministro de oxígeno al cerebro. La hipercapnia puede estar causada por una hipoventilación debida a intoxicación por alcohol, drogas, medicamentos o por alguno de los patrones ventilatorios anormales observados en los pacientes con PIC elevada. La hipercapnia provoca una vasodilatación cerebral que aumenta todavía más la PIC.

**Convulsiones.** Un paciente con un TCE agudo tiene riesgo de convulsiones por diferentes motivos. La hipoxia por problemas respiratorios o de la vía aérea puede causar una actividad convulsiva generalizada, igual que la hipoglucemia y los trastornos electrolíticos. El tejido cerebral isquémico o dañado actúa como foco irritable que da origen a convulsiones generalizadas o un estatus epiléptico. De hecho, las convulsiones pueden agravar la hipoxia preexistente causada por un deterioro de la función respiratoria. Adicionalmente, la actividad neuronal masiva relacionada con las convulsiones generalizadas provoca un descenso inmediato de la concentración de oxígeno y glucosa, lo que empeora aún más la isquemia cerebral.

## Evaluación

En el paciente con sospecha de TCE, una valoración rápida de la cinemática de la lesión, combinada con una valoración primaria rápida, contribuye a identificar los problemas que provocan riesgo vital.

### Cinemática

Igual que en todos los pacientes traumatizados, la valoración debe incluir una evaluación del mecanismo de lesión. Como muchos pacientes con TCE grave presentan un nivel de conciencia alterado, los datos clave sobre la fisiopatología deben obtenerse de la observación de la escena o de los testigos. El parabrisas del vehículo del paciente puede presentar un aspecto de «telaraña», que indica un impacto con la cabeza del paciente, o puede haber un objeto lleno de sangre usado como arma durante un

robo. Esta información importante debe transmitirse al personal del centro sanitario receptor, porque puede ser fundamental para el diagnóstico y tratamiento correcto del paciente.

## Valoración primaria

### Vía aérea

Hay que comprobar la permeabilidad de la vía aérea del paciente. En las personas inconscientes, la lengua puede obstruirla por completo. Las ventilaciones ruidosas indican una obstrucción parcial por la lengua o por material extraño. El vómito, la sangre y el edema por el traumatismo facial comprometen habitualmente la vía aérea en los pacientes con TCE.

### Respiración

La valoración de la función respiratoria debe incluir una valoración de la frecuencia, profundidad e idoneidad de la respiración. Como ya hemos señalado, el traumatismo craneoencefálico grave puede ocasionar diferentes patrones respiratorios. En los pacientes politraumatizados, las lesiones torácicas pueden deteriorar tanto la ventilación como la oxigenación. Del 2% al 5% de los pacientes con TCE presenta fracturas en la columna cervical que pueden interferir de forma significativa con la ventilación.

Un aporte adecuado de oxígeno al encéfalo lesionado es una parte esencial de los intentos por limitar las lesiones cerebrales secundarias. La incapacidad de mantener la saturación de oxígeno de la hemoglobina ( $SpO_2$ ) por encima del 90% parece traducirse en un peor pronóstico de los pacientes con lesiones cerebrales; mantener una  $SpO_2$  superior al 90% resulta esencial. Es fundamental valorar que la vía aérea y los esfuerzos ventilatorios son adecuados en las fases iniciales del tratamiento de un TCE.

### Circulación

Como ya se ha comentado antes, mantener una PAS superior a 90 mm Hg resulta esencial para limitar las lesiones cerebrales secundarias en pacientes con un TCE. Por eso, tanto el control de la hemorragia como la prevención y el tratamiento del *shock* son críticos. El profesional de la asistencia prehospitalaria debe observar y cuantificar los signos de hemorragia externa, si es posible. En ausencia de una pérdida de sangre al exterior significativa, un pulso débil y rápido en una víctima de un traumatismo cerrado indica una hemorragia interna en el espacio pleural, peritoneo, retroperitoneo o partes blandas alrededor de las fracturas de los huesos largos. En un lactante con las fontanelas abiertas puede acumularse suficiente cantidad de sangre en el interior del cráneo para provocar un *shock* hipovolémico. Un pulso lento y vigoroso puede ser el resultado de una hipertensión intracraneal e indica una herniación inminente (fenómeno de Cushing). En un paciente con lesiones potencialmente mortales no hay que retrasar el traslado para determinar la presión arterial, sino que se toma durante el traslado cuando las circunstancias lo permitan.

### Evaluación de la función cerebral

Durante la valoración primaria y tras iniciar las medidas oportunas para tratar los problemas identificados durante la evaluación de la vía aérea, la respiración y la circulación, debe calcu-

larse la puntuación en la escala del coma de Glasgow (GCS) para valorar con precisión el nivel de conciencia del paciente (tabla 8-1). Como ya hemos descrito en el capítulo 5, la puntuación en la GCS se calcula tomando la mejor puntuación tras la evaluación de la respuesta ocular, verbal y motora. Si el paciente no abre los ojos de forma espontánea, hay que usar un orden verbal (p. ej., «¡Abra los ojos!»). Si el paciente no responde a la estimulación verbal, hay que aplicar un estímulo doloroso como la compresión del lecho ungueal con un bolígrafo o un pellizco en el tejido axilar anterior.

Puede explorarse la respuesta verbal del paciente con una pregunta como: «¿Qué le ha pasado?». Si el paciente está bien orientado, dará una respuesta coherente. En caso contrario, la respuesta verbal se califica como confusa, inapropiada, ininteligible o ausente. Si el paciente está intubado, se calcula la puntuación sólo con la respuesta ocular y motora y se añade una «T» para señalar la imposibilidad de evaluar la respuesta verbal, como «8T».

El último componente de la GCS es la puntuación motora. Hay que dar una orden simple y directa como «¡Levante dos dedos!» o «¡Haga el signo del autoestopista!». Cuando el paciente aprieta los dedos del profesional de la asistencia prehospitalaria puede demostrar simplemente un reflejo de prensión y no una respuesta motora voluntaria. Si el paciente no obedece las ór-

**TABLA 8-1** Escala del coma de Glasgow

Evaluación	Puntos
<b>APERTURA DE LOS OJOS</b>	
Espontánea	4
A la orden	3
Ante un estímulo doloroso	2
Sin apertura	1
<b>MEJOR RESPUESTA VERBAL</b>	
Respuesta adecuada (orientado)	5
Respuestas confusas	4
Respuesta inadecuada	3
Ruidos ininteligibles	2
Ausencia de respuesta verbal	1
<b>MEJOR RESPUESTA MOTORA</b>	
Obedece la orden	6
Localiza el estímulo doloroso	5
Retirada al dolor (movimiento no localizador del dolor)	4
Responde con flexión anormal al estímulo doloroso (decorticación)	3
Responde con extensión anormal al dolor (descerebración)	2
Ausencia de respuesta motora	1

Obsérvese que la peor puntuación posible es 3 y la mejor es 15.

denes hay que provocar un estímulo doloroso y puntuar la *mejor* respuesta motora. Se considera que el paciente que intenta apartar el estímulo doloroso localiza el estímulo. Otras respuestas posibles al dolor son la retirada del estímulo, la flexión anormal (decorticación) o la extensión anormal (descerebración) de las extremidades superiores o la ausencia de función motora.

Hay que explorar las pupilas de inmediato para comprobar su simetría y respuesta a la luz. Una diferencia del tamaño pupilar superior a 1 mm se considera anormal. Un pequeño porcentaje de la población tiene anisocoria, o asimetría de tamaño pupilar congénita o adquirida como resultado de un traumatismo ocular. No siempre resulta posible distinguir sobre el terreno entre la asimetría pupilar debida a un traumatismo y la anisocoria congénita o postraumática persistente. La asimetría pupilar debe tratarse siempre como si fuera secundaria al traumatismo agudo hasta que los estudios complementarios adecuados hayan descartado el edema cerebral o las lesiones de los nervios motores u oftálmicos<sup>29</sup>.

### Exposición/ambiente

Los pacientes que han sufrido un TCE presentan a menudo otras lesiones, que ponen en riesgo su vida y sus miembros además del encéfalo. Todas estas lesiones se deben identificar. Hay que explorar todo el cuerpo para identificar otros posibles problemas con riesgo vital.

### Valoración secundaria

Cuando ya se han identificado y tratado las lesiones con riesgo vital, debe realizarse una valoración secundaria completa si las circunstancias lo permiten. Hay que palpar con cuidado la cabeza y la cara del paciente para detectar heridas, hundimientos y crepitación. El drenaje de líquido claro por la nariz o el oído puede corresponder a LCR. Cuando se coloca sobre una compresa o un paño, el LCR puede separarse de la sangre, dejando un «halo» amarillento característico. Aunque el «halo» positivo no siempre se debe a LCR, esta prueba resulta excelente para aplicarla sobre el terreno si el tiempo lo permite porque alerta a los profesionales sobre una posible fuga de LCR<sup>30</sup>.

Hay que volver a comprobar el tamaño y la respuesta pupilar en este momento. Hay que explorar el cuello para detectar dolor a la palpación y deformidades óseas por la incidencia elevada de fracturas en la columna cervical en los pacientes con TCE como ya hemos señalado con anterioridad.

En un paciente colaborador también hay que realizar una exploración neurológica más detallada, con evaluación de la función motora y sensitiva en todas las extremidades. Puede haber defectos neurológicos en un solo lado del cuerpo, como hemiparesia (debilidad) o hemiplejía (parálisis). Estos «signos de lateralización» suelen indicar un TCE, mientras que los defectos neurológicos bilaterales, como la paraplejía, son más sugestivos de una lesión de la médula espinal.

### Anamnesis

El profesional de la asistencia prehospitalaria debe realizar una anamnesis «AMPLE» del paciente, miembros de la familia o tes-

tigos. La diabetes mellitus, la epilepsia y la intoxicación por medicamentos, drogas o alcohol pueden simular un TCE. Hay que observar cualquier signo de consumo o sobredosis de drogas. El paciente puede tener un antecedente de lesión craneoencefálica previa y puede quejarse de cefalea recurrente o persistente, trastornos visuales, náuseas y vómitos o dificultad para hablar.

### Exploraciones seriadas

Aproximadamente el 3% de los pacientes con una lesión cerebral leve (GCS 14-15) pueden presentar un deterioro inesperado de su estado mental. Durante el traslado hay que repetir la valoración primaria y la evaluación de la GCS a intervalos frecuentes. Los pacientes cuya GCS se deteriora más de 2 puntos durante un traslado tienen un riesgo especialmente alto de sufrir procesos patológicos en evolución<sup>29,32,33</sup>. Estos pacientes deben ser trasladados con rapidez a un centro apropiado, que deberá emplear la tendencia de la GCS durante el traslado para decidir el tratamiento precoz del paciente. Las tendencias de la GCS o los signos vitales deberían ser notificadas al centro receptor y anotadas en la historia del paciente. También hay que dejar constancia de las respuestas al tratamiento.

## Lesiones específicas

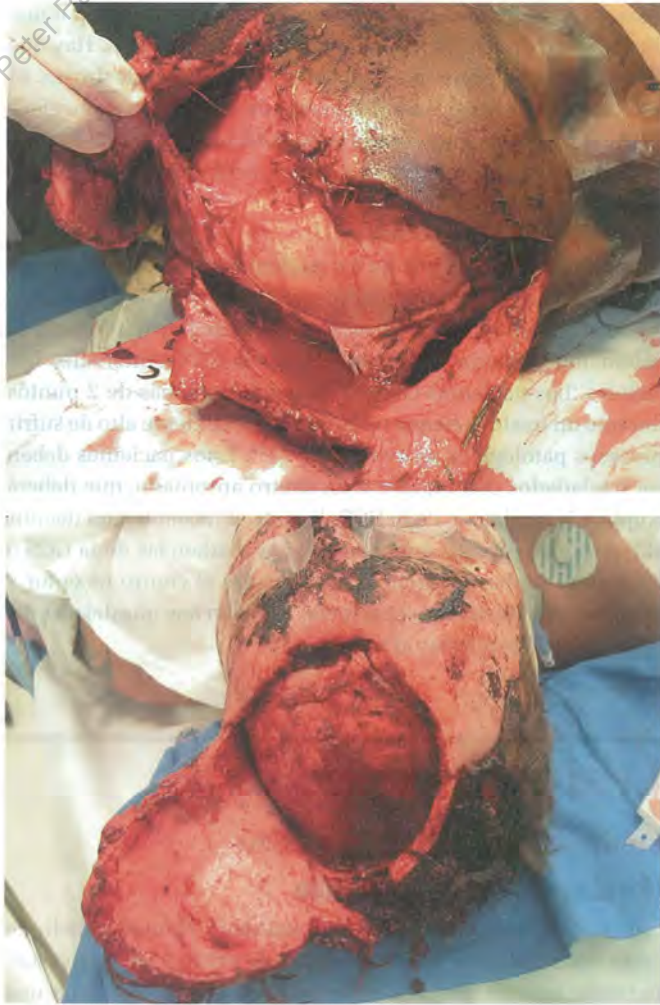
### Lesiones en cabeza y cuello

#### Heridas del cuero cabelludo

Como se comentó en la sección de anatomía, el cuero cabelludo está constituido por múltiples capas de tejido y es muy vascularizado; incluso una laceración pequeña puede ocasionar una hemorragia copiosa. Las lesiones más complejas, como el arrancamiento, en la cual se arranca una extensa zona del cuero cabelludo del cráneo, puede llevar al *shock* hipovolémico e incluso a que el paciente se desangre (figura 8-7). Este tipo de lesiones se suele producir cuando el ocupante de un asiento delantero de un vehículo que viaja sin cinturón impacta con la cabeza contra el parabrisas y también en trabajadores de pelo largo que sufren atrapamiento del mismo en una máquina. Un golpe intenso en la cabeza puede ocasionar un hematoma en el cuero cabelludo que se puede confundir con una fractura hundida de cráneo a la palpación.

#### Fracturas de cráneo

Las fracturas de cráneo pueden estar causadas por un traumatismo cerrado o penetrante. Las *fracturas lineales* suponen el 80% de las fracturas de cráneo; sin embargo, un impacto potente puede producir una fractura *con hundimiento*, en el que los fragmentos de hueso se acercan o alcanzan el tejido cerebral subyacente (figura 8-8). Aunque las fracturas lineales simples se detectan sólo mediante un estudio radiológico, las fracturas con hundimiento pueden palparse durante una exploración física minuciosa. Una fractura craneal cerrada sin hundimiento tiene poca importancia clínica por sí misma, pero su presencia aumenta notablemente el riesgo de hematoma intracraneal. Las fracturas cra-



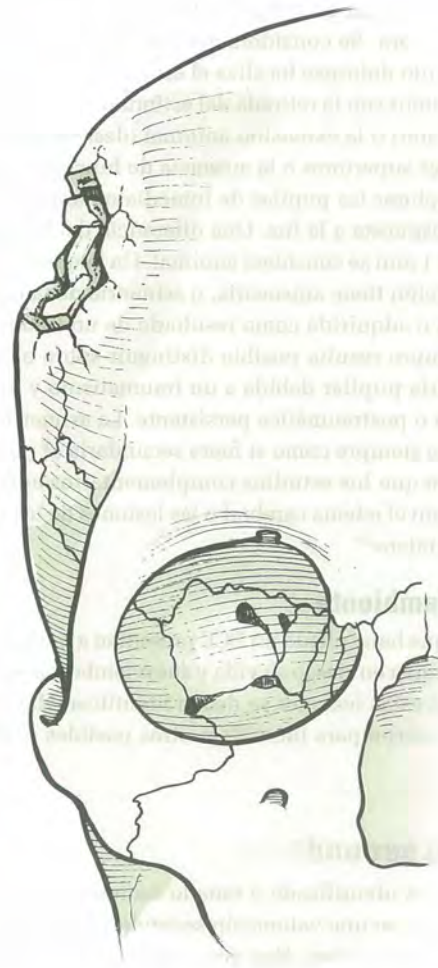
**FIGURA 8-7** Las lesiones extensas en el cuero cabelludo pueden ocasionar hemorragias externas masivas.

neales hundidas y cerradas pueden necesitar una intervención de neurocirugía. Las fracturas abiertas de cráneo pueden estar causadas por un impacto intenso o por un arma de fuego y son una puerta de entrada para las bacterias, lo que aumenta el riesgo de meningitis. Si se rompe la duramadre, puede salir tejido cerebral o LCR por la fractura abierta. Dado el riesgo de meningitis, estas heridas se deben valorar de forma inmediata por un neurocirujano.

Hay que sospechar una *fractura de la base del cráneo* (fracturas del suelo del cráneo) si sale LCR por la nariz o el oído. La equimosis periorbitaria, denominada a menudo «ojos de mapache», y el signo de Battle, que es la presencia de equimosis sobre la región mastoidea por detrás del pabellón auricular, son frecuentes en las fracturas de la base del cráneo, aunque pueden pasar varias horas desde la lesión para que sean aparentes.

### Lesiones faciales

Las lesiones faciales pueden ir desde traumatismos menores en las partes blandas a lesiones graves con compromiso de la vía aérea y *shock* hipovolémico. La vía aérea puede quedar compro-

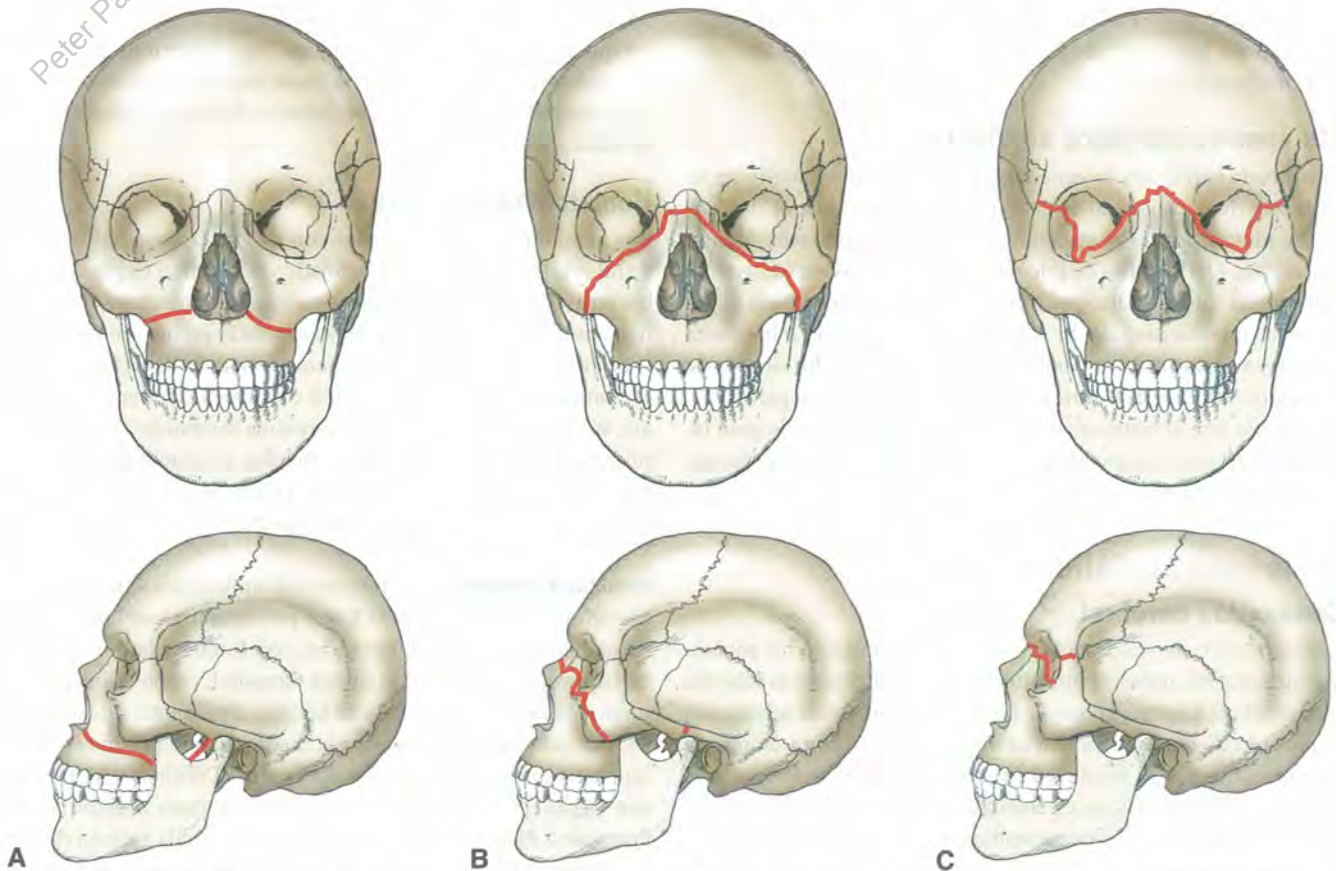


**FIGURA 8-8** Una fractura craneal con hundimiento puede desplazar fragmentos de hueso al interior del tejido encefálico.

metida por cambios estructurales secundarios al traumatismo o por la presencia de líquidos u otros objetos dentro de la propia vía. Los cambios estructurales pueden ser consecuencia de deformidades de los huesos faciales fracturados o de hematomas que se desarrollan en los tejidos. Como en la cabeza existe una elevada concentración de vasos sanguíneos, muchos traumatismos de esta región ocasionan una hemorragia importante. La sangre y los coágulos pueden interferir con la permeabilidad de la vía aérea. Los traumatismos faciales se suelen asociar a alteraciones del nivel de conciencia e incluso de lesiones encefálicas graves. Estos traumatismos en la cara pueden ocasionar fracturas o desplazamiento de los dientes hacia la luz de la vía aérea y los TCE y el *shock* hipovolémico pueden provocar vómitos, que también pueden obstruir la vía aérea.

**Fracturas mandibulares.** Tras las fracturas de los huesos nasales, las fracturas mandibulares son la segunda forma de fractura facial más frecuente. En más de un 50% de los casos la mandíbula se rompe en más de un lugar. El síntoma más frecuente que refieren estos pacientes es la mala oclusión dentaria, es decir,

Peter Pan



**FIGURA 8-9** Tipos de fractura de Le Fort del tercio medio de la cara. **A.** Fractura de Le Fort de tipo I. **B.** Fractura de Le Fort de tipo II. **C.** Fractura de Le Fort de tipo III. (Tomado de Sheehy S: *Emergency nursing*, ed 3, St Louis, 1992, Mosby.)

que los dientes superiores e inferiores no coinciden en su alineación habitual. A la palpación se puede observar una deformidad en «escalón» y crepitantes.

**Fracturas nasales.** Los indicios sugestivos de una fractura nasal incluyen equimosis, edema y epistaxis. A la palpación se pueden encontrar alteraciones óseas.

**Fracturas de la línea media facial.** Las fracturas de la línea media facial se pueden clasificar de la siguiente manera (figura 8-9):

- La *fractura Le Fort de tipo I* implica una separación horizontal del maxilar respecto del suelo de la nariz. Aunque la entrada de aire por las narinas puede no quedar afectada, la orofaringe puede sufrir afectación por la presencia de un hematoma o edema en el paladar blando.
- La *fractura Le Fort de tipo II*, denominada también *fractura piramidal*, incluye a los maxilares derecho e izquierdo, la parte medial del suelo orbitario y los huesos nasales. Los senos están bien vascularizados y esta fractura puede asociarse a afectación de la vía aérea por una hemorragia intensa.
- Las *fracturas Le Fort de tipo III* afectan a los huesos faciales, que se separan del cráneo (separación

craneofacial). Dadas las fuerzas que participan en este tipo de lesiones, puede aparecer afectación de la vía aérea, TCE, lesiones de los conductos lagrimales, mala oclusión dentaria y fuga de LCR por las narinas.

Los pacientes con fracturas de la línea media suelen perder la simetría facial normal. La cara puede estar aplanada y el paciente es incapaz en ocasiones de cerrar la mandíbula o los dientes. Si está consciente, el paciente puede referir dolor o parestias en la cara. A la palpación se puede observar crepitación en la zona fracturada.

### Lesiones laríngeas

Las fracturas laríngeas se deben típicamente a un golpe seco en la región cervical anterior o cuando el conductor de una bicicleta o motocicleta sufre un golpe en la misma zona anatómica por un objeto. El enfermo puede referir un cambio de la voz (en general un tono más bajo). A la inspección el profesional prehospitalario puede observar una contusión cervical o pérdida de la prominencia del cartílago tiroideo (nuez de Adán). La fractura de la laringe puede causar enfisema subcutáneo en el cuello, que se percibe a la palpación. En general está contraindicada la intubación endotraqueal cuando existe una fractura laríngea porque este procedimiento puede alterar la posición de los fragmen-

tos de la fractura. Si el paciente con una posible fractura de la laringe tiene afectación de la vía aérea, la cricotirotomía quirúrgica puede salvarle la vida.

### Lesiones de los vasos cervicales

Una arteria carótida y la vena yugular atraviesan el cuello en su parte anterior a cada lado de la tráquea. Las arterias carótidas irrigan la mayor parte del encéfalo y las venas yugulares drenan esta región. Las lesiones de uno de estos vasos pueden causar una hemorragia intensa. Otro peligro en las lesiones de la vena yugular es la embolia gaseosa. Si el paciente está sentado o la cabeza está elevada, la presión venosa puede reducirse por debajo de la presión atmosférica durante la inspiración, lo que permite la entrada de aire al sistema venoso. Un émbolo de aire de gran tamaño puede resultar mortal porque interfiere con la función cardíaca y la perfusión cerebral.

### Lesiones encefálicas

#### Conmoción cerebral

El diagnóstico de «conmoción» se establece cuando un paciente traumatizado muestra una alteración transitoria de la función neurológica. Aunque la mayor parte de las personas relacionan la pérdida de conciencia con el diagnóstico de conmoción, no es necesario que se produzca esta pérdida de conciencia para establecer el diagnóstico; en realidad la característica de la conmoción es la amnesia postraumática. Otros cambios neurológicos posibles son<sup>35</sup>:

- Mirada ausente (expresión facial anodina).
- Retraso de las respuestas motoras y verbales (lentitud en la respuesta ante preguntas o en el cumplimiento de órdenes).
- Confusión e incapacidad de centrar la atención (se distrae con facilidad y no puede realizar actividades normales).
- Desorientación (caminar en la dirección equivocada; falta de conciencia del tiempo, el espacio y la fecha).
- Habla incoherente o farfullante (afirmaciones incomprensibles o deslabazadas).
- Falta de coordinación (tambaleo, incapacidad de caminar en línea recta o en tándem).
- Emociones inadecuadas ante las circunstancias (pasotismo, llorar sin motivo aparente).
- Deficiencias de memoria (se ponen de relieve preguntando al paciente de forma repetida una pregunta que ya haya contestado).
- Incapacidad de memorizar y recordar (p. ej., 3 de 3 palabras u objetos en 5 minutos).

En todos los pacientes con conmoción, la TC craneal será normal.

La cefalea intensa, los mareos y las náuseas y vómitos son acompañantes frecuentes en la conmoción. Aunque la mayor parte de estos hallazgos persisten desde horas a un par de días, algunos pacientes desarrollan un síndrome posconmocional con cefaleas, mareos y dificultad para concentrarse durante semanas

e incluso meses después de una conmoción grave. Los pacientes que muestran signos de conmoción y sobre todo los que sufren náuseas, vómitos o alteraciones neurológicas en la valoración secundaria deben ser trasladados de forma inmediata para su valoración.

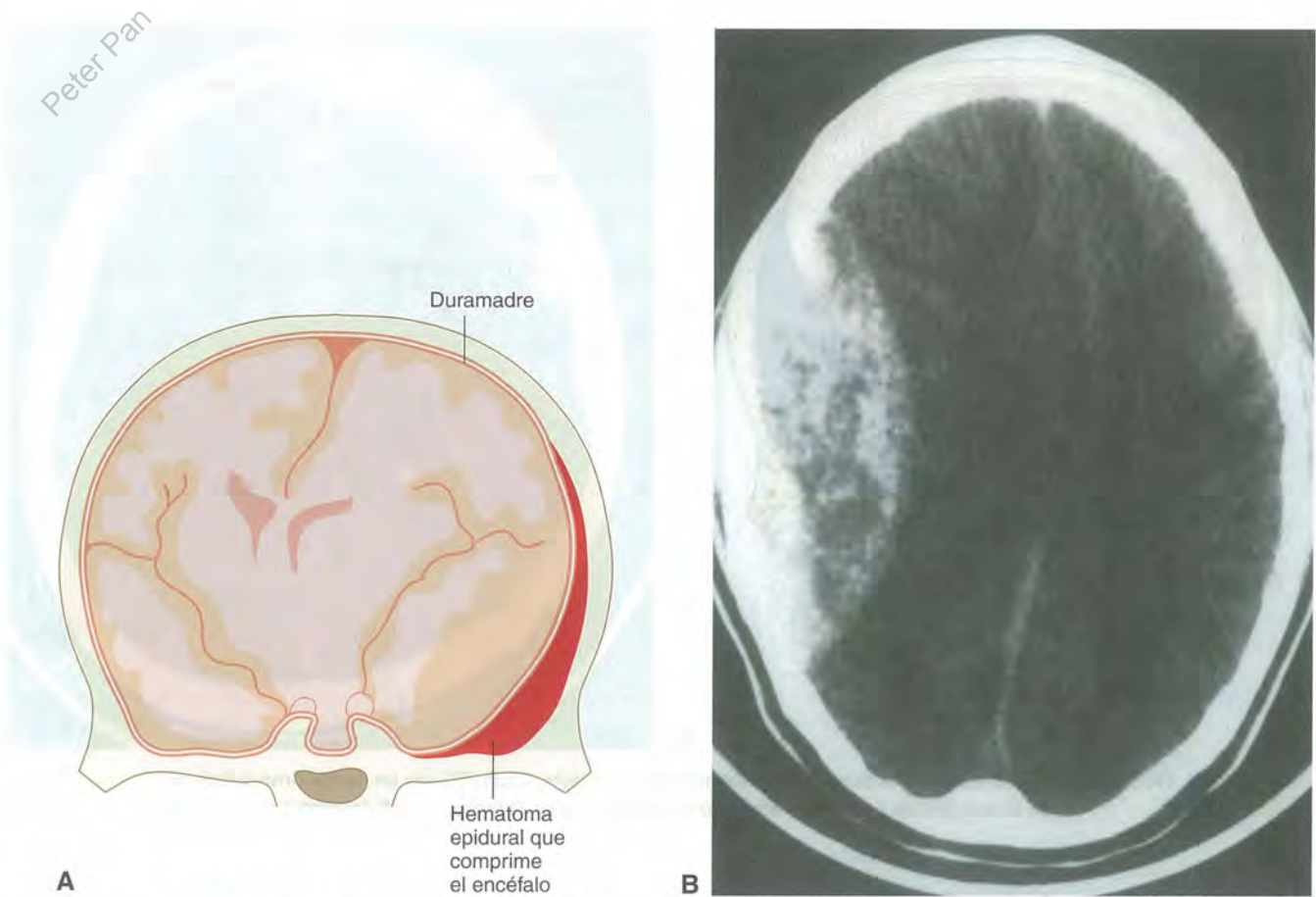
### Hematoma intracraneal

Los hematomas intracraneales son de tres tipos: epidural, subdural e intracerebral. El diagnóstico específico es casi imposible en el ámbito prehospitalario porque los síntomas se superponen, aunque el profesional de la asistencia prehospitalaria (y del servicio de emergencias) debe sospechar un hematoma epidural basándose en la presentación clínica característica. Incluso así, el diagnóstico definitivo se realiza mediante TC en el hospital receptor. Estos hematomas pueden producir una elevación rápida de la PIC, sobre todo si son voluminosos, porque ocupan espacio en el interior del cráneo rígido.

**Hematoma epidural.** Los hematomas epidurales suponen el 2% aproximadamente de los TCE que precisan ingreso hospitalario. Estos hematomas están causados con frecuencia por un golpe de baja velocidad sobre el hueso temporal, como el impacto de un puñetazo o de una pelota de béisbol. Una fractura de este hueso fino daña la arteria meníngea media, lo que produce una hemorragia arterial que se acumula entre el cráneo y la duramadre (figura 8-10). Esta sangre arterial a gran presión puede empezar a disecar o despegar la dura de la tabla interna del cráneo, generando un espacio epidural lleno de sangre. Este tipo de hematomas epidurales tienen una forma de cristalino típica, que se ve en la TC, que se explica porque la duramadre mantiene el hematoma contra la tabla interna del cráneo. Como este hematoma se suele deber a una fractura craneal, a menudo existen pocas lesiones directas en el encéfalo localizado por debajo del mismo. El principal riesgo para el encéfalo es la masa en expansión de sangre que desplaza al encéfalo y supone un peligro de herniación. Por este motivo, los pacientes en los que se realiza la evacuación rápida del hematoma epidural tienen una recuperación excelente.

La historia clásica de un hematoma epidural es un paciente que sufre una breve pérdida de la conciencia, para después recuperarla y posteriormente sufrir un deterioro rápido de la misma. Durante el período de conservación de la conciencia, el *intervalo lúcido*, el paciente puede estar orientado, obnubilado o confuso y puede referir cefalea. Sólo un tercio de los pacientes con un hematoma epidural experimentan en realidad este «intervalo lúcido» y este fenómeno se observa también en otras hemorragias intracraneales, por lo que no es específico del hematoma epidural. En cualquier caso, cuando un paciente sufre un «intervalo lúcido» seguido de un deterioro de la GCS, tiene riesgo de sufrir un proceso intracraneal progresivo y se debe valorar de forma urgente.

Cuando el nivel de conciencia empeora, la exploración permite detectar una pupila dilatada y perezosa o reactiva en el lado del impacto (ipsolateral). La hemiparesia o la hemiplejía aparecen típicamente en el lado opuesto al impacto (contralateral), porque los nervios motores se cruzan en la médula espinal.



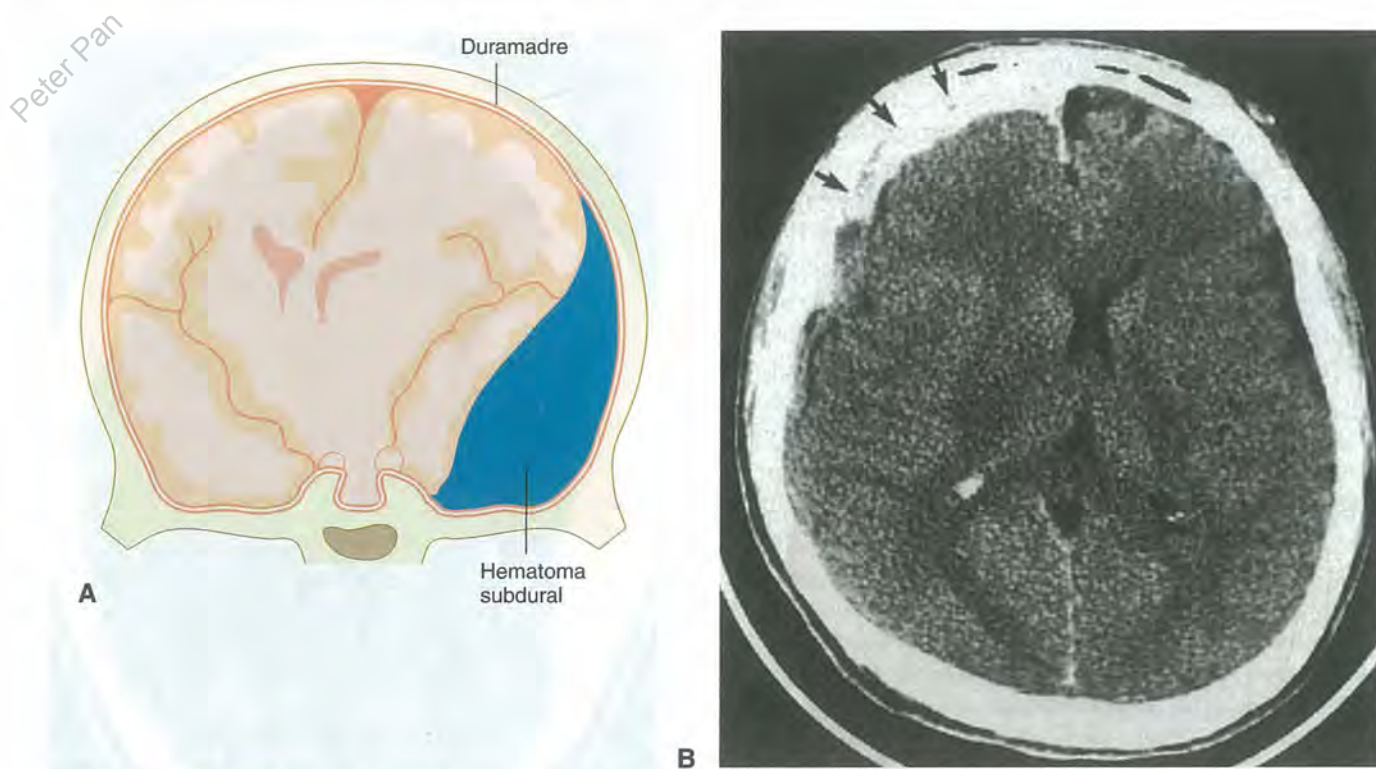
**FIGURA 8-10** A. Hematoma epidural. B. Tomografía computarizada (TC) de un hematoma epidural. (B, tomado de Cruz J: *Neurologic and neurosurgical emergencies*, Philadelphia, 1998, Saunders.)

La mortalidad de un hematoma epidural es aproximadamente un 20%; sin embargo, si se reconoce con rapidez y se evacua, la mortalidad se puede reducir hasta sólo un 2%. Esto se debe a que el hematoma epidural suele ser una lesión ocupante de espacio «pura» con escasos daños en el encéfalo subyacente. Tras extraer el hematoma, el efecto patológico desaparece también y el paciente puede recuperarse de forma excelente. Esta extracción rápida no sólo reduce la mortalidad, sino también la morbilidad neurológica importante posterior. Los hematomas epidurales afectan con frecuencia a pacientes jóvenes, que están empezando sus vidas, lo que pone de relieve la importancia social y humana del reconocimiento y extracción rápida de estos hematomas.

**Hematoma subdural.** Los hematomas subdurales suponen el 30% aproximadamente de las lesiones cerebrales graves. Además de ser más frecuentes que los epidurales, también difieren en la etiología, localización y pronóstico. A diferencia de la hemorragia arterial que produce el hematoma epidural, el hematoma subdural suele estar causado por una hemorragia venosa desde las venas puente que se lesionan durante un golpe violento en la cabeza. En este caso, la sangre se acumula en el espacio subdural, entre la duramadre y la aracnoides (figura 8-11).

Los hematomas subdural debutan de dos formas distintas. En algunos enfermos que acaban de sufrir un traumatismo importante, la rotura de las venas puente determina una acumulación relativamente rápida de sangre en el espacio subdural, con aparición rápida de un efecto masa. Además de esta morbilidad existen lesiones en el parénquima cerebral localizado por debajo del hematoma subdural, que aparece como consecuencia de la misma lesión que ocasionó la rotura venosa. En consecuencia, a diferencia de lo que sucede en los hematomas epidurales, el efecto de masa de los subdurales suele deberse tanto a la acumulación de sangre como al edema del encéfalo subyacente lesionado. Los pacientes que presentan este efecto de masa agudo tendrán un deterioro agudo del estado mental y necesitarán una monitorización urgente de la PIC y tratamiento, que puede incluir cirugía.

Sin embargo, en algunas poblaciones de pacientes pueden producirse hematomas subdurales ocultos. En los ancianos o enfermos debilitados, como los enfermos crónicos, el espacio subdural está aumentado de tamaño por la atrofia cerebral. En estos pacientes la sangre se puede acumular en el espacio subdural sin ocasionar un efecto de masa y puede quedar oculta en la clínica. Estos hematomas subdurales se pueden producir tras una caída en ancianos o tras traumatismos en apariencia menores. Espe-



**FIGURA 8-11** A. Hematoma subdural. B. Tomografía computarizada (TC) de un hematoma subdural. (B, tomado de Cruz J: *Neurologic and neurosurgical emergencies*, Philadelphia, 1998, Saunders.)

cial riesgo presentan los enfermos que reciben anticoagulantes, como warfarina. Como estas caídas son menores, los pacientes no suelen consultar y estas hemorragias no se identifican. Muchos pacientes en los que se acaba identificando un hematoma subdural crónico no consiguen recordar ningún acontecimiento traumático.

En algunos pacientes en los que se termina identificando el hematoma subdural oculto, la sangre subdural se licua, pero queda retenida en el espacio subdural. Con el tiempo y mediante un mecanismo que implica hemorragias repetidas de pequeña magnitud en el hematoma líquido, este hematoma subdural que ahora es crónico puede expandirse y empezar a ocasionar un efecto de masa sobre el encéfalo lentamente. Como este efecto de masa aparece con lentitud, el paciente no sufre la presentación espectacular que se observa en los hematomas subdurales agudos y presenta con más frecuencia cefaleas, alteraciones visuales, cambios de personalidad, dificultades para hablar (disartria) y hemiparesia o hemiplejía de lento desarrollo y progresivos. Sólo cuando alguno de estos síntomas adquiere una magnitud suficiente para que el paciente o cuidador consulten al médico se descubre el hematoma subdural crónico. En la TC un hematoma subdural crónico muestra un aspecto distinto de los agudos más urgentes. A menudo el acontecimiento que motivó el traslado para valoración y asistencia es la hemorragia subdural más reciente de las que ocasionaron el hematoma subdural crónico y se puede encontrar una pequeña cantidad de sangre aguda en una colección mayor de sangre crónica. La necesidad de cirugía y su urgencia vienen determina-

dos por los síntomas del paciente, la magnitud del efecto de masa y la situación médica general del paciente.

El personal prehospitalario suele encontrarse a este tipo de pacientes cuando acude a centro de enfermos crónicos. Como estos síntomas son inespecíficos, el diagnóstico sobre el terreno de un hematoma subdural crónico no suele ser posible y se pueden confundir los síntomas con un ictus, una infección e incluso un deterioro generalizado del enfermo.

Aunque muchos hematomas subdurales en estos pacientes serán crónicos, los enfermos que reciben warfarina pueden sufrir un hematoma subdural tras un traumatismo en apariencia insignificante, que se expande en horas y progresa a una herniación dada la incapacidad de coagular del enfermo. Estos pacientes pueden debutar de forma benigna y deteriorarse a las pocas horas de ingresar. Los ancianos y sobre todo los enfermos que toman warfarina que han sufrido una caída menor en apariencia deben ser tratados con un elevado sentido de urgencia.

**Contusiones cerebrales.** Las lesiones del propio encéfalo pueden causar contusiones cerebrales y cuando estas lesiones incluyen daños en los vasos intracerebrales pueden producirse verdaderas hemorragias dentro del parénquima cerebral, o *hematomas intracerebrales*. Las contusiones cerebrales son relativamente frecuentes y se observan en un 20%-30% de los traumatismos craneales graves, pero también en un porcentaje significativo de las lesiones moderadas. Aunque suelen ser consecuencia típicamente de traumatismos cerrados, estas lesiones se pueden encontrar también en traumatismos penetrantes, como los disparos

en el encéfalo. En los traumatismos cerrados, las contusiones cerebrales pueden ser numerosas. Estas contusiones se deben a un patrón complejo de transmisión y reflejo de fuerzas dentro del cráneo. En consecuencia, las contusiones pueden afectar a regiones alejadas del lugar del golpe, a menudo en el lado contrario del encéfalo, la denominada lesión por «contragolpe».

La TC tarda 12-24 horas en detectar las contusiones cerebrales, de forma que un paciente con este proceso puede tener inicialmente una TC craneal normal. La única pista puede ser una CGS deprimida y muchos pacientes tienen lesiones craneales moderadas (GCS 9-13). Conforme se produce la evolución de la contusión tras la lesión, no sólo se empieza a ver en la TC craneal, sino que también genera un efecto de masa y ocasiona cefalea progresiva o determina un deterioro de las lesiones craneales moderadas que se convierten en graves en un 10% aproximadamente de los pacientes<sup>36</sup>.

**Hemorragia subaracnoidea.** La hemorragia subaracnoidea es un sangrado por debajo de la membrana aracnoidea, que se localiza por debajo del espacio subdural que cubre el encéfalo. La sangre localizada en el espacio subaracnoideo no puede entrar al espacio subdural. Muchos de los vasos del encéfalo se localizan en el espacio subaracnoideo, de forma que las lesiones de estos vasos causará una hemorragia subaracnoidea o depósito de sangre por debajo de la membrana aracnoidea en la superficie del encéfalo. Este depósito en estratos de la sangre es delgado y no suele ocasionar efecto de masa.

La hemorragia subaracnoidea se suele considerar debida a un aneurisma cerebral roto. De hecho, la hemorragia subaracnoidea postraumática es la causa más frecuente de este tipo de hemorragia. Como no suele causar efecto de masa, no se necesita la cirugía para la descompresión. Sin embargo, es un indicador de una posible lesión encefálica grave y su presencia aumenta el riesgo de que existan otras lesiones ocupantes de espacio. Los pacientes con una hemorragia subaracnoidea postraumática (HSAT) tienen un riesgo aumentado del 63%-73% de tener una contusión cerebral y un 44% de ellos desarrollan hematomas subdurales. Los pacientes con una HSAT tienen un riesgo aumentado de hipertensión intracraneal y hemorragia intraventricular. La presencia de una HSAT muy abundante (>1 cm de espesor de la sangre, sangre en las cisternas supraselares o ambiens) se asocia a un valor predictivo positivo de mal pronóstico de un 72%-78% y en la *Trauma Coma Data Bank* la presencia de una HSAT duplicó la incidencia de muerte en pacientes con traumatismos craneales<sup>37,38</sup>.

## Tratamiento

El tratamiento eficaz de un paciente con TCE comienza con intervenciones ordenadas concentradas en el tratamiento de los problemas con riesgo vital identificados durante la valoración primaria. Una vez identificados estos problemas, hay que preparar y trasladar de inmediato al paciente al hospital más cercano con medios para tratar un TCE.

## Vía aérea

Los pacientes con una depresión del nivel de conciencia pueden ser incapaces de proteger su vía aérea y la oxigenación adecuada del encéfalo lesionado resulta crítica para prevenir las lesiones secundarias. Como se comentó antes, las lesiones faciales se pueden acompañar de edema y hemorragia que pueden comprometer la vía aérea. Los hematomas del suelo de la boca o el paladar blando pueden ocluir la vía. Las habilidades esenciales pueden ser intervenciones iniciales adecuadas para la vía aérea (véase capítulo 6). Las vías aéreas nasales y orales se pueden ocluir por edema o coágulos de sangre y puede ser necesaria la aspiración intermitente. Los pacientes con fracturas de la cara o la laringe o con otras lesiones en el cuello asumirán típicamente una postura que mantenga la vía aérea libre. Los intentos de forzar al paciente a colocarse en decúbito supino o utilizar un collarín cervical pueden encontrarse una extrema resistencia si el enfermo desarrolla una hipoxia como consecuencia de una alteración de la vía por la postura. En estas situaciones la permeabilidad de la vía aérea será más importante que la inmovilización cervical y los pacientes podrían ser trasladados sentados o semisentados, según lo toleren. Los collarines cervicales se pueden retrasar si se considera que comprometen la vía aérea mientras se realiza una estabilización manual. Los pacientes conscientes pueden ayudar con frecuencia en el control de su propia vía aérea solicitando la aspiración cuando consideran que la necesitan. El profesional prehospitalario puede dejarse que lleven ellos mismos y utilicen el sistema de aspiración. Los traumatismos faciales, incluidas las lesiones causadas por heridas de fuego, no son una contraindicación para la intubación ET.

Un estudio antiguo demostró que los pacientes con TCE que eran intubados parecían evolucionar mejor<sup>39</sup>. Sin embargo, estudios recientes han obtenido resultados mixtos en pacientes con TCE intubados sobre el terreno<sup>40-44</sup>. La explicación de estos resultados conflictivos todavía no está clara. Sin embargo, en algunas circunstancias, una intubación mal realizada puede resultar más dañina que no intubar al enfermo. Los factores decisivos pueden depender de la capacidad del operador y de la duración del traslado. En entornos urbanos la corta duración del traslado permite a un transporte relativamente urgente de los pacientes y su intubación en el servicio de emergencias. Los enfermos intubados sobre el terreno pueden evolucionar peor por la estancia prolongada en el lugar del accidente y la peor experiencia del profesional que realiza la intubación. De forma parecida, la intubación en un sistema en el que los profesionales sólo realizan unas pocas intervenciones de este tipo al año puede resultar más dañina que otros tipos de soporte de la vía aérea durante el traslado. Por el contrario, cuando el traslado se prevé prolongado, la intubación puede ser más beneficiosa que no hacerla, incluso cuando la realice un profesional inexperto. Estudios adicionales deberían contribuir a determinar la mejor práctica para la atención prehospitalaria.

Teniendo en consideración todos estos factores, se debe considerar la intubación en todos los pacientes con un TCE grave (GCS ≤ 8). Como esta maniobra puede suponer un gran reto por la combatividad del paciente, la contracción de los músculos mandibulares (trismo), los vómitos y la necesidad de mantener la estabili-

zación de la columna cervical alineada, la intubación deberían realizarla los profesionales más expertos disponibles en el momento adecuado. El uso de bloqueantes neuromusculares (BNM) como parte de una secuencia de intubación rápida (SIR) puede facilitar el éxito de la intervención<sup>45</sup>. La intubación nasotraqueal ciega podría ser una buena alternativa, pero la presencia de traumatismo facial grave es una contraindicación relativa. El material para aspiración debe estar disponible de inmediato. Si los intentos iniciales de intubación son infructuosos hay que evitar una laringoscopia prolongada, sobre todo si el tiempo previsto de traslado es corto. Otras alternativas razonables son la cánula orofaríngea con ventilación mediante mascarilla-válvula-bolsa (MVB) o ventilación transtraqueal percutánea (VTTP). Los pacientes con lesiones graves en la cara y compromiso evidente de la vía aérea pueden necesitar una VTTP o una cricotirotomía quirúrgica.

## Respiración

Todos los pacientes con sospecha de TCE deben recibir un suplemento de oxígeno. Es muy recomendable el uso de pulsioximetría porque la hipoxia puede empeorar el pronóstico neurológico. La concentración de oxígeno se puede ajustar con una pulsioximetría. La  $SpO_2$  debería ser 90% al menos, aunque conseguir un 95% o más es el objetivo óptimo. Si no se dispone de pulsioximetría, en el paciente con respiración espontánea debe administrarse el oxígeno con una mascarilla facial sin reentrada. En los pacientes intubados hay que mantener una concentración de oxígeno del 100% ( $FiO_2$  de 1) con un sistema MVB. Si a pesar de la oxigenoterapia se mantiene la hipoxia, el profesional de la asistencia debe intentar identificar y corregir todas las etiologías posibles, como la aspiración y el neumotórax a tensión. Puede estar indicado el uso de válvulas con presión telespiratoria positiva (PEEP) para mejorar la oxigenación. Sin embargo, la PEEP superior a 15 cm  $H_2O$  puede elevar la PIC<sup>46,47</sup>.

Dado que tanto la hipocapnia como la hipercapnia pueden agravar un TCE, el control de la frecuencia ventilatoria es importante. Cuando la gasometría arterial (GA) sea accesible, se debería mantener la  $Paco_2$  en valores de 35-40 mm Hg. En el hospital se puede emplear el dióxido de carbono al final del volumen corriente ( $ETCO_2$ ) para estimar la  $Paco_2$  sérica en los pacientes estables desde un punto de vista hemodinámico. Como los valores de  $ETCO_2$  y  $Paco_2$  medidos varían mucho de un paciente a otro, cada paciente ingresado debe tener un «punto de corte» propio entre la  $Paco_2$  y la  $ETCO_2$  determinado mediante la comparación con una GA para conseguir que el uso de  $ETCO_2$  tenga una precisión aceptable. Se deben obtener nuevas GA cada vez que cambie la situación del enfermo.

En la asistencia prehospitalaria no se suele disponer del valor de  $Paco_2$  para determinar el «corte» de  $ETCO_2$ . Además, otros factores del paciente, como los cambios de la perfusión pulmonar, el gasto cardíaco y la temperatura, pueden ocasionar cambios en la  $ETCO_2$ , que no se pueden distinguir de los provocados por modificaciones en la  $Paco_2$ . Como los cambios fisiológicos se producen con rapidez en la asistencia prehospitalaria conforme los pacientes son reanimados y calentados, además de ventilados, nunca suelen estar lo bastante estables como para que la  $ETCO_2$

se pueda emplear con precisión. Aunque la  $ETCO_2$  es una herramienta excelente para controlar la ventilación, no resulta lo suficientemente precisa para dirigir el tratamiento de hiperventilación en la asistencia prehospitalaria<sup>48-56</sup>.

Resulta más sencillo e igual de preciso valorar el grado de ventilación contando las respiraciones por minuto.

Las frecuencias ventilatorias normales se pueden emplear a la hora de ayudar en la ventilación a los pacientes con un TCE: 10 respiraciones/min en adultos, 20 en niños y 25 en lactantes. Una hiperventilación demasiado agresiva produce constricción de los vasos cerebrales, lo que se traduce a su vez en una reducción del aporte de oxígeno al cerebro. Se ha demostrado que la hiperventilación profiláctica rutinaria empeora el pronóstico neurológico y no se debe aplicar. Un análisis de subgrupos de pacientes participantes en el ensayo *San Diego Paramedic RSI* demostró que tanto la hiperventilación como la hipoxia grave durante la asistencia prehospitalaria se asociaban a una mayor mortalidad. En adultos la ventilación con un volumen corriente de 350-500 ml y una frecuencia de 10 respiraciones/min debería ser suficiente para mantener la oxigenación adecuada sin inducir hipocapnia<sup>57</sup>.

## Circulación

Tanto la anemia como la hipotensión son causas importantes de lesión cerebral secundaria, por lo que hay que intentar evitar o corregir estos trastornos. Es esencial el control de la hemorragia. En toda hemorragia externa hay que aplicar presión directa o un vendaje compresivo. Las heridas complejas del cuero cabelludo pueden provocar una pérdida de sangre abundante. Varias compresas sujetas con una venda elástica forman un vendaje compresivo efectivo para corregir la hemorragia. Si no se consigue el control de esta forma, a menudo se podrá lograr aplicando presión directa en los bordes de la herida, de forma que se comprima la vascularización del cuero cabelludo entre la piel y los tejidos blandos y la galea. A menudo se consigue controlar una hemorragia espectacular con esta maniobra. Los vendajes compresivos no se deben aplicar sobre una fractura craneal abierta o con hundimiento a menos que exista una hemorragia copiosa porque puede agravar la lesión cerebral y provocar un aumento de la PIC. Una presión directa suave también puede limitar el tamaño del hematoma extracraneal (cuero cabelludo). Una manipulación cuidadosa y una inmovilización con una tabla larga en alineación anatómica pueden reducir al mínimo la hemorragia intersticial alrededor de las fracturas.

La hemorragia originada en las arterias carótidas y las venas yugulares puede ser masiva. En la mayor parte de los casos la presión directa conseguirá el control de este tipo de hemorragia externa. Las lesiones de estos vasos en un traumatismo penetrante se pueden asociar a una hemorragia interna, que ocasiones un hematoma en expansión. Estos hematomas pueden afectar a la vía aérea y la intubación endotraqueal puede ser necesaria. Sin embargo, los intentos de intubar a un paciente consciente con un hematoma expansivo cervical sin hemorragia externa pueden estimular la tos, que determine la rotura del coágulo que se pudiera haber formado en el lugar de la herida de bala o arma blanca y producir una hemorragia externa masiva.

Hay que aplicar las medidas estándar para corregir el *shock*, porque la hipotensión empeora aún más la isquemia cerebral. En los pacientes con un traumatismo craneoencefálico, la combinación de hipoxia e hipotensión se asocia a una tasa de mortalidad del 75% aproximadamente. Si existe un estado de *shock* y se sospecha una hemorragia interna masiva, es prioritario el traslado a un centro de atención al trauma frente a las lesiones cerebrales. El *shock* hipovolémico y neurogénico se tratan de forma intensiva mediante reanimación con soluciones cristaloides isotónicas, aunque no hay que retrasar el traslado para canalizar una vía intravenosa (IV). Aunque en el ámbito prehospitalario es muy difícil calcular el volumen de sangre, el profesional de la asistencia debe intentar normalizar el volumen sanguíneo circulante del paciente (euvolemia). Para proteger la perfusión cerebral hay que intentar mantener una presión arterial sistólica de al menos 90-100 mm Hg. En los pacientes adultos con TCE y constantes vitales normales sin sospecha de otras lesiones hay que administrar líquidos intravenosos a una velocidad no superior a 125 ml/h, que puede ajustarse si se presentan signos de *shock*<sup>58</sup>. Un ensayo aleatorizado con pacientes con un TCE grave ha demostrado que los que se someten a reanimación prehospitalaria con salino hipertónica tuvieron una función neurológica casi idéntica a los 6 meses de la lesión comparados con los que recibieron cristaloides<sup>59</sup>. Dado el mayor coste y la ausencia de beneficios comparados con el salino normal o la solución de lactato de Ringer, no se recomienda usar salino hipertónico en la reposición de volumen prehospitalaria de forma habitual.

## Evaluación de la función cerebral

La valoración de la GCS debe estar integrada dentro la valoración rutinaria de todos los pacientes traumatizados tras valorar la circulación. El uso de la GCS ayuda a evaluar el estado del paciente y puede condicionar las decisiones de clasificación y traslado según el sistema para el cual trabaja el profesional.

El tratamiento prehospitalario del TCE consiste principalmente en maniobras dirigidas a corregir y prevenir los factores que provocan una lesión cerebral secundaria. Las convulsiones prolongadas o generalizadas pueden tratarse mediante la administración intravenosa de una benzodiacepina como diazepam, lorazepam o midazolam. Hay que ajustar con atención la dosis de estos fármacos porque pueden provocar hipotensión y depresión ventilatoria.

A los pacientes en los que se sospecha un TCE hay que colocarles una inmovilización de la columna vertebral por la incidencia significativa de fracturas de la columna cervical. Hay que tener precaución cuando se coloca un collarín cervical a un paciente con TCE. Algunos hallazgos indican que un collarín cervical muy apretado puede impedir el drenaje venoso de la cabeza, lo que aumenta la PIC. *La colocación de un collarín cervical no es obligatoria si se inmoviliza de forma correcta la cabeza y el cuello.*

## Traslado

Para lograr el mejor resultado posible, los pacientes con TCE moderado y grave deben ser trasladados directamente a un centro

de atención al trauma en el que pueda realizarse una TC y una intervención neuroquirúrgica urgente. Si no existe un centro de este tipo a una distancia razonable, puede ser mejor el traslado aeromédico desde el lugar del incidente hasta un centro de atención al trauma adecuado<sup>34</sup>.

Hay que reevaluar y anotar la frecuencia cardíaca, la presión arterial, la  $SpO_2$  y la ECG cada 5 a 10 minutos durante el traslado. Las válvulas de PEEP deben emplearse con precaución si existe una hipoxia persistente, porque una PEEP superior a 15 cm  $H_2O$  puede elevar la PIC. Hay que conservar el calor corporal del paciente durante el traslado.

Existe controversia sobre la posición óptima de un paciente con TCE. En general, los pacientes con TCE deben ser trasladados en decúbito supino por la presencia de otras lesiones<sup>60</sup>. Aunque la elevación del cabecero de la tabla larga de la ambulancia o de una tabla larga de espalda larga (posición de Trendelenburg invertida) puede disminuir la PIC, también puede disminuir la presión de perfusión cerebral, sobre todo si se eleva la cabeza más de 30°.

Hay que avisar al centro receptor lo antes posible para los preparativos oportunos antes de la llegada del paciente. El informe por radio debe incluir información sobre el mecanismo de lesión, puntuación inicial de la GCS y cualquier cambio en el trayecto, signos focales (p. ej., asimetría en la exploración motora, pupilas midriáticas uni o bilaterales) y constantes vitales iniciales, otras lesiones relevantes y la respuesta al tratamiento.

## Traslado prolongado

Igual que sucede en todos los pacientes con sospecha de un TCE, se deberían concentrar los esfuerzos en la prevención de las lesiones cerebrales secundarias. Un traslado prolongado puede reducir el umbral para la realización de la intubación endotraqueal. Se puede plantear la aplicación de la ISR en estos casos, sobre todo si se valora realizar un traslado aéreo medicalizado, porque un paciente combativo dentro de un helicóptero de espacio limitado supone un riesgo para la tripulación, el piloto y él mismo. Los esfuerzos para controlar la vía aérea se deben realizar mientras se aplica la estabilización de la columna cervical. La oxigenación debería administrarse para mantener un valor de  $SpO_2$  adecuado. Ante el riesgo de que se desarrollen úlceras por decúbito por estar tumbado contra una camilla dura, sobre todo si el tiempo de transporte se prevé prolongado, se puede colocar al enfermo en una camilla almohadillada. Los pacientes deben ser conectados a un pulsioxímetro continuo y se deben registrar de forma seriada los signos vitales, como las ventilaciones, el pulso, la presión arterial y la escala GCS. Las pupilas se deben valorar de forma periódica para determinar su respuesta a la luz y su simetría.

Cuando se produce un retraso o el traslado al centro de referencia es prolongado, el profesional de la asistencia prehospitalaria puede indicar opciones de tratamiento adicionales. En los pacientes con una puntuación de la GCS anormal, hay que comprobar la glucemia. Si el paciente está hipoglucémico, hay que administrar una solución de dextrosa al 50% hasta que la glucemia se normalice. Se pueden ajustar las benzodiacepinas intravenosas si se observan convulsiones recidivantes o prolongadas.

Se debe controlar una hemorragia externa y administrar reanimación con volumen si aparecen signos de *shock*. Se deben ajustar los líquidos para mantener una PAS superior a 90 mm Hg. Las lesiones asociadas deben tratarse durante el traslado al centro receptor. Las fracturas deben inmovilizarse de forma adecuada para controlar la hemorragia interna y el dolor.

El tratamiento apropiado de la PIC elevada en el ámbito prehospitalario es extremadamente complicado porque no se puede monitorizar la PIC sobre el terreno a menos que se vaya a realizar un traslado interhospitalario y se haya colocado un monitor de PIC o se haya realizado una ventriculostomía en el centro receptor. Aunque el descenso de la puntuación de la GCS puede indicar un aumento de la PIC, también puede ser el resultado de un deterioro de la perfusión cerebral por un *shock* hipovolémico. Los signos de alerta de una posible elevación de la PIC y herniación son:

- Descenso de la puntuación de la GCS de 2 puntos o más.
- Pupila perezosa o arreactiva.
- Aparición de hemiplejía o hemiparesia.
- Fenómeno de Cushing.

La decisión de intervenir para corregir el aumento de la PIC debe estar basada en un protocolo escrito o en una consulta con el control médico del centro de referencia. Las posibles opciones terapéuticas transitorias son la sedación, la parálisis química, la osmotherapia (uso de fármacos osmóticos que pueden contribuir a corregir la hipertensión intracraneal) y la hiperventilación controlada. Las dosis bajas de benzodiazepinas deben ajustarse con precaución por los posibles efectos secundarios, como la hipotensión y la depresión respiratoria. Si el paciente está intubado puede estar indicado el uso de un bloqueante neuromuscular de acción prolongada, como el vecuronio. Si se cree que el collarín cervical puede estar demasiado ajustado, puede aflojarse ligeramente o retirarse, siempre que se inmovilice correctamente la cabeza y el cuello por otros medios.

La osmotherapia puede realizarse por vía intravenosa con manitol (de 0,25 a 1 g/kg). No obstante, la diuresis intensiva puede producir una hipovolemia que puede deteriorar todavía más la perfusión cerebral. Se debería evitar manitol en los pacientes en los que no se ha conseguido la reanimación sistémica, es decir, aquellos con una PAS inferior a 90 mm Hg. Si se administra un agente osmótico, el paciente debería mantenerse en situación de euvolemia. Además se debe poner una sonda de Foley si se prevé un traslado extremadamente prolongado.

Cuando existen signos evidentes de herniación puede estar indicada la hiperventilación terapéutica. Si se dispone de capnografía, es razonable mantener una  $ETCO_2$  entre 25 y 30 mm Hg. En caso contrario, el profesional de la asistencia debe emplear las siguientes frecuencias ventilatorias: 20 respiraciones/min en el adulto, 30 respiraciones/min en los niños y 35 respiraciones/min en los lactantes. *La hiperventilación profiláctica no es útil en el TCE y la hiperventilación terapéutica, si se realiza, debe interrumpirse si desaparecen los signos de hipertensión intracraneal. No se ha demostrado que los corticosteroides mejoren el pronóstico en los pacientes con TCE, por lo que no están indicados.*

El principal objetivo del tratamiento del paciente con un TCE durante un traslado prolongado o en situaciones austeras es mantener la mejor oxigenación cerebral y perfusión y realizar todos los esfuerzos posibles por controlar el edema cerebral.

## Muerte cerebral y donación de órganos

El diagnóstico de «muerte cerebral» se establece cuando no existen datos clínicos de función neurológica en un paciente que está caliente, cuyo estado mental no está modificado por sedantes o fármacos paralizantes o que ha sido completamente reanimado con una PAS superior a 90 mm Hg y una  $SpO_2$  superior a 90%.

La valoración de los datos clínicos de función neurológica incluye asegurarse de que no existen pruebas de función cortical, tras lo cual se debe valorar la función del mesencéfalo y el tronco hasta el centro respiratorio en la parte distal del bulbo. Esta valoración consiste en determinar la ausencia de respuestas al dolor profundo, (en el territorio de los pares craneales, para evitar la confusión con reflejos medulares) seguido de una valoración de mesencéfalo y el tronco por la presencia de pupilas arreactivas, ausencia de reflejo corneal y falta de respuesta a la estimulación frío-calórica. Unos pocos pacientes se pueden estudiar con seguridad para determinar la ausencia de reflejo oculocéfálico. Además, se debe determinar la ausencia del reflejo nauseoso, del reflejo de la tos y, por último, de cualquier esfuerzo para respirar con una  $Paco_2$  superior a 60 mm Hg y una  $PO_2$  adecuada. Esta última observación se realiza con la prueba de apnea. Cuando estas pruebas no demuestran actividad alguna, el paciente puede ser declarado en «muerte cerebral».

Muchos protocolos clínicos y algunos estatutos estatales también obligan a confirmar la muerte cerebral con alguna prueba complementaria, como los estudios de FSC con radionúclidos o la electroencefalografía (EEG).

La definición fisiológica de muerte cerebral que se acaba de presentar es la que típicamente se aplica en EE. UU. Siguen existiendo dudas filosóficas, éticas y legales sobre cuánta cantidad de cerebro debe estar muerta antes de que se pierda la condición de «persona» y por eso la definición de muerte cerebral es variable en todo el mundo. Además, varios hospitales y sistemas cuentan con métodos diferentes para definir la muerte cerebral y los estados tienen legislaciones diferentes acerca de quién puede declarar la muerte y la muerte cerebral y cómo debe hacerlo. Las personas que tengan interés en estos temas deberían preguntar dentro de su sistema local.

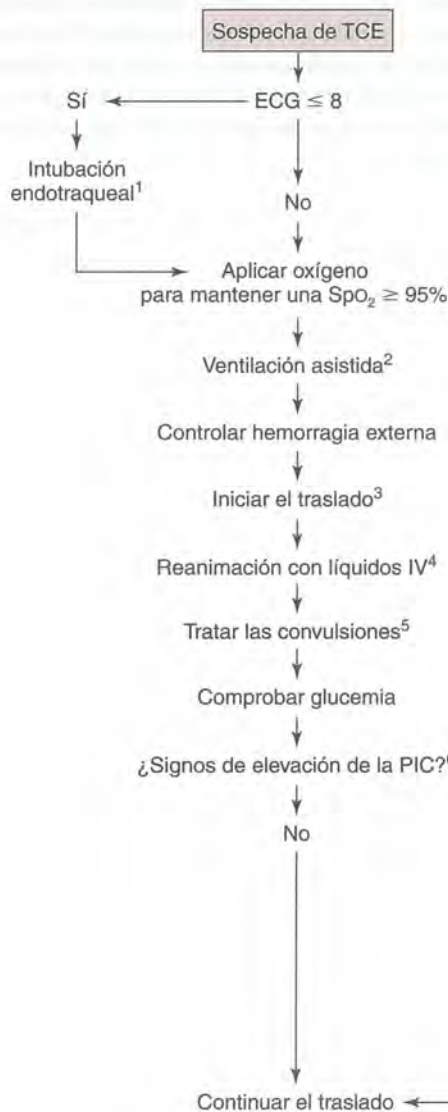
Sin embargo, se debe resaltar que la muerte cerebral no equivale a un «pronóstico desesperanzador». La muerte cerebral es un acontecimiento *fisiológico* en el cual el cerebro muere aunque el corazón y los pulmones siguen funcionando, en general con soporte artificial. Como se ha comentado antes, se puede discutir cuánto cerebro debe estar muerto antes de poder declarar la muerte cerebral, pero no existen discusiones posibles sobre que se trata de un acontecimiento fisiológico.

Por el contrario, el pronóstico desalentador es un juicio médico acerca de que las lesiones impiden que la evolución sea buena. La distinción suele quedar borrada por los profesionales sanitarios, lo que genera confusión y pérdida de credibilidad para el sistema sanitario.

Esta credibilidad resulta crítica porque las víctimas de TCE que desarrollan muerte cerebral son una fuente importante de órganos para el trasplante. En 1999 los TCE fueron la causa de muerte cerebral de más de un 40% de los individuos que donaron sus órganos, y la mayor parte de los órganos proceden de pacientes entre 18 y 49 años de edad. A pesar de que existan lesiones cerebrales mortales, los pulmones, el corazón, el hígado, los riñones, el páncreas y las córneas de estos pacientes pueden beneficiar a otros con enfermedades crónicas. Conseguir la confianza y el apoyo de la opinión pública para obtener estos órganos resulta esencial para garantizar la disponibilidad de los mis-

mos para pacientes que los necesitan de forma desesperada. Para conseguir esta confianza, las familias de los enfermos con TCE deben estar seguras en primer lugar de que la primera prioridad del equipo sanitario responsable ha sido reanimar el cerebro lesionado y que estos intentos han fracasado, para lo cual deben comprender los aspectos relacionados con la muerte fisiológica cerebral frente a las situaciones fútiles. Comprender bien estos aspectos ayudará a las familias a adoptar las decisiones mejores para ellos mismos y su ser querido, unas decisiones con las que poder seguir viviendo cuando reciban más información después del episodio. Inducir la confusión o difuminar estos temas erosiona la confianza de las familias y la credibilidad del sistema sanitario y de obtención de órganos. Es fundamental que los profesionales sanitarios conozcan bien los aspectos relacionados con la muerte cerebral y sean capaces de comunicarlos de forma eficaz a los familiares de las víctimas de un TCE.

#### TRATAMIENTO EN CASO DE SOSPECHA DE TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO



#### Notas:

<sup>1</sup>Véase figura 6-7 (pág. 125).

<sup>2</sup>Si ETco<sub>2</sub> no disponible, ventilar a estas frecuencias: adultos 10/min, niños 20/min, lactantes 25/min. La ETco<sub>2</sub> sólo es una estimación grosera de la hipoventilación o hiperventilación; plantearse mantener una ETco<sub>2</sub> en 30-35 mm Hg si se dispone de ella.

<sup>3</sup>El hospital de referencia ideal debe tener cobertura neuroquirúrgica y tomografía computarizada.

<sup>4</sup>Mantener una PAS ≥ 90 mm Hg si es posible.

<sup>5</sup>Usar benzodiazepinas por vía intravenosa ajustando la dosis.

<sup>6</sup>Signos de posible elevación de PIC: disminución de la puntuación de la GCS de 2 puntos o más, presencia de pupila perezosa o arreactiva, desarrollo de hemiplejía o hemiparesia, o fenómeno de Cushing.

<sup>7</sup>Ajustar las dosis bajas de benzodiazepinas por vía intravenosa.

<sup>8</sup>Considerar un bloqueante neuromuscular de acción prolongada (vecuronio).

<sup>9</sup>Considerar manitol (de 0,25 a 1 g/kg).

<sup>10</sup>Ventilar a estas frecuencias: adultos 20/min, niños 30/min, lactantes 35/min; plantearse mantener una ETco<sub>2</sub> en 25-30 mm Hg si se dispone de ella.

# RESUMEN

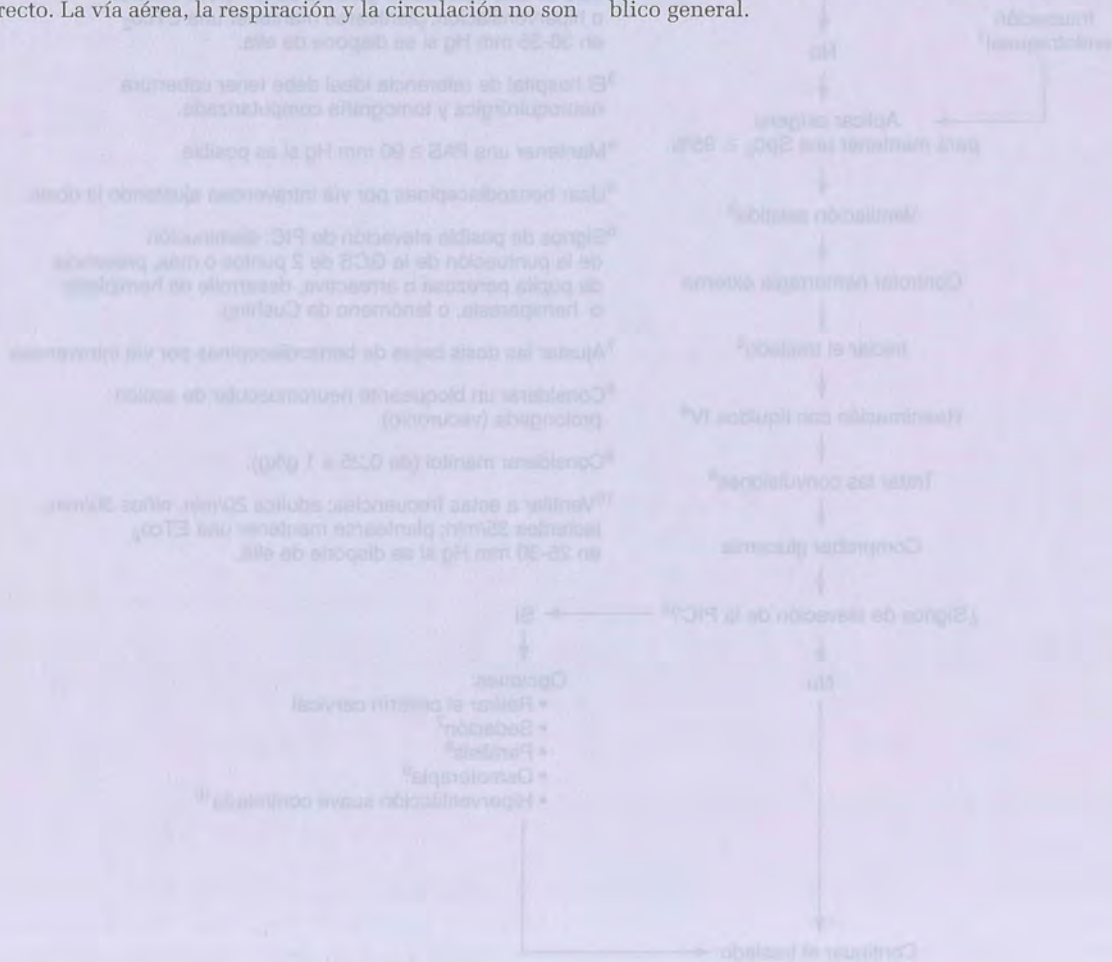
Las lesiones craneales son una característica importante en los traumatismos. El tratamiento agresivo para mantener la perfusión cerebral y prevenir las lesiones cerebrales secundarias puede marcar la diferencia en la morbilidad de los traumatismos craneoencefálicos (TCE). Una hipoxia no reconocida ni tratada y una reducción del flujo sanguíneo cerebral sobre el terreno pueden marcar la diferencia entre una evolución buena y otra inaceptable. Sólo los profesionales prehospitalarios pueden intervenir en la prevención de estas lesiones en los estadios iniciales de un traumatismo. Por tanto, no se debe olvidar la relevancia de estos profesionales a la hora de determinar el pronóstico de los enfermos con TCE.

Es posible que la gravedad del TCE no sea aparente al principio. Por tanto, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe mantener un índice de sospecha elevado basado en el mecanismo de lesión y debe efectuar evaluaciones neurológicas seriadas del paciente, que incluyan la puntuación de la GCS y la respuesta pupilar.

No es infrecuente que el TCE coexista con un politraumatismo, por lo que se deben atender todos los problemas en el orden correcto. La vía aérea, la respiración y la circulación no son

las únicas prioridades de la asistencia al paciente traumatizado, pero son muy importantes en el tratamiento del TCE para prevenir la lesión cerebral secundaria.

Los objetivos del tratamiento prehospitalario inmediato de los pacientes con un TCE a corto plazo se consiguen controlando la hemorragia derivada de otras lesiones, manteniendo la presión arterial sistólica al menos en 90 mm Hg, aportando oxígeno para mantener una saturación del mismo superior al 90% y sólo hiperventilando a los enfermos con signos objetivos de herniación. Cuando el traslado a un hospital adecuado es prolongado, se debe intentar lograr estos objetivos de forma más intensiva mediante sedación, parálisis química, osmoterapia e hiperventilación controlada. El profesional de la asistencia prehospitalaria no sólo tiene una función importante en la asistencia prehospitalaria del paciente con TCE, sino que también puede ejercer una influencia significativa sobre el tratamiento hospitalario al seleccionar el hospital más adecuado para trasladar al paciente. Es necesario que los profesionales de la asistencia prehospitalaria desempeñen una actividad de alto perfil en la prevención del TCE mediante esfuerzos de educación dirigidos al paciente y al público general.



# RESOLUCIÓN DEL CASO

El descenso rápido de la puntuación de la GCS en este paciente es muy preocupante, por lo que debería trasladarlo a un hospital con cobertura neuroquirúrgica inmediatamente después de la inmovilización de la columna vertebral. Hay que sospechar la presencia de un hematoma epidural por el intervalo lúcido que presenta el paciente. La exploración ocular puede revelar una pupila dilatada que reacciona con pereza en el lado derecho, y puede aparecer una debilidad o parálisis en el lado izquierdo del cuerpo. Una TC en el hospital de referencia puede confirmar el diagnóstico.

Una vez en camino, debe reevaluar la vía aérea y la respiración del paciente y colocar un pulsioxímetro. Si la  $SpO_2$  es inferior al 95% debe administrar un suplemento de oxígeno y realizar ventilación asistida con un sistema mascarilla-válvula-bolsa. Además, debe sospechar un neumotórax debido al mecanismo de lesión. Si la puntuación de la GCS baja todavía más debe considerar la intubación, preferiblemente con una técnica de secuencia rápida. Debe reevaluar la herida en el cuero cabelludo para asegurarse de que la hemorragia está controlada y canalizar dos vías IV de calibre grueso. Debe medir las

constantes vitales y tomar la presión arterial. La taquicardia leve puede ser un signo de *shock* compensado por hemorragia intrabdominal en el hígado o el bazo o por hemorragia retroperitoneal por una fractura pélvica. Debe efectuar una valoración secundaria completa para descartar lesiones adicionales y determinar la glucemia. Durante el traslado, debe evaluar con frecuencia la permeabilidad de la vía aérea del paciente, medir las constantes vitales y comprobar la puntuación de la GCS y la respuesta pupilar. Debe notificar al hospital de referencia el estado del paciente y actualizarlo si se produce algún cambio relevante.

Si el traslado a un hospital adecuado es prolongado y el estado neurológico del paciente continúa deteriorándose, debe tomar otras medidas. Después de una intubación endotraqueal, puede administrar una benzodiacepina por vía intravenosa. Puede considerar la administración de una dosis de manitol, así como una hiperventilación controlada suave. La asistencia prehospitalaria intensiva mejora el pronóstico de los pacientes con TCE moderado a grave cuando se combina con una intervención neuroquirúrgica correcta. ■

## Bibliografía

1. Chestnut RM, Marshall LF, Klauber MR, et al: The role of secondary brain injury in determining outcome from severe head injury, *J Trauma* 34:216, 1993.
2. Fearnside MR, Cook RJ, McDougall P, et al: The Westmead Head Injury Project outcome in severe head injury: a comparative analysis of pre-hospital, clinical and CT variables, *Br J Neurosurg* 7:267, 1993.
3. Gentleman D: Causes and effects of systemic complications among severely head injured patients transferred to a neurosurgical unit, *Int Surg* 77:297, 1992.
4. Marmarou A, Anderson RL, Ward JL, et al: Impact of ICP instability and hypotension on outcome in patients with severe head trauma, *J Neurosurg* 75:S59, 1991.
5. Miller JD, Becker DP: Secondary insults to the injured brain, *J R Coll Surg Edinb* 27:292, 1982.
6. Obrist WD, Gennarelli TA, Segawa H, et al: Relation of cerebral blood flow to neurological status and outcome in head injured patients, *J Neurosurg* 51:292, 1979.
7. Obrist WD, Langfitt TW, Jaggi JL, et al: Cerebral blood flow and metabolism in comatose patients with acute head injury, *J Neurosurg* 61:241, 1984.
8. Marshall LF, Toole BM, Bowers SA: Patients who talk and deteriorate. Part 2. Implications for treatment, *J Neurosurg* 59:285, 1983.
9. Reilly PL, Adams JH, Graham DI, Jennett B: Patients with head injury who talk and die, *Lancet* 2:375, 1975.
10. Rose J, Valtonen S, Jennett B: Avoidable factors contributing to death after head injury, *BMJ* 2:615, 1977.
11. Miller JD, Sweet RC, Narayan RK, et al: Early insults to the injured brain, *JAMA* 240:439, 1978.
12. Silverston P: Pulse oximetry at the roadside: a study of pulse oximetry in immediate care, *BMJ* 298:711, 1989.
13. Stochetti N, Furlan A, Volta F: Hypoxemia and arterial hypotension at the accident scene in head injury, *J Trauma* 40:764, 1996.
14. Kellie G: An account of the appearances observed in the dissection of two of three individuals presumed to have perished in the storm of the 3rd, and whose bodies were discovered in the vicinity of Leith on the morning of the 4th of November 1821 with some reflections on the pathology of the brain, *Trans Med Chir Sci Edinb* 1:84, 1824.
15. Plum F: *The diagnosis of stupor and coma*, ed 3, New York, 1982, Oxford University Press.
16. Langfitt TW, Weinstein JD, Kassell NF, Simeone FA: Transmission of increased intracranial pressure. I. Within the craniocervical axis, *J Neurosurg* 21:989, 1964.
17. Langfitt TW: Increased intracranial pressure, *Clin Neurosurg* 16:436, 1969.
18. Graham DI, Ford I, Adams JH, et al: Ischaemic brain damage is still common in fatal non-missile head injury, *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 52:346, 1989.
19. Marmarou A, Anderson RL, Ward JL, et al: Impact of ICP instability and hypotension on outcome in patients with severe head trauma, *J Neurosurg* 75:S59, 1991.
20. Obrist WD, Wilkinson WE: Regional cerebral blood flow measurement in humans by xenon-133 clearance, *Cerebrovasc Brain Metab Rev* 2:283, 1990.
21. Darby JM, Yonas H, Marion DW, et al: Local "inverse steal" induced by hyperventilation in head injury, *Neurosurgery* 23:84, 1988.

22. Marion DW, Darby J, Yonas H: Acute regional cerebral blood flow changes caused by severe head injuries, *J Neurosurg* 74:407, 1991.
23. Manley GT, Pitts LH, Morabito D, et al: Brain tissue oxygenation during hemorrhagic shock, resuscitation, and alterations in ventilation, *J Trauma Injury Infect Crit Care* 46:261, 1999.
24. Caron MJ, Hovda DA, Mazziotta JC, et al: The structural and metabolic anatomy of traumatic brain injury in humans: a computerized tomography and positron emission tomography analysis, *J Neurotrauma* 10(suppl 1):S58, 1993.
25. Caron MJ, Mazziotta JC, Hovda DA, Becker DP: Quantification of cerebral glucose metabolism in brain injured humans utilizing positron emission tomography, *J Cereb Blood Flow Metab* 13(suppl 1):S379, 1993.
26. Caron MJ: PET/SPECT imaging in head injury. In Narayan RK, Wilberger JE, Povlishock JT, editors: *Neurotrauma*, New York, 1996, McGraw-Hill.
27. Lam AM, Winn HR, Cullen BF, Sundling N: Hyperglycemia and neurological outcome in patients with head injury, *J Neurosurg* 75:545, 1991.
28. Young B, Ott L, Dempsey R, et al: Relationship between admission hyperglycemia and neurologic outcome of severely brain-injured patients, *Ann Surg* 210:466, 1989.
29. Brain Trauma Foundation: Glasgow Coma Score. In *Guidelines for prehospital management of traumatic brain injury*, New York, 2000, The Foundation.
30. Dula DJ, Fales W: The 'ring sign': is it a reliable indicator for cerebral spinal fluid? *Ann Emerg Med* 22:718, 1993.
31. American College of Surgeons: *Advanced trauma life support*, Chicago, 2004, The College.
32. Servadei F, Nasi MT, Cremonini AM: Importance of a reliable admission Glasgow Coma Scale score for determining the need for evacuation of post-traumatic subdural hematomas: a prospective study of 65 patients, *J Trauma* 44:868, 1998.
33. Winkler JV, Rosen P, Alfrey EJ: Prehospital use of the Glasgow Coma Scale in severe head injury, *J Emerg Med* 2:1, 1984.
34. Brain Trauma Foundation: Hospital transport decisions. In *Guidelines for prehospital management of traumatic brain injury*, New York, 2000, The Foundation.
35. American Academy of Neurology: The management of concussion in sports (summary statement), *Neurology* 48:581, 1997.
36. Rimel RW, Giordani B, Barth JT: Moderate head injury: completing the clinical spectrum of brain trauma, *Neurosurgery* 11:344, 1982.
37. Brain Trauma Foundation: CT scan features. In *Management and prognosis of severe traumatic brain injury*, ed 2, New York, 2000, The Foundation.
38. Kihitir T, Ivatury RR, Simon RJ, et al: Early management of civilian gunshot wounds to the face, *J Trauma* 35:569, 1993.
39. Winchell RJ, Hoyt DB: Endotracheal intubation in the field improves survival in patients with severe head injury, *Arch Surg* 132:592, 1997.
40. Davis DP, Hoyt DB, Ochs M, et al: The effect of paramedic rapid sequence intubation on outcome in patients with severe traumatic brain injury, *J Trauma Injury Infect Crit Care* 54:444, 2003.
41. Bochicchio GV, Ilahi O, Joshi M, et al: Endotracheal intubation in the field does not improve outcome in trauma patients who present without an acutely lethal traumatic brain injury, *J Trauma Injury Infect Crit Care* 54:307, 2003.
42. Davis DP, Peay J, Sise MJ, et al: The impact of prehospital endotracheal intubation in moderate to severe traumatic brain injury, *J Trauma* 58:933, 2005.
43. Bulger EM, Copass MK, Sabath DR, et al: The use of neuromuscular blocking agents to facilitate prehospital intubation does not impair outcome after traumatic brain injury, *J Trauma* 58:718, 2005.
44. Wang HE, Peitzman AB, Cassidy LD, et al: Out-of-hospital endotracheal intubation and outcome after traumatic brain injury, *Ann Emerg Med* 44:439, 2004.
45. Davis DP, Ochs M, Hoyt DB, et al: Paramedic-administered neuromuscular blockade improves prehospital intubation success in severely head-injured patients, *J Trauma Injury Infect Crit Care* 55:713, 2003.
46. Cooper KR, Boswell PA, Choi SC: Safe use of PEEP in patients with severe brain injury, *J Neurosurg* 63:552, 1985.
47. McGuire G, Crossley D, Richards J, Wong D: Effects of varying levels of positive end-expiratory pressure on intracranial pressure and cerebral perfusion pressure, *Crit Care Med* 25:1059, 1997.
48. Christensen MA, Bloom J, Sutton KR: Comparing arterial and end-tidal carbon dioxide values in hyperventilated neurosurgical patients, *Am J Crit Care* 4:116, 1995.
49. Grenier B, Dubreuil M: Noninvasive monitoring of carbon dioxide: end-tidal versus transcutaneous carbon dioxide, *Anesth Analg* 86:675, 1998.
50. Grenier B, Verchere E, Mesli A, et al: Capnography monitoring during neurosurgery: reliability in relation to various intra-operative positions, *Anesth Analg* 88:43, 1999.
51. Isert P: Control of carbon dioxide levels during neuroanaesthesia: current practice and an appraisal of our reliance upon capnography, *Anaesth Intensive Care* 22:435, 1994.
52. Kerr ME, Zempsky J, Sereika S, et al: Relationship between arterial carbon dioxide and end-tidal carbon dioxide in mechanically ventilated adults with severe head trauma, *Crit Care Med* 24:785, 1996.
53. Mackersie RC, Karagianes TG: Use of end-tidal carbon dioxide tension for monitoring induced hypocapnia in head-injured patients, *Crit Care Med* 18:764, 1990.
54. Russell GB, Graybeal JM: Reliability of the arterial to end-tidal carbon dioxide gradient in mechanically ventilated patients with multisystem trauma, *J Trauma Injury Infect Crit Care* 36:317, 1994.
55. Sanders AB: Capnometry in emergency medicine, *Ann Emerg Med* 18:1287-53, 1989.
56. Sharma SK, McGuire GP, Cruise CJE: Stability of the arterial to end-tidal carbon dioxide difference during anaesthesia for prolonged neuro-surgical procedures, *Can J Anaesthesiol* 42:498, 1995.
57. Davis DP, Dunford JV, Poste JC, et al: The impact of hypoxia and hyperventilation on outcome after paramedic rapid sequence intubation of severely head injured patients, *J Trauma* 57:1, 2004.
58. Brain Trauma Foundation: Treatment: fluid resuscitation. In *Guidelines for prehospital management of traumatic brain injury*, New York, 2000, The Foundation.
59. Cooper DJ, Myles PS, McDermott FT, et al: Prehospital hypertonic saline resuscitation of patients with hypotension and severe traumatic brain injury: a randomized controlled trial, *JAMA* 291:1350, 2004.
60. Feldman Z, Kanter MJ, Robertson CS: Effect of head elevation on intracranial pressure, cerebral perfusion pressure and cerebral blood flow in head-injured patients, *J Neurosurg* 76:207, 1992.

## Lecturas recomendadas

- American College of Surgeons Committee on Trauma: Head trauma. In *Advanced trauma life support for doctors, student course manual*, ed 7, Chicago, 2004, ACS.
- Atkinson JLD: The neglected prehospital phase of head injury: apnea and catecholamine surge, *Mayo Clin Proceed* 75:37, 2000.
- Bertz JE: Maxillofacial injuries, *Clin Symp* 33:2, 1981.
- Chi JH, Nemani V, Manley GT: Prehospital treatment of traumatic brain injury, *Sem Neurosurg* 14:71, 2003.
- Guidelines for the determination of brain death, *JAMA* 246:2184, 1981.
- Kolb JC, Summer RL, Galli L: Cervical collar-induced changes in intracranial pressure, *Am J Emerg Med* 17:135, 1999.
- Muizelaar JP, Marmarou A, Ward JD, et al: Adverse effects of prolonged hyperventilation in patients with severe brain injury: a randomized clinical trial, *J Neurosurg* 75:731, 1991.
- Rosner MJ, Coley IB: Cerebral perfusion pressure, intracranial pressure and head elevation, *J Neurosurg* 65:636, 1986.
- Teasdale G, Jennett B: Assessment of coma and impaired consciousness: a practical scale, *Lancet* 2:81, 1974.
- Valadka AB: Injury to the cranium. In Mattox KL, Feliciano DV, Moore EE: *Trauma*, ed 4, Norwalk, Conn, 2000, Appleton & Lange.

## Objetivos del capítulo


---

*Al finalizar este capítulo, el lector deberá ser capaz de:*

- ✓ Describir la epidemiología de los traumatismos de la columna vertebral.
- ✓ Comparar y contrastar los mecanismos más frecuentes que producen lesiones de la columna en los adultos con respecto a los niños.
- ✓ Identificar a los pacientes en los que puede haber un traumatismo de columna.
- ✓ Relacionar los signos y síntomas de lesión medular y de *shock* neurógeno con su fisiopatología subyacente.
- ✓ Integrar los principios de la anatomía y la fisiopatología con la verificación de los datos y los principios de tratamiento de los traumatismos para formular un plan terapéutico para el paciente con una lesión de columna evidente o potencial.
- ✓ Describir las indicaciones para la inmovilización de la columna vertebral.
- ✓ Comentar los factores asociados a los datos y las intervenciones prehospitalarias que influyen en las tasas de morbilidad por traumatismos de columna.

## CAPÍTULO 9

# Traumatismo de la columna vertebral





## CASO CLÍNICO

Usted recibe un aviso porque un peatón ha sido golpeado por un coche. Cuando llega, encuentra a una mujer de unos 25 años de edad tumbada en supino sobre la calzada. La situación es segura. La policía ya se encuentra en el lugar.

Cuando comienza la evaluación primaria, encuentra a una mujer que no responde, que aparentemente ha recibido un golpe mientras trataba de cruzar la calle con el semáforo cerrado. Muestra abrasiones y una deformidad evidente en el fémur derecho. Su vía aérea está abierta y respira, aunque la respiración no parece regular. Tiene pulsos radiales y carotídeos leves y no muestra signos evidentes de hemorragia externa. La piel parece normal y caliente en las extremidades inferiores. Las extremidades superiores están pálidas, frías y húmedas.

**¿Qué procesos patológicos explican el cuadro de la paciente? ¿Qué intervenciones intermedias y evaluaciones posteriores se necesitan? ¿Cuáles son los objetivos del tratamiento en esta paciente? ■**

**S**i un traumatismo de columna no se reconoce y trata adecuadamente sobre el terreno, puede desembocar en un daño irreparable y dejar al paciente paralizado de por vida. Algunos sujetos sufren una lesión inmediata de la médula espinal como consecuencia del traumatismo, mientras que otros presentan una lesión de la columna vertebral que no daña inicialmente la médula; la lesión medular puede surgir más adelante como consecuencia de los movimientos de la columna. Dado que el sistema nervioso central (SNC) es incapaz de regenerarse, una médula seccionada no se puede reparar. Las consecuencias de mover inadecuadamente a un paciente con un traumatismo de la columna vertebral o de permitir que este se mueva pueden ser devastadoras. Si no se inmoviliza adecuadamente una fractura de columna se puede producir un desenlace mucho peor que, por ejemplo, en el caso de una fractura de fémur. Por el contrario, la inmovilización de la columna en un paciente sin signos de lesión también tiene consecuencias y no se debería hacer sin tener en consideración los riesgos frente a los beneficios posibles.

Una lesión medular puede tener profundos efectos sobre la fisiología, el estilo de vida y las circunstancias económicas de una persona. La fisiología humana se afecta porque el uso de las extremidades o de otras zonas queda gravemente limitado como consecuencia del daño medular. El estilo de vida se ve alterado porque la lesión medular habitualmente da lugar a cambios en los niveles de actividad diaria e independencia. La lesión medular también altera las circunstancias económicas del paciente y de la población en general<sup>1</sup>. Un paciente con este tipo de lesiones requiere asistencia tanto a corto como a largo plazo. El coste de esta asistencia a lo largo de su vida se estima en 1,25 millones de dólares para una lesión medular permanente.

Unas 32 personas por millón de habitantes sufrirán una lesión medular de algún tipo cada año. Se estima que entre 250.000 y 400.000 personas viven con lesiones medulares en EE. UU. Las lesiones medulares pueden producirse a cualquier edad, aunque son más frecuentes entre los 16 y 35 años porque es el grupo de edad implicado en las actividades más violentas y de mayor riesgo. La mayor parte de los pacientes traumatizados tiene entre 16 y 20 años de edad. El segundo mayor grupo de sujetos afectados presenta entre 21 y 25 años y el tercer grupo entre 26 y 35 años. Las causas

más frecuentes consisten en accidentes de tráfico (48%), caídas (21%), lesiones penetrantes (15%), lesiones deportivas (14%) y otros traumatismos (2%). En general, aproximadamente 11.000 personas sufren una lesión medular al año en EE. UU.<sup>2</sup>

Las fuerzas violentas bruscas que actúan sobre el cuerpo pueden desplazar la columna más allá de su arco normal de movilidad, ya sea impactando sobre la cabeza o el cuello o desplazando el tronco desde debajo de la cabeza. Al evaluar la posibilidad de una lesión de columna, hay cuatro mecanismos posibles:

1. La cabeza es como una bola para jugar a los bolos colgada en la parte superior del cuello y su masa a menudo se desplaza en una dirección diferente a la del tronco, lo que provoca que se apliquen fuerzas importantes sobre el cuello (columna cervical o médula espinal).
2. Los objetos en movimiento tienden a seguir moviéndose y los objetos en reposo tienden a seguir en reposo.
3. Un movimiento brusco o violento de los muslos desplaza la pelvis, lo que provoca un movimiento forzado de la parte inferior de la columna. Debido al peso e inercia de la cabeza y el tronco, se aplica una fuerza que se dirige en dirección contraria en la parte superior de la columna.
4. La ausencia de un déficit neurológico *no* descarta una lesión ósea o ligamentosa de la columna ni otros problemas que supongan una sobrecarga para la médula espinal hasta el límite de su tolerancia.

Algunos pacientes traumatizados con déficit neurológico tendrán una lesión temporal o permanente de la médula espinal. Otros presentan un déficit neurológico causado por una lesión de los nervios periféricos o de una extremidad no asociada a una lesión medular. Se debe suponer que todo paciente que haya sufrido uno de los siguientes traumatismos puede tener una lesión de columna<sup>3,4</sup>:

- Cualquier mecanismo que haya producido un impacto violento sobre la cabeza, el cuello, el tronco o la pelvis.
- Accidentes que originan fuerzas de aceleración, desaceleración o torsión lateral bruscas sobre el cuello o el tronco.

- Cualquier caída, especialmente en ancianos.
- Proyección o caída de un vehículo de motor o de un dispositivo de transporte motorizado de cualquier tipo.
- Cualquier víctima de un accidente por inmersión en aguas poco profundas.

Cualquiera de estos pacientes debe estabilizarse manualmente en una posición alineada neutra (a menos que esté contraindicado) antes de ser movido lo más mínimo y hasta que se haya evaluado la necesidad de una inmovilización de la columna.

## Anatomía y fisiología

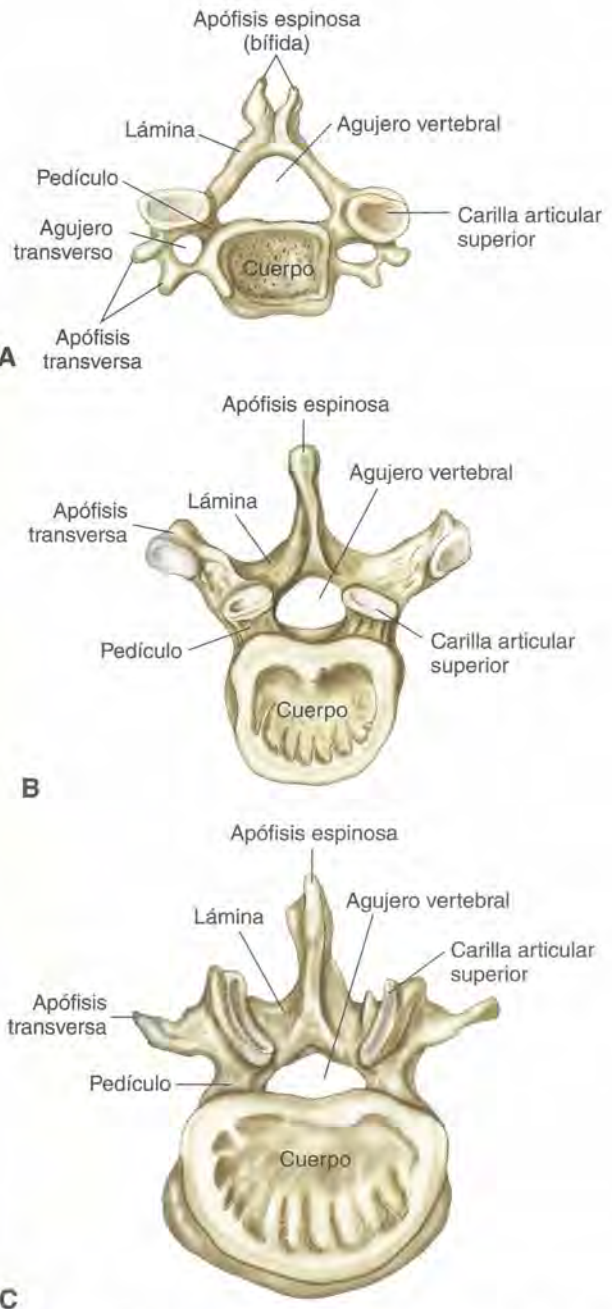
### Anatomía vertebral

La columna vertebral está formada por 33 huesos denominados *vértebras*, que se encuentran apiladas unas sobre otras. Excepto la primera (C1) y la segunda (C2) vértebras cervicales situadas en la parte superior de la columna y las vértebras sacras y coccígeas fusionadas en su parte inferior, todas las demás vértebras tienen una forma, una estructura y una movilidad muy parecidas (figura 9-1). La mayor parte de cada vértebra corresponde a la región anterior, que se conoce como *cuerpo*. Cada cuerpo vertebral soporta la mayor parte del peso de la columna vertebral y del tronco superior a él. Dos espacios curvados laterales que se conocen como *arcos vertebrales* están formados anteriormente por el pedículo y posteriormente por la lámina. La parte posterior de la vértebra es una estructura en forma de cola que se conoce como *apófisis espinosa*. En las cinco vértebras cervicales inferiores, esta apófisis posterior señala directamente en sentido posterior, mientras que en las vértebras dorsales y lumbares señala directamente hacia abajo en dirección caudal (hacia los pies).

La mayoría de las vértebras también tienen unas protuberancias alargadas similares que se conocen como *apófisis transversas*, situadas a cada lado cerca de los bordes laterales anteriores. Las apófisis transversas y espinosas sirven como puntos de inserción de los músculos y, por tanto, son puntos de apoyo para el movimiento. Los arcos vertebrales y la parte posterior de cada cuerpo vertebral forman un espacio casi circular con una apertura en el centro que se denomina *agujero vertebral*. La médula espinal atraviesa esta apertura. La médula está protegida en cierta medida de las lesiones por las vértebras óseas que la rodean. Cada agujero vertebral se alinea con el de la vértebra superior y con el de la inferior para formar un canal medular hueco a través del cual pasa la médula espinal.

### Columna vertebral

Las vértebras se disponen apiladas en forma de S (figura 9-2). Esta organización permite una extensa gama de movimientos en múltiples direcciones a la vez que se consigue una fuerza máxima. La columna vertebral se divide en cinco regiones individuales como referencia. Comenzando por la parte superior de la columna vertebral y descendiendo hasta la zona inferior, estas regiones son la columna cervical, dorsal, lumbar, sacra y coccí-



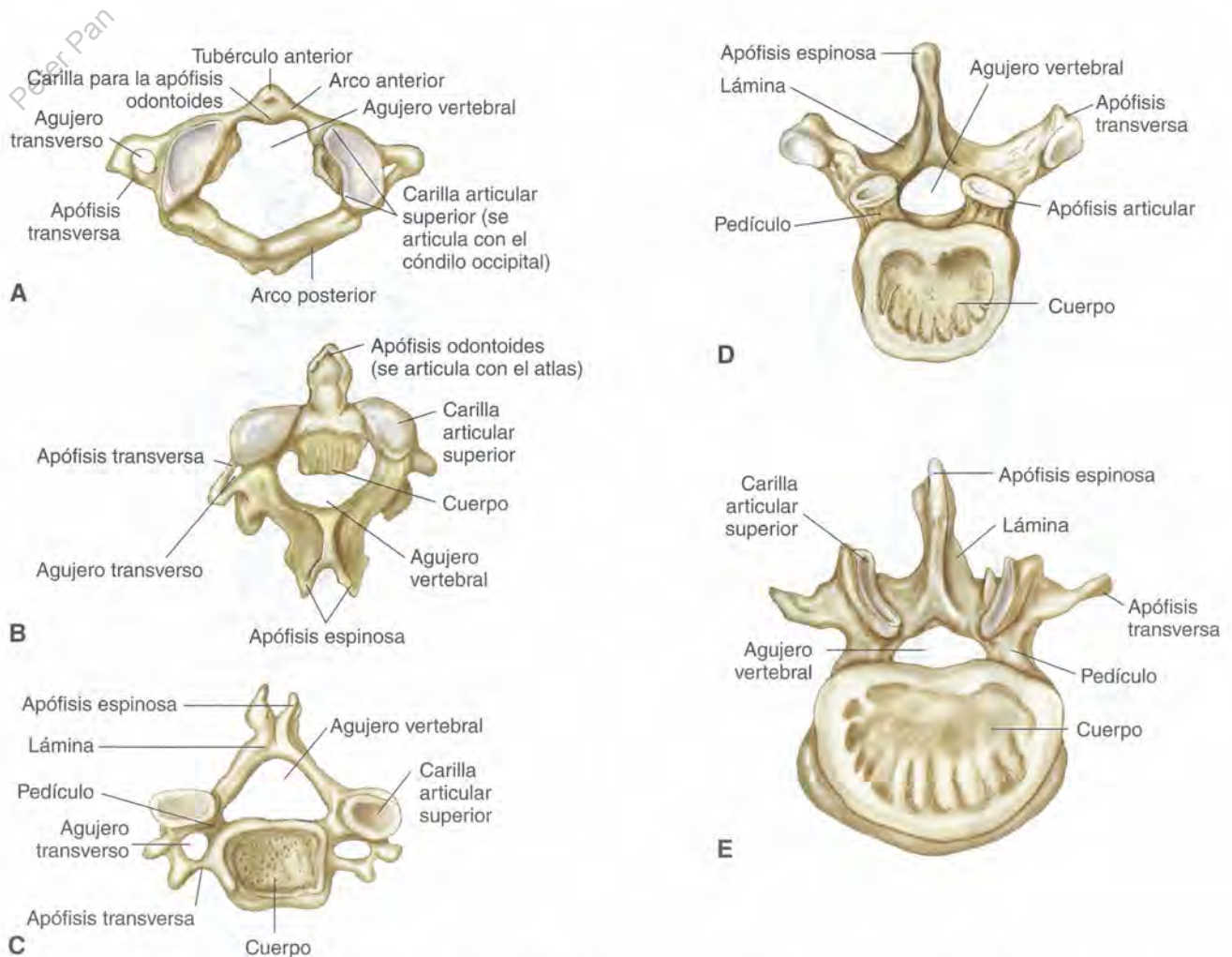
**FIGURA 9-1** Excepto en lo que se refiere a las vértebras sacras y coccígeas fusionadas, cada vértebra presenta los mismos elementos que las demás. El cuerpo (porción anterior) se va haciendo mayor y más fuerte porque va soportando una mayor carga de peso según la posición de la vértebra se acerca a la pelvis. **A.** Quinta vértebra cervical. **B.** Vértebra dorsal. **C.** Vértebra lumbar.

gea. Las vértebras se identifican por la primera letra de la región en la que se encuentran y se enumeran en orden descendente desde la parte alta de esa región. La primera vértebra cervical se conoce como *C1*, la tercera vértebra dorsal será *D3* y la quinta vértebra lumbar será *L5*, y así a lo largo de toda la columna vertebral. Cada vértebra soporta cada vez más peso corporal a medida que se avanza en dirección inferior. Por tanto, las vértebras situadas

Peter Pan



**FIGURA 9-2** La columna vertebral no es una varilla recta, sino que está formada por una serie de bloques que se apilan para permitir varias inclinaciones o curvas. En cada una de las curvas, la columna es más vulnerable a las fracturas, por lo que se ha acuñado el término «rotura de la S durante una caída».



**FIGURA 9-3** La carga de peso aumenta sobre los cuerpos vertebrales más bajos, que son más gruesos y fuertes para soportar esta carga. **A.** Atlas (C1). **B.** Axis (C2). **C.** Cervical. **D.** Dorsal. **E.** Lumbar.

entre C3 y L5 van siendo progresivamente mayores para acomodar el aumento de peso y la carga de trabajo (figura 9-3).

Situadas en la parte superior de la columna vertebral se encuentran las siete vértebras *cervicales*, que soportan la cabeza. La región cervical es flexible para permitir el movimiento de la cabeza. A continuación se encuentran 12 vértebras *dorsales*. Cada par de costillas se conecta posteriormente a una de las vértebras dorsales. A diferencia de la columna cervical, la columna dorsal es relativamente rígida y posee poca movilidad. Por debajo de las vértebras dorsales se encuentran las cinco *lumbares*. Son las vértebras de mayor tamaño. La zona lumbar también es flexible, permitiendo el movimiento en varias direcciones. Las cinco vértebras *sacras* están fusionadas, formando una única estructura que se conoce como *sacro*. Las cuatro vértebras *coccígeas* también están fusionadas, formando el *cóccix* (rabadilla). Aproximadamente el 55% de las lesiones de columna se producen en la región cervical, el 15% en la región dorsal, el 15% en la unión dorsolumbar y el 15% en la región lumbosacra.

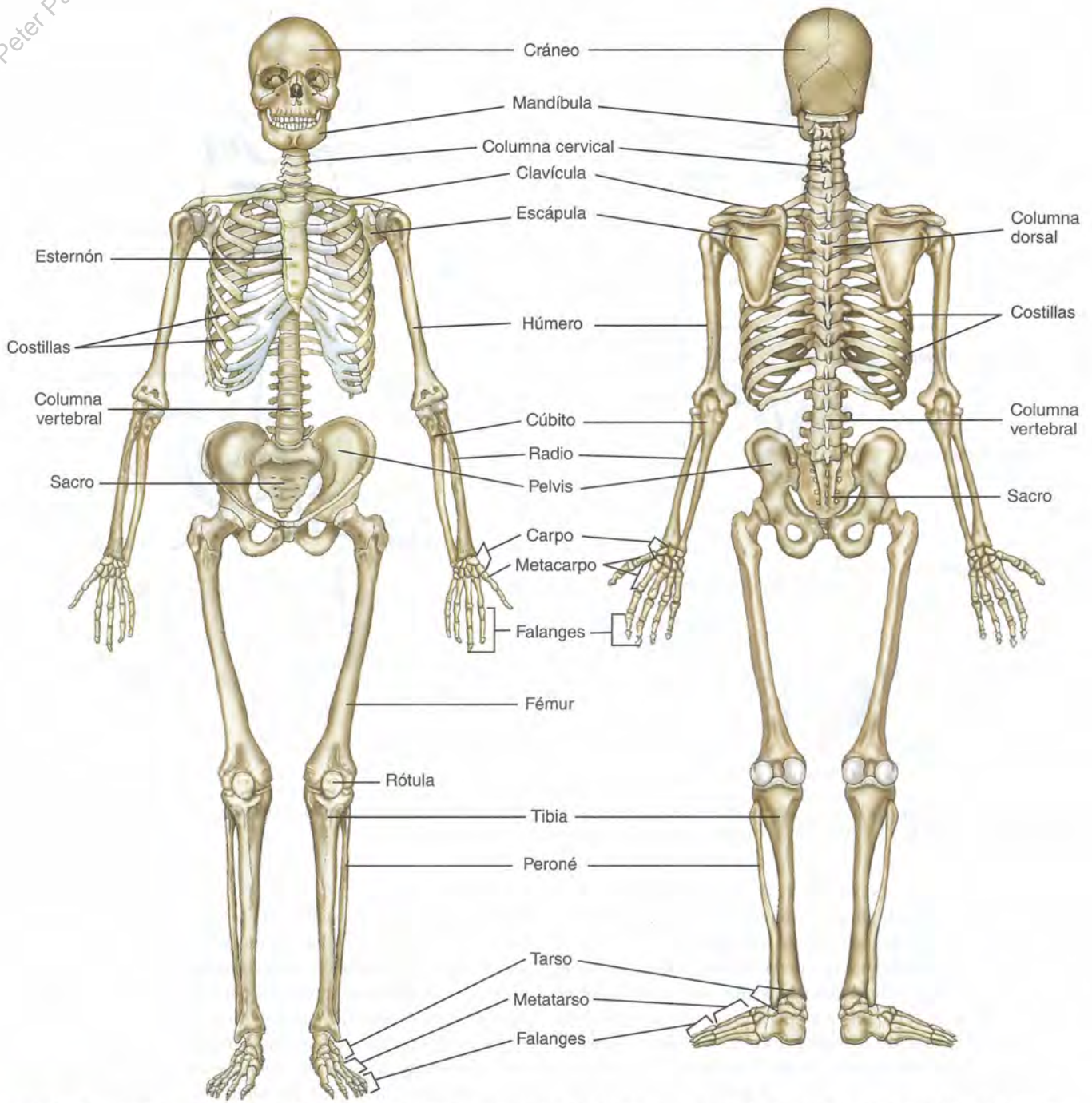
Los ligamentos y músculos se anclan en la columna desde la base del cráneo hasta la pelvis. Estos ligamentos y músculos con-

figuran una red que envuelve toda la estructura ósea de la columna vertebral, manteniéndola en una alineación normal y permitiendo su movimiento. Si estos ligamentos y músculos se desgarran, se produce un movimiento excesivo de una vértebra en relación con las demás. En presencia de unos ligamentos vertebrales rotos, este movimiento excesivo puede provocar una luxación de las vértebras, lo que puede comprometer el espacio que queda dentro del canal medular y, por tanto, dañar la médula espinal.

Los ligamentos longitudinales anterior y posterior conectan la cara anterior de los cuerpos vertebrales y el interior del canal. Los ligamentos que se encuentran entre las apófisis espinosas proporcionan soporte para los movimientos de flexión y extensión (hacia delante y hacia atrás) y los situados entre las láminas lo aportan durante los movimientos de flexión lateral (inclinación hacia los lados).

La cabeza está en equilibrio sobre la parte superior de la columna y la columna se apoya a su vez en la pelvis (figura 9-4). El cráneo reposa sobre la primera vértebra cervical en forma de anillo (C1) y se conoce como *atlas*. Básicamente, la vértebra C2 o *axis* consiste también en un anillo, pero tiene una apófisis (la

Peter Pan

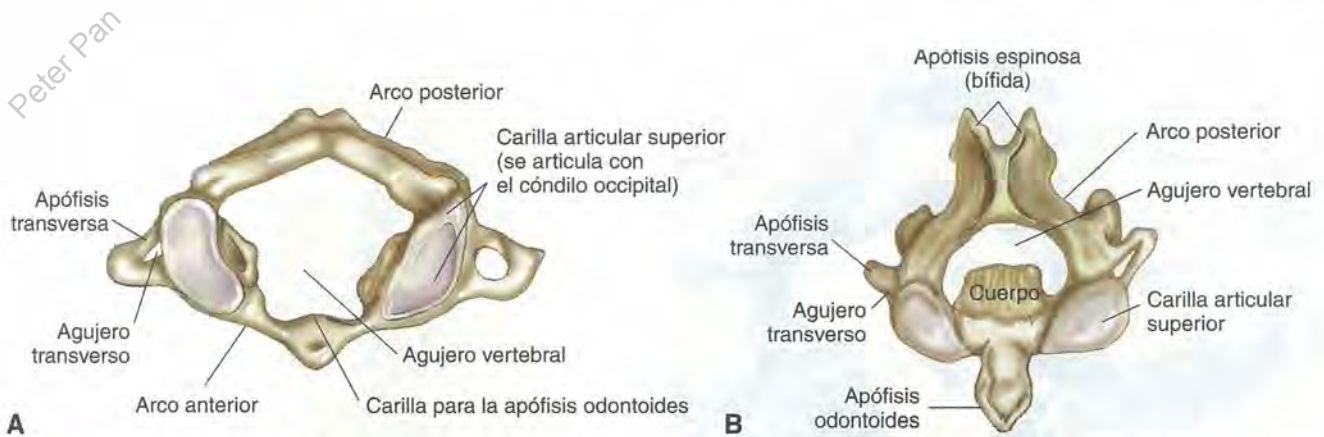


**FIGURA 9-4** La columna se une a las piernas por las articulaciones pélvicas y sacroilíacas. La cabeza es como una bola de bolos que hace equilibrios en la parte superior de la columna.

apófisis odontoides) que hace prominencia como un diente en el arco anterior del atlas. El axis permite que la cabeza tenga un arco de movilidad aproximadamente de 180° (figura 9-5).

La cabeza humana pesa entre 7 y 10 kilos, aproximadamente el mismo peso que una bola de bolos normal. El peso y la posición de la cabeza, que se encuentra sobre un cuello fino y flexible, las fuerzas que actúan sobre la misma, el pequeño tamaño de los músculos de soporte y la ausencia de costillas u otros huesos hacen que la columna cervical sea particularmente sensible a los

traumatismos. A la altura de C3, la médula espinal ocupa el 95% del canal medular (la médula ocupa el 65% de la superficie del canal en su extremo en la región lumbar) y sólo quedan 3 mm de espacio libre entre la médula y la pared del canal. Incluso una pequeña luxación en este punto puede producir una compresión de la médula espinal. La musculatura posterior del cuello es fuerte y permite hasta el 60% del arco de flexión y el 70% del arco de extensión de la cabeza sin que la médula sufra estiramientos. Sin embargo, cuando se ejerce una aceleración, desaceleración o fuerza



**FIGURA 9-5** La primera (A) y la segunda (B) vértebras cervicales tienen formas diferentes con respecto al resto de las vértebras de la columna. Su función es soportar el cráneo y permitir la rotación y el movimiento anteroposterior de la cabeza.

lateral violenta y brusca sobre el cuerpo, el peso significativo de la cabeza sobre el estrecho canal cervical puede amplificar los efectos del movimiento brusco. Un ejemplo de este tipo sería la colisión trasera si tener bien ajustado el reposacabezas.

El *sacro* es la base de la columna vertebral, la plataforma sobre la que descansa la columna. Entre el 70% y el 80% del peso corporal total descansa en el sacro, que forma parte tanto de la columna vertebral como de la cintura pélvica y que se une al resto de la pelvis mediante articulaciones sin movimiento.

## Anatomía de la médula espinal

La médula espinal es una prolongación continuada del cerebro y comienza en la base del tronco del encéfalo, atraviesa el agujero occipital (el orificio que se encuentra en la base del cráneo) y todas las vértebras hasta el nivel de la segunda lumbar (L2). La sangre llega a la médula espinal a través de las arterias vertebrales y espinales.

La médula espinal está formada por materia gris y materia blanca. La materia gris contiene los fascículos espinales anatómicos, que se dividen en dos tipos ascendentes y descendentes.

Los *fascículos nerviosos ascendentes* trasladan los impulsos sensitivos desde las distintas partes del cuerpo a través de la médula hasta el cerebro. Se pueden dividir además en fascículos que transportan las diferentes sensaciones de dolor y temperatura, tacto y presión e impulsos de movimiento, vibración, posición y tacto fino. Los fascículos nerviosos que transportan la sensación de dolor y temperatura «se cruzan» en el cuerpo, lo que significa que la raíz nerviosa que transporta la información del lado derecho del cuerpo se cruza hacia el lado izquierdo de la médula y después asciende hasta el cerebro. Por el contrario, los fascículos nerviosos que trasladan la información de posición, vibración y tacto fino *no* se cruzan en la médula espinal, por lo que esta información sensitiva se traslada hacia el cerebro del mismo lado de la médula por el que entran las raíces nerviosas.

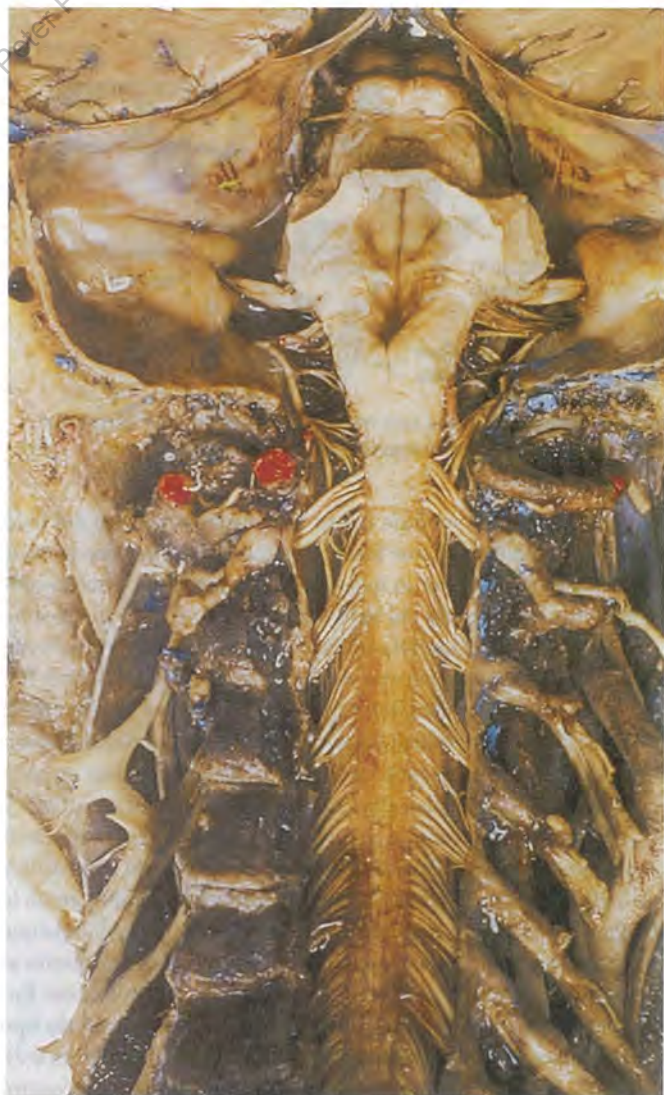
Los *fascículos nerviosos descendentes* son responsables de transportar los impulsos motores desde el cerebro hasta todo el cuerpo atravesando la médula espinal y controlan todo el movimiento y el tono muscular. Estos fascículos descendentes tampoco se cruzan en la médula espinal, por lo que el tracto motor del

lado derecho de la médula controla la función motora del lado derecho del cuerpo. Estos fascículos motores si se cruzan en el tronco del encéfalo, por lo que el lado izquierdo del cerebro controla la función motora del lado derecho del cuerpo y viceversa.

A medida que la médula espinal continúa descendiendo se van ramificando pares de nervios desde ella a cada vértebra, que llegan a las distintas partes del cuerpo (figura 9-6). La médula tiene 31 pares de nervios espinales que reciben el nombre correspondiente al nivel en el que surgen. Cada nervio posee dos raíces en cada lado. La raíz dorsal es la responsable de los impulsos sensitivos y la raíz ventral de los motores. Los estímulos nerviosos atraviesan el cerebro y llegan a cada parte del cuerpo a través de la médula y de cada par concreto de estos nervios. Cuando se ramifican de la médula espinal, estos nervios pasan a través de una escotadura que se encuentra en la cara lateral e inferior de la vértebra, posterior al cuerpo vertebral, que se conoce como *agujero de conjunción*. Entre los cuerpos vertebrales se sitúa el disco intervertebral, de tipo cartilaginoso, que actúa absorbiendo los traumatismos (figura 9-7).

Estas ramas nerviosas tienen múltiples funciones de control y su nivel en la médula espinal está representado por los dermatomas. Un *dermatoma* es una zona sensitiva de la superficie del cuerpo de la cual es responsable una raíz nerviosa. En conjunto, los dermatomas permiten trazar un mapa de las zonas corporales procedentes de cada nivel medular (figura 9-8) y ayudan a determinar la altura de la lesión en la médula espinal. Dos referencias importantes que se deben recordar son el nivel de los pezones, que marcan el dermatoma T4, y el *nivel umbilical*, que corresponde al dermatoma D10.

El proceso de inhalación y exhalación requiere del movimiento del tórax y de cambios apropiados en la forma del diafragma. El diafragma está innervado por los nervios frénicos que surgen en las ramas nerviosas originadas en la médula espinal entre los niveles C2 y C5. Si se lesiona la médula por encima de C2 o se seccionan los nervios frénicos o se interrumpen los impulsos nerviosos de alguna otra manera, el paciente perderá la capacidad de respirar espontáneamente. Un paciente con esta lesión puede asfixiarse antes de que lleguen los profesionales prehospitalarios salvo que los transeúntes traten de realizarle una respiración para reanimarle. La ventilación con presión positiva se deberá mantener durante el traslado.



**FIGURA 9-6** Los nervios espinales se ramifican a cada lado de la médula espinal para proporcionar la inervación motora y sensitiva al tronco y las extremidades.

La médula espinal está rodeada por líquido cefalorraquídeo (LCR) y está protegida por una vaina de duramadre. Esta vaina recubre el cerebro y continúa hacia abajo hasta la segunda vértebra sacra, donde existe un reservorio a modo de saco (la cisterna magna). El LCR producido por el cerebro rodea toda la médula y se absorbe en esta cisterna. Realiza la misma función en la médula que en el cerebro, es decir, actúa como un amortiguador de los traumatismos que se producen durante los movimientos rápidos e intensos.

## Fisiopatología

La columna ósea puede soportar fuerzas de hasta 1360 julios en condiciones normales. Un desplazamiento de alta velocidad y los deportes de contacto pueden aplicar sobre la columna fuer-



**FIGURA 9-7** El cartílago que se encuentra entre dos cuerpos vertebrales se conoce como *disco intervertebral*. Estos discos actúan como un mecanismo para absorber los traumatismos. Si se daña, el cartílago puede hacer prominencia en el canal medular, comprimiendo la médula o los nervios que atraviesan los agujeros intervertebrales.

zas que superan con mucho esta cantidad. Incluso en un accidente de tráfico a una velocidad baja o moderada, el cuerpo de una persona de 68 kilos sin cinturón puede soportar fácilmente una fuerza de entre 4080 y 5440 julios contra la columna cuando la cabeza se detiene bruscamente contra el parabrisas o el techo. Cuando un motorista sale despedido por encima de su moto o cuando un esquiador de alta velocidad choca con un árbol pueden surgir fuerzas similares.

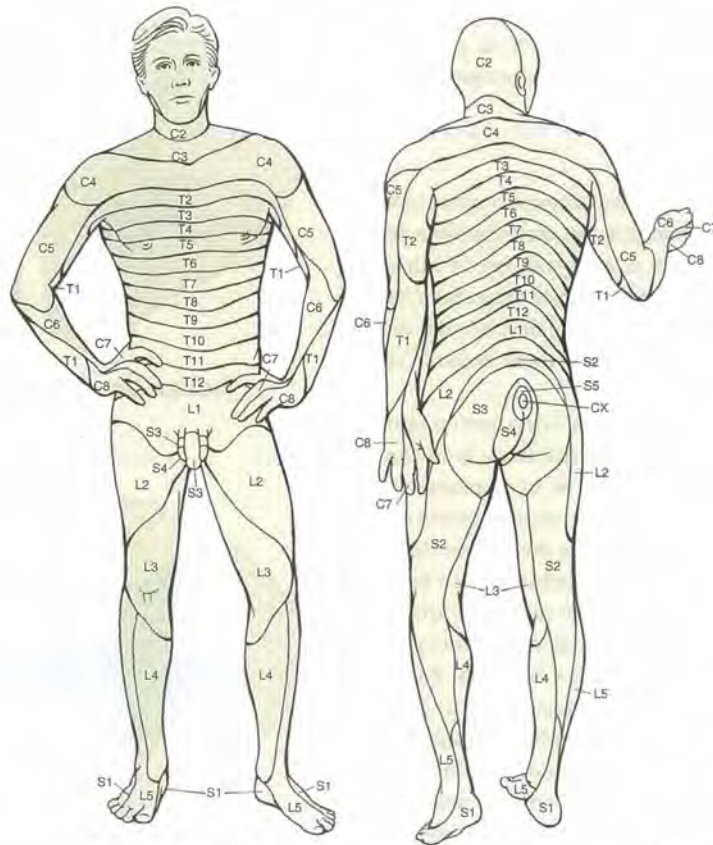
## Lesiones óseas

En la columna pueden producirse varios tipos de lesiones, tales como<sup>5</sup>:

- Fracturas por compresión de una vértebra, que pueden originar un aplastamiento total del cuerpo vertebral o una compresión en cuña.
- Fracturas que producen pequeños fragmentos de hueso que pueden permanecer en el canal medular cerca de la médula.
- Una *subluxación*, que es una luxación parcial de la vértebra con respecto a su alineación normal en la columna vertebral.
- Sobrestiramiento o desgarro de los ligamentos y músculos, lo que ocasiona una relación inestable entre las vértebras.

Cualquiera de estas lesiones óseas puede provocar inmediatamente una sección irreversible de la médula, así como comprimirla o estirarla. Sin embargo, en algunos pacientes, el daño sobre las vértebras da lugar a una columna vertebral *inestable*, pero no produce una lesión medular inmediata. Además, los pacientes que sufren lesiones de la columna cervical tienen un 10% de posibilidades de presentar otra fractura en la columna. Por tanto, se debe inmovilizar toda la columna en cualquier sujeto en el que se sospeche una lesión de la columna vertebral.

Peter Pan



**FIGURA 9-8** El mapa de dermatomas muestra la relación entre las zonas de sensibilidad táctil en la piel y los nervios espinales que se corresponden a esas zonas. La pérdida de sensibilidad en una zona indica la lesión de un nervio espinal.

La ausencia de déficit neurológico no descarta una fractura ósea o una columna inestable. Si bien la presencia de respuesta sensitiva y motora adecuada en las extremidades indica que la médula está intacta, no señala una ausencia de lesiones en las vértebras o en las estructuras óseas o de partes blandas relacionadas. Un gran porcentaje de pacientes con columna inestable no manifiesta déficit neurológicos. Para determinar la necesidad de inmovilización se precisa una evaluación completa.

### Mecanismos específicos de lesión que provocan traumatismos de columna

La *carga axial* tiene lugar de varias formas. Con mayor frecuencia, esta compresión de la columna se produce cuando la cabeza golpea un objeto y el peso del cuerpo, que aún está en movimiento, se descarga contra la cabeza detenida, como sucede cuando la cabeza del ocupante de un vehículo que no lleva cinturón se golpea con el parabrisas o cuando la cabeza golpea con un objeto en un accidente por inmersión en aguas poco profundas. La compresión y la carga axial también aparece cuando un paciente sufre una caída desde una altura importante y aterriza de pie. De esta forma, el peso de la cabeza y el tronco se aplica sobre la columna lumbar, mientras que la columna sacra se mantiene fija. Aproximadamente el 20% de las caídas desde una altura mayor de 5 metros conlleva una fractura asociada de la columna lumbar. Durante este

importante intercambio de energía, la columna vertebral tiende a exagerar su curvatura normal y surgen fracturas y compresiones en estas zonas. La columna tiene forma de S, por lo que puede decirse que las fuerzas de compresión tienden a «romper la S del paciente», comprimiendo el lado cóncavo y abriendo el lado convexo.

Una *flexión excesiva (hiperflexión)*, una *extensión excesiva (hiperextensión)* y una *rotación excesiva (hiperrotación)* pueden provocar una lesión ósea y un desgarro de los músculos y ligamentos, lo que origina un atrapamiento o un estiramiento de la médula espinal.

Una *inclinación lateral brusca o excesiva* requiere un movimiento mucho menor que la flexión o extensión antes de que se produzca la lesión. Durante un impacto lateral, el tronco y la columna dorsal se desplazan lateralmente. La cabeza tiende a mantenerse en su posición hasta que la columna cervical tira de ella. El centro de gravedad de la cabeza se sitúa por encima y anterior a su punto de fijación en la columna cervical, por lo que tenderá a rodar hacia los lados. Este movimiento causa con frecuencia luxaciones y fracturas óseas.

La *separación* (alargamiento excesivo de la columna) tiene lugar cuando una parte de la columna es estable y el resto se encuentra en movimiento longitudinal. Este movimiento de separación de la columna puede provocar fácilmente un estiramiento y desgarro de la médula. La lesión por separación es un mecanismo frecuente de lesiones en los parques infantiles y los ahorcamientos.

Aunque cualquiera de estos movimientos violentos puede ser la causa dominante de la lesión de la columna en un paciente dado, habitualmente también participan otros mecanismos.

## Lesiones medulares

La lesión primaria surge en el momento del impacto o aplicación de la fuerza y puede causar una compresión medular, una lesión medular directa (habitualmente por fragmentos de hueso afilados o inestables) o la interrupción del aporte sanguíneo hacia la médula. La lesión secundaria se produce después del daño inicial y comprende inflamación, isquemia o movimiento de los fragmentos óseos<sup>6</sup>.

La *contusión medular* es resultado de la interrupción temporal de las funciones de la médula espinal distales a la lesión. La *contusión medular* implica la formación de un hematoma o hemorragia en los tejidos de la médula, lo que también puede dar lugar a una pérdida temporal de las funciones medulares distales a la lesión («*shock*» medular). El *shock* medular es un fenómeno neurológico que tiene lugar durante un período variable e impredecible después de una lesión medular y que da lugar a la pérdida de todas las funciones sensitivas y motoras, flaccidez y parálisis y ausencia de reflejos por debajo del nivel de la lesión medular. La contusión medular se debe habitualmente a una lesión de tipo penetrante o al movimiento de los fragmentos de hueso. La intensidad de la lesión resultante de una contusión se relaciona con el volumen de hemorragia que se produce en el tejido. El daño o interrupción del aporte sanguíneo hacia la médula puede dar lugar a un isquemia local del tejido medular. La *compresión medular* se debe a la presión ejercida sobre la médula por la inflamación, lo que puede causar la isquemia del tejido y, en algunos casos, puede requerir la descompresión para evitar una pérdida permanente de la función. La *laceración medular* se produce cuando el tejido de la médula se desgarran o secciona. Los defectos neurológicos pueden corregirse si el daño que sufre la médula es leve, aunque habitualmente surge una evaluación de la función cerebral permanente cuando se han interrumpido todos los fascículos espinales.

La sección medular se puede clasificar como completa o incompleta. Cuando se produce una *sección medular completa* se interrumpen todos los fascículos espinales y se pierden todas las funciones medulares distales al lugar de lesión. Debido al efecto de la inflamación, la determinación de la pérdida de función puede no ser exacta hasta 24 horas después de la lesión. La mayoría de las secciones medulares completas provocan paraplejía o tetraplejía, dependiendo de la altura de la lesión. En la *sección medular incompleta* pueden quedar intactos algunos fascículos y funciones motoras o sensitivas. En este caso, el pronóstico de recuperación es mejor que cuando la sección es completa. Los tipos de lesiones medulares incompletas son los siguientes<sup>7</sup>:

- El *síndrome medular anterior* es el resultado de la presencia de fragmentos óseos o de una presión ejercida sobre las arterias espinales (figura 9-9). Los síntomas consisten en la pérdida de la función motora y de las sensaciones de dolor, temperatura y sensibilidad fina. Sin

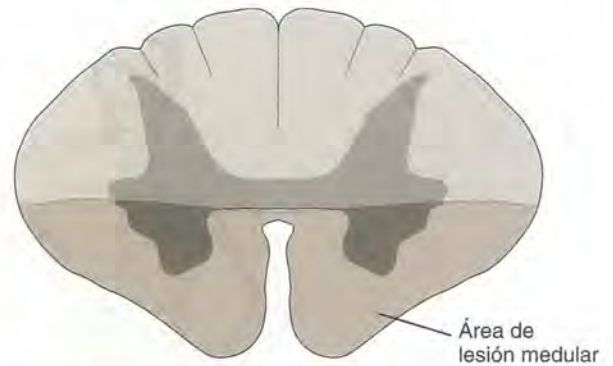


FIGURA 9-9 Síndrome medular anterior.

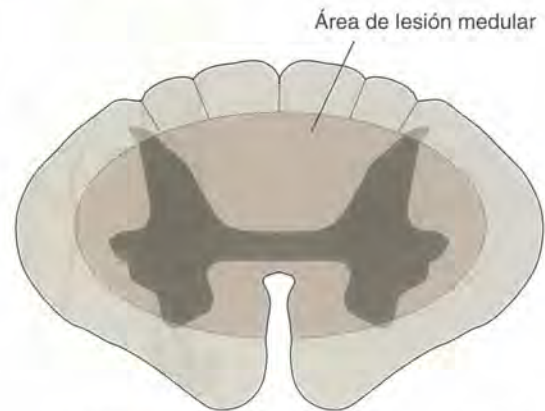


FIGURA 9-10 Síndrome medular central.

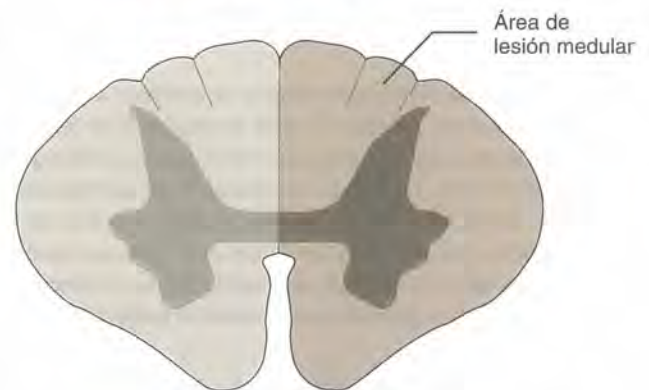


FIGURA 9-11 Síndrome de Brown-Séquard.

embargo, se conservan parte de las sensaciones de sensibilidad fina, movimiento, posición y vibración.

- El *síndrome medular central* aparece habitualmente con la hiperextensión de la zona cervical (figura 9-10). Los síntomas consisten en debilidad o parestesia de las extremidades superiores, pero con una fuerza normal en las inferiores. Este síndrome provoca grados variables de disfunción vesical.
- El *síndrome de Brown-Séquard* se debe a una lesión penetrante que produce una hemisección de la médula que sólo afecta a una de sus mitades (figura 9-11). Los síntomas

consisten en una lesión medular completa y pérdida de las funciones del lado afectado (motoras, vibración, movimiento y posición) con desaparición de la sensibilidad termoalgésica en el lado contrario a la lesión.

El «*shock*» neurógeno secundario que aparece como consecuencia de una lesión medular representa un hallazgo adicional muy significativo. El *shock* neurógeno derivado de una lesión medular se debe a diferentes mecanismos secundarios a los defectos neurológicos producidos por la lesión medular. La lesión de las fibras vasorreguladoras origina una pérdida del tono simpático de los vasos o vasodilatación. La piel puede estar caliente y seca y el pulso puede ser lento, pero la presión arterial será baja. Cuando se interrumpe la médula, los mecanismos de compensación simpática corporal no pueden mantener el control de los músculos en las paredes de los vasos sanguíneos por debajo del lugar de la interrupción. Estas arterias y arteriolas se dilatan, aumentan el tamaño del espacio vascular y se produce una hipovolemia relativa y la pérdida parcial de las resistencias vasculares sistémicas (RVS). En lugar de la taquicardia que se asocia habitualmente al *shock* hipovolémico, este tipo de lesión se asocia a una frecuencia cardíaca normal o a una ligera bradicardia. Aunque el paciente puede estar en hipotensión, el «*shock*» neurogénico con frecuencia no altera el aporte de oxígeno a los tejidos periféricos (véase capítulo 7). Las lesiones medulares altas (C5 o proximales) se asocian a una mayor probabilidad de que se necesiten intervenciones cardiovasculares, como vasopresores o marcapasos<sup>8</sup>. Una declaración de consenso reciente recomienda corregir con rapidez la hipotensión (PAS < 90 mm Hg) en las lesiones medulares agudas. Idealmente la presión arterial de los pacientes con sospecha de lesión medular se debe mantener dentro de valores normales (PAM 85-90 mm Hg)<sup>9</sup>.

## Evaluación

Un traumatismo de columna, como muchas otras situaciones, debe evaluarse en el contexto de las demás lesiones y afecciones presentes. La revisión primaria es la primera prioridad, aunque a menudo el paciente necesita primero ser evacuado del lugar. Por tanto, una rápida evaluación del escenario y la obtención de la historia del episodio deben determinar si es posible que exista un traumatismo de columna. En dicho caso la columna del paciente debe protegerse manualmente. La cabeza del paciente se lleva hasta una posición neutra, a menos que esté contraindicado (véase comentario posterior) y se mantiene en esa posición hasta que la valoración no muestre indicaciones para la inmovilización o la estabilización manual se sustituya por un dispositivo de inmovilización de la columna, como una tabla corta para columna, una tabla larga o un dispositivo de tipo chaleco.

Se realiza una exploración neurológica rápida para identificar deficiencias evidentes en relación con la lesión medular. Se pide al paciente que mueva los brazos, las manos y las piernas y se registra cualquier incapacidad de hacerlo. Posteriormente se comprueba la presencia o ausencia de sensibilidad empezando por los hombros y descendiendo hasta los pies.

## Utilización del mecanismo del traumatismo para evaluar una lesión medular

Tradicionalmente, se ha enseñado a los profesionales de la asistencia prehospitalaria que la existencia de la lesión se basa únicamente en el mecanismo del traumatismo y que la inmovilización de la columna es necesaria en todo paciente que haya sufrido una lesión. Esta generalización ha provocado que no existan unas normas clínicas claras para evaluar los traumatismos de columna. Sin embargo, la evaluación de una inmovilización de columna debe incluir también la evaluación de las funciones motora y sensitiva, la presencia de dolor espontáneo o a la palpación y la fiabilidad del paciente como factores predictivos de la lesión medular. Además, el paciente puede no referir dolor en la columna por el dolor asociado a otra lesión más llamativa, como una fractura del fémur<sup>9</sup>. El alcohol o los fármacos que el paciente puede haber ingerido también pueden anular su percepción del dolor y enmascarar una lesión grave.

El objetivo primario del profesional de la asistencia prehospitalaria debe consistir en identificar las indicaciones de una inmovilización de columna y no intentar aclarar el estado clínico de la misma<sup>10-17</sup>. Dado que muchos pacientes no tienen una lesión medular, es adecuado un abordaje más selectivo de la inmovilización de la columna, especialmente porque se ha demostrado que esta maniobra tiene efectos secundarios en voluntarios sanos, como aumento del esfuerzo respiratorio, isquemia cutánea y dolor<sup>18</sup>. Los profesionales prehospitalarios deberían concentrarse en las indicaciones adecuadas para la inmovilización de la columna.

Si no se encuentran indicaciones tras una exploración exhaustiva y cuidadosa, puede no ser necesaria la inmovilización. La base de un tratamiento adecuado para la médula es la misma que en toda la asistencia traumatológica, una valoración de primera clase con un tratamiento apropiado y en el momento preciso.

## Traumatismo contuso

Las principales causas de una lesión de columna en los pacientes adultos son, por orden de frecuencia, las siguientes:

1. Accidentes de tráfico.
2. Accidentes en aguas superficiales.
3. Accidentes de moto.
4. Todos los demás traumatismos y caídas.
5. Lesiones deportivas.

Las principales causas de una lesión de columna en los pacientes pediátricos son, por orden de frecuencia, las siguientes:

1. Caída desde una altura (en general, dos o tres veces la altura del paciente).
2. Caída desde un triciclo o bicicleta.
3. Atropello por un vehículo de motor.

Como norma, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe suponer la presencia de una lesión de columna y una columna inestable en algunas situaciones como las siguientes y

debe realizar una valoración de la columna para determinar si es precisa la inmovilización:

- Cualquier mecanismo que produzca un impacto violento sobre cabeza, cuello, tronco o pelvis (p. ej., una agresión o un atrapamiento en un colapso estructural).
- Accidentes que originen fuerzas de aceleración, desaceleración o inclinación lateral bruscas sobre el cuello o el tronco (p. ej., accidentes de tráfico con una velocidad moderada o alta, peatones atropellados por un vehículo o afectación por una explosión).
- Cualquier caída, especialmente en los ancianos.
- Proyección o caída desde un vehículo de motor o de cualquier otro medio de transporte (p. ej., monopatines, bicicletas, coches, motocicletas, vehículos recreativos).
- Cualquier víctima de un accidente en aguas superficiales (p. ej., submarinismo o surfing).

Otras situaciones que se asocian con frecuencia a lesiones de columna son las siguientes:

- Traumatismos craneoencefálicos con alteración del nivel de conciencia.
- Daño significativo del casco.
- Traumatismo contuso significativo sobre el tronco.
- Fracturas impactadas u otras fracturas de desaceleración en las piernas o caderas.
- Lesiones localizadas significativas sobre la zona de la columna vertebral.

Estos mecanismos lesionales deberían obligarnos a realizar una exploración completa y exhaustiva para determinar si existen indicaciones para la inmovilización de la columna.

Se ha demostrado que el uso de una sujeción apropiada con el cinturón de seguridad salva vidas y reduce las lesiones de cabeza, cara y tronco. Sin embargo, su uso no descarta la posibilidad de un traumatismo de columna. En una colisión frontal brusca importante, cuando se produce una desaceleración intensa, el tronco sujetado se detiene bruscamente, pero la cabeza libre intentará continuar su movimiento hacia delante. Sujetada por la potente musculatura posterior del cuello, la cabeza sólo se puede desplazar ligeramente hacia delante. Si la fuerza de desaceleración es suficientemente intensa, la cabeza rotará inferiormente hasta que la barbilla golpee con la pared torácica, rotando con frecuencia alrededor de la correa lateral de sujeción del hombro. Esta hiperflexión y rotación forzadas rápidas del cuello pueden dar lugar a fracturas por compresión de las vértebras cervicales, «arrancamiento y bloqueo» de las carillas articulares (luxación de las apófisis articulares) y estiramiento de la médula espinal. Hay distintos mecanismos que también pueden provocar un traumatismo de columna en las víctimas que van sujetas durante colisiones posteriores o laterales. La cantidad de daño que sufre el vehículo y las demás lesiones del paciente son los factores clave que permiten determinar si es necesario inmovilizarle.

La capacidad del sujeto para caminar no es un factor que determine la necesidad de tratamiento por una lesión de colum-

na. Un número importante de pacientes que requirieron una reparación quirúrgica de lesiones inestables de columna estaban «deambulando» por la escena del accidente o caminando por el servicio de emergencias del hospital.

## Traumatismo penetrante

El traumatismo penetrante representa un caso especial con respecto a la posibilidad de un traumatismo de columna<sup>19</sup>. En general, si el paciente no ha sufrido una lesión neurológica definitiva en el momento en que tuvo lugar el traumatismo, no preocupa demasiado la posibilidad de una lesión de columna, debido al mecanismo de la lesión y a la cinemática asociada a la fuerza implicada. En general, los objetos penetrantes no producen fracturas de columna inestables como lo hace un traumatismo contuso, ya que la herida penetrante tiene pocos riesgos de originar una lesión inestable de ligamentos o huesos. El objeto penetrante provoca la lesión a lo largo del trayecto penetrado y, si no lesiona directamente la médula espinal cuando penetra, no es probable que el paciente desarrolle después una lesión medular. Numerosos estudios han demostrado que es poco probable que se produzcan lesiones inestables tras un traumatismo penetrante en la cabeza, el cuello o el tronco<sup>21-26</sup> y que este tipo de lesiones no son indicaciones de inmovilización de la columna, salvo que se reconozca una deficiencia neurológica. En general, las demás lesiones causadas por el traumatismo penetrante exigen una atención más prioritaria que las vertebrales.

## Indicaciones para la inmovilización de columna

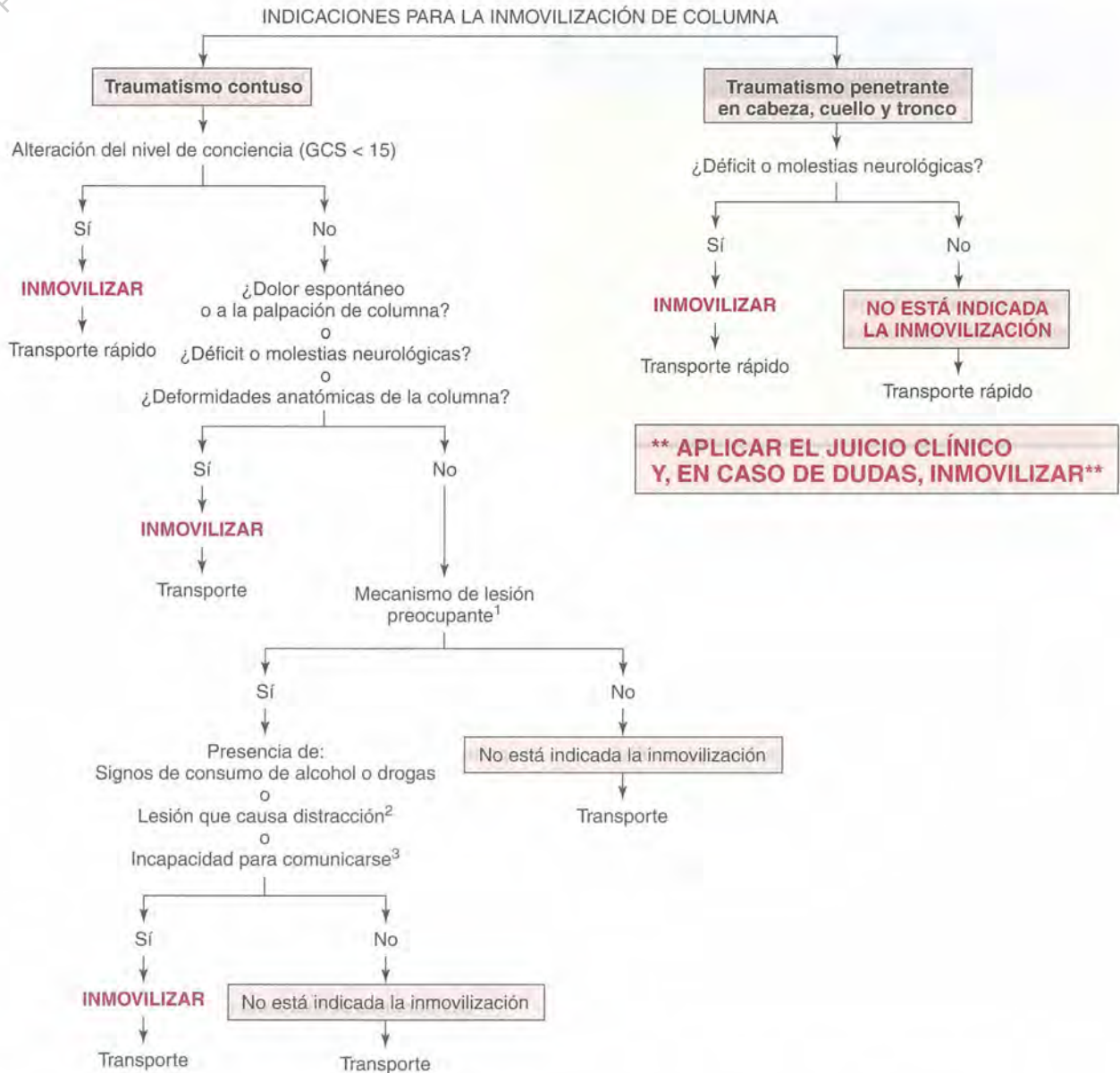
El mecanismo de la lesión se puede utilizar para determinar las indicaciones para la inmovilización de columna (figura 9-12). El punto clave siempre es que el profesional de la asistencia prehospitalaria debe aplicar un juicio clínico adecuado además de una exploración física completa y, *en caso de duda, inmovilizar al paciente*.

En los pacientes que han sufrido una lesión penetrante (p. ej., una herida de bala o por arma blanca) en la cabeza, el cuello o el tronco, debe considerarse que presentan un mecanismo de lesión preocupante si se quejan de síntomas neurológicos o tienen signos como adormecimiento, cosquilleo, pérdida de la función motora o sensitiva o una pérdida real de conciencia. Si no hay problemas neurológicos en los datos de la exploración de un paciente con una lesión penetrante, no es necesaria su inmovilización (aunque la tabla puede utilizarse para levantar y trasladar al sujeto).

En caso de un traumatismo contuso hay algunas situaciones que pueden obligar a la inmovilización de la columna:

1. *Alteración del nivel de conciencia* con un valor de la escala de coma de Glasgow (GCS) inferior a 15. Cualquier factor que altere la percepción del dolor por parte del paciente dificultará la valoración del profesional ante la lesión; entre estos se incluyen:
  - Traumatismo craneoencefálico (TCE).
  - Alteración del estado mental (AEM) distinta del TCE. Se incluyen, por ejemplo, los pacientes psiquiátricos, con

Peter Pan



## Notas:

<sup>1</sup>Mecanismos de lesión preocupantes:

- Cualquier mecanismo que produzca un impacto violento sobre cabeza, cuello, tronco o pelvis (p. ej., agresión o atrapamiento en un colapso estructural, etc.).
- Accidentes que produzcan fuerzas de aceleración, desaceleración o inclinación lateral bruscas sobre el cuello o el tronco (p. ej., accidentes de tráfico con una velocidad moderada o alta, peatones atropellados por un vehículo o afectación por una explosión, etc.).
- Cualquier caída, especialmente en los ancianos.
- Proyección o caída desde un vehículo a motor o de cualquier otro medio de transporte (p. ej., scooters, monopatines, bicicletas, coches, motocicletas, vehículos recreativos).
- Cualquier víctima de un accidente en aguas superficiales.

<sup>2</sup>Lesión que causa distracción.

Cualquier lesión en la que pueda haber un deterioro de la capacidad del paciente para apreciar otras lesiones. Algunos ejemplos son: a) fractura de hueso largo; b) lesión visceral que precisa una consulta quirúrgica; c) una laceración extensa, una lesión con arrancamiento o una lesión por aplastamiento; d) grandes quemados, o e) cualquier otra lesión que produzca un deterioro funcional agudo.

(Adaptado de Hoffman JR, Wolfson AB, Todd K, Mower WR: Selective cervical spine radiography in blunt trauma: methodology of the National Emergency X-Radiography Utilization Study [NEXUS]. *Ann Emerg Med* 461, 1998.)

- <sup>3</sup>Incapacidad para comunicarse. Cualquier paciente que por alguna razón no especificada anteriormente no pueda comunicarse claramente y participar activamente en su evaluación. Por ejemplo, alteraciones del habla o la audición, personas que sólo hablan un idioma extranjero o niños pequeños.

**FIGURA 9-12** Indicaciones para la inmovilización de columna.

### CUADRO 9-1 Signos y síntomas de un traumatismo de columna

- Dolor en el cuello o la espalda.
- Dolor al mover el cuello o la espalda.
- Dolor a la palpación de la parte posterior del cuello o la zona media de la espalda.
- Deformidades de la columna vertebral.
- Defensa o rigidez de los músculos del cuello o la espalda.
- Parálisis, paresia, adormecimiento o cosquilleo en las piernas o los brazos en cualquier momento después del accidente.
- Signos y síntomas de *shock* neurógeno.
- Priapismo (en los varones).

enfermedad de Alzheimer o con influencia de sustancias tóxicas, que pueden tener alteraciones en la percepción del dolor.

- La reacción aguda de estrés (RAE) puede «enmascarar» el dolor.
2. *Dolor espontáneo o a la palpación de la columna.* Se refiere al dolor espontáneo o que aparece durante el movimiento, el dolor a la palpación de una zona puntual y la deformidad y defensa de la zona de la columna.
  3. *Déficit o molestias neurológicas.* Consisten en parálisis bilateral, parálisis parcial, paresia (debilidad), sensación de pinchazos o cosquilleos, adormecimiento y *shock* medular neurógeno por debajo del nivel de la lesión. En los varones, la presencia de una erección continuada del pene o priapismo, puede ser una indicación más de una lesión medular.
  4. *Deformación anatómica de la columna.* Incluye cualquier deformación observada en la exploración física del paciente.

Sin embargo, la ausencia de estos signos no descarta una lesión de la columna vertebral (cuadro 9-1).

Cuando un paciente tiene un mecanismo de lesión preocupante en ausencia de las situaciones mencionadas en esta lista, se debe tener en cuenta su «fiabilidad». Un paciente «fiable» está calmado, colaborador y sobrio. Uno no fiable puede mostrar cualquiera de las siguientes características:

- *Intoxicación.* Los pacientes que se encuentran bajo la influencia de drogas o alcohol se inmovilizan y tratan como si tuvieran una lesión de columna hasta que estén calmados, colaboradores y sobrios.
- *Lesiones que originan distracción.* Se trata de lesiones muy dolorosas o intensamente hemorrágicas que pueden impedir que el paciente dé una respuesta fiable durante la evaluación<sup>8</sup>. Algunos ejemplos son las fracturas del fémur o una quemadura extensa (véase figura 9-12).
- *Barreras de comunicación.* Los problemas de comunicación comprenden barreras impuestas por el idioma, sordera, niños muy pequeños o pacientes que por cualquier razón no se pueden comunicar eficazmente.

Se debe comprobar continuamente la fiabilidad del paciente en todas las fases de una evaluación. Si en cualquier momento muestra estos signos o síntomas, se debe suponer que tiene una lesión de columna y se aplicarán las técnicas de tratamiento con inmovilización completa.

En la mayoría de las situaciones, el mecanismo de la lesión no indica una lesión cervical (p. ej., caída sobre una mano estirada con producción de una fractura de Colles). En tal situación, y en presencia de una exploración normal y de una evaluación adecuada, no está indicada la inmovilización de la columna.

## Tratamiento

El tratamiento de una sospecha de columna inestable consiste en inmovilizar al paciente en decúbito supino sobre una tabla rígida larga en una posición neutra alineada. La cabeza, el cuello, el tronco y la pelvis deben inmovilizarse cada uno de ellos en la posición neutra alineada para impedir un movimiento posterior de una columna inestable que pudiera dar lugar a una lesión de la médula espinal. Para la inmovilización de la columna se siguen los principios habituales de tratamiento de las fracturas mediante inmovilización de la articulación por encima y por debajo de la lesión. Debido a la anatomía de la columna vertebral y a la interacción provocada por las fuerzas que afectan a cualquiera de sus componentes, este principio simplemente tiene que ampliarse a la inmovilización de toda la columna. La articulación por encima de la columna es la cabeza y la situada por debajo es la pelvis.

Una flexión o extensión anterior moderada de los brazos no provocará un movimiento significativo de la cintura escapular, pero cualquier movimiento o angulación de la pelvis origina un movimiento del sacro y las vértebras unidas a él. Por ejemplo, el movimiento lateral de ambas piernas juntas puede provocar una angulación de la pelvis y una inclinación lateral de la columna.

Las fracturas de una zona de la columna se asocian habitualmente a fracturas en otras regiones de la misma. Por tanto, toda la columna que soporta peso (cervical, dorsal, lumbar y sacra) se debe considerar una sola entidad e inmovilizarse y apoyarse en su totalidad para conseguir una inmovilización adecuada. El decúbito supino es la posición más estable para garantizar el apoyo continuado durante la manipulación, transporte y traslado del paciente. También permite el mejor acceso a una exploración más detallada, así como las maniobras de reanimación y tratamiento del paciente. Cuando los sujetos se encuentran en decúbito supino se puede acceder simultáneamente a la vía aérea, boca y nariz, ojos, tronco y abdomen.

Los pacientes se presentan habitualmente en una de estas cuatro posturas generales: sedestación, semiprono, decúbito supino o bipedestación. Se debe proteger e inmovilizar la columna del paciente de forma inmediata y continuada desde el momento en que se encuentra con el paciente hasta que lo asegura mecánicamente sobre una tabla larga. Las técnicas y el equipo que utilizará, como la estabilización manual, las tablas cortas de columna, los chalecos de inmovilización, las tablas de tijera, los métodos de rodadura adecuados o la extracción rápida con estabilización manual comple-

ta, son provisionales y se usan para proteger la columna del paciente. Estas técnicas permiten mover de forma segura a un sujeto desde la posición en la que se encuentra hasta que se pueda conseguir la inmovilización completa en decúbito supino sobre una tabla rígida larga. Un estudio reciente sugiere que un tipo de camilla telescópica que se comercializa en este momento puede tener la misma eficacia que las tablas rígidas convencionales<sup>26</sup>.

A menudo se dedica demasiada atención a determinados dispositivos de inmovilización sin entender cuáles son sus principios de funcionamiento y cómo deben modificarse estos principios para cubrir las necesidades individuales de cada paciente. Los dispositivos y métodos de inmovilización específicos sólo pueden usarse de forma segura si se entienden los principios anatómicos que son comunes a todos los métodos y equipos. Cualquier método de empleo de un dispositivo que se describa de forma inflexible no abordará las distintas situaciones que se encuentran sobre el terreno. Independientemente del equipo o método específico utilizado, el tratamiento de cualquier paciente con una columna inestable debe seguir los pasos generales que se describen en el siguiente apartado.

## Método general

Cuando se toma la decisión de inmovilizar a un paciente traumatizado, se deben seguir los siguientes principios:

1. Mover la cabeza del paciente hasta una posición neutra alineada adecuada (a menos que esté contraindicado; véase apartado siguiente). Continuar el apoyo manual y la estabilización alineada sin interrupciones.
2. Evaluar el paciente en la revisión primaria y comprobar y proporcionar todas las intervenciones necesarias inmediatamente.
3. Comprobar la capacidad motora, la respuesta sensitiva y la circulación en las cuatro extremidades del paciente, si su estado lo permite.
4. Explorar el cuello del paciente, medirlo y aplicar un collarín cervical eficaz que ajuste correctamente.
5. Colocar un dispositivo, como una tabla corta o un chaleco, sobre el paciente o colocar al paciente sobre el dispositivo, por ejemplo, sobre una tabla larga.
6. Inmovilizar el tronco del paciente con el dispositivo de forma que no se pueda mover hacia arriba, hacia abajo, hacia la izquierda ni hacia la derecha.
7. Evaluar y colocar una almohada debajo de la cabeza del paciente adulto o el tórax del paciente pediátrico, según proceda.
8. Inmovilizar la cabeza del paciente sobre el dispositivo, manteniendo una posición alineada neutra.
9. Una vez que el paciente se encuentra sobre la tabla larga (si se había empleado una corta), inmovilizar sus piernas para que no puedan moverse en dirección anterior o lateral.
10. Sujetar los brazos del paciente a la tabla.
11. Repetir la revisión primaria y reevaluar la capacidad motora, la respuesta sensitiva y la circulación de las cuatro extremidades del paciente, si su estado lo permite.

## Estabilización manual alineada de la cabeza

Una vez que se ha determinado que, según el mecanismo del traumatismo, existe una columna inestable, el primer paso consiste en lograr una estabilización alineada manual. La cabeza del paciente se sujeta y desplaza hacia una posición alineada neutra, a menos que esté contraindicado (véase más adelante). La posición neutra alineada correcta de la cabeza se mantiene sin ejercer una tracción significativa. Sólo se tira lo suficiente cuando el paciente esté sentado o de pie para *descomprimir el eje axial* (sujetando el peso de la cabeza sin que se apoye en el axis y en el resto de la columna cervical). La cabeza se debe mantener constantemente en la posición alineada neutra estabilizada manualmente hasta que se complete la inmovilización mecánica del tronco y la cabeza o la exploración indique que no se necesita la inmovilización de la columna. De esta forma, la cabeza y el cuello del paciente se inmovilizan inmediatamente y se mantienen así hasta después de la exploración en el hospital. Mover la cabeza a una posición alineada correcta conlleva menos riesgos que si el paciente se traslada y transporta con la cabeza en una posición angulada. Además, la inmovilización y el transporte son mucho más sencillos si el paciente se encuentra en una posición neutra.

El movimiento de la cabeza del paciente hacia una posición alineada neutra se encuentra contraindicado en unos pocos casos. Si el movimiento cuidadoso de la cabeza y el cuello hacia la posición alineada neutra da lugar a la aparición de cualquiera de los siguientes signos, *se debe interrumpir el movimiento*:

- Se nota resistencia al movimiento.
- Espasmo de la musculatura cervical.
- Aumento del dolor.
- Comienzo o incremento de un déficit neurológico como adormecimiento, cosquilleos o pérdida de la capacidad motora.
- Compromiso de la vía aérea o la ventilación.

El movimiento alineado neutro no debe intentarse cuando las lesiones del paciente son tan graves que la cabeza presenta tal defecto de alineación que ya no parece salir de la línea media de los hombros. En este caso, la cabeza del paciente debe inmovilizarse en la misma postura en que se encontró inicialmente. Por fortuna, estos casos son poco frecuentes.

## Collarines cervicales rígidos

Los collarines cervicales rígidos no inmovilizan adecuadamente por sí solos; simplemente, ayudan a apoyar el cuello y favorecen la ausencia de movimientos. Limitan la flexión en un 90% y la extensión, la flexión lateral y la rotación en un 50%. Son un complemento importante de la inmovilización, pero siempre deben usarse con una estabilización manual o una inmovilización mecánica proporcionada por un dispositivo adecuado de inmovilización de la columna. Un collarín cervical blando no se debe usar como complemento de la inmovilización de la columna.

### CUADRO 9-2 Pautas para los collarines cervicales rígidos

- No inmovilizan por sí solos.
- Deben tener el tamaño adecuado para cada paciente.
- No deben evitar que el paciente abra la boca o que el profesional de la asistencia prehospitalaria abra la boca del paciente si vomita.
- No deben obstruir o evitar la ventilación en modo alguno.

El único objetivo primordial del collarín cervical es proteger la columna de una compresión. Los métodos de inmovilización que se emplean en el medio prehospitalario (uso de un chaleco, una tabla corta o una tabla larga) todavía permiten una cierta movilidad porque estos dispositivos sólo se sujetan externamente al paciente y la piel y el músculo se pueden mover ligeramente sobre el soporte esquelético aunque el sujeto esté muy bien inmovilizado. La mayoría de las situaciones de rescate conllevan movimiento cuando se traslada y carga el paciente. Ese tipo de movimiento también tiene lugar cuando una ambulancia acelera y desacelera en condiciones normales de conducción.

Un collarín cervical eficaz se asienta sobre el tronco, la parte posterior de la columna dorsal y la clavícula y los músculos trapecios, donde el movimiento de los tejidos es mínimo. Todavía se permite un movimiento en las vértebras C6, C7 y D1, pero impidiendo su compresión. La cabeza se inmoviliza bajo el ángulo de la mandíbula y en el hueso occipital del cráneo. El collarín rígido permite que la carga inevitable que se produce entre la cabeza y el tronco se transfiera de la columna cervical al collarín, eliminando o minimizando la compresión cervical que podría surgir de otro modo.

Aunque no inmoviliza totalmente, un collarín cervical ayuda a limitar el movimiento de la cabeza. La porción anterior rígida del collarín también constituye una forma segura para que la correa cervical inferior que fija la cabeza pueda cruzar el cuello.

El collarín debe tener el tamaño correcto para cada paciente. Un collarín demasiado corto no será eficaz y permitirá una flexión significativa, mientras que uno demasiado grande provocará una hiperextensión o un movimiento completo si la barbilla queda encerrada en su interior. El collarín debe colocarse correctamente. Si queda demasiado suelto, resulta ineficaz para limitar el movimiento de la cabeza y puede cubrir accidentalmente la parte anterior de la barbilla, la boca y la nariz, obstruyendo las vías aéreas del paciente. Un collarín demasiado apretado puede comprometer las venas del cuello.

El collarín se aplicará después de llevar la cabeza del paciente a una posición neutra alineada. Cuando la cabeza no se encuentra en esa posición resulta difícil de utilizar, por lo que su uso no se debe considerar. En este caso se puede facilitar la estabilización con una manta o una toalla enrollada de forma improvisada. Un collarín que no permite que la mandíbula se desplace hacia abajo y se abra la boca sin que se mueva la columna inducirá la aspiración del contenido gástrico hacia los pulmones si el paciente vomita, por lo que no se debe utilizar. Otros métodos alternativos

de inmovilizar al paciente cuando no se puede emplear un collarín son la utilización de otros elementos como sábanas, toallas y cinta adhesiva. Es posible que el profesional de la asistencia prehospitalaria tenga que ser creativo cuando se encuentre con este tipo de pacientes. Sea cual sea el método utilizado, deberá seguir los conceptos básicos de inmovilización (cuadro 9-2).

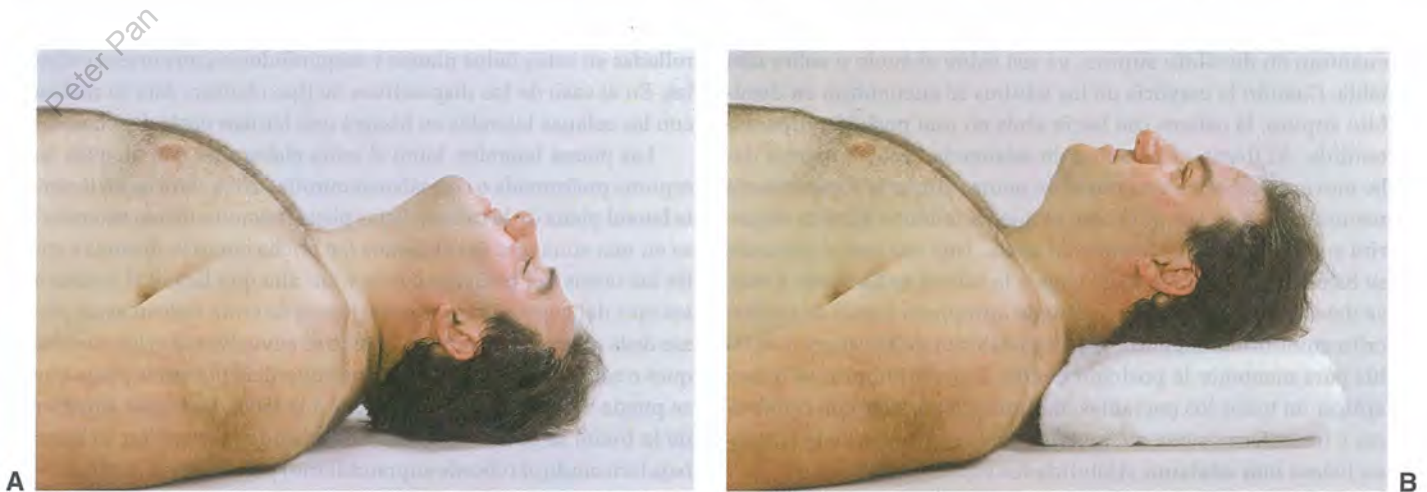
## Inmovilización del tronco al dispositivo

Independientemente del dispositivo específico que se utilice, se debe inmovilizar el tronco del paciente al dispositivo de forma que no se pueda mover arriba, abajo, a la derecha ni a la izquierda. El dispositivo rígido se fija al tronco y el tronco al dispositivo. El dispositivo se asegura al tronco del paciente para que la cabeza y el cuello queden apoyados e inmovilizados en él. El tronco y la pelvis se inmovilizan sobre el dispositivo para que las secciones dorsal, lumbar y sacra de la columna se apoyen y no se puedan mover. El tronco debe inmovilizarse sobre el dispositivo antes de asegurar la cabeza. De esta forma, se evita que cualquier movimiento que pueda producirse en el dispositivo cuando se fijen las correas del tronco aumente la angulación de la columna cervical.

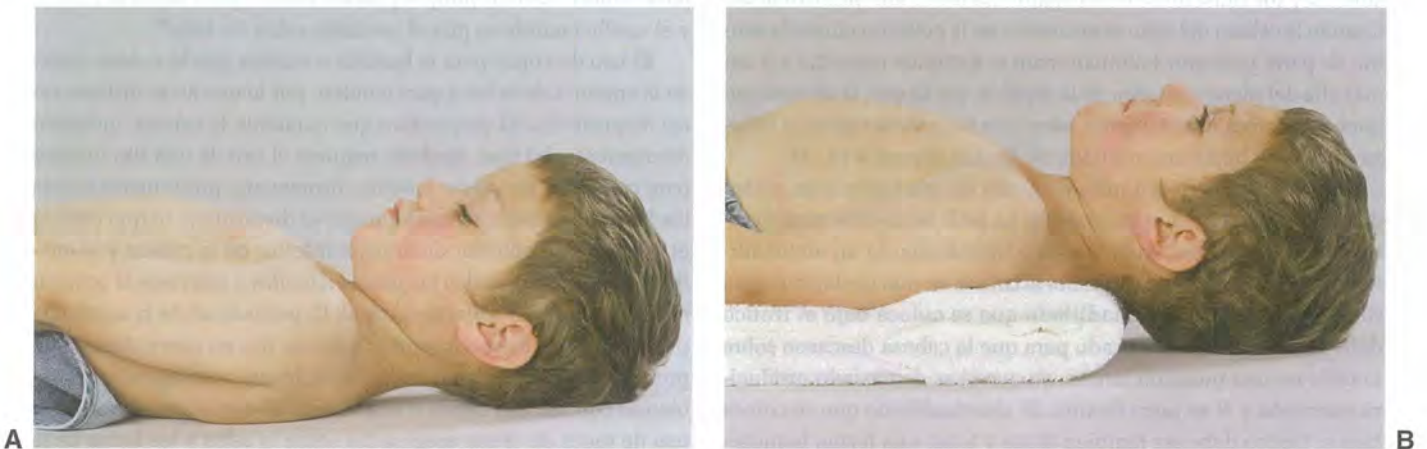
Existen muchos métodos específicos diferentes para la inmovilización del tronco. La protección frente al movimiento en cualquier dirección (arriba, abajo, izquierda o derecha) debe conseguirse tanto en la parte superior del tronco (hombros o tórax) como en la parte inferior (pelvis) para evitar la compresión y el movimiento lateral de las vértebras. La inmovilización de la parte superior del tronco puede conseguirse con varios métodos concretos. Se deben entender los principios anatómicos básicos comunes a cada método. El movimiento en dirección cefálica del tórax se evita utilizando una correa a cada lado de la tabla inferior que se fija al borde superior de cada hombro y que después se pasa por encima del hombro y se fija en un punto inferior. El movimiento caudal del tronco puede evitarse con correas que rodeen cómodamente la pelvis.

En un método, dos correas (una desde cada lado de la tabla pasa por encima del hombro y atraviesa la parte superior del tórax hasta la axila contraria para fijarse a la tabla en esa axila) crean una X que interrumpe cualquier movimiento hacia arriba, abajo, izquierda o derecha de la parte superior del tronco. La misma inmovilización se puede conseguir fijando una correa a la tabla y haciéndola pasar a través de una axila, cruzando después por encima de la parte superior del tórax hasta el lado contrario de la tabla. En ese momento se añade otra correa o una cincha a cada lado y se hace pasar sobre el hombro para adaptarse a la correa de la axila (como un par de suspensorios).

Se puede conseguir la inmovilización de la parte superior del tronco de un paciente con una fractura de clavícula colocando una lazada almohadillada alrededor de cada hombro desde la axila y fijando los extremos de cada lazada en el mismo orificio de la tabla. Las correas se mantienen cerca de los bordes laterales de la parte superior del tronco y no cruzan las clavículas. Con cualquiera de estos métodos, las correas se encuentran sobre el tercio superior del tórax y se pueden fijar tensas sin producir la obstrucción respiratoria que aparece cuando las correas se colocan apretadas en la parte más baja del tórax.



**FIGURA 9-13** A. En algunos pacientes, la tracción posterior del cráneo hacia el nivel de la tabla puede producir una hiperextensión importante. B. Es necesario colocar una almohadilla entre la cabeza y la tabla para evitar esta hiperextensión.



**FIGURA 9-14** A. El mayor tamaño de la cabeza del niño en relación con su tamaño corporal, combinado con el menor desarrollo de los músculos torácicos posteriores, produce una hiperflexión de la misma cuando se le coloca sobre una tabla. B. El almohadillado por debajo de los hombros y el tronco impide esta hiperflexión.

La inmovilización de la parte inferior del tronco se puede lograr con una sola correa apretada sobre la pelvis en las crestas ilíacas. Si la tabla larga tiene que ponerse en posición vertical o trasladarse por escaleras o en un trayecto largo, un par de lazadas inguinales proporcionarán una inmovilización más fuerte que una sola correa sobre las crestas ilíacas.

El movimiento lateral o el movimiento anterior que aleje la zona media del tronco del dispositivo puede evitarse rodeando esta zona con otra correa más. Cualquier correa que rodee el tronco entre la parte superior del tórax y las crestas ilíacas deberá estar ceñida, pero no tanto como para la expansión del tórax o provocar un aumento significativo de la presión intrabdominal.

### Mantenimiento de la posición alineada neutra de la cabeza

En muchos pacientes, cuando la cabeza se coloca en una posición alineada neutra, la longitud externa de la región occipital en la parte posterior de la cabeza es 1-5 cm mayor en dirección anterior con

respecto a la pared torácica posterior (figura 9-13, A). Por tanto, en la mayoría de los adultos existe un espacio entre la parte posterior de la cabeza y el dispositivo cuando la cabeza se encuentra en una posición alineada neutra, por lo que se debe añadir una almohadilla adecuada antes de asegurar la cabeza al dispositivo (figura 9-13, B). Para ser eficaz, esta almohadilla debe estar elaborada de un material que no se comprima fácilmente. Con tal objetivo pueden utilizarse las almohadillas semirrígidas firmes diseñadas para este fin o bien toallas dobladas. La cantidad de almohadillas necesaria debe definirse individualmente en cada paciente. Algunos sujetos no requieren nada. Si el almohadillado es demasiado pequeño o está formado por un material esponjoso inadecuado, la cabeza quedará en hiperextensión cuando se apliquen las correas de la cabeza. Si se coloca demasiado almohadillado, la cabeza se desplazará a una posición flexionada. Ambas posturas de hiperextensión y flexión de la cabeza pueden aumentar el daño de la médula espinal y están contraindicadas.

La misma relación anatómica que existe entre la cabeza y la espalda se mantiene cuando la mayoría de las personas se en-

cuentran en decúbito supino, ya sea sobre el suelo o sobre una tabla. Cuando la mayoría de los adultos se encuentran en decúbito supino, la cabeza cae hacia atrás en una posición hiperextendida. Al llegar, el personal de asistencia prehospitalaria debe mover la cabeza a una posición neutra alineada y mantenerla manualmente en esa posición, lo que en muchos adultos requerirá sujetar la cabeza elevada del suelo. Una vez que el paciente se ha colocado sobre la tabla larga y la cabeza se ha fijado a esta, se debe introducir el almohadillado apropiado (como se ha descrito anteriormente) entre la parte posterior de la cabeza y la tabla para mantener la posición neutra. Estos principios se deben aplicar en todos los pacientes, incluidos los atletas con hombros y los enfermos con alteraciones en la curvatura de la columna (véase más adelante «Habilidades específicas»).

En los niños pequeños (en general, aquellos cuyo tamaño corporal corresponde a 7 años de edad o menos), el tamaño de la cabeza es mucho mayor en relación con el resto del cuerpo que en los adultos y los músculos de la espalda no están tan desarrollados. Cuando la cabeza del niño se encuentra en la posición alineada neutra, su parte posterior habitualmente se extiende entre 2,5 y 5 cm más allá del plano posterior de la espalda, por lo que, si un niño pequeño se coloca directamente sobre una superficie rígida, la cabeza se moverá hacia una posición de flexión (figura 9-14, A).

La colocación de un niño pequeño en una tabla larga estándar provoca una flexión no deseada. La tabla larga debe modificarse creando un receso en la misma o introduciendo un almohadillado bajo el tronco para mantener la cabeza en una posición neutra (figura 9-14, B). El almohadillado que se coloca bajo el tronco debe tener el grosor adecuado para que la cabeza descansa sobre la tabla en una posición neutra, ya que si es demasiado producirá extensión y si es poco flexión. El almohadillado que se coloca bajo el tronco debe ser también firme y tener una forma homogénea. Si se utiliza un almohadillado de forma irregular o en una cantidad insuficiente o se coloca sólo sobre los hombros, se puede provocar movimiento y defectos de alineación de la columna.

## Inmovilización completa

### Cabeza

Una vez que el tronco del paciente se ha inmovilizado sobre el dispositivo rígido y se ha introducido un almohadillado apropiado por debajo de la cabeza en caso necesario, la cabeza debe fijarse al dispositivo (sólo después de haber asegurado el tronco). Debido a la forma redondeada de la cabeza, no se puede estabilizar sobre una superficie plana utilizando sólo correas o cintas, ya que todavía se podrá rotar y mover lateralmente en ese caso. Además, como consecuencia del ángulo de la frente y la naturaleza resbaladiza de la piel húmeda y el pelo, una sola correa sobre la frente no es fiable y puede deslizarse con facilidad. Aunque la cabeza humana es aproximadamente igual a una bola de bolos, tiene una forma significativamente diferente. La cabeza es ovoide, más larga que ancha y presenta unas superficies laterales casi completamente planas, como si se hubieran cortado 5 cm a la izquierda y la derecha de una bola de bolos. La inmovilización externa adecuada de la cabeza, independientemente del método o dispositivo utilizado, sólo puede conseguirse colocando almohadas o sábanas en-

rolladas en estos lados planos y asegurándolos con correas o cintas. En el caso de los dispositivos de tipo chaleco, esto se realiza con las solapas laterales en bisagra que forman parte del chaleco.

Las piezas laterales, tanto si están elaboradas con bloques de espuma preformada o con sábanas enrolladas, se colocan en la parte lateral plana de la cabeza. Estas piezas laterales deben extenderse en una zona que sea al menos tan ancha como la distancia entre las orejas del paciente o más y tan alta que llegue al menos a los ojos del sujeto. Dos correas o trozos de cinta rodean estas piezas de la cabeza y las juntan. Cuando se envuelve entre los dos bloques o sábanas, la cabeza tiene una superficie posterior plana que se puede fijar de una forma realista a la tabla. La correa superior de la frente se coloca apretada atravesando la frente en su parte baja (cruzando el reborde supraorbitario) para evitar el movimiento anterior de la cabeza. Esta correa debe apretarse suficientemente para dejar marcas en los bloques o sábanas y apoyarse firmemente en la frente. No se recomienda el uso de bolsas con arena para refuerzo lateral porque pueden ejercer peso sobre la cabeza y el cuello cuando se gira al paciente sobre un lado<sup>30</sup>.

El uso de copas para la barbilla o correas que la rodeen impide la apertura de la boca para vomitar, por lo que no se utilizan estos dispositivos. El dispositivo que mantiene la cabeza, independientemente del tipo, también requiere el uso de una tira inferior para mantener las piezas laterales firmemente presionadas contra los lados de la cabeza y anclar mejor el dispositivo, lo que impide el movimiento anterior de la parte inferior de la cabeza y el cuello. La tira inferior rodea las piezas laterales y atraviesa la porción rígida anterior del collarín cervical. El profesional de la asistencia prehospitalaria debe comprobar que esta tira no ejerce demasiada presión en la parte frontal del collarín, lo que podría producir problemas con las vías aéreas o con el retorno venoso en el cuello. El uso de sacos de arena asegurados sobre la tabla a los lados de la cabeza y el cuello es una práctica peligrosa. Independientemente de lo bien que se puedan asegurar, estos objetos pesados pueden desplazarse y moverse. Si fuese necesario rotar al paciente y ampliar el espacio a los lados, el peso combinado de los sacos de arena puede originar una presión lateral localizada contra la columna cervical. Si se eleva o desciende la cabeza de la tabla cuando se mueve y carga el paciente, o ante una aceleración o desaceleración brusca de la ambulancia, también se produce un desplazamiento de las bolsas y un movimiento de la cabeza y el cuello.

### Piernas

Una rotación externa significativa de las piernas puede dar lugar a un movimiento anterior de la pelvis y un movimiento de la parte inferior de la columna. Si se sujetan juntos los pies se elimina esta posibilidad. Colocar una toalla enrollada o una almohadilla entre las piernas mejora la comodidad del paciente.

Las piernas del paciente se inmovilizan sobre la tabla con dos o más correas, una proximal a las rodillas en la zona media del muslo y otra distal a las rodillas.

Un adulto medio mide entre 35 y 50 cm de un lado a otro de las caderas y sólo entre 15 y 23 cm entre un lado y otro de los tobillos. Cuando se juntan los pies, se forma una V entre las caderas y los tobillos. Como los tobillos son considerablemente más estrechos que la tabla, una correa que atraviesa la parte inferior

de las piernas puede impedir el movimiento anterior, pero no el movimiento lateral de un borde al otro de la tabla. Si la tabla se angula o rota, las piernas caerán hasta el extremo inferior, con lo cual puede aumentar el ángulo de la pelvis y causar un movimiento de la columna vertebral.

Una forma de mantener eficazmente las piernas del paciente en su posición consiste en rodearlas varias veces con la correa antes de fijarla a la tabla. Las piernas se pueden mantener en el centro de la tabla si se colocan sábanas enrolladas entre cada pierna y los bordes de la tabla antes de fijar la correa.

## Brazos

Por seguridad, los brazos del paciente deben asegurarse a la tabla o cruzando el tronco antes de moverlo. Una forma de conseguirlo es con los brazos a los lados sobre la tabla y las palmas hacia abajo, asegurados por una correa que atraviese los antebrazos y el tronco. Esta correa debe estar apretada, pero no tanto para comprometer la circulación de las manos.

Los brazos del paciente no deben estar sujetos por las correas que aseguran las crestas ilíacas ni en las lazadas de la ingle. Cuando las correas están suficientemente prietas como para proporcionar una inmovilización adecuada de la parte inferior del tronco, pueden comprometer la circulación de las manos. Si las correas están sueltas, no proporcionarán la inmovilización adecuada del tronco o los brazos. El uso de otra correa adicional que sujete exclusivamente los brazos hace posible que se pueda abrir para medir la presión arterial o canalizar una vía intravenosa una vez que el sujeto se encuentre en la ambulancia, sin comprometer la inmovilización. Si la correa del brazo también es la correa del tronco, el hecho de soltarla para acceder al brazo tiene el efecto perjudicial de aflojar también la inmovilización del tronco.

## Errores más frecuentes

Los tres errores siguientes son los más frecuentes que se producen durante la inmovilización:

1. *Inmovilización inadecuada.* El dispositivo se puede mover significativamente hacia arriba o hacia abajo sobre el tronco o la cabeza todavía puede moverse excesivamente.
2. *Inmovilización con la cabeza en hiperextensión.* La causa más frecuente es la falta de un almohadillado apropiado debajo de la cabeza.
3. *Reajuste de las correas del tronco después de haber asegurado la cabeza.* Con ello se produce un movimiento del dispositivo sobre el tronco, lo que provoca el movimiento de la cabeza y la columna cervical.

En general, la inmovilización completa de la columna no es una experiencia cómoda para el paciente, ya que a medida que aumenta el grado y la calidad de la inmovilización, disminuye su comodidad. La inmovilización de la columna es un equilibrio entre la necesidad de proteger e inmovilizar completamente la columna y la necesidad de que esta acción sea tolerable para el paciente. Por este motivo está indicada la valoración adecuada de la necesidad de realizar la inmovilización de la columna (cuadro 9-3)

### CUADRO 9-3 Criterios de evaluación de las habilidades de inmovilización

Se deben practicar sus habilidades de inmovilización en sesiones prácticas con muñecos antes de trabajar con paciente reales. Cuando se practique o cuando se evalúan nuevos métodos o equipos, los siguientes criterios genéricos servirán como herramienta de calidad para medir el grado de inmovilización eficaz del «paciente».

1. ¿Se inició inmediatamente la estabilización manual alineada y se mantuvo hasta que se cambió por métodos mecánicos?
2. ¿Se colocó correctamente un collarín cervical del tamaño apropiado?
3. ¿Se aseguró el tronco antes que la cabeza?
4. ¿Se puede mover el dispositivo hacia arriba o hacia abajo del tronco?
5. ¿Puede el dispositivo moverse hacia la izquierda o hacia la derecha en la parte superior del tronco?
6. ¿Puede el dispositivo moverse hacia la izquierda o hacia la derecha en la parte inferior del tronco?
7. ¿Puede cualquier parte del tronco desplazarse en dirección anterior, separándose del dispositivo rígido?
8. ¿Puede alguna de las ataduras cruzadas que rodean el tórax inhibir la expansión torácica y provocar un compromiso respiratorio?
9. ¿Se ha inmovilizado eficazmente la cabeza para que no se pueda mover en ninguna dirección, incluida la rotación?
10. ¿Se ha colocado un almohadillado detrás de la cabeza, en caso necesario?
11. ¿Se encuentra la cabeza en una posición alineada neutra?
12. ¿Hay algo que inhiba o impida que se abra la boca?
13. ¿Se han inmovilizado las piernas para que no se puedan mover en dirección anterior, rotar o desplazarse de lado a lado aunque la tabla y el paciente roten a un lado?
14. ¿Se encuentran la pelvis y las piernas en una posición alineada neutra?
15. ¿Se han asegurado los brazos correctamente a la tabla o el tronco?
16. ¿Alguna de las correas o cintas comprometen la circulación distal de una extremidad?
17. ¿Se sacudió, empujó o movió de alguna forma al paciente de modo que se pudiera comprometer una columna inestable cuando se aplicaba el dispositivo?
18. ¿Se completó el procedimiento en un intervalo de tiempo apropiado?

Muchos métodos y variaciones pueden cumplir estos objetivos. Se debe basar la selección de un método y un equipo específicos en la situación general, el estado del paciente y los recursos disponibles.

## Pacientes obesos

Aumentar el tamaño de la población norteamericana actual cada vez es más frecuente el tratamiento de pacientes *bariátricos* (obesos, con sobrepeso). El transporte de un paciente de 182 kg se empieza a producir todos los días y se han desarrollado unidades de transporte bariátrico especiales para estos pacientes. Sin embargo, una revisión de las tablas que se comercializan demuestra que la mayor parte de las tablas largas miden 40 × 180 cm y pocas miden 45 cm de ancho. El límite de peso para estas tablas largas oscila entre 113 y 272 kg. Cuando se utilizan tablas en pacientes bariátricos que han sufrido un traumatismo, se debe tener especial cuidado de no superar los límites de manejo seguro. Además, se debe utilizar personal adicional para levantar y extraer a los pacientes bariátricos sin causar lesiones adicionales al profesional o el paciente. Este subgrupo de pacientes traumatológicos plantea retos para su manipulación segura y su desplazamiento en relación con los tiempos cortos que se suelen recomendar en pacientes con lesiones críticas.

## Uso de corticoesteroides

Una serie de estudios han sugerido que las dosis altas de metilprednisolona mejoran el pronóstico neurológico de los pacientes con una lesión medular aguda por un traumatismo cerrado, cuando se empiezan a administrar en las primeras 8 horas de la lesión. En muchos centros se ha desarrollado la práctica habitual de administrar a pacientes con este tipo de lesiones un bolo de 30 mg/kg de metilprednisolona seguida de una perfusión de 5,4 mg/kg/h durante hasta 48 horas, según cuando se empezara el tratamiento. Las lesiones medulares asociadas a traumatismos penetrantes no se analizaron en este estudio y los corticoesteroides no están indicados en las deficiencias neurológicas secundarias a lesiones por arma de fuego o arma blanca. Como los corticoesteroides tienen efectos secundarios bien conocidos, incluida la supresión de las glándulas suprarrenales y de la función inmunitaria y ante la preocupación por la posible validez científica de estos estudios, cada vez han surgido más discusiones sobre el uso de estos compuestos en los traumatismos medulares<sup>31</sup>. La decisión de administrarlos debe adoptarla el cirujano traumatológico, el cirujano ortopeda o los neurocirujanos que realizan la asistencia final del paciente. Un reciente estudio observacional recomienda no administrar corticoesteroides prehospitalarios en pacientes con lesiones medulares agudas<sup>32</sup>.

## Transporte prolongado

Igual que sucede con otras lesiones, el transporte prolongado de los pacientes con una lesión medular o vertebral posible o confirmada plantea consideraciones especiales. Se debe recordar el objetivo de mover a los enfermos con lesiones medulares sólo una vez, por lo que se debe comprobar que se ha almohadillado la tabla antes de asegurar al paciente. La estabilización de la co-

lumna cervical y las precauciones para el movimiento vertebral se deben utilizar cuando se coloca el paciente sobre la tabla almohadillada. Estos esfuerzos deberían contribuir a reducir el riesgo de que se desarrollen úlceras por decúbito en un paciente con un traumatismo medular. Cualquier lugar en el que pudiera generarse presión en el cuerpo del paciente, sobre todo encima de las prominencias óseas, se debería almohadillar de forma adecuada.

Los pacientes que se inmovilizan en tablas largas tienen riesgo de sufrir aspiración en caso de regurgitar. El aspirador se debería mantener lo más cerca posible de la cabeza del paciente para que tenga un acceso fácil en caso de vómitos. La colocación de una sonda gástrica (oro o nasogástrica) y el uso juicioso de antieméticos puede reducir el riesgo.

Los pacientes con lesiones medulares altas pueden tener afectado el diafragma y los músculos respiratorios accesorios (p. ej., los intercostales), lo que les predispone a sufrir una insuficiencia respiratoria. Una insuficiencia respiratoria inminente se puede agravar y acelerar por la colocación de las cintas usadas en la inmovilización vertebral, que limitan todavía más la respiración. Antes de iniciar un traslado prolongado, se debe comprobar dos veces que el tórax del paciente está asegurado a nivel de los hombros y la pelvis y que las cintas no limitan los movimientos de la pared torácica.

Como se comenta en el texto, los pacientes con lesiones medulares altas pueden sufrir hipotensión por pérdida del tono simpático («*shock*» neurógeno). Aunque estos pacientes no suelen presentar una hipoperfusión generalizada de los tejidos, los bolos de cristaloides suelen resultar suficientes para recuperar la presión arterial hasta valores normales. Los vasopresores rara vez son necesarios para el *shock* neurógeno, si es que lo son alguna vez. Si se asocia a una hipotensión importante, la bradicardia se puede tratar con dosis intermitentes de atropina 0,5-1 mg intravenosos.

La presencia de taquicardia asociada a hipotensión debería plantear la posibilidad de que sea un *shock* hipovolémico en lugar de neurógeno. Una valoración cuidadosa puede identificar el origen de la hemorragia, aunque son más probables las fuentes intrabdominales y las fracturas pélvicas. La colocación de una sonda urinaria permite medir la diuresis para controlar la perfusión tisular. En un adulto una diuresis superior a 30-50 ml/h suele indicar que la perfusión de los órganos periféricos es buena. La pérdida de sensibilidad que se asocia a la lesión medular puede impedir que el paciente consciente perciba una peritonitis u otras lesiones distales al nivel de dicha deficiencia sensitiva.

Los pacientes con lesiones medulares pueden tener una lumbalgia o dolor asociado a las fracturas importante. Como se comenta en el capítulo 12, el dolor se puede tratar con dosis bajas de narcóticos intravenosos ajustados hasta aliviar el dolor. Los narcóticos pueden exagerar la hipotensión asociada al *shock* neurógeno. Almohadillar la tabla como se ha comentado antes consigue cierta comodidad en caso de fractura vertebral.

Los pacientes con lesiones medulares pierden cierta capacidad de regular su temperatura corporal y este efecto resulta más pronunciado en las lesiones más altas. Por eso, los pacientes pue-

den desarrollar una hipotermia, sobre todo si se encuentran en entornos fríos. Los pacientes deben mantenerse calientes (normotermia), pero recuerde que cubrirlos con demasiadas mantas puede ser origen de una hipertermia.

Las lesiones medulares y vertebrales se tratan mejor en unidades con servicios de ortopedia y neurocirugía excelentes y que tengan experiencia en el tratamiento de este tipo de lesiones. To-

dos los centros traumatológicos de niveles I y II deberían ser capaces de tratar las lesiones medulares y las lesiones acompañantes. Algunos centros se especializan en el tratamiento de las lesiones vertebrales y medulares y pueden aceptar directamente a un paciente que sólo tiene lesiones a este nivel (p. ej., un accidente en aguas poco profundas por buceo sin datos de aspiración).

## RESUMEN

La columna vertebral está constituida por 24 vértebras distintas apiladas unas sobre otras, más el sacro y el cóccix. Sus principales funciones consisten en soportar el peso del cuerpo y permitir el movimiento. La médula espinal se encuentra encerrada en el interior de la columna vertebral y es vulnerable a las lesiones producidas por movimientos y posiciones anormales.

Cuando se ha perdido el soporte de la columna vertebral como consecuencia de un traumatismo sobre las vértebras o los músculos y ligamentos que ayudan a mantener la columna en su lugar, puede aparecer una lesión medular. Dado que la médula no se regenera, la lesión puede ser permanente y a menudo supone una parálisis.

La presencia de un traumatismo de columna y la necesidad de inmovilizar al paciente pueden sospecharse por la presencia de otros traumatismos que sólo podrían ocurrir con fuerzas violentas bruscas que actúen sobre el cuerpo o en presencia de signos y síntomas específicos de una lesión vertebral o medular. El daño óseo de la columna vertebral no siempre es evidente. Si

no se ha producido inicialmente una lesión medular, el déficit neurológico puede estar ausente aunque la columna vertebral sea inestable. La presencia de cualquiera de estas indicaciones, independientemente de la ausencia de cualquiera de las demás, debe hacer que el profesional de la asistencia prehospitalaria suponga que hay una columna inestable y deberá tratarla en consecuencia.

La inmovilización de las fracturas vertebrales, como sucede en cualquier otra fractura, requiere la inmovilización de la articulación que se encuentra por encima y de la que se sitúa por debajo de la lesión. En el caso de la columna, las articulaciones por encima son las de la cabeza y el cuello y las que se encuentran por debajo son las del tronco y la pelvis. El dispositivo seleccionado debe inmovilizar la cabeza, el tórax y la pelvis en una posición neutra alineada sin provocar o permitir el movimiento. Los métodos y dispositivos intermedios que protegen la columna se pueden usar hasta que el paciente se inmovilice en decúbito supino sobre una tabla larga.



## RESOLUCIÓN DEL CASO

Esta paciente muestra signos de un *shock* neurógeno. La influencia parasimpática sin oposición sobre el sistema vascular por debajo del lugar de la lesión medular da lugar a un aumento del tamaño del espacio vascular y origina hipovolemia relativa. La respuesta del cuerpo al descenso de la perfusión tisular es normal por encima del lugar de la lesión medular, lo que origina los signos típicos de *shock* causados por la respuesta del sistema nervioso simpático. Sin embargo, los pacientes con un *shock* neurógeno se encuentran bradicárdicos y no taquicárdicos.

Las primeras prioridades de la asistencia consisten en mantener una vía aérea permeable y la oxigenación, así como proporcionar una ventilación asistida para garantizar un vo-

lumen minuto adecuado a la vez que se realiza la estabilización manual de la columna cervical. Debe inmovilizar eficaz y eficientemente a la paciente sobre una tabla larga y transportarla sin retraso a un centro de atención al trauma. Puede tratar la hipotensión provocada por el *shock* neurógeno con líquidos intravenosos mientras se dirige al centro de atención al trauma.

Los objetivos del tratamiento prehospitalario en esta paciente consisten en evitar un traumatismo adicional de la médula espinal, mantener la perfusión tisular y asistir los traumatismos de las extremidades durante el traslado y transportar a la paciente sin demora a un centro de atención al trauma para que reciba la asistencia definitiva. ■

## Bibliografía

- DeVivo MJ: Causes and costs of spinal cord injury in the United States, *Spinal Cord* 35:809, 1997.
- Jackson AB, Dijkers M, Devivo MJ, Poczatek RB: A demographic profile of new traumatic spinal cord injuries: change and stability over 30 years, *Arch Phys Med Rehabil* 85:1740, 2004.
- Meldon SW, Moettus LN: Thoracolumbar spine fractures: clinical presentation and the effect of altered sensorium and major injury, *J Trauma* 38:1110, 1995.
- Ross SE, O'Malley KF, DeLong WG, et al: Clinical predictors of unstable cervical spine injury in multiply injured patients, *Injury* 23:317, 1992.
- Marion DW, Przybylski G: Injury to the vertebrae and spinal cord. In Mattox KL, Feliciano DV, Moore EE, editors: *Trauma*, New York, 2000, McGraw-Hill.
- Tator CH, Fehlings MG: Review of the secondary injury theory of acute spinal cord trauma with special emphasis on vascular mechanisms, *J Neurosurg* 75:15, 1991.
- Tator CH: Spinal cord syndromes: physiologic and anatomic correlations. In Menezes AH, Sonntag VKH, editors: *Principles of spinal surgery*, New York, 1995, McGraw-Hill.
- Bilello JP, Davis JW, Cunningham MA, et al: Cervical spinal cord injury and the need for cardiovascular intervention, *Arch Surg* 138:1127, 2003.
- Section on Disorders of the Spine and Peripheral Nerves of the American Association of Neurologic Surgeons/Congress of Neurologic Surgeons: Blood pressure management after acute spinal cord injury, *Neurosurgery* 50:S58, 2002.
- Ullrich A, Hendey GW, Geiderman J, et al: Distracting painful injuries associated with cervical spinal injuries in blunt trauma, *Acad Emerg Med* 8:25, 2001.
- Domeier RM, Evans RW, Swor RA, et al: Prospective validation of out-of-hospital spinal clearance criteria: a preliminary report, *Acad Emerg Med* 4:643, 1997.
- Domeier RM, Swor RA, Evans RW, et al: Multicenter prospective validation of prehospital clinical spinal clearance criteria, *J Trauma* 53:744, 2002.
- Hankins DG, Rivera-Rivera EJ, Ornato JP, et al: Spinal immobilization in the field: clinical clearance criteria and implementation, *Prehosp Emerg Care* 5:88, 2001.
- Stroh G, Braude D: Can an out-of-hospital cervical spine clearance protocol identify all patients with injuries? An argument for selective immobilization, *Ann Emerg Med* 37:609, 2001.
- Dunn TM, Dalton A, Dorfman T, Dunn WW: Are emergency medical technician-basics able to use a selective immobilization of the cervical spine protocol? A preliminary report, *Prehosp Emerg Care* 8:207, 2004.
- Domeier RM, Frederiksen SM, Welch K: Prospective performance assessment of an out-of-hospital protocol for selective spine immobilization using clinical spine clearance criteria, *Ann Emerg Med* 46:123, 2005.
- Domeier RM, National Association of EMS Physicians Standards and Practice Committee: Indications for prehospital spinal immobilization, *Prehosp Emerg Care* 3:251, 1997.
- Kwan I, Bunn F: Effects of prehospital spinal immobilization: a systematic review of randomized trials on healthy subjects, *Prehosp Disast Med* 20:47, 2005.
- Connell RA, Graham CA, Munro PT: Is spinal immobilization necessary for all patients sustaining isolated penetrating trauma? *Injury* 34:912, 2003.
- Kennedy FR, Gonzales P, Beitler A, et al: Incidence of cervical spine injuries in patients with gunshot wounds to the head, *Southern Med J* 87:621, 1994.
- Chong CL, Ware DN, Harris JH: Is cervical spine imaging indicated in gunshot wounds to the cranium? *J Trauma* 44:501, 1998.
- Kaupus KL, Davis JW: Patients with gunshot wounds to the head do not require cervical spine immobilization and evaluation, *J Trauma* 44:865, 1998.
- Lanoix R, Gupta R, Leak L, Pierre J: C-spine injury associated with gunshot wounds to the head: retrospective study and literature review, *J Trauma* 49:860, 2000.
- Barkana Y, Stein M, Scope A, et al: Prehospital stabilization of the cervical spine for penetrating injuries of the neck: is it necessary? *Injury* 34:912, 2003.
- Cornwell EE, Chang, DC, Boner JP, et al: Thoracolumbar immobilization for trauma patients with torso gunshot wounds—is it necessary? *Arch Surg* 136:324, 2001.
- American College of Surgeons Committee on Trauma: *Advanced trauma life support for doctors, student course manual*, ed 7, Chicago, 2004, American College of Surgeons.
- Krell JM, McCoy MS, Sparto PJ, et al: Comparison of the Ferno Scoop stretcher with the long backboard for spinal immobilization, *Prehosp Emerg Care* 10:46, 2006.
- DeBoer SL, Seaver M: Big head, little body syndrome: what EMS providers need to know, *Emerg Med Serv* 33:47, 2004.
- Section on Disorders of the Spine and Peripheral Nerves of the American Association of Neurologic Surgeons/Congress of Neurologic Surgeons: Cervical spine immobilization before admission to the hospital, *Neurosurgery* 50:S7, 2002.
- Nesathurai S: Steroids and spinal cord injury: revisiting the NASCIS 2 and NASCIS 3 trials, *J Trauma* 45:1088, 1998.
- Bledsoe BE, Wesley AK, Salomone JP: High-dose steroids for acute spinal cord injury in emergency medical services, *Prehosp Emerg Care* 8:313, 2004.
- Donaldson WF, Lauerman WC, Heil B, et al: Helmet and shoulder pad removal from a player with suspected cervical spine injury: a cadaveric model, *Spine* 23:1729, 1998.
- Gastel JA, Palumbo MA, Hulstyn MJ, et al: Emergency removal of football equipment: a cadaveric cervical spine injury model, *Ann Emerg Med* 32:411, 1998.
- Kleiner DM, Almquist JL, Bailes J, et al: *Prehospital care of the spine-injured athlete*. Inter-Association Task Force for Appropriate Care of the Spine-Injured Athlete, Dallas, 2001, National Athletic Trainers' Association.
- Palumbo MA, Hulstyn MJ: The effect of protective football equipment on the alignment of the injured cervical spine, *Am J Sports Med* 24:446, 1996.
- Prinsen RKE, Syrotuik DG, Reid DC: Position of the cervical vertebrae during helmet removal and cervical collar application in football and hockey, *Clin J Sport Med* 5:155, 1995.
- Swenson TM, Lauerman WC, Blanc RO, et al: Cervical spine alignment in the immobilized football player: radiographic analysis before and after helmet removal, *Am J Sports Med* 25:226, 1997.

38. Waninger KN: Management of the helmeted athlete with suspected cervical spine injury, *Am J Sports Med* 32:1331, 2004.
39. Waninger KN: On-field management of potential cervical spine injury in helmeted football players: leave the helmet on! *Clin J Sport Med* 8:124, 1998.

## Lecturas recomendadas

American College of Surgeons Committee on Trauma: *Advanced trauma life support for doctors, student course manual*, ed 7, Chicago, 2004, ACS.

Pennardt AM, Zehner WJ: Paramedic documentation of indicators for cervical spine injury, *Prehosp Disaster Med* 9:40, 1994.

# HABILIDADES ESPECÍFICAS

## Manipulación de la columna

### Estabilización alineada Manual

**Principio:** Mantener la columna cervical en una posición alineada neutra hasta que el paciente esté completamente inmovilizado.



#### Por detrás

Desde detrás del paciente, el profesional de la asistencia coloca las manos sobre las orejas del paciente sin mover la cabeza. Los pulgares se colocan en la cara posterior del cráneo y el dedo meñique inmediatamente por debajo del ángulo de la mandíbula. El resto de los dedos se abren sobre las mejillas del paciente. Se aplica presión de tal manera que se mantiene la cabeza en una posición estable. Si la cabeza no se encuentra en una posición alineada neutra, se moverá ligeramente hasta conseguirlo, a menos que esté contraindicado. El profesional de la asistencia deberá apoyar los brazos contra el asiento, el cabecero o el tronco para obtener un mejor apoyo.



#### Lateralmente

Permaneciendo a un lado del paciente, el profesional de la asistencia pasa su brazo sobre el hombro más cercano del paciente y sujeta la parte posterior de la cabeza con una mano, teniendo cuidado de no desplazar la cabeza del paciente. El pulgar y el dedo índice de una mano se colocan a ambos lados de la cara, descansando en la muesca formada por los dientes y el maxilar. Se aplicará suficiente presión para soportar y estabilizar la cabeza del paciente. Si la cabeza no se encuentra en una posición alineada neutra, se moverá ligeramente hasta conseguirlo, a menos que esté contraindicado. El profesional de la asistencia deberá apoyar los codos contra el tronco del paciente para obtener un mejor apoyo.

# HABILIDADES ESPECÍFICAS

## Desde delante

De pie directamente delante del paciente, el profesional de la asistencia coloca las manos a ambos lados de su cabeza, como se ve en la imagen. Los dedos meñiques se sitúan en la cara posterior del cráneo del paciente. El pulgar se coloca en la hendidura formada por los dientes superiores y el maxilar en cada mejilla. Los demás dedos se abren sobre las superficies planas laterales de la cabeza. Se aplica presión de forma que se mantenga la cabeza en una posición estable. Si la cabeza del paciente no se encuentra en una posición alineada neutra, se moverá ligeramente hasta conseguirlo, a menos que esté contraindicado. El profesional de la asistencia desplazará sus brazos y apoyará los codos contra el tronco del paciente para obtener un mejor apoyo.



*Nota:* El profesional de la asistencia también puede emplear este método cuando permanece de rodillas a lo largo del tórax de un paciente en decúbito supino y se inclina sobre su cabeza.

## Paciente en decúbito supino

El profesional de la asistencia se coloca por encima de la cabeza del paciente que está en decúbito supino, arrodillado o tumbado. Sitúa las manos a ambos lados de la cabeza del paciente, cubriendo las orejas con las palmas. Los dedos se abren de tal forma que estabilizan la cabeza dirigiendo la punta de los dedos hacia los pies del paciente (en dirección caudal). El cuarto y el quinto dedos de cada mano deben rodear la parte posterior del cráneo del paciente. Los codos y los antebrazos deben apoyarse en el suelo o las rodillas del profesional de la asistencia para obtener un mejor apoyo.



## Rotación del paciente

**Principio:** Girar al paciente mientras se mantiene la estabilización manual con un movimiento mínimo de la columna. Este movimiento tiene dos indicaciones: 1) colocar al paciente sobre una tabla larga u otro dispositivo que facilite su traslado y 2) hacer rodar al paciente en el que se sospecha un traumatismo de columna para explorar la espalda.



### Paciente en decúbito supino

Mientras el profesional de la asistencia mantiene una estabilización alineada neutra de la cabeza del paciente, otro aplica un collarín cervical del tamaño apropiado.



Mientras un profesional de la asistencia mantiene una estabilización alineada neutra, otro se arrodilla a la altura del tórax y un tercero a la altura de las rodillas del paciente. Los brazos del paciente se colocan a lo largo de su cuerpo con las manos sobre el abdomen, mientras se alinean las piernas en una posición neutra. Se sujeta al paciente por los hombros y caderas de tal forma que se mantiene la columna en una posición alineada neutra con las extremidades inferiores. El paciente se hace «rodar» ligeramente sobre su costado. La tabla larga se coloca poniendo el extremo inferior entre las rodillas y los tobillos del paciente (con lo cual el extremo superior asomará por encima de la cabeza del paciente).



# HABILIDADES ESPECÍFICAS

3

La tabla larga se mantiene en ángulo contra la espalda del paciente y se hace rodar a este sobre ella, que después se dejará descender hasta el suelo.



4

Una vez sobre el suelo, se sujeta firmemente al paciente por los hombros, la pelvis y las extremidades inferiores.



Peter Pan



Se desplaza al paciente hacia arriba y lateralmente sobre la tabla larga. Se mantiene la estabilización alineada neutra sin tirar de la cabeza y el cuello del paciente.

5



El paciente se coloca en la tabla larga con la cabeza en la parte superior de la misma y el cuerpo centrado.

6

# HABILIDADES ESPECÍFICAS

## Paciente en decúbito prono o semiprono

Cuando un paciente se encuentra en prono o semiprono, se puede utilizar un método de estabilización similar al empleado con el sujeto en decúbito supino. El método utiliza la misma alineación inicial de las extremidades del paciente, la misma colocación y posición de las manos del profesional de la asistencia y las mismas responsabilidades para mantener la alineación.

Los brazos del paciente se colocan en anticipación de la rotación completa que se va a producir. Con el método de rotación en decúbito semiprono el collarín cervical sólo se puede aplicar de forma segura una vez que el paciente se encuentre en una posición alineada y en decúbito supino sobre la tabla larga y no antes.

1

Siempre que sea posible, el paciente debe hacerse rodar en dirección contraria a aquella en la que se encuentra inicialmente su cara. Un profesional de la asistencia consigue la estabilización manual alineada de la cabeza y el cuello del paciente mientras que otro se arrodilla en el tórax y sujeta el hombro y la muñeca opuestos y la zona pélvica. Un tercer profesional de la asistencia se arrodilla a los pies del paciente y sujeta la muñeca, la zona de la pelvis y las extremidades inferiores. La tabla larga se coloca en el lado con la parte inferior entre las rodillas y los tobillos del paciente.



2

Se hace rodar el paciente sobre su costado. La cabeza rueda menos que el tronco, por lo que en el momento en que se encuentre sobre su costado (es decir, perpendicular al suelo), la cabeza y el tronco quedarán correctamente alineados.





## Inmovilización en tabla larga

**Principio:** Inmovilizar completamente a un paciente en decúbito supino sobre una tabla larga a la vez que se mantiene la cabeza y el cuello en una posición neutra y se minimiza el riesgo de lesiones añadidas.

La inmovilización en una tabla larga se encuentra indicada cuando lo está una inmovilización de la columna (véase figura 9-12). Este paso no debe confundirse con el transporte de un paciente traumatizado sujeto a una tabla larga para facilitar los movimientos cuando la inmovilización no está indicada.



Una vez que el paciente se encuentra en decúbito supino sobre la tabla larga, se moverá hacia arriba y hacia el centro de la misma. El personal de asistencia prehospitalaria procurará no tirar de la cabeza, sino mantener una estabilización alineada neutra de la misma. Una vez que el paciente se encuentre debidamente centrado en la tabla larga, se puede aplicar un collarín cervical del tamaño apropiado y asegurar al paciente a la tabla.

## Paciente adulto

La cabeza y el cuello del paciente se desplazan hacia una posición alineada neutra (a menos que esté contraindicada; véase pág. 235), se mantiene la estabilización manual alineada y se coloca un collarín cervical del tamaño apropiado. Con la técnica adecuada se coloca el paciente en la tabla larga.



## HABILIDADES ESPECÍFICAS

2

Mientras se mantiene la estabilización manual, primero se asegura el tronco del paciente a la tabla larga. A continuación se asegura la parte inferior (pelvis). El cuerpo del paciente debe quedar fijado de tal forma que no se permita ningún movimiento superior, inferior o lateral. Se introducen unas almohadas bajo la cabeza del paciente según proceda para mantener una posición alineada y se utilizan unas almohadillas o toallas enrolladas a ambos lados de la cabeza.

*Nota:* Cuando se inmoviliza la cabeza del paciente en la tabla larga, se debe apretar firmemente una correa sobre las almohadas y la parte inferior de la frente. Una segunda correa se coloca sobre las almohadas y el collarín cervical rígido y se aprieta firmemente contra la tabla larga.



3

El paso final de inmovilización del paciente en la tabla larga consiste en asegurar las extremidades inferiores. Se coloca un almohadillado entre las piernas del paciente y por la parte exterior de las mismas para impedir los movimientos. Las correas se colocan distalmente a las rodillas del paciente e inmediatamente por encima de ellas y las piernas se aseguran con los dedos de los pies mirando hacia arriba.





### Paciente pediátrico

Cuando se inmoviliza a un niño pequeño en una tabla larga hay que efectuar dos ajustes principales con respecto al método utilizado en el adulto. Debido al tamaño relativamente grande de la cabeza del niño en comparación con su cuerpo, se necesita colocar una almohada sobre el tronco para elevarlo y mantener la columna en una posición alineada neutra. En la foto adjunta se ve al personal profesional de la asistencia preparando al niño para su inmovilización sobre una tabla larga. Obsérvese que la almohada se extiende desde los hombros hasta la pelvis del paciente y sobresale a ambos lados de la tabla larga.

*Nota:* los niños pequeños son habitualmente más estrechos que la anchura de una tabla larga de adultos. El almohadillado se debe colocar entre los costados del niño y los bordes de la tabla larga para impedir su desplazamiento lateral. Los dispositivos especiales de tamaño infantil tienen en cuenta estas diferencias y es preferible su uso cuando se dispone de ellos.

### Aplicación de una tabla larga con el paciente en bipedestación

**Principio:** Inmovilizar completamente a un paciente que está de pie sobre una tabla larga, a la vez que se mantienen la cabeza y el cuello en una posición neutra y se minimiza el riesgo de lesiones añadidas.

Esta aplicación está indicada para inmovilizar la columna en un paciente traumatizado que está deambulando, pero en el que existe una indicación para inmovilizar la columna (véase figura 9-12).

Hay dos métodos generales para inmovilizar a un paciente en bipedestación sobre una tabla larga. El primero consiste en asegurar el tronco y la cabeza del paciente sobre la tabla larga antes de bajar esta al suelo. Este método provoca molestias al paciente y quizás no sea posible bajarle al suelo sin que se mueva. El segundo método implica la estabilización manual del paciente sobre la tabla larga mientras ambos se bajan hasta el suelo, procediendo después a asegurar al paciente sobre la tabla. Este método es el preferido y para ello se necesita la colaboración de tres profesionales de la asistencia.



### Tres o más profesionales de la asistencia

El personal de asistencia prehospitalaria aplica una estabilización manual alineada desde detrás o desde delante del paciente. Una vez aplicada, se puede utilizar un collarín cervical rígido del tamaño apropiado. Por detrás del paciente se coloca la tabla larga haciéndola pasar desde un costado y se presiona contra la espalda del paciente. Una vez colocada la tabla de esta forma, se mantiene la estabilización manual alineada hasta que el paciente se asegura a la tabla.



## HABILIDADES ESPECÍFICAS

2

Dos profesionales de la asistencia se mantienen uno a cada lado del paciente, girados ligeramente hacia él, e introducen la mano más cercana bajo las axilas del sujeto y se sujetan a una de las asas más cercana de la tabla larga sin mover los hombros del paciente. La otra mano sujeta otra de las asas que se encuentre más arriba en la tabla. Mientras se sigue manteniendo la estabilización manual alineada, se deja caer el paciente y la tabla hacia el suelo.



3

A medida que el paciente se baja hacia el suelo se mantiene la estabilización manual, haciendo girar las manos. Una vez que el paciente y la tabla se encuentran en el suelo, se asegura el paciente a la tabla.





### Dos profesionales de la asistencia

Cuando no se puede disponer de tres profesionales de la asistencia, dos de ellos bastan para conseguir la inmovilización. Se colocarán uno a cada lado del paciente, rotados ligeramente hacia él. Cada uno introducirá la mano que esté más cerca bajo las axilas del paciente y se sujetarán al asa más cercana de la tabla. La otra mano se colocará con la superficie de la palma (con los dedos extendidos) contra los laterales de la cabeza del paciente y harán presión uno contra otro para mantener la estabilización manual.



Se deja caer al paciente junto con la tabla hacia el suelo. Los dos profesionales de la asistencia deben trabajar juntos durante este movimiento para garantizar una estabilización manual máxima. Una vez que el paciente y la tabla se encuentran en el suelo, se mantiene la estabilización manual alineada a la vez que se coloca un collarín cervical del tamaño apropiado y el paciente se asegura en la tabla.



# HABILIDADES ESPECÍFICAS

## Inmovilización en sedestación (dispositivos de extricación de tipo chaleco)

**Principio:** Inmovilizar a un paciente traumatizado sin lesiones cervicales antes de moverle desde una posición en sedestación.

Este tipo de inmovilización se usa cuando está indicada la estabilización de la columna en un paciente traumatizado en sedestación sin problemas potencialmente mortales.

1

Existen varios tipos de dispositivos de extricación de chaleco. Cada modelo presenta ligeros cambios en su diseño, pero cualquiera sirve de ejemplo general. En esta demostración se ha usado el chaleco de tipo KED. Cuando se emplea un modelo o una marca diferentes de dispositivo de extricación pueden variar algunos detalles (aunque no la secuencia general). También para esta demostración se han retirado el techo y el parabrisas del vehículo, para obtener unas imágenes más claras. Una vez iniciada la estabilización alineada manual y colocado un collarín cervical del tamaño apropiado, el paciente se sitúa en posición vertical sentada con una cantidad adecuada de espacio entre su espalda y el asiento del vehículo.



*Nota:* Antes de colocar el dispositivo de tipo chaleco por detrás del paciente, se sueltan las dos correas largas (las correas de las ingles) y se colocan por detrás del chaleco. Después de colocar el chaleco por detrás del paciente, se colocan las solapas rodeando al paciente hasta situarlas por debajo de las axilas.

2

Las correas del tronco se colocan y atan, comenzando con la correa central y después la inferior. Cada correa se aprieta bien después de ajustarla. El uso de una correa torácica superior en este momento es opcional. Si se utiliza, el profesional de la asistencia deberá comprobar que no está tan apretada como para impedir la ventilación del paciente. La correa torácica superior debe aplicarse inmediatamente antes de mover al paciente.





Se coloca cada correa de la ingle en su posición y se aprieta. Cada correa de la ingle se pasa por debajo de la pierna del paciente y se fija en el chaleco en el mismo lado que la correa de origen. Con un movimiento de atrás hacia delante se actúa sobre la correa bajo el muslo y la nalga del paciente hasta que se encuentre en línea recta con el pliegue interglúteo desde delante hacia atrás. Una vez colocadas las correas inguinales en su lugar, se aprietan. Los genitales del paciente no deben quedar sujetos bajo las correas, sino a los lados.



*Nota:* Las correas del tórax se deben evaluar y reajustar según se precise. Se colocarán almohadas detrás de la cabeza del paciente si es preciso para mantener una posición alineada neutra. Será necesario colocar solapas en la cabeza, para lo cual se debe mover con cuidado las manos que sujetan la cabeza del paciente. La cabeza se sujeta a las solapas del chaleco. El profesional de la asistencia tendrá cuidado de no comprimir la mandíbula del paciente ni obstruir las vías aéreas. Antes de mover al paciente hay que volver a comprobar todas las correas. Si la correa torácica superior no se ha asegurado, deberá sujetarse y apretarse ahora.



Si es posible, se llevará la camilla de la ambulancia con una tabla larga hasta la puerta del vehículo. La tabla larga se coloca bajo las nalgas del paciente de forma que un extremo quede firmemente apoyado en el asiento del vehículo y el otro extremo en la camilla de la ambulancia. Si no se puede hacer llegar la camilla de la ambulancia o el terreno no permite colocar una, otro profesional de la asistencia puede sujetar la tabla larga mientras se da la vuelta al paciente y se extrae del vehículo.



# HABILIDADES ESPECÍFICAS

5

Cuando se haga rodar al paciente, sus extremidades inferiores deben elevarse sobre el asiento. Si el vehículo tiene una consola central, las dos piernas deberán desplazarse sobre ella a la vez.



6

Una vez que el paciente ha rodado sobre su espalda hasta el centro de la tabla larga, se le hace bajar sobre la misma mientras se mantienen las piernas elevadas. Después de colocar al paciente en la tabla larga se sueltan las dos correas de la ingle y se bajan las piernas. El paciente se coloca desplazándolo hacia arriba o hacia abajo de la tabla, manteniendo el chaleco en su posición. En este momento, el profesional de la asistencia deberá valorar si se suelta la correa torácica superior.





Una vez que el paciente se ha colocado sobre la tabla larga, se asegura el chaleco en su posición para continuar inmovilizando la cabeza, el cuello y el tronco del paciente. El paciente y el chaleco se aseguran a la tabla larga, a la vez que se inmovilizan las extremidades inferiores sobre la tabla y esta se fija a la camilla de la ambulancia.



## Extricación rápida

**Principio:** Estabilizar manualmente a un paciente con lesiones graves antes y durante el movimiento desde una posición de sedestación.

### Tres o más profesionales de la asistencia

Los pacientes que están sentados y presentan problemas potencialmente mortales e indicaciones de inmovilización de la columna (véase figura 9-12) se pueden extraer rápidamente. La inmovilización sobre un dispositivo provisional antes de mover al paciente permite una inmovilización más estable que cuando se utiliza sólo el método de extricación manual rápida. Sin embargo, para completar este método se necesitan otros 4-8 minutos. El profesional de la asistencia utiliza los métodos de chaleco o media tabla en las situaciones siguientes:

- Cuando el escenario y la situación del paciente son estables y el tiempo no es una preocupación principal
- Cuando existe una situación de rescate especial que implica la necesidad de un rescate con elevación importante o técnicamente complejo y se precisa un movimiento o traslado significativo del paciente antes de que sea posible completar la inmovilización supina en una tabla larga.

La extricación rápida está indicada en las siguientes situaciones:

- Cuando el paciente presenta problemas potencialmente mortales que se han identificado en la evaluación primaria.
- Cuando el escenario no es seguro y existe un claro peligro para el personal de asistencia prehospitalaria y para el paciente, precisándose un traslado rápido a un lugar más seguro.
- Cuando debe moverse rápidamente al paciente para acceder a otros sujetos que presentan lesiones más graves.

**Nota:** La extracción rápida sólo se elige en presencia de situaciones de alto riesgo y no por las preferencias personales.

# HABILIDADES ESPECÍFICAS

1

Una vez que se ha tomado la decisión de extraer rápidamente al paciente, se inicia la estabilización manual alineada de la cabeza y el cuello en una posición neutra. Esto se consigue mejor por detrás del paciente. Si el profesional de la asistencia no puede llegar a la parte posterior del paciente, la estabilización manual puede realizarse desde un lado. Tanto si se hace por detrás como lateralmente, la cabeza y el cuello se llevan a alineación neutra, se realiza una evaluación rápida del estado del paciente y se aplica un collarín cervical del tamaño apropiado. Cerca de la puerta abierta del vehículo debe situarse la camilla de la ambulancia con una tabla larga.



2

A la vez que se mantiene la estabilización manual, se controlan la parte superior e inferior del tronco y las piernas del paciente. Este se va girando en una serie de movimientos cortos controlados hasta que ya no se pueda mantener la estabilización manual.





Un segundo profesional de la asistencia llega desde fuera del paciente y toma el control de la estabilización manual. El profesional de la asistencia que estaba en el asiento de atrás se desplaza y toma el control de la parte inferior del tronco y las piernas del paciente.

3



La rotación del paciente continúa hasta que se le puede tumbar y extraer por la puerta abierta del vehículo, poniéndolo sobre la tabla larga. Esta se habrá colocado con el extremo de los pies sobre el asiento del vehículo y el extremo de la cabeza sobre la camilla de la ambulancia. Si la tabla no se puede colocar cerca del vehículo, otro profesional de la asistencia debe sujetar la tabla mientras se baja al paciente sobre ella.

4

## HABILIDADES ESPECÍFICAS

5

Una vez que el tronco del paciente ha bajado hasta la tabla, se controla el peso del tórax mientras se manipulan la pelvis y las piernas. Se mueve al paciente hacia arriba sobre la tabla, y el profesional de la asistencia que está manteniendo la estabilización manual debe tener cuidado para no tirar del paciente, pero sujeta su cabeza y cuello.



6

Después de que el paciente se coloca a lo largo de la tabla larga, el profesional de la asistencia puede asegurarlo a la misma y la tabla a la camilla de la ambulancia. En primer lugar se asegura la parte superior del tronco del paciente y después la parte inferior y la zona de la pelvis, seguido de la cabeza. Por último, se aseguran las piernas. Si el lugar del accidente no es seguro, el paciente se debe trasladar a una zona segura antes de fijarlo a la tabla o la camilla.



*Nota:* Este es sólo un ejemplo de extricación rápida. Debido a que hay muy pocas situaciones de campo ideales, el personal de asistencia prehospitalaria puede tener que modificar los pasos de extricación en cada paciente y situación. El principio de la extricación rápida será siempre el mismo, independientemente de la situación: mantener la estabilización manual durante todo el proceso de extricación sin interrupción y mantener toda la columna en una posición alineada sin movimientos no deseados. Cualquier colocación del profesional de la asistencia que funcione puede tener éxito. Sin embargo, se debe evitar realizar muchos cambios en la posición del cuerpo y las manos porque es una invitación a que se produzcan fallos en la estabilización manual.

La técnica de extricación rápida puede proporcionar una estabilización manual alineada eficaz de la cabeza, el cuello y el tronco del paciente durante todo el proceso de extricación del vehículo. En un proceso de extricación rápida existen tres puntos clave:

1. Un profesional de la asistencia debe mantener la estabilización de la cabeza y el cuello del paciente en todo momento, otro debe girar y estabilizar la parte superior del tronco y un tercero debe mover y controlar la parte inferior del tronco, la pelvis y las extremidades del paciente.
2. Es imposible mantener una estabilización manual alineada de la cabeza y el cuello del paciente en un movimiento continuo. El profesional de la asistencia debe limitar cada movimiento, deteniéndose ante un cambio de posición y preparando el paso siguiente. Un movimiento indebido provoca retrasos e incluso el desplazamiento de la columna.
3. El proceso de extricación rápida debe adaptarse ante cada situación y paciente. Sólo se trabajará eficazmente si se practican las maniobras. Cada profesional de la asistencia que participe debe conocer las acciones y los movimientos de los demás.

### Dos profesionales de la asistencia

En algunas situaciones es posible que no se disponga del número adecuado de profesionales de la asistencia para extraer rápidamente a un paciente crítico. En estas situaciones resulta útil la técnica de dos profesionales de la asistencia.



Uno de ellos inicia y mantiene la estabilización manual alineada de la cabeza y el cuello del paciente mientras que el segundo coloca un collarín cervical del tamaño apropiado y rodea al paciente con una sábana enrollada. El centro de esta sábana se coloca en la parte media del collarín cervical rígido. Los extremos de la sábana enrollada rodean el collarín cervical y se colocan bajo los brazos del paciente.



Se da la vuelta al paciente usando la sábana enrollada, hasta que la espalda del paciente se encuentra en el centro de la puerta abierta.



# HABILIDADES ESPECÍFICAS

3

El primer profesional de la asistencia toma el control de los extremos de la sábana y los mueve bajo los hombros del paciente, tirando de este con la sábana mientras que el segundo desplaza y controla la parte inferior del tronco, la pelvis y las piernas.



## Retirada de un casco

**Principio:** Quitar un casco de seguridad minimizando el riesgo de provocar lesiones añadidas.

El casco debe retirarse al principio del proceso de evaluación en los pacientes que llevan cascos completos que cubren la cara (cuadro 9-4). Con ello se consigue un acceso inmediato que permite evaluar y tratar la vía aérea del paciente y la situación ventilatoria. Además, garantiza que no hay una hemorragia oculta en la parte posterior del casco y permite movilizar la cabeza (desde la posición flexionada que provocan los cascos grandes) a una alineación neutra. También permite evaluar completamente la cabeza y el cuello en una revisión secundaria y facilita la inmovilización adecuada de la columna cuando esté indicado (véase figura 9-12). El personal de asistencia prehospitalaria debe explicar al paciente qué es lo que va a hacer. Si el paciente indica que no se le debe retirar el casco, el profesional de la asistencia le explicará que el personal debidamente entrenado puede retirarlo a la vez que protege la columna. Para esta maniobra se necesitan dos profesionales de la asistencia.

1

Uno de ellos se coloca por encima de la cabeza del paciente y con las palmas de las manos presiona ambos lados del casco introduciendo los dedos por el borde inferior, de manera que el primer profesional de la asistencia estabiliza el casco, la cabeza y el cuello en una posición cercana a la de alineación neutra de la mejor forma que permita el casco. El segundo profesional de la asistencia se arrodilla al lado del paciente, abre o retira el escudo facial si es necesario y abre o corta la correa de la barbilla.





Se sujeta la mandíbula del paciente entre el pulgar y los dos primeros dedos a la altura del ángulo mandibular. La otra mano se coloca bajo el cuello en la zona occipital del cráneo para controlar la estabilización manual. Los antebrazos del profesional de la asistencia deben estar apoyados en el suelo o en sus muslos para conseguir un mejor apoyo.

2



El primer profesional de la asistencia tira de los lados del casco, abriéndolos ligeramente y separándolos de la cabeza del paciente, y hace girar el casco con movimientos hacia arriba y abajo mientras lo extrae de la cabeza del paciente. Los movimientos del casco deben ser lentos y realizarse con la máxima precaución. El profesional de la asistencia tendrá cuidado de que el casco deje libre la nariz del paciente.

3

# HABILIDADES ESPECÍFICAS

## 4

Una vez que se retira el casco, se debe colocar una almohada debajo de la cabeza del paciente para mantener la posición alineada neutra. Se mantiene la estabilización manual y se coloca un collarín cervical del tamaño apropiado.

*Nota:* En la retirada del casco hay dos elementos principales:

1. Mientras que un profesional de la asistencia mantiene la estabilización manual de la cabeza y el cuello del paciente, el otro se mueve. En ningún momento deben estar ambos profesionales de la asistencia moviendo las manos a la vez.
2. El profesional de la asistencia debe rotar el casco en diferentes direcciones, primero para dejar libre la nariz del paciente y después para dejar libre la parte posterior de la cabeza.



### CUADRO 9-4 Retirada del equipo deportivo

Una serie de publicaciones recientes, incluido un artículo de posicionamiento, han defendido la inmovilización de los deportistas que usan casco en una tabla larga sin quitárselo<sup>32-39</sup>. Una revisión de la bibliografía médica en busca de pruebas a favor de estas recomendaciones muestra que se basan como máximo en investigaciones de clase III. Los estudios que critican la retirada del casco se han realizado sobre cadáveres. Estos estudios indican que se produce una hiperextensión extrema de la columna cervical cuando se quita sólo el casco y se dejan colocadas las hombreras; sin embargo, todos estos estudios se realizaron sin colocar el almohadillado necesario debajo de la cabeza para evitar que caiga hacia atrás sobre la tabla. El cumplimiento de las precauciones vertebrales adecuadas y la aplicación de los principios del tratamiento conseguirán mejorar la inmovilización vertebral, independientemente de que se quite el casco o no.

El equipo deportivo se debería quitar por personal entrenado y con experiencia en esta retirada de equipo deportivo. Históricamente el personal formado y experto en este tema eran los individuos, en general los entrenadores, que acudían al acontecimiento deportivo. Sin embargo, los profesionales de los servicios de emergencias médicas (SEM) deben recibir formación en

este tipo de retirada porque el acceso a la vía aérea, en caso necesario, sólo será posible si se consigue acceder bien a la cara y la cabeza del enfermo, algo que obliga como mínimo a quitarle la mascarilla y en muchos casos el casco. Si se realiza la decisión de *no* quitar el equipo en el terreno, alguna persona con conocimientos en la retirada de este tipo de equipos deportivos debería acompañar al paciente al hospital.

Aunque los deportistas que utilizan casco necesitan medidas especiales, los principios generales de la inmovilización vertebral que se han enseñado en los cursos de *Prehospital Trauma Life Support* (PHTLS) son adecuados y se deben seguir. Idealmente se deberían retirar el casco y las hombreras en una sola pieza. Sin embargo, todavía se puede inmovilizar al paciente en una tabla larga sin producir una hiperextensión de la columna cervical cuando se retira el casco solo. Esto se consigue mediante un uso apropiado de almohadillas por detrás de la cabeza para mantener la cabeza en una alineación neutra en relación con el resto de la columna si no se quitan las hombreras. Los profesionales del SEM deben determinar las necesidades médicas específicas de un atleta lesionado y adoptar las intervenciones necesarias para satisfacer estas necesidades, que con frecuencia pueden incluir una retirada inmediata del equipo deportivo.

## Colocación de una almohada para mantener una posición alineada neutra



Si no se coloca bien la almohada debajo de la cabeza del paciente se puede provocar una hiperextensión o hiperflexión cervical. Con ello se puede originar un movimiento excesivo de la columna o comprometer la vía aérea.



La colocación adecuada de una almohada debajo de la cabeza deberá situar la cabeza y el cuello en una posición alineada neutra. Cada paciente requiere cantidades diferentes de almohadillado según su constitución corporal. Una alineación adecuada pondrá la apertura de la oreja del paciente alineada con el punto medio de su hombro y la cara centrada en la línea media.

## Colocación de un almohadillado para asegurar al paciente a una tabla larga



Cuando se asegura al paciente a una tabla larga, el profesional de la asistencia primero debe rellenar los huecos que quedan entre los costados del paciente y los laterales de la tabla larga con un almohadillado. El relleno de estos espacios muertos laterales con la colocación de unas correas apropiadas ayudará a impedir el movimiento lateral del paciente sobre la tabla.

## Objetivos del capítulo

---

*Al finalizar este capítulo, el lector deberá ser capaz de:*

- ✓ Comentar la anatomía y fisiología normales de los órganos torácicos.
- ✓ Describir las alteraciones de la anatomía y la fisiología derivadas de un traumatismo torácico.
- ✓ Comentar las relaciones entre la cinemática del traumatismo, la anatomía y fisiología torácica y los hallazgos en la exploración, que pueden generar un elevado índice de sospecha de determinadas lesiones.
- ✓ Distinguir entre los pacientes que necesitan una estabilización y transporte rápidos y los enfermos en los que se considera necesario o adecuado una valoración y tratamiento sobre el terreno.
- ✓ Comentar la influencia de un ambiente urbano o suburbano frente a otro rural o austero a la hora de valorar y tratar un traumatismo torácico.
- ✓ Describir los signos, síntomas, fisiopatología y tratamiento de las siguientes lesiones torácicas específicas:

- Fracturas costales
- Volet costal
- Contusión pulmonar
- Neumotórax (simple, abierto y cerrado)
- Neumotórax a tensión
- Hemotórax
- Traumatismo cardíaco cerrado
- Taponamiento cardíaco
- Contusión cardíaca
- Rotura traumática de la aorta
- Rotura traqueobronquial
- Asfixia traumática
- Rotura del diafragma

## CAPÍTULO 10

# Traumatismos torácicos

A stylized illustration of a man in a dark suit and white shirt, shown from the waist up. He is looking to the right with a concerned expression. His right hand is raised to his chest, where a large, jagged, purple and yellow wound is visible. The background is a dark, textured purple. The overall style is graphic and somewhat somber.



## CASO CLÍNICO

Recibe un aviso por acudir a un accidente de motocicleta en una calle de un barrio periférico. Usted espera tardar unos 5 a 8 minutos en llegar. Mientras se desplaza hacia el lugar, la radio de los equipos de primera respuesta le informa de que se trata de un varón de 37 años que resbaló por una mancha de aceite en el asfalto. Salió despedido y se golpeó contra una pared de hormigón localizada a la derecha de la carretera y al detenerse la motocicleta quedó encima de su extremidad inferior derecha. Cuando usted llega al lugar, la motocicleta ya ha sido retirada, la escena está asegurada y el motorista está tumbado en una tabla larga en una vía de servicio con el collarín cervical puesto.

Cuando empieza su valoración, observa que el paciente está despierto y tiene dificultades para respirar. Refiere dolor en el tórax y la extremidad inferior derecha. El paciente es capaz de describir lo que ha sucedido, pero habla en golpes de tres o cuatro palabras entre respiraciones rápidas y dificultosas. Tiene la piel pálida, fría y húmeda. El pulso es rápido y potente. La pernera del lado derecho está rota y manchada de sangre y parece que el pie tiene una rotación anormal. Su compañero le aplica oxígeno mientras usted sigue con la valoración. La tráquea se encuentra en la línea media y no se observa distensión venosa yugular. Se encuentra una hipersensibilidad importante a lo largo de la pared torácica derecha con crepitantes y el murmullo vesicular está disminuido en ese lado. Se observan abrasiones y hematoma asociado en la parte lateral del tórax. El abdomen no está distendido ni doloroso. La extremidad inferior derecha presenta una laceración por encima del tercio medio de la tibia con exposición del hueso.

**¿Por qué tiene dificultad respiratoria este enfermo? ¿Tiene lesiones que puedan amenazar su vida? ¿Qué intervenciones debería realizar sobre el terreno? ¿Qué modalidad de transporte debería emplear en este caso? ¿En qué sentido influiría que el lugar del accidente fuera otro (p. ej., entorno rural) para el tratamiento y los planes durante el transporte prolongado? ¿Qué otras lesiones sospecha ante la información anterior? ■**

Igual que sucede en otros tipos de lesiones, las lesiones torácicas pueden ser secundarias a traumatismos romos o penetrantes. Una fuerza no penetrante aplicada sobre la caja torácica en una colisión entre vehículos a motor, en una caída desde la altura, en una pelea a puñetazos o en las lesiones por aplastamiento puede ocasionar una alteración de la anatomía y fisiología normales de los órganos torácicos. De la misma forma, una herida penetrante por un disparo de arma de fuego, arma blanca o empalamiento con objetos puede lesionar el tórax. El tratamiento definitivo de la mayor parte de las lesiones torácicas no exige una *toracotomía* (apertura quirúrgica de la cavidad torácica). De hecho, sólo entre un 15%-20% de todas las lesiones torácicas la necesitan. El 85% restante se tratan bien mediante intervenciones relativamente sencillas, como oxígeno complementario, soporte ventilatorio, analgesia y *toracostomía* con tubo (colocación de un tubo de tórax) cuando son necesarias<sup>1-3</sup>.

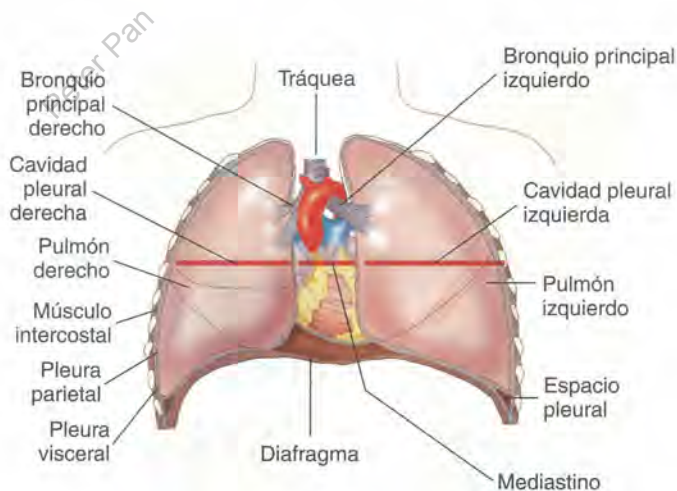
En cualquier caso, estas lesiones pueden tener bastante importancia. Los órganos torácicos están implicados de forma estrecha en el mantenimiento de la oxigenación, la ventilación y el aporte de oxígeno. Las lesiones torácicas, sobre todo si no se reconocen pronto y se tratan bien, pueden ser causa de una morbilidad significativa. La *hipoxia* (concentraciones inadecuadas de oxígeno en la sangre), la *hipercapnia* (exceso de dióxido de carbono en la sangre), la *acidosis* (exceso de ácidos en la sangre) y el *shock* (una cantidad de oxígeno inadecuada llega a los órganos y tejidos) pueden ser todas consecuencia de un tratamiento inadecuado de las lesiones torácicas a corto plazo y contribuir a complicaciones tardías, como el fracaso multiorgánico. Este fenómeno explica un 25% de las muertes traumáticas secundarias a una lesión torácica<sup>1-3</sup>.

## Anatomía

El tórax es aproximadamente un cilindro hueco formado por estructuras óseas y musculares. Existen 12 pares de costillas. Los 10 pares superiores se articulan con la columna vertebral en la parte posterior y en la anterior en el esternón o en la costilla superior. Los dos pares inferiores sólo se articulan en la parte posterior con la columna y en la anterior están libres, por lo que se denominan «costillas flotantes». Esta caja ósea protege en gran medida a los órganos internos de la cavidad torácica. De hecho, las costillas inferiores también protegen a los órganos de la parte superior del abdomen (sobre todo, el bazo y el hígado). Esta caja ósea se refuerza con músculos. Los *músculos intercostales* se localizan entre las costillas y las conectan entre sí. Una serie de grupos musculares movilizan la extremidad superior y forman parte de la cavidad torácica, incluidos los músculos pectorales mayor y menor, los serratos anterior y posterior y el dorsal ancho, además de varios músculos de la espalda. Todo este «almohadillado» determina que se necesaria una fuerza notable para lesionar los órganos internos.

También hay músculos que participan en la respiración (ventilación), incluidos los músculos intercostales; el *diafragma*, que es un músculo en forma de cúpula que se inserta alrededor de la parte inferior del tórax; y los músculos del cuello que se insertan en las costillas superiores. A lo largo del margen inferior de cada costilla se encuentran una arteria, una vena y un nervio, responsables de la irrigación e inervación de los músculos intercostales.

La cavidad que forman estas estructuras está revestida por una membrana delgada llamada *pleura parietal*. Una membrana delgada que se corresponde con ella cubre los demás órganos de la



**FIGURA 10-1** La cavidad torácica, incluidas las costillas, los músculos intercostales, el diafragma, el mediastino, los pulmones, el corazón, los grandes vasos, los bronquios, la tráquea y el esófago.

cavidad torácica y se llama *pleura visceral*. Normalmente no hay espacio entre estas dos membranas y de hecho están adheridas entre sí por una pequeña cantidad de líquido interpuesto para mantenerlas juntas, igual que una delgada capa de agua que mantiene unidas dos láminas de cristal. Este líquido pleural crea una tensión superficial, que sirve para oponerse a la naturaleza elástica de los pulmones e impedir su tendencia natural al colapso.

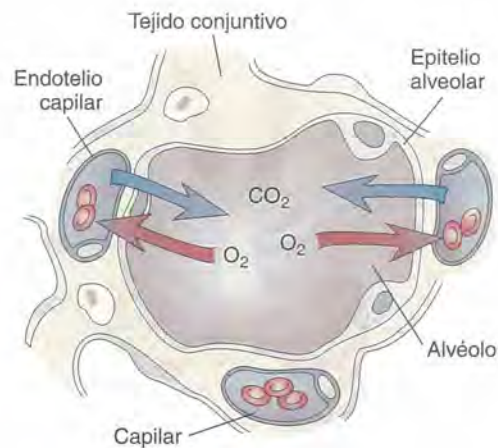
Los pulmones ocupan las mitades derecha e izquierda de la cavidad torácica (figura 10-1). Entre ellos y rodados por ellos existe un espacio denominado *mediastino*, en el que se encuentran la tráquea, los bronquios principales, el corazón, las grandes arterias y venas que salen o van hacia el corazón y el esófago.

## Fisiología

Los dos componentes de la fisiología torácica que con más probabilidad se afectan por las lesiones son la *respiración* y la *circulación*<sup>1-3</sup>. Ambos procesos deben funcionar de forma adecuada para que el oxígeno alcance los órganos, tejidos y células del cuerpo y permita espirar el dióxido de carbono. Para comprender mejor lo que les sucede a los pacientes con lesiones torácicas, es importante comprender la fisiopatología de estos dos procesos.

### Ventilación

El término «respiración» empleado por las personas legas en realidad se corresponde con el proceso fisiológico de la ventilación. La *ventilación* es el acto mecánico de introducir aire por la boca y la nariz hacia la tráquea y los bronquios y después a los pulmones hasta que alcanza unos pequeños sacos aéreos denominados *alvéolos*. El proceso de introducir el aire se llama *inspiración*. El oxígeno presente en el aire atraviesa la membrana que reviste los alvéolos para entrar en pequeños vasos sanguíneos denominados *capilares*, en los que se une a la hemoglobi-



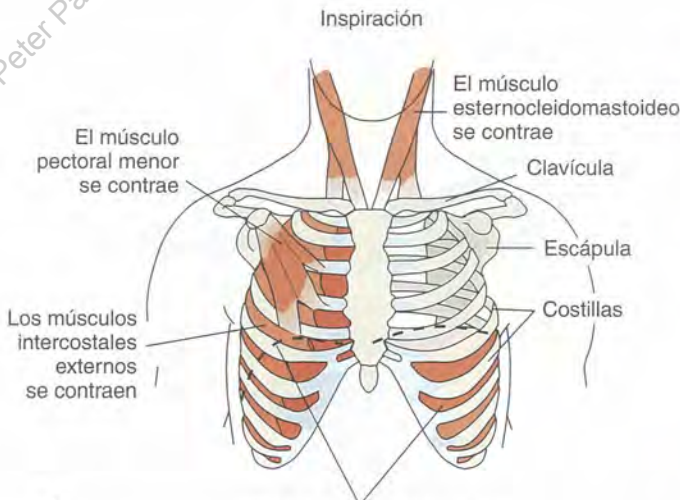
**FIGURA 10-2** Los capilares y los alvéolos se encuentran en estrecha proximidad, lo que permite la fácil difusión del oxígeno ( $O_2$ ) a través de los capilares, las paredes alveolares, las paredes de los capilares y los hematíes. El dióxido de carbono ( $CO_2$ ) puede difundir en dirección contraria.

na de los hematíes para ser transportada por el organismo. Este proceso se llama *oxigenación*. De forma simultánea el dióxido de carbono ( $CO_2$ ), que está disuelto en la sangre, se difunde hacia el aire que ocupa los alvéolos para ser expulsado al exterior con el aire en un proceso llamado *espiración* (figura 10-2). El proceso de *respiración celular* es el uso de oxígeno por parte de las células para la producción de energía.

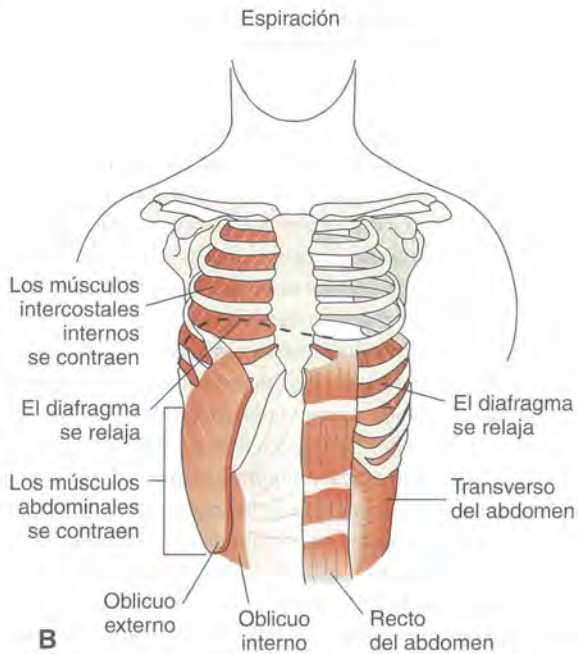
La inspiración se produce por la contracción de los músculos respiratorios (principalmente los intercostales y el diafragma), que determina una elevación y separación de las costillas con desplazamiento hacia abajo del diafragma. Esta acción incrementa el tamaño de la cavidad torácica y genera una presión negativa dentro de la misma en comparación con la presión atmosférica externa al cuerpo, lo que se traduce en el flujo de aire hacia el interior de los pulmones (figuras 10-3 y 10-4). La *espiración* se produce mediante la relajación de los intercostales y el diafragma, lo que se traduce en la recuperación de la posición de reposo por parte de las costillas y el diafragma. Esta recuperación condiciona un aumento de la presión dentro del tórax por encima de la atmosférica, lo que fuerza la salida de aire desde los pulmones a través de los bronquios, la tráquea, la nariz y la boca al exterior.

El control de la ventilación corresponde al centro respiratorio del tronco del encéfalo. Existen dos vías fundamentales de control de la ventilación a nivel encefálico. El método principal es la detección de la presión parcial de dióxido de carbono arterial ( $Paco_2$ ) por parte de células especializadas del centro respiratorio que se denominan *quimiorreceptores*. El «método de seguridad» es la detección del oxígeno por otros quimiorreceptores de la arteria aorta y carótida. La  $Paco_2$  refleja cuánto ácido existe en la sangre. El cuerpo neutraliza el ácido con bicarbonato, que posteriormente se convierte en  $CO_2$ . El dióxido de carbono se elimina por los pulmones, como se comentó antes. Si los quimiorreceptores detectan un incremento de la  $Paco_2$ , estimularán el centro respiratorio para que aumente la frecuencia y profundidad de las respiraciones, eliminando de este modo más  $CO_2$

Peter Pan



**A** El diafragma se contrae

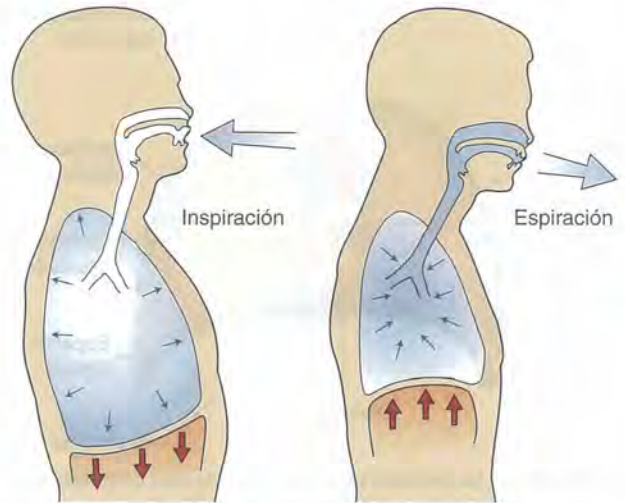


**B**

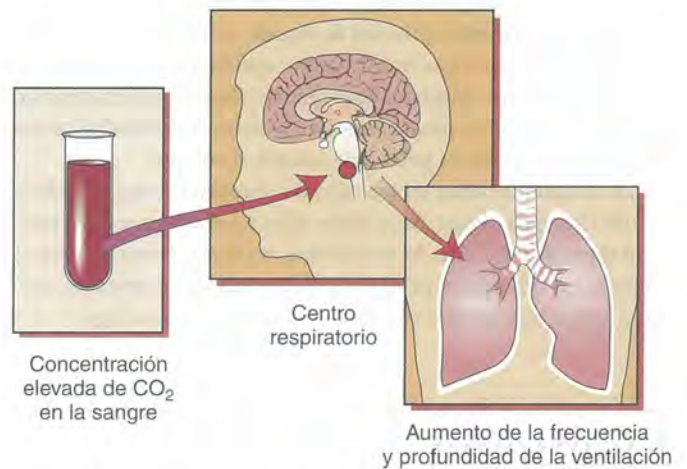
**FIGURA 10-3** **A.** Durante la inspiración, el diafragma se contrae y aplan. Los músculos de la inspiración, como los intercostales externos, el pectoral menor y el esternocleidomastoideo, elevan las costillas y el esternón, incrementando así el diámetro y la capacidad de la cavidad torácica. **B.** En la espiración de una respiración tranquila, la elasticidad de la cavidad torácica hace que el diafragma y las costillas vuelvan a sus posiciones de reposo, con la consiguiente disminución de la capacidad. En la espiración de una respiración forzada, los músculos de la espiración, como los intercostales internos y los abdominales, se contraen y hacen que la disminución de la capacidad de la cavidad torácica sea mucho más rápida.

y normalizando la  $P_{aCO_2}$  (figura 10-5). Este proceso es muy eficiente y puede aumentar el volumen de aire que entra y sales de los pulmones por un factor de 10.

En algunas enfermedades pulmonares, como el enfisema o la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) los pulmones no consiguen eliminar con tanta eficacia el  $CO_2$ . Esto deter-



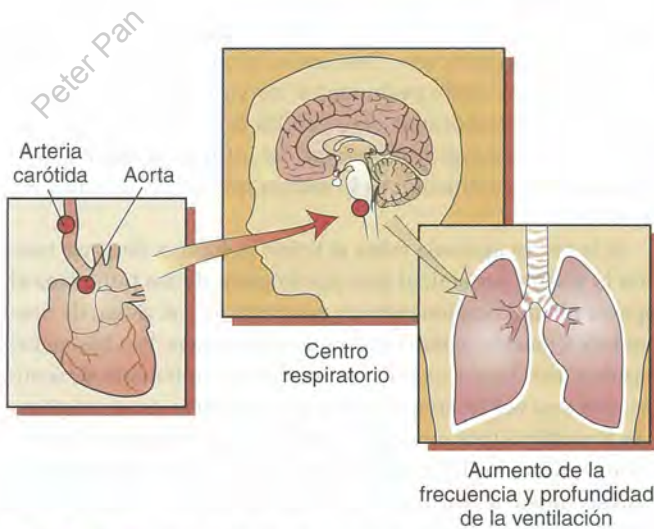
**FIGURA 10-4** Cuando el diafragma se relaja y la glotis se abre, la presión dentro y fuera de los pulmones se iguala. Cuando la cavidad torácica se expande, la presión intratorácica disminuye y el aire entra en los pulmones.



**FIGURA 10-5** Las células nerviosas sensibles al dióxido de carbono detectan el ascenso de su concentración y estimulan al pulmón para que aumente tanto la profundidad como la frecuencia de la ventilación.

mina la elevación crónica de la concentración de  $CO_2$  en la sangre. Los quimiorreceptores se vuelven insensibles a los cambios en la  $P_{aCO_2}$  en este caso. En esta situación los quimiorreceptores de reserva de la aorta y las carótidas estimulan la respiración cuando se reduce la presión parcial de oxígeno arterial ( $P_{aO_2}$ ). Igual que sucede cuando los quimiorreceptores del tronco del encéfalo detectan un aumento de la  $P_{aCO_2}$  y estimulan las respiraciones para reducir la concentración de  $CO_2$ , los quimiorreceptores para el oxígeno estimulan a los músculos respiratorios para que aumenten su actividad, incrementen la frecuencia ventilatoria y la profundidad de las respiraciones para incrementar la  $P_{aO_2}$  hasta valores normales (figura 10-6).

El cuadro 10-1 define varios términos importantes en la discusión y comprensión de la fisiología de la ventilación<sup>4</sup>.



**FIGURA 10-6** Los receptores situados en las arterias aorta y carótidas son sensibles a la concentración de oxígeno y estimulan a los pulmones para que favorezcan la entrada y salida del aire de los sacos alveolares.

### Circulación

El otro proceso fisiológico fundamental que se puede afectar tras una lesión torácica es la circulación. El capítulo 7 aborda este tema de forma más extensa, pero el siguiente comentario sirve como punto de partida para analizar la fisiopatología de las lesiones torácicas.

El corazón, que se encuentra en el centro del tórax, dentro del mediastino, actúa como una bomba biológica. Para que una bomba funcione, debe estar rellena de líquido. Esta función de preparación en el caso del corazón se consigue mediante el regreso de la sangre a través de dos grandes venas, la *vena cava superior* (VCS) y la *vena cava inferior* (VCI). El corazón se contrae normalmente a una frecuencia de 70-80 veces por minuto, propulsando la sangre hacia el resto del organismo a través de la aorta.

Los procesos que interfieren con el retorno de sangre al corazón mediante la VCS y VCI (p. ej., la pérdida de sangre por hemorragia, el aumento de la presión dentro de la cavidad torácica por un neumotórax a tensión) determinan que el gasto cardíaco y la presión arterial disminuyan. Del mismo modo, los procesos que causan lesiones al propio corazón (p. ej., una contusión cardíaca) pueden reducir la eficiencia como bomba del corazón, causando los mismos cambios fisiológicos. Igual que los quimiorreceptores reconocen cambios en las concentraciones de CO<sub>2</sub> o de O<sub>2</sub>, los *barorreceptores* reconocen cambios en la presión arterial y dirigen al corazón para que cambie su frecuencia o la fuerza de sus latidos y conseguir así recuperar la presión arterial normal.

### Fisiopatología

Como se ha comentado antes, los procesos fisiológicos que se acaban de describir se pueden alterar por traumatismos cerrados o penetrantes. Existen elementos comunes en las alteraciones secundarias a estos mecanismos.

### CUADRO 10-1 Volúmenes pulmonares y sus relaciones

- Capacidad inspiratoria (CI):** Cantidad de aire que se puede inspirar tras una espiración normal (3-2,6 l)
- Capacidad pulmonar total (CPT):** Volumen total que contienen los pulmones cuando se insuflan al máximo. Este volumen disminuye con la edad desde unos 6 l en adultos jóvenes hasta 4 l en ancianos.
- Capacidad residual funcional (CRF):** Cantidad de aire que queda dentro de los pulmones tras una espiración normal; se llama también *volumen pulmonar en reposo* (3-2,6 l).
- Capacidad vital (CV):** Cantidad de aire que se puede espirar tras una inspiración máxima (4,8-2,4 l).
- Espacio muerto:** Cantidad de aire introducido en los pulmones que no tiene opción de intercambiar oxígeno y dióxido de carbono con la sangre en los capilares alveolares (p. ej., aire presente en la tráquea y los bronquios).
- Trabajo respiratorio:** Trabajo o esfuerzo físico realizado para movilizar la pared torácica y el diafragma durante la respiración. Este esfuerzo aumenta con la respiración rápida, al aumentar la ventilación minuto y cuando los pulmones muestran una rigidez anormal.
- Ventilación minuto (V<sub>E</sub>):** Volumen total de aire que entra y sale de los pulmones en 1 minuto.
- Volumen corriente (V<sub>T</sub>):** Cantidad de aire que es espirado durante una espiración normal (0,5-0,4 l).
- Volumen de reserva espiratoria (VRE):** Aire residual que puede ser extraído de los pulmones con fuerza tras una espiración normal (1,8-0,8 litros [l]).
- Volumen de reserva inspiratoria (VRI):** Cantidad de aire que se puede inspirar de forma adicional tras una inspiración normal (2,5-1,2 l).
- Volumen residual (VR):** Cantidad de aire que queda en los pulmones tras una espiración máxima (1,8-1,2 l)

Las relaciones entre estos volúmenes y capacidades se pueden ilustrar mejor con las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned}
 CPT &= CVF + VR \\
 CV &= VRI + V_T + VRE = CI + VRE \\
 CPT &= CRF + CI \\
 CRF &= VRE + VR \\
 CI &= VRI + V_T
 \end{aligned}$$

### Lesiones penetrantes

El concepto de las lesiones penetrantes es más fácil de comprender. En ellas un objeto de tamaño variable atraviesa la pared torácica, entra en la cavidad y lacera los órganos localizados dentro de la misma. En condiciones normales no existe espacio entre las membranas pleurales. Sin embargo, cuando una herida pe-

netrante crea una comunicación entre la cavidad torácica y el exterior, el aire tiende a entrar dentro del espacio pleural con la respiración a través de la herida porque la resistencia al flujo de aire en la misma suele ser menor que la observada en la vía aérea. El aire dentro del espacio pleural (*neumotórax*) impide la adherencia entre las membranas pleurales debida a la fina película de líquido pleural. Todos estos procesos permiten que el pulmón se colapse e impiden la ventilación eficaz. Las heridas pulmonares por un objeto penetrante también permiten que el aire se escape hacia el espacio pleural con el consiguiente colapso pulmonar. En cualquier caso el paciente desarrolla disnea. Para compensar este defecto de la capacidad ventilatoria, el centro respiratorio estimulará una respiración más rápida, con el consiguiente aumento del esfuerzo respiratorio. El paciente puede tolerar este aumento durante un tiempo, pero si no se reconoce y trata, estará en peligro de desarrollar una insuficiencia ventilatoria, que se manifestará por una dificultad respiratoria creciente al aumentar las concentraciones de CO<sub>2</sub> y reducirse las de O<sub>2</sub>.

Si se produce una entrada de aire continua en la cavidad torácica sin salida del mismo, empezará a generarse presión dentro del espacio pleural con desarrollo de un neumotórax a tensión, lo que dificultará todavía más la capacidad del paciente de respirar. También empezará a observarse un efecto negativo sobre la circulación porque se reduce el retorno venoso como consecuencia del incremento de la presión intratorácica con desplazamiento de las estructuras mediastínicas al lado opuesto del tórax. En este momento puede aparecer un *shock*.

Los tejidos lacerados sangran y los vasos sanguíneos desgarrados lo hacen siempre. Las heridas penetrantes torácicas pueden producir una hemorragia dentro del espacio pleural (*hemotórax*) desde los músculos de la pared torácica, los vasos intercostales o los pulmones. Las heridas penetrantes de los grandes vasos torácicos determinan una hemorragia catastrófica. En cada espacio pleural pueden acumularse unos 3000 ml de líquido. La hemorragia torácica hacia el espacio pleural puede no resultar evidente en el exterior con facilidad, pero alcanzar suficiente importancia para ocasionar un estado de *shock*. La presencia de grandes volúmenes de sangre dentro del espacio pleural alterará la capacidad de respirar del paciente; la sangre dentro del mismo impide la expansión del pulmón en el lado afectado.

Las heridas pulmonares pueden ser causa de hemorragia dentro del propio parénquima pulmonar. Esta sangre inundará los alvéolos, impidiendo que se llenen de aire. Los alvéolos llenos de sangre no pueden participar en el intercambio de gases. Cuantos más alvéolos se inundan, mayor será la afectación de la ventilación y oxigenación del enfermo.

## Traumatismos contusos o cerrados

Los traumatismos contusos producen alteraciones fisiológicas parecidas a los penetrantes, aunque por una vía menos directa. La fuerza contusa que se aplica sobre la pared torácica se transmite a través de la misma hacia los órganos torácicos,

sobre todo los pulmones. Esta onda de energía puede causar desgarros en el tejido pulmonar y los vasos, que pueden ser origen de una hemorragia alveolar. En este contexto la lesión se denomina *contusión pulmonar*. La influencia sobre la oxigenación y la ventilación es la misma que en las lesiones penetrantes.

Si la fuerza aplicada sobre el tejido pulmonar desgarrar también la pleura parietal, el aire puede pasar de los pulmones al espacio pleural ocasionando un neumotórax y el riesgo de neumotórax a tensión, como se ha comentado antes. Los traumatismos contusos torácicos pueden determinar la fractura de costillas, que a su vez laceren el pulmón y ocasionen un neumotórax o un hemotórax (por sangrado en las costillas rotas o por los pulmones o músculos intercostales desgarrados). Los traumatismos contusos pueden ocasionar también el cizallamiento o la rotura de los vasos principales del tórax, sobre todo de la aorta con la consiguiente hemorragia catastrófica. Por último, en algunos casos, las fuerzas contusas pueden alterar la pared torácica y permitir la entrada de aire en la cavidad a través de la herida, como sucede en las lesiones penetrantes.

## Energía y lesión

La capacidad de cualquier mecanismo de producir lesiones se relaciona con la cantidad de energía que el mecanismo aplica sobre una parte u órgano corporal concreto. La penetración de un cuchillo o un empalamiento se asocian a escasa energía y los órganos sufren lesiones por la laceración directa por el objeto penetrante. Las heridas por arma de fuego transmiten una energía mayor al incrementarse la masa del proyectil y sobre todo su velocidad. Cuanto mayor sea la energía, más alejada estará la zona de lesión del trayecto de la herida. Del mismo modo, cuanto mayor sea la energía aplicada en un traumatismo contuso, mayor será el riesgo de sufrir lesiones. Compare una caída desde una altura baja en la cual el tórax se golpea con una mesita con una agresión con un bate de béisbol y con una colisión de tráfico a gran velocidad (CVM). Cuanto mayor sea la energía, mayor será la sospecha por parte del profesional prehospitalario de lesiones que puedan alterar la ventilación, la oxigenación o la circulación.

Los mecanismos romos y penetrantes pueden afectar al corazón de forma directa, con contusión o taponamiento cardíaco. Estos cuadros se describen en las siguientes secciones.

## Evaluación

Igual que en todos los aspectos de la asistencia médica, la evaluación implica la realización de una anamnesis y una exploración física. En los pacientes traumatológicos, la anamnesis es de tipo *AMPLE*, porque se valora la edad del paciente, los medicamentos, los antecedentes, la hora de la última ingesta y los acontecimientos que rodearon a la lesión<sup>5</sup>.

Además del mecanismo global responsable de la lesión, se debe preguntar a los pacientes por cualquier síntoma que pue-

dan estar sufriendo si están conscientes y se pueden comunicar. Los pacientes con un traumatismo torácico pueden tener dolor torácico, que puede ser lancinante, punzante o constrictivo. A menudo el dolor empeora con los esfuerzos respiratorios o el movimiento. El enfermo puede referir sensación de disnea o ser incapaz de respirar de forma adecuada. Puede referir también aprensión o sensación de mareo si se está desarrollando un *shock*. Es importante recordar que la ausencia de síntomas no implica siempre falta de lesiones.

El siguiente paso es la realización de una exploración física, en la cual existen cuatro componentes: observación, palpación, percusión y auscultación. La valoración debería también incluir la determinación de los signos vitales. La colocación de un pulsioxímetro para medir la saturación arterial de oxígeno es un complemento útil en la valoración de un paciente traumático<sup>5,6</sup>:

- **Observación.** Se observa al paciente por si tiene palidez cutánea y sudoración, que pueden indicar la presencia de *shock*. El paciente puede estar aprensivo también. La presencia de *cianosis* (decoloración azulada de la piel, sobre todo perioral y labial) puede resultar evidente en la hipoxia avanzada. La frecuencia de las respiraciones y las posibles dificultades para respirar del paciente (jadeos, contracciones de los músculos respiratorios accesorios del cuello, aleteo nasal) también se deben registrar. ¿Se encuentra la tráquea en la línea media o está desviada hacia alguno de los dos lados? ¿Hay distensión de las venas yugulares? Se debe explorar el tórax para detectar contusiones, abrasiones, laceraciones y determinar si la expansión torácica durante la respiración es simétrica. ¿Existe un movimiento paradójico de alguna región del tórax con la respiración (en lugar de moverse hacia fuera al inspirar, se hunde hacia dentro o al contrario en la espiración)?
- **Auscultación.** Se evalúa todo el tórax. Una reducción del murmullo vesicular en un lado comparado con el otro puede indicar neumotórax o hemotórax en el lado afectado. Las contusiones pulmonares pueden causar roncus o estertores.
- **Palpación.** El siguiente paso es valorar la presencia de hipersensibilidad, crepitantes (enfisema óseo o subcutáneo) e inestabilidad de la pared torácica ejerciendo una suave presión con los dedos y las manos sobre ella.
- **Percusión.** Esta técnica de exploración resulta difícil de realizar sobre el terreno porque el entorno suele ser ruidoso, lo que dificulta la valoración de la percusión. Se coloca un dedo plano sobre la pared torácica, después se golpea con firmeza sobre este dedo con un dedo de la otra mano y así se genera una onda sonora en la estructura percutida. Una percusión *mate* sobre el tórax puede sugerir una contusión pulmonar o hemotórax. Una percusión *resonante* puede indicar un neumotórax.

Las determinaciones repetidas de la frecuencia ventilatoria pueden ser la herramienta de valoración más importante. Con-

forme los pacientes van estando más hipóxicos y comprometidos, un dato precoz será el incremento gradual de la frecuencia ventilatoria.

## Tratamiento de las lesiones específicas

### Fracturas costales

A pesar de que las costillas están bastante protegidas por los músculos que las recubren, las fracturas son frecuentes en los traumatismos torácicos. Las costillas superiores son anchas, gruesas y están especialmente bien protegidas por la cintura escapular y los músculos<sup>1-3</sup>. Como es necesaria una energía mayor para romper las costillas superiores, estos pacientes tendrán riesgo de presentar otras lesiones significativas, como la rotura traumática de la aorta. Las fracturas costales son más frecuentes en las costillas 4 a 8 lateralmente, porque son delgadas y tienen menos músculos por encima. Los extremos fracturados de las costillas pueden desgarrar los músculos, el pulmón y los vasos, con riesgo de contusión pulmonar asociada<sup>1,3,7</sup>. Las fracturas costales simples no suelen poner en riesgo la vida en adultos. Las fracturas de las costillas inferiores<sup>8-10</sup> pueden asociarse a lesiones esplénicas y hepáticas<sup>1,3,7</sup>. La compresión pulmonar puede romper alvéolos.

### Evaluación

Los pacientes con fracturas costales simples pueden tener pocos síntomas. La mayoría refieren dolor torácico y quizá disnea. Pueden tener una respiración trabajosa, hipersensibilidad en la pared torácica y crepitantes. Los profesionales prehospitalarios deberán valorar los signos vitales, prestando especial atención a la frecuencia ventilatoria. Se debería realizar también una pulsioximetría<sup>1,11,12</sup>.

### Tratamiento

El alivio del dolor es el principal objetivo del tratamiento inicial de los pacientes con fracturas costales. Este tratamiento puede incluir tranquilizar al paciente, inmovilización con almohadillado apropiado para reducir el movimiento y colocación de los brazos del enfermo con un cabestrillo y una venda. Es importante tranquilizar y revalorar al paciente de forma continua recordando el peligro de deterioro de la ventilación y desarrollo de un *shock*. Se debe plantear la colocación de una vía intravenosa (IV), según la situación del enfermo y el tiempo de traslado previsto. La administración de dosis bajas de analgésicos narcóticos IV puede resultar adecuada en algunos casos en unidades avanzadas bajo un control médico adecuado. Se debe animar al paciente a respirar hondo y toser para prevenir el colapso de los alvéolos (*atelectasia*) y el riesgo de neumonía y otras complicaciones. La inmovilización rígida de la caja costal con esparadrapo o cintas se debería evitar porque estas intervenciones predisponen al desarrollo de atelectasias y neumonía<sup>1-3</sup>. La administración de oxígeno y el soporte ventilatorio son precisos en algunos casos.

## Volet torácico (tórax batiente)

El volet torácico se produce cuando dos o más costillas adyacentes están fracturadas en más de un lugar de su longitud. Esto determina que un segmento de la pared torácica no esté ya en continuidad con el resto del tórax. La fuerza necesaria para ocasionar este tipo de lesiones permite estar seguro de que existe también una contusión pulmonar. Por eso, el paciente puede tener alteraciones respiratorias por dos motivos: el segmento batiente y la contusión pulmonar subyacente. Como el segmento batiente no está conectado al resto de la pared torácica, se suele mover de forma paradójica durante la respiración. Cuando se contraen los músculos respiratorios elevan las costillas y tienden a sacarlas hacia fuera, al tiempo que se baja el diafragma; el segmento batiente se moverá paradójicamente hacia dentro en respuesta a la presión negativa creada dentro de la cavidad torácica (figura 10-7). Este movimiento denominado paradójico del segmento batiente condiciona que la ventilación sea ineficiente y el grado de ineficiencia guardará relación directa con el tamaño de este segmento. Como se ha descrito antes, el segundo motivo de alteración es la contusión pulmonar, que no permite el intercambio de gases en la porción contusionada del pulmón por estar inundados los alvéolos.

### Evaluación

Igual que sucede en las fracturas costales simples, la valoración del volet torácico mostrará que el paciente tiene dolor. Este dolor es típicamente más intenso y el enfermo suele estar molesto. La frecuencia ventilatoria está elevada y el paciente no respira hondo. Puede aparecer hipoxia, que se demuestra con el pulsioxímetro o por la cianosis. Puede reconocerse un movimiento paradójico evidente o ser difícil de demostrar. Inicialmente los músculos intercostales estarán contraídos de forma espás-

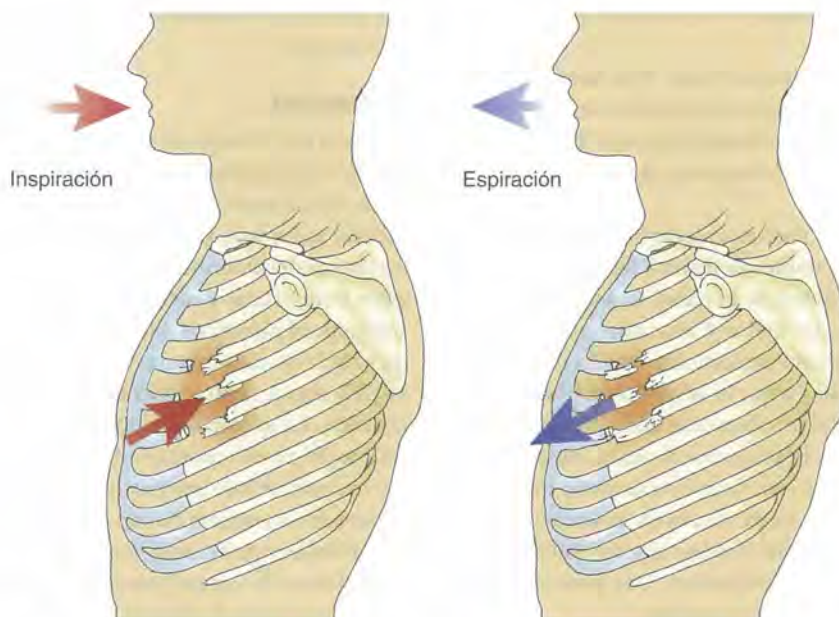
tica y tienden a estabilizar el segmento batiente. Cuando estos músculos se fatigan, será evidente el movimiento paradójico. El paciente refiere hipersensibilidad y posibles crepitantes óseos en el segmento lesionado. La inestabilidad de este segmento se puede apreciar también a la palpación.

### Tratamiento

El tratamiento del volet torácico busca aliviar el dolor, dar soporte ventilatorio y vigilar el posible deterioro. La frecuencia ventilatoria puede ser el parámetro más importante que se debe controlar, aunque la pulsioximetría, si se cuenta con ella, también es útil para detectar la hipoxia<sup>6</sup>. Se debe administrar oxígeno y poner una vía IV, salvo en los casos de un traslado extremadamente corto. El apoyo de la ventilación con mascarilla-bolsa-válvula (MBV) o intubación endotraqueal y ventilación con presión positiva puede ser necesario (sobre todo para traslados prolongados)<sup>11</sup>. Están contraindicados los intentos de estabilizar el segmento batiente con bolsas de arena u otros medios<sup>1</sup>.

## Contusión pulmonar

Cuando el tejido pulmonar se lacera o rompe por un mecanismo romo o penetrante, la hemorragia dentro de los espacios alveolares puede ocasionar una contusión pulmonar. La principal alteración fisiológica es que se impide el intercambio de gases porque no entra aire en estos alvéolos. La presencia de sangre y líquido de edema en el tejido entre los alvéolos dificulta todavía más el intercambio de gases en los alvéolos que si reciben ventilación. Como se comentó antes, la contusión pulmonar aparece casi siempre en los enfermos con un volet torácico. La contusión pulmonar es una complicación frecuente en los trauma-



**FIGURA 10-7** Movimiento paradójico. Se debe a la pérdida de la estabilidad del tórax cuando las costillas se rompen en dos o más lugares. Cuando la presión intratorácica disminuye durante la inspiración, la presión del aire exterior empuja a la pared del tórax hacia el interior. Cuando la presión intratorácica se eleva en la espiración, la pared del tórax se ve empujada hacia fuera.

tismos torácicos, que puede matar al paciente<sup>3,7</sup>. Se puede producir un deterioro hasta la insuficiencia respiratoria evidente en las primeras 24 horas después de la lesión.

## Evaluación

Los hallazgos durante la evaluación del paciente son variables en función de la gravedad de la contusión (porcentaje del pulmón afectado). Una valoración inicial puede no mostrar ninguna dificultad respiratoria. Es preciso un alto índice de sospecha, sobre todo si existe un segmento batiente.

## Tratamiento

El tratamiento busca apoyar la ventilación. Se debe administrar oxígeno suplementario y es necesaria una revaloración metódica. El profesional prehospitalario debe revalorar de forma repetida la frecuencia ventilatoria y comprobar la pulsioximetría (asegurándose de que al menos sea un 95%) y el grado de dificultad respiratoria del enfermo. El apoyo de la ventilación mediante MBV o intubación endotraqueal es necesario en ocasiones<sup>12</sup>. Si no se produce afectación hemodinámica, la administración de líquidos IV se limita a velocidad para mantener la vía abierta porque un exceso de líquidos puede agravar el edema todavía más y comprometer la oxigenación y ventilación.

## Neumotórax

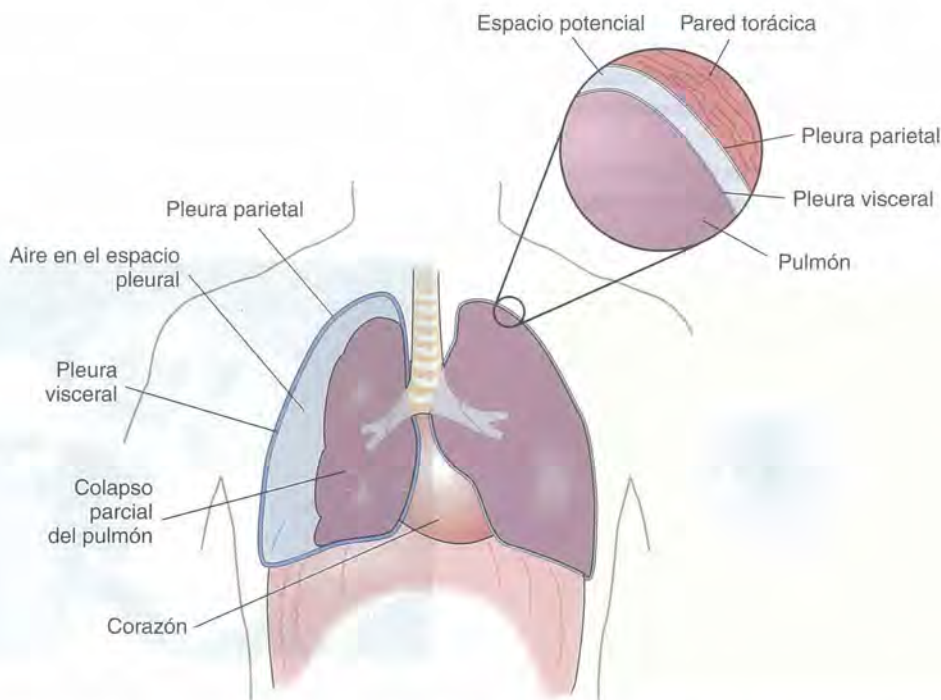
Aparece un neumotórax hasta en un 20% de las lesiones torácicas graves<sup>6</sup>. Los tres tipos de neumotórax según gravedad creciente son: simple, abierto y a tensión.

El *neumotórax simple* es la presencia de aire dentro del espacio pleural. Conforme aumenta la cantidad de aire presente, el pulmón de ese lado se colapsará (figura 10-8). El *neumotórax abierto* (denominado también «herida traumatopneica») es un neumotórax asociado a un defecto en la pared torácica que permite al aire entrar y salir del espacio pleural desde el exterior durante los esfuerzos respiratorios. El *neumotórax a tensión* se produce cuando el aire sigue entrando al espacio pleural, pero no tiene forma de salir, lo que se traduce en un aumento de la presión dentro del espacio pleural que compromete la función circulatoria.

## Neumotórax simple

**Evaluación.** La evaluación del neumotórax simple puede encontrar alteraciones parecidas a las observadas en una fractura costal. El enfermo refiere a menudo un dolor torácico de tipo pleurítico con signos y síntomas de disfunción respiratoria variables. Los hallazgos clásicos son una disminución del murmullo vesicular en el lado lesionado y una percusión timpánica. Se debe asumir que cualquier paciente con dificultad respiratoria y disminución del murmullo vesicular sufre un neumotórax. La auscultación de los vértices pulmonares confirma con mayor probabilidad la reducción del murmullo vesicular que la auscultación de los campos medios.

**Tratamiento.** Un punto clave del tratamiento es reconocer que el neumotórax simple se puede convertir en uno a tensión en cualquier momento. Se debe seguir de forma estrecha al paciente por si desarrolla este problema, en cuyo caso será necesario inter-



**FIGURA 10-8** El aire contenido en la cavidad pleural fuerza a los pulmones hacia el interior, reduciendo la cantidad de tejido pulmonar que puede ventilarse y disminuyendo así la oxigenación de la sangre que sale de los pulmones.

venir (véase comentario posterior<sup>8-14</sup>). Además de vigilar y prepararse para descomprimir un neumotórax a tensión, el profesional debe administrar suplementos de oxígeno, colocar una vía IV y estar dispuesto a tratar el shock, si se desarrolla. Si no se necesita la inmovilización vertebral, el paciente puede estar más cómodo semisentado. Es fundamental trasladarlo con rapidez<sup>9,12,13</sup>. Si el profesional tiene una capacidad de tratamiento básica, sería aconsejable que llamara a una unidad de soporte vital avanzado (SVA).

### Neumotórax abierto

El neumotórax abierto, igual que el simple, se produce por la entrada de aire al espacio pleural, que determina el colapso del pulmón. En el tipo abierto existe un defecto en la pared torácica que permite la comunicación entre el aire del exterior y el espacio pleural. Cuando el paciente trata de inspirar, el aire atraviesa la herida y entra al espacio pleural por la presión negativa creada en la cavidad torácica por la contracción de los músculos respiratorios. En las heridas más grandes el aire puede fluir con libertad hacia el interior y el exterior del espacio pleural en las distintas fases de la respiración (figura 10-9). Este flujo anormal de aire a través de la pared torácica puede producirse de forma preferente sobre el flujo normal de las vías aéreas superiores hacia el pulmón, dado que la resistencia a través de la herida al flujo suele ser menor que en la vía aérea, sobre todo cuando el defecto es grande. La ventilación eficaz se inhibe después por colapso del pulmón en el lado lesionado y el flujo de aire pasa a orientarse preferentemente hacia el espacio pleural, no al pulmón. Algunos pacientes pueden tener un flujo de aire al espacio pleural durante la inspiración, sin salida del aire durante la espiración, lo que genera un efecto de válvula y conduce al desarrollo de un neumotórax a tensión.

Los mecanismos que pueden llevar al neumotórax abierto incluyen heridas por arma de fuego, explosiones de bombas, apuñalamientos, empalmamientos y, en ocasiones, traumatismos cerrados.

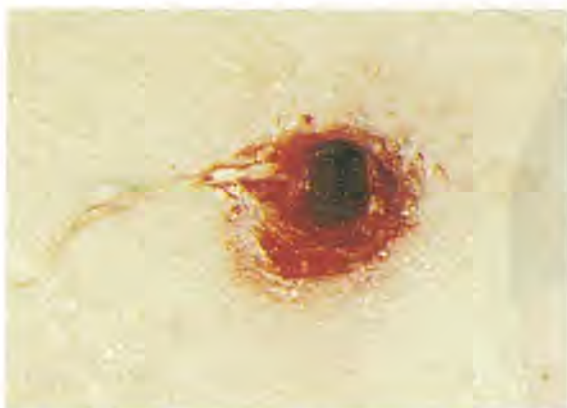
**Evaluación.** La evaluación de un paciente con neumotórax abierto pone de manifiesto una evidente dificultad respiratoria. El pa-

ciente está ansioso y con taquipnea. La frecuencia del pulso estará elevada y puede ser filiforme. La observación de la pared torácica pone de relieve la herida, en la cual pueden identificarse sonidos de aspiración audibles durante la inspiración con burbujeo durante la espiración.

**Tratamiento.** El tratamiento inicial de un neumotórax abierto consiste en cerrar el defecto de la pared torácica y administrar suplementos de oxígeno. El flujo de aire a través de la herida se puede interrumpir en general mediante la aplicación de un vendaje oclusivo sobre la misma, que se debe estabilizar en tres lados<sup>1</sup>. Esta maniobra impide que el aire penetre en la cavidad torácica durante la inspiración, al tiempo que deja salir aire por el lado del vendaje que no está asegurado durante la espiración (figura 10-10).

Si estas medidas no consiguen mantener al paciente de forma adecuada, se puede necesitar una intubación endotraqueal con ventilación con presión positiva<sup>11</sup>. Si se aplica presión positiva, el profesional prehospitalario deberá monitorizar al paciente con cuidado por si desarrolla un neumotórax a tensión. Si aparecen signos de dificultad respiratoria creciente, se debería retirar el vendaje de la herida para permitir la descompresión de cualquier posible tensión acumulada. Si esta medida no resulta eficaz, se debería plantear una descompresión con aguja y la ventilación con presión positiva si no se han empleado ya<sup>10</sup>.

Un paciente con un neumotórax abierto casi siempre tiene lesiones en el pulmón subyacente. Por tanto, existen dos orígenes posibles del aire que entra al espacio pleural: el defecto de la pared torácica y la laceración pulmonar. Aunque la lesión torácica se selle con un vendaje oclusivo, puede persistir la fuga de aire al espacio pleural a partir del pulmón lesionado, lo que puede predisponer al desarrollo de un neumotórax a tensión (figura 10-11). Al menos se comercializa un dispositivo para el tratamiento de los neumotórax abiertos (el sello torácico de Asherman). No se han publicado datos que demuestren que este dispositivo sea mejor o igual que el vendaje oclusivo simple (hoja de papel de aluminio o venda impregnada en vaselina). Posiblemente el coste adicional no esté justificado.

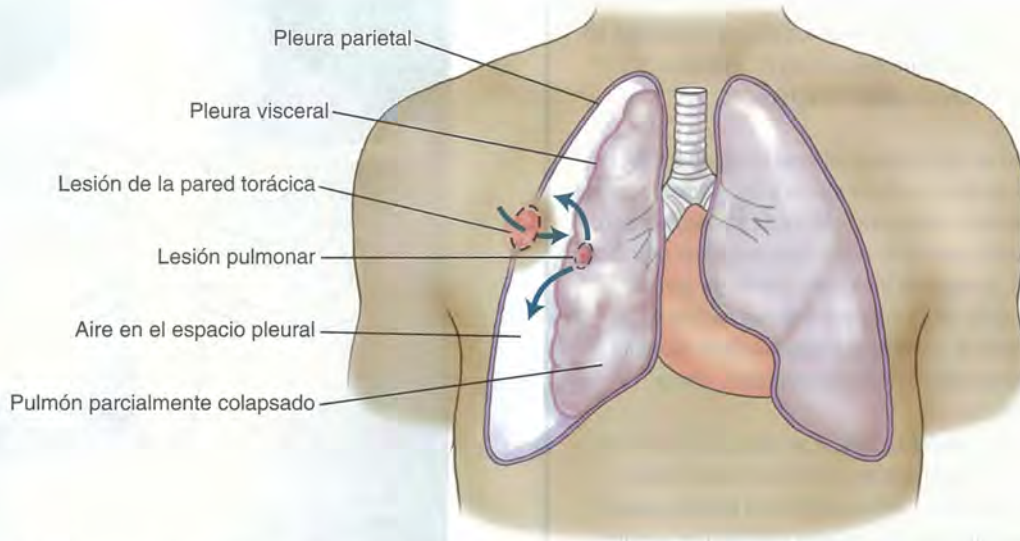


**FIGURA 10-9** Una herida torácica por arma blanca o de fuego origina un agujero en la pared torácica a través del cual el aire puede salir o entrar en la cavidad pleural.



**FIGURA 10-10** Pegar un trozo de plástico o papel de aluminio a la pared torácica en tres puntos genera un efecto de válvula-aleteante, que permite al aire salir del espacio pleural, pero no volver a entrar.

Peter Pan



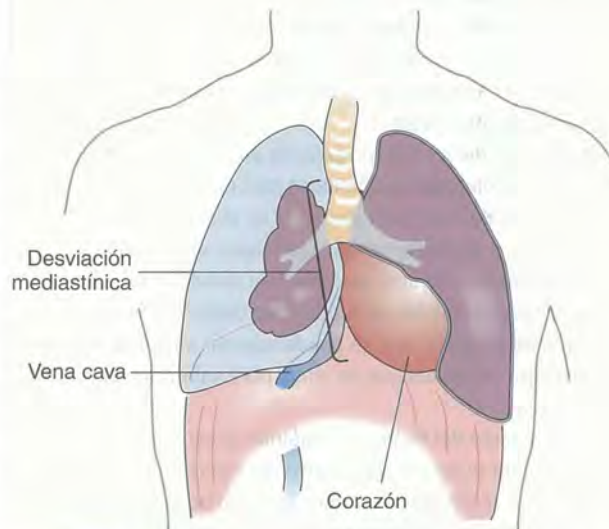
**FIGURA 10-11** Debido a la íntima proximidad entre la pared torácica y el pulmón, es muy difícil que una lesión de la pared provocada por un traumatismo penetrante no lesione también al pulmón. El cierre de la herida de la pared torácica no interrumpe necesariamente la salida de aire hacia el espacio pleural, ya que este puede proceder también del pulmón.

### Neumotórax a tensión

El neumotórax a tensión es una emergencia por riesgo vital. Si sigue entrando aire al espacio pleural y no sale, la presión intratorácica aumentará. Esto determina dos consecuencias devastadoras: dificultad respiratoria y *shock*. La mayor presión en el lado lesionado del tórax desplaza las estructuras del mediastino hacia el lado contrario (figura 10-12). La distorsión de la anatomía dificulta el retorno venoso al corazón a través de una VCI retorcida y dificulta la insuflación del pulmón en el lado no lesionado al limitar el espacio para expandirse. El resultado puede ser un *shock* no compensado. Estos mismos procesos determinan una dificultad respiratoria. La desviación de las estructuras mediastínicas hacia el lado sano del tórax comprime el pulmón de este lado, aumentando el esfuerzo necesario para llenarlo de aire. Al mismo tiempo, el pulmón del lado lesionado se colapsa y no participa de forma significativa en el intercambio de gases. El resultado final será la hipoxia y una insuficiencia respiratoria franca.

Cualquier paciente con un traumatismo torácico tiene riesgo de desarrollar un neumotórax a tensión. Este riesgo es especialmente alto en los pacientes con un posible neumotórax (p. ej., signos de fracturas costales), en los pacientes con un neumotórax conocido (p. ej., paciente con una herida penetrante torácica) y los enfermos con lesiones torácicas que se someten a ventilación con presión positiva. Estos pacientes se deben monitorizar de forma estrecha y trasladar a un centro adecuado lo más rápido posible.

**Evaluación.** Los hallazgos variarán en función de la presión acumulada dentro del espacio pleural. Inicialmente los pacientes mostrarán aprensión e incomodidad. En general referirán dolor torácico y al menos cierto grado de disnea. Al empeorar la tensión, mostrarán cada vez más agitación y dificultad respirato-



**FIGURA 10-12** Neumotórax a tensión. Si la cantidad de aire atrapado en el espacio pleural continúa aumentando, no sólo se colapsará el pulmón del lado afectado, sino que el mediastino se desviará hacia el lado opuesto. El pulmón contralateral se colapsará y la presión intratorácica aumentará, disminuyendo el flujo sanguíneo capilar y desviando la vena cava.

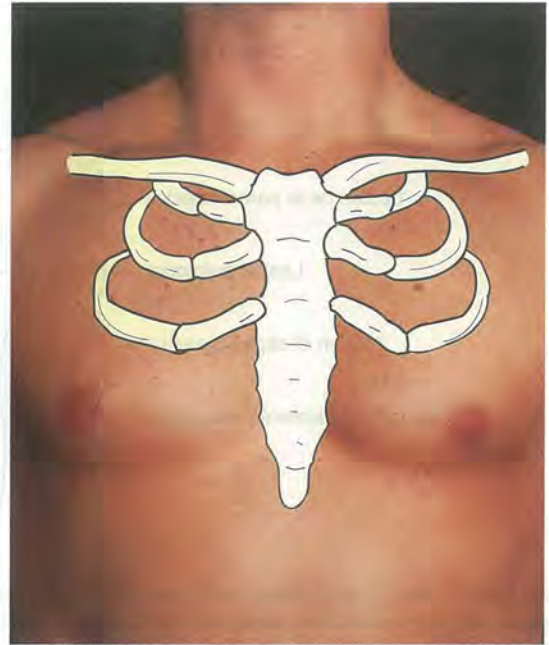
ria. En los casos graves puede encontrarse apnea y cianosis. Los hallazgos clásicos son desviación de la tráquea hacia el lado opuesto al lesionado, reducción del murmullo vesicular en el lado lesionado y percusión timpánica. Resulta bastante difícil valorar el murmullo vesicular disminuido sobre el terreno. Una práctica constante de la auscultación en todos los pacientes aumentará la habilidad del profesional y facilitará la detección de este importante hallazgo. La detección de una percusión timpánica sobre el terreno resulta prácticamente imposible, aun-

Aunque con frecuencia se comentan los signos siguientes en el neumotórax a tensión, muchos pueden no aparecer o resultar difícil identificarlos sobre el terreno:

- La *desviación de la tráquea* suele ser un signo tardío. La tráquea está unida a nivel del cuello a la columna cervical mediante fascias y otras estructuras de sostén; por eso, es más probable que se desvíe la tráquea en su región intratorácica, aunque en los casos graves se puede palpar. A menudo no se encuentra la desviación de la tráquea durante la valoración prehospitalaria. Aunque exista, puede resultar difícil su diagnóstico con la exploración física.
- Las *venas cervicales distendidas* se describen como un signo clásico de neumotórax a tensión. Sin embargo, dado que un paciente con neumotórax a tensión puede haber perdido también una notable cantidad de sangre, esta distensión de las venas puede no resultar tan llamativa. Si el paciente tiene colocados unos pantalones neumáticos *antishock* (PNAS), las venas del cuello pueden estar distendidas por el dispositivo sin presencia de un neumotórax a tensión.
- La *cianosis* resulta difícil de ver sobre el terreno. La mala iluminación, la variación del color de la piel y la suciedad y la sangre secundarios al traumatismo hacen que este signo sea poco fiable.
- *Reducción del murmullo vesicular en el lado lesionado.* La parte de la exploración física más útil es buscar la reducción del murmullo vesicular en el lado lesionado. Sin embargo, para poder utilizar este signo, el profesional prehospitalario deberá ser capaz de distinguir el murmullo vesicular normal del atenuado. Esta distinción necesita de una gran práctica, que se puede adquirir auscultando a todos los pacientes que se tenga para valorar el murmullo vesicular.
- La *percusión del tórax* es un método excelente para determinar el estado de la cavidad torácica en el ambiente relativamente tranquilo de un hospital. En el ruidoso entorno prehospitalario resulta mucho más difícil detectar estos sonidos. Dada la dificultad para obtener este signo y el tiempo y ambiente necesarios para poder valorarlo, no resulta recomendable para el diagnóstico sobre el terreno de neumotórax a tensión.

que se debe comentar este dato para que la información sea completa. Otros hallazgos físicos que pueden encontrarse son distensión de la vena yugular, crepitantes en la pared torácica y cianosis. La taquicardia y taquipnea son cada vez más llamativas conforme aumenta la presión intratorácica hasta culminar en hipotensión y *shock* descompensado.

**Tratamiento.** La primera prioridad del tratamiento es descomprimir el neumotórax a tensión<sup>10</sup>. En un paciente con neumo-



**FIGURA 10-13** La forma más fácil de descomprimir la cavidad torácica es con una aguja, que es la técnica con menos probabilidades de originar complicaciones si se lleva a cabo en la línea medioclavicular en el segundo espacio intercostal.

tórax abierto, si se ha aplicado un vendaje compresivo, se deberá retirar durante unos segundos, lo que debería permitir la descompresión del neumotórax a tensión a través de la herida con salida del aire por la misma. Puede ser necesario repetir esta intervención de forma periódica durante el traslado si reaparecen los síntomas de tensión. Si la retirada durante unos segundos del vendaje no es eficaz o el paciente no tiene una herida abierta, el profesional de SVA puede realizar la toracostomía con aguja (10-16 G) para descomprimir el neumotórax a tensión (véase sección «Habilidades específicas» si se desea una descripción completa de esta intervención). En general, no se colocan tubos de tórax (toracostomía con tubo) durante la asistencia prehospitalaria por el riesgo de infecciones, posibles complicaciones y por la necesidad de mantener la habilidad para su colocación. La frecuencia publicada de complicaciones de la toracostomía con tubo oscila entre el 2,8% y el 21%<sup>15,16</sup>. La toracostomía con aguja para descompresión se debería realizar en el momento en el que se identifiquen estas tres alteraciones: 1) dificultad respiratoria progresiva o dificultad para ventilar con dispositivo de MBV; 2) ausencia o reducción unilateral del murmullo vesicular, y 3) *shock* descompensado (presión arterial sistólica <90 mm Hg)<sup>10,14</sup>. Si no se plantea la descompresión, es obligado un traslado rápido a un centro adecuado mientras se administra oxígeno a concentración alta (≥85%).

**Descompresión con aguja.** La descompresión con aguja se realiza por el segundo o tercer espacio intercostal en la línea medioclavicular (figura 10-13). Esta localización se elige por la fa-

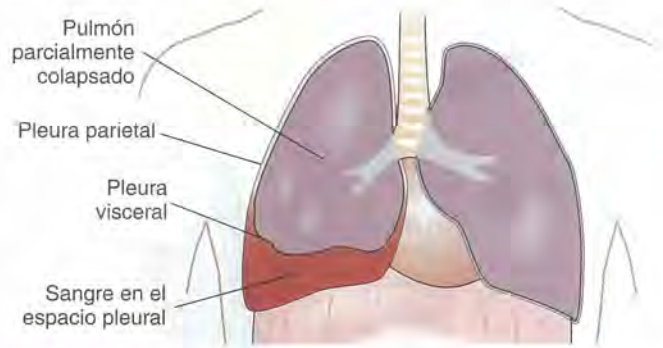
cilidad de acceso para el profesional prehospitalario que trasladado al paciente que posiblemente ha sido preparado para traslado tumbado sobre una tabla con un collarín cervical, con los brazos extendidos a los lados del cuerpo (lo que dificulta el acceso a la línea medioaxilar en la que se suelen poner los tubos de tórax). El catéter para descompresión tiene menor riesgo de sufrir desplazamientos tras su colocación cuando se pone en la línea medioclavicular. El pulmón del lado afectado está colapsado y desplazado hacia el lado contrario, de forma que el riesgo de dañarlo durante el procedimiento es escaso. La descompresión se realiza con una aguja intravenosa gruesa (10-16 G). En algunos casos la descompresión con aguja puede no resultar eficaz, sobre todo porque la aguja sea demasiado corta (<5 cm) para entrar en la pared torácica o porque el catéter se retuerce tras retirar la aguja, lo que bloquea la salida de aire<sup>17,18</sup>. Se comercializa una aguja/catéter para la descompresión pleural con un calibre grande (8,5 F) y un refuerzo con alambre del catéter para reducir el riesgo de que se retuerza (*Emergency Pneumothorax Set-Prehospital*, Cook Critical Care, Bloomington, Ind). La aguja y el catéter se deben introducir hasta que se consigue que salga aire y no empujarlos más. Tras conseguir la descompresión, se asegura el catéter al tórax con esparadrapo para evitar que se salga de su sitio. Una mala colocación (demasiado profunda) puede causar lesiones pulmonares, cardíacas o en los grandes vasos<sup>19</sup>.

Como regla general, el neumotórax a tensión bilateral es extremadamente infrecuente en pacientes que no han sido intubados y ventilados con presión positiva. El primer paso al revalorar al paciente es confirmar la localización del tubo endotraqueal (ET), asegurarse de que no se ha curvado o plegado y esto determina la compresión del tubo y también confirmar que el tubo no se ha introducido de forma inadvertida en un bronquio principal. Se debe tener extremo cuidado cuando se realiza la descompresión con aguja bilateral en pacientes que no están siendo ventilados con ventilación con presión positiva. Si la valoración del profesional es errónea, se pueden generar neumotórax bilaterales que determinan una dificultad respiratoria grave.

El paciente debe ser trasladado con rapidez a un centro adecuado. Se debe coger una vía intravenosa, salvo que el tiempo de traslado sea especialmente corto. El paciente debe ser vigilado de forma estrecha para detectar un posible deterioro. La descompresión repetida y la intubación endotraqueal pueden ser medidas necesarias.

## Hemotórax

Se produce un hemotórax cuando entra sangre al espacio pleural. Como este espacio puede acoger entre 2500 y 3000 ml, el hemotórax puede ser una fuente importante de pérdida de sangre. De hecho, la pérdida de volumen circulante de sangre por una hemorragia en el espacio pleural supone una agresión fisiológica mayor para el enfermo con un traumatismo torácico que el colapso pulmonar inducido por el hemotórax (figura 10-14). Es raro que se acumule una cantidad suficiente de sangre para ocasionar un «hemotórax a tensión». Los mecanismos respon-



**FIGURA 10-14** Hemotórax. La cantidad de sangre que puede acumularse en la cavidad torácica y que produce hipovolemia influye mucho más en la gravedad de la situación que la magnitud de la compresión pulmonar provocada por esta sangre.

sables del hemotórax son los mismos que inducen los distintos tipos de neumotórax. La hemorragia puede originarse en los músculos de la pared torácica, los vasos intercostales, el parénquima pulmonar, los vasos pulmonares o los grandes vasos torácicos.

## Evaluación

La valoración muestra un paciente con malestar. Destaca el dolor torácico y la disnea. El profesional prehospitalario debería buscar de forma activa signos de *shock*: palidez, confusión, taquicardia, taquipnea e hipotensión. El murmullo vesicular del lado afectado estará reducido, pero el tono de la percusión es mate. El neumotórax puede asociarse al hemotórax, lo que aumenta el riesgo de compromiso cardiorrespiratorio.

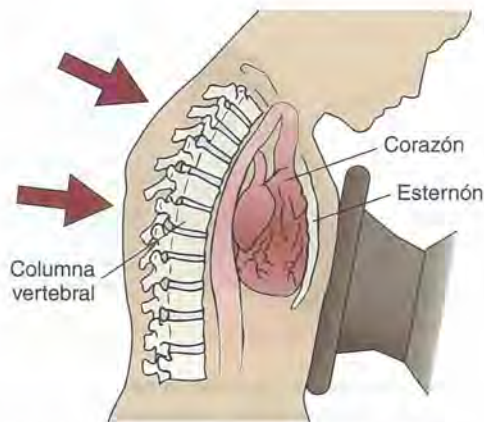
## Tratamiento

El tratamiento incluye la observación seriada para detectar el deterioro fisiológico al tiempo que se da el soporte adecuado. Se debería administrar oxígeno en concentraciones altas y apoyar la ventilación si es preciso con MBV o técnicas más avanzadas si se cuenta con ellas y están indicadas. Se debe monitorizar de forma estrecha el estado hemodinámico. El traslado rápido a un centro adecuado capaz de realizar de forma inmediata una cirugía completa el algoritmo terapéutico en el hemotórax.

## Traumatismos cardíacos cerrados

Las lesiones cardíacas se suelen asociar a la aplicación de una fuerza en la parte anterior del tórax, sobre todo en una desaceleración durante una CVM con choque frontal<sup>1,20</sup>. Un ejemplo podría ser el impacto entre el tórax del paciente y el volante del coche cuando choca contra un pilar de un puente. En este caso el corazón quedará comprimido entre el esternón en la parte anterior y la columna vertebral en la posterior (figura 10-15). Esta compresión cardíaca determina un incremento abrupto de la presión intraventricular varias veces por encima de lo normal, lo que determina la contusión cardíaca, a

Peter Pan



**FIGURA 10-15** El corazón puede quedar atrapado entre el esternón (cuando este choca contra el volante o el salpicadero) y la pared torácica posterior (ya que esta continúa su movimiento hacia delante). En esta situación puede producirse una contusión miocárdica.

veces lesiones valvulares y, en raras ocasiones, rotura cardíaca, con el siguiente orden:

- **Contusión cardíaca.** La consecuencia más frecuente de una compresión cardíaca es la contusión cardíaca en la cual se desarrolla un hematoma en el músculo cardíaco con lesiones de grado variable en las células miocárdicas. Esta lesión suele traducirse en arritmias, como la taquicardia sinusal<sup>20</sup>. Aunque son menos frecuentes, causan más preocupación las extrasístoles ventriculares (ESV) y los ritmos que no garantizan la perfusión, como la taquicardia ventricular (TV) y la fibrilación ventricular (FV). Si se afecta la región del tabique cardíaco, el electrocardiograma (ECG) puede mostrar alteraciones de la conducción interventricular, como bloqueo de rama derecha (BRD). Si se lesiona un volumen de miocardio suficiente, se puede alterar la contractilidad del corazón y se reducirá el gasto cardíaco, con el consiguiente *shock* cardiogénico. A diferencia de otras formas de *shock* que se suelen encontrar en los traumatismos, este tipo de *shock* no mejora al administrar líquidos y puede incluso empeorar.
- **Rotura valvular.** La rotura de las estructuras de soporte valvular o de las propias válvulas hace que sean insuficientes. El paciente desarrollará grados variables de *shock* con signos y síntomas de insuficiencia cardíaca congestiva (ICC), como taquipnea, estertores y soplo cardíaco de reciente aparición.
- **Rotura cardíaca cerrada.** La rotura cardíaca cerrada es rara y se produce en menos de un 1% de los pacientes con traumatismos torácicos cerrados<sup>20-22</sup>. La mayor parte de estos enfermos mueren en el propio lugar del traumatismo desangrados o por un taponamiento cardíaco mortal. Los supervivientes desarrollan un taponamiento cardíaco, como se comenta más adelante.

## Evaluación

La valoración del paciente con un traumatismo cardíaco cerrado muestra un mecanismo que implicó un impacto frontal en el centro del tórax. Una columna de dirección doblada asociada a un hematoma encima del esternón indica este mecanismo. Igual que sucede con otras lesiones torácicas, el paciente suele referir dolor torácico o disnea. Si desarrolla una arritmia, el paciente puede tener palpitaciones. Los datos de la exploración que deben preocuparnos son un hematoma esternal, crepitantes encima del esternón e inestabilidad esternal. Cuando el esternón flota (*esternón batiente*), las costillas de los lados del mismo estarán rotas y permiten su movimiento paradójico con las respiraciones, igual que sucede en el volet torácico descrito antes. Si se ha roto una válvula, se podrá auscultar un soplo rudo sobre el precordio además de encontrar signos de ICC, como hipotensión, distensión de la vena yugular y estertores. La monitorización del ECG puede mostrar taquicardia, ESV, otras alteraciones del ritmo o elevación del segmento ST.

## Tratamiento

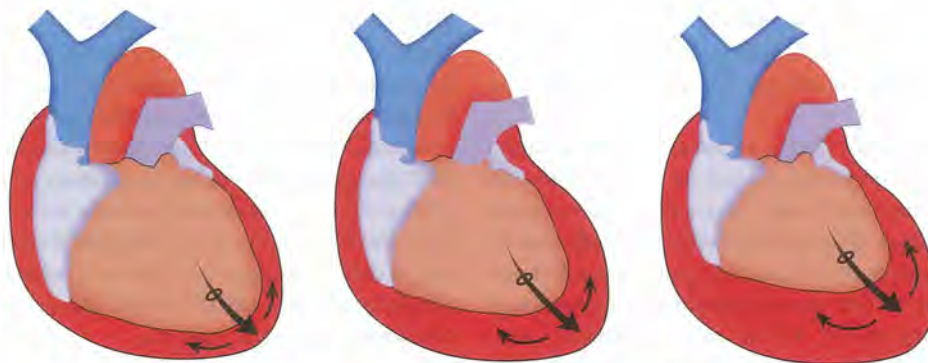
La estrategia clave de tratamiento es una valoración correcta de la posibilidad de que se haya producido una lesión cardíaca cerrada y transmitir este temor junto con los datos clínicos al hospital receptor. Entre tanto, se administra oxígeno a concentraciones altas y se pone una vía IV para administrar líquidos de forma juiciosa. El paciente se debe monitorizar para detectar arritmias y elevación del segmento ST si aparecen. Si existen arritmias y hay profesionales de SVA, se debería iniciar el tratamiento farmacológico. Como siempre, se deben aplicar medidas de soporte ventilatorio si están indicadas.

## Taponamiento cardíaco

Se produce un taponamiento cardíaco cuando se acumula líquido de forma aguda entre el saco pericárdico y el corazón<sup>1,21</sup>. El saco pericárdico está compuesto por tejido fibroso inelástico. En condiciones normales hay muy poco líquido dentro de este saco, igual que en el espacio pleural, como se ha descrito antes. Como el pericardio es inelástico, la presión empieza a aumentar con rapidez en cuanto se acumula líquido. Este incremento de la presión pericárdica dificulta el retorno venoso al corazón y reduce el gasto cardíaco y la presión arterial. En cada contracción del corazón, puede producirse la entrada de más líquido al saco pericárdico, lo que dificulta aún más la capacidad del corazón de llenarse para prepararse para la siguiente contracción (figura 10-16). Esta alteración puede llegar a ser lo bastante grave como para precipitar una *actividad eléctrica sin pulso* (AESP) y se trata de una lesión con riesgo para la vida que obliga a los profesionales implicados en las distintas fases de la asistencia a realizar una respuesta coordinada para conseguir un pronóstico óptimo. El pericardio normal de un adulto puede recibir hasta 300 ml de líquido antes de que se desarrolle la actividad eléctrica sin pulso, pero bastaría con 50 ml para impedir el retorno cardíaco y reducir el gasto cardíaco<sup>1</sup>.

El taponamiento cardíaco normalmente se debe a una herida por arma blanca en el corazón. Este mecanismo puede aso-

Peter Pan



**FIGURA 10-16** Taponamiento cardíaco. Cuando la sangre pasa del interior del corazón al espacio pericárdico, limita la expansión de los ventrículos, que no pueden llenarse por completo. A medida que la sangre se acumula en el espacio pericárdico, disminuye el espacio ventricular disponible para la sangre, con la consiguiente reducción del gasto cardíaco.

ciarse a la penetración en una de las cámaras cardíacas o sólo a una laceración del miocardio, pero en ambos casos se produce una hemorragia dentro del saco pericárdico. El incremento de la presión dentro del pericardio ocasiona la fisiología del taponamiento cardíaco. Al mismo tiempo, el aumento de presión dentro del pericardio puede taponar un posible sangrado originado en la herida cardíaca, lo que permitiría la supervivencia. En el caso de las heridas por arma de fuego del corazón, las lesiones cardíacas y pericárdicas son tan graves que el pericardio no consigue contener la hemorragia y se produce un desangrado rápido. La rotura cerrada de una cámara cardíaca puede ocasionar un taponamiento cardíaco, aunque es más frecuente que determine una hemorragia que desangra al paciente.

Se debe recordar el taponamiento cardíaco como posibilidad en la valoración de los pacientes con una herida penetrante torácica. Este nivel de sospecha se debe incrementar hasta el grado de «presente salvo que se demuestre lo contrario» cuando la lesión torácica se encuentre dentro de un rectángulo (la caja cardíaca) formado al dibujar una línea horizontal siguiendo las clavículas, una vertical desde los pezones a los márgenes costales y otra segunda línea horizontal conectando los puntos de intersección entre las líneas verticales y el margen costal (figura 10-17). La presencia de este tipo de heridas se debe comunicar al centro receptor en cuanto se reconozca.

## Evaluación

La evaluación implica un reconocimiento rápido de las heridas de riesgo, como se ha comentado, además de valorar los hallazgos físicos de un taponamiento cardíaco. La *triada de Beck* es una constelación de hallazgos que sugieren un taponamiento cardíaco: 1) tonos cardíacos atenuados (el líquido que rodea al corazón dificulta la auscultación del sonido de cierre de las válvulas cardíacas); 2) distensión de la vena yugular (causada por el incremento de presión dentro del pericardio, que fuerza el retorno de la sangre hacia las venas del cuello), y 3) hipotensión arterial. Otro hallazgo físico en el taponamiento cardíaco es el pulso paradójico. En realidad se corresponde a una acen-



**FIGURA 10-17** En una serie de 46 pacientes con lesiones cardíacas penetrantes, 40 tenían una herida dentro de la «caja cardíaca».

(Tomado de Richardson JD, Flint LM: *Trauma: pathophysiology and clinical care*, Chicago, 1987, Yearbook Medical.)

tuación del ligero descenso normal de la presión arterial sistólica (PAS) durante la inspiración. Al expandirse los pulmones, se produce un llenado y eyección preferenciales de la sangre desde el lado derecho a expensas del izquierdo, de forma que se reduce la presión periférica. Esta reducción de la PAS suele ser menor de 10-15 mm Hg. El pulso paradójico es un descenso mayor de la PAS.

Resulta difícil detectar algunos de estos signos sobre el terreno, en especial los tonos cardíacos amortiguados y el pulso paradójico. Por eso, el profesional que trabaja sobre el terreno debe mantener un elevado índice de sospecha según la localización de las heridas y la aparición de hipotensión y aplicar el tratamiento que corresponda.

## Tratamiento

El tratamiento exige un traslado rápido y bajo monitorización a un centro que pueda realizar la reparación quirúrgica urgente<sup>9,12,23-27</sup>. El profesional prehospitalario debe reconocer que existe un probable taponamiento cardíaco e informar el centro receptor para que vayan preparando la cirugía urgente. Se debería administrar oxígeno en altas concentraciones y colocar una vía IV para iniciar el tratamiento con líquidos, porque así se incre-

menta la presión venosa central y se puede mejorar el llenado cardíaco durante un tiempo. El profesional debe plantearse la intubación endotraqueal y la ventilación con presión positiva en pacientes hipotensos<sup>13,25,26</sup>.

El tratamiento definitivo obliga a liberar el taponamiento cardíaco y reparar las lesiones. El drenaje de parte del líquido pericárdico mediante pericardiocentesis con aguja suele ser una maniobra temporal eficaz. En casos raros se ha realizado una toracotomía de reanimación sobre el terreno por el personal médico en los países en los que estos profesionales responden a las llamadas de emergencia<sup>28,29</sup>. El uso de los pantalones neumáticos *antishock* (PNAS) ha resultado pernicioso en estos pacientes<sup>30</sup>.

## Conmoción cardíaca

El término *conmoción cardíaca* alude a la situación clínica en la cual un golpe en apariencia inocuo en la parte anterior del tórax determina una parada cardíaca súbita. Se piensa que la conmoción cardíaca causa unas 20 muertes cada año en EE. UU. principalmente en niños y adolescentes (edad media unos 13 años). La mayor parte de los expertos plantean la teoría de que la conmoción cardíaca se debe a un golpe relativamente menor no penetrante en la región precordial (área situada encima del corazón) durante una porción vulnerable del ciclo cardíaco a nivel eléctrico, aunque otros autores consideran que su desarrollo se puede relacionar con un espasmo de los vasos coronarios.

Este trastorno se produce con mayor frecuencia durante acontecimientos deportivos no profesionales en los que la víctima recibe un golpe con un proyectil, como sucede en el béisbol (el más frecuente), un palo de jockey hielo, una pelota de lacrosse o un balón. Sin embargo, también se han descrito casos de este cuadro tras un impacto corporal (golpes de karate), en CVM a baja velocidad y en la colisión de dos jugadores que trataban de coger la pelota en el béisbol. Tras el impacto, las víctimas han caminado uno o dos pasos, para después desplomarse sobre el suelo en parada cardíaca. Típicamente no se encuentran lesiones en las costillas, el esternón o el corazón en la autopsia. La mayor parte de las víctimas no tienen antecedentes de cardiopatía conocida. Este trastorno se puede prevenir utilizando protectores para la pared torácica y otros equipos, como béisbol de seguridad.

## Evaluación

Los pacientes que han sufrido una conmoción cardíaca están en parada cardiopulmonar. En algunos casos se observa un pequeño hematoma sobre el esternón. El ritmo más frecuente es la fibrilación ventricular (FV), aunque también se puede encontrar un bloqueo cardíaco completo y bloqueo de rama izquierda (BRI) con elevaciones del segmento ST.

## Tratamiento

Cuando se confirma la parada cardíaca, se inicia la reanimación cardiopulmonar (RCP). La conmoción cardíaca se trata de un modo parecido a la parada cardíaca secundaria al infarto de mio-

cardio más que como una de origen traumático. Se debe determinar el ritmo cardíaco de la forma más resolutiva posible y se administrará una defibrilación rápida si se encuentra una FV. El pronóstico es malo y la probabilidad de sobrevivir es un 15% o menos. Virtualmente todos los supervivientes recibieron una RCP rápida iniciada por los transeúntes con defibrilación inmediata a menudo con un desfibrilador externo automático (DEA). Si no se tiene éxito con los intentos de defibrilación inmediatos, se deberá asegurar la vía aérea y colocar una vía IV. Pueden administrarse adrenalina y antiarrítmicos como se indica en los protocolos de parada cardíaca.

## Rotura traumática de la aorta

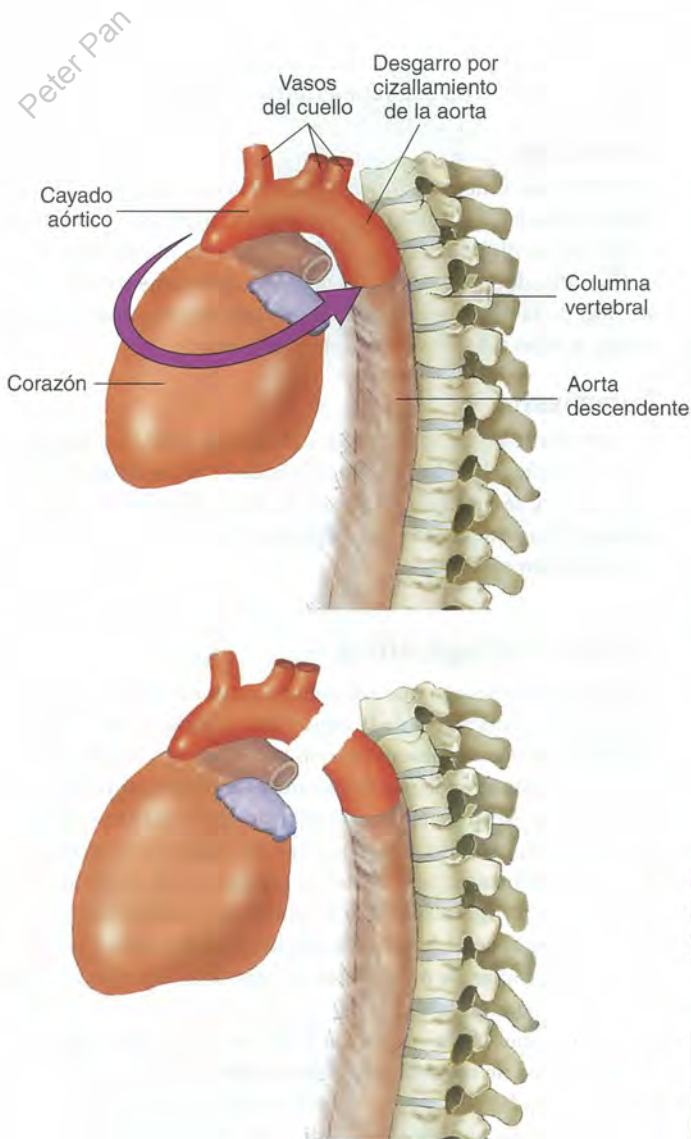
La rotura traumática de la aorta se debe a una desaceleración/ace-leración de una fuerza intensa<sup>31</sup>. Ejemplos de este mecanismo son las colisiones frontales a gran velocidad y las caídas desde la altura en las que el paciente aterriza tumbado.

La aorta se origina en la parte superior del corazón en el mediastino. El corazón y el cayado aórtico son relativamente móviles dentro de la cavidad torácica. Cuando el cayado aórtico pasa a ser la aorta descendente este vaso se une más a la columna vertebral y pasa a ser relativamente inmóvil. Cuando tiene lugar una desaceleración súbita del cuerpo, como en un choque frontal a alta velocidad, el corazón y el cayado aórtico se seguirán desplazando hacia delante en relación con la aorta descendente fija (inmóvil). Esto ocasiona fuerzas de cizallamiento en la pared de la aorta en la unión entre estos dos segmentos del vaso<sup>31</sup>. Este cizallamiento se agrava porque esta unión también es el lugar en el cual el ligamento arterioso se une a la aorta, lo que contribuye a anclarla y favorecer el cizallamiento. Esta fuerza puede romper la pared de la aorta en grados variables (figura 10-18). Cuando el desgarró se extiende por todo el espesor de la pared, el paciente se desangra con rapidez. Sin embargo, si el desgarró sólo atraviesa una parte de la misma, dejando intacta la capa externa, el paciente podrá sobrevivir un tiempo variable, por lo que la identificación y tratamiento rápidos resultan esenciales para conseguir un buen pronóstico<sup>31</sup>.

## Evaluación

La evaluación de una rotura aórtica depende del índice de sospecha. Se debe mantener un elevado índice de sospecha ante situaciones con mecanismos de desaceleración/aceleración de alta energía. Irónicamente, aunque esta lesión es devastadora, pueden existir pocas evidencias externas de daños torácicos. En cualquier caso, el profesional prehospitalario tiene que valorar la adecuación de la vía aérea y la respiración. Se debe realizar una auscultación y palpación cuidadosa. La calidad del pulso puede ser distinta entre las extremidades superiores o entre estas y las inferiores, lo que sugiere una rotura aórtica.

El diagnóstico definitivo requiere un estudio radiológico en el hospital. Las radiografías simples de tórax pueden mostrar diversos signos sugestivos de la lesión. El más fiable es el ensanchamiento mediastínico. Las lesiones se puede confirmar en

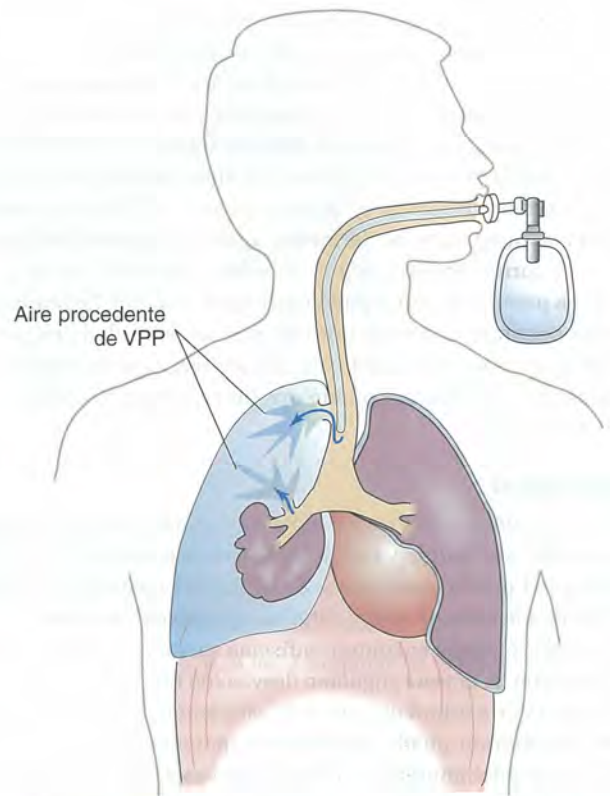


**FIGURA 10-18** La aorta descendente está firmemente unida a las vértebras dorsales. El cayado aórtico y el corazón no están fijados a las vértebras. La rotura por cizallamiento suele producirse en la unión del cayado con la aorta descendente.

la aortografía, la tomografía computarizada (TC) torácica y la ecocardiografía transesofágica de forma definitiva<sup>31</sup>.

### Tratamiento

El tratamiento de la rotura traumática de la aorta sobre el terreno es de mantenimiento. Se debe mantener un alto índice de sospecha de esta posibilidad diagnóstica cuando se haya producido el mecanismo adecuado. Se deben buscar otras lesiones torácicas. Se deberían administrar suplementos de oxígeno a concentraciones altas y poner una vía intravenosa, salvo en los casos de traslados excepcionalmente cortos. La comunicación con el centro receptor sobre el mecanismo y la sospecha de rotura aórtica se debe realizar lo más pronto posible. Es obligado controlar de forma estricta la presión arterial para conseguir un buen pronóstico de estas lesiones (cuadro 10-2).



**FIGURA 10-19** Rotura traqueal o bronquial. La ventilación con presión positiva (VPP) puede hacer que grandes cantidades de aire salgan por una rotura de la tráquea o bronquial y provoquen rápidamente un neumotórax a tensión.

### CUADRO 10-2 Mantenimiento de la presión arterial

*Advertencia:* Cuando se realiza el traslado interhospitalario de pacientes con sospecha de rotura aórtica, es importante no aumentar de forma agresiva la presión arterial del paciente porque se podría producir una hemorragia que lo desangre (véase capítulo 7). Muchos de estos pacientes pueden recibir medicamentos, como beta bloqueantes (p. ej., esmolol, metoprolol) para mantener la presión arterial en valores bajos, típicamente una presión arterial media de 70 mm Hg o inferior.

En muchos casos los enfermos o médicos pueden acompañar a los pacientes para dirigir el tratamiento farmacológico de su presión arterial.

### Rotura traqueobronquial

La rotura traqueobronquial es una entidad infrecuente, pero que puede ocasionar la muerte<sup>32</sup>. Todas las laceraciones del pulmón implican rotura de las vías aéreas. La porción intratorácica de la tráquea o uno de los bronquios principales o secundarios se rompen, lo que se traduce en un alto flujo de aire a través de la lesión hacia el mediastino o el espacio pleural. Se acumula presión con rapidez lo que determina un pneumo-

tórax») pueden ser realizadas por personal autorizado, típicamente personal médico de las plantillas de los aviones si el paciente necesita una descompresión con aguja o se demuestra un neumotórax abierto.

Se debe asegurar una vía intravenosa y administrar líquidos IV de forma juiciosa. Los pacientes con sospecha de hemorragias intratorácica, intrabdominal o retroperitoneal deben mantenerse con una TAS en el orden de 80-90 mmHg. Una reanimación con volumen demasiado agresiva puede ocasionar un empeoramiento notable de las contusiones pulmonares y generar hemorragias internas repetidas (véase capítulo 7). Los pacientes

con dolor intenso por fracturas costales múltiples pueden beneficiarse de la administración de dosis intravenosas bajas de narcóticos ajustadas según necesidad. Si la administración de narcóticos determina hipotensión e insuficiencia respiratoria, se deberá realizar la reanimación con volumen y el soporte ventilatorio.

Los pacientes con arritmias cardíacas asociada a una lesión cardíaca cerrada se pueden beneficiar del uso de fármacos antiarrítmicos. Cualquier intervención realizada se debe anotar de forma cuidadosa en la historia del paciente y se debe notificar al centro receptor.

## RESUMEN

Las lesiones torácicas son especialmente importantes debido al posible compromiso de la función respiratoria y circulatoria y a que suelen asociarse a traumatismos multiorgánicos. El profesional de la asistencia prehospitalaria debe tratar de forma intensiva a los pacientes que han sufrido traumatismos torácicos y disponer su evacuación rápida para que reciban la asistencia definitiva. En todo paciente en que se sospeche un traumatismo torácico deberá prestarse una atención especial a la administración de oxígeno y la necesidad de asistencia respiratoria. Hay que buscar signos de un neumotórax a tensión porque, aunque capaz de desencadenar la muerte con gran rapidez si no se trata, puede

corregirse en el lugar del suceso mediante una descompresión con aguja. Debido al elevado riesgo de traumatismo multisistémico, sobre todo en los traumatismos torácicos contusos, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe considerar la posibilidad de inmovilizar la columna vertebral y, al igual que en cualquier paciente traumatizado, controlar la hemorragia. Durante el trayecto al centro médico deben establecerse vías IV y el control del ECG aporta información sobre una posible lesión contusa del corazón. Aunque muchas lesiones torácicas se tratan con procedimientos conservadores, estos pacientes han de ser valorados y tratados en un centro médico apropiado.

### Evaluación

### Tratamiento

La función respiratoria debe evaluarse mediante la observación de la respiración, auscultación de ruidos pulmonares y oximetría de pulso. El nivel de saturación de oxígeno debe ser  $\geq 94\%$ . Si el nivel de saturación de oxígeno es  $< 94\%$ , se debe administrar oxígeno suplementario. Si el nivel de saturación de oxígeno es  $< 90\%$ , se debe administrar oxígeno suplementario y considerar la necesidad de asistencia respiratoria. Si el nivel de saturación de oxígeno es  $< 90\%$  y el paciente no responde a la administración de oxígeno suplementario, se debe considerar la necesidad de asistencia respiratoria.

# RESOLUCIÓN DEL CASO

La situación, los síntomas del paciente y la exploración le llevan a sospechar que este enfermo puede tener lesiones graves con riesgo para su vida. Está despierto y habla de forma coherente, lo que indica que la vía aérea está estable y que no es probable que tenga una lesión craneal grave. Está experimentando una dificultad respiratoria grave. Los crepitantes, la hipersensibilidad en la pared torácica derecha y la disminución del murmullo vesicular indican posibles fracturas costales y neumotórax. Deberá trabajar con rapidez para aportar al paciente suplementos de oxígeno y plantearse el soporte ventilatorio con un dispositivo de MVB. Usted está también preocupado por la posibilidad de lesiones intrabdo-

minales. La extremidad que está claramente fracturada deberá ser inmovilizada y vendada.

La primera prioridad en esta situación es reconocer la gravedad de las lesiones, estabilizar al paciente y trasladarlo a un centro adecuado. Dada la dificultad respiratoria que presenta y las lesiones múltiples existe un riesgo importante de complicaciones. El traslado al centro de atención al trauma más próximo es adecuado. Se debe colocar una vía intravenosa durante el trayecto. Existen ciertos riesgos de deterioro respiratorio y se debe realizar una estrecha monitorización de la situación ventilatoria del paciente. Si el tiempo de traslado va a ser prolongado, sería recomendable usar el transporte aéreo. ■

# HABILIDADES ESPECÍFICAS

## Habilidades específicas en los traumatismos torácicos

### Descompresión del tórax con aguja

En los pacientes con presión intratorácica creciente debido a un neumotórax a tensión es necesario descomprimir el lado de la cavidad torácica en el que la presión está aumentando. Si la presión no desciende, se producirá una limitación progresiva de la capacidad ventilatoria, con un retorno venoso insuficiente y un descenso del gasto cardíaco que puede conducir a la muerte.

Cuando un neumotórax abierto se trata aplicando un apósito oclusivo y aparece un neumotórax a tensión, la descompresión suele realizarse a través de la herida, que proporciona una apertura ya existente en el tórax. La retirada del apósito oclusivo de la herida durante algunos segundos permite la salida de aire a través suyo, con la consiguiente reducción de la presión en el tórax.

Al disminuir la presión, la herida puede volver a cubrirse con el apósito oclusivo para permitir una ventilación alveolar adecuada y detener la «aspiración de aire a través de la herida». El paciente debe permanecer estrechamente vigilado y, si reaparecen los signos de aumento de presión, el apósito se retirará de nuevo para aliviar la presión intratorácica.

En un neumotórax a tensión cerrado, la descompresión se efectúa mediante una apertura (toracostomía) en el lado afectado. Para realizar esta toracostomía existen varias técnicas. Dado que el método más rápido es la toracostomía con aguja, para la que no se precisa un equipo especial, este es el método preferido en el lugar del suceso.

La descompresión con aguja conlleva un riesgo mínimo y resulta muy beneficiosa para el paciente, ya que mejora su oxigenación y circulación. Debe realizarse cuando se cumplan los tres criterios siguientes:

1. Signos de dificultad respiratoria creciente o dificultad con un dispositivo MVB.
2. Disminución o ausencia de murmullo vesicular.
3. *Shock* descompensado (PAS < 90 mm Hg).

El equipo necesario para la descompresión del tórax con aguja consiste en una aguja, una jeringa, 1,25 cm de esparadrapo y torundas con alcohol. La aguja debe ser un catéter intravenoso montado sobre aguja con un calibre de 10 a 14 G. Si no se dispone de un calibre mayor, puede usarse una de 16 G.

Mientras uno de los profesionales de la asistencia prehospitalaria conecta la aguja a una jeringa, otro ausculta el tórax del paciente para confirmar el lado del neumotórax a tensión, comprobando la ausencia o disminución del murmullo vesicular.



Una vez confirmado el neumotórax a tensión, se localizan las referencias anatómicas en el lado afectado (línea medioclavicular, segundo o tercer espacio intercostal) y se limpia el lugar con alcohol. La piel se distiende entre los dedos de la mano no dominante. Se coloca la aguja sobre el borde superior de la costilla para entrar. Cuando la aguja penetra en la cavidad torácica, el aire comienza a salir, momento en el que se deja de introducir la aguja. El catéter se mantiene colocado, retirando la aguja con cuidado para no doblar el catéter. Una vez retirada la aguja, se oirá la salida de aire a través del catéter. Si no sale aire, se dejará colocado el catéter para indicar que se intentó una descompresión torácica con aguja.



Una vez retirada la aguja, se fija el catéter con esparadrapo y se ausculta el tórax para comprobar si aumenta el murmullo vesicular. El paciente debe continuar bajo vigilancia durante el traslado a un centro adecuado. El profesional de la asistencia no debe perder tiempo colocando una válvula unidireccional.



## Objetivos del capítulo

---

*Al finalizar este capítulo, el lector deberá ser capaz de:*

- ✓ Analizar la evaluación de la escena para determinar el nivel de sospecha de un traumatismo abdominal.
- ✓ Reconocer los datos de una evaluación secundaria que indican una hemorragia intrabdominal.
- ✓ Relacionar los signos externos de una lesión abdominal con la posibilidad de daños en órganos abdominales específicos.
- ✓ Establecer conjeturas sobre los efectos fisiopatológicos de un traumatismo contuso o penetrante sobre el abdomen a partir de la evaluación de los datos obtenidos por el personal de asistencia prehospitalaria.
- ✓ Identificar las indicaciones de una intervención y un transporte rápidos en el contexto de un traumatismo abdominal.
- ✓ Comprender las decisiones de tratamiento sobre el terreno para los pacientes con sospecha de un traumatismo abdominal, incluidos los que han tenido empalamiento de objetos, evisceración y traumatismos sobre los genitales externos.
- ✓ Describir las indicaciones, contraindicaciones, ventajas, inconvenientes y limitaciones del uso de un pantalón neumático *antishock* (PNAS) en una hemorragia abdominal y pélvica.
- ✓ Relacionar los cambios anatómicos y fisiológicos que se producen en el embarazo con la fisiopatología y el tratamiento de un traumatismo.
- ✓ Describir los efectos de un traumatismo materno sobre el feto y las prioridades de su tratamiento.

## CAPÍTULO 11

# Traumatismo abdominal

A stylized illustration in shades of purple, blue, and yellow. It depicts a doctor in a white coat and a stethoscope around their neck, leaning over to examine a patient's abdomen. The patient is lying down, and the doctor's hands are positioned on the patient's midsection. The background is dark with some faint, abstract shapes.



## CASO CLÍNICO

Le han avisado por «una persona herida en una colisión con vehículo motorizado (CVM)». De camino, le informan que se trata de una embarazada que ha sufrido una colisión con vuelco del vehículo. Al llegar encuentra a una mujer de 19 años sobre el suelo tumbada cerca de un vehículo que no está volcado. Está tumbada de lado con las rodillas hacia arriba. Observa signos evidentes de daño en el vehículo, como el airbag desinflado y una rotura del parabrisas. La paciente tiene una cantidad moderada de sangre sobre el pelo y la cara. Sus ojos están cerrados, pero cuando se arroja y le habla, abre los ojos. En respuesta a su pregunta, afirma que «se salió ella sola». No puede darle detalles de su embarazo y está confusa sobre los detalles del incidente. Se aprieta el abdomen y pregunta de forma repetida si el bebé está bien. En su evaluación, constata que la paciente tiene las vías aéreas permeables, una frecuencia ventilatoria de 28 respiraciones/min, una frecuencia cardíaca de 110 latidos/min y una presión arterial de 100/68 mm Hg. Presenta una laceración en el cuero cabelludo, las pupilas son simétricas, redondas y reactivas a la luz, la piel es pálida pero seca, la palpación del abdomen provoca dolor en el cuadrante inferior izquierdo y tiene una deformidad evidente en el antebrazo derecho. Observa también una notable equimosis alrededor del abdomen inferior, compatible con un «signo del cinturón de seguridad».

**¿Cuáles son las prioridades en la asistencia de esta paciente? ¿Qué modificaciones de la asistencia se requieren debido a su embarazo? ¿Qué información adicional es pertinente para la asistencia de esta paciente? ¿Cuáles son los efectos del estado de la paciente sobre el feto? ¿Son las prioridades de asistencia de la madre diferentes debido a su embarazo? ¿En qué se afectan los datos de la evaluación por los cambios anatómicos y fisiológicos que se asocian al embarazo? ■**

Las lesiones abdominales no reconocidas son una de las principales causas de muerte en los pacientes traumatizados. Dadas las limitaciones de la valoración prehospitalaria, los pacientes con sospecha de lesiones abdominales deberían ser tratados en el centro adecuado más próximo tras un traslado rápido.

Las muertes precoces tras un traumatismo abdominal grave se deben típicamente a una pérdida masiva de sangre por una lesión penetrante o contusa. Las complicaciones y la muerte se pueden deber a lesiones hepáticas, esplénicas, colónicas, del intestino delgado, gástricas o pancreáticas, que no se detectaron inicialmente. La ausencia de signos o síntomas locales no descarta un posible traumatismo abdominal, sobre todo en pacientes cuyo nivel de conciencia está alterado por drogas, alcohol o traumatismo craneoencefálico. Tener en consideración la cinemática aumentará el índice de sospecha del profesional prehospitalario sobre un posible traumatismo abdominal con hemorragia intrabdominal. El profesional prehospitalario debe estar más centrado en tratar la clínica que en determinar de forma exacta la extensión del traumatismo abdominal.

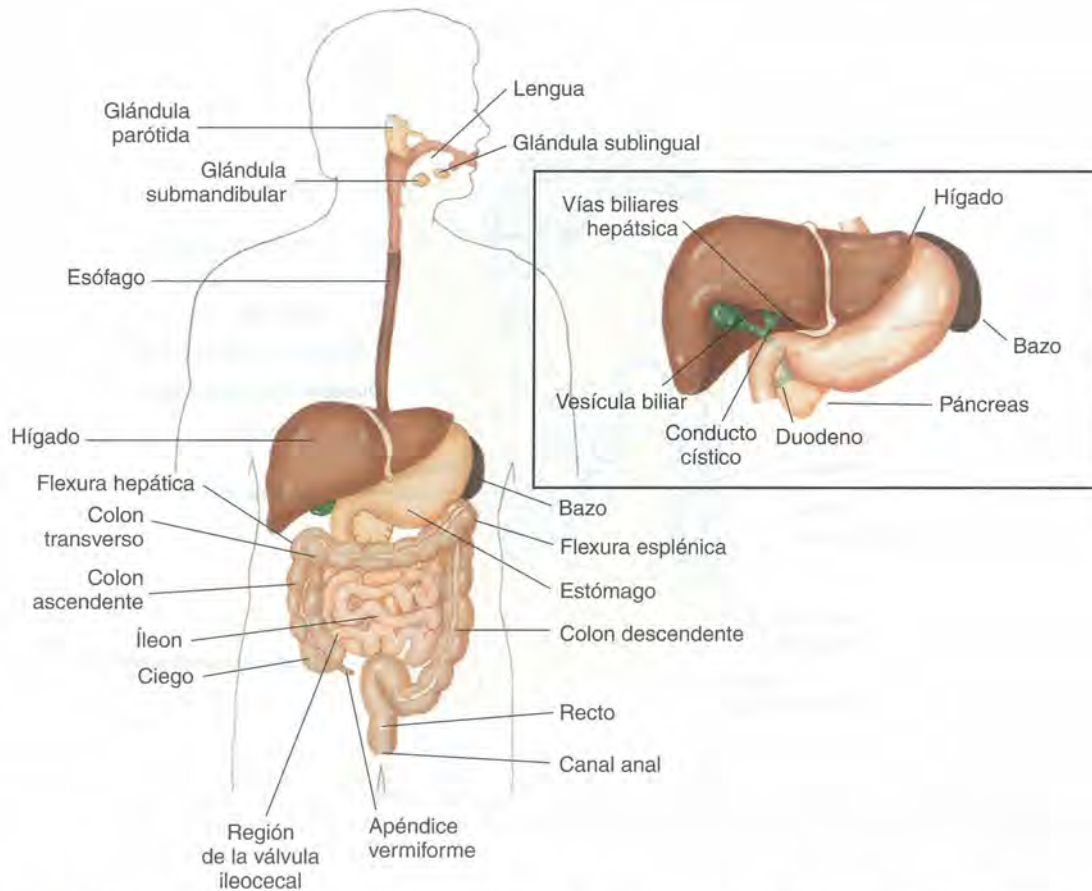
## Anatomía

El abdomen contiene los órganos principales del aparato digestivo, endocrino y urogenital, así como los vasos más importantes del sistema circulatorio. La cavidad abdominal se localiza por debajo del diafragma; sus límites están formados por la pared abdominal anterior, los huesos pélvicos, la columna vertebral y los músculos del abdomen y los flancos. La cavidad abdominal se divide en dos espacios. La *cavidad peritoneal* (o «verdadera» cavi-

dad abdominal) contiene el bazo, el hígado, la vesícula biliar, el estómago, segmentos del intestino grueso (transverso y colon sigmoide), la mayor parte de las asas del intestino delgado (sobre todo yeyuno e íleon) y los órganos reproductores femeninos (útero y ovarios) (figura 11-1). El *espacio retroperitoneal* (un espacio potencial que queda por detrás de la «verdadera» cavidad abdominal) contiene los riñones, los uréteres, la vena cara inferior, la aorta abdominal, el páncreas, una gran parte del duodeno, el colon ascendente y descendente y el recto (figura 11-2). La vejiga urinaria y los órganos reproductores masculinos (pene, testículos y próstata) están localizados debajo de la cavidad peritoneal.

Una parte importante del abdomen se sitúa en la región inferior del tórax. Esta parte superior del abdomen se protege en la región frontal y los flancos por las costillas y en la espalda por la columna vertebral y en ella se encuentran el hígado, la vesícula biliar, el bazo, el estómago y el diafragma. Aunque cualquier de estos órganos puede sufrir lesiones como consecuencia de una fractura costal, los órganos que más se suelen dañar con las fuerzas que causan este tipo de fracturas son el hígado y el bazo.

La parte más inferior del abdomen se protege por todos sus lados por la pelvis. En esta zona se encuentra el recto, una parte del intestino delgado (sobre todo si el paciente está en bipedestación), la vejiga urinaria y en las mujeres los órganos reproductores. La hemorragia retroperitoneal asociada a una fractura de pelvis es una preocupación notable en esta zona de la cavidad abdominal. El abdomen situado entre la parrilla costal y la pelvis sólo se protege por los músculos abdominales y otros tejidos blandos anteriores y laterales. En la parte posterior las vértebras lumbares y los gruesos y potentes músculos paravertebrales y psoas aportan una mayor protección (figura 11-3).



**FIGURA 11-1** Los órganos que quedan en el interior de la cavidad peritoneal con frecuencia producen peritonitis cuando se lesionan. Los órganos de la cavidad peritoneal se pueden dividir en sólidos (bazo e hígado), huecos del aparato digestivo (estómago, intestino delgado y colon) y reproductores.

Para valorar al paciente se divide la superficie abdominal en cuatro cuadrantes. Estos se forman dibujando dos líneas: una en el medio desde la punta del apéndice xifoides a la sínfisis del pubis y otra perpendicular a esta línea media en el nivel del ombligo (figura 11-4). Es importante conocer las referencias anatómicas por la elevada correlación entre la localización de los órganos y la respuesta al dolor. En el cuadrante superior derecho (CSD) se incluyen el hígado y la vesícula biliar, en el superior izquierdo (CSI) el bazo y el estómago y los cuadrantes inferiores derecho e izquierdo (CID y CII) contienen principalmente intestino. Existe una parte del intestino en todos los cuadrantes. La vejiga urinaria está en la línea media entre los cuadrantes inferiores.

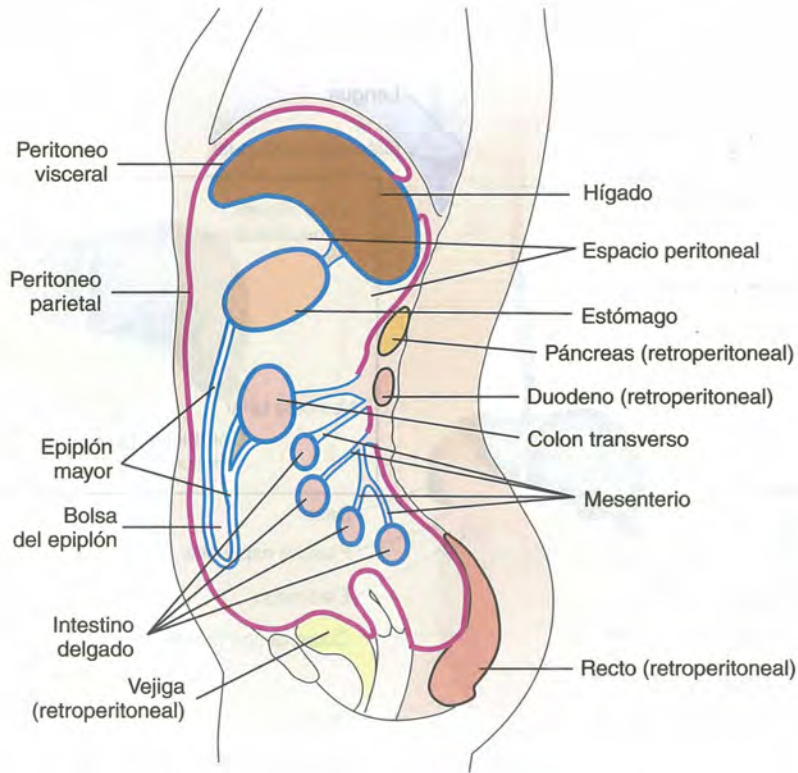
## Fisiopatología

Dividir los órganos abdominales en huecos, sólidos y vasculares (vasos sanguíneos) ayuda a explicar las manifestaciones de las lesiones de cada estructura. Cuando sufren lesiones, los órganos sólidos y los vasos (hígado, bazo, aorta, cava) sangran,

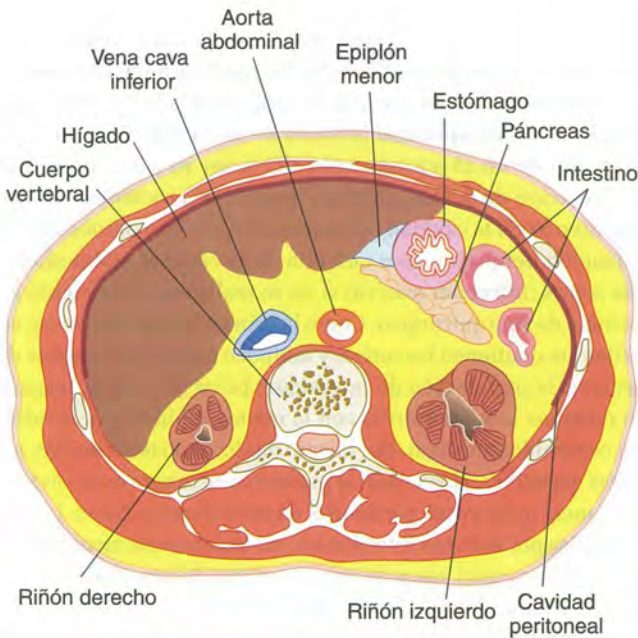
mientras que los huecos (intestino, vesícula biliar, vejiga urinaria) vierten su contenido hacia la cavidad peritoneal o el espacio retroperitoneal. La pérdida de sangre hacia la cavidad abdominal puede, independientemente de su causa, contribuir a la aparición de un *shock* hipovolémico o ser su causa principal. La liberación de ácidos, enzimas digestivas o bacterias del tubo digestivo hacia la cavidad peritoneal provoca una *peritonitis* (inflamación del peritoneo o cubierta de la cavidad abdominal) y una *sepsis* (infección masiva) si no se realiza un tratamiento inmediato de tipo quirúrgico. Como la orina y la bilis suelen ser estériles (no contienen bacterias) y tampoco contienen enzimas digestivas, la perforación de la vesícula biliar o la vejiga urinaria no ocasiona una peritonitis con la misma rapidez que la salida del contenido intestinal. Del mismo modo, al no tener ácidos, enzimas digestivas o bacterias, la presencia de sangre en la cavidad peritoneal no provoca peritonitis durante algunas horas. Las hemorragias por lesiones intestinales son típicamente menores, salvo que se lesionen vasos de mayor calibre del mesenterio.

Las lesiones abdominales pueden obedecer a traumatismos penetrantes y contusos. Un traumatismo penetrante, como el producido por una herida de bala o de arma blanca, se ve más fácilmente que uno contuso. En un traumatismo penetrante pue-

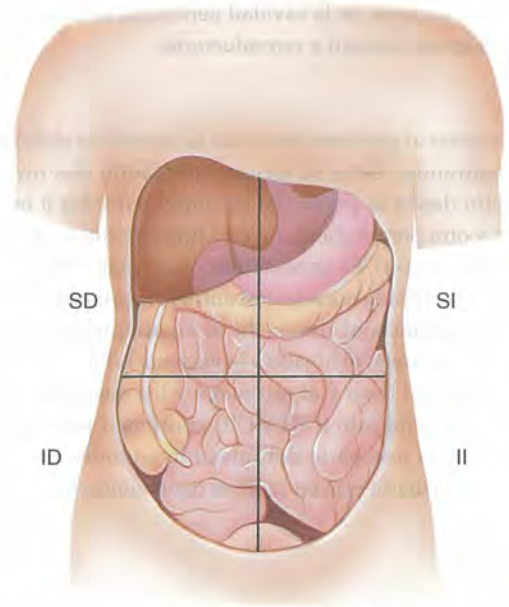
Peter Pan



**FIGURA 11-2** El abdomen se divide en dos espacios: peritoneal y retroperitoneal. El espacio retroperitoneal incluye la porción del abdomen que queda por detrás del peritoneo. Los órganos no están en contacto con la cavidad peritoneal, por lo que una lesión de esta zona no produce necesariamente peritonitis.



**FIGURA 11-3** Este corte transversal de la cavidad abdominal muestra la distribución de los órganos en dirección anteroposterior.



**FIGURA 11-4** Como sucede en cualquier otra parte del cuerpo, cuanto mejor se describa el dolor espontáneo o a la palpación, la defensa, etc., más exacto será el diagnóstico. La forma más frecuente de identificar el origen del dolor consiste en dividir el abdomen en cuatro cuadrantes: superior izquierdo (SI), superior derecho (SD), inferior izquierdo (II) e inferior derecho (ID).

Peter Pan

Vista lateral de la posición del diafragma



FIGURA 11-5 Vista lateral de la posición del diafragma.

den dañarse varios órganos, lo que es menos probable con una herida por arma blanca que una herida de bala. La visualización mental de la trayectoria del proyectil, como una bala o el camino seguido por la hoja de un cuchillo, ayuda a identificar los posibles órganos lesionados.

El diafragma se extiende en dirección cefálica hasta el cuarto espacio intercostal en su cara anterior, el sexto espacio intercostal lateralmente y el octavo espacio intercostal en su cara posterior en espiración máxima (figura 11-5). Los pacientes con lesiones penetrantes en el tórax por debajo de esta línea también pueden presentar una lesión abdominal. Las heridas penetrantes en los costados y las nalgas pueden afectar también a los órganos de la cavidad abdominal. Estas lesiones penetrantes pueden provocar una hemorragia de un vaso importante o de un órgano sólido y la perforación de un segmento del intestino, el órgano que se lesiona con mayor frecuencia en un traumatismo penetrante.

Los traumatismos contusos o romos suponen una mayor amenaza para la vida porque las posibles lesiones se diagnostican con mayor dificultad que las asociadas a un traumatismo penetrante. Estas lesiones se pueden producir por compresión o por fuerzas de cizallamiento. En los incidentes por *compresión*, los órganos del abdomen se aplastan entre objetos sólidos, por ejemplo, entre el volante y la columna vertebral. Las *fuerzas de cizallamiento* provocan la rotura de los órganos sólidos o los vasos sanguíneos de la cavidad por las fuerzas de desgarro que se ejercen contra sus ligamentos y vasos de estabilización. El hígado y el bazo pueden desgarrarse y sangrar fácilmente, con una hemorragia rápida. El aumento de la presión intrabdominal por la compresión puede romper el diafragma y condicionar un desplazamiento de los órganos abdominales hacia arriba con entrada en la cavidad pleural (véanse capítulos 3 y 10). Los contenidos intrabdominales empujados hacia la cavidad torácica pueden alterar la expansión pulmonar y comprometer la función respiratoria y cardíaca (figura 11-6). Aunque ahora se cree que am-

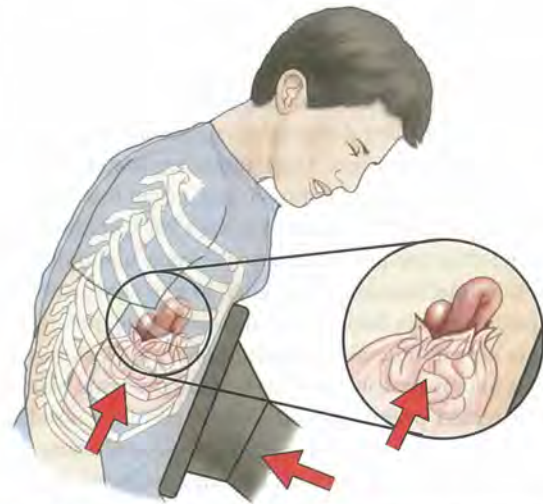


FIGURA 11-6 Cuando aumenta la presión en el interior del abdomen, el diafragma se puede romper.

bas mitades del diafragma se rompen con la misma frecuencia, la del lado izquierdo se diagnostica con más frecuencia.

Las fracturas de pelvis se asocian a grandes pérdidas de sangre debido al desgarro de los vasos importantes que discurren adyacentes a la pelvis. Otras lesiones asociadas a las fracturas pélvicas incluyen lesiones de la vejiga urinaria y el recto, además de daños uretrales en el varón y vaginales en la mujer.

## Evaluación

La valoración de una lesión abdominal puede resultar difícil, sobre todo dada la limitada capacidad diagnóstica en el entorno prehospitalario. Se debe tener un índice de sospecha de posibles lesiones abdominales derivado de diversas fuentes de información, como la cinemática, los hallazgos de la exploración física y la información aportada por el paciente o los transeúntes (cuadro 11-1).

### CUADRO 11-1 Signos de traumatismo abdominal\*

- Mecanismo de la lesión compatible con desaceleración rápida o fuerzas compresivas importantes.
- Volante deformado.
- Lesiones de partes blandas en abdomen, flancos o espalda.
- *Shock* sin causa evidente.
- Grado de *shock* mayor del explicado por otras lesiones
- Signo del cinturón de seguridad.
- Signos peritoneales.

\*Hallazgos que aumentan el índice de sospecha de posible traumatismo abdominal.

## Cinematografía

Igual que sucede en otros tipos de traumatismos, conocer el mecanismo de la lesión es importante para que el profesional prehospitalario se haga idea del nivel de sospecha de una posible lesión traumática abdominal. Los traumatismos abdominales se pueden producir en muchas situaciones, como tras una fuerza penetrante o contusa. En general, sólo un 15% aproximadamente de los pacientes con heridas por arma blanca abdominales necesitarán una intervención quirúrgica, lo que contrasta con un 85% de pacientes con heridas por arma de fuego que necesitan una cirugía para el tratamiento definitivo de sus lesiones abdominales. Es menos probable que las heridas por arma blanca entren en la cavidad peritoneal comparadas con las causadas por proyectiles disparados con una pistola, rifle u otras armas de fuego. Además, aunque la hoja de un cuchillo penetrara en la cavidad abdominal, tendrá menor tendencia a lesionar órganos internos que el proyectil por ser menos su energía cinética.

Numerosos mecanismos conducen a la aparición de fuerzas de compresión y cizallamiento que pueden dañar los órganos abdominales. Aunque estos órganos se suelen dañar en situaciones con una lesión cinética importante, como las observadas durante una desaceleración rápida o compresión importante, las lesiones abdominales pueden producirse también tras mecanismos de apariencia inocuos, como una agresión, una caída por una escalera o en actividades deportivas (p. ej., recibir una entrada en fútbol). Un paciente puede sufrir importantes fuerzas de desaceleración o compresión si se ve implicado en un accidente con vehículo de motor o de motocicleta, cuando recibe un golpe o es atropellado por un vehículo o cuando se cae desde una altura importante. Se debe anotar cualquier elemento protector, como los cinturones de seguridad o los protectores deportivos.

## Anamnesis

La anamnesis se debe obtener del paciente, la familia o los transeúntes y debe registrarse en la historia del paciente y entregarse al centro receptor. Además de los componentes de la anamnesis AMPLE (alergias, medicamentos, antecedentes médicos/quirúrgicos, última ingesta, acontecimientos previos a la lesión), se deben adaptar otras preguntas al tipo de lesiones. Entre las relacionadas con las colisiones de vehículos motorizados (CVM) se incluyen:

- Tipo de colisión y posición del paciente dentro del vehículo.
- Magnitud de los daños en el vehículo, incluido grado de afectación del compartimento de los pasajeros, deformidad del volante y necesidad de una extracción prolongada.
- Uso de dispositivos de seguridad, como cinturones de seguridad, explosión del airbag o presencia de elementos de retención infantil.

Las preguntas para las lesiones penetrantes serían:

- Tipo de arma (pistola o rifle, calibre, longitud del cuchillo).
- Número de veces que el paciente fue disparado o apuñalado.
- Cantidad de sangre existente en el lugar.

## Exploración física

### Valoración primaria

La mayor parte de las lesiones abdominales graves se reconocerán en la valoración primaria, sobre todo al valorar la circulación y respiración. Salvo que existan lesiones asociadas, los enfermos con traumatismos abdominales tendrán en general una vía aérea permeable. Las alteraciones encontradas en la valoración de la respiración, la circulación y la discapacidad se suelen corresponder con el grado de *shock* presente. Los pacientes con un *shock* inicial compensado pueden tener un leve aumento de la frecuencia ventilatoria, mientras que los enfermos con un *shock* hipovolémico grave muestran una taquipnea importante. La rotura de un hemidiafragma suele comprometer la función respiratoria y se pueden auscultar los ruidos intestinales en el tórax al tratar de auscultar el murmullo vesicular. Del mismo modo, el *shock* asociado a una hemorragia intrabdominal puede ir desde una taquicardia leve con pocos hallazgos más a una taquicardia importante con hipotensión marcada y piel pálida, fría y húmeda.

*El indicador más fiable de hemorragia intrabdominal es la presencia de un shock hipovolémico de origen no explicado<sup>1</sup>.* Cuando se valora la discapacidad, el profesional prehospitalario puede observar sólo signos sutiles, como ansiedad o agitación leves en los pacientes con *shock* compensado por un traumatismo abdominal, mientras que en los enfermos con una hemorragia que amenaza la vida se puede encontrar una depresión notable del estado mental. Cuando se encuentran alteraciones al valorar estos sistemas, se debería exponer el abdomen y buscar pruebas de traumatismos, como hematomas o heridas penetrantes.

### Valoración secundaria

Durante la valoración secundaria se explora el abdomen de forma más detallada. Esta exploración implica principalmente la inspección y palpación del abdomen y se debe realizar de forma sistemática. El cuadro 11-2 enumera los hallazgos físicos compatibles con una peritonitis.

**Inspección.** Se explora el abdomen para descartar heridas en las partes blandas y distensión. Se puede sospechar una lesión intrabdominal cuando se observa un traumatismo de las partes blandas en el abdomen, los flancos o la espalda. Estas lesiones

#### CUADRO 11-2 Signos peritoneales\*

- Hipersensibilidad abdominal importante a la palpación o con la tos (localizada o generalizada).
- Defensa involuntaria.
- Hipersensibilidad a la percusión.
- Ruidos intestinales ausentes o disminuidos.

\*Hallazgos de la exploración física que sugieren una peritonitis.



**FIGURA 11-7** «Signo del cinturón de seguridad» abdominal en un anciano, derivado de la desaceleración del paciente contra el cinturón de bandolera.

pueden ser contusiones, hematomas, heridas por arma blanca o de fuego, hemorragias evidentes y hallazgos menos frecuentes, como evisceración, objetos empalados o marcas de neumáticos. El signo de *Grey-Turner* (equimosis de los flancos) y el *signo de Cullen* (equimosis periumbilical) indican hemorragia retroperitoneal, aunque pueden no aparecer en las primeras horas tras la lesión. El signo del «cinturón de seguridad» (equimosis o abrasiones en el abdomen correspondientes a la marca de un cinturón de seguridad abdominal o de hombrera) indica que se ha aplicado una fuerza importante sobre el abdomen. El signo del cinturón de seguridad se ha asociado a la presencia de lesiones intrabdominales, sobre todo en niños (figura 11-7).

Se debe valorar el contorno abdominal, valorando si está plano o distendido. La distensión abdominal puede indicar una hemorragia interna importante; sin embargo, la cavidad peritoneal de un adulto puede acoger hasta 1,5 litros de líquido antes de distenderse. La distensión abdominal se puede deber también a que el estómago esté lleno de aire, como puede ocurrir tras la ventilación artificial con mascarilla, válvula y bolsa (MVB). Aunque estos signos pueden indicar una lesión intrabdominal, algunos enfermos tienen lesiones internas notables sin estos hallazgos.

**Palpación.** Se realiza la palpación del abdomen para identificar regiones de hipersensibilidad. Idealmente se debería empezar en una zona en la que el paciente no refiera dolor. Después se procede a la palpación de cada uno de los cuadrantes abdominales. Mientras se palpa la zona sensible, el profesional puede observar que el enfermo pone tensos los músculos abdominales a este nivel. Esta reacción, llamada *defensa voluntaria*, sirve para proteger al enfermo del dolor secundario a la palpación. La *defensa involuntaria* corresponde a la rigidez o espasmo de los músculos de la pared abdominal en respuesta a una peritonitis. A diferencia de la defensa voluntaria, la involuntaria persiste cuando se distrae al enfermo (p. ej., charlando con él) o se palpa el abdomen sin avisarle (p. ej., ejercien-

do presión con el estetoscopio mientras se aparenta estar auscultando los ruidos intestinales). Aunque la presencia de *hipersensibilidad de rebote* se ha considerado durante mucho tiempo un hallazgo importante sugestivo de peritonitis, muchos cirujanos consideran que esta maniobra, que consiste en presionar en profundidad el abdomen y luego aliviar la presión con rapidez, ocasiona un dolor excesivo. Si se identifica hipersensibilidad de rebote, el paciente percibirá un dolor más intenso cuando se alivia la presión.

Se debe evitar una palpación profunda o agresiva de un abdomen con lesiones evidentes porque esta maniobra puede desplazar coágulos de sangre y favorecer una hemorragia existente y aumentar la fuga de contenido del tubo digestivo en presencia de una perforación. Se debe tener mucho cuidado con la palpación cuando hay un objeto empalado en el abdomen. Aunque la hipersensibilidad es un indicador importante de lesiones intrabdominales, varios factores pueden confundir su valoración. Los pacientes con alteración del estado mental, como los que sufren un traumatismo craneoencefálico (TCE) o están bajo la influencia del alcohol o las drogas, pueden tener una exploración *poco fiable*, de forma que estos pacientes no refieren la hipersensibilidad o responden a la palpación aunque existan lesiones internas importantes. Los pacientes pediátricos y geriátricos también tienen con más probabilidad una exploración abdominal poco fiable porque tienen alteradas las respuestas al dolor. Por el contrario, los pacientes con fracturas costales bajas o pélvicas pueden tener una exploración *equivoca* con hipersensibilidad secundaria a las fracturas o a las lesiones internas. Si el paciente tiene dolor por otra lesión, como una fractura de un miembro o de la columna, puede resultar imposible encontrar dolor abdominal a la palpación.

La pelvis se debe palpar con suavidad para detectar inestabilidad e hipersensibilidad. Esto se valora en tres etapas: 1) presionando en la parte posterior sobre las crestas ilíacas; 2) presionando hacia dentro sobre las crestas ilíacas, y 3) presionando en la parte posterior sobre la sínfisis del pubis. Si se detecta inestabilidad, no se debería palpar más la pelvis.

**Auscultación.** La auscultación de los ruidos intestinales no suele resultar útil en la valoración prehospitalaria. No se debe perder el tiempo en tratar de determinar su ausencia o presencia porque este signo diagnóstico no modifica el tratamiento del enfermo por parte del personal prehospitalario. Si se auscultan estos ruidos por encima del tórax al tratar de auscultar el murmullo vesicular, se puede plantear una posible rotura del diafragma.

**Percusión.** Aunque la percusión del abdomen puede mostrar un tono timpánico o sordo, esta información no modifica el tratamiento prehospitalario de los pacientes traumatizados. Una hipersensibilidad importante a la percusión (p. ej., dolor al toser) es un dato clave de la peritonitis.

### Estudios especiales e indicadores fundamentales

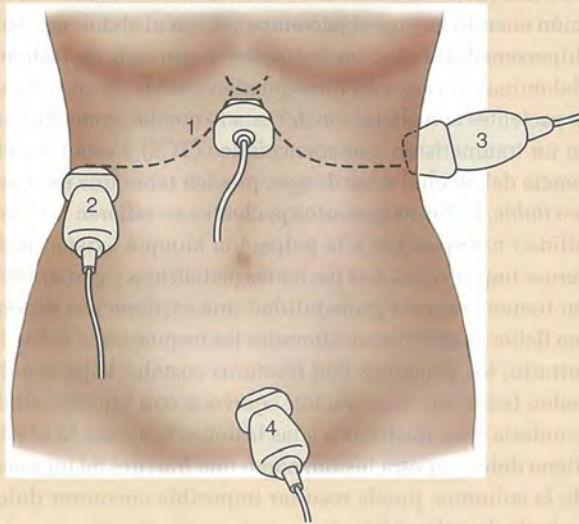
La intervención quirúrgica sigue siendo una herramienta clave para la mayor parte de los traumatismos abdominales; no se de-

bería perder tiempo en tratar de determinar los detalles exactos de la lesión. En muchos enfermos las lesiones específicas de los órganos no se ponen de manifiesto hasta que se valora el abdomen mediante tomografía computarizada (TC) o exploración quirúrgica.

En el servicio de emergencias la ecografía se ha convertido en la principal modalidad para valorar a los pacientes traumatizados y descartar hemorragias intrabdominales<sup>1-3</sup>. La *valoración dirigida mediante ecografía en los traumatismos* (VDET)

implica tres proyecciones de la cavidad peritoneal (se realizan cuatro proyecciones) para valorar la presencia de líquido, presumiblemente sangre (cuadro 11-3). Como la ecografía es fácil de usar y he mejorado técnicamente, ciertos servicios aéreos médicos y equipos militares han analizado la utilidad de la VDET en la asistencia prehospitalaria. La exploración VDET ha resultado posible sobre el terreno, pero no existen publicacio-

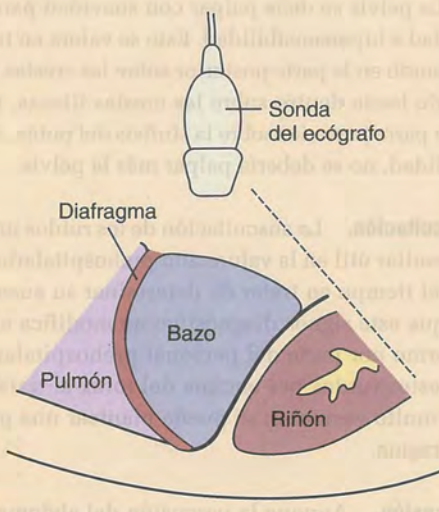
**CUADRO 11-3** Valoración dirigida mediante ecografía del traumatismo (VDET)\*



A



B



C



D

A. Cuatro proyecciones que constituyen la exploración VDET. B. Imagen hepatorenal normal. C. Imagen hepatorenal normal identificando los órganos. D. Imagen anormal por presencia de sangre (*banda negra* entre el hígado y el riñón).

La exploración VDET es útil en los pacientes traumatológicos porque las lesiones intrabdominales más importantes se asocian a hemorragia hacia la cavidad peritoneal.

Aunque la ecografía no permite distinguir el tipo de líquido presente, cualquier líquido en pacientes que han sufrido un traumatismo se considera sangre.

**CUADRO 11-3 (cont.) Valoración dirigida mediante ecografía del traumatismo (VDET)\*****TÉCNICA**

- Se visualizan cuatro ventanas acústicas (proyecciones), tres de las cuales valoran la cavidad peritoneal:
  1. Pericárdica.
  2. Perihépática (bolsa de Morrison).
  3. Periesplénica.
  4. Pélvica.
- El líquido acumulado aparece anecogénico (ecográficamente negro).
- La presencia de líquido en una o más de estas áreas indica un resultado positivo.

\*VDET se ha estudiado en varios sistemas prehospitalarios<sup>8-11</sup>.

**VENTAJAS**

- Se puede realizar con rapidez.
- Se realiza a la cabecera del paciente.
- No interfiere con la reanimación.
- No es cruento.
- Menos caro que la TC.

**DESVENTAJAS**

- Los resultados son menos valorables en pacientes obesos, con aire subcutáneo o que han sufrido una cirugía abdominal.
- La capacidad de visualizar depende del operador.

nes que demuestren que su aplicación mejora el pronóstico de los pacientes con traumatismos abdominales<sup>4,5</sup>. Por eso, no se recomienda el uso de VDET en la asistencia prehospitalaria de forma rutinaria.

A pesar de todos estos componentes distintos, la valoración de las lesiones abdominales puede resultar difícil. Los indicadores clave para establecer el índice de sospecha de una posible lesión abdominal son los siguientes (véase cuadro 11-1):

- Signos evidentes de traumatismo (p. ej., lesiones de partes blandas, heridas por arma de fuego).
- Signos de *shock* hipovolémico sin causa evidente.
- Un *shock* de intensidad superior a la que se puede explicar por otras lesiones (p. ej., fracturas, hemorragia externa).
- Signos peritoneales.
- Mecanismo de la lesión (p. ej., volante doblado).

## Tratamiento

Los aspectos claves del tratamiento prehospitalario de los traumatismos abdominales incluyen reconocer una posible lesión e iniciar el traslado rápido al centro más próximo capaz de tratar al enfermo. Las alteraciones de las funciones vitales identificadas durante la evaluación primaria se deben tratar durante el traslado. Se aplican las siguientes normas:

1. Tras asegurar la escena, evaluar con rapidez la situación y el paciente.
2. Usar un tratamiento adecuado para la vía aérea, aplicar oxígeno para mantener una saturación del 95% o superior y asistir las ventilaciones, según necesidad.
3. Controlar la hemorragia externa e inmovilizar al paciente en una tabla larga.
4. Preparar y trasladar al paciente con rapidez al centro adecuado más próximo. Dado que la mayor parte de los

pacientes con traumatismo abdominal necesitan una cirugía para control de la hemorragia interna y reparación de las lesiones, cuando se sospeche esta posibilidad se deberá trasladar al enfermo a un centro con cirujanos disponibles (p. ej., un centro de atención al trauma). Trasladar un paciente con lesiones intrabdominales a un centro que no tenga quirófanos y un equipo quirúrgico disponible anula el efecto de conseguir un traslado rápido. En un entorno rural en el que no haya hospitales con cirujanos generales en plantilla, se debería plantear el traslado directo a un centro de atención al trauma, por vía aérea o por tierra. La cirugía precoz es clave para la supervivencia del paciente con traumatismo abdominal inestable.

5. En los pacientes con un *shock* descompensado y sospecha de hemorragia intraperitoneal o retroperitoneal o que tienen fracturas pélvicas, aplicar e insuflar los pantalones neumáticos *antishock* (PNAS) (véase capítulo 7). Está contraindicada la insuflación del compartimento abdominal en pacientes con dificultad respiratoria franca, presencia de evisceración o sospecha de rotura del diafragma, además de en gestantes.
6. Colocar una vía intravenosa (IV) y administrar cristaloides durante el traslado al centro receptor. Como se comentó en el capítulo 7, una administración agresiva de líquidos IV en modelos animales de *shock* hipovolémico por una hemorragia intrabdominal determinó la reaparición del sangrado, que se había interrumpido por los coágulos y la hipotensión. Por eso, los profesionales prehospitalarios deben conseguir un delicado equilibrio entre el mantenimiento de la presión arterial que consiga mantener la perfusión de los órganos vitales sin normalizarla por completo (porque esto puede reiniciar la hemorragia en el abdomen). Si no existe un TCE, la presión arterial sistólica que se debe obtener será 80-90 mm Hg (presión arterial media [PAM] 60-65 mm Hg).

## Consideraciones especiales

### Objetos empalados

Dado que la extracción de un objeto empalado puede provocar un traumatismo adicional importante y que el extremo distal del objeto puede estar controlando (taponando) la hemorragia, está contraindicado extraer un objeto empalado en el medio prehospitalario (figura 11-8). El personal de asistencia prehospitalaria no debe mover ni extraer un objeto empalado en el abdomen de un paciente. En el hospital, estos objetos tampoco se extraen hasta que se haya identificado su forma y localización mediante una evaluación radiológica y hasta que la reposición de sangre y el equipo quirúrgico estén presentes y disponibles. Estos objetos a menudo se extraen en quirófano. El personal prehospitalario debe estabilizar el objeto empalado, ya sea manual o mecánicamente, para impedir que se mueva en el lugar del accidente y durante el transporte. Si hay hemorragia a su alrededor, se aplicará una presión directa rodeando el objeto contra la herida con la palma de la mano. El soporte psicológico del paciente es fundamental, en especial si puede ver el objeto empalado.

No se debe palpar el abdomen de estos pacientes porque pueden producirse desgarramientos adicionales o una intrusión por el extremo distal del objeto. No es necesario proceder a una exploración más detallada porque la presencia del objeto empalado indica la necesidad de una exploración quirúrgica. La existencia de un objeto empalado en el abdomen se considera una contraindicación para insuflar el compartimento abdominal de los PNAS.

### Evisceración

En una evisceración abdominal, una sección del intestino o de otro órgano abdominal se desplaza a través de una herida abierta y asoma externamente por fuera de la cavidad abdominal (figura 11-9). El tejido que se ve con mayor frecuencia es el epiplón



**FIGURA 11-8** Cuchillo empalado dentro del abdomen

graso que recubre el intestino. No se debe intentar devolver el tejido hacia la cavidad abdominal. La víscera debe dejarse en la superficie del abdomen asomando, tal como se encontró. Los esfuerzos se deben centrar en proteger el segmento que protruye del intestino u otro órgano para evitar más lesiones. En general, el contenido abdominal requiere un entorno húmedo. Si el intestino u otro órgano abdominal se seca se producirá la muerte celular, por lo que el contenido abdominal eviscerado debe cubrirse con gasas estériles humedecidas con solución salina estéril (pueden utilizarse las soluciones salinas normales para uso intravenoso). Estos apósitos se volverán a humedecer periódicamente con solución salina estéril para evitar que se sequen. El apósito húmedo puede cubrirse con uno seco más extenso para mantener caliente al paciente.

El apoyo psicológico resulta extremadamente importante en los pacientes con evisceración abdominal y se debe tener cuidado de mantener tranquilo al enfermo. Cualquier acción que incremente la presión intrabdominal, como llorar, gritar o toser, puede hacer que se salgan más órganos. Estos pacientes deben ser trasladados con rapidez a un centro con quirófano.

### Embarazo

#### Cambios anatómicos y fisiológicos

El embarazo provoca cambios tanto anatómicos como fisiológicos en los sistemas corporales. Estos cambios afectan a los patrones potenciales de lesiones y pueden hacer que la evaluación de una paciente sea especialmente difícil. El personal de asistencia prehospitalaria se enfrenta a dos o más pacientes y debe estar alerta ante los cambios anatómicos y fisiológicos que ha sufrido la madre durante el embarazo.

La gestación humana normal dura unas 40 semanas desde la concepción al parto y este período se divide en tres partes o



**FIGURA 11-9** Intestino delgado eviscerado a través de una herida en la pared abdominal

trimestres. El primero termina alrededor de la 12 semana de gestación y el segundo dura algo más que los otros dos y termina en la semana 28.

Tras la concepción e implantación del feto, el útero sigue aumentando de tamaño hasta la 38 semana de gestación. Hasta la semana 12 el útero en crecimiento sigue protegido por la pelvis ósea. Hacia la semana 20, el fondo del útero (su parte más alta) se localiza en el ombligo y en la semana 38 alcanza la apófisis xifoides. Este cambio anatómico determina que el útero y su contenido sean más susceptibles a los traumatismos contusos y penetrantes (figura 11-10). Las lesiones uterinas pueden incluir rotura, penetración, desprendimiento de placenta (en la que una parte de la placenta se separa de la pared uterina) y rotura prematura de las membranas. La placenta y el útero gráfico están muy vascularizados y las lesiones de estas estructuras pueden ocasionar una hemorragia intensa. Como la hemorragia puede quedar oculta dentro del útero o de la cavidad peritoneal, puede no verse desde el exterior.

Aunque al final del embarazo es evidente una notable protuberancia del abdomen, los órganos abdominales no sufren cambios, salvo el útero. El intestino desplazado en sentido superior queda protegido por el útero en los dos últimos trimestres del embarazo. El aumento del tamaño y el peso del útero modifican el centro de gravedad de la mujer, aumentando el riesgo de que sufra caídas. Dada su prominencia, es frecuente que el abdomen grávido sufra lesiones en una caída.



**FIGURA 11-10** En una mujer embarazada, el feto está más expuesto a traumatismos tanto contusos como penetrantes a medida que el útero y el feto aumentan de tamaño por encima de la sínfisis del pubis.

Además de estos cambios anatómicos, durante todo el embarazo se producen cambios fisiológicos. La frecuencia cardíaca materna suele aumentar durante el embarazo hasta 15-20 latidos/min por encima de lo normal en el tercer trimestre. Esto dificulta la interpretación de una taquicardia. La presión arterial sistólica y diastólica suelen reducirse 5-15 mm Hg durante el segundo trimestre, aunque se normalizan en general al final del embarazo. En la semana 10 de gestación el gasto cardíaco materno aumenta 1-1,5 l/min. A término el volumen de sangre de la madre habrá aumentado un 50%. *Dados estos incrementos del gasto cardíaco y el volumen de sangre, la gestante puede perder un 30%-35% de su sangre antes de desarrollar signos y síntomas de hipovolemia.*

Algunas mujeres sufren una hipotensión importante en supino. La hipotensión en supino del embarazo se produce típicamente en el tercer trimestre y se debe a la compresión de la vena cava por el útero. Esto reduce de forma tremenda el retorno venoso al corazón y al reducirse el llenado, se reducirán la presión arterial y el gasto cardíaco. Las siguientes medidas se pueden aplicar para reducir la hipotensión en supino:

1. La mujer se puede tumbar sobre el lado izquierdo (decúbito lateral izquierdo) o si está indicada la inmovilización vertebral, se deberían colocar 10-15 cm de almohadillado por debajo del lado derecho de la tabla larga.
2. Si no se puede rotar a la paciente, se debería elevar su pierna derecha para que el útero se desplace a la izquierda.
3. Se puede desplazar el útero manualmente hacia el lado izquierdo de la paciente.

Estas tres maniobras reducen la compresión sobre la vena cava, aumentan el retorno venoso al corazón y mejoran el gasto cardíaco.

Durante el tercer trimestre el diafragma está elevado y se puede producir una disnea leve, sobre todo cuando la paciente se tumba en supino. El peristaltismo (movimientos musculares de propulsión del intestino) es más lento durante el embarazo, de forma que el alimento se queda dentro del estómago muchas horas tras la ingesta. Por eso, la gestante tiene mayor riesgo de vomitar y sufrir una aspiración.

La toxemia del embarazo (llamada también eclampsia) es una complicación tardía del mismo. La *preclampsia* se caracteriza por edema e hipertensión, mientras que la *eclampsia* cursa con cambios del estado mental y convulsiones, por lo que se parece a un TCE. Es importante una valoración neurológica detenida y preguntar por posibles complicaciones del embarazo y otros procesos médicos<sup>6,7</sup>.

## Evaluación

La gestación típicamente no provoca cambios en la vía aérea de la mujer, aunque se puede encontrar una dificultad respiratoria notable cuando la mujer gestante del tercer trimestre se tumba en decúbito sobre una tabla larga. La reducción del peristaltismo del tubo digestivo facilita el riesgo de vómitos y aspiración. La permeabilidad de la vía aérea y la función pulmonar se deben valorar, incluyendo la auscultación del murmullo vesicular y monitorización de la pulsioximetría.

Igual que sucede con el hemoperitoneo de otras causas, la hemorragia intrabdominal asociada a las lesiones uterinas puede no producir peritonitis durante muchas horas. Es muy probable que la pérdida de sangre por una lesión quede oculta en la gestante por el aumento del gasto cardíaco y el volumen de sangre. Por eso, se debería mantener un elevado índice de sospecha y valorar cambios sutiles (p. ej., color de la piel) para obtener pistas importantes. En general la situación del feto depende de la situación de la madre; sin embargo, en ocasiones el feto puede estar amenazado aunque la situación y los signos vitales de la madre parezcan normales a nivel hemodinámica. Esto se produce cuando el cuerpo deriva sangre del útero (y por tanto del feto) hacia los órganos vitales de la madre. Se deben anotar y demostrar los cambios neurológicos, aunque la causa exacta puede no quedar clara en la valoración prehospitalaria. Igual que en pacientes no embarazadas, la auscultación de los ruidos intestinales no suele ser útil en la atención prehospitalaria. Tampoco resulta útil malgastar unos minutos preciosos en buscar los tonos cardíacos fetales sobre el terreno, porque su presencia o ausencia no modifica el tratamiento prehospitalario. Se deben valorar los genitales externos para demostrar hemorragia vaginal y se debe preguntar a la paciente si nota contracciones o movimientos fetales.

### Tratamiento

En el caso de la gestante que sufre lesiones, la supervivencia del feto se garantiza mejor centrándose en el estado de la madre. En esencia para que el bebé sobreviva, en general es necesario que lo haga también la madre. Es inteligente anticiparse a la posible aparición de vómitos y colocar cerca el aspirador. Se debe dar prioridad a la vía aérea y el soporte de la función ventilatoria. Se debe administrar oxígeno suficiente para mantener una lectura del pulsioxímetro del 95% o superior. Puede ser necesaria una asistencia en la ventilación, sobre todo en fases finales del embarazo.

Los objetivos del tratamiento del *shock* son básicamente los mismos que en otro paciente e incluyen la administración de líquidos IV, sobre todo ante la evidencia de un *shock* descompensado. Cualquier evidencia de hemorragia vaginal o un abdomen rígido en tabla con hemorragia externa en el último trimestre del embarazo puede indicar un desprendimiento de placenta o rotura uterina. Estos procesos no sólo amenazan la vida del feto, sino también de la madre que se puede desangrar con rapidez. No existen criterios fiables para definir la presión arterial más adecuada en la gestante lesionada. Sin embargo, recuperar las tensiones arteriales sistólica y media normales se traducirá con casi total seguridad en una mejora de la perfusión fetal, a pesar del riesgo de inducir más hemorragias internas.

El traslado de la gestante traumatizada no se debe retrasar. Todas las gestantes en esta situación se deben trasladar con rapidez, aunque sólo parezcan sufrir lesiones menores, al centro apropiado más próximo. El centro ideal debe tener servicios de cirugía y obstetricia disponibles de forma inmediata. La reani-

mación adecuada de la madre resulta clave para su supervivencia y la del feto.

### Lesiones genitourinarias

Las lesiones renales, ureterales y vesicales suelen producir hematuria. Este signo no se notará salvo que el paciente tenga una sonda colocada. Como los riñones reciben un porcentaje notable del gasto cardíaco, las lesiones contusas o penetrantes de estos órganos pueden ser origen de una hemorragia retroperitoneal con riesgo para la vida. Las fracturas de la pelvis pueden asociarse a laceraciones de la vejiga urinaria y de las paredes vaginal o rectal y pueden provocar una intensa hemorragia externa.

Los traumatismos de los genitales externos pueden deberse a múltiples mecanismos, aunque las lesiones que derivan de la propulsión desde una motocicleta o vehículo de motor, un accidente industrial, las heridas por arma de fuego o las agresiones sexuales son las más importantes. Como existen múltiples terminaciones nerviosas en estos órganos, estas lesiones determinan un notable dolor y preocupación psicológica. Estos órganos contienen además numerosos vasos y pueden ocasionar una hemorragia abundante (figura 11-11). En general esta hemorragia se puede controlar mediante presión directa o con un vendaje compresivo. Los vendajes se deben colocar por vía vaginal o dentro de la uretra para contener la hemorragia, sobre todo en gestantes. Si no se necesita presión directa para controlar la hemorragia, se deberán cubrir estas lesiones con una compresa limpia húmeda empapada en suero salino. Cualquier parte amputada se debería tratar como se describe en el capítulo 12. La valoración de todas las lesiones genitales se debe completar en el hospital.



**FIGURA 11-11** Herida por arma de fuego en el pene y que llega al muslo derecho. Las lesiones peneanas puede causar una hemorragia notable.

# RESUMEN

La potencial letalidad de las lesiones intrabdominales es muy elevada. Ninguna otra zona del cuerpo es más vulnerable a presentar una hemorragia importante sin manifestar signos físicos aparentes de lesión. Un paciente con una lesión abdominal puede deteriorarse rápidamente y sin aviso previo. Por tanto, es fundamental mantener un alto índice de sospecha ante una lesión abdominal.

El alcance de la lesión de un órgano abdominal específico raramente se puede identificar en el entorno prehospitalario. El tratamiento del paciente con un traumatismo abdominal consiste en una evaluación y preparación rápida para el transporte, administración de oxígeno, control de las hemorragias y soporte circulatorio. Resulta útil el empleo de una PNA en el tratamiento del *shock* causado por un traumatismo abdominal pélvico mientras no existan contraindicaciones para su uso. El personal de asistencia prehospitalaria sólo puede conseguir el tratamiento definitivo de un paciente con un traumatismo abdominal cuando lo traslade a un centro que pueda realizar una intervención quirúrgica rápida.

Aunque las prioridades del tratamiento son las mismas, algunos casos de traumatismos abdominales requieren consideraciones especiales. El paciente que presenta un objeto empujado en el abdomen o una evisceración abdominal también requiere una atención especial para evitar la progresión de la lesión y la aparición de complicaciones. La clave para determinar la asistencia óptima del paciente con un traumatismo abdominal consiste en mantener un alto índice de sospecha basado en el mecanismo de la lesión y en la presencia de *shock* en ausencia de una causa evidente. Los cambios anatómicos y fisiológicos del embarazo afectan al patrón de la lesión, a los signos y síntomas del traumatismo y al tratamiento de la paciente traumatizada. El tratamiento del posible compromiso fetal causado por el traumatismo en el medio prehospitalario se consigue únicamente a través de un control eficaz de la perfusión de la madre.

## RESOLUCIÓN DEL CASO

Las constantes vitales de la paciente pueden explicarse por los cambios fisiológicos que se producen durante el embarazo o pueden ser indicaciones sutiles de un *shock*, aunque, al combinarse con el mecanismo conocido de la lesión y los demás hallazgos de la evaluación, se debe mantener un alto índice de sospecha de una hemorragia interna. La laceración en el cuero cabelludo de la paciente y su desorientación ante el episodio justifican la inmovilización de la columna, que se debe modificar para evitar la compresión de la vena cava. Dado que

la oxigenación fetal depende de la función cardiorrespiratoria de la madre, la administración de oxígeno y el soporte circulatorio de la madre son el mejor tratamiento que se puede administrar al feto. Además, para la asistencia de la paciente resulta pertinente obtener más información sobre los mecanismos exactos de la lesión y sus antecedentes obstétricos. Debido a la posibilidad de un desprendimiento de placenta, lo ideal es proceder al traslado a un centro de atención al trauma que disponga de asistencia perinatal. ■

### Bibliografía

1. American College of Surgeons Committee on Trauma: Abdominal trauma. In *Advanced trauma life support for doctors, student course manual*, ed 7, Chicago, 2004, ACS.
2. Rozycki GS, Ochsner MG, Jaffin JH, et al: Prospective evaluation of surgeons' use of ultrasound in the evaluation of trauma patients, *J Trauma Injury Infect Crit Care* 34(4):516, 1993.
3. Rozycki GS, Ochsner MG, Schmidt JA, et al: A prospective study of surgeon-performed ultrasound as the primary adjuvant modality for injured patient assessment, *J Trauma Injury Infect Crit Care* 39(3):492, 1995.
4. Rozycki GS, Ochsner MG, Feliciano DV, et al: Early detection of hemoperitoneum by ultrasound examination of the right upper quadrant: a multicenter study, *J Trauma Injury Infect Crit Care* 45(5):878, 1998.
5. Rozycki GS, Ballard RB, Feliciano DV, et al: Surgeon-performed ultrasound for the assessment of truncal injuries: lessons learned from 1540 patients, *Ann Surg* 228(4):557, 1998.
6. American College of Surgeons Committee on Trauma: Trauma in women. In *Advanced trauma life support for doctors, student course manual*, ed 7, Chicago, 2004, ACS.
7. Knudson MM, Rozycki GS, Paquin MM: Reproductive system trauma. In Moore EE, Feliciano DV, Mattox KL, editors: *Trauma*, ed 5, New York, 2004, McGraw-Hill.
8. Polk JD, Fallon WF Jr: The use of focused assessment with sonography for trauma (FAST) by a prehospital air medical team in the trauma arrest patient, *Prehosp Emerg Care* 4(1):82, 2000.
9. Melanson SW, McCarthy J, Stromski CJ, et al: Aeromedical trauma sonography by flight crews with a miniature ultrasound unit, *Prehosp Emerg Care* 5(4):399, 2001.
10. Walcher F, Kortum S, Kirschning T, et al: Optimized management of polytraumatized patients by prehospital ultrasound, *Unfallchirurg* 105(11):986, 2002.
11. Strode CA, Rubal BJ, Gerhardt RT, et al: Wireless and satellite transmission of prehospital focused abdominal sonography for trauma, *Prehosp Emerg Care* 7(3):375, 2003.

## Lecturas recomendadas

- Berry MJ, McMurry RG, Katz VL: Pulmonary and ventilatory responses to pregnancy, immersion and exercise, *J Appl Physiol* 66(2):857, 1989.
- Coburn M: Genitourinary trauma. In Moore EE, Feliciano DV, Mattox KL, editors: *Trauma*, ed 5, New York, 2004, McGraw-Hill, p 809.
- Eposito TJ: Trauma during pregnancy, *Emerg Med Clin North Am* 12:167, 1994.
- Frame SB, Timberlake GA, Rosh DS, et al: Penetrating injuries of the abdominal aorta, *Am Surg* 56(10):651, 1990.
- Hill DA, Delaney LM, Duflou J: A population-based study of outcome after injury to car occupants and to pedestrians, *J Trauma* 40(3):351, 1996.
- Pearlman MD, Tintinalli JE, Lorenz RP: Blunt trauma during pregnancy, *N Engl J Med* 323:1606, 1991.
- Schoenfeld A, Ziv E, Stein L, et al: Seat belts in pregnancy and the obstetrician, *Obstet Gynecol Surv* 42(5):275, 1987.
- Timberlake GA, McSwain NE Jr: Trauma in pregnancy: a 10-year perspective, *Am Surg* 55(3):151, 1989.
- Tso EL, Beaver BL, Haller JA Jr: Abdominal injuries in restrained pediatric passengers, *J Pediatr Surg* 28(7):915, 1993.

## Objetivos del capítulo

---

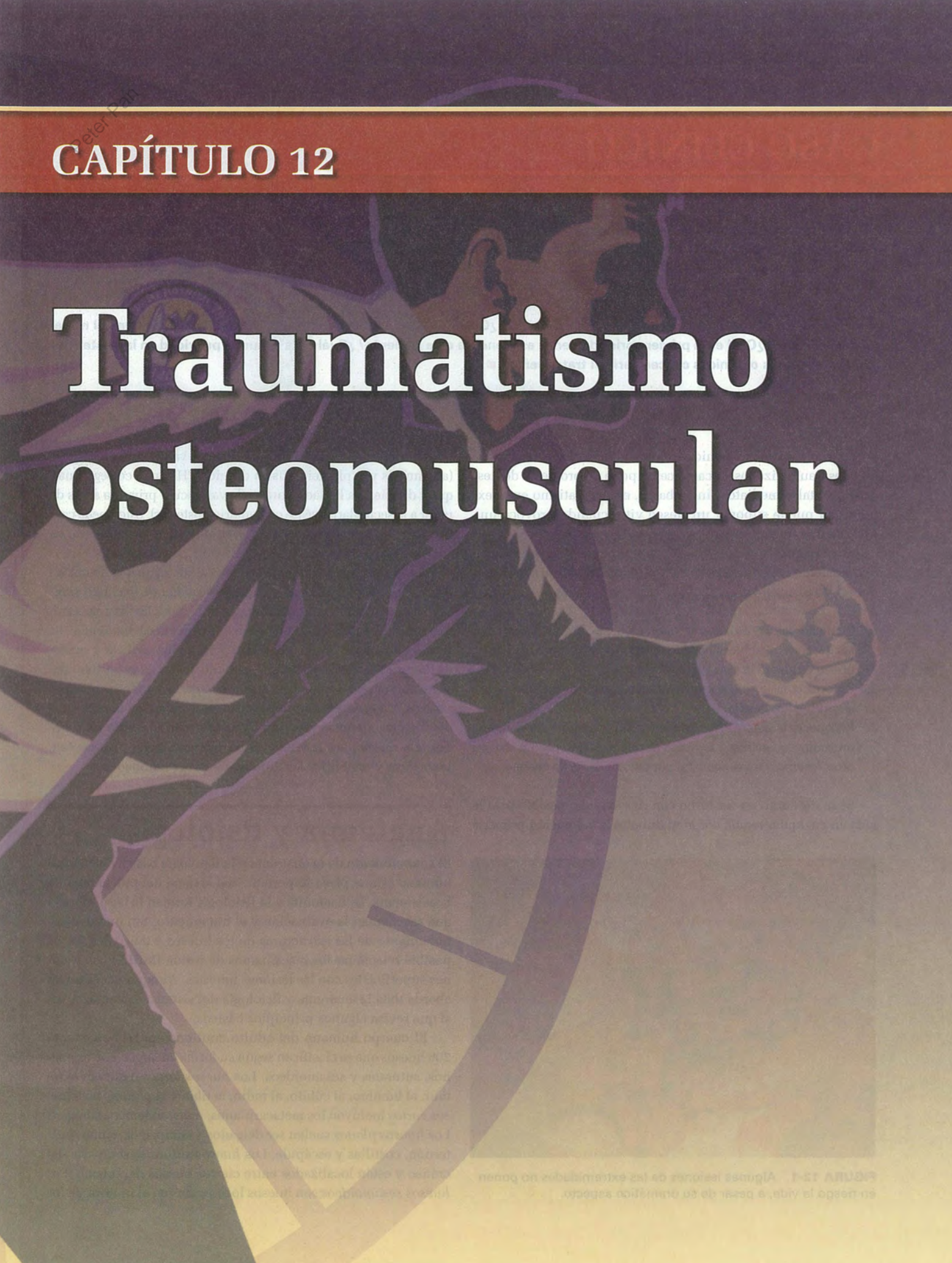
*Al finalizar este capítulo, el lector deberá ser capaz de:*

- ✓ Enumerar los tres grupos usados para clasificar a los pacientes con lesiones en las extremidades y relacionarlos con la prioridad asistencial.
- ✓ Describir la valoración primaria y secundaria relacionada con los traumatismos de las extremidades.
- ✓ Explicar la importancia de la hemorragia tanto en las fracturas cerradas como abiertas de los huesos largos, pelvis y costillas.
- ✓ Enumerar los cinco problemas fisiopatológicos principales relacionados con las lesiones de las extremidades que pueden precisar tratamiento en el ámbito prehospitalario.
- ✓ Explicar el tratamiento de los traumatismos de las extremidades como lesiones aisladas en presencia de un traumatismo multisistémico.
- ✓ En el caso de una lesión de la extremidad, seleccionar una férula y un método de inmovilización adecuado.
- ✓ Describir las consideraciones especiales implicadas en el tratamiento de una fractura de fémur.
- ✓ Describir el tratamiento de las amputaciones.

Peter Pan

## CAPÍTULO 12

# Traumatismo osteomuscular

A stylized illustration of a man in a dark suit and white shirt, with a white tie. He is shown from the waist up, facing right. His right arm is raised and bent at the elbow, with his hand clenched into a fist. The arm appears to be in pain or injured, with jagged, purple lines radiating from the shoulder and elbow areas, suggesting trauma or fracture. The background is a dark, textured purple and blue gradient. The overall style is graphic and somewhat abstract.



## CASO CLÍNICO

Usted y su compañero reciben un aviso para atender a una anciana que se ha caído por una escalera. Al llegar la encuentran tirada a los pies de las escaleras de su casa, tumbada en supino, despierta y alerta, refiriendo dolor en la cadera y el muslo izquierdo y la parte proximal del brazo derecho. Los signos vitales son los siguientes: PA 108/64; FC 112; FR 20; la piel está caliente al tacto, pero muestra una ligera sudoración. Presenta una deformidad evidente en la pierna izquierda.

**¿Cómo podría completar la evaluación de esta paciente? ¿Qué lesiones espera encontrar? ¿Qué implicaciones tiene el mecanismo de lesión? ¿Cuál es la primera prioridad en la asistencia a esta paciente? ¿Cuál es la segunda prioridad en la asistencia? ¿En qué sistemas orgánicos concentraría el tratamiento? ■**

La lesión en una extremidad, aunque frecuente en los pacientes traumatizados, pocas veces supone un problema de riesgo vital inmediato. Sin embargo, el traumatismo en la extremidad puede suponer un riesgo vital cuando provoca una pérdida de sangre (hemorragia) cuantiosa externa o interna.

En el tratamiento de un paciente traumatizado en estado crítico existen tres consideraciones principales respecto a las lesiones en las extremidades:

1. Mantener las prioridades de valoración. No dejarse distraer por las lesiones musculoesqueléticas espectaculares, pero que no ponen en riesgo la vida (figura 12-1).
2. Reconocer las lesiones musculoesqueléticas que puedan comprometer la vida.
3. Reconocer la cinemática de la lesión que ocasionó las lesiones musculoesqueléticas y el riesgo de que se hayan producido otras lesiones con riesgo vital por transferencia de energía.

Si se descubre un trastorno con riesgo real o posible para la vida en cualquier región corporal durante la valoración primaria



**FIGURA 12-1** Algunas lesiones de las extremidades no ponen en riesgo la vida, a pesar de su dramático aspecto.

(evaluación inicial), no hay que iniciar la valoración secundaria (anamnesis y exploración física dirigida). Hay que corregir cualquier deficiencia hallada durante la valoración primaria antes de pasar a la secundaria (véase comentario posterior). Esto puede causar un retraso en dicha valoración hasta que el paciente está en ruta o incluso hasta su llegada al servicio de emergencias.

A todo paciente traumatizado en estado crítico se le coloca de forma segura en una tabla larga en posición de decúbito supino, en la posición más anatómica posible, para facilitar la reanimación. Esta posición se denomina *inmovilización anatómica*. La fijación del paciente a la tabla larga permite inmovilizar y sujetar de forma eficaz todos los huesos y articulaciones. Si es posible conseguirlo, esto no impide concentrar la atención en los problemas críticos. No es imprescindible que el profesional de la asistencia distinga los distintos tipos, sino que identifique y trate las lesiones con riesgo para la vida y, si las circunstancias lo permiten, identificar y estabilizar las lesiones en las extremidades.

## Anatomía y fisiología

El conocimiento de la anatomía y la fisiología básica del cuerpo humano es una pieza importante del arsenal del profesional de la asistencia. La anatomía y la fisiología forman la base sobre la que se asientan la evaluación y el tratamiento. Sin un buen conocimiento de las estructuras de los huesos y músculos, no es posible relacionar los mecanismos de lesión (MDL) y las lesiones superficiales con las lesiones internas. Aunque este libro no aborda toda la anatomía y fisiología del sistema osteomuscular, sí que revisa algunos principios básicos.

El cuerpo humano del adulto contiene aproximadamente 206 huesos que se clasifican según su forma en largos, cortos, planos, suturales y sesamoideos. Los *huesos largos* incluyen el fémur, el húmero, el cúbito, el radio, la tibia y el peroné. Los *huesos cortos* incluyen los metacarpianos, metatarsianos y falanges. Los *huesos planos* suelen ser delgados y compactos, como el esternón, costillas y escápula. Los *huesos suturales* son parte del cráneo y están localizados entre ciertos huesos del mismo. Los *huesos sesamoideos* son huesos localizados en el interior de los

tendones sobre una superficie ósea. La rótula es el sesamoideo más grande del cuerpo (figura 12-2).

El cuerpo humano tiene más de 700 músculos, que se clasifican según su función. Los músculos que son específicos de este capítulo son los músculos esqueléticos o voluntarios. Se denominan *esqueléticos* porque mueven el sistema esquelético. Los músculos de este tipo mueven de forma voluntaria las estructuras del cuerpo (figura 12-3).

Otras estructuras importantes tratadas en este capítulo son los tendones y los ligamentos. Un *tendón* es una banda de tejido fibroso resistente e inelástico que conecta el músculo con el hueso. Es la parte blanca en el extremo de un músculo que conecta directamente el músculo al hueso que mueve. Un *ligamento* es una banda de tejido fibroso fuerte que conecta un hueso con otro; su función es mantener unidas las articulaciones.

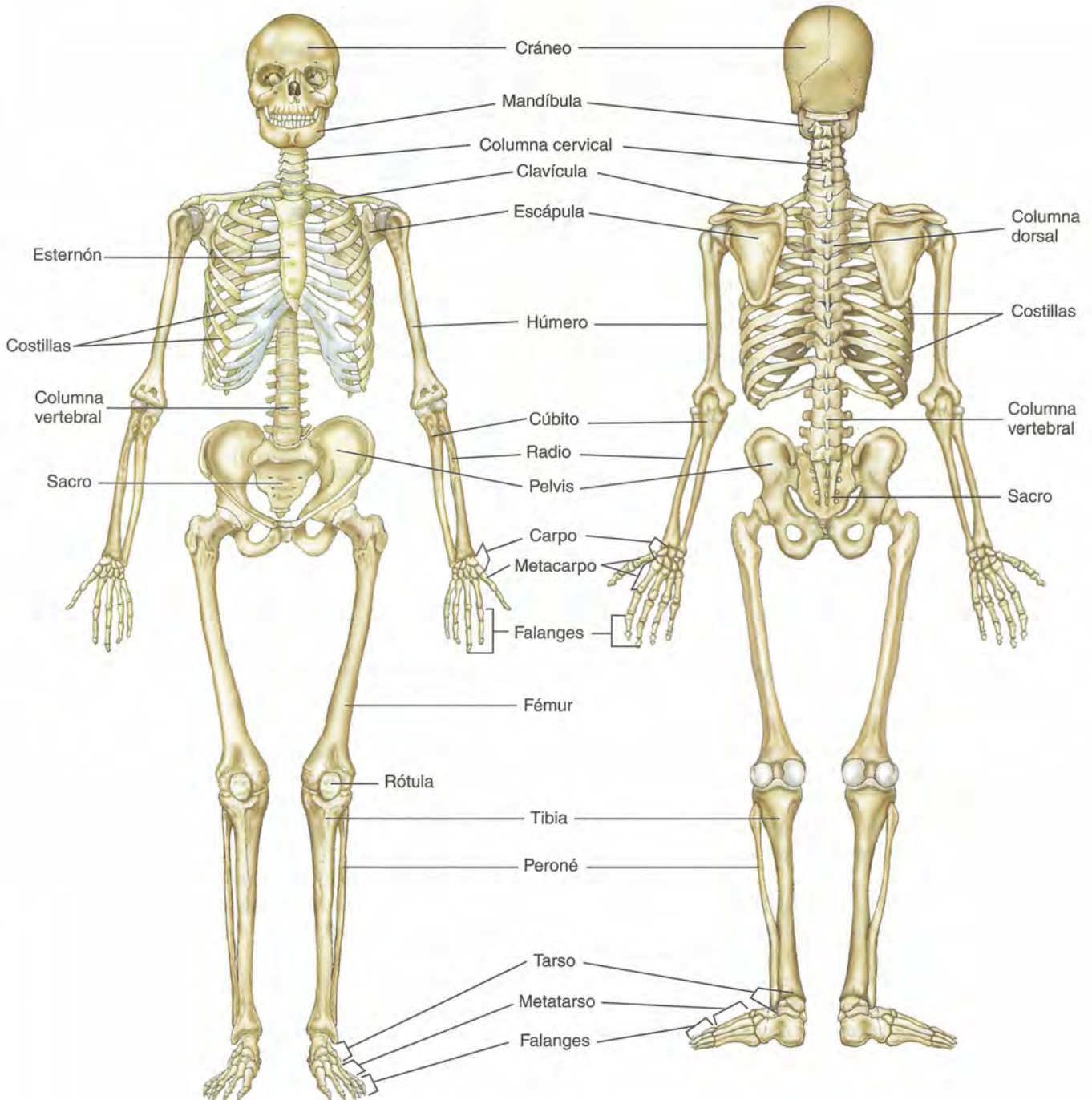
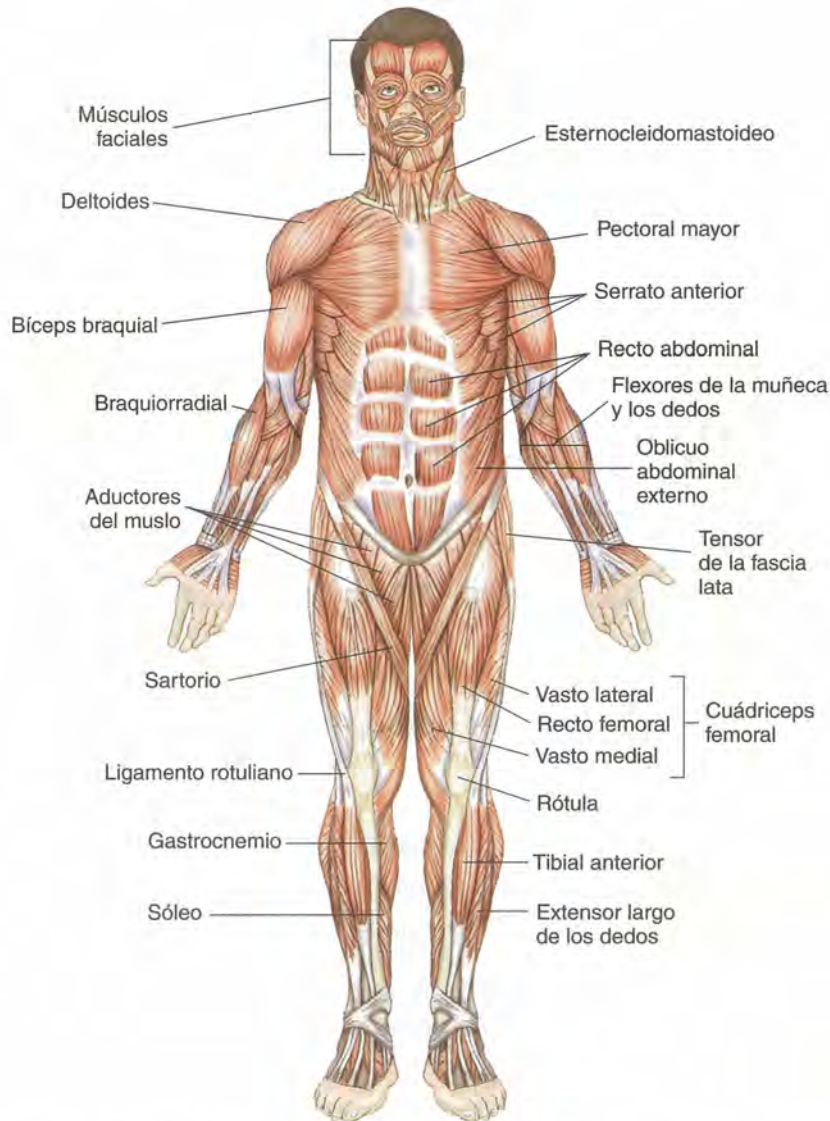


FIGURA 12-2 El esqueleto humano.



**FIGURA 12-3** Principales músculos del cuerpo humano.

## Evaluación

En el ambiente de la clasificación, el traumatismo osteomuscular puede clasificarse en tres tipos principales:

1. Traumatismo osteomuscular aislado sin riesgo para la vida (fracturas aisladas de la extremidad).
2. Traumatismo osteomuscular sin riesgo para la vida pero con traumatismo multisistémico con riesgo vital (lesiones con riesgo vital y fracturas de extremidad).
3. Lesiones osteomusculares con riesgo vital confirmadas (fracturas de pelvis y fémur con hemorragia grave).

El propósito de la valoración primaria es identificar y tratar las lesiones con riesgo para la vida. La presencia de una

lesión osteomuscular sin riesgo vital puede ser un indicador de un posible traumatismo multisistémico. En esta situación, el profesional de la asistencia debe hacerse las siguientes preguntas:

- Si ha existido una fuerza lateral suficiente como para fracturar el húmero, un hueso cubierto por músculos voluminosos, ¿puede haber también una lesión pulmonar?
- ¿Puede existir una lesión con posible riesgo vital en la región torácica o en los órganos abdominales superiores con una simple fractura costal?
- ¿Puede producirse una lesión con posible riesgo vital con múltiples cortes en la cara y fracturas de las estructuras óseas subyacentes en la mandíbula, maxilar superior y hueso frontal?

La respuesta a todas estas preguntas es «sí». Aunque el profesional de la asistencia no debe distraerse por la presencia de traumatismo osteomuscular, debe identificar las lesiones y los posibles indicadores de la presencia de lesiones con riesgo para la vida. Esta acción puede retrasar o incluso impedir que una lesión con posible riesgo vital se convierta en una lesión con riesgo vital real.

## Mecanismo de la lesión

La determinación del MDL es una de los objetivos más importantes de la evaluación y el tratamiento de un paciente traumatizado. La determinación rápida del MDL y de si se ha producido una transferencia de energía baja o alta (p. ej., caída de bicicleta frente a un choque con moto) permite al profesional de la asistencia identificar las lesiones más críticas. La mejor fuente para conocer el MDL es el propio paciente. Si el paciente no puede responder, esta información puede obtenerse de los testigos. A menudo puede hacerse la «mejor conjetura» como método de aproximación a los hechos basándose en las lesiones si no hay ningún testigo del incidente. Esta información debe transmitirse al hospital receptor y debe quedar reflejada en el informe.

Basándose en la anamnesis obtenida sobre el MDL, el profesional de la asistencia puede sospechar las lesiones sufridas por el paciente. Las lesiones primarias son las que mantienen una relación más obvia con el MDL; no obstante, desde el punto de vista osteomuscular, a menos que se produzca pérdida de sangre, estas lesiones no provocan un riesgo vital y pueden tratarse mediante férulas. Las lesiones secundarias no son tan obvias pero están en el «camino a la lesión». Los ejemplos siguientes ilustran la diferencia entre lesiones primarias y secundarias:

- Si un paciente salta por una ventana de pie, la sospecha principal serán fracturas en el calcáneo, tibia, peroné, fémur, pelvis y columna vertebral, así como lesiones aórticas por sobrecarga. Las lesiones secundarias podrían ser una lesión abdominal o una lesión craneal por caída hacia delante tras golpear con el suelo.
- Si un paciente sufre una colisión en moto contra un poste de teléfono, golpeándose en la cabeza, las lesiones primarias afectarían al cráneo, la columna cervical o el tórax. La lesión secundaria podría ser una fractura de fémur al quedar «atrapado» el fémur por el manillar.

Otro ejemplo podría ser el de un paciente sentado en el asiento del acompañante de un vehículo que sufre una colisión lateral. Como se ha explicado en el capítulo 3, la primera ley de Newton del movimiento señala que un cuerpo en movimiento se mantiene en movimiento hasta que experimente una fuerza opuesta de la misma intensidad. El vehículo es el cuerpo en movimiento hasta que sufre la acción del otro vehículo. La puerta del vehículo alcanzado se empotra contra el brazo y puede chocar también contra la pared torácica, produciendo fracturas costales, contusión pulmonar y probablemente una fractura de húmero. Dada la cinemática de la lesión, la sospecha primaria debería ser una fractura de húmero, pelvis y fémur. La lesión se-

cundaria que habría que sospechar son las fracturas costales, la lesión muscular de la pared torácica y lesiones cardíacas y pulmonares. Una lesión secundaria que hay que investigar es la abrasión por la activación del airbag.

Otra posible lesión secundaria tras un impacto lateral es cuando el pasajero no utiliza el cinturón de seguridad y se convierte en un proyectil (objeto) en el interior del vehículo. El vehículo que choca contra el lateral del pasajero pone en movimiento al pasajero hasta que es detenido por otro objeto, como el conductor. No obstante, las lesiones en el lado próximo son más graves que las lesiones en el lado alejado. En este caso, el MDL para el conductor es el cuerpo del acompañante sin cinturón de seguridad.

Una visualización apropiada del incidente desde el primero hasta el último objeto puesto en movimiento es la clave para conocer el verdadero MDL y su importancia.

## Valoraciones primaria y secundaria

El primer paso en toda evaluación es la seguridad y las circunstancias de la escena. Una vez confirmada la seguridad, se puede seguir con el trabajo. La valoración primaria se concentra en los problemas de riesgo vital que pueden identificarse. Tratar una lesión en una pierna amputada carece de importancia si el paciente no respira. La vía aérea, la circulación y la respiración siguen siendo la parte más importante de la valoración. Una hemorragia franca se incluye en la valoración primaria y se debe controlar si pone en riesgo la vida.

En la valoración secundaria, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe:

- Retirar cualquier prenda de ropa que no se quitara en la valoración primaria.
- Si el paciente está consciente, preguntarle por el MDL, la sensibilidad, el dolor y la debilidad.
- Evaluar visualmente al paciente para detectar edema, cortes, erosiones, hematomas, color, movimiento, tiempo de relleno capilar y deformidad.
- Palpar los pulsos, temperatura y crepitación.
- Valorar la sensibilidad en distintas localizaciones de las manos y los pies y los dedos de ambos sitios. Tres nervios aportan la sensibilidad a la mano y dos a los pies. La sensibilidad puede ser parcheada. Se debe valorar también las funciones motoras gruesas, como abrir y cerrar el puño, la fuerza de la prensión y la separación de los dedos de los pies. La realización de movimientos voluntarios de las extremidades analiza al mismo tiempo la función neurológica y muscular.
- Comprobar los pulsos, el movimiento y la sensibilidad antes y después de la inmovilización.
- Inmovilizar todas las fracturas o luxaciones posibles.

Los cortes pueden sangrar poco o mucho. La hemorragia contenida en las partes blandas produce edema y equimosis (moratón). Los hematomas y la deformidad pueden indicar una fractura cerrada o una lesión importante de un vaso principal.

La mayor parte de los pacientes con lesiones musculoesqueléticas significativas refieren dolor, salvo que exista una lesión nerviosa.

Los pulsos, la movilidad y la sensibilidad son aspectos importantes de la evaluación. Aunque la pérdida de la función motora y sensitiva suele indicar una lesión neurológica (nerviosa), estos hallazgos asociados a una pérdida de los pulsos indica típicamente una lesión arterial grave. La valoración primaria trata de determinar las lesiones que comprometen la vida y de establecer la situación de partida. La revaloración del paciente en múltiples ocasiones resulta esencial para identificar los cambios respecto de la situación de partida.

La *crepitación* es la sensación que producen los huesos cuando los extremos fracturados rozan entre sí. Puede provocarse mediante palpación del foco de lesión o moviendo los huesos. Se produce una especie de chasquido, crujido y reventón. Se parece al estallido de los embalajes de burbujas. La percepción de que los huesos rozan entre ellos durante la valoración de un enfermo puede ocasionar más daños y, por eso, en cuanto se percibe crepitación, no se deben realizar pasos adicionales ni repetitivos para provocarlo. La crepitación es una sensación peculiar que no se olvida con facilidad.

## Lesiones musculoesqueléticas específicas

Las lesiones de las extremidades producen dos problemas fundamentales que necesitan tratamiento prehospitalario: la hemorragia y la inestabilidad (fracturas y luxaciones)

### Hemorragia

La hemorragia puede ser espectacular o sutil. Tanto si se trata del babeo capilar de una abrasión extensa, del flujo de sangre roja oscura de una laceración superficial o de los borbotes de sangre roja originados en una arteria abierta, la cantidad de sangre que se pierde y la velocidad de la pérdida determinarán la capacidad del paciente de compensar o su entrada en *shock*. Una buena regla, que se debe recordar, es: «Ninguna hemorragia es menor; cada hematía tiene importancia». Incluso un sangrado pequeño puede acabar convirtiéndose en una pérdida notable de sangre cuando se deja sin tratar durante mucho tiempo.

La *hemorragia externa* arterial se debería identificar durante la valoración primaria. En general se reconoce con facilidad, aunque la valoración puede verse dificultada cuando el paciente lleva ropa gruesa u oscura. Idealmente la hemorragia evidente se controla mientras se trata la vía aérea y la respiración del paciente si se dispone de suficiente ayuda; sin no es así, se controlará cuando se identifica al valorar la circulación o después de quitar la ropa al paciente. La estimación del volumen de la he-

**TABLA 12-1 Hemorragia interna aproximada asociada a fracturas**

Hueso	Hemorragia interna aproximada (ml)
Costilla	125
Radio o cúbito	250-500
Húmero	500-750
Tibia o peroné	500-1000
Fémur	1000-2000
Pelvis	1000-masiva

morragia externa resulta extremadamente difícil. Las personas inexpertas suelen sobrestimar la magnitud del sangrado externo, pero la pérdida de sangre no siempre resulta aparente. Es posible que el enfermo haya sido cambiado de sitio o que la sangre perdida se haya absorbido por las ropas o el terreno o se haya lavado con la lluvia o por el agua.

La *hemorragia interna* también es frecuente en los traumatismos musculoesqueléticos. Puede deberse a una lesión de los vasos principales, a una rotura muscular u originarse en la médula ósea de los huesos fracturados. Un edema progresivo en una extremidad o una extremidad fría, pálida o sin pulso puede indicar una hemorragia arterial interna originada en venas o arterias principales. Las fracturas pueden acompañarse de una hemorragia interna significativa (tabla 12-1). El profesional prehospitalario deber valorar tanto las posibles hemorragias internas como externas asociadas a los traumatismos de las extremidades. Esto ayudará a anticipar una reducción de la perfusión y el *shock*, de forma que el profesional estará preparado para un posible deterioro sistémico y podrá intervenir de forma adecuada para reducir su aparición.

### Tratamiento

El tratamiento inicial de la hemorragia externa consiste en aplicar presión directa. Como se comentó en el capítulo 7, no se ha demostrado que la elevación de la extremidad retrase la hemorragia y, en los traumatismos musculoesqueléticos, puede incluso agravar lesiones existentes. Si no se consigue controlar la hemorragia con aplicación de presión directa, se debería aplicar un torniquete, según los principios descritos en el capítulo 7. Los fármacos hemostáticos tópicos comercializados no han sido suficientemente estudiados en los servicios de emergencia médicas civiles (SEM) y se deben reservar para situaciones de traslado prolongado.

Tras controlar la hemorragia en los pacientes con una hemorragia con riesgo vital de la extremidad, los profesionales prehospitalarios podrá revalorar la situación y centrarse en la reanimación y el traslado rápido a un centro que pueda tratar este trastorno de la mejor forma posible. Durante el traslado, se debería iniciar la administración de oxígeno y reanimar con líquidos intravenosos (IV) a los pacientes con *shock* de clases II, III o IV. En los pacientes con una hemorragia menor sin signos de *shock* u otras le-

siones que comprometan la vida, se puede controlar el sangrado con presión directa y proceder a la evaluación secundaria.

### Inestabilidad (fracturas y luxaciones)

Los desgarros de las estructuras de soporte de una articulación, la fractura de un hueso o las lesiones graves en músculos y tendones pueden afectar a la capacidad de una extremidad de mantenerse. Las dos lesiones que causan inestabilidad de huesos y articulaciones son las fracturas y las luxaciones.

### Fracturas

Si se fractura un hueso, inmovilizarlo reducirá el riesgo de que se agraven las lesiones y el dolor. El movimiento de los extremos afilados del hueso fracturado puede ocasionar lesiones en los va-

sos, con la consiguiente hemorragia interna y externa. Además, las fracturas pueden lesionar el tejido muscular y los nervios.

En general, las fracturas se clasifican como cerradas o abiertas. En las *fracturas cerradas* la piel no está atravesada por los extremos óseos, mientras que en las *fracturas abiertas* la integridad de la piel se ha perdido (figura 12-4, A). Los cirujanos ortopédicos pueden clasificar las fracturas según el patrón (p. ej., en tallo verde, conminuta), pero estos tipos no se pueden distinguir en la radiografía y conocer el patrón de fractura no modifica en nada el tratamiento sobre el terreno.

Las fracturas cerradas son aquellas en las que el hueso se ha roto, pero el paciente no muestra pérdida de la integridad de la piel (es decir, la piel no se ha roto) (figura 12-4, B). Los signos de una fractura cerrada incluyen hipersensibilidad, deformidad, hematomas, crepitación e impotencia funcional aunque en algunos



**FIGURA 12-4** A. Fractura abierta frente a cerrada. B. Fractura cerrada de fémur. C. Fractura abierta de la tibia.

pacientes sólo aparece el primero. Se deben valorar los pulsos, el color de la piel y la función sensitiva y motora distales a la posible fractura. Pedir al paciente que mueva la extremidad fracturada puede condicionar que la fractura se haga abierta. No siempre es verdad que una extremidad no esté fracturada cuando el paciente la puede mover de forma voluntaria. La adrenalina que se libera en el episodio traumático puede motivar a los pacientes para que hagan cosas que normalmente no podrían tolerar. Además, algunos pacientes muestran una notable tolerancia al dolor.

Las fracturas abiertas se suelen producir cuando un extremo punzante de un hueso penetra en la piel desde el interior o una lesión lacera la piel y el músculo hasta el lugar de la fractura (figura 12-4, C). Cuando un hueso pincha la piel, el extremo se puede contaminar por bacterias de la piel o el ambiente. Esta grave complicación de una fractura abierta se denomina infección ósea (*osteomielitis*) y puede interferir con la normal cicatrización de la fractura. Aunque la lesión de la piel asociada a una fractura abierta no suele determinar una hemorragia importante, puede generar un sangrado persistente originado en la cavidad medular ósea o por la descompresión a través de la piel de un hematoma formado dentro del tejido. El profesional prehospitalario tiene que considerar que cualquier herida abierta cerca de una posible fractura la convierten en una fractura abierta y deberá tratarla como tal. El profesional no deberá tratar de reponer un hueso protruyente ni un extremo óseo; sin embargo, en ocasiones los huesos recuperan una posición casi normal cuando se realinean o por el espasmo muscular que se suele asociar a la fractura. Una inmovilización inadecuada o una manipulación demasiado brusca de una extremidad fracturada pueden determinar que la fractura cerrada se abra. En los pacientes traumatológicos las fracturas abiertas se localizan con facilidad.

Como se comentó antes, las fracturas pueden originar una hemorragia interna importante en los planos titulares que la rodean. Las dos fracturas que se asocian con mayor frecuencia a hemorragias intensas son las de fémur y pelvis. Un adulto puede perder hasta 1000-2000 ml de sangre por el muslo. Por eso, la hemorragia interna asociada a una fractura bilateral de fémur puede ser suficiente para causar la muerte en *shock* hipovolémico.

Las fracturas de pelvis son otra causa frecuente de hemorragia importante (figura 12-5). Múltiples arterias y venas pequeñas se encuentran adyacentes a la pelvis y pueden ser desgarradas por los extremos del hueso o las articulaciones sacroilíacas fracturadas o separadas. Una palpación o manipulación demasiado agresiva de la pelvis (meneo de la pelvis) puede agravar de forma significativa la pérdida de sangre cuando existe una fractura pélvica inestable. Para valorar la pelvis, se puede aceptar una palpación suave, pero sólo se debe hacer una vez. La aplicación de una suave presión manual de anterior a posterior y desde los laterales puede identificar la inestabilidad o la crepitación. La zona que rodea a la pelvis es un «espacio potencial» porque se puede expandir y aceptar un gran volumen de sangre. Dado el espacio existente en la cavidad pélvica, se puede producir una hemorragia con pocos signos externos de afectación. Las fracturas pélvicas abiertas, que suelen ser consecuencia de un golpe a un peatón por un vehículo o la propulsión fuera del vehículo de un ocupante, resultan especialmente mortales. Con frecuen-



**FIGURA 12-5** Radiografía de una fractura por compresión anteroposterior de la pelvis grave. Se observa un marcado ensanchamiento de la sínfisis del pubis, con rotura de la articulación sacroilíaca y fracturas de las ramas del pubis.

cia se asocian a una hemorragia masiva externa más que interna y los extremos óseos pueden lacerar el recto o la vagina y ocasionar una grave infección pélvica (cuadro 12-1).

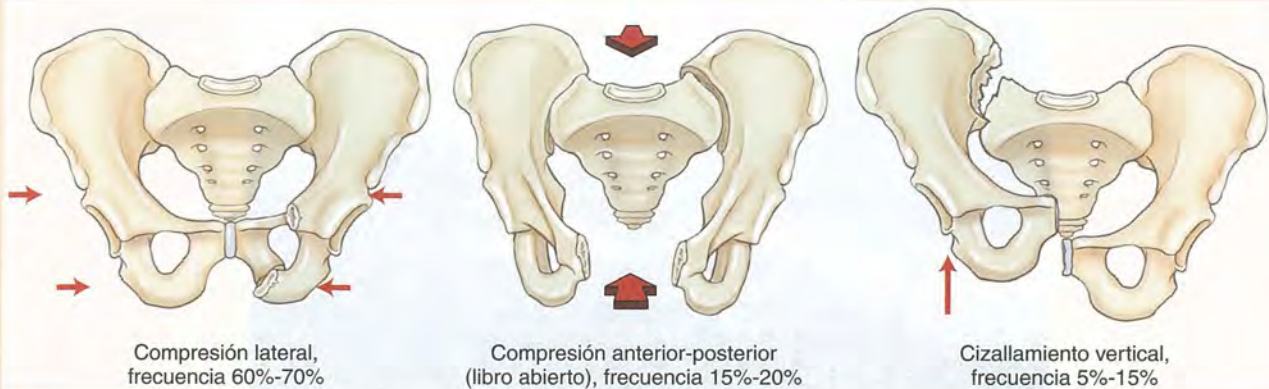
#### Tratamiento

**Fracturas cerradas y abiertas.** En el tratamiento de las fracturas lo primero es controlar la hemorragia y tratar el *shock*. La presión directa y los vendajes compresivos controlarán casi todas las hemorragias externas identificadas sobre el terreno. Las heridas abiertas y los extremos óseos expuestos deben cubrirse con un vendaje estéril. La hemorragia interna se controla principalmente mediante inmovilización, que aporta el beneficio adicional de reducir el dolor. Si los extremos óseos se retraen en la herida durante la inmovilización, se debe anotar este dato en el informe de traslado y notificarlo al personal del servicio de emergencia. Se consigue poco administrando antibióticos IV a los pacientes con fracturas abiertas sobre el terreno, sobre todo en un contexto urbano o suburbano.

Una extremidad lesionada se debería movilizar lo menos posible. El principal objetivo de la inmovilización es evitar el movimiento de una parte del cuerpo, lo que ayuda a reducir el dolor del paciente y prevenir más lesiones de partes blandas y hemorragias. Para inmovilizar cualquier hueso largo de una extremidad de forma eficaz, se debería inmovilizar todo el miembro. Para ello se debe soportar manualmente el sitio lesionado mientras que se inmovilizan la articulación y el hueso situados por encima del lugar (proximales) y por debajo del mismo (distales). Se dispone de numerosos sistemas de inmovilización y la mayor parte se pueden emplear en fracturas abiertas y cerradas (cuadro 12-2). En todas las técnicas de inmovilización, la inspección posterior del miembro queda limitada y la exploración exhaustiva se debe realizar antes de inmovilizarlo.

En general la mayor parte de las fracturas se inmovilizan en la posición que se han encontrado. Las excepciones serían las fractu-

### CUADRO 12-1 Fracturas pélvicas



Las fracturas de la pelvis pueden ser menores y relativamente insignificantes a graves lesiones complejas asociadas a una hemorragia interna y externa masiva. Las fracturas del **anillo pelviano** se asocian a una mortalidad global de un 6%, mientras que la mortalidad de las fracturas abiertas puede superar el 50%. La pérdida de sangre es la principal causa de muerte en los pacientes con fracturas de pelvis y las demás se deben a traumatismo craneoencefálico (TCE) o fracaso multiorgánico. Como la pelvis es un hueso duro y resulta difícil fracturarlo, los pacientes con fracturas de este hueso suelen tener lesiones asociadas, como TCE (51%), fracturas de huesos largos (48%), lesiones torácicas (20%), rotura de uretra en varones (15%), traumatismo esplénico (10%) y traumatismo renal o hepático (7% cada uno).

#### TIPOS DE FRACTURAS PÉLVICAS

- **Fracturas de ramas.** Las fracturas aisladas de la rama superior o inferior suelen ser menores y no se necesita en general su estabilización quirúrgica. Los individuos que se caen con fuerza sobre el periné pueden romperse las cuatro ramas (lesiones en «silla de montar»). Estas fracturas no se asocian a una hemorragia interna significativa.
- **Fracturas acetabulares.** Estas fracturas se producen cuando la cabeza del fémur es empujada dentro del acetábulo de la pelvis. En general es necesaria la cirugía para optimizar la función normal de la cadera. Estas lesiones se pueden asociar a una hemorragia interna importante.

- **Fracturas del anillo pelviano.** Las fracturas del anillo pelviano se clasifican típicamente en tres categorías. La hemorragia con riesgo vital es más frecuente en las fracturas por cizallamiento vertical, aunque se puede producir en todos los tipos. El profesional prehospitalario puede palpar crepitantes y observar inestabilidad ósea en todos estos tipos de fracturas del anillo.

1. **Fracturas por compresión lateral** que son la mayoría de las fracturas del anillo pelviano. Pueden producirse cuando se aplican fuerzas en las superficies laterales de la pelvis (p. ej., golpe a un peatón de un vehículo). El volumen de la pelvis se reduce en estas fracturas.
2. **Fracturas por compresión anterior-posterior** que suponen aproximadamente un 15% de todas las fracturas del anillo pelviano. Se producen cuando las fuerzas se aplican en dirección anteroposterior (p. ej., persona atrapada entre un vehículo y una pared). Se llaman también fracturas en «libro abierto» porque la sínfisis se suele separar y el volumen de la pelvis aumenta mucho.
3. **Fracturas por cizallamiento vertical** que son la menor proporción de fracturas del anillo pelviano, pero se asocian a la máxima mortalidad. Se producen cuando se aplica una fuerza vertical sobre una hemipelvis (p. ej., caída desde una altura, aterrizando con una pierna antes que la otra). Como una mitad de la pelvis es separada de la otra, los vasos se suelen desgarrar y aparecen graves hemorragias internas.

ras en pacientes con extremidades sin pulsos y pacientes con traumatismos de las extremidades que no pueden ser trasladados por la extraña posición del miembro. En estos casos el profesional prehospitalario puede tratar de enderezar con suavidad la extremidad, volviéndola a su posición anatómica normal. Si tras uno o dos intentos no se consigue recuperar la circulación, los posibles intentos adicionales no tendrán éxito. Se debería dejar de intentar enderezar el miembro si el paciente refiere dolor importante o si se

percibe resistencia al movimiento. Recuperar la posición normal de la extremidad facilitará la inmovilización y mejorará la circulación.

Otros cuatro puntos que se deben recordar al aplicar cualquier tipo de inmovilización son los siguientes:

1. Usar férulas rígidas almohadilladas para inmovilizar la extremidad ya que mejora la comodidad del paciente y previene las úlceras de decúbito.

## CUADRO 12-2 Tipos de férulas



A



B



C

A. Férula rígida. B. Férula deformable. C. Férula de tracción.

(A, tomado de McSwain NE, Paturas J: *The Basic EMT: comprehensive prehospital patient care*, ed 2, St Louis, 2001, Mosby; B y C, tomado de Sanders MJ: *Mosby's paramedic textbook*, ed 3, St Louis, 2006, Mosby).

Existen diferentes férulas y materiales para férulas, como:

- **Férulas rígidas** cuya forma es invariable (véase figura A). Requieren que la parte del cuerpo inmovilizada se adapte a la forma de la férula. Son ejemplos de este tipo las férulas de tabla (madera, plástico o metal) y las «férulas neumáticas» hinchables. Las férulas de tipo tabla larga también pertenecen a este grupo.
- **Férulas moldeables** que pueden moldearse en diferentes formas y combinaciones para adaptarse a la forma de la

extremidad lesionada (véase figura B). Son ejemplos de este tipo las férulas de vacío, almohadas, mantas, férulas de cartón, férulas en escalera de alambres y las férulas metálicas moldeables cubiertas de gomaespuma. Estas férulas son las preferidas para las lesiones de tobillo, muñeca o huesos largos.

- **Férulas de tracción** que están diseñadas para mantener una tracción mecánica en eje para ayudar a reducir las fracturas (véase figura C). Las férulas de tracción se emplean con más frecuencia para estabilizar las fracturas de fémur.

2. Quitar las joyas y relojes de forma que estos objetos no impidan la circulación cuando aparezca más edema. La retirada de los anillos que vengán justos al paciente se facilita lubricándolos con una loción o gelatina lubricante.
3. Valorar la función neurovascular distal al lugar de la lesión antes y después de la inmovilización y de forma periódica después. Una extremidad sin pulso sugiere una lesión vascular o un síndrome compartimental y entonces el

traslado a un centro adecuado de forma rápida se convierte en una prioridad todavía mayor.

4. Tras inmovilizar, plantearse la elevación de la extremidad, si es posible, para reducir el grado de edema y la pulsación. Se pueden aplicar compresas frías o hielo para reducir el dolor y el edema y se pueden colocar en la extremidad inmovilizada, cerca del lugar de la fractura posible.

**Fracturas de fémur.** Las fracturas de fémur representan una situación única para la inmovilización dada la musculatura del muslo. Además de ser un soporte estructural clave para la extremidad inferior, el fémur también aporta resistencia a los potentes músculos del muslo, manteniendo su longitud. Cuando el fémur se fractura en el tercio medio de su diáfisis, esta resistencia a la contracción se pierde. Cuando se contraen los músculos, los extremos óseos afilados desgarran el tejido muscular y ocasionan hemorragia interna y dolor, además de predisponer al paciente a la fractura abierta. Cuando no existen lesiones con riesgo para la vida, se debería aplicar una *férula con tracción* para estabilizar una fractura posible en el tercio medio de la diáfisis femoral. La aplicación de tracción tanto manualmente como con un dispositivo mecánico, ayudará a reducir la hemorragia interna y también el dolor. Un estudio sobre el uso prehospitalario de la tracción demostró que casi un 40% de los pacientes presentaban lesiones que complicaban o contraindicaban el uso de una férula con tracción<sup>1</sup>. Entre estas contraindicaciones se pueden citar:

- Sospecha de fractura pélvica.
- Sospecha de fractura del cuello femoral (cadera).
- Avulsión o amputación del tobillo y el pie.
- Sospecha de fracturas adyacentes a la rodilla (se puede emplear una férula con tracción como férula rígida en estos casos, pero no aplicar tracción).

Cuando las fracturas del tercio medio de la diáfisis femoral afectan a un paciente con otras lesiones que comprometen su vida, no se debería perder tiempo en colocar una férula con tracción. En vez de hacer esto, se debería centrar la atención en los problemas críticos y estabilizar las posibles fracturas de la extremidad inferior cuando se inmovilice al paciente en una tabla larga. Si se utilizan por un *shock* descompensado clase III o IV, los pantalones neumáticos *antishock* (PNAS) pueden estabilizar una fractura de fémur.

**Fracturas de la pelvis.** Las fracturas graves de la pelvis plantean dos retos a los profesionales prehospitalarios. La principal preocupación es la hemorragia interna, que puede ser muy difícil de tratar. Algunos datos sugieren que los PNAS pueden resultar útiles porque comprimen la pelvis y posiblemente taponan la hemorragia interna<sup>2,3</sup>. Sólo se deberían aplicar e insuflar en pacientes con sospecha de fractura pélvica que tienen una hemorragia descompensada (clase III o IV). Si no se dispone de PNAS, se debería plantear anudar una sábana alrededor de la parte inferior de la pierna y sujetarla a modo de cincha firme. Las ex-

tremidades inferiores deberían estar en aducción y rotación interna y asegurarse en esta posición. Varios fabricantes comercializan «soportes para la pelvis» para estabilizar determinados tipos de fracturas de la pelvis. Todavía no se han publicado pruebas concluyentes a favor del uso y el coste de estos dispositivos para el traslado de los pacientes con sospecha de fracturas de la pelvis desde el lugar al centro de atención al trauma o el hospital (cuadro 12-3).

Una preocupación relacionada es que los pacientes con fracturas de pelvis claramente inestables pueden ser difíciles de movilizar, porque incluso movilizarlos con un procedimiento en bloque modificado puede desplazar los fragmentos óseos y causar más sangrado. La mejor forma de mover al paciente con una fractura inestable a la palpación puede ser una camilla telescópica. Si no se cuenta con una, el enfermo se debería girar usando una técnica en bloque modificada pero sólo lo suficiente para poder meter una tabla larga debajo del enfermo. Esta acción se debe realizar de forma expeditiva.

## Luxaciones

Las articulaciones se mantienen juntos gracias a los ligamentos. Los huesos se unen a los músculos mediante los tendones. El movimiento de una extremidad se debe a la contracción muscular (acortamiento). Esta reducción de la longitud muscular tira de los tendones unidos al hueso y mueve la extremidad en la articulación. Una *luxación* es una separación de los dos huesos en la articulación por una rotura importante de los ligamentos que normalmente aportan la estabilidad de la articulación (figuras 12-6 y 12-7). Una luxación, igual que una fractura, genera una zona de inestabilidad que el profesional prehospitalario deberá asegurar. Puede ser difícil distinguir la luxación de una fractura, a las que también se puede asociar (luxación-fractura). Los pacientes con antecedentes de luxaciones tienen ligamentos más laxos y muestran una mayor tendencia a sufrir luxaciones frecuentes, salvo que se corrija quirúrgicamente el problema. A diferencia de los enfermos que sufren la primera luxación, estos enfermos suelen conocer bien la lesión y pueden ayudar a valorarla y estabilizarla.



**FIGURA 12-6** Una luxación es una separación de un hueso de una articulación.

(Tomado de McSwain NE Jr, Paturas JL: *The basic EMT: comprehensive prehospital patient care*, ed 2, St Louis, 2001, Mosby.)

**CUADRO 12-3 Soportes pélvicos**

Como se ha comentado en el texto, al menos se comercializan tres soportes pélvicos: Pelvic Binder (Pelvic Binder, Dallas); Sam Swing (Sam Products, Newport, Ore); y TPOD (BioCybernetics International, LaVerne, Calif).

**FUNDAMENTOS**

Algunas fracturas del anillo pelviano se asocian a un incremento del volumen de la pelvis (p. ej., las fracturas por compresión anteroposterior [AP]), lo que permite gran volumen de hemorragia hacia un tercer espacio. Como el volumen está aumentado, existe menos tejido alrededor de la pelvis para taponar la hemorragia. Antes del desarrollo de estos soportes pélvicos, los pacientes con estas lesiones e inestabilidad hemodinámica (shock) deberían realizarse una fijación externa de la pelvis para reducir el volumen pelviano y aumentar las probabilidades de taponar la hemorragia. Aunque la fijación externa parecía reducir las necesidades de sangre, existen mínimos datos publicados que indiquen que la fijación externa reduce la mortalidad de estas fracturas.

**PROBLEMAS**

Existen varios problemas posibles por el uso de soportes para la pelvis en el entorno prehospitalario:

1. Las fracturas pélvicas son difíciles de diagnosticar sin radiografías. Ningún dato publicado demuestra que el personal prehospitalario sea capaz de diagnosticar de forma fiable una fractura de pelvis en función de la

exploración clínica. Además, no todas las fracturas de la pelvis se benefician de la compresión. Aunque esta medida puede resultar beneficiosa en las fracturas por compresión AP, las producidas por compresión lateral pueden tener ya una reducción del volumen pelviano.

2. Existen datos limitados sobre la eficacia. Sólo se han publicados unas pocas series de casos retrospectivas sobre pacientes acerca del uso intrahospitalario de soportes pélvicos. Aunque algunos trabajos demuestran una reducción significativa del volumen de la pelvis, pocos han analizado las necesidades transfusionales y ninguno ha demostrado una menor mortalidad en los pacientes tratados con este dispositivo.
3. No se ha publicado ningún estudio de investigación sobre el uso de soportes pélvicos en el entorno prehospitalario, de forma que no existen datos que demuestren un mejor pronóstico.
4. Este dispositivo de un solo uso tiene un coste importante.

**USO POSIBLE**

Un uso del soporte pélvico que se puede plantear a nivel prehospitalario es el traslado entre centro de un paciente con una fractura por compresión AP confirmada en una radiografía y con un shock de clase II, III o IV asociado. En estos enfermos se podría aplicar el dispositivo antes del traslado, sobre todo cuando el shock está descompensado. La decisión de emplear el dispositivo se debe adoptar junto con el control médico.



**FIGURA 12-7** Luxación anterior de la rodilla derecha con solapamiento entre la tibia y el fémur

(Tomado de Ferrera PC, Colucciello SA, Marx JA, et al: *Trauma management: an emergency medicine approach*, St Louis, 2001, Mosby.)

**Tratamiento.** En general, las posibles luxaciones se deben inmovilizar en la posición en que se encuentran. Se puede realizar una suave manipulación de la articulación para tratar de recuperar el flujo sanguíneo cuando los pulsos sean débiles o falten por completo. Cuando el traslado al hospital sea corto, la mejor decisión puede ser empezarlo en lugar de intentar una manipulación. La manipulación aumenta el dolor del paciente y se debería preparar al enfermo antes de tratar de mover la extremidad. Se debería utilizar una férula para inmovilizar la lesión. Documentar cómo se encontró la lesión y si existían pulsos, movimiento, sensibilidad y color antes y después de la inmovilización tiene gran importancia. Durante el traslado se pueden emplear compresas frías o bolsas de hielo para reducir el dolor y el edema. Se debe aportar analgesia para reducir el dolor.

La *National Association of EMS Physicians (NAEMSP)* recomienda reducir las luxaciones cuando el traslado sea prolongado<sup>4</sup>. La base es que resulta más difícil reducir las articulaciones cuando estas se dejan en una posición luxada durante un periodo de tiempo prolongado; por eso, el profesional prehospitalario puede tratar de reducir las luxaciones sobre el terreno. Antes de tratar dicha maniobra de reducción, el profesional debe tener la formación adecuada en las técnicas apropiadas. Los intentos de reducción sólo se deben realizar cuando los protocolos escritos

o el control médico en línea lo autoricen. Las intervenciones se deben registrar de forma adecuada.

## Consideraciones especiales

### Paciente traumático con afectación multisistémica en estado crítico

El cumplimiento de las prioridades de valoración primaria en pacientes con traumatismos multisistémicos que tengan afectación de las extremidades no obliga a ignorar las lesiones de los miembros o a no proteger estas lesiones para evitar mayores daños. Lo que en realidad implican estos protocolos es que cuando se tiene que tratar a un paciente en situación crítica por lesiones traumáticas que tiene lesiones en las extremidades que no sangre, la *vida es más importante que el miembro*. El objetivo debería ser mantener las funciones vitales mediante la reanimación y sólo se deben adoptar medidas limitadas para atender las lesiones de las extremidades, por muy espectaculares que puedan ser. Si se inmoviliza bien al paciente en una tabla larga, todas las extremidades quedarán inmovilizadas en posición anatómica. No es preciso completar la valoración secundaria si las lesiones que ponen en riesgo la vida identificadas en la valoración primaria necesitan una intervención permanente y el tiempo de traslado es corto. Si se retrasa la valoración secundaria por este motivo, el profesional prehospitalario se puede limitar a documentar los hallazgos que impidieron la realización de esta valoración secundaria.

### Control del dolor

La NAEMSP recomienda plantearse la analgesia en todos los pacientes con traumatismos aislados de las extremidades y fractura de cadera<sup>5</sup>. Primero se deben probar intervenciones básicas (p. ej., inmovilización, bolsas de hielo, elevación), además de mantener una buena comunicación con el enfermo para reducir su ansiedad. Se debe disponer de un protocolo sobre analgesia con indicaciones y contraindicaciones claras. Ejemplos de intervenciones farmacológicas aceptables son el uso de sulfato de morfina, fentanilo, meperidina, hidromorfona, óxido nítrico y antiinflamatorios no esteroideos. Se debe monitorizar al paciente y conseguir la documentación adecuada antes y después de administrar el analgésico. La monitorización debe incluir una pulsioximetría continua y la determinación seriada de los signos vitales, incluido el pulso, la frecuencia respiratoria y la presión arterial. La capnografía continua puede aportar signos de alerta precoces de una sobremedicación del enfermo («narcotizado»)<sup>6</sup>.

Se recomiendan analgésicos para las lesiones aisladas de articulaciones y miembro, pero no se defiende su uso en general en pacientes con traumatismos multisistémicos. Tras estabilizar e inmovilizar la fractura o luxación, el paciente debe notar un gran alivio del dolor. La estabilización de la extremidad afectada reduce el grado de movimiento de la zona, lo que reduce

la intensidad de las molestias. Se debe observar al paciente para detectar signos de consumo de alcohol o drogas si no parece tener mucho dolor a pesar de tener lesiones importantes.

Los analgésicos se deben emplear con juicio y según tolerancia del paciente. No se deberían administrar analgésicos cuando: 1) el paciente presenta o desarrolla signos y síntomas de *shock*; 2) el dolor se alivia de forma importante tras la estabilización e inmovilización, o 3) si el paciente parece estar bajo la influencia del alcohol o las drogas. No se deberían administrar medicamentos sin conocer las posibles complicaciones.

El tratamiento del dolor en pacientes traumáticos incluye tanto el dolor físico como la ansiedad generada por el dolor y la situación en la cual se encuentran los enfermos. Los analgésicos sirven para tratar el dolor y los sedantes cubren la ansiedad. Las benzodiacepinas, como diacepam, midazolam, loracepam y alprazolam, son los mejor conocidos y añaden el efecto beneficioso de la amnesia anterógrada. Los pacientes no suelen recordar los detalles de lo que ha sucedido tras la administración de estos compuestos. Se debe emplear un cuidado extremo cuando se administran dosis simultáneas de una benzodiacepina y un narcótico.

El dolor intenso se suele tratar con narcóticos (opiáceos). Morfina, fentanilo, meperidina, butorfanol y nalbufina son narcóticos muy utilizados. La principal preocupación derivada del uso de narcóticos es la depresión respiratoria e incluso la apnea. Otro efecto adverso preocupante de los narcóticos es la vasodilatación, algo que resulta especialmente peligroso en pacientes traumáticos porque en los que sufren un *shock* compensado (clase II) la hipovolemia se puede «desenmascarar» por el narcótico y aparecerá una grave hipotensión. En los enfermos con un *shock* en apariencia compensado se debería emplear la menor dosis posible por vía intravenosa (IV) y ajustarla lentamente al alza hasta notar alivio satisfactorio del dolor. Los narcóticos se deben administrar por vía IV en pacientes traumatizados porque las dosis intramusculares (IM) se pueden absorber de forma errática si existe una hipoperfusión. Otras posibles reacciones adversas de todos los narcóticos son náuseas y vómitos, vértigo, sedación y euforia. Por este motivo se debería utilizar con cuidado este tipo de compuestos en pacientes con un traumatismo craneal porque puede agravar la hipertensión intracraneal. Los datos sugieren que los efectos analgésicos y adversos de morfina y fentanilo resultan comparables<sup>7</sup>.

### Morfina

Morfina se puede aplicar en pacientes con dolor moderado a intenso. La dosis se debe ajustar en función de la respuesta del enfermo al dolor y el estado fisiológico. Puede administrarse por vías IV, IM o subcutánea (SC). La dosis adulta IV suele ser un bolo de 2,5-5 mg, al tiempo que se monitoriza el alivio del paciente y las complicaciones. En las administraciones IM o subcutánea la dosis adulta es 10 mg/70 kg de peso corporal.

### Fentanilo

Fentanilo tiene propiedades que lo hacen atractivo para el uso prehospitalario en pacientes traumatológicos. Su acción se

produce con rapidez y no aumenta la liberación de histamina (como lo hace morfina), algo que puede agravar la hipotensión en pacientes hipovolémicos. Igual que con todos los narcóticos, la dosis se debería ajustar según el alivio del paciente y el estado fisiológico general. La dosis típica para adultos son 50-100 µg; 1-2 µg/kg es la dosis típica en niños. Los efectos adversos se parecen a los de morfina, pero entre las contraindicaciones específicas se incluyen la alergia a fentanilo, los traumatismos craneoencefálicos (TCE) con posible hipertensión intracraneal (HIC), la depresión respiratoria y la pérdida de control de la vía aérea.

## Meperidina

Meperidina se usa típicamente en el dolor leve a grave crónico. La dosis habitual son 50-150 mg IM o SC y se debe ajustar según la respuesta del paciente y la situación fisiológica general. Meperidina induce una depresión dependiente de la dosis del gasto cardíaco, sobre todo cuando las dosis superan 5 mg/kg. Conforme el hígado la degrada, meperidina se convierte en metabolitos que pueden inducir alucinaciones y convulsiones. La administración prehospitalaria típica de una dosis única no suele producir estos efectos. Se debería administrar con cuidado este compuesto en pacientes que reciben otros depresores del sistema nervioso central (SNC) o alcohol. Igual que los demás opiáceos, meperidina puede causar depresión respiratoria. Las dosis en ancianos son 1-2 mg/kg IM, IV o SC. Cuando se administra por vía IV, se debería diluir y administrar lentamente. Una administración rápida aumenta el riesgo de efectos secundarios. Los enfermos con aleteo auricular o taquicardia supraventricular deberían recibir este fármaco con cuidado. Meperidina está contraindicada en pacientes con alergia a este compuesto o en los que han recibido inhibidores de monoaminoxidasa (IMAO) en las 2 semanas previas.

## Amputaciones

Cuando se produce una separación total del tejido de una extremidad, este queda sin nutrición ni oxigenación. Este tipo de lesión se denomina amputación o arrancamiento. La *amputación* es la pérdida de todo un miembro o de una parte del mismo, mientras que el *arrancamiento* (o *avulsión*) implica el desgarro de los tejidos blandos. Inicialmente la hemorragia puede ser intensa en estas dos lesiones, pero los vasos de la región se pueden constreñir y la coagulación contribuye a reducir la pérdida de sangre. El movimiento puede romper el coágulo de sangre y reaparecerá la hemorragia. Las amputaciones parciales se pueden asociar a una hemorragia significativa.

Las amputaciones suelen resultar evidentes sobre el terreno (figura 12-8). Este tipo de lesiones llaman mucho la atención de los transeúntes y el paciente puede ser consciente o no de la falta de la extremidad. Desde un punto de vista psicológico el profesional prehospitalario deberá tratar estas lesiones con precaución. Puede que el paciente no esté preparado para afrontar la pérdida de un miembro y se le debería informar tras la valoración y tratamiento. Se debe localizar el miembro amputado por si se puede reimplantar. Aunque no sea posible recuperar la fun-



**FIGURA 12-8** Amputación casi completa de la pierna izquierda tras quedar atrapada en una máquina. El material negro corresponde a una fibra producida por la máquina y que ha quedado prendida alrededor de la pierna.

ción completa de la extremidad, el paciente puede recuperar una función parcial. Se debe proceder a la evaluación primaria antes de buscar la extremidad que falta. El aspecto de una amputación puede resultar terrible, pero si el paciente no respira, la pérdida del miembro será secundaria.

Las amputaciones suelen resultar muy dolorosas. El tratamiento del dolor se debe realizar en cuanto la evaluación primaria descarta lesiones con riesgo vital. En algunos casos el paciente puede referir dolor distal a la amputación. El dolor del *miembro fantasma* es una sensación de dolor en la extremidad ausente; la razón no se comprende del todo, pero el encéfalo puede no darse cuenta de la falta de la extremidad. Este síntoma no suele aparecer durante la lesión inicial.

Los principios de tratamiento de una parte amputada incluyen los siguientes<sup>8</sup>:

1. Limpiar la región amputada aclarándola con suavidad en lactato de Ringer (LR).
2. Rodear la parte amputada en una compresa estéril humedecida en LR y colocarla en una bolsa de plástico o un contenedor.
3. Tras marcar la bolsa o contenedor, introducirlo en un contenedor externo lleno de hielo picado.
4. No congelar la parte del cuerpo aplicándole directamente hielo o añadiendo otra sustancia para enfriarla, como hielo seco.
5. Transportar la parte amputada junto con el paciente hasta el centro más próximo apropiado.

Cuanto más tiempo permanezca sin oxígeno la parte amputada, menor posibilidades de que se pueda reimplantar con éxito. Enfriar la zona amputada sin congelarla reduce el metabolismo y prolonga este tiempo crítico. Sin embargo, no hay garantía de poder reimplantarlo. Como las prótesis de la extremidad inferior suelen permitir a los pacientes recuperar una vida casi normal, no se suele plantear reimplantarlas. Además, sólo los miembros amputados de forma limpia en individuos sanos, jóvenes y no fumadores se suelen valorar para reimplantación.

Los enfermos candidatos para reimplantarles los dedos de la mano y un antebrazo se deberían trasladar a un centro de atención al trauma de nivel I porque los centros de nivel II y III no tienen obligación de contar con especialistas capaces de reparar pequeños vasos (cirugía microvascular).

El traslado del paciente no se debería retrasar para localizar la parte amputada. Si no se encuentra con facilidad, los profesionales de la ley u otros profesionales de primera respuesta se deberían quedar en el lugar para buscarla. Cuando se esté transportando la parte amputada en otro vehículo distinto del paciente, el profesional prehospitalario debe asegurarse de que los responsables de trasladar la parte amputada han comprendido con claridad donde se está llevando al enfermo y cómo se debe manipular la parte tras localizarla. El centro receptor debe ser avisado nada más encontrarla y el transporte de la zona amputada debe ser lo más rápido posible.

En raras ocasiones el paciente sufre el atropamiento de una extremidad, de forma que la amputación sobre el terreno es la única opción razonable. En general, muchas extremidades atrapadas se pueden liberar con conocimientos adicionales en extracción. Si el paciente tiene un atropamiento de la extremidad dentro de la máquina, un experto que con frecuencia pasa desapercibido será el técnico de mantenimiento que repara la máquina. Esta persona suele contar con los conocimientos técnicos para quitar con rapidez partes de la máquina y facilitar la extracción. Si es necesaria la amputación, se debería realizar por un cirujano si es posible. Puede ser necesaria una sedación importante antes de la intervención.

## Síndrome compartimental

El síndrome compartimental es un trastorno que amenaza al miembro en el cual se produce un compromiso de la irrigación de la extremidad por aumento de presión en ella. Los músculos de las extremidades están rodeados por una cubierta de tejido conjuntivo denso llamada *fascia*. Esta fascia crea numerosos compartimentos en las extremidades, dentro de los cuales están contenidos los músculos. El antebrazo tiene tres compartimentos y la pierna cuatro. La fascia muscular tiene una mínima capacidad de distenderse y cualquier fuerza que aumente la presión dentro de los compartimentos puede generar un síndrome compartimental. Las dos causas más frecuentes de este síndrome son la hemorragia tras una fractura o lesión vascular y el edema en el tercer espacio que se forma cuando el tejido muscular isquémico es reperfundido tras un periodo de ausencia o reducción del flujo. Sin embargo, una férula o yeso aplicado con demasiada tensión pueden producir también un síndrome compartimental. Cuando la presión dentro del compartimento aumenta hasta superar la presión capilar (unos 30 mm Hg), el flujo capilar se altera. El tejido irrigado por estos vasos desarrolla entonces una isquemia. La presión puede seguir aumentando hasta llegar a comprometer el flujo arterial por compresión de las arterias.

Los signos del síndrome compartimental se pueden recordar con las «cinco P»: pupa (dolor), parestesias, ausencia de pulsos, palidez y parálisis. Los dos primeros signos de aparición

de este síndrome son el dolor y las parestesias. El dolor se suele describir como desproporcionado para las lesiones. Este dolor se puede agravar de forma espectacular cuando se realizan movimientos pasivos de un dedo del pie o la mano de la extremidad correspondiente. Los nervios resultan extremadamente sensibles a la irrigación, y cualquier afectación del riego se manifiesta con rapidez como parestesias. Como estos síntomas se suelen asociar a las fracturas, es importante realizar exploraciones circulatorias, motoras y sensitiva basales y repetirlas de forma regular para que los profesionales prehospitalarios puedan detectar los cambios.

Los otros tres signos, ausencia de pulso, palidez y parálisis, son tardíos e indican un claro síndrome compartimental y riesgo de muerte muscular en el miembro (necrosis). Los compartimentos pueden aparecer muy tensos y firmes a la palpación, aunque resulta difícil valorar la presión dentro de los mismos con la mera exploración física. En el hospital se pueden medir las presiones dentro de los compartimentos de las extremidades cuando se sospecha un síndrome compartimental.

Este síndrome sólo se puede tratar de forma definitiva en el hospital. Sobre el terreno sólo se pueden aplicar medidas básicas. Elevar el miembro afectado puede reducir el edema y el riesgo de desarrollo de este síndrome compartimental. Cualquier férula o vendaje demasiado apretados se debe retirar y volver a valorar la perfusión distal. Como el síndrome compartimental se puede desarrollar durante un traslado a larga distancia, las exploraciones repetidas son fundamentales para reconocerlo con rapidez. En el hospital el tratamiento de este síndrome es la intervención quirúrgica (fasciotomía) con una incisión a través de la piel de los compartimentos afectados.

## Síndrome de aplastamiento

El síndrome de aplastamiento, denominado también *rabdomiólisis traumática*, es una entidad clínica caracterizada por insuficiencia renal y muerte tras un traumatismo muscular grave. Este síndrome fue descrito por vez primera en soldados alemanes rescatados de trincheras hundidas durante la Primera Guerra Mundial y de nuevo en la Segunda Guerra durante el bombardeo de Londres. En la Segunda Guerra Mundial la mortalidad de este síndrome superaba el 90%. Durante la Guerra de Corea, la mortalidad fue del 84%, pero tras la introducción de la hemodiálisis se redujo a un 53%. En la Guerra de Vietnam, la mortalidad fue aproximadamente del 50%.

Sin embargo, la importancia del síndrome de aplastamiento no es sólo por interés histórico o militar. Aproximadamente un 3%-20% de las personas que sobreviven a un terremoto sufren este tipo de lesiones y aproximadamente un 40% de los que sobreviven tras el hundimiento de un edificio también<sup>9,10</sup>. En 1978 se produjo un terremoto cerca de Beijing, China, que causó lesiones a más de 350.000 personas y mató a 242.769. Más de 48.000 de estas muertes se debieron al síndrome de aplastamiento.

El síndrome de aplastamiento se produce porque la destrucción muscular libera la molécula llamada mioglobina. La *mio-*

globina es una proteína presente en el músculo y responsable de darle a la carne su típico color rojo. La función de la mioglobina en el tejido muscular es servir como lugar de depósito intracelular de oxígeno. Cuando la mioglobina se libera de las células musculares lesionadas, puede causar lesiones renales e insuficiencia renal aguda (IRA).

Los pacientes con este síndrome se identifican por los siguientes datos:

- Atrapamiento prolongado.
- Lesiones traumáticas en la masa muscular.
- Circulación comprometida en la región afectada.

Las lesiones musculares traumáticas condicionan la liberación no sólo de mioglobina, sino también de potasio. Cuando se consigue extraer al paciente, el miembro afectado se reperfunde por sangre nueva, pero la sangre antigua con concentraciones elevadas de mioglobina y potasio sale de la zona lesionada hacia el resto del cuerpo. El aumento de la concentración de potasio puede originar arritmias cardíacas con riesgo vital y la mioglobina libre determina una orina de color té o coca-cola y puede culminar en un fracaso renal.

La clave para mejorar el pronóstico de estos pacientes es una reanimación precoz y agresiva con líquidos. Es importante que el profesional prehospitalario recuerde que mientras se produce la extracción del paciente, se están acumulando toxinas en el miembro atrapado. Cuando se libera el miembro atrapado, estas toxinas acumuladas pasan a la circulación central, como una embolada de veneno. Por eso, el éxito dependerá de reducir los efectos tóxicos de la mioglobina y el potasio acumulados antes de liberar el miembro. La reanimación se debe realizar antes de extraer al paciente<sup>11</sup>. Algunos autores han defendido retrasar la extracción final hasta que se haya reanimado bien al paciente<sup>12</sup>. Un retraso en la reanimación con líquidos se asociará aun fracaso renal en un 50% de los enfermos y un retraso de 12 horas o superior produce fracaso renal casi en un 100% de los casos. Un paciente reanimado de forma insuficiente puede entrar en parada cardíaca mientras se le extrae<sup>13</sup>. La reanimación con líquido se realiza con salino normal a una velocidad hasta de 1500 ml por hora. La solución de LR se evita porque contiene potasio.

Tras estabilizar la presión arterial y recuperar el volumen, se debe atender a la profilaxis de la hiperpotasemia y los efectos tóxicos de la mioglobina sérica. La alcalinización de la orina conseguirá cierta protección renal. La adición de una ampolla (50 mEq) de bicarbonato sódico y 10 g de manitol a cada litro de líquido usado durante la extracción puede ayudar a reducir la incidencia de fracaso renal. Cuando el paciente ha sido liberado, la velocidad de aporte de líquido salino normal se puede reducir hasta 500 ml a la hora, alternándolo con glucosado al 5% en agua (D5W) y con una ampolla de bicarbonato sódico por cada litro<sup>14</sup>.

## Extremidad catastrófica

Una «extremidad catastrófica» es una lesión compleja derivada de la transmisión de mucha energía, que causa lesiones en

dos o más de las siguientes: 1) piel y músculo; 2) tendones; 3) hueso; 4) vasos sanguíneos, y 5) nervios (figura 12-9). Los mecanismos frecuentes responsables de este cuadro incluyen los accidentes de motocicleta, la proyección tras una colisión de un vehículo de motor (CVM) y el golpe a un peatón por un automóvil. Cuando aparece este proceso, los pacientes pueden estar en situación de *shock* por hemorragias externas u originadas en las lesiones asociadas, que son frecuentes por tratarse de un mecanismo de mucha energía. La mayor parte de las extremidades catastróficas presentan fracturas abiertas graves y puede ser necesaria una amputación en un 50%-75% de los casos. Es posible salvar el miembro en algunos casos, lo que en general obliga a 6-8 intervenciones, y el éxito dependerá de la experiencia de los cirujanos ortopédicos y traumatólogos.

Incluso en presencia de una extremidad catastrófica, el interés se debe seguir centrando en la valoración primaria para descartar o tratar procesos con riesgo vital. El control de la hemorragia, que incluye el uso de torniquetes, es necesario en ocasiones. La extremidad catastrófica debe inmovilizarse, si lo permite el estado del paciente. Estos enfermos se tratan mejor en un centro de atención al trauma de nivel I con mucha experiencia.

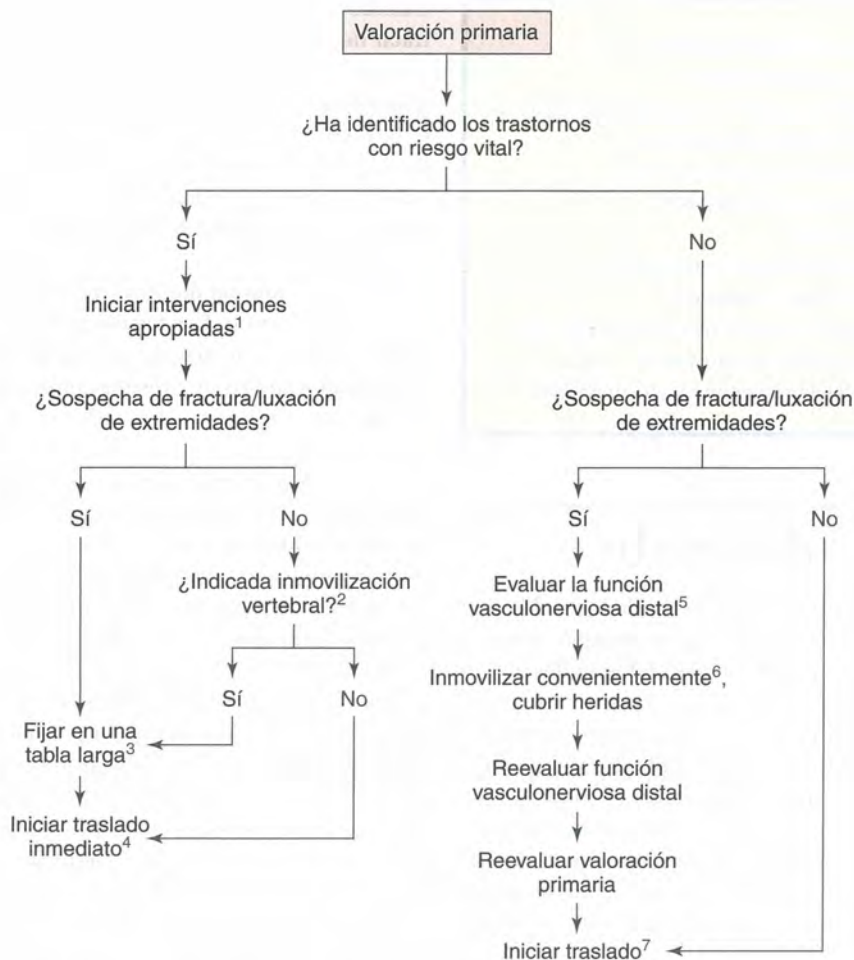
## Esguinces

Un *esguince* es una lesión en la cual los ligamentos se distienden o rompen. Se deben a un giro súbito de la articulación más allá de su arco de movilidad normal. Se caracterizan por un importante dolor, edema y posiblemente aparición de un hematoma. Desde fuera se parecen a las fracturas o luxaciones. La distinción definitiva entre un esguince y una fractura sólo es posible con una radiografía. En el entorno prehospitalario es razonable inmovilizar un posible esguince porque al final puede corresponder a una fractura o luxación. Una compresa fría o una bolsa de hielo pueden aliviar el dolor, igual que el uso de analgésicos narcóticos.



**FIGURA 12-9** Extremidad catastrófica por aplastamiento entre dos vehículos. El paciente tiene fracturas, una sección de la arteria y vena poplíteas y lesiones extensas de partes blandas. Se ha colocado un fijador externo.

Peter Pan



<sup>1</sup>Control de la vía aérea, soporte ventilatorio, tratamiento del *shock*.

<sup>2</sup>Véanse indicaciones en algoritmo de inmovilización vertebral (pág. 235).

<sup>3</sup>Las lesiones de las extremidades se inmovilizan en posición anatómica mediante fijación a una tabla larga.

<sup>4</sup>Traslado al hospital apropiado más cercano (centro de atención al trauma si es posible); evaluar función vasculonerviosa distal y aplicar férula de tracción (si sospecha fractura de fémur) si la premura de tiempo lo permite.

<sup>5</sup>Evaluar perfusión (pulso y relleno capilar) y la función neurológica (sensitiva y motora) distal a la sospecha de fractura o luxación.

<sup>6</sup>Utilizar una técnica de inmovilización apropiada para inmovilizar la región con sospecha de fractura o luxación; si se sospecha una fractura diafisaria femoral, aplicar una férula de tracción.

<sup>7</sup>Traslado al hospital apropiado más próximo.

El tratamiento general de una posible lesión de las extremidades incluye los siguientes pasos:

1. Completar y tratar cualquiera de las lesiones con riesgo vital identificadas en la evaluación primaria.
2. Detener cualquier hemorragia y tratar el *shock*.
3. Evaluar la función neurovascular distal.
4. Sostener la zona lesionada.
5. Inmovilizar la extremidad lesionada, incluida la articulación proximal y distal a la lesión.
6. Reevaluar la extremidad lesionada tras la inmovilización para ver cambios en la función neurovascular distal.
7. Realizar tratamiento del dolor, según resulte adecuado.

## Traslado prolongado

Los pacientes con traumatismos en las extremidades suelen presentar otras alteraciones asociadas. Las hemorragias internas persistentes pueden originarse en lesiones abdominales o torácicas y el profesional prehospitalario deberá repetir varias veces la evaluación primaria durante un traslado prolongado para asegurarse de haber identificado y tratado todas las lesiones que ponen en riesgo la vida y de que no han aparecido otras. Se deben medir los signos vitales de forma regular. Se administran soluciones de cristaloides intravenosas a una velocidad adecuada para mantener los signos vitales normales, salvo que se sospeche una hemorragia importante de origen pélvico, abdominal o torácico.

Durante los transportes largos, el profesional prehospitalario deberá centrar su atención en la perfusión de la extremidad.

Cuando los miembros tengan un compromiso del riego, deberá tratar de recuperar la posición anatómica normal para tratar de mejorar el flujo de sangre. De la misma forma las luxaciones con alteraciones de la circulación distal deben ser reducidas sobre el terreno. La perfusión distal, incluidos los pulsos, el color y la temperatura, la función sensitiva y la función motora se deben valorar de forma seriada. Se deben palpar los compartimentos para descartar el posible desarrollo de un síndrome compartimental.

Se deben adoptar medidas orientadas a garantizar la comodidad del enfermo. Las férulas deberían ser cómodas y bien almohadilladas. Se deben explorar los miembros para descartar posibles puntos de presión dentro de la férula, que pudieran ocasionar úlceras, sobre todo en una extremidad con alteración de la perfusión. Se deberían administrar analgésicos parenterales a intervalos regulares controlando la frecuencia respiratoria, la presión arterial, la pulsioximetría y la capnografía, si se cuenta con ella. Si se dispone de personal formado para ello, se pueden realizar bloqueos nerviosos, que mejoran de forma notable el bienestar del enfermo, como el bloqueo femoral en las fracturas del tercio medio de la diáfisis femoral.

Las heridas contaminadas se deberían aclarar con salino normal para eliminar cualquier partícula visible (p. ej., barro, hierba). Si el traslado va a durar más de 120 minutos, se pueden administrar antibióticos a los pacientes con fracturas abiertas. Una cefalosporina de primera generación, cefazolina, resulta suficiente en fracturas abiertas menores, mientras que en lesiones abiertas más graves se debe elegir un antibiótico de espectro más amplio, como cefoxitina. Si una parte del cuerpo ha resultado amputada, se debería comprobar de forma periódica que está fría sin congelarse ni macerarse por inmersión en el agua.

## RESUMEN

El tratamiento de los pacientes con un traumatismo en la extremidad varía según la evaluación de la prioridad de las lesiones en las extremidades en comparación con las restantes lesiones y trastornos del paciente. En los pacientes con un traumatismo multisistémico, el profesional de la asistencia prehospitalaria dirige su atención hacia la valoración primaria y a la identificación y tratamiento de todas las lesiones con riesgo vital, incluyendo la hemorragia interna o externa en las extremidades. Hay que colocar y fijar bien a estos pacientes sobre una tabla larga en posición normal, anatómica en decúbito supino para estabilizar de forma eficiente todas las extremidades lesionadas y poder concentrar la atención en satisfacer las necesidades críticas del paciente. El profesional de la asistencia no puede atender en muchas ocasiones las lesiones individuales que no provocan un riesgo vital en los pacientes politraumatizados hasta que se haya estabilizado el estado general

del paciente. El profesional de la asistencia no debe distraer su atención de los problemas con riesgo vital por el aspecto llamativo de una lesión no crítica o por la solicitud de ayuda del paciente.

Los pacientes con lesiones aisladas no críticas representan otra categoría. La prioridad inicial es establecer que el paciente no presenta lesiones con riesgo vital. Sólo después de que el profesional de la asistencia prehospitalaria haya evaluado por completo al paciente y haya comprobado que tan sólo presenta lesiones sin implicación sistémica, puede tratarlo de la forma habitual. Cuando el mecanismo de lesión indica cambios cinéticos violentos súbitos, traumatismo multisistémico o traumatismo vertebral, el profesional de la asistencia debe anticipar problemas sistémicos y debe tener en cuenta la edad, el estado físico y los antecedentes médicos del paciente durante la evaluación.

## RESOLUCIÓN DEL CASO

Tras completar la evaluación primaria, se debe centrar la atención en los posibles lugares de fractura. En este caso existen tres: la cadera izquierda, el muslo izquierdo y el húmero derecho. La primera prioridad tras la valoración primaria y el tratamiento es reducir el movimiento de las fracturas y estabilizar de forma manual la columna cervical. La forma adecuada de inmovilizar todas las fracturas de un modo simultáneo es con una tabla larga. En este momento, aunque los signos vi-

tales son estables, la piel sudorosa de la paciente nos indica que pueden aparecer problemas. Dada la posibilidad de que tenga fracturas en la cadera y el fémur, se deben sospechar una posible hemorragia interna y *shock* con fuerza. El objetivo del tratamiento debería ser estabilizar todas las fracturas y la columna y poner una vía IV durante el traslado al centro de atención al trauma. Es obligado monitorizar con cuidado los signos vitales porque puede producirse un *shock*. ■

### Bibliografía

- Wood SP, Vrahas M, Wedel S: Femur fracture immobilization with traction splints in multisystem trauma patients, *Prehosp Emerg Care* 7:241, 2003.
- Flint LM, Brown A, Richardson JD, et al: Definitive control of bleeding from severe pelvic fractures, *Ann Surg* 189:709, 1979.
- Flint L, Babikian G, Anders M, et al: Definitive control of mortality from severe pelvic fracture, *Ann Surg* 211:703, 1999.
- Goth P, Garnett G: Clinical guidelines for delayed or prolonged transport: II. Dislocations. Rural Affairs Committee, National Association of Emergency Medical Services Physicians, *Prehosp Disaster Med* 8(1):77, 1993.
- Alonso-Serra HM, Wesley K: Prehospital pain management, *Prehosp Emerg Care* 7:842, 2003.
- Hatlestad D: Capnography in sedation and pain management, *J Emerg Med Serv*, 34:65, 2005.
- Galinski M, Dolveck F, Borron SW, et al: A randomized, double blind study comparing morphine with fentanyl in prehospital analgesia, *Am J Emerg Med* 23:114, 2005.
- Seyfer AE: *Guidelines for management of amputated parts*, Chicago, 1996, American College of Surgeons Committee on Trauma.
- Pepe E, Mosesso VN, Falk JL: Prehospital fluid resuscitation of the patient with major trauma, *Prehosp Emerg Care* 6:81, 2002.
- Better OS: Management of shock and acute renal failure in casualties suffering from crush syndrome, *Ren Fail* 19:647, 1997.
- Michaelson M, Taitelman U, Bshouty Z, et al: Crush syndrome: experience from the Lebanon war, 1982, *Isr J Med Sci* 20:305, 1984.
- Pretto EA, Angus D, Abrams J, et al: An analysis of prehospital mortality in an earthquake, *Prehosp Disaster Med* 9:107, 1994.
- Collins AJ, Burzstein S: Renal failure in disasters, *Crit Care Clin* 7:421, 1991.
- Sever MS, Vanholder R, Lameire N: Management of crush-related injuries after disasters, *N Engl J Med* 354:1052, 2006.

### Lecturas recomendadas

- Ashkenazi I, Isakovich B, Kluger Y, et al: Prehospital management of earthquake casualties buried under rubble, *Prehosp Disaster Med* 20:122, 2005.
- American College of Surgeons Committee on Trauma: Musculo-skeletal trauma. In *Advanced trauma life support*, Chicago, 2005, ACS.
- Coppola PT, Coppola M: Emergency department evaluation and treatment of pelvic fractures, *Emerg Med Clin North Am* 18(1):1, 2003.
- Gregory RT, Gould RJ, Pecllet M, et al: The mangled extremity syndrome: a severity grading system for multisystem injury of the extremity, *J Trauma* 25:1147, 1985.
- Howe HR, Poole GV, Hansen KJ, et al: Salvage of lower extremities following combined orthopedic and vascular trauma: a predictive salvage index, *Am Surg* 53:205, 1987.
- McSwain NE Jr, Paturas JL, editors: *The basic EMT: comprehensive prehospital patient care*, ed 2, St Louis, 2001, Mosby.
- Roessler MS, Wisner DH, Holcroft JW: The mangled extremity: when to amputate? *Arch Surg* 126:1243, 1991.

## Objetivos del capítulo

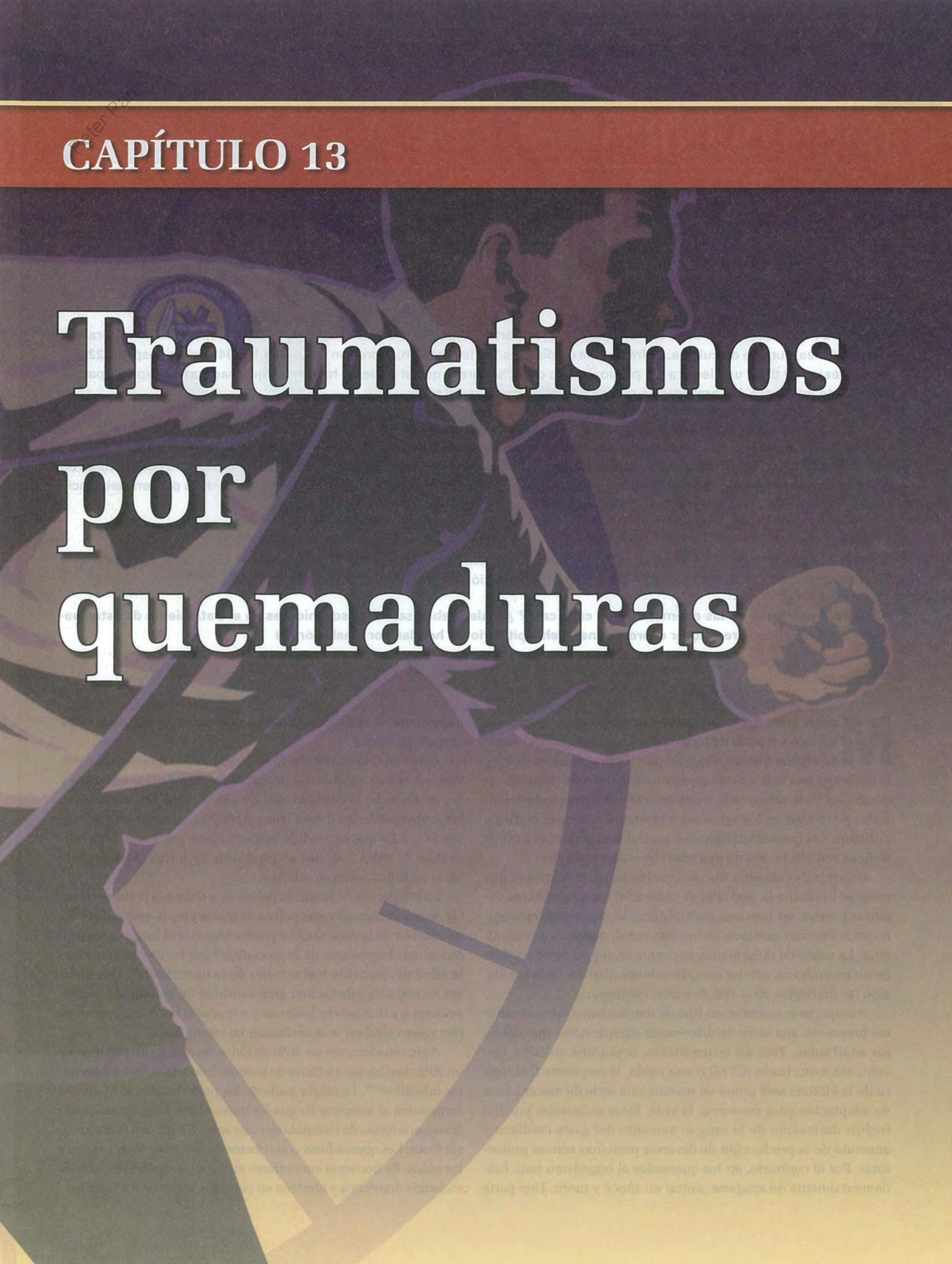
---

*Al terminar este capítulo, el lector deberá ser capaz de:*

- ✓ Definir los distintos tipos de quemaduras.
- ✓ Definir las zonas de las lesiones por quemadura.
- ✓ Comprender por qué el hielo profundiza las quemaduras.
- ✓ Estimar el tamaño de las quemaduras con la «regla de los nueves».
- ✓ Calcular la reanimación con líquidos usando la fórmula Parkland.
- ✓ Definir las necesidades adicionales de líquidos en los niños quemados.
- ✓ Describir los vendajes adecuados para la asistencia prehospitalaria de las quemaduras.
- ✓ Analizar los aspectos propios de las quemaduras eléctricas.
- ✓ Comentar el tratamiento en pacientes con quemaduras circunferenciales.
- ✓ Analizar los tres elementos de la inhalación de humos.
- ✓ Aplicar los principios de las diversas zonas en los incidentes con materiales peligrosos.
- ✓ Analizar los criterios para el traslado de los pacientes a centros de quemados.

## CAPÍTULO 13

# Traumatismos por quemaduras





## CASO CLÍNICO

Su unidad recibe un aviso para acudir a un fuego en una vivienda como refuerzo. Mientras están en camino, el jefe de la brigada de bomberos les informa de que dos adultos han escapado del fuego inicialmente. Según los vecinos, un varón volvió a entrar al edificio para tratar de rescatar a dos niños que estaban en el segundo piso atrapados. Al llegar, los bomberos están asistiendo a tres víctimas del incendio delante de la vivienda.

### *Víctima 1:*

Varón de 34 años que tose y tiene sibilancias. Una gran parte de sus ropas se han quemado hasta desaparecer. La respiración es espontánea, aunque dificultosa. La frecuencia cardíaca es 118 latidos/min, la presión arterial es 148/94 mm Hg, respira a 22 respiraciones/min y tiene una lectura del pulsioxímetro de 92%. Parece que el paciente ha sufrido quemaduras de espesor parcial y completo en la cara, los brazos y las manos y la parte anterior del tórax.

### *Víctima 2:*

Niña de 11 años, que no responde y tiene respiraciones superficiales. La frecuencia cardíaca es 140 latidos/min, la presión arterial 88/48 mm Hg, la frecuencia ventilatoria 26 respiraciones/min y la lectura del pulsioxímetro 92%. Muestra quemaduras de espesor completo en todo el brazo derecho y zonas menos extensas en el izquierdo. Los responsables de la primera asistencia le han empezado a administrar oxígeno mediante una mascarilla sin sistema de rerrespiración.

### *Víctima 3:*

Niña de 2 años. Está cubierta de ceniza y no parece tener quemaduras evidentes. Se encuentra en parada cardiopulmonar y los responsables de la asistencia han comenzado la reanimación cardiopulmonar.

**¿Cuál es la extensión de las quemaduras en cada caso? ¿Cuáles deben ser los pasos iniciales en el tratamiento de estos pacientes? ¿Cómo puede reconocer el profesional prehospitalario las heridas por inhalación? ■**

**M**uchas personas consideran las quemaduras la lesión más terrible y temida de todas. Casi todo el mundo ha sufrido alguna quemadura y ha percibido el intenso dolor y la ansiedad asociados a una quemadura incluso de pequeño tamaño. Las quemaduras son frecuentes en los países industrializados y también en los agrícolas y afectan a pacientes civiles y militares. Las quemaduras pueden ser lesiones pequeñas o catastróficas con afectación de extensas regiones corporales.

Un error de concepto frecuente sobre las quemaduras es que estas se limitan a la piel. Por el contrario, las quemaduras extensas pueden ser lesiones multisistémicas capaces de comprometer la función cardíaca, pulmonar, renal, digestiva e inmunitaria. La causa de muerte más frecuente en un paciente víctima de un incendio no son las complicaciones directas de la herida, sino las derivadas de la insuficiencia respiratoria.

Aunque se consideran un tipo de traumatismo, las quemaduras presentan una serie de diferencias significativas que deben ser analizadas. Tras un traumatismo, como una colisión con vehículo motorizado (CVM) o una caída, la respuesta fisiológica de la víctima será poner en marcha una serie de mecanismos de adaptación para conservar la vida. Estas respuestas pueden incluir derivación de la sangre, aumento del gasto cardíaco y aumento de la producción de diversas proteínas séricas protectoras. Por el contrario, en los quemados el organismo trata fundamentalmente de apagarse, entrar en *shock* y morir. Una parte

importante de la asistencia de las quemaduras trata de revertir este *shock* inicial.

Tener en consideración la etiología de las quemaduras evitará que el responsable del rescate sufra lesiones innecesarias y le permitirá dar el cuidado óptimo a la víctima. Los profesionales prehospitalarios deben tener también en cuenta las circunstancias en las que se produjo la quemadura, porque un gran porcentaje de estas lesiones se producen de forma intencionada tanto en niños como en adultos.

La inhalación de humo es peligrosa y amenaza la supervivencia, siendo a menudo más peligrosa que la propia quemadura. La inhalación de humos tóxicos producidos por el fuego es un predictor más importante de la mortalidad por las quemaduras que la edad del paciente o el tamaño de la quemadura<sup>1</sup>. Una víctima no necesita inhalar una gran cantidad de humo para predisponerse a sufrir graves lesiones y a menudo las complicaciones con riesgo vital no se manifiestan en varios días.

Aproximadamente un 20% de todos los quemados son niños y un 20% de ellos son víctimas de lesiones intencionadas o malos tratos infantiles<sup>2a,2b</sup>. La mayor parte de los profesionales sanitarios se sorprenden al enterarse de que las quemaduras intencionadas son la segunda forma de violencia ejercida sobre los niños tras la violencia física. Las quemaduras como forma de maltrato no se limitan a los niños. Es frecuente encontrarse mujeres quemadas en casos de violencia doméstica y también en personas ancianas maltratadas.

## Anatomía

La piel cubre aproximadamente 1,5-2 metros cuadrados de un adulto promedio. Está constituida por dos capas: la epidermis y la dermis. La *epidermis* mide unos 0,05 mm de espesor en regiones como los párpados, pero puede alcanzar 1 mm en la planta del pie. La parte más profunda o *dermis* es unas 10 veces más gruesa como media que la epidermis.

La piel de los varones es más gruesa que la de las mujeres y la piel de niños y ancianos es más delgada que en los adultos promedio. Estos datos explican porque un individuo puede sufrir quemaduras de espesor variable cuando se expone a un sólo responsable y porque un niño puede presentar quemaduras más profundas cuando un adulto con la misma exposición solo desarrolla lesiones superficiales.

La piel tiene varias funciones complejas, incluida la protección del entorno externo, la regulación de los líquidos, la termorregulación, la sensibilidad y la adaptación metabólica.

## Características de las quemaduras

La aparición de una quemadura se parece a freír un huevo. Cuando se rompe el huevo sobre la sartén caliente, inicialmente será transparente y líquido, pero cuando se expone a las elevadas temperaturas, se torna opaco y se solidifica con rapidez. En los pacientes que se queman el proceso es virtualmente idéntico. En el caso del huevo las proteínas que contiene sufren un cambio de forma y se destruyen en un proceso denominado *desnaturalización*. Cuando el paciente se quema, la temperatura elevada o de congelación, la radiación o la sustancia química condicionan graves daños en las proteínas de la piel, con desnaturalización de las mismas.

En una quemadura de espesor completo se reconocen tres zonas de lesión tisular<sup>3</sup> (figura 13-1). La zona central se llama *zona de coagulación* y se trata de la región de máxima destrucción tisular. Esta zona está necrótica y no puede sufrir reparación.

Adyacente a la zona de necrosis está una región con menos lesiones, la *zona de estasis*. Las células de esta zona están dañadas, aunque no de forma irreversible. Si se quedan sin aporte de oxígeno o sangre, estas células morirán y sufrirán necrosis. Esta zona se denomina de estasis porque inmediatamente después de producirse la lesión, se produce estasis del flujo sanguíneo hacia ella. Una asistencia de las quemaduras adecuada y en el momento justo conservará el flujo y el aporte de oxígeno a estas células dañadas. La reanimación del paciente eliminará esta estasis y recuperará el aporte de oxígeno a estas células lesionadas y susceptibles. No reanimar al paciente de forma adecuada determinará la muerte de las células del tejido lesionado y una quemadura de espesor parcial se convertirá en una de espesor completo. Un error frecuente que se traduce en lesiones de esta zona es la aplicación de hielo por parte de un profesional o transeúnte bien intencionado. Cuando se utiliza hielo para detener el proceso de quema-

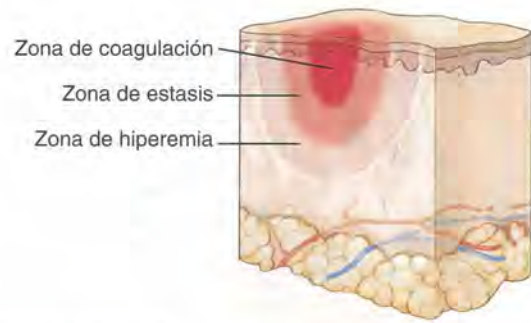


FIGURA 13-1 Tres zonas de las lesiones por quemaduras.

do, este produce vasoconstricción e impide que se restablezca el flujo de sangre. En la actualidad se argumenta que el paciente experimenta cierto alivio del dolor cuando se aplica hielo; sin embargo, esta analgesia se consigue a expensas de una destrucción adicional de tejido. Por estos motivos, las quemaduras se deberían detener usando agua a temperatura ambiente y la analgesia se debería obtener con medicamentos orales o parenterales.

La zona más externa se llama *zona de hiperemia*. En ella existen lesiones celulares mínimas y se caracteriza por un aumento del flujo secundario a una reacción inflamatoria iniciada por la quemadura.

## Profundidad de las quemaduras

Puede resultar muy difícil estimar la profundidad de una quemadura. Con frecuencia una que parece de segundo grado resulta de tercer grado en 24-48 horas. La superficie de una quemadura puede parecer de primer o segundo grado a primera vista, pero al debridarla la epidermis superficial se desprende y queda una escara blanca correspondiente a una quemadura de tercer grado. Por tanto, es prudente retrasar el juicio final sobre la profundidad de una quemadura hasta 48 horas después de la lesión. Con frecuencia es mejor informar al paciente de si la lesión es superficial o profunda y de que se necesita un tiempo para determinar la profundidad real de la quemadura.

### Quemaduras de primer grado

Las quemaduras de primer grado sólo afectan a la epidermis y se caracterizan por ser rojas y dolorosas (figura 13-2). No suelen tener repercusión clínica, salvo las áreas de quemaduras solares extensas, en las que el paciente sufre un dolor intenso y tiene riesgo de deshidratarse si no recibe la adecuada rehidratación oral. Estas heridas se curan típicamente en una semana y no se desarrollan cicatrices.

### Quemaduras de segundo grado

Las quemaduras de segundo grado, llamadas también *quemaduras de espesor parcial*, afectan a la epidermis y a un porcentaje variable de la dermis subyacente (figura 13-3). Las quemaduras de segundo grado se pueden subclasificar en *superficiales* y *profundas*. Estas lesiones forman ampollas y causan dolor. Las quemaduras de segundo grado aparecen como ampollas o como

Peter Pan

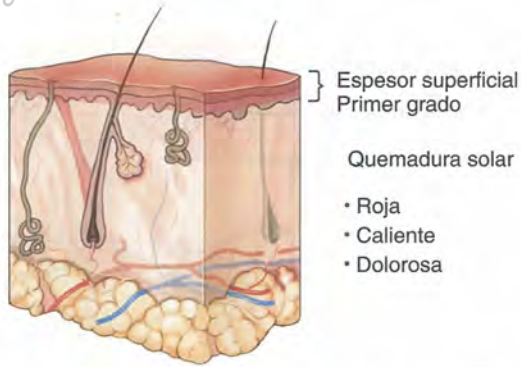


FIGURA 13-2 Quemadura de primer grado.

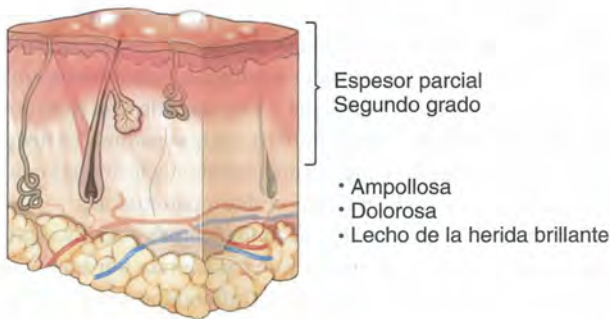


FIGURA 13-3 Quemadura de segundo grado.

zonas denudadas quemadas, con una base brillante o húmeda. Estas heridas son dolorosas. Como sobreviven restos de la dermis, estas lesiones se suelen curar en 2-3 semanas. En las quemaduras de espesor parcial la zona de coagulación afecta a toda la epidermis y a una profundidad variable de la dermis superficial. Sin una buena asistencia, la zona de estasis de estas lesiones puede evolucionar hasta la necrosis, lo que aumenta la extensión de estas quemaduras y puede convertirlas en lesiones de tercer grado. Una quemadura de segundo grado superficial se curará en general con una vigilancia cuidadosa de la lesión, mientras que las profundas suelen necesitar una cirugía.

### Quemaduras de tercer grado

Las quemaduras de tercer grado pueden adoptar varios aspectos (figura 13-4). Con mayor frecuencia se trata de quemaduras gruesas, secas, blanquecinas y coriáceas, independientemente de la raza o el color de la piel (figura 13-5). En los casos graves la piel adoptará un aspecto chamuscado con trombosis visible de los vasos sanguíneos (figura 13-6). La mayor parte de los pacientes sufren dolor porque las áreas de quemadura de tercer grado se suelen rodear de otras quemaduras de segundo grado. Las quemaduras de esta profundidad pueden ocasionar discapacidad y poner en riesgo la vida. Es precisa una resección quirúrgica rápida y una rehabilitación intensiva en un centro especializado.

### Quemaduras de cuarto grado

Las quemaduras de cuarto grado son las que no sólo afectan a todas las capas de la piel, sino también a la grasa, los músculos, el hueso o los órganos internos (figura 13-7).

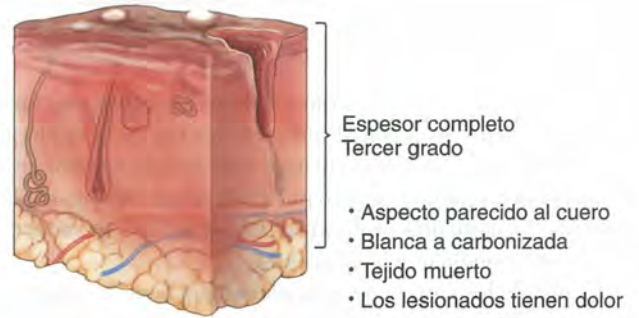


FIGURA 13-4 Quemadura de tercer grado.



FIGURA 13-5 Este paciente ha sufrido una quemadura de tercer grado (espesor completo) que se caracteriza por su aspecto blanquecino coriáceo.

### Ampollas

Se ha discutido mucho sobre las ampollas abordando aspectos como la necesidad de debridarlas y el abordaje de una ampolla asociada a una quemadura de espesor parcial. Se produce una ampolla cuando la epidermis se separa de la dermis subyacente y se produce fuga de líquido desde los vasos vecinos que llena la ampolla. La presencia de proteínas con actividad osmótica en el



**FIGURA 13-6** Ejemplo de quemadura de espesor completo profunda con piel carbonizada y trombosis vascular visible.



**FIGURA 13-7** Quemaduras de cuarto grado en el brazo, con quemaduras no sólo de la piel, sino también del tejido subcutáneo, el músculo y el hueso.

líquido de la ampolla atrae más líquido hacia ella, lo que determina que siga aumentando de tamaño. Conforme lo hace, la ampolla genera presión sobre los tejidos lesionados del lecho de la herida, lo que agrava el dolor del enfermo. Muchos autores piensan que la piel de la ampolla se comporta como un vendaje e impide la contaminación de la herida. Sin embargo, la piel de la ampolla no es normal y no se comporta como una barrera de protección. Además, mantener la ampolla intacta impide la aplicación de antibióticos tópicos directamente sobre la herida. Por estos motivos, la ampolla se debería abrir y debridar, aunque no sobre el terreno<sup>4</sup>.

## Estimación del tamaño de las quemaduras

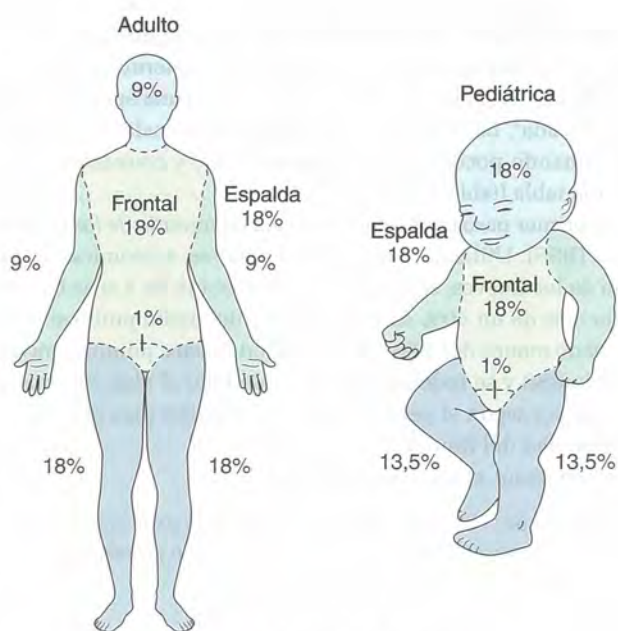
Es preciso estimar el tamaño de las quemaduras para reanimar bien al paciente y evitar las complicaciones asociadas al *shock* hipovolémico secundario a las quemaduras. El método más aplicado se denomina «regla de los nueves» y considera que las principales regiones del cuerpo suponen un 9% de la superficie corporal total (figura 13-8). El periné o la región genital suponen un 1%. La palma de la mano, sin incluir los dedos extendidos, también supone un 1%.

Los niños tienen porcentajes distintos que los adultos. La cabeza del niño resulta proporcionalmente mayor que en los adultos y las piernas son más cortas en relación. Por este motivo en niños se modifica la regla de los nueves.

El *diagrama de Lund-Browder* es un diagrama que considera los cambios que se producen en los niños con la edad. Usando este tipo de diagramas, el profesional puede representar la quemadura y posteriormente determinar su tamaño con la tabla de referencia que viene con el diagrama (figura 13-9).

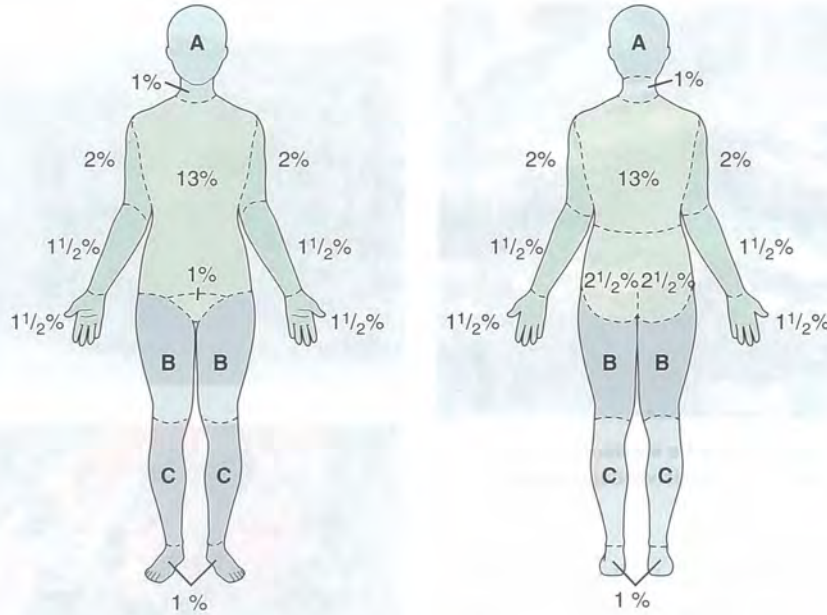
Se ha desarrollado un nuevo método para determinar el tamaño de las quemaduras y la reanimación con líquidos, que puede aplicarse con facilidad a nivel prehospitalario. Este método es una alternativa a la regla de los nueves y aplica lo que su autor denomina «regla de los unos» o «escala del tamaño de la quemadura».

Usando los métodos tradicionales, el tamaño de la quemadura se estimaría con la regla de los nueves seguido de un cálculo



**FIGURA 13-8** Regla de los nueves.

Peter Pan



Área	Edad 0	1	5	10	15	Adulto
A - 1/2 de la cabeza	9 1/2%	8 1/2%	6 1/2%	5 1/2%	4 1/2%	3 1/2%
B - 1/2 de un muslo	2 3/4%	3 1/4%	4%	4 1/4%	4 1/2%	4 1/4%
C - 1/2 de una pierna	2 1/2%	2 1/2%	2 3/4%	3%	3 1/4%	3 1/2%

FIGURA 13-9 Tabla de Lund-Browder.

matemático de la cantidad de volumen necesaria en la reanimación. Para realizar este cálculo se deben emplear dos multiplicaciones y dos divisiones. En una situación con frecuencia caótica, como es la asistencia de un paciente crítico, este cálculo se debe considerar de baja prioridad.

En comparación la regla de los unos utiliza un índice de reanimación con referencia a una tabla para la determinación completa de las necesidades de líquidos mediante una operación más simplificada<sup>5</sup>. La reanimación con líquidos se calcula con rapidez sumando pocos números (figura 13-10) y consultando una sencilla tabla (tabla 13-1).

El primer paso es emplear la *escala de tamaño de las quemaduras* (BSS). Utilizando las mismas regiones anatómicas que la regla de los nueves, se asigna una puntuación de 1 si se ha quemado más de un 50% de esta región y de medio punto si se ha quemado menos del 50%. Se suman todos estos puntos para calcular la BSS y se redondea el resultado total al alza. Se consulta entonces según el peso del paciente y la BSS para determinar la velocidad del líquido.

Planteamos el siguiente ejemplo:

Una persona de 70 kg se quema las dos piernas, la parte anterior del tórax y el abdomen y la mitad del brazo izquierdo. En primer lugar calculamos la BSS:

- Pierna derecha, 2
- Pierna izquierda, 2
- Parte anterior del abdomen, 1

Valores de área corporal

- Cabeza 1
- Brazo 1
- Parte anterior del tronco 2
- Parte posterior del tronco 2
- Pierna 2

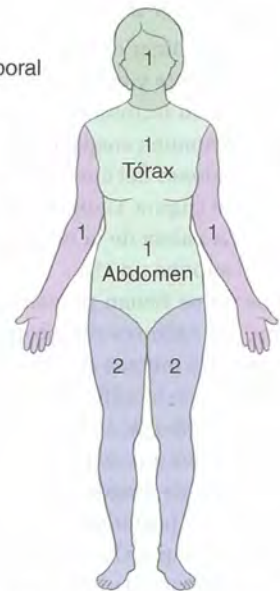


FIGURA 13-10 Diagrama corporal utilizado para determinar el índice quemado.

- Parte anterior del tórax, 1
- Medio brazo izquierdo, 0,5

**BSS = 2 + 2 + 1 + 1 + 0,5 = 6,5 (redondeamos a 7 la BSS)**

**TABLA 13-1** Determinación de la reanimación con líquidos utilizando el índice de reanimación de las quemaduras

Peso del paciente kg	Velocidad inicial de la reanimación intravenosa (lactato de Ringer en ml/h)										
	Escala del tamaño de la quemadura (BSS)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
40	90	180	270	360	450	540	630	720	810	900	990
50	113	225	338	450	563	675	788	900	1013	1125	1238
60	135	270	405	540	675	810	945	1080	1215	1350	1485
70	158	315	473	630	788	945	1103	1260	1418	1575	1733
80	180	360	540	720	900	1080	1260	1440	1620	1800	1980
90	203	405	608	810	1013	1215	1418	1620	1823	2025	2228
100	225	450	675	900	1125	1350	1575	1800	2025	2250	2475
110	248	495	743	990	1238	1485	1733	1980	2228	2475	2723
120	270	540	810	1080	1350	1620	1890	2160	2430	2700	2970
130	293	585	878	1170	1463	1755	2048	2340	2633	2925	3218
140	315	630	945	1260	1575	1890	2205	2520	2835	3150	3465
150	338	675	1013	1350	1688	2025	2363	2700	3038	3375	3713

Se mira en la tabla 13-1 en la fila de los 70 kg y en la columna de la BSS de 7 y se puede determinar una velocidad de aporte de líquidos de 1103 ml/h. Existe una tabla similar para los pacientes pediátricos.

## Reanimación con líquidos

La administración de grandes volúmenes de líquidos intravenosos (IV) es necesaria para evitar que el paciente quemado entre en un *shock* hipovolémico. Tras una quemadura, la víctima pierde una cantidad importante de líquido intravascular en forma de edema en todo el cuerpo y también por la evaporación en el lecho de la quemadura. Se producen desplazamientos masivos de líquidos, aunque no haya cambios en la cantidad total de agua corporal. Las pérdidas por evaporación pueden ser enormes.

La reanimación de un *shock* por quemaduras trata no sólo de recuperar la pérdida de volumen intravascular, sino también de reponer las pérdidas intravasculares esperadas a una velocidad similar a la que se espera que ocurran (cuadro 13-1). En los pacientes traumatizados puede ser necesario reponer el volumen que el paciente ya haya perdido por una hemorragia debida a una fractura abierta o un sangrado visceral. Por el contrario, en los pacientes quemados el objetivo será calcular y reponer los líquidos que se espera que el paciente pierda en las primeras 24 horas tras las lesiones.

El uso de líquidos IV, sobre todo solución de lactato de Ringer (LR), es la mejor forma de tratar inicialmente a un quemado. La cantidad de líquidos que se administra en las primeras 24 horas posteriores a la lesión es típicamente de 2 a 4 ml/kg/% de quemaduras. La mitad de estos líquidos se deben administrar en las primeras 8 horas tras la lesión y el resto desde las 8 a

### CUADRO 13-1 Reanimación de un paciente quemado

Reanimar a un paciente quemado se puede comparar con tratar de rellenar un cubo agujereado. El cubo pierde agua a una velocidad constante. El cubo tiene una línea dibujada en su interior cerca de su boca. Su objetivo sería mantener el agua a nivel de esta línea. Inicialmente cuando se coge el cubo, la profundidad del agua será muy baja. Cuanto más tiempo haya estado el cubo sin cuidados, menor será este nivel de agua y más volumen se necesitará para recuperarlo. El contenedor seguirá teniendo fugas, de forma que tras conseguir rellenarlo hasta el nivel deseado, se deberán seguir administrando líquidos a una velocidad constante para mantenerlo.

Cuando más tiempo se deje al quemado sin reanimarlo o cuando la reanimación aplicada resulte insuficiente, más hipovolémico estará. Por tanto, se necesitan unas grandes cantidades de líquidos para conseguir la «homeostasia». Tras reanimar al paciente, el espacio vascular sigue teniendo fugas, igual que el cubo. Para conseguir mantener el equilibrio homeostático, se deberán aportar más líquidos para reponer las pérdidas continuadas.

las 24 horas. Es importante administrar esta mitad del líquido en las primeras 8 horas desde que el paciente sufrió las lesiones, no desde que el profesional empezó a reanimarlo. Esto resulta especialmente importante en las fronteras y en ambientes militares, en los que se pueden producir retrasos iniciales en el tratamiento. Si el paciente se presenta en urgencias a las 3 horas de

la lesión y durante este período se le han administrado pocos o ningún líquido, será preciso administrar la mitad del volumen calculado en 5 horas. De esta forma, el paciente conseguirá tener el volumen deseado a las 8 horas de la lesión.

## Paciente pediátrico

Los niños necesitan volúmenes mayores de líquidos IV que los adultos para quemaduras de tamaños similares. Además, los niños tienen menos reservas metabólicas de glucógeno en el hígado para mantener una glucemia adecuada durante los períodos de reanimación de las quemaduras. Por este motivo, los niños deberían recibir líquidos glucosados al 5% (LR glucosado al 5%) a una velocidad de mantenimiento convencional además de los líquidos necesarios para la reanimación de las quemaduras.

## Inhalación de humos

El paciente que tiene quemaduras térmicas y ha inhalado humo necesitará una cantidad significativamente superior de líquidos que el quemado que no ha inhalado humo. La inhalación de humo provoca una quemadura química en los pulmones. A menudo se suele administrar menos líquido del calculado en un intento de «proteger al pulmón», aunque en realidad la falta de administración de líquidos agrava las lesiones pulmonares.

## Cuidados iniciales de las quemaduras

El primer paso para la asistencia de un paciente quemado es interrumpir el proceso de combustión. *Detener el proceso* no implica *enfriar la quemadura*. Se deben realizar dos acciones distintas. El método más eficaz y adecuado para terminar la combustión es irrigar con volúmenes abundantes de agua a temperatura ambiente. Está contraindicado el uso de agua fría o hielo. Como se ha comentado antes, la aplicación de hielo detendrá la combustión y aportará analgesia, pero también incrementará la extensión del daño tisular en la zona de estasis. Retire toda la ropa y las joyas, ya que estos objetos conservan el calor residual y seguirán quemando al enfermo.

Una atención eficaz de la herida por una quemadura reciente es la sencilla aplicación de vendajes estériles, secos, no adherentes de forma directa. Cubra la zona con una sábana limpia y seca. Si no dispone de una, sustitúyala por una bata quirúrgica estéril, paños o toallas. Los vendajes secos impedirán la contaminación ambiental, al tiempo que evitarán que el paciente perciba dolor por el flujo del aire sobre las terminaciones nerviosas expuestas (cuadro 13-2).

Los profesionales prehospitalarios con frecuencia se han mostrado insatisfechos y frustrados por la aplicación simple de sábanas estériles sobre la herida por quemadura. Sin embargo, los ungüentos tópicos y los antibióticos tópicos convencionales no se deberían aplicar porque impiden una inspección directa

### CUADRO 13-2 Prevención del flujo de aire sobre la quemadura de un paciente

La mayoría de las personas han tenido la vivencia del dolor asociado a una cavidad dental. El dolor se intensifica cuando se inhala aire sobre el nervio expuesto. En las quemaduras de espesor parcial se produce la exposición de miles de nervios y las corrientes de aire del entorno producen dolor al paciente cuando entran en contacto con los nervios expuestos en el lecho de la herida. Por eso, si se mantienen las quemaduras tapadas, el paciente referirá menos dolor.



FIGURA 13-11 Vendaje Acticoat

(Por cortesía de Smith & Nephew Wound Management.)

de la quemadura. La protección con un vendaje estéril seco es el primer paso. Estos ungüentos y antibióticos tópicos se eliminan cuando se ingresa al paciente en un centro de quemados para poder visualizar directamente la lesión y determinar su gravedad. Además, algunos medicamentos tópicos pueden complicar la aplicación de los productos fabricados mediante ingeniería genética para contribuir a la cicatrización.

Los vendajes con una cubierta antimicrobiana muy concentrada se han convertido en la base del tratamiento en los centros de quemados (figura 13-11). Estos vendajes están recubiertos de forma salpicada de plata, que se libera con el tiempo durante unos días tras aplicarlos en una herida abierta por quemaduras. La plata liberada consigue una cobertura antibiótica rápida frente a los gérmenes frecuentes que contaminan e infectan estas heridas. Recientemente estos vendajes se han adaptado en los centros de quemados para utilizarlos en la asistencia prehospitalaria. Estas grandes sábanas de antimicrobianos pueden aplicarse con rapidez sobre la herida por quemadura y erradicar los gérmenes contaminantes. Este método de cuidado de la herida permite la aplicación de un dispositivo no farmacéutico, que reduce en gran medida la contaminación de la quemadura a los 30 minutos de aplicarlo<sup>7-9</sup>. Una ventaja de estos vendajes en su aplicación en fronteras y en usos militares es su tamaño compacto y su ligereza. Es posible cubrir a todo un adulto con vendajes antibióticos que se pueden almacenar en el volumen de un mantón de Manila con un peso mínimo.

## Evaluación primaria y reanimación

El objetivo de la evaluación primaria es valorar de forma sistemática y tratar los procesos que amenazan la vida del paciente en or-

den de importancia para salvarla. El método ABCDE del trauma se aplica al tratamiento de los pacientes quemados, aunque estos plantean algunos retos únicos en todos los pasos de la reanimación.

### Vía aérea

La conservación de la permeabilidad de la vía aérea es la máxima prioridad en la asistencia de un paciente quemado. El calor producido en el fuego puede causar edema de la vía aérea por encima de las cuerdas vocales y ocluirla. Por tanto, se debe realizar una evaluación cuidadosa y continuada. Para evitar una oclusión catastrófica de la vía aérea, es prudente conseguir un control precoz de la vía. A menudo resulta difícil y peligroso intubar a estos pacientes y la vía aérea debe ser controlada por el personal más experto que esté presente. Con frecuencia los propios pacientes son los más adecuados para este control. Las intervenciones farmacológicas suprimen la capacidad del paciente de controlar su vía aérea, lo que obliga a la intervención sobre ella y el mantenimiento por parte de los profesionales.

Si el paciente está intubado, se deben adoptar medidas de precaución especiales para asegurar el tubo endotraqueal (ET) y prevenir su descolocación accidental o la extubación. Cuando se producen quemaduras en la cara, las cintas adhesivas no resultan adecuadas para asegurar el tubo ET. Es posible asegurar el tubo con dos cintas umbilicales o con trozos de tubos IV que se atan alrededor de la cabeza. Uno de los fragmentos se debe adherir sobre la oreja y el segundo por debajo de esta. También resultan adecuados los paños y dispositivos de velcro que se comercializan.

### Respiración

Igual que sucede en cualquier paciente traumatológico, la respiración puede verse afectada de forma negativa por costillas rotas, neumotórax o heridas torácicas abiertas. Si se produce una quemadura de todo el perímetro de la pared torácica, se observará una reducción progresiva de la distensibilidad pulmonar hasta que el paciente pierde la capacidad de inspirar. En estos casos la escarotomía precoz de la pared permitirá recuperar la ventilación.

### Circulación

La valoración de la circulación incluye la determinación de la presión arterial, la valoración de las quemaduras circunferenciales y la colocación de catéteres IV. Medir de forma precisa la presión arterial es difícil e incluso imposible en pacientes con quemaduras en las extremidades y si es posible medirla, el valor puede no reflejar de forma correcta la presión arterial sistémica por las quemaduras de espesor completo y el edema de los miembros. Aunque el paciente tenga una presión arterial adecuada, la perfusión distal de los miembros puede estar reducida de forma crítica por las lesiones circunferenciales. Las extremidades quemadas deben mantenerse elevadas durante el traslado para reducir el edema del miembro afectado.

Colocar dos catéteres IV de gran calibre capaces de aportar el alto flujo necesario para la reanimación con gran volumen es un requisito en las quemaduras que cubren más de un 20% de la superficie corporal total. Idealmente estos catéteres IV no se deberían poner cerca o encima del tejido quemado; sin embargo, esta

opción puede ser adecuada si no se dispone de más sitios alternativos. Cuando se coloca el catéter en o cerca de una quemadura, se deben adoptar medidas especiales para asegurarse de que no se cae de forma inadvertida. Las cintas adhesivas y vendajes que se utilizan en general para asegurar los catéteres IV resultan ineficaces cuando se aplican sobre o cerca de un tejido quemado. Otra opción es asegurarlos con un vendaje circunferencial de la zona con rollos de Kerlix o Coban. Si se espera un transporte prolongado, se puede suturar el catéter IV en su posición.

### Evaluación de la función cerebral

Los pacientes quemados son enfermos traumatizados y muchos han sufrido otras lesiones además de las térmicas. Las quemaduras son lesiones evidentes y que a veces causan temor, pero es fundamental descartar otras lesiones que pueden poner en mayor riesgo la supervivencia de forma inmediata que la propia quemadura. En los intentos de escapar del fuego, los pacientes saltan desde las ventanas de los edificios; los elementos de la estructura que está ardiendo pueden colapsarse y caer sobre el paciente y en ocasiones el enfermo queda atrapado en los restos de una CVM. Valore al paciente para descartar lesiones neurológicas o deficiencias motoras. Identifique e inmovilice posibles fracturas de los huesos largos. Realice una inmovilización vertebral si se sospechan posibles lesiones medulares.

### Exposición/ambiente

La siguiente prioridad debe ser exponer por completo al paciente. Se deberá exponer cada centímetro cuadrado de la superficie del enfermo para inspeccionarlo. Se debería retirar toda la ropa y las joyas, como se ha descrito antes, porque pueden seguir produciendo lesiones al paciente. Una exploración detenida de todas las superficies corporales puede poner de manifiesto lesiones que no resultaban aparentes con anterioridad.

Resulta esencial controlar el entorno. Los pacientes quemados son incapaces de conservar el calor corporal y resultan extremadamente sensibles a la hipotermia. Debe realizar todos los esfuerzos posibles para conservar la temperatura corporal. Aplique varias capas de sábanas. Mantenga el compartimento del pasajero de la ambulancia o el fuselaje del avión caliente, sea cual sea la época del año. Como regla general, si el profesional prehospitalario no está incómodo, la temperatura ambiental no será suficientemente elevada.

### Evaluación secundaria

Tras completar la evaluación primaria, el siguiente objetivo será completar la secundaria. La valoración secundaria de un paciente quemado no es distinta de la que se realiza en cualquier paciente que ha sufrido un traumatismo. El profesional debería completar una valoración de los pies a la cabeza, tratando de reconocer las lesiones o procesos médicos adicionales.

### Vendajes

Antes del traslado, se deben vendar las heridas. El objetivo del vendaje es prevenir la contaminación y el flujo de aire sobre las mismas.

Los vendajes estériles secos en forma de una sábana o toalla estéril resultan suficientes antes de trasladar al paciente. Posteriormente se colocan varias capas de mantas sobre la cubierta estéril de la quemadura. No se deberían aplicar antibióticos tópicos hasta que el paciente sea valorado en el centro para quemados, como se comentó antes.

## Traslado

Los pacientes quemados con lesiones múltiples deberían ser trasladados en primer lugar a un centro de atención a los traumatismos, en el que se pueden identificar y tratar quirúrgicamente las lesiones que ponen en riesgo de forma inmediata la vida del paciente. Tras estabilizarlo en un centro de este tipo, el enfermo con quemaduras debería ser trasladado a un centro para quemados para recibir el tratamiento definitivo de las mismas y rehabilitación. La

### CUADRO 13-3 Lesiones que exigen asistencia en la unidad de quemados

Los pacientes con quemaduras graves deberían recibir asistencia en centros con experiencia y recursos especiales. El transporte inicial o un traslado precoz a una unidad de quemados debería reducir la mortalidad y las complicaciones. Una unidad de quemados puede tratar a niños, adultos o ambos. El *Committee on Trauma* del *American College of Surgeons* recomienda trasladar a este tipo de unidades de quemados a los enfermos que cumplan los siguientes criterios:

1. Lesiones por inhalación.
2. Quemaduras de espesor parcial en más de 10% de la superficie corporal total (SCT).
3. Quemaduras de espesor completo (tercer grado) en cualquier grupo de edad.
4. Quemaduras con afectación de la cara, las manos, los pies, los genitales, el periné o las articulaciones grandes.
5. Quemaduras eléctricas, incluidas las lesiones por rayos.
6. Quemaduras químicas.
7. Cualquier quemadura en pacientes con trastornos médicos previos que pudieran complicar el tratamiento, prolongar la recuperación o aumentar la mortalidad.
8. Cualquier enfermo quemado con un traumatismo simultáneo (p. ej., fracturas) en el que las quemaduras supongan el máximo riesgo de morbilidad. Si el traumatismo supone un riesgo inmediato mayor, el paciente se podría llevar inicialmente a un centro traumatológico para estabilizarlo y luego trasladarlo a la unidad de quemados.
9. Niños quemados en hospitales sin personal cualificado o equipo para cuidar niños.
10. Lesiones por quemadura en pacientes que necesitan intervenciones sociales, emocionales o rehabilitación a largo plazo especiales.

Tomado del *American College of Surgeons Committee on Trauma: Resources for the optimal care of the injured patient*; 2006, Chicago, 2006, ACS.

*American Burn Association* y el *American College of Surgeons* han descrito los criterios para trasladar a un paciente con quemaduras a un centro de quemados, según se describe en el cuadro 13-3.

## Reanimación con líquidos

La determinación de las necesidades de líquidos y el inicio de la reanimación con líquidos resultan importantes para evitar que el enfermo entre en *shock* hipovolémico. El tamaño de las quemaduras se estima con la regla de los nueves o un método alternativo.

Como se comentó antes, se debe determinar la cantidad total de líquidos en 24 horas y la velocidad de administración por hora usando la fórmula de Parkland. Distintos centros utilizan diversos algoritmos para la reanimación, pero la fórmula de Parkland es la más aceptada a nivel universal para la reanimación de los quemados. Para determinar la velocidad de los líquidos de reanimación, el profesional debe saber el tamaño de la quemadura, el peso del enfermo en kilogramos y el tiempo transcurrido desde que sufrió las lesiones. La cantidad de líquido que se debe administrar en las primeras 24 horas después de la quemadura debería ser 4 ml/kg/% de superficie corporal quemada. La mitad de este volumen se debe administrar en las primeras 8 horas tras la lesión y la segunda mitad entre las 16 horas restantes.

Por ejemplo, consideremos que un varón de 80 kg ha sufrido unas quemaduras de tercer grado en un 30% del cuerpo y que usted llegó a la escena poco después de la lesión. La velocidad de la reanimación se debería calcular de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \text{Total de líquidos en 24 horas} &= 4 \text{ ml/kg/\% de SCT quemada} \\ &= 4 \times 80 \times 30 \\ &= 9600 \text{ ml} \end{aligned}$$

Tras estimar el volumen total, divídalo entre 2:

$$\begin{aligned} \text{Líquido administrado en las primeras 8 horas} &= 9600 \text{ ml}/2 \\ &= 4800 \text{ ml} \end{aligned}$$

Para determinar la velocidad horaria durante las primeras 8 horas, divida el total entre 8:

$$\begin{aligned} \text{Velocidad de líquidos durante las primeras 8 horas} &= 4800 \text{ ml}/8 \text{ h} = 600 \text{ ml/h} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Velocidad de los líquidos durante las horas 8-24} &= 9600 \text{ ml}/2 = 4800 \text{ ml} \end{aligned}$$

Para determinar la velocidad horaria en las 16 horas siguientes, divida esta cifra entre 16:

$$\begin{aligned} \text{Velocidad de líquidos en las últimas 16 horas} &= 4800 \text{ ml}/16 \text{ h} = 300 \text{ ml/h} \end{aligned}$$

## Consideraciones especiales

### Quemaduras eléctricas

Las lesiones eléctricas son lesiones devastadoras que los profesionales prehospitalarios infraestiman con facilidad. En muchos casos la extensión aparente de las lesiones tisulares no refleja de



**FIGURA 13-12** Paciente tras una lesión eléctrica por cables de alta tensión.

forma precisa la magnitud de las lesiones. La destrucción tisular y la necrosis son excesivas en comparación con el trauma aparente porque la mayor parte de la destrucción se produce en el interior porque la electricidad se conduce a través del paciente. El enfermo presentará quemaduras eléctricas en los puntos de contacto con la fuente eléctrica además de en los puntos de toma de tierra. Conforme la electricidad atraviesa el cuerpo del paciente, las capas profundas del tejido quedarán destruidas a pesar de que las lesiones superficiales parezcan menores (figura 13-12).

Las lesiones eléctricas y por aplastamiento comparten muchos rasgos. En ambos casos se produce una destrucción masiva de grandes grupos musculares con liberación de potasio y mioglobina (véase capítulo 12). La liberación del *potasio* muscular determina un incremento significativo de su concentración sérica, que puede determinar arritmias cardíacas. La hiperpotasemia puede condicionar que la administración del fármaco relajante muscular despolarizante succinilcolina tenga un peligro inaceptable. La *mioglobina* es una molécula presente en el músculo que ayuda al tejido muscular a transportar el oxígeno. Cuando se libera hacia la corriente sanguínea en cantidades importantes, la mioglobina es tóxica para los riñones y puede ocasionar un fracaso renal. Este proceso, denominado *mioglobinuria*, cursa con orina de color te o coca-cola (figura 13-13).

En el ambiente militar o en los traslados entre hospitales puede ser necesario trasladar a una víctima de lesiones eléctricas

**FIGURA 13-13** Orina de un paciente tras una lesión eléctrica por cables de alta tensión. El paciente tenía mioglobinuria tras una extensa destrucción muscular.

en la que se ha colocado una sonda urinaria. Estos enfermos necesitan una diuresis agresiva superior a 100 ml/h en los adultos o 1 ml/kg en niños para evitar el fracaso renal. En algunos casos se administra bicarbonato sódico para hacer más soluble la mioglobina en la orina y reducir el riesgo de lesiones renales.

Los pacientes con quemaduras eléctricas pueden tener otras lesiones asociadas. Se pueden romper los tímpanos, con dificultades auditivas. Una contracción muscular intensa mantenida (*tetania*) puede originar fracturas a múltiples niveles de la columna y en los huesos largos. En los enfermos con daños eléctricos debe inmovilizarse la columna vertebral. Las fracturas de los huesos largos se deben inmovilizar cuando se detectan o sospechan. También se puede producir una hemorragia intracraneal o arritmias cardíacas.

Las quemaduras eléctricas son consecuencia del aire sobrecalentado. Sin embargo, dada la naturaleza catastrófica y oculta de las lesiones por conducción, el profesional prehospitalario debe mantener un alto índice de sospecha de la posibilidad de que existan lesiones de este tipo.



**FIGURA 13-14** Se realizan escarotomías para liberar el efecto constrictor de las quemaduras circunferenciales.

## Quemaduras circunferenciales

Las quemaduras circunferenciales en el tronco o los miembros pueden ocasionar un cuadro que amenace la vida o la conservación de un miembro. Las heridas circunferenciales determinan un efecto parecido a un torniquete, que puede condicionar que el brazo o la pierna se queden sin pulso. Las quemaduras circunferenciales del tronco pueden constreñir en tal medida la pared torácica que el paciente se asfixia porque es incapaz de respirar. Por tanto, todas las quemaduras circunferenciales se deben tratar como urgencias y se debe trasladar a los enfermos a un centro de quemados. Las *eskarotomías* son incisiones quirúrgicas realizadas a través de la escara de una quemadura para permitir que se expandan los tejidos más profundos y la descompresión de los tejidos previamente comprimidos y de las estructuras vasculares con frecuencia ocluidas (figura 13-14).

## Inhalación de humo

La principal causa de muerte en los incendios no son las lesiones térmicas, sino la inhalación del humo tóxico. Cualquier paciente con antecedentes de exposición al humo en un espacio cerrado debe considerarse en riesgo de haber sufrido lesiones por inhalación. Cualquier enfermo con quemaduras en la cara o presencia de hollín en el esputo está en claro riesgo de tener lesiones por inhalación de humo, pero la ausencia de estos signos no descarta el diagnóstico de inhalación de tóxicos. Mantener un elevado índice de sospecha tiene importancia vital porque los signos y síntomas pueden no ponerse de manifiesto durante días tras la exposición.

Los tres elementos de la inhalación de humo son las lesiones térmicas, la asfixia y las lesiones pulmonares tardías inducidas por las toxinas. El aire seco es un mal conductor del calor; la inhalación de aire calentado asociada a un fuego de una estructura no suele inducir lesiones térmicas en la vía aérea distales a las cuerdas vocales. La gran superficie de la nasofaringe le permite comportarse como un eficaz intercambiador de calor y enfriar el aire caliente inhalado hasta alcanzar la temperatura corporal cuando llega a las cuerdas vocales. Cuando se inhala

aire seco calentado hasta 300 °C, el aire estará ya a 50 °C cuando llega a la tráquea<sup>10</sup>. Las cuerdas vocales aportan una protección adicional al moverse de forma refleja a la posición de aducción<sup>11</sup>. La excepción sería la inhalación de vapor, ya que el vapor tiene una capacidad de transportar el calor 4000 veces superior al calor seco y puede quemar las vías aéreas distales y los bronquiolos<sup>10</sup>. Por fortuna, las lesiones por vapor son infrecuentes.

## Asfixiantes

Dos productos gaseosos con importancia clínica por originar asfixia son el *monóxido de carbono* (CO) y el *gas cianuro* (CN). Ambas moléculas se clasifican como asfixiantes, porque producen muerte celular por hipoxia o asfixia. Los pacientes que sufren asfixia por humo que contiene una o estas dos sustancias tendrán un aporte inadecuado de oxígeno a los tejidos a pesar de que la presión arterial sea adecuada o la lectura del pulsioxímetro no refleje alteraciones. CO se liga a la hemoglobina con mayor afinidad que el oxígeno. Los síntomas de la inhalación de CO dependen de la duración o la gravedad y de las concentraciones séricas alcanzadas por este compuesto. Los síntomas varían desde cefaleas al coma.

El tratamiento de la toxicidad del CO es alejarse de la fuente y administrar oxígeno. Cuando se respira aire ambiental (21% de oxígeno), el organismo eliminará la mitad del CO en 250 minutos<sup>12</sup>. Cuando se administra al paciente oxígeno al 100%, la semivida del complejo CO-hemoglobina se reducirá a 40-60 minutos<sup>13</sup>.

El gas cianuro se produce al arder los plásticos o el poliuretano. El cianuro envenena la maquinaria celular, impidiendo a las células del organismo emplear el oxígeno. El enfermo puede fallecer por asfixia aunque tenga un contenido de oxígeno en la sangre adecuado. Los síntomas de la toxicidad por cianuro incluyen alteraciones del nivel de conciencia, mareo, cefaleas y taquicardias o taquipnea. El tratamiento de la intoxicación por cianuro es trasladar con rapidez al paciente a un centro de urgencias capaz de administrarle el antídoto. Se dispone de un antídoto comercializado, cuyo objetivo es conseguir que se forme un segundo veneno en la sangre del paciente. Este segundo veneno inducido de forma terapéutica se liga al cianuro y permite al cuerpo detoxificar lentamente este compuesto. Se debe tener un cuidado extremo cuando se administra el antídoto<sup>14-16</sup>.

El «kit Lilly» es el empleado para la toxicidad por cianuro en EE. UU. Este método de tratamiento de la intoxicación por cianuro se desarrolló en los años treinta del siglo xx y se demostró su eficacia para detoxificar animales que habían recibido dosis hasta 21 veces superiores a las letales de cianuro<sup>17</sup>. En este kit se incluyen varios agentes. Los primeros medicamentos administrados son nitrato de amilo y nitrito sódico. El *nitrito de amilo* se inhala y el *nitrito sódico* se administra por vía intravenosa. Los nitritos modifican la hemoglobina del enfermo para generar *methemoglobina*. El cianuro ejerce su toxicidad mediante la unión a una molécula de la maquinaria celular responsable de la energía, el *citocromo aa3*. La molécula de cianuro se atrae más por la methemoglobina que por el citocromo aa3, de forma que se separa de este último y se liga a la metahemoglobina. Cuando el citocromo aa3 queda libre del cia-

nuro, la célula puede reiniciar la producción de energía normal. Sin embargo, la metemoglobina no lleva oxígeno a los tejidos periféricos igual de bien que la hemoglobina. La reducción del aporte de oxígeno por la metahemoglobinemia inducida puede tener un efecto pernicioso en pacientes con una concentración de CO en sangre elevada o que tienen anemia como consecuencia de una pérdida aguda de sangre<sup>18</sup>. El tercer agente del kit antídoto del cianuro es tiosulfato. *Tiosulfato* actúa mediante la estimulación del metabolismo del cianuro a un producto menos tóxico, el tiocianato, que se excreta en la orina. El tratamiento utilizado en este kit puede agravar la hipoxia celular en enfermos con toxicidad por CO.

Un antídoto alternativo para la toxicidad por cianuro es usar medicamentos que se unan de forma directa a la molécula de cianuro, consiguiendo que resulte inocua. *Cianocobalamina* es una sustancia muy empleada en Europa, pero que actualmente no se comercializa en EE. UU. La única forma disponible en EE. UU. de este compuesto es una forma diluida de un preparado de vitamina B<sub>12</sub>. El uso del compuesto norteamericano obligaría a la infusión de unos 5 litros de volumen<sup>19,20</sup>. Otro quelante que se ha usado en la toxicidad por cianuro es *EDTA dicobalto*. Si se administra este compuesto cuando no existe toxicidad por cianuro, existen riesgos derivados de la toxicidad por cobalto.

### Lesiones pulmonares inducidas por toxinas

Los componentes asfixiante y térmico de las lesiones por inhalación suelen ser evidentes en el momento del rescate. Por el contrario, los signos y síntomas de las lesiones pulmonares inducidas por las toxinas pueden no resultar obvios durante varios días. Los primeros días tras la lesión por inhalación de humo se suelen describir como el «período de la luna de miel», durante el cual el paciente aparece engañosamente estable con poca o nula disfunción pulmonar. La gravedad de esta lesión pulmonar dependerá en gran medida de dos factores: los componentes del humo y la duración de la exposición<sup>21</sup>.

Se puede decir que el humo es producto de la combustión incompleta, es decir, un polvo químico. Las sustancias químicas del humo reaccionan con el revestimiento de la tráquea y los pulmones y causan lesiones en las células de las vías aéreas y los pulmones<sup>22-24</sup>. Algunos compuestos, como el amoníaco, el cloruro de hidrógeno y el dióxido de sulfuro, forman ácidos y álcalis corrosivos cuando se inhalan<sup>25</sup>.

### Tratamiento prehospitalario

El elemento inicial y más importante de la asistencia de un paciente expuesto al humo es determinar la necesidad de intubación orotraqueal. Si se duda de la permeabilidad de la vía aérea del enfermo, se puede asegurar mediante intubación orotraqueal<sup>26,27</sup>. La continua revaloración de la permeabilidad de la vía es fundamental. Un cambio en las características de la voz, las dificultades para manejar las secreciones o el babeo son signos de oclusión inminente de la vía aérea.

Los pacientes deberían ser trasladados a centros para quemados aunque no tengan quemaduras superficiales. Los centros de quemados tratan un mayor volumen de pacientes que han inhalado humo y ofrecen modos únicos de ventilación mecánica.



**FIGURA 13-15** Escaldadura en calcetín en un pie de un niño sugestiva de quemaduras intencionadas por inmersión compatibles con malos tratos.

### Malos tratos infantiles

Aproximadamente un 20% de todos los casos de malos tratos infantiles corresponden a quemaduras provocadas de forma intencionada. La mayoría de los niños que sufren este tipo de agresión tienen entre 1 y 3 años de edad<sup>28</sup>.

La forma más frecuente de quemadura por malos tratos infantiles es la inmersión forzada. Estas lesiones se producen típicamente cuando un adulto introduce al niño en agua caliente, a menudo como castigo durante el entrenamiento de control de los esfínteres. Los factores que determinan la gravedad de las lesiones incluyen la edad del paciente, la temperatura del agua y la duración de la exposición. El niño puede sufrir quemaduras de segundo grado profundas o de tercer grado en las manos o los pies, que siguen una distribución en guante o calcetín. Esta distribución resulta especialmente sospechosa cuando las quemaduras son simétricas y no se reconocen patrones de salpicadura<sup>29</sup> (figuras 13-15 y 13-16). En los casos de escaldadura intencionada, el niño flexionará con fuerza los brazos y piernas para adoptar una postura defensiva por el temor al dolor. El patrón de quemadura resultante respetará los pliegues de flexión de la fosa poplítea, la fosa antecubital y la ingle. Se verán también unas líneas de separación nítidas entre los tejidos quemados y respetados, lo que indica la inmersión<sup>30,31</sup> (figura 13-17).



**FIGURA 13-16** El patrón en líneas rectas de la quemadura y la ausencia de marcas de salpicadura indican que las quemaduras son consecuencia de los malos tratos.



**FIGURA 13-17** El respeto de las áreas de flexión y las líneas de delimitación netas entre las zonas de piel quemadas y no quemadas indican que el niño se encontraba en una posición defensiva, en flexión extrema antes de la lesión. Esta postura indica que la escaldadura no es accidental.

En las escaldaduras accidentales, las quemaduras tendrán una profundidad variable, márgenes irregulares y se reconocerán pequeñas quemaduras lejos de las grandes, correspondientes a salpicaduras<sup>32</sup>.

### Quemaduras por contacto

Las quemaduras por contacto son el segundo tipo más frecuente en los niños, tanto de forma accidental como intencionada. Todas las superficies corporales tienen cierto grado de curvatura. Cuando se produce una quemadura por contacto accidental, la sustancia quemante contactará con la superficie corporal curvada. El instrumento quemante se separará de esta zona curva o la víctima tratará de alejarse de él, lo que determinará que el margen y la profundidad de la lesión causada sean irregulares. Cuando el niño sufre una quemadura por contacto intencionada, el

objeto responsable se apretará contra su piel y la lesión mostrará un margen neto entre el tejido quemado y respetado, así como una profundidad uniforme<sup>31</sup>.

Muchas jurisdicciones obligan a los profesionales prehospitalarios a notificar los casos sospechosos de malos tratos infantiles.

### Quemaduras por radiación

La gravedad de las quemaduras producidas por diversos tipos de radiación es producto de la cantidad de energía que absorbe el tejido diana. Las diversas formas de radiación incluyen electromagnética, rayos X, rayos gamma y partículas radiactivas. Estos tipos de radiación pueden transferir diversos grados de energía al tejido. Además, algunas formas de radiación (p. ej., la electromagnética) pueden atravesar el tejido o al individuo sin ocasionarle lesiones. Por el contrario, otras (p. ej., la exposición a los neutrones) se absorben en el tejido diana y causan lesiones significativas. La absorción de la radiación es la responsable de las lesiones en el tejido. La capacidad de absorción de la radiación es más dañina que la dosis real. Dosis equivalentes de distintas formas de radiación tendrán efectos radicalmente distintos en un individuo.

La exposición típica a la radiación se produce durante los incidentes profesionales o industriales. Sin embargo, dada la creciente amenaza del terrorismo global, existe un riesgo real de detonación de un dispositivo nuclear pequeño híbrido (es decir una «bomba sucia»).

La detonación de un arma nuclear en una zona metropolitana mataría y lesionaría a las personas por tres mecanismos: quemaduras térmicas por la corriente de fuego inicial, la explosión destructiva supersónica y la producción de radiación. La mortalidad de la combinación de lesiones por quemaduras térmicas y de radiación supera a la observada en ambos tipos de lesiones de igual magnitud, pero por separado. La combinación de quemaduras térmicas y por radiación tiene efecto sinérgico sobre la mortalidad<sup>33</sup>.

Un ataque nuclear determinaría la pérdida masiva de vidas y un número de lesionados capaz de superar las capacidades de

los profesionales médicos. Un ataque en una población destruiría los centros médicos, mataría a los profesionales sanitarios y destrozaría las vías de suministros. Los profesionales prehospitalarios posiblemente serían necesarios para atender a las víctimas durante mucho tiempo.

La radiación es un material peligroso y muchas de las prioridades iniciales serían iguales que en la asistencia de pacientes con una exposición química. Las iniciales son retirar al paciente de la fuente de contaminación, quitarle las ropas contaminadas e irrigarlo con agua. Cualquier ropa que se quite a estos pacientes debería considerarse contaminada y manipulada con cuidado. La irrigación se hace de forma detenida para eliminar cualquier resto radiactivo o partículas de las zonas contaminadas sin extender la lesión a regiones del cuerpo no contaminadas. La irrigación se sigue hasta que la contaminación se reduce a un estado estacionario, según puede medirse con un contador Geiger<sup>34</sup>. Los pacientes con quemaduras deben someterse a una reanimación con líquidos igual que cualquier enfermo quemado. Los enfermos irradiados pueden sufrir vómitos y diarrea, que obligarán a aumentar el volumen de líquidos en la reanimación.

Las consecuencias fisiológicas de la radiación de todo el cuerpo se denominan *síndrome de radiación agudo* (SRA). Los síntomas iniciales del SRA aparecen de forma típica a las horas de la exposición. Las células del organismo más sensibles a los efectos de la radiación son las que sufren divisiones rápidas. Estas células se encuentran en la piel, el aparato digestivo y la médula ósea, por lo que son estos tejidos los que sufren los primeros signos del SRA. A las pocas horas de la exposición a la radiación, el enfermo presentará náuseas, vómitos y dolores cólicos abdominales. Se necesita un tratamiento agresivo con líquidos para evitar el fracaso renal. Durante los días siguientes el paciente puede desarrollar una diarrea sanguinolenta, isquemia intestinal y una infección galopante, que le lleven a la muerte. La médula ósea resulta extremadamente sensible a los efectos de la radiación y detiene la producción de células blancas necesarias para combatir las infecciones y de plaquetas para la coagulación. Las infecciones y las hemorragias suelen ser mortales.

Tras un accidente nuclear, los dispositivos IV, las bombas de infusión y los centros médicos serían escasos. Si no se pudiera realizar la reanimación IV en un paciente, el profesional prehospitalario podría reanimarlo con líquidos orales. Los pacientes colaboradores deberían ser animados a beber una solución salina equilibrada para mantener la diuresis elevada; otra opción sería administrar líquidos mediante una sonda nasointestinal o nasogástrica. Las soluciones de sales equilibradas orales disponibles incluyen la solución de Meyer (5 ml de cloruro sódico y 1 cucharadita de bicarbonato sódico en 1 l de agua) y la solución de rehidratación oral de la Organización Mundial de la Salud (SRO OMS). Las investigaciones con animales han demostrado resultados prometedores de este tipo de estrategias de reanimación en pacientes con quemaduras tan extensas como hasta un 40% de la superficie corporal total. La administración de soluciones salinas equilibradas por vía digestiva a una velocidad de 20 ml/kg consigue reanimar a los pacientes igual que la reanimación IV convencional<sup>35</sup>.

## Quemaduras químicas

Independientemente del lugar o tipo de práctica, todos los profesionales prehospitalarios deben conocer los fundamentos del tratamiento de las quemaduras químicas. Los profesionales urbanos pueden ser avisados por incidentes químicos a nivel industrial, mientras que los rurales pueden tener que acudir a accidentes de tipo agrícola. Se transportan toneladas de materiales peligrosos cada día en los entornos urbanos y rurales, por carretera o ferrocarril. Los militares pueden tratar lesiones químicas por ataques con armas, dispositivos incendiarios, sustancias químicas empleadas para mantener un equipo o fugas químicas tras accidentes en instalaciones civiles.

Las lesiones provocadas por las sustancias suelen ser consecuencia de una prolongada exposición al agente responsable, lo que contrasta con las lesiones térmicas, en las que la exposición suele ser muy breve. La gravedad de la lesión química depende de cuatro factores: naturaleza de la sustancia; concentración de la misma; duración del contacto; y mecanismo de acción de la sustancia química.

Los agentes químicos se clasifican como ácidos, base, orgánicos e inorgánicos. Los *ácidos* son sustancias químicas con un pH entre 7 (neutro) y 0 (ácido fuerte). Las *bases* son sustancias con pH entre 7 y 14. Los ácidos ocasionan daños en los tejidos por un proceso denominado *necrosis de coagulación*, que transforma al tejido en una barrera para la penetración en profundidad del ácido. Por el contrario, las quemaduras por álcalis destruyen el tejido mediante una *necrosis por licuefacción*, de forma que la base convierte el tejido en líquido y esto permite que la sustancia penetre en profundidad y ocasione más lesiones.

El profesional prehospitalario puede tratar heridas causadas en los ojos por un álcali. Una pequeña exposición ocular puede causar lesiones con riesgo para la visión. Se debe irrigar el ojo con abundantes cantidades de soluciones de irrigación. Si se puede, se deberá realizar una descontaminación ocular mediante irrigación continua con una lente de Morgan. La aplicación de un anestésico oftálmico tópico, como proparacaína, simplificará el tratamiento del paciente por parte del profesional (figura 13-18).

## Tratamiento

La máxima prioridad en el tratamiento de los pacientes con una exposición a sustancias químicas, como en cualquier urgencia, es la seguridad del personal y el lugar. Siempre debe protegerse usted el primero. Si existe la menor duda por un posible riesgo químico, asegure el lugar y determine si se necesitan ropas o aparatos para respirar especiales. Evite la contaminación del equipo y los vehículos de urgencias; un vehículo contaminado es un peligro de exposición para los demás individuos de los lugares a los que vaya. Trate de identificar con la mayor brevedad posible el agente responsable.

Quite toda la ropa al paciente. La ropa estará contaminada por líquido o polvos de la sustancia química implicada. Se debe eliminar la ropa contaminada con cuidado. Si se reconocen partículas sobre la piel, se deberán cepillar. A continuación se realiza un lavado con grandes cantidades de agua. El lavado diluirá la concentración de la sustancia lesiva y también cualquier



**FIGURA 13-18** Los ojos que han sufrido una lesión química deben ser irrigados con rapidez con abundante salino. Se puede colocar una lente de Morgan sobre el ojo para conseguir una irrigación adecuada.

reactivo que no haya reaccionado todavía. La clave del lavado es emplear una gran cantidad de agua. Una práctica habitual es enjuagar con 1-2 l de agua a todo el paciente e interrumpir el proceso cuando el agua se empieza a estancar o acumularse en el suelo. Si sólo se lava con pequeñas cantidades de líquidos, el agente responsable se difundirá por toda la superficie del paciente, pero no se lavará<sup>36,37</sup>. No conseguir un flujo y drenaje adecuados del líquido de lavado determinará lesiones en áreas previamente no expuestas ni lesionadas del organismo, ya que se acumulará el lavado contaminado. Una forma sencilla de favo-

recer el lavado en el entorno prehospitalario es colocar al enfermo en una tabla larga y posteriormente inclinarla mediante cualquier método que eleve uno de sus extremos. En el extremo inferior de la tabla se debe colocar una gran bolsa de basura de plástico para que se acumule el líquido de drenaje contaminado.

Los agentes neutralizantes para las quemaduras químicas se deben evitar. Con frecuencia durante el proceso de neutralización los agentes generan calor en una reacción exotérmica. Un profesional prehospitalario bien intencionado puede ocasionar así una quemadura térmica, además de la química. La mayor parte de las soluciones de descontaminación que se comercializan sirven para equipos, pero no para descontaminar a las personas.

### Exposiciones a sustancias químicas específicas

El *cemento* es un álcali que se puede retener en las ropas. El cemento en polvo reaccionará con el sudor de la víctima en una reacción que genera calor y seca de forma excesiva, o *desecha*, la piel. Estas lesiones se presentan como una quemadura horas o un día después del contacto con el cemento.

Los combustibles, como la gasolina o el queroseno, pueden ocasionar quemaduras por contacto tras una exposición prolongada. Estos hidrocarburos orgánicos pueden disolver las membranas celulares y ocasionar necrosis cutánea<sup>38</sup>. Una exposición de magnitud o duración suficiente puede ocasionar toxicidad sistémica. La descontaminación del paciente cubierto de combustible se consigue mediante la irrigación con grandes volúmenes de agua.

El *ácido fluorhídrico* es una peligrosa sustancia muy empleada en usos domésticos, industriales y militares. El verdadero peligro de esta sustancia es el ión flúor, que produce profundas alteraciones en los electrolitos expuestos, sobre todo el calcio y el magnesio<sup>39</sup>. Sin tratamiento, el ácido fluorhídrico producirá la licuefacción de los tejidos y la salida de calcio de los huesos. El tratamiento inicial de la exposición del ácido fluorhídrico es la irrigación con agua seguida de la aplicación de un gel de gluconato cálcico en la urgencia. Los pacientes con quemaduras por este compuesto deben ser trasladados con urgencia a un centro de quemados para recibir tratamiento adicional.

Las lesiones por fósforo son frecuentes en ambientes militares. El *fósforo blanco* (FB) es un potente agente incendiario utilizado en la fabricación de municiones. El FB quema intensamente cuando se expone al aire, determinando llamas brillantes. El FB seguirá ardiendo hasta que se queme todo o se quede sin oxígeno. El tratamiento inicial consiste en eliminar el acceso del oxígeno al FB. Se deben retirar todas las ropas con rapidez porque pueden contener restos de fósforo que pueden hacerlas arder. Las zonas afectadas se sumergen en agua o vendas empapadas en salino y estas vendas se van mojando durante el traslado. Si las vendas se secan, cualquier resto de FB retenido empezará a arder y podría quemarlas y seguir quemando al paciente.

Las soluciones de *hipoclorito* se utilizan mucho para los blanqueadores domésticos y limpiadores industriales. Estas soluciones son potentes álcalis; las soluciones que suelen estar disponibles están disueltas al 4%-6% y no suelen resultar mortales salvo que se afecten extensas regiones corporales. En concentraciones más altas, un volumen pequeño puede causar la muerte. Unos 30 ml de una solución al 15% se considera una exposición de riesgo vital.

El *azufre* y la *mostaza nitrogenada* son compuestos clasificados como *inductores de la formación de ampollas*. Se han empleado estos compuestos como armas químicas y se reconocen como una amenaza del terrorismo internacional. Estas sustancias queman y provocan ampollas en la piel cuando se produce la exposición. Estos compuestos no sólo son irritantes para la piel, sino que también irritan la piel y los ojos. Tras la exposición, los pacientes referirán una sensación de ardor en la garganta y los ojos. La afectación cutánea se produce varias horas después porque tras el enrojecimiento aparecen ampollas en las axilas e ingles. Tras una exposición intensa, las víctimas sufrirán una necrosis de espesor completo e insuficiencia respiratoria<sup>40-42</sup>. El principal tratamiento de estos pacientes en el contexto prehospitalario es la descontaminación.

A la hora de atender a las víctimas de una exposición a sustancias inductoras de la formación de ampollas, los profesionales deberán llevar guantes, batas y equipo respiratorio adecuados. Los enfermos deben ser descontaminados e irrigados con salino o agua. Otros compuestos empleados en la descontaminación, sobre todo por parte de personal formado, son la solución de hipoclorito diluida y el polvo de tierra de Fuller. Se necesitan tratamientos adicionales especializados cuando el enfermo llega a un centro especializado.

El *gas lacrimógeno* y las sustancias químicas parecidas se llaman «agentes de control de masas». Estos agentes incapacitan con rapidez y durante un período breve de tiempo a las personas expuestas porque producen irritación de la piel, los pulmones y los ojos. La magnitud de las lesiones viene determinada por la intensidad de la exposición. La duración de la irritación típica son 30-60 minutos. El tratamiento pasa por eliminar a las personas expuestas de la fuente de exposición, quitar la ropa contaminada e irrigar los ojos y la piel.

## Control de la contaminación

La exposición a contaminantes químicos representa un riesgo importante para los profesionales prehospitalarios y equipos de primera respuesta. Como se comentó en el capítulo 4, la EPA (*Environmental Protection Agency*) y el NIOSH (*National Institute of Occupational Safety and Health*) han desarrollado y defendido el uso de zonas de control con el fin de reducir los riesgos de diseminar la contaminación y exponer a los equipos de respuesta a agentes químicos o radiológicos peligrosos. Nadie puede entrar en la zona caliente sin un equipo de protección personal (EPP) adecuado. Los enfermos contaminados deberían ser descontaminados cuando pasan de la zona caliente a la templada. En la zona fría, la más externa de las zonas de control, el tratamiento puede ser aplicado por personal sin necesidad de EPP.

Las mismas consideraciones se pueden aplicar para los profesionales hospitalarios. Un paciente que se ha expuesto a material químico o radiológico y todavía no sido descontaminado se puede considerar una «zona roja» en movimiento. Si este paciente acude a un hospital o centro de asistencia con síntomas o molestias relacionadas con una posible contaminación y todavía no ha sido descontaminado, el personal receptor deberá proceder a la descontaminación con el EPP apropiado para la

situación antes de dejar al enfermo acceder al centro de tratamiento. Nunca se debería asumir que un paciente expuesto a un material químico o radiológico está bien descontaminado sin confirmar que se han adoptado las medidas apropiadas. Trasladar a un paciente contaminado a la urgencia tendrá consecuencias desastrosas. Todas las personas del área, incluidos los demás pacientes y el personal sanitario, tendrán que ser descontaminados y esto se traducirá en una alteración importante del cuidado. Salvo que existan circunstancias excepcionales, los pacientes se deberían descontaminar antes del traslado.

## Traslado prolongado

El traslado prolongado de las víctimas de quemaduras plantea numerosos retos a los profesionales prehospitalarios. Una preocupación importante es la monitorización continuada para valorar el desarrollo de síntomas por quemaduras en las vías aéreas. Virtualmente todos los pacientes con lesiones térmicas, sobre todo los que tienen quemaduras en cabeza y cuello o antecedentes de atrapamiento en un espacio cerrado, están en peligro de sufrir quemaduras en la vía aérea y lesiones por inhalación. Antes de iniciar un traslado prolongado, los pacientes con máximo riesgo de tener quemaduras en las vías aéreas y los que tienen amenaza inminente de insuficiencia respiratoria deberían ser valorados para someterse a una intubación endotraqueal preventiva. Si se realiza una intubación de secuencia rápida, se considera en general que succinilcolina está contraindicada de forma relativa en los pacientes quemados. Es posible emplear este compuesto en los pacientes sin destrucción muscular y sin la hiperpotasemia que genera, pero con frecuencia el profesional prehospitalario tiene dificultades para determinar este aspecto.

Si no se dispone de un método para determinar la toxicidad por monóxido de carbono, los pacientes deberán mantenerse con oxígeno al 100% hasta poder medir las concentraciones de monóxido de carbono. Tras descartar una concentración elevada de carboxihemoglobina, los pacientes quemados deberían recibir oxígeno suplementario para mantener una  $SpO_2 \geq 95\%$  y asistir la ventilación cuando sea preciso. La permeabilidad de la vía aérea puede sufrir modificaciones constantes tras una quemadura. Después de una lesión térmica, la mucosa de la vía aérea alta desarrollará edema con el tiempo y también con la reanimación con líquidos. Por tanto, una vía aérea que estaba permeable puede obstruirse durante el traslado. La clave para un tratamiento exitoso es una asistencia agresiva precoz en función de la sospecha clínica.

Los enfermos con quemaduras químicas y exposición a sustancias peligrosas deben someterse a una descontaminación antes del traslado. La falta de descontaminación adecuada se traducirá en lesiones mantenidas y también en posibles daños al profesional. Los humos que se originan en un paciente mal descontaminado pueden contaminar el compartimento del paciente en la ambulancia, representando un riesgo para el profesional prehospitalario y generando un peligro de sufrir un accidente. Cuando se sospeche que un paciente puede sufrir una toxicidad por cianuro, se debería plantear el tratamiento con un kit dis-

ponible a nivel comercial, si lo permite el control médico. Todas las quemaduras se deben cubrir con vendas estériles secas. Los enfermos quemados pierden la capacidad de regular la temperatura corporal (termorregulación), por lo que se debe garantizar que el enfermo se mantiene templado.

Los enfermos quemados pueden tener otras lesiones adicionales y se deberá realizar una exploración exhaustiva para descartarlas. Estos problemas se deben priorizar y tratar si el tiempo lo permite. La valoración continuada debe incluir una exploración circulatoria de todos los miembros lesionados, sobre todo cuando existen quemaduras circunferenciales. Si lo autoriza el control médico y se cuenta con personal entrenado, se puede plantear la realización de una escarotomía cuando se aprecie dificultad respiratoria o compromiso del miembro. En los hospitales la hemorragia producida por la escarotomía se controla con bisturí eléctrico, algo que no se puede plantear en la asistencia prehospitalaria. El riesgo de sangrado se debe valorar con un análisis riesgo-beneficio al realizar la intervención. La escarotomía de la pared torácica cuando se altera la ventilación tie-

ne una prioridad máxima, mientras que la de una quemadura circunferencial de un miembro puede esperar varias horas. Los enfermos con posibles lesiones medulares deben ser inmovilizados en una tabla larga almohadillada.

Resulta esencial una reanimación adecuada con líquidos para tratar a los pacientes con lesiones térmicas importantes. Se deben calcular las necesidades de volumen e iniciar la reposición intravenosa. El volumen calculado sirve como la única guía para la reposición y se deberían ajustar las velocidades de infusión según los signos vitales y la diuresis. Por eso tiene gran utilidad poner una sonda urinaria. Una diuresis que se debe buscar como objetivo son 0,5-1 ml/kg. Una orina teñida de rojo indica la liberación de mioglobina en el músculo esquelético quemado. Si aparece pigmentación en la orina, se debería buscar una diuresis superior a 100 ml/h. Los pacientes quemados deberían recibir tratamiento del dolor y se deben ajustar dosis bajas de narcóticos intravenosos. Se monitorizan los signos vitales y el esfuerzo ventilatorio para detectar posibles efectos adversos.

## RESUMEN

Todas las quemaduras son graves, independientemente de su tamaño. Algunas quemaduras son más extensas que otras, pero ninguna se debe considerar menor. Las quemaduras con riesgo para la vida son las quemaduras térmicas extensas, las lesiones eléctricas y las quemaduras por sustancias químicas. A diferencia de lo que sucede con los traumatismos mecánicos (p. ej., contusos, penetrantes), el organismo dispone de pocos o ningún mecanismo de adaptación para sobrevivir a una quemadura. Las quemaduras no se limitan a la piel, sino que son lesiones sistémicas de magnitud notable. Los enfermos con quemaduras graves sufrirán alteraciones en la función cardiovascular, pulmonar, digestiva, renal e inmunitaria. A diferencia de la respuesta del organismo tras un traumatismo contuso o penetrante, el enfermo con quemaduras que amenazan la vida sufren un estado de *shock* hipodinámico y la mayor parte de los sistemas orgánicos tratan de «apagarse». En este periodo inicial, es necesaria una reanimación agresiva y apropiada. Si no se aplica una reanimación adecuada con líquidos, se producirá un *shock* refractario, con disfunción multiorgánica e incluso aumento de la profundidad de las quemaduras. Por eso, el papel del profesional prehospitalario resulta fundamental para optimizar la supervivencia tras las quemaduras. Con frecuencia un tratamiento prehospitalario precoz y correcto determina la reanimación del paciente para los siguientes días a semanas.

Aunque son complicadas y peligrosas, las quemaduras casi nunca causan la muerte con rapidez. Un paciente con lesiones graves por inhalación de humo y extensas quemaduras térmicas puede tardar horas en morir. Es probable que los enfermos quemados presenten otros traumatismos mecánicos. Las quemaduras muy llamativas pueden centrar la atención del profesional prehospitalario y hacer que se olvide de otras lesiones que pueden comprometer la supervivencia. La realización de una evaluación primaria y secundaria reducirá el riesgo de que estas le-

siones pasen desapercibidas (p. ej., neumotórax, taponamiento pericárdico, rotura esplénica).

Otro factor importante en la asistencia de los pacientes quemados es una vigilancia constante para evitar convertirse también en una víctima. Durante la asistencia prehospitalaria de un paciente con quemaduras (térmicas, por humo, eléctricas o químicas) el agente responsable de las lesiones sigue planteando un peligro para el profesional prehospitalario (p. ej., cuatro respiraciones profundas del humo generado en un fuego de una estructura pueden ocasionar lesiones por inhalación potencialmente mortales).

Incluso las quemaduras pequeñas en áreas muy funcionales pueden determinar una discapacidad a largo plazo por la formación de cicatrices. Para mejorar el pronóstico del paciente, se deberán reconocer estas posibles necesidades. Los centros de quemados no son sólo para los pacientes con lesiones extensas con riesgo vital. Conocer los criterios para el traslado al centro de quemados ayudará a garantizar que todos los enfermos quemados puedan conseguir una recuperación funcional máxima.

La principal causa de muerte en los pacientes quemados son las complicaciones derivadas de la inhalación del humo: asfixia, lesiones térmicas y lesiones pulmonares tardías inducidas por tóxicos. Con frecuencia los enfermos no desarrollan síntomas de insuficiencia respiratoria durante 48 horas o más. Aunque la víctima no presente heridas en la piel, se debería trasladar a todas las personas que han inhalado humo al centro de quemados.

Existe la amenaza por sustancias peligrosas en todas las comunidades, tanto rurales como urbanas. La familiaridad con la respuesta, la extracción y la descontaminación de las víctimas de este tipo de incidentes es obligada en nuestro moderno mundo químico. También se deben utilizar las técnicas de tratamiento de los incidentes con materiales peligrosos en las respuestas a ataques con armas de destrucción masiva.

# RESOLUCIÓN DEL CASO

## *Víctima 1:*

Este paciente tiene una respiración dificultosa y una lectura del pulsioxímetro de 92%. Dado que se le han quemado las ropas y las quemaduras son extensas, se debe considerar que el paciente ha inhalado una gran cantidad de humo. Mantenga una elevada sospecha de edema de la vía aérea y lesiones por inhalación. Debe preocuparse por la permeabilidad de la vía aérea; sin embargo, en este momento el paciente puede controlar su propia vía aérea. Recordando que el paciente es la persona más adecuada para controlar su vía aérea, analice si el tiempo necesario para trasladar el paciente está equilibrado con la dificultad para controlar la vía en un paciente con edema de la misma. Si el traslado se prevé prolongado o retrasado, asegure la vía con intubación traqueal. El paciente necesita oxígeno al 100% dada la exposición al humo y el peligro de haber inhalado sustancias asfixiantes. Si se intuba a este paciente, asegure el tubo endotraqueal. Ancle el tubo con dos fragmentos de cinta umbilical o tubos IV colocados por encima y por debajo de la oreja.

El paciente tiene quemaduras en la cara, ambas extremidades superiores y la parte anterior del tronco. Cada miembro representa aproximadamente un 9% de la superficie corporal total (SCT), la parte anterior del tronco otro 9% y la cara un 4%. Por tanto, el área estimada quemada es un 31%. El paciente pesa unos 80 kg. Estime las necesidades de líquido de este enfermo con la fórmula de Parkland, de la siguiente forma:

**31% de la SCT quemada × 80 kg × 4 ml/kg/SCT quemada = 9920 ml que se deben administrar en las primeras 24 horas**

La mitad de este volumen se debe administrar en las primeras 8 horas tras la lesión, de forma que la velocidad de infusión por hora en este período será:

**9920 ml/2 = 4960 ml en las primeras 8 horas**

Lo que dividido por cada hora supone:

**4960 ml/8 h = 620 ml durante las horas 0 a 8.**

## *Víctima 2:*

Esta niña puede sufrir lesiones por inhalación. Dada la alteración del estado mental, se le debe administrar de inmediato oxígeno y empezar la intubación. Las quemaduras de todo el brazo y pequeñas áreas del otro suponen una superficie quemada aproximada de un 10%. Con una quemadura de este tamaño, la niña deberá ser atendida en un centro de quemados y no se debe realizar un protocolo de reanimación.

## *Víctima 3:*

Posiblemente esta niña se escondió dentro de un armario o debajo de la cama para huir del fuego. Se encuentra en parada cardíaca por la hipoxia y la asfixia tóxica relacionada con el monóxido de carbono y posiblemente cianuro de hidrógeno. La probabilidad de tener buenos resultados con la reanimación es casi nula. ■

## Bibliografía

1. Tredget EE, Shankowsky HA, Taerum TV, et al: The role of inhalation injury in burn trauma: a Canadian experience, *Ann Surg* 212:720, 1990.
- 2a. Herndon D, Rutan R, Rutan T: Management of the pediatric patient with burns, *J Burn Care Rehabil* 14(1):3, 1993.
- 2b. Rossignal A, Locke J, Burke J: Pediatric burn injuries in New England, USA, *Burns* 16(1):41, 1990.
3. Robinson MC, Del Becarro EJ: Increasing dermal perfusion after burning by decreasing thromboxane production, *J Trauma* 20:722, 1980.
4. Hegggers JP, Ko F, Robson MC, et al: Evaluation of burn blister fluid, *Plast Reconstr Surg* 65:798, 1980.
5. Lentz CW, Younan DS, Reid DJ: Burn resuscitation index: a tool for initiating fluid resuscitation, *J Burn Care Rehabil* 25:S49, 2004.
6. Navar PD, Saffle JR, Warden GD: Effect of inhalation injury on fluid resuscitation requirements after thermal injury, *Am J Surg* 150:716, 1985.
7. Dunn K, Edwards-Jones VT: The role of Acticoat with nanocrystalline silver in the management of burns, *Burns* 30(suppl):S1, 2004.
8. Wright JB, Lam K, Burrell RE: Wound management in an era of increasing bacterial antibiotic resistance: a role for topical silver treatments, *Am J Infect Control* 26:572, 1998.
9. Yin HQ, Langford R, Burrell RE: Comparative evaluation of the antimicrobial activity of Acticoat antimicrobial dressing, *J Burn Care Rehabil* 20:195, 1999.
10. Moritz AR, Henriques FC, McClean R: The effects of inhaled heat on the air passages and lungs, *Am J Pathol* 21:311, 1945.
11. Peters WJ: Inhalation injury caused by the products of combustion, *Can Med Assoc J* 125:249, 1981.
12. Forbes WH, Sargent F, Roughton FJW: The rate of carbon monoxide uptake by normal men, *Am J Physiol* 143:594, 1945.
13. Mellins RB, Park S: Respiratory complications of smoke inhalation in victims of fires, *J Pediatr* 87:1, 1975.
14. Feldstein M, Klendshoj NJ: The determination of cyanide in biological fluids by microdiffusion analysis, *J Lab Clin Med* 44:166, 1954.
15. Norris JC, Moore SJ, Hume AS: Synergistic lethality induced by the combination of carbon monoxide and cyanide, *Toxicology* 40:121, 1986.
16. Vogel SN, Sultan TR: Cyanide poisoning, *Clin Toxicol* 18:367, 1981.
17. Chen KK, Rose CL, Clowes GH: Comparative values of several antidotes in cyanide poisoning, *Am J Med Sci* 188:767, 1934.
18. Langford RM, Armstrong RF: Algorithm for managing injury from smoke inhalation, *BMJ* 299:902, 1989.
19. Houeto P, Borron SW, Sandouk P, et al: Pharmacokinetics of hydroxocobalamin in smoke inhalation victims, *J Toxicol Clin Toxicol* 34:397, 1996.
20. Sauer SW, Keim ME: Hydroxocobalamin: improved public health readiness for cyanide disasters, *Ann Emerg Med* 37:635, 2001.
21. Crapo R: Smoke inhalation injuries, *JAMA* 246:1694, 1981.
22. Herndon DN, Traber DL, Niehaus GD, et al: The pathophysiology of smoke inhalation in a sheep model, *J Trauma* 24:1044, 1984.
23. Till GO, Johnson KJ, Kunkel R, et al: Intravascular activation of complement and acute lung injury, *J Clin Invest* 69:1126, 1982.
24. Thommasen HV, Martin BA, Wiggs BR, et al: Effect of pulmonary blood flow on leukocyte uptake and release by dog lung, *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol* 56:966, 1984.
25. Trunkey DD: Inhalation injury, *Surg Clin North Am* 58:1133, 1978.
26. Haponik E, Summer W: Respiratory complications in the burned patient: diagnosis and management of inhalation injury, *J Crit Care* 2:121, 1987.
27. Cahalane M, Demling R: Early respiratory abnormalities from smoke inhalation, *JAMA* 251:771, 1984.
28. Hight DW, Bakalar HR, Lloyd JR: Inflicted burns in children: recognition and treatment, *JAMA* 242:517, 1979.
29. Chadwick DL: The diagnosis of inflicted injury in infants and young children, *Pediatr Ann* 21:477, 1992.
30. Adronicus M, Oates RK, Peat J, et al: Non-accidental burns in children, *Burns* 24:552, 1998.
31. Purdue GF, Hunt JL, Prescott PR: Child abuse by burning: an index of suspicion, *J Trauma* 28:221, 1988.
32. Lenoski EF, Hunter KA: Specific patterns of inflicted burn injuries, *J Trauma* 17:842, 1977.
33. Brooks JW, Evans EI, Ham WT, Reid JD: The influence of external body radiation on mortality from thermal burns, *Ann Surg* 136:533, 1953.
34. Association AB: Radiation injury. In *Advanced burn life support course*, 1999, American Burn Association.
35. Michell MW, Oliveira HM, Vaid SU, et al: Enteral resuscitation of burn shock using intestinal infusion of World Health Organization oral rehydration solution (WHO ORS): a potential treatment for mass casualty care, *J Burn Care Rehabil* 25:S48, 2004.
36. Bromberg BF, Song IC, Walden RH: Hydrotherapy of chemical burns, *Plast Reconstr Surg* 35:85, 1965.

37. Leonard LG, Scheulen JJ, Munster AM: Chemical burns: effect of prompt first aid, *J Trauma* 22:420, 1982.
38. Mozingo DW, Smith AD, McManus WF, et al: Chemical burns, *J Trauma* 28:642, 1998.
39. Mistry D, Wainwright D: Hydrofluoric acid burns, *Am Fam Physician* 45:1748, 1992.
40. Willems JL: Clinical management of mustard gas casualties, *Ann Med Milit Belg* 3S:1, 1989.
41. Papirmeister B, Feister AJ, Robinson SI, et al: The sulfur mustard injury: description of lesions and resulting incapacitation. In *Medical defense against mustard gas*, Boca Raton, Fla, 1990, CRC.
42. Sidell FR, Takafuji ET, Franz DR: *Medical aspects of chemical and biological warfare*, Washington, DC, 1997, Office of the Surgeon General.

## Objetivos del capítulo

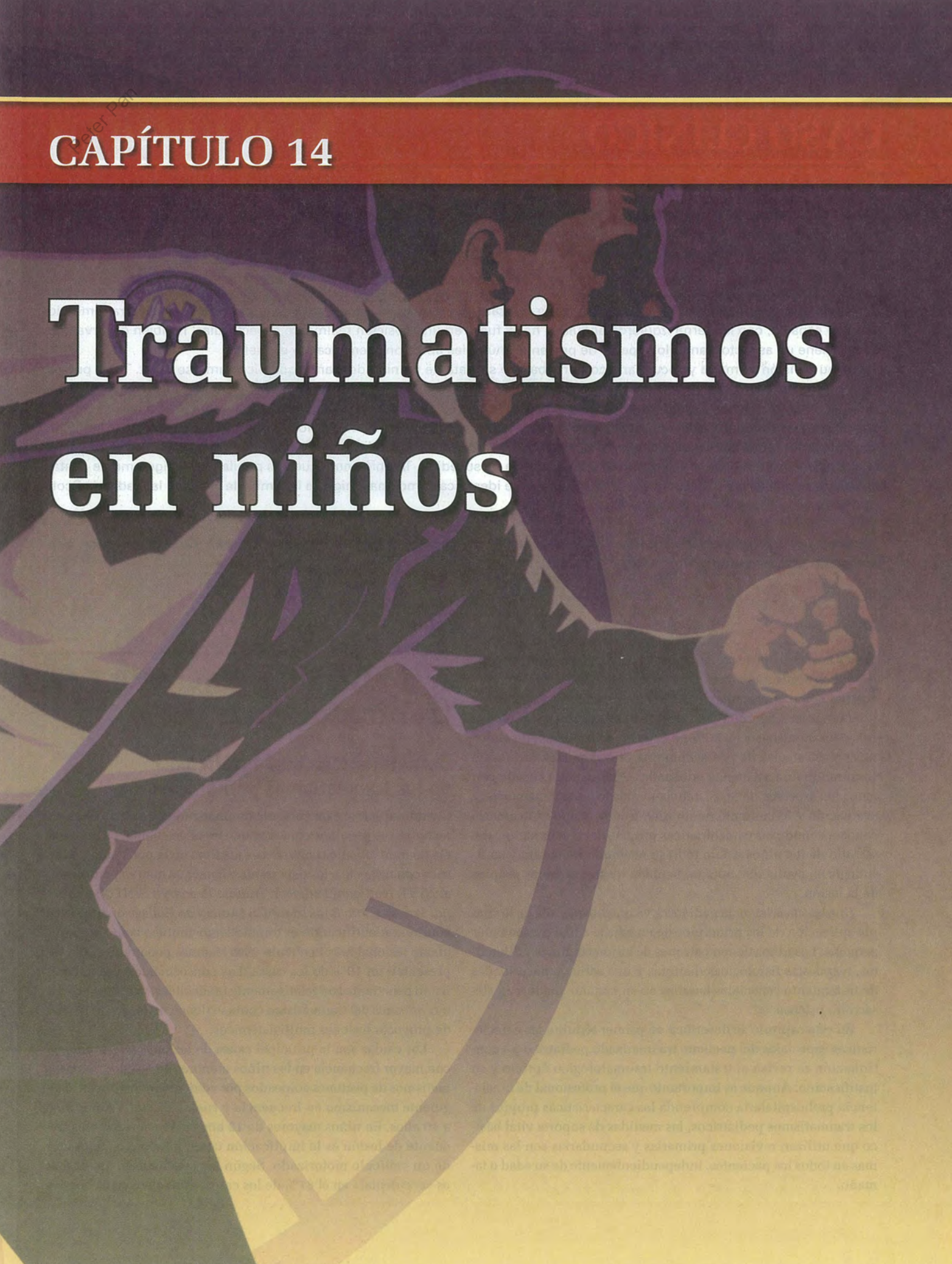
---

*Al finalizar este capítulo, el lector deberá ser capaz de:*

- ✓ Identificar las diferencias propias de los patrones de lesión en los niños.
- ✓ Demostrar que comprende la importancia especial del control de la vía aérea y la restauración de la oxigenación tisular adecuada en los pacientes pediátricos.
- ✓ Identificar las constantes vitales cuantitativas de los niños.
- ✓ Demostrar que comprende las técnicas de tratamiento de los distintos tipos de lesiones que se encuentran en los pacientes pediátricos.
- ✓ Calcular la puntuación de traumas pediátricos.
- ✓ Identificar los signos de un traumatismo pediátrico indicativos de malos tratos infantiles.

CAPÍTULO 14

# Traumatismos en niños





## CASO CLÍNICO

Le avisan porque se ha producido un accidente entre un peatón y un vehículo de motor. Un niño ha sido golpeado por un coche deportivo en una intersección muy concurrida conocida por su frecuencia de accidentes de tráfico. Usted sabe que el límite de velocidad señalado en esa zona es de 72 km/h. No hay factores climatológicos implicados en esta tranquila tarde de primavera.

Cuando llega al lugar del accidente ve que la policía ha asegurado la zona y ha bloqueado el tráfico alrededor del niño. A medida que se acerca al paciente comprueba que se trata de un niño, de unos 6 años de edad, que se encuentra tumbado sobre la espalda, con la pierna izquierda angulada hacia fuera en una posición realmente espectacular. También observa que el niño tiene un aspecto tranquilo, a pesar de presentar múltiples abrasiones en la cara y el cuello.

En su revisión primaria y secundaria comprueba que se trata de un niño de 6 años que dice llamarse Scott. Tiene pulsos centrales y periféricos con una frecuencia de 130 latidos/min, siendo el pulso radial más débil que el carotídeo; su presión arterial es de 75 mm Hg por palpación y su frecuencia ventilatoria es de 16 respiraciones/min, ligeramente irregular, pero sin ruidos anormales. Cuando habla con Scott también observa que, a pesar de la angulación evidente del fémur izquierdo, no se queja de dolor importante y parece estar descansando cómodamente. Cuando continúa hablando con él aprecia que presenta una conciencia alterada sobre lo que le rodea y lo que le ha sucedido. También nota que sus pupilas están ligeramente dilatadas y que su piel es pálida y sudorosa. Una mujer que se identifica como una amiga de la familia le dice que la madre de Scott está en camino y que debería esperar a hablar con ella.

**¿Cuáles son las prioridades terapéuticas en este paciente? ¿Cuáles son las lesiones más probables? ¿Cuál es el destino más apropiado para este niño? ■**

Los traumatismos son la principal causa de muerte entre los niños norteamericanos. Cada año más de 20.000 niños mueren como consecuencia de lesiones traumáticas y más de 120.000 desarrollan una discapacidad permanente. Resulta trágico pensar que hasta un 80% de estas muertes pueden prevenirse, con estrategias de protección que prevengan las lesiones o asegurando una asistencia adecuada<sup>1</sup>. Al igual que sucede con todos los aspectos de la asistencia pediátrica, para una correcta evaluación y tratamiento de un niño traumatizado es necesario conocer a fondo las características propias del crecimiento y desarrollo de los niños, sobre todo su anatomía inmadura y su fisiología en evolución, aunque también los mecanismos propios de la lesión.

Una buena asistencia pediátrica va mucho más allá de la simple aplicación de los principios de un adulto a una persona más pequeña. Los niños tienen patrones de lesión comunes y diferentes, respuestas fisiológicas distintas y una serie de necesidades de tratamiento especiales basadas en su tamaño, madurez y desarrollo psicosocial.

En este capítulo se describen en primer término las características especiales del paciente traumatizado pediátrico y a continuación se revisa el tratamiento traumatológico óptimo y su justificación. Aunque es importante que el profesional de la asistencia prehospitalaria comprenda las características propias de los traumatismos pediátricos, las medidas de soporte vital básico que utilizan revisiones primarias y secundarias son las mismas en todos los pacientes, independientemente de su edad o tamaño.

## El niño como paciente traumatológico

### Características demográficas de los traumatismos pediátricos

Cuando se valora a un paciente traumatizado existen muchas características peculiares que hay que tener en cuenta. La incidencia de traumatismos contusos es máxima en la población pediátrica con respecto a los penetrantes. Igual que hizo su predecesor, el NPTR (*National Pediatric Trauma Registry*), el NTDB (*National Trauma Data Bank*) del ACS (*American College of Surgeons*) continúa identificando el traumatismo contuso como el mecanismo lesional más frecuente y las lesiones penetrantes sólo representan un 10% de los casos. Las consecuencias del traumatismo penetrante son relativamente predecibles, mientras que los mecanismos del traumatismo contuso tienen un mayor potencial de provocar lesiones multisistémicas.

Las caídas son la principal causa de lesiones y se producen con mayor frecuencia en los niños menores de 10 años; los traumatismos de peatones golpeados por vehículos constituyen el siguiente mecanismo en frecuencia y suelen afectar a niños de 6 a 10 años. En niños mayores de 12 años el mecanismo más frecuente de lesión es la implicación como pasajero o conductor de un vehículo motorizado. Según las estadísticas, una lesión es «accidental» en el 87% de los casos, está relacionada con los

deportes en el 4% y es resultado de una agresión en otro 5%. La afectación multisistémica es la norma y no la excepción en los traumatismos pediátricos graves, por lo que se debe suponer que todos los órganos y sistemas están lesionados hasta que no se demuestre lo contrario. Aunque pueden encontrarse signos externos mínimos de lesión, se debe suponer la presencia de una alteración interna potencialmente significativa en cualquier órgano vital hasta que se descarte mediante una evaluación definitiva o una evaluación de seguimiento minucioso.

## Cinemática de los traumatismos pediátricos

El tamaño del niño hace que sea una diana más pequeña sobre la cual se aplican las fuerzas lineales de guardabarros, parachoques y caídas. Dado que tiene menos grasa corporal, una mayor elasticidad del tejido conjuntivo y una proximidad estrecha de múltiples órganos, estas fuerzas no se disipan tan bien como en el adulto y, por tanto, dispersan más energía a cada órgano. Como el esqueleto del niño no está completamente calcificado y contiene múltiples centros de crecimiento activo, es más elástico que el de un adulto. Sin embargo, el esqueleto de un niño tiene menos capacidad que el de un adulto para absorber las fuerzas cinéticas aplicadas durante un episodio traumático y puede permitir una alteración interna significativa sin que existan aparentemente lesiones externas leves. Por ejemplo, mientras las fracturas costales son infrecuentes, la contusión pulmonar es habitual.

## Patrones frecuentes de lesión

Las características anatómicas y fisiológicas únicas de los pacientes pediátricos se combinan con los distintos mecanismos de lesión para generar patrones definidos de lesión (tabla 14-1). Conocer estos patrones ayudará al profesional de primera respuesta a determinar el tratamiento óptimo para el niño con un traumatismo. Por

ejemplo, la mayoría de los traumatismos contusos pediátricos corresponden a un traumatismo craneal cerrado y, en consecuencia, la apnea, la hipoventilación y la hipoxia son mucho más frecuentes que la hipovolemia y la hipotensión. Por eso, los protocolos de tratamiento de los traumatismos pediátricos se centran mucho más en el control agresivo de la vía aérea y la respiración (cuadro 14-1).

## Homeostasis térmica

La relación entre la superficie corporal (SC) del niño y su volumen corporal es mayor en el momento del nacimiento y disminuye a lo largo de la infancia. Esto significa que hay relativamente más superficie a través de la cual se puede perder rápidamente el calor. En consecuencia, la pérdida de la energía térmica se convierte en un factor de riesgo significativo en un niño más pequeño. Aunque es posible que este hecho no ponga en peligro su vida por sí solo, con frecuencia supone una sobrecarga añadida al niño que puede estar hipotenso y con un dolor importante. La hipotermia intensa puede ocasionar una coagulopatía grave y un colapso cardiovascular que puede ser irreversible. Además, muchos de los signos clínicos de hipotermia son los mismos que los del *shock* inminente, lo que puede complicar la valoración clínica.

## Aspectos psicosociales

Las ramificaciones psicológicas de la asistencia de un niño lesionado también son un reto importante. Cuando el estrés, el dolor u otras amenazas actúan en el entorno del niño, en particular de uno muy pequeño, puede aparecer una conducta psicológica regresiva. La capacidad del niño para interactuar con personas no familiares en un medio extraño suele ser limitada y hace que sea muy difícil obtener una anamnesis y conseguir una manipulación en la que colabore el paciente. Entender estas características y estar dispuesto a tranquilizar a un niño lesionado es, a menudo, el me-

**TABLA 14-1 Patrones frecuentes de las lesiones asociadas a los traumatismos pediátricos**

Tipo de traumatismo	Patrones de lesión
Colisión de vehículo motorizado (niño es pasajero)	<i>Sin sujeciones:</i> traumatismos múltiples, lesiones en cabeza y cuello, laceraciones del cuero cabelludo y la cara <i>Con sujeción:</i> lesiones torácicas y abdominales, fracturas de la parte distal de la columna <i>Impacto lateral:</i> lesiones en cabeza, cuello y tórax; fractura de extremidades <i>Activación del airbag:</i> lesiones en cabeza, cuello y tórax; fracturas de las extremidades inferiores
Colisión de vehículo motorizado (niño es un peatón)	<i>Baja velocidad:</i> fracturas de las extremidades inferiores <i>Alta velocidad:</i> traumatismos múltiples, lesiones de cabeza y cuello, fracturas de las extremidades inferiores
Caída desde la altura	<i>Baja:</i> fracturas de las extremidades superiores <i>Media:</i> lesiones de cabeza y cuello, fracturas de extremidades superiores e inferiores <i>Alta:</i> traumatismos múltiples, lesiones de cabeza y cuello, fracturas de extremidades superiores e inferiores
Caída de una bicicleta	<i>Sin casco:</i> laceraciones de cabeza y cuello, laceraciones de cuero cabelludo y faciales, fracturas de las extremidades superiores <i>Con casco:</i> fracturas de las extremidades superiores <i>Golpe contra el manillar:</i> lesiones abdominales internas

Modificado del American College of Surgeons Committee on Trauma: Extremes of age: pediatric trauma. En *Advanced trauma life support for doctors, student course manual*, ed 7, Chicago, 2004, ACS.

### CUADRO 14-1 Lesiones pediátricas por cinturones de seguridad y airbags

A pesar de que las leyes de los 50 estados obligan a usar sillas de seguridad infantiles o dispositivos de sujeción para niños pequeños, en casi la mitad de las colisiones de vehículos motorizados (CVM) el niño no está sujeto o está mal sujeto<sup>3</sup>. Si un niño se encuentra en el asiento delantero de un vehículo dotado de airbag lateral para el pasajero, es casi igual de probable que sufra lesiones graves aunque esté bien sujeto<sup>4</sup>. Un niño expuesto al airbag lateral del pasajero tiene dos veces más riesgo de sufrir lesiones importantes que un pasajero del asiento delantero sin este dispositivo<sup>5</sup>.

La *American Academy of Pediatrics* define la *sujeción óptima* de los niños en vehículos de motor. Los niños siempre deben ir detrás y usar sillas de protección hasta los 4 años (en el sentido contrario a la marcha hasta el primer año), luego deben cambiarse por un alzador para colocar el cinturón de seguridad hasta los 8-10 años. Entonces se puede usar el cinturón de seguridad convencional de tres puntos de anclaje (nunca el abdominal) de adultos. Una *sujeción inadecuada* se define como el uso de un cinturón de seguridad como elemento único en niños menores de 8 años y el uso de cinturón abdominal por encima de esta edad<sup>6</sup>. En una reciente revisión el cumplimiento de estas normas redujo el riesgo de lesiones abdominales 3,5 veces frente a los niños mal sujetos<sup>7</sup>. El beneficio de protección del uso del asiento trasero es tal que se redujo el riesgo de muerte en un 30% aunque sólo se usara el cinturón abdominal en el asiento de atrás comparado con el uso del cinturón de tres puntos en el delantero<sup>8</sup>.

Los niños que utilizan un cinturón abdominal o que se lo colocan mal tienen más riesgo de sufrir lesiones intestinales en una CVM. Resulta difícil determinar la incidencia. En un estudio un 20% de los niños lesionados tenían un hematoma por cinturón visible y un 50% de estos niños mostraban lesiones intrabdominales importantes casi un 25% una perforación intestinal<sup>9</sup>. Otros trabajos han demostrado un aumento del riesgo, pero no de esta magnitud, de forma que sólo un 5% de los niños accidentados tenían hematomas por el cinturón y sólo un 13% de estos sufrieron lesiones intestinales<sup>10</sup>. Parece razonable asumir que cualquier niño sujeto con un cinturón abdominal que tenga un hematoma en la pared abdominal sufre una lesión intrabdominal, mientras no se demuestre lo contrario.

Aproximadamente un 1% de las CVM con niños implicados también se acompañan de la activación del airbag del pasajero. Un 14% de estos niños sufrieron lesiones graves, frente al 7,5% de los pasajeros de asientos delanteros bien sujetos que no se expusieron al airbag. El riesgo global de sufrir lesiones fue del 85% frente al 55% en los controles<sup>5</sup>. Las lesiones menores por airbag incluyen quemaduras y laceraciones leves en la cara y la parte superior del tronco, mientras que las graves son importantes daños a nivel torácico, cervical, facial y de las extremidades superiores<sup>11</sup>. Se han descrito casos de decapitación de un niño por un airbag de pasajero<sup>4</sup>.

dio más eficaz de conseguir una buena relación y poder realizar una evaluación más exhaustiva de su estado fisiológico.

Además, los cuidadores del niño o sus padres tendrán con frecuencia necesidades y problemas que necesitan ser abordados para conseguir un tratamiento satisfactorio del niño. Siempre que un niño está enfermo o sufre una lesión, sus cuidadores también se afectan y usted debe considerarlos también pacientes. El tratamiento de estos «padres-pacientes» exige de habilidades de comunicación, compasión y paciente. Es importante cubrir las necesidades de los cuidadores para que puedan comportarse como miembros funcionales del equipo de atención urgente del niño.

## Recuperación y rehabilitación

Otro problema del paciente traumatizado pediátrico es el efecto que la lesión tiene sobre su crecimiento y desarrollo posteriores. A diferencia de un adulto anatómicamente maduro, un niño no sólo debe recuperarse de la lesión, sino que también debe continuar su proceso normal de crecimiento. No puede pasarse por alto el efecto del traumatismo sobre este proceso, en especial en lo que se refiere a discapacidad a largo plazo, deformaciones de crecimiento o una alteración del desarrollo posterior. Los niños que sufren una lesión, aunque sea leve, pueden tener una discapacidad prolongada tanto de su función cerebral como de su ajuste psicológico o incluso de su sistema orgánico. Hasta el 60% de los niños con un politraumatismo grave manifiesta cambios de personalidad y el 50% queda con minusvalías cognitivas o físicas sutiles. Además, un traumatismo pediátrico puede afectar de forma importante a los hermanos y padres, con lo que se genera una alta incidencia de disfunción familiar, incluido el divorcio. El coste de corregir estos problemas puede ser sorprendente y persistir toda la vida.

El efecto de una asistencia inadecuada o inapropiada en el período postraumático inmediato tiene consecuencias no sólo sobre la supervivencia del niño, sino también, y quizá más importante, sobre su calidad de vida en los años siguientes. Puede haber lesiones orgánicas importantes con signos externos mínimos. Un alto índice de sospecha y el sentido común clínico acelerarán el transporte del niño a un centro apropiado para que sea sometido a una evaluación más detallada cuando se prevea la posibilidad de una lesión grave.

## Fisiopatología

El resultado final de la asistencia de un niño traumatizado depende en gran medida de la calidad de la asistencia proporcionada en los primeros momentos tras el accidente. Durante estos minutos críticos, una revisión primaria sistemática es la mejor defensa para evitar pasar por alto una lesión que puede ser mortal o causar una morbilidad innecesaria. Como en el adulto, las tres causas de muerte inmediata más frecuentes en los niños son la hipoxia, una hemorragia masiva y un traumatismo grave del sistema nervioso central (SNC). La ausencia de una clasificación y transporte inmediatos al centro más apropiado para su tratamiento puede formar parte de cualquiera de estos problemas.

## Hipoxia

La primera prioridad de la asistencia prehospitalaria es establecer una vía aérea permeable. La confirmación de que un niño tiene una vía aérea abierta y funcionando no anula la necesidad de utilizar ventilación asistida y de un aporte de oxígeno suplementario, en especial cuando puede haber una lesión del SNC, hipoventilación o hipoperfusión. Un niño lesionado puede deteriorarse rápidamente debido a una respiración laboriosa y a la taquipnea hasta llegar a un estado de agotamiento total con apnea. Una vez establecida la vía aérea, la frecuencia y profundidad de la respiración deben evaluarse para confirmar que la ventilación alveolar es adecuada. Si no es así, no basta con aportar una concentración elevada de oxígeno para evitar la hipoxia celular que ya está en marcha.

La oxigenación adecuada es especialmente importante en la asistencia inicial de un paciente con un traumatismo craneoencefálico (TCE). El sujeto puede mostrar una importante alteración del nivel de conciencia y aun así tener un excelente potencial de recuperación funcional si se puede evitar la hipoxia cerebral. Si es posible, los pacientes que requieren un control avanzado de la vía aérea deben recibir oxígeno antes de la intubación. En muchos casos, esta maniobra básica es todo lo que se necesita para comenzar a corregir una hipoxia y mejorar el margen de seguridad mientras se realiza la intubación. Un periodo de hipoxia prolongado durante los intentos de intubación múltiples puede resultar más perjudicial para el niño que una ventilación inmediata con mascarilla-válvula-bolsa y traslado urgente<sup>12,14,15</sup>.

## Hemorragia

La mayoría de las lesiones pediátricas no provocan una exanguinación inmediata. Por desgracia, los niños que sufren lesiones con hemorragias importantes fallecen al cabo de unos momentos o están muertos cuando llegan al centro receptor. La mayor parte de los niños lesionados que requieren asistencia de urgencia presentan múltiples lesiones orgánicas, con al menos un componente asociado a pérdida de sangre. Esta hemorragia puede ser muy leve (p. ej., laceraciones o contusiones) o potencialmente mortal (p. ej., una rotura de bazo, laceración hepática o avulsión renal).

Como sucede en los adultos, el niño traumatizado compensa la hemorragia aumentando la resistencia vascular sistémica (RVS) a expensas de la perfusión periférica. De hecho, los niños pueden hacerlo mucho mejor que los adultos, que suelen tener una enfermedad vascular periférica que limita la vasoconstricción. La presión arterial aislada es un marcador inadecuado de la existencia de *shock*. La perfusión orgánica ineficaz es una indicación más apropiada de *shock* y se pone de manifiesto por un descenso del NDC, una disminución de la perfusión cutánea (descenso de temperatura, mal color y retraso del relleno capilar) y un descenso de la diuresis. Pero, a diferencia del adulto, los signos precoces de hemorragia en el niño pueden ser sutiles y difíciles de identificar, lo que condiciona que el *shock* tenga una presentación poco llamativa. La taquicardia puede estar causada por hipovolemia o ser el resultado del miedo o el dolor. Además, la frecuencia cardíaca normal de un niño varía con la edad. Una perfusión periférica inadecuada puede obedecer a hipotensión, hipotermia o ambas, de modo que si el profesional de la asistencia prehospitalaria

pasa por alto estos signos sutiles precoces, el niño puede perder tanta sangre circulante que los mecanismos compensadores fracasarán. En este caso, el gasto cardíaco desciende, la perfusión orgánica desaparece y el niño entra en un *shock* descompensado y habitualmente mortal. Por tanto, se deben monitorizar minuciosamente las constantes vitales en el niño que sufra un traumatismo contuso para detectar estos signos sutiles que pueden indicar un *shock* inicial además de los cambios en los signos vitales.

Una de las razones más importantes de la transición rápida a un *shock* descompensado es la pérdida gradual de masa eritrocítica. La reposición de la sangre perdida con soluciones cristaloides consigue un aumento transitorio de la presión arterial, pero las soluciones se disipan a medida que el líquido atraviesa las membranas capilares. En general se considera que se debe administrar un volumen de soluciones cristaloides isotónicas triple que la pérdida global de sangre para compensar la tendencia de los cristaloides a salirse de los vasos. Como se pierden hematíes por la hemorragia y el volumen intravascular se repone con cristaloides, los hematíes que quedan se diluyen dentro de la corriente circulatoria, lo que reduce la capacidad de la sangre de transportar oxígeno a los tejidos. Por tanto, se debe asumir que cualquier niño que necesita más de un bolus de 20 ml/kg de solución cristaloides se puede estar deteriorando con rapidez y necesita no sólo volumen intravascular, sino también hematíes para recuperar la capacidad de aportar oxígeno.

Se tiende a reanimar de forma excesiva a los niños traumatizados que no están claramente en situación de *shock* tras asegurar el acceso vascular. En un niño con una hemorragia moderada y signos vitales normales, la reanimación con volumen se debería limitar a no más de 1-2 emboladas de 20 ml/kg. El componente intravascular de una bolus representa aproximadamente un 25% del volumen de sangre del niño. Una administración superior a este sin datos de hemorragia puede diluir de forma ratificar el hematocrito (volumen de hematíes en el volumen total de sangre).

Dada la elevada incidencia de TCE en los traumatismos romos y la incidencia relativamente baja de *shock* hemorrágico grave, antes se consideraba que la reanimación agresiva con líquidos en niños con TCE podría empeorar el edema cerebral que se está produciendo. En estos momentos no se dispone de pruebas para no administrar líquidos a un niño con TCE para reducir el edema cerebral<sup>16</sup>. De hecho, la bibliografía recoge más datos a favor de una reanimación agresiva para evitar la hipotensión, una lesión conocida y que se puede prevenir tras los traumatismos craneales<sup>17,18</sup>. La perfusión cerebral debe ser adecuada para que el oxígeno alcance de forma eficaz el encéfalo. Si la sangre está hiperoxigenada, pero no llega al encéfalo porque la presión arterial es baja, se podrá producir una lesión hipóxica del mismo. Una cuidadosa valoración de los signos vitales del niño y la valoración de las intervenciones terapéuticas son las primeras consideraciones inmediatamente después de un traumatismo.

Las soluciones de cristaloides *isotónicas* se deberían emplear para la reanimación del encéfalo lesionado, porque las *hipotónicas* (p. ej., glucosa en agua) aumentan de forma demostrada el edema cerebral. Aunque las soluciones de cristaloides *hipertónicas* (p. ej., salino hipertónico) pueden ser útiles para el tratamiento del edema cerebral en la unidad de cuidados intensivos

pediátricos, no se ha demostrado todavía que mejoren en pronóstico cuando se administran a estos pacientes pediátricos con traumatismos sobre el terreno.

## Traumatismo craneal

Las alteraciones fisiopatológicas que surgen tras un traumatismo del SNC comienzan en cuestión de minutos. Una reanimación precoz y adecuada es la clave para aumentar la supervivencia de los niños con una lesión del SNC. Aunque un cierto porcentaje de estas lesiones son masivas y mortales, muchos niños presentan lesiones del SNC que empeoran con la hipoperfusión, hipoventilación, hiperventilación o isquemia que aparece posteriormente. La oxigenación y la ventilación adecuadas son críticas en el tratamiento de los TCE (al tiempo que se evita una hiperventilación excesiva)<sup>18</sup>. Incluso los niños que se encuentran en coma profundo pueden recuperarse si no desarrollan hipoxia cerebral.

Para un grado determinado de gravedad de la lesión, los niños tienen una mortalidad más baja y un potencial de supervivencia más alto que un adulto con la misma puntuación. Sin embargo, cuando se suma una lesión extracraneal a la lesión cerebral, la curva de supervivencia del niño se superpone a la del adulto, lo que demuestra el efecto negativo de las lesiones asociadas sobre la evolución de un traumatismo del SNC.

Los niños con un TCE llegan con frecuencia con una leve obnubilación (embotamiento sensitivo) y pueden haber tenido un período de inconsciencia que no se registró en la evaluación inicial. El antecedente de pérdida de conciencia es uno de los indicadores pronósticos más importantes de las posibles lesiones del SNC y siempre se debe valorar y registrar este tipo de antecedentes. Asimismo, es importante la documentación completa de la situación neurológica basal, que incluirá los siguientes aspectos:

1. Escala del coma de Glasgow (GCS).
2. Reacción pupilar.
3. Respuesta a la estimulación sensitiva.
4. Función motora.

Son pasos esenciales en la evaluación inicial de un paciente pediátrico traumatizado. La lesión del SNC es un estado fisiopatológico continuo que comienza como una despolarización

inicial de las neuronas intracraneales y al que sigue una evolución reconocible de edema secundario e hipoperfusión. La ausencia de una evaluación basal adecuada hace que el seguimiento y la evaluación continuada de la intervención sean extremadamente imprecisos y difíciles.

La obtención de una anamnesis detallada es especialmente importante en los casos de posible lesión de la columna cervical. Dado que el esqueleto del niño aún no está completamente calcificado y tiene múltiples centros de crecimiento activos, a veces existen signos radiológicos mínimos del mecanismo de lesión que puede haber causado un estiramiento o contusión medular (lesión medular sin alteraciones radiológicas, LMSAR). El déficit neurológico transitorio puede ser el único indicador de una lesión potencialmente significativa de la médula espinal.

## Evaluación

### Evaluación primaria (inicial)

El tamaño pequeño y variable del paciente pediátrico (tabla 14-2), el menor calibre y tamaño de su sistema vascular y las características anatómicas propias de las vías aéreas hacen con frecuencia que los procedimientos habituales empleados en el soporte vital básico sean extremadamente problemáticos y técnicamente difíciles. La disponibilidad inmediata de un equipo del tamaño apropiado es esencial para el éxito del tratamiento inicial de un niño traumatizado. Si se intenta introducir una cánula intravenosa de un tamaño excesivo o un tubo endotraqueal (ET) de un tamaño inadecuado se puede provocar más daño que beneficio, ya que puede producir lesiones físicas al enfermo y prolongar el tiempo de asistencia prehospitalaria. Por esto, se diseñó un sistema de cintas de reanimación con códigos de colores y dependiente de la longitud, que permite una identificación rápida de la altura del paciente con la estimación correlativa del peso, el tamaño del equipo que se debe utilizar y las dosis apropiadas de los fármacos<sup>19</sup>. La reanimación eficaz de un paciente pediátrico traumatizado obliga a disponer de un equipo de tamaño adecuado compuesto por palas de laringoscopia, tubos endotraqueales, sondas nasogástricas, manómetros para presión arterial, mascarillas de oxígeno, reanimadores de bolsa-válvula-mascarilla (MVB) y otro equipo relacionado.

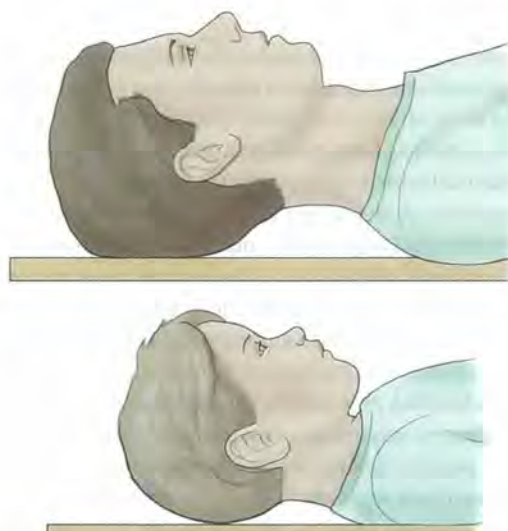
**TABLA 14-2** Intervalo de talla y peso en los pacientes pediátricos

Grupo	Edad	Intervalo de valores normales	
		Talla media (cm)	Peso medio (kg)
Recién nacido	Nacim.-6 sem.	51-63	4-5
Lactante	7 sem.-1 año	56-80	4-11
Niño pequeño	1-2 años	77-91	11-14
Preescolar	2-6 años	91-122	14-25
Edad escolar	6-13 años	122-165	25-63
Adolescente	13-16 años	165-182	62-80

## Vías aéreas

Al igual que en el adulto, la prioridad inmediata y el centro de atención de la asistencia del niño es el control de la vía aérea. El tamaño relativamente grande de la lengua y una posición más anterior de la vía aérea hace que algunos niños pequeños tengan más probabilidades de sufrir una obstrucción que los adultos. Cuanto menor es el niño, mayor es la desproporción entre el tamaño del cráneo y la zona de la cara. El occipucio relativamente grande fuerza la flexión pasiva de la columna cervical, con compromiso de la faringe. En ausencia de un traumatismo, la vía aérea del paciente pediátrico está mejor protegida por la posición ligeramente superior y anterior de la cara, lo que se conoce como postura de *olfateo*. Sin embargo, cuando existe un traumatismo, la *posición neutral* es la que mejor protege a la columna cervical al tiempo que asegura una apertura adecuada de la vía aérea. Por eso, en los pacientes pediátricos traumatizados, el cuello se debería inmovilizar para evitar la hiperflexión en las quinta y sexta vértebras cervicales (C5-C6) y la hiperextensión den C1-C2 observadas en la posición de olfateo. Colocar una almohadilla o sábana de 2-3 cm de espesor debajo del tronco del niño reducirá la flexión aguda del cuello y ayudará a mantener la vía aérea permeable (figura 14-1). La estabilización manual de la columna cervical se realiza durante el control de la vía aérea y se mantiene hasta que el niño queda inmovilizado en una tabla larga.

La ventilación con mascarilla-válvula-bolsa (MVB) con oxígeno al 100% (fracción de oxígeno inspirado  $[FiO_2]$  de 1) posiblemente sea la mejor opción cuando el niño lesionado necesita ventilación asistida por dificultad respiratoria, *shock* descompensado o coma traumático<sup>12</sup>. Si el niño está inconsciente, se puede poner con seguridad una vía aérea orofaríngea (OF), pero es probable que produzca vómitos en los niños con un reflejo nauseoso conservado. Esto sucede también con la mascarilla laríngea (ML), que es una alternativa aceptable para la vía aérea en pacientes pediátricos traumáticos. La intubación traqueal se reserva para niños en los que la ventilación con MVB es ineficaz o causa una distensión gástrica excesiva. Sin embargo, la laringe infantil es más pequeña que la del adulto, su localización es ligeramente más ce-



**FIGURA 14-1** En comparación con un adulto, el niño tiene un occipucio más grande y más músculos en los hombros. Cuando se tumba sobre una superficie plana, estos factores condicionan que se flexione el cuello.

fálica y anterior (hacia delante y la cabeza), lo que dificulta la visualización para la canulación directa (figura 14-2). A pesar de estas características, la forma más fiable de ventilación en niños con compromiso de la vía aérea en los que la ventilación con MVB no resulta eficaz es la intubación orotraqueal directa. La intubación nasotraqueal sólo debe intentarse como último recurso en niños porque requiere la entrada a ciegas por un ángulo nasofaríngeo posterior relativamente agudo y puede causar una hemorragia grave o incluso la entrada inadvertida dentro de la bóveda craneal. Un niño con lesiones craneofaciales que producen obstrucción de la vía aérea superior debe ser valorado para la ventilación transtraqueal percutánea inmediata con un catéter vascular de gran calibre. Esta medida es sólo temporal y se debería establecer una vía aérea más definitiva lo más pronto posible.



**FIGURA 14-2** Comparación de la vía aérea de adultos y niños.

## Respiración

Como sucede en todos los pacientes traumatizados, un niño que sufra un traumatismo importante necesita una concentración de oxígeno de entre el 85% y el 100% ( $FiO_2$  de 0,85 a 1). Para ello se utiliza oxígeno suplementario y una mascarilla pediátrica de plástico claro del tamaño apropiado. Cuando aparece hipoxia en un niño pequeño, el organismo lo compensa aumentando la frecuencia ventilatoria (taquipnea) y mediante un incremento extenuante del esfuerzo respiratorio, que incluye unas mayores expansiones torácicas y la utilización de la musculatura accesoria del cuello y el abdomen. Este aumento del esfuerzo puede producir un cansancio importante que provoca insuficiencia respiratoria. La dificultad respiratoria puede progresar rápidamente desde un esfuerzo respiratorio compensado a una insuficiencia respiratoria, seguido de una parada respiratoria y, por último, de una parada cardíaca secundaria al problema respiratorio.

La evaluación del nivel de ventilación de un niño con el reconocimiento precoz de la dificultad respiratoria y la administración de asistencia respiratoria son elementos clave en el tratamiento del paciente pediátrico traumatizado. La frecuencia ventilatoria normal de los lactantes y niños menores de 4 años es dos o tres veces mayor que en el adulto (tabla 14-3).

La taquipnea con signos de un mayor esfuerzo o dificultad respiratoria puede ser la primera manifestación de un sufrimiento respiratorio o un *shock*. A medida que aumenta la dificultad aparecen signos y síntomas adicionales, como respiración superficial y movimiento torácico mínimo. Los ruidos respiratorios pueden ser débiles o infrecuentes y el intercambio de aire por la nariz o la boca puede estar reducido o ser mínimo. El esfuerzo respiratorio se hace entonces más laborioso y se pueden ver los siguientes signos:

- Balanceo de la cabeza con cada respiración.
- Boqueos o gruñidos.
- Aleteo nasal.
- Estridor o ronquido.
- Tiraje supraesternal, supraclavicular, subcostal o intercostal.
- Uso de los músculos accesorios de cuello y abdomen.
- Distensión del abdomen cuando desciende el tórax (efecto de bamboleo entre tórax y abdomen).

La eficacia de la ventilación en el niño debe evaluarse mediante los siguientes indicadores:

- La frecuencia y profundidad (volumen minuto) y esfuerzo respiratorio confirman una ventilación adecuada.
- Los ruidos respiratorios confirman la profundidad del intercambio.
- Las sibilancias, estertores o roncus indican una oxigenación alveolar ineficiente.
- La piel rosada indica una ventilación adecuada.
- El aspecto oscuro, gris, cianótico o moteado de la piel indica un intercambio de oxígeno insuficiente.
- La ansiedad, intranquilidad o agresividad son posibles signos precoces de hipoxia.
- La obnubilación, el descenso del NDC o la inconsciencia son probables signos avanzados de hipoxia.

Una evaluación rápida de la ventilación incluye la valoración de la frecuencia ventilatoria del paciente (en particular, de la taquipnea), del esfuerzo respiratorio (grado de trabajo, aleteo nasal, uso de músculos accesorios, retracción, movimientos de bamboleo), la auscultación (intercambio de aire, simetría bilateral, ruidos patológicos), el color de la piel y el estado mental. La cianosis central (y no la periférica) es bastante tardía y a menudo es un signo inconstante.

En el niño que debuta con taquipnea y aumento de los esfuerzos ventilatorios, una reducción de la frecuencia ventilatoria y una aparente reducción de dichos esfuerzos puede indicar agotamiento y no se debe interpretar por error como signo de mejora. Se debería emplear soporte ventilatorio en niños con reducción del intercambio de aire y en los que tienen dificultad respiratoria aguda. Como el principal problema es el volumen inspiratorio, más que la concentración de oxígeno, la ventilación asistida debe realizarse con un dispositivo de MVB, suplementado con un reservorio de oxígeno que recibe oxígeno a alta concentración ( $FiO_2$  de 0,85-1). Como la vía aérea de un niño es pequeña, puede ser necesario aspirar inicialmente y de forma periódica. En los lactantes, que respiran obligadamente por la nariz, también se deben aspirar las narinas.

**TABLA 14-3 Frecuencia ventilatoria en los pacientes pediátricos**

Grupo	Edad	Frecuencia ventilatoria (respiraciones/min)	Frecuencia ventilatoria (respiraciones/min) que indica un posible descenso del volumen minuto y la necesidad de asistencia respiratoria con mascarilla-válvula-bolsa
Recién nacido	Nacim.-6 sem.	30-50	<30 o >50
Lactante	7 sem.-1 año	20-30	<20 o >30
Niño pequeño	1-2 años	20-30	<20 o >30
Preescolar	2-6 años	20-30	<20 o >30
Edad escolar	6-13 años	(12-20)-30	<20 o >30
Adolescente	13-16 años	12-20	<12 o >20

**TABLA 14-4 Pulso en los pacientes pediátricos**

Grupo	Edad	Pulso (latidos/min)	Pulso (latidos/min) que indica un posible problema grave*
Recién nacido	Nacim.-6 sem.	120-160	<100 o >160
Lactante	7 sem.-1 año	80-140	<80 o >150
Niño pequeño	1-2 años	80-130	<60 o >140
Preescolar	2-6 años	80-120	<60 o >130
Edad escolar	6-13 años	(60-80)-100	<60 o >120
Adolescente	13-16 años	60-100	<60 o >100

\*Bradicardia o taquicardia.

Cuando se obtenga el sellado con mascarilla en los lactantes, se deben tomar precauciones para no comprimir el suelo de la boca, porque con ello se empuja la lengua hacia la vía aérea y el paladar blando. Siempre se debe evitar ejercer presión sobre una tráquea blanda no calcificada. Para obtener el sellado con la mascarilla pueden utilizarse una o las dos manos.

El uso de una mascarilla de tamaño correcto es fundamental para que el sellado sea óptimo y permite aportar el volumen corriente adecuado, al tiempo que se reducen los riesgos de hiperinsuflación (con la consiguiente distensión gástrica) y barotrauma (con neumotórax a tensión secundaria). La *distensión gástrica* puede producir regurgitación y aspiración y también puede impedir una ventilación adecuada al limitar las excursiones diafragmáticas. El *neumotórax a tensión* puede ocasionar una dificultad respiratoria grave y un colapso cardiovascular súbito, porque los lactantes y niños tienen un mediastino mucho más móvil que los adultos. Esto protege al mediastino de las lesiones aórticas, pero aumenta la susceptibilidad al desarrollo de un neumotórax a tensión. El mediastino más móvil se desplaza con mayor facilidad, lo que permite una afectación respiratoria y colapso cardiovascular más precoces que en los adultos.

Los cambios que surgen en el estado respiratorio del niño pueden ser sutiles y el esfuerzo respiratorio se puede deteriorar rápidamente hasta que se produzca una ventilación inadecuada con hipoxia. La respiración del paciente debe evaluarse dentro de la revisión primaria y comprobarse periódicamente después de una forma minuciosa para garantizar que sigue siendo adecuada. La pulsioximetría debe monitorizarse y se hará todo lo posible para mantener la saturación de oxígeno (SpO<sub>2</sub>) por encima del 95%.

## Circulación

La supervivencia tras un traumatismo con exanguinación inmediata es baja entre la población pediátrica. Por fortuna, la incidencia de este tipo de traumatismos también es baja. La hemorragia externa se debe identificar y controlar mediante presión manual directa en la revisión primaria. El niño traumatizado habitualmente presenta al menos un cierto volumen de sangre circulante y responde correctamente a la reposición de volumen. Como en la evaluación de las vías aéreas, una medición aislada de la fre-

**TABLA 14-5 Presión arterial en los pacientes pediátricos**

Grupo	Edad	Intervalo esperado de presión arterial (mm Hg)*	Límite inferior de presión arterial sistólica (mm Hg)
Recién nacido	Nacim.-6 sem.	74-100	<60
		50-68	
Lactante	7 sem.-1 año	84-106	<70
		56-70	
Niño pequeño	1-2 años	98-106	<70
		50-70	
Preescolar	2-6 años	98-112	<75
		64-70	
Edad escolar	6-13 años	104-124	<80
		64-80	
Adolescente	13-16 años	118-132	<80
		70-82	

\*Los números superiores indican el intervalo sistólico y los números inferiores representan el intervalo diastólico.

cuencia cardíaca (FC) y la presión arterial (PA) no indica la estabilidad fisiológica. Resulta esencial obtener determinaciones seriadas y controlar las tendencias cambiantes de los signos vitales para controlar el estado hemodinámico de un niño. La monitorización minuciosa de las constantes vitales es absolutamente esencial para prevenir la hipotensión y el *shock*. Los intervalos normales de frecuencia cardíaca y presión arterial en los diferentes grupos de edad se presentan en las tablas 14-4 y 14-5.

Si la revisión primaria indica una hipotensión grave, la causa más probable es una hemorragia, ya sea a través de una herida externa importante fácilmente observable (laceración extensa del cuero cabelludo, fractura de fémur), una herida intratorácica (que se puede identificar por la disminución de la mecánica respiratoria y la auscultación) o una lesión intrabdominal importante.

Como la sangre no es un medio comprimible, la hemorragia derivada de una lesión intrabdominal importante produce distensión y aumento del perímetro abdominal. Sin embargo, el aumento del perímetro abdominal en los pacientes pediátricos traumáticos se suele deber más a la distensión gástrica secundaria al llanto con deglución de aire. La descompresión gástrica mediante una sonda nasogástrica u orogástrica ayuda a distinguir entre estas dos causas de distensión, aunque es mejor asumir que el abdomen distendido es un signo de posibles lesiones abdominales importantes.

Una consideración importante en la evaluación de un paciente pediátrico es el *shock* compensado. Debido a su mayor reserva fisiológica, los niños que sufren una lesión hemorrágica presentan a menudo una alteración mínima de las constantes vitales. La taquicardia inicial puede ser no sólo la consecuencia de una hipovolemia, sino también el efecto del estrés fisiológico, el dolor y el miedo. En todos los niños traumatizados se deben monitorizar estrechamente la FC, la frecuencia ventilatoria y la situación global del SNC. Puede resultar difícil conseguir una lectura precisa de la PA en el entorno prehospitalario y la atención se debería centrar en otros signos de la perfusión. Si se mide, un paciente pequeño puede tener una PA sistólica que sería alarmantemente baja en un adulto, pero que resulta normal en un niño sano.

Un niño con una lesión hemorrágica puede mantener un volumen circulante adecuado si aumenta la resistencia vascular periférica (RVP) para mantener la presión arterial media (PAM). Entre los datos clínicos de estos mecanismos compensadores se incluyen el relleno capilar prolongado, el aspecto pálido o moteado de la piel periférica, la frialdad de la piel periférica y una menor intensidad de los pulsos periféricos. En el niño, los signos de una hipotensión significativa aparecen cuando se pierde aproximadamente el 30% del volumen circulante. Si la reanimación inicial no es adecuada, el volumen circulante disminuirá finalmente hasta por debajo de un punto en el que el aumento de la RVP puede mantener la presión arterial. El concepto de *shock* en evolución debe tenerse siempre en mente en el tratamiento inicial de un niño traumatizado y es una de las principales indicaciones de transporte a un centro apropiado y de evaluación exhaustiva por el médico de todas las lesiones, incluso de las que parecen leves.

## Evaluación de la función cerebral

Después de evaluar la vía aérea, la respiración y la circulación, la revisión primaria debe centrarse en la evaluación de la situación neurológica. Aunque la escala AVDN (*alerta, respuesta a estímulos verbales, respuesta a estímulos dolorosos o ausencia de respuesta*) sigue siendo una herramienta rápida de cribado que permite evaluar el NDC, se debe combinar con una exploración cuidadosa de las pupilas para determinar si son simétricas, isocóricas y reactivas a la luz. Como en los adultos, la escala del coma de Glasgow (GCS) proporciona una evaluación más detallada de la situación neurológica y se debe calcular en todos los niños traumatizados. La puntuación de la sección verbal se debe modificar en los niños menores de 4 años por su limitada capacidad de comunicarse a esta edad y se debe observar el comportamiento del niño (tabla 14-6).

La puntuación GCS debe repetirse con frecuencia y utilizarse para documentar la mejoría de la situación neurológica duran-

**TABLA 14-6 Puntuación verbal pediátrica**

Respuesta verbal	Puntuación verbal
Palabras apropiadas o sonrisa social; se fija y sigue con la mirada	5
Llora, pero se puede consolar	4
Persistentemente irritable	3
Intranquilo, agitado	2
Ausencia de respuesta	1

te el período posterior al traumatismo (véase en los capítulos 5 y 8 una revisión de la GCS). Si el tiempo lo permite, se realizará una evaluación más detallada de la función motora y sensitiva en la revisión secundaria.

## Exposición y entorno

Se buscarán en los niños otras lesiones potencialmente mortales; sin embargo, pueden asustarse al intentar quitarles la ropa. Dado que los niños son más propensos a desarrollar hipotermia, una vez terminada la exploración dirigida a identificar lesiones se debe cubrir el cuerpo desnudo para conservar el calor corporal.

## Puntuación de traumas pediátricos

Para decidir qué nivel de asistencia se precisa, se debe realizar una evaluación detallada y rápida del niño en su conjunto. En este sentido, pasar por alto una lesión potencial de algunos órganos y sistemas y administrar un tratamiento inadecuado son los dos problemas más frecuentes. Por tal motivo, se ha desarrollado la puntuación de traumas pediátricos (PTS, *Pediatric Trauma Score*) para disponer de un protocolo fiable y sencillo que permita evaluar el resultado predecible (figura 14-3). Se puntúan seis componentes del traumatismo pediátrico, que después se suman para obtener una puntuación predictiva de la gravedad de la lesión y su posible mortalidad. El sistema se basa en un análisis de patrones de lesiones pediátricas y se ha diseñado para proporcionar una lista de comprobación protocolizada que garantiza que durante la evaluación inicial del niño se tienen en cuenta los factores más importantes relacionados con el resultado de un traumatismo pediátrico. La PTS es distinta de la RTS (*Revised Trauma Score*), que sólo tiene en cuenta la presión arterial, la frecuencia ventilatoria y la puntuación GCS.

El tamaño es el primer componente porque se puede determinar con facilidad y es un dato importante en el grupo de lactantes y niños pequeños. A continuación se evalúa la vía aérea. Se tienen en cuenta la situación funcional y el tipo de asistencia necesaria para proporcionar la ventilación y oxigenación adecuadas.

El factor más importante dentro de la evaluación inicial del SNC es el NDC. Dado que los niños sufren con frecuencia una pérdida transitoria de conciencia durante el traumatismo, se aplica el grado de obnubilación (+1) a cualquier niño con pérdida de conciencia, independientemente de lo breve que haya sido. Este

Componente	+2	+1	-1
Tamaño	Niño/adolescente >20 kg	Niño pequeño de 11-20 kg	Recién nacido <10 kg
Vía aérea	Normal	Asistida: O <sub>2</sub> con mascarilla o cánula	Intubados: tubo endotraqueal, cricotiroidotomía
Conciencia	Despierto	Obnubilado, pérdida de conciencia	En coma, no responde
Presión arterial sistólica	90 mm Hg Buenos pulsos periféricos, buena perfusión	51-90 mm Hg Pulsos palpables en carótidas y femorales	<50 mm Hg Débil o sin pulsos
Fractura	No se ven ni se sospechan	Fractura cerrada simple en cualquier localización	Fracturas abiertas o múltiples
Cutánea	Sin lesiones visibles	Contusión, abrasión, magulladuras <7 cm no atraviesan la fascia	Pérdida de tejidos, herida por armas de fuego o herida incisa que atraviesa la fascia

**FIGURA 14-3** La puntuación de traumas pediátricos (PTS) se ha diseñado principalmente para actuar como lista de comprobación. Cada componente puede evaluarse mediante una exploración física básica. La evaluación de las vías aéreas está diseñada para reflejar cuándo se precisa una intervención para el tratamiento correcto. Una fractura abierta se puntúa como -1 en el apartado de fracturas y -1 en el apartado de lesiones cutáneas. A medida que continúan la observación clínica y la evaluación diagnóstica, una definición y reevaluación posteriores establecerán una tendencia que predice la gravedad de la lesión y su resultado potencial.

grado identifica al paciente con probabilidades de desarrollar una lesión intracraneal potencialmente mortal, aunque con frecuencia tratable, secundaria a un traumatismo cerebral.

La evaluación de la presión arterial sistólica (PAS) pretende identificar principalmente a los niños en que puede aparecer un *shock* en evolución prevenible (PAS entre 51 y 90 mm Hg; +1). Independientemente del tamaño, un niño cuya PAS se encuentra por debajo de 50 mm Hg (-1) está evidentemente en peligro (cuadro 14-2). Por otro lado, es probable que un niño cuya presión arterial sistólica sea mayor de 90 mm Hg (+2) caiga en una categoría de mejor resultado que otro con un grado de hipotensión, aunque sea leve. Si no se dispone de un manguito de PA del tamaño apropiado, la PAS se evalúa como +2 si los pulsos radial o pedio son palpables, +1 si son palpables sólo los pulsos carotídeo o femoral y -1 si no hay pulsos palpables.

Debido a la alta incidencia de lesiones óseas en la población pediátrica y a su posible contribución a la mortalidad y discapacidad, se incluye la existencia de fracturas como un componente más de la PTS. Por último, se evalúa en la piel la presencia de heridas abiertas o visibles y traumatismos penetrantes.

Debido a la naturaleza de este diseño, la PTS sirve como una lista de comprobación directa y garantiza que se tienen en cuenta todos los componentes necesarios para identificar a un niño traumatizado grave. Como factor predictivo de lesión, la PTS presenta una relación lineal directa estadísticamente significativa con la ISS (*Injury Severity Score*) y una relación lineal inversa con la mortalidad del paciente. Hay una puntuación umbral de 8, por debajo del cual los niños traumatizados deben ser trasladados a un centro apropiado de atención al trauma infantil. Se trata de niños en quienes es mayor la posibilidad de una mortalidad y morbilidad prevenibles. Aunque las investigaciones han demostrado que otras escalas, como la RTS, el elemento de no respuesta de la escala AVPU y la mejor respuesta motora de «1» en la GCS permiten predecir la mortalidad igual de bien que la PTS al menos, la única escala que incluye tamaño, lesiones esqueléticas y heridas abiertas sigue siendo la PTS. Aunque la PTS es una escala de clasificación

y valoración fácil de usar, no tiene aceptación universal. En muchas áreas se pueden utilizar otros métodos para la clasificación.

## Revisión secundaria (anamnesis y exploración física detalladas)

La revisión secundaria del niño debe efectuarse después de la revisión primaria sólo cuando se han identificado y tratado las situaciones potencialmente mortales. Se deben explorar la cabeza y el cuello para encontrar abrasiones evidentes, laceraciones y deformidad. Se debe explorar de nuevo el tórax. Las posibles contusiones pulmonares pueden ponerse de manifiesto tras la reanimación con volumen y determinar dificultad respiratoria o un murmullo vesicular anormal. Los pacientes traumatizados a menudo tienen el estómago lleno; por tanto, puede ser necesaria la colocación de una sonda nasogástrica u orogástrica. Esto es especialmente cierto en los niños que están obnubilados o presentan convulsiones después del traumatismo.

Aunque las fracturas costales son poco frecuentes en los niños, se asocian a un alto riesgo de lesiones intratorácicas. Se pueden encontrar crepitantes a la exploración y pueden ser signo de neumotórax. El riesgo de mortalidad aumenta con el número de costillas fracturadas.

La exploración del abdomen debe centrarse en la distensión, dolor, cambios de coloración o presencia de una masa. La palpación minuciosa de la cresta ilíaca puede desvelar una fractura inestable de pelvis y aumentará la sospecha de una lesión retroperitoneal o urogenital, además de un mayor riesgo de pérdida oculta de sangre.

Se deben palpar las cuatro extremidades para descartar la presencia de hipersensibilidad, deformaciones, disminución del riesgo vascular o un defecto neurológico. El esqueleto del niño, aún no calcificado por completo y con múltiples centros de crecimiento, aumenta la posibilidad de alteraciones epifisarias (placa de crecimiento). De acuerdo con ello, se debe evaluar detenidamente cualquier zona de edema, dolor espontáneo o a la palpación o

**CUADRO 14-2** Constantes vitales pediátricas y normas cuantitativas

El término *paciente pediátrico* o *niño* incluye una amplia variedad de características que reflejan el desarrollo físico, la madurez emocional y el tamaño corporal. El abordaje del paciente y las implicaciones de muchas lesiones varían en gran medida entre un recién nacido y un adolescente.

En la mayoría de las consideraciones anatómicas y posológicas, el peso del niño (o su talla o altura) sirve como un indicador más exacto que su edad cronológica definida<sup>19</sup>. En la tabla 14-2 se describen los valores de talla y peso medio de un niño sano de distintas edades.

Los intervalos aceptables de las constantes vitales cuantitativas varían en las distintas edades dentro de la población pediátrica. El profesional de la asistencia prehospitalaria no debe utilizar las normas del adulto en los niños más pequeños. En el adulto, una frecuencia ventilatoria de 30 respiraciones/min se considera taquipnea y una frecuencia cardíaca de 120 latidos/min es una taquicardia; ambos valores se consideran alarmantemente elevados y tienen un significado patológico en el adulto, mientras que en un recién nacido pueden encontrarse dentro de los valores normales.

Los valores normales de los signos vitales para los distintos grupos de edad pueden no coincidir en todas las publicaciones pediátricas. En los niños traumatizados en los que no se conocen los signos vitales normales previos, unos signos vitales límite se pueden interpretar como patológicos, aunque para ese niño

concreto los signos sean fisiológicamente aceptables. Las normas que se resumen en las tablas 14-3, 14-4 y 14-5 facilitan la evaluación de las constantes vitales. Estas tablas representan los intervalos en los cuales se encontrarán los valores en la mayoría de los niños de estos grupos de edad.

Existen varios dispositivos comerciales que sirven de referencia rápida para determinar las constantes vitales y el tamaño del equipo en pediatría. Por ejemplo, se utiliza la cinta de reanimación basada en la altura del paciente (cinta de Broselow) y varios tipos de escalas de plástico de tipo ruleta; también se pueden utilizar las siguientes fórmulas orientadoras para estimar el resultado esperado en cualquier edad:

$$\text{Peso (kg)} = 8 + (2 \times \text{edad del niño [años]})$$

$$\text{Presión arterial sistólica mínima aceptable (mm Hg)} = 70 + (2 \times \text{edad del niño [años]})$$

$$\text{Volumen de sangre vascular total (ml)} = 80 \text{ ml} \times \text{peso del niño (kg)}$$

Como en los adultos, las constantes vitales cuantitativas en los niños, aunque importantes, sólo son otra parte más de información en la toma de decisiones. Un niño se puede deteriorar con rapidez y presentar una dificultad respiratoria crítica o un *shock* descompensado. Las constantes vitales deben valorarse siempre junto al mecanismo de la lesión y otros datos clínicos.

disminución del arco de movilidad, que será sospechosa de estar fracturada hasta que se descarte en la radiología. En los adultos y los niños, una lesión ortopédica de una extremidad que se ha pasado por alto tiene poco efecto sobre la mortalidad, pero generar deformidad y discapacidad a largo plazo.

## Tratamiento

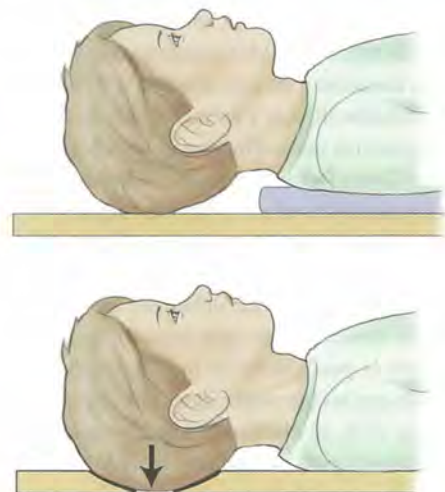
Las claves de la supervivencia de un paciente traumatizado pediátrico son la evaluación pulmonar rápida, un tratamiento intensivo apropiado y el transporte a un centro capaz de tratar el traumatismo pediátrico.

### Vías aéreas

La oxigenación y la circulación son tan esenciales para el niño traumatizado como lo son para un adulto. Por eso, el principal objetivo de la reanimación inicial de un niño traumatizado consiste en restaurar la oxigenación tisular adecuada tan rápidamente como sea posible. La primera prioridad de la evaluación y reanimación es establecer una vía aérea permeable.

La vía aérea del paciente debe verificarse y mantenerse con aspiración, maniobras manuales y equipos de mantenimiento de las vías aéreas. Como en el adulto, el tratamiento inicial inclu-

ye la estabilización de la columna cervical. Se debe colocar un almohadillado adecuado (2-3 cm) debajo del tronco en los niños pequeños para mantener la columna cervical alineada recta en lugar de forzada en una ligera flexión por el tamaño desproporcionadamente grande del occipucio (figura 14-4). Cuando se ajusta y mantiene la posición de la vía aérea, se debe evitar com-



**FIGURA 14-4** Colocar un almohadillado adecuado bajo el tronco del niño.

primir los tejidos blandos del cuello y la tráquea. Una vez conseguido el control manual de la vía aérea, se puede colocar una cánula orofaríngea si no hay reflejo nauseoso. El dispositivo debe introducirse con cuidado y suavemente, siguiendo un trayecto paralelo a la lengua en lugar de girarlo 90°-180° en la orofaringe posterior como se hace en el adulto. El uso de un depresor lingual resulta útil. La intubación orotraqueal bajo visualización es el método preferido para conseguir el control definitivo de la vía aérea durante los traslados largos. Sin embargo, un estudio sugiere que no mejora la supervivencia ni el pronóstico neurológico de los pacientes pediátricos traumatizados que se intuban sobre el terreno de forma precoz comparado con los que se someten a una ventilación con MVB durante el traslado corto<sup>12</sup>. Un estudio más reciente en el entorno rural encontró que los intentos múltiples de intubación durante la asistencia prehospitalaria se asociaban a complicaciones importantes<sup>13</sup>.

## Respiración

Hay que evaluar detenidamente el volumen minuto y el esfuerzo respiratorio del paciente. Debido a la posibilidad de deterioro rápido desde hipoxia a parada respiratoria, la ventilación debe ser asistida si se observa disnea y un aumento del esfuerzo respiratorio. Debe utilizarse un dispositivo MVB de tamaño adecuado con un reservorio y oxígeno a flujo alto que permitan conseguir una concentración de oxígeno del 85% al 100% ( $F_{iO_2}$  de 0,85 a 1). La pulsioximetría continua sirve como medida complementaria para evaluar de forma continuada la vía aérea y la respiración. La  $SpO_2$  debe mantenerse por encima del 95%. En los niños intubados con un traumatismo craneal cerrado se debería emplear la monitorización del dióxido de carbono al final del volumen corriente ( $ETCO_2$ ) para demostrar que el tubo endotraqueal sigue bien colocado y evitar la hipercapnia o hipocapnia extremas, procesos ambos que pueden resultar igual de perjudiciales para la recuperación de un traumatismo craneal contuso como la hipoxia (cuadros 14-3 y 14-4). El valor deseado de  $ETCO_2$  debería ser 30-40 mm Hg<sup>15</sup>.

Los niños resultan más susceptibles que los adultos al colapso cardiovascular agudo derivado de un neumotórax a tensión. La mayoría de los niños con un neumotórax a tensión presentarán una descompensación cardiovascular aguda secundaria a una reducción del retorno venoso antes que se puedan detectar alteraciones en la oxigenación y ventilación. Cualquier niño que sufre una descompensación aguda, sobre todo tras el inicio de la ventilación con presión positiva mediante MVB o tubo endotraqueal, debería ser valorado con urgencia para descartar un neumotórax a tensión. La distensión de la vena yugular y la desviación de la tráquea son signos tardíos y pueden ser difíciles de diagnosticar porque se haya aplicado un collarín durante la extracción en el corto cuello. En este niño, una reducción del murmullo vesicular izquierdo puede indicar la necesidad de intubación del bronquio principal derecho, pero cuando se asocia a una descompensación cardíaca aguda, posiblemente esta reducción del murmullo corresponda a un neumotórax a tensión. La descompresión con aguja se realiza usando las mismas referencias que en los adultos, pero a menudo resulta eficaz de una forma más inmediata en los niños porque el mediastino recupera con rapidez su posición normal.

### CUADRO 14-3 Intubación endotraqueal pediátrica

En la intubación endotraqueal de un niño se necesita prestar una atención minuciosa a la columna cervical. Una persona debe mantener la cabeza del paciente en una posición neutra mientras que otra procede a la intubación. La porción más estrecha de la vía aérea en el niño está en el anillo cricoides, por lo que siempre se deben usar tubos endotraqueales sin manguito en los niños menores de 8 años. El tamaño apropiado del tubo endotraqueal se puede estimar evaluando el diámetro del meñique o el de las narinas del niño o aplicando la fórmula  $(16 + \text{edad})/4$ . Con frecuencia, una pequeña cantidad de presión en el cricoides hace que las estructuras anteriores de la laringe del niño se puedan ver mejor y obstruirán pasivamente el esófago, con lo que disminuye el problema de la insuflación gástrica. La intubación asistida por métodos farmacológicos o la intubación de secuencia rápida (ISR) consiste en la utilización de sulfato de atropina para evitar la bradicardia. La frecuencia cardíaca es un determinante importante de la perfusión en los pacientes pediátricos.

Un error frecuente que se produce durante la intubación del niño en una situación de urgencia es la introducción demasiado agresiva del tubo endotraqueal, lo que provoca la intubación del bronquio principal derecho. Nunca se debe introducir el tubo más de tres veces su tamaño en centímetros. Se debe auscultar siempre el tórax después de la colocación del tubo endotraqueal. La colocación del tubo debe reevaluarse con frecuencia, en especial después de cualquier movimiento del paciente. Además de confirmar la colocación del tubo endotraqueal, la auscultación puede descartar la posibilidad de otras lesiones pulmonares. El niño con una vía aérea comprometida y una lesión pulmonar y que ha sido intubado con éxito tiene mayor riesgo de presentar un neumotórax a tensión como consecuencia de una administración más eficiente del volumen corriente a los pulmones.

## Circulación

Una vez controlada la hemorragia externa del paciente, se evaluará la necesidad de perfusión. Para controlar la hemorragia externa se debe aplicar presión manual directa sobre el punto sangrante, no limitarse a colocar capas de vendas absorbentes. El sistema vascular pediátrico suele ser capaz de mantener una PA normal hasta que aparece el colapso grave, momento en el cual el paciente a menudo ya no responde a la reanimación. Por tanto, la reanimación con líquidos debe comenzar siempre que se encuentren signos de *shock* hipovolémico compensado, especialmente en los pacientes que manifiestan inicialmente un *shock* descompensado. Se debe utilizar solución de lactato de Ringer o solución salina normal en bolos de 20 ml/kg. En cuanto a los pacientes traumatizados pediátricos con signos de *shock* hemorrágico o hipovolemia, los elementos clave para su supervivencia son la reposición de sangre y el inicio rápido del traslado a un centro adecuado. El transporte no debe retrasarse por el comienzo de este tratamiento por vía intravenosa (IV).

### CUADRO 14-4 Intubación pediátrica prehospitalaria: la gran discusión

Casi parecería intuitivo que realizar la intubación traqueal lo más pronto posible en el tratamiento del niño con un traumatismo craneoencefálico (TCE) debería resultar beneficioso. Una revisión retrospectiva ha demostrado que la supervivencia de los adultos con TCE intubados antes del ingreso mejora<sup>20</sup>. Los estudios posteriores analizaron la intubación de secuencia rápida (ISR) y demostraron su mayor eficacia y frecuencia de éxitos en la intubación de niños y adultos<sup>21,22</sup>. Sin embargo, muchos estudios retrospectivos y prospectivos de casos y controles han demostrado que la intubación prehospitalaria no mejoraba la supervivencia ni el pronóstico neurológico en comparación con la ventilación con MVB e incluso podía resultar perjudicial<sup>14,23,24</sup>. Un ensayo prospectivo aleatorizado en niños comparó la intubación endotraqueal frente a la ventilación con MVB en un área urbana con tiempos de traslado cortos sin demostrar diferencias en la supervivencia o el pronóstico neurológico entre los dos grupos, con un aumento de las complicaciones en los pacientes intubados<sup>12</sup>.

Se suelen producir períodos prolongados de hipoxia con la intubación y también períodos de ventilación excesivamente agresiva durante el traslado al centro de atención al trauma<sup>15</sup>.

Los datos a favor de la intubación traqueal pediátrica prehospitalaria son escasos y ambiguos. En el niño que respira de forma espontánea la intubación con o sin ayuda farmacológica se debería iniciar con extremo cuidado. Los programas de los SEM que justifican la intubación prehospitalaria deberían incluir, al menos, lo siguiente<sup>25</sup>:

1. Estrecha dirección y supervisión médica.
2. Entrenamiento y formación continuada, que incluya experiencia práctica en quirófano.
3. Recursos para monitorizar a los pacientes, almacenar fármacos y confirmar la posición del tubo.
4. Protocolos de ISR estandarizados.
5. Disponibilidad de vías aéreas de rescate.
6. Control/garantía de calidad continuada y revisión del rendimiento.

El Combitube se ha confirmado como un dispositivo de rescate útil en adultos traumatizados<sup>26</sup>; sin embargo, su gran tamaño y la falta de tamaños menores condiciona que no sea adecuado para los niños pequeños. La vía aérea mediante mascarilla laríngea (ML) ha resultado una vía de rescate segura en niños y puede ser la elección óptima para los sistemas de SEM que realizan intubaciones pediátricas prehospitalarias<sup>27</sup>.

### CUADRO 14-5 Infusión intraósea pediátrica

La infusión intraósea (IO) puede ofrecer una vía alternativa adecuada para la extracción de sangre y la reposición de volumen en los niños traumatizados. Se trata de una vía eficaz de infusión de fármacos y sangre y también para conseguir una reanimación con un volumen elevado de líquidos.

El lugar más sencillo para realizar la infusión intraósea es la zona tibial anterior, inmediatamente por debajo de la tuberosidad tibial. Después de preparar la piel con antisépticos y comprobar adecuadamente la pierna, se elige un lugar en la porción anterior de la tibia 1-2 cm en dirección distal y medial a la tuberosidad tibial. Para este procedimiento, lo mejor es utilizar las agujas de infusión IO que se fabrican especialmente, pero también se pueden emplear agujas vertebrales o para la médula ósea. Las agujas raquídeas de calibre 18-20 G también funcionan bien porque tienen un trocar que impide que la aguja se obstruya cuando atraviesa la cortical del hueso hacia la médula ósea. En caso de urgencia se puede utilizar cualquier aguja de calibre 14-20 G. La aguja se coloca en un ángulo de 90° sobre el hueso y se hace avanzar firmemente a través de la cortical hasta la médula. Los signos que indican que la aguja se encuentra correctamente dentro de la médula ósea son los siguientes:

1. Un «pop» blando y falta de resistencia después de que la aguja ha atravesado la cortical.
2. La aspiración de médula ósea en la aguja.
3. El flujo libre de líquidos hacia la médula sin signos de infiltración subcutánea.

Debe valorarse el uso de la vía IO en los primeros minutos de la reanimación cuando la canulación venosa percutánea no ha tenido éxito. Dado que la velocidad de administración es limitada, la vía IO raramente es suficiente por sí sola.

### Acceso vascular

La reposición de líquidos en un niño con hipotensión grave o signos de *shock* debe administrar el volumen adecuado de líquidos hacia la aurícula derecha para evitar reducir aún más la precarga cardíaca. Los lugares iniciales más apropiados para obtener el acceso IV son la fosa antecubital y la vena safena en el tobillo. Otra opción es el acceso por la vena yugular externa, pero el control de la vía aérea y la inmovilización de la columna determinan que el cuello resulte poco accesible para la canulación.

En un paciente inestable o potencialmente inestable, el número de intentos de acceso vascular periférico se limitará a dos en un intervalo de 90 segundos. Si no se tiene éxito, se valorará el empleo de un acceso central por medio de infusión intraósea en los niños pequeños (cuadro 14-5), mientras que en los niños mayores se puede plantear el acceso femoral si se dispone de personal formado y lo autoriza el protocolo.

Si el niño tiene más de 6 años, una alternativa a corto plazo es una vía intraósea o la canulación de la vena femoral hasta que

se traslade al niño al centro de asistencia definitiva. La vena femoral resulta accesible con facilidad cuando no existen traumatismos pélvicos importantes y es menos arriesgada que la vena yugular interna o subclavia<sup>20</sup>. La colocación de un catéter por la subclavia o la yugular interna en un niño traumatizado sólo se debe realizar en las circunstancias más controladas dentro de un hospital y nunca se debería intentar en la asistencia prehospitalaria.

La determinación de qué pacientes pediátricos deben tener una vía intravenosa permeable depende del tiempo de transporte y otros factores. Si no se está seguro de qué pacientes pueden necesitar la vía intravenosa o si la reposición de líquidos está indicada durante el transporte, se deberán obtener indicaciones en línea por parte del personal médico.

## Sueroterapia

La solución de lactato de Ringer, o el salino normal si no se dispone de ella, es el líquido de reanimación inicial de elección en un niño hipovolémico. Debido a que el tiempo en que un líquido cristalinoide se mantiene en el sistema vascular es tan corto, se utiliza una relación 3:1 de líquido cristalinoide con respecto a la sangre perdida. Un bolo inicial de reanimación debe reflejar aproximadamente el 25% del volumen circulante estándar en el paciente pediátrico, lo que representa unos 20 ml/kg. Teniendo en cuenta la relación 3:1, se necesita un bolo de 60 ml/kg para conseguir una reposición inicial adecuada y rápida en respuesta a una pérdida significativa de volumen. En cuanto a la asistencia del trauma específica, en cualquier niño que no muestre una mejoría al menos leve de su situación hemodinámica con el primer bolo de 20 ml/kg de líquido y que no se estabilice tras un segundo bolo de 20 ml/kg debería someterse a una transfusión de sangre. El bolo de soluciones cristaloides puede restaurar temporalmente la dinámica cardiovascular porque rellena transitoriamente el sistema circulatorio, que después abandona. Sin embargo, hasta que se reponga la masa eritrocítica y se restaure el transporte de oxígeno seguirá sin solucionarse el proceso básico de hipoxia celular.

# Lesiones específicas

## Traumatismo craneoencefálico

El traumatismo craneoencefálico (TCE) sigue siendo la causa más frecuente de muerte en la población pediátrica. De las muertes incluidas en los primeros 40.000 pacientes del NPTR, el 89% tenía una lesión del SNC como factor contribuyente primario o secundario a la mortalidad. Aunque muchas de las lesiones más graves sólo se pueden tratar mediante prevención, las medidas iniciales de reanimación pueden como mínimo disminuir las consecuencias graves de la lesión en el niño. De nuevo, el hecho de mantener una oxigenación, una ventilación y una circulación adecuadas es la principal consideración. El pronóstico de un niño que sufre un TCE suele ser mejor que el de un adulto; sin embargo, la evolución de un niño menor de 3 años es peor que la de un niño mayor.

La evaluación inicial del NDC es un ejercicio pronóstico rápido y fiable. Independientemente del resultado de la exploración neurológica en la primera evaluación, todo niño con una po-

sible lesión cerebral es susceptible de padecer un edema cerebral e hipoperfusión. Incluso puede llegarse a este punto como consecuencia de un traumatismo de aspecto leve.

Se evaluará la puntuación GCS en el momento basal y periódicamente durante el transporte. Se suministrará un suplemento de oxígeno y, si es posible, se monitorizará la pulsioximetría. Aunque los vómitos son frecuentes después de una contusión cerebral, los vómitos persistentes son motivo de preocupación y requieren una evaluación más detallada.

De forma análoga a la hipoxia, la hipovolemia puede empeorar en gran medida la lesión inicial. La hemorragia externa debe controlarse y las extremidades deben inmovilizarse para limitar la hemorragia interna asociada a las fracturas. Se debe hacer todo lo posible por mantener a estos niños en la situación euvo-lémica con reposición de volumen IV. En raras ocasiones los lactantes menores de 6 meses pueden estar hipovolémicos como consecuencia de una hemorragia intracraneal debido a que las suturas y fontanelas craneales aún están abiertas. Un niño con fontanelas abiertas tolera mejor un hematoma intracraneal en expansión, pero puede no desarrollar síntomas hasta que se produzca una descompensación rápida. Cuando un lactante sufre protrusión de las fontanelas se debe considerar un TCE grave.

Los niños con una puntuación GCS de 8 o menos pueden beneficiarse de la intubación. Sin embargo, los intentos prolongados de asegurar un vía aérea endotraqueal pueden aumentar los períodos de hipoxia y retrasar el transporte a un centro apropiado. La oxigenación y ventilación adecuadas deben ser siempre el objetivo, no la colocación del tubo ET. La *mejor* vía aérea para un niño es la más segura y eficaz. La ventilación con un dispositivo de MVB mientras se prepara para aspirar el vómito, si se produjera, puede ser una forma de intubación más segura y con frecuencia es la mejor para el niño con un TCE<sup>12,14,15</sup>.

En un niño con signos y síntomas de aumento de la presión intracraneal (PIC) (hipertensión intracraneal), como unas pupilas con reactividad lenta o arreactivas, hipertensión, bradicardia y patrones de respiración anormales, la hiperventilación puede reducir transitoriamente la PIC. Sin embargo, la hiperventilación reduce también el aporte global de oxígeno al SNC y puede agravar las lesiones hipóxicas<sup>20</sup>. Se recomienda no utilizar esta estrategia salvo que el niño muestra signos de herniación o lateralización. La monitorización del ETco<sub>2</sub> debería dirigir el tratamiento en los niños intubados con un objetivo de conseguir unos 35 mm Hg. La hiperventilación hasta un valor de ETco<sub>2</sub> inferior a 25 mm Hg se ha asociado a un peor pronóstico neurológico<sup>15</sup>. Si no se dispone de capnografía, una frecuencia ventilatoria de 30 respiraciones/min en niños y 35 respiraciones/min en lactantes deberá ser el criterio empleado<sup>16</sup>.

Durante un transporte prolongado puede resultar útil administrar pequeñas dosis de manitol (0,5-1 g/kg de peso) cuando los niños tienen signos de hipertensión intracraneal; sin embargo, su uso puede dar lugar a hipovolemia con una reposición de volumen insuficiente. No se debería administrar manitol sobre el terreno sin analizar esta opción con el médico receptor o el hospital, salvo que lo autoricen los protocolos o las órdenes vigentes. Pueden aparecer convulsiones poco después de la lesión cerebral, que con frecuencia no necesitan tratamiento por parte del personal prehospi-

talario; sin embargo, una actividad convulsiva recurrente es preocupante y puede requerir tratamiento con bolos intravenosos de diazepam (0,1-0,2 mg/kg/dosis). Según el protocolo, se pueden emplear midazolam o lorazepam, aunque todas las benzodiazepinas debe utilizarse con grandes precauciones por sus posibles efectos secundarios de disminución de la ventilación e hipotensión.

## Traumatismos de la columna vertebral

La indicación de una inmovilización de la columna en los pacientes pediátricos se basa en el mecanismo de la lesión y los resultados de la exploración física, la presencia de otras lesiones que sugieran un movimiento violento brusco de la cabeza, el cuello o el tronco o la existencia de signos específicos de una lesión vertebral, como deformidad, dolor o déficit neurológico. Como sucede con los pacientes adultos, el tratamiento prehospitalario correcto de una columna que se sospecha inestable consiste en la estabilización manual, el empleo de un collarín cervical del tamaño apropiado y la inmovilización sobre un dispositivo rígido de forma que la cabeza, el cuello, el tronco, la pelvis y las piernas se mantengan en una posición neutra alineada. Todo ello debe conseguirse sin inhibir la ventilación del paciente, la capacidad de abrir la boca o cualquier otra maniobra de reanimación que sea necesaria. El umbral para realizar una inmovilización de columna es a menudo menor en los niños por su incapacidad para comunicarse o participar de alguna forma en su evaluación. La misma inmadurez contribuye también al temor del niño y su falta de colaboración durante la inmovilización. Un niño que se resiste con fuerza a los intentos de inmovilizarlo puede en realidad tener un riesgo mayor de que empeore cualquier lesión vertebral existente. Puede resultar válido adoptar la decisión de no sujetar a este tipo de enfermos si se les puede convencer de que se tumben quietos a pesar de no estar atados. Cualquier decisión de interrumpir los intentos de inmovilización por el interés de la seguridad del paciente deben ser apoyados por una documentación exhaustiva de los motivos y también se debe realizar una valoración crítica del estado neurológico durante el traslado e inmediatamente después del mismo.

Cuando la mayoría de los niños pequeños se colocan en una superficie rígida, el tamaño relativamente mayor de la parte posterior de la cabeza provocará la flexión del cuello. Se deberá colocar un almohadillado suficiente (2-3 cm) por debajo del tronco que lo eleve, para permitir que la cabeza se encuentre en una posición neutra. El almohadillado debe ser continuo y plano desde los hombros hasta la pelvis y se extenderá hasta los costados para garantizar que la columna dorsal, lumbar y sacra se encuentra sobre una plataforma plana continua y estable sin movimientos. También se colocará un almohadillado entre los costados del niño y los bordes de la tabla para garantizar que no se produzcan movimientos laterales cuando se mueva la tabla o sea necesario girar al paciente y la tabla para evitar la aspiración del vómito.

Actualmente están comercializados varios dispositivos nuevos de inmovilización pediátrica. El profesional de la asistencia prehospitalaria debe practicar y familiarizarse con cualquier equipo especializado empleado por el sistema los ajustes necesarios cuando inmovilice a un niño con un equipo de adultos. Si se utilizan dispositivos de tipo chaleco en un niño, el perso-

nal sanitario debe garantizar una inmovilización adecuada para prevenir la afectación respiratoria. Además, debe estar familiarizado con las técnicas de inmovilización de un niño pequeño en un asiento de seguridad de un coche<sup>30,31</sup>.

## Lesiones torácicas

La caja costal extremadamente flexible de los niños condiciona que se produzcan menos lesiones sobre la estructura ósea del tórax, pero más riesgo de lesiones parenquimatosas, como contusiones pulmonares, neumotórax y hemotórax. Un alto índice de sospecha es la clave que permite identificar este tipo de lesiones. Todo niño que sufra un traumatismo sobre el tórax y el tronco debe ser estrechamente vigilado en busca de signos de dificultad respiratoria y *shock*. Se debe monitorizar con cuidado a todos los niños con abrasiones o contusiones en el tronco tras un traumatismo por una fuerza contusa, ya que estos pueden ser los únicos datos que indiquen un aumento del riesgo de lesiones intratorácicas.

Cuando se transporte a un niño que ha presentado un traumatismo torácico contuso de alto impacto se debe monitorizar el ritmo cardíaco en cuanto se encuentre en camino hacia el centro sanitario. En otros casos, los elementos clave del tratamiento de un traumatismo torácico incluyen una atención cuidadosa de la ventilación y el transporte inmediato a un centro apropiado.

## Lesiones abdominales

La presencia de un traumatismo contuso del abdomen, una pelvis inestable o distensión, rigidez o dolor abdominal postraumático o un nivel de *shock* que no pueda explicarse por otra causa pueden asociarse a una posible hemorragia intrabdominal. Una marca del cinturón de seguridad alrededor del abdomen de un niño suele indicar posibles lesiones internas graves (figura 14-5). Los elementos clave del tratamiento de las lesiones abdominales consisten en la reposición de líquidos, el oxígeno suplementario en concentraciones altas y el transporte rápido a



**FIGURA 14-5** «Signo del cinturón de seguridad» en un paciente de 6 años que tenía una rotura de bazo. Los signos del cinturón de seguridad se suelen asociar a lesiones intrabdominales graves.

un centro apropiado con monitorización continua durante el trayecto. Si el tiempo lo permite y no se reconocen fracturas evidentes del tercio medio facial, se puede colocar una sonda orogástrica o nasogástrica para descomprimir el estómago.

## Traumatismo de las extremidades

En comparación con el esqueleto del adulto, el del niño se encuentra en una fase de crecimiento activo y está formado por una gran proporción de tejido cartilaginoso y placas de crecimiento metabólicamente activas. Los ligamentos colaterales que mantienen el esqueleto unido son, en consecuencia, más fuertes y capaces de soportar las alteraciones mecánicas que los huesos a los que se encuentran unidos. Por tanto, un niño con un traumatismo esquelético suele soportar fuerzas de deformación importantes antes de manifestar fracturas o alteraciones de su esqueleto óseo. Las fracturas incompletas («en tallo verde») son frecuentes y pueden venir indicadas sólo por hipersensibilidad ósea y dolor al utilizar la extremidad afectada.

Una alteración articular primaria por un traumatismo que no sea penetrante es infrecuente, comparada con las alteraciones de los segmentos diafisarios o epifisarios de los huesos. Las fracturas que afectan a la placa de crecimiento deben identificarse minuciosamente y tratarse de forma que no sólo garanticen una consolidación adecuada, sino que también se impida el desplazamiento o la deformidad posterior a medida que el niño crezca. También se debe tener en cuenta la posible asociación de lesiones vasculares a lesiones ortopédicas en los niños y evaluar cuidadosamente los pulsos distales. A menudo, el personal sanitario sólo puede descartar la presencia de una lesión potencialmente debilitante mediante el estudio radiológico o, ante el más mínimo indicio de un descenso de la perfusión distal, mediante una arteriografía.

No hay que distraerse de las lesiones potencialmente mortales por la gran deformidad evidente que a veces se asocia al traumatismo de una extremidad. Una hemorragia no controlada representa la única situación potencialmente mortal relacionada con un traumatismo de las extremidades. En un paciente pediátrico politraumatizado, al igual que en los adultos, el inicio del transporte a un centro apropiado sin demora una vez completada la revisión primaria, la reanimación y una preparación rápida siguen siendo vitales para reducir la mortalidad. Si se puede realizar una inmovilización básica durante el traslado sin distraerse de la reanimación del niño, ayudará a reducir el sangrado y el dolor ocasionado por las fracturas de los huesos largos.

## Quemaduras

Tras una colisión de un vehículo motorizado y el ahogamiento, las quemaduras son la tercera causa de muertes por traumatismos pediátricos<sup>32</sup>. Atender a un niño lesionado siempre supone un importante reto emocional y físico para los profesionales prehospitalarios, pero este reto es todavía mayor en el caso de los niños quemados. El niño quemado puede tener edema en la vía aérea y el acceso IV puede verse dificultado por las quemaduras en los miembros; además, el niño puede estar histérico de dolor.

Las medidas básicas de la asistencia de los traumatismos se deben seguir en los traumatismos pediátricos, pero todos los pasos de la evaluación primaria pueden resultar más complicados que en los niños sin lesiones térmicas. La mayor parte de las muertes producidas por fuegos de estructuras no se deben directamente a las quemaduras de partes blandas, sino que son secundarias a la inhalación de humo. Cuando los niños quedan atrapados en un incendio, con frecuencia se esconden del fuego debajo de la cama o en el baño. Estos niños a menudo mueren y sus cuerpos no presentan quemaduras cuando se recuperan, ya que fallecen por la toxicidad del monóxido de carbono o el cianuro y la hipoxia. Más del 50% de los niños menores de 9 años que quedan atrapados en incendios de estructuras sufren cierto grado de daño por inhalación del humo.

El edema inducido por la temperatura de la vía aérea siempre supone una preocupación en los pacientes quemados, aunque especialmente en los niños. El menor diámetro de la tráquea infantil implica que 1 mm de edema producirá una obstrucción de la vía más importante que en el adulto con una de mayor diámetro. El control precoz de la vía aérea mediante intubación endotraqueal se debe hacer antes de que el niño desarrolle signos o afectación respiratoria. Un niño con edema de la vía aérea puede estar sentado hacia delante y babear. Tras colocar el tubo ET, se debe proteger de una descolocación inadvertida o de su extracción. Si se produce una extubación accidental del paciente, el profesional puede no ser capaz de intubar a un niño por segunda vez. Asegurar un tubo ET en un niño con descamación de la piel facial y heridas rezumantes resulta difícil. No se debe tratar de asegurar el tubo en la cara con esparadrapo en los niños con quemaduras faciales. El tubo ET se debería asegurar con dos trozos de cinta umbilical uno de los cuales se coloca por encima de la oreja y el otro por debajo. Una alternativa eficaz es el uso de tubos IV.

Resulta esencial conseguir un acceso intravascular rápido para evitar el desarrollo de *shock*. El retraso de la reanimación con volumen en niños se ha asociado a un pronóstico clínico significativamente peor con aumento de la mortalidad, especialmente en lactantes quemados.

Un exceso de líquidos puede ocasionar complicaciones respiratorias y edema, que causa daños en las regiones quemadas. Tras asegurar la vía aérea y realizar una ventilación adecuada, es esencial conseguir un acceso venoso con rapidez. Los niños tienen un volumen intravascular pequeño y el retraso en la reanimación con líquidos puede producir un *shock* hipovolémico. Para aportar los grandes volúmenes de líquidos IV que se necesitan en las quemaduras críticas, estos enfermos deben tener colocadas dos vías IV periféricas para conseguir una velocidad de flujo IV como la que se suele necesitar. La colocación de una sola vía gruesa plantea suficientes retos y dos mucho más. Las quemaduras de las extremidades pueden dificultar o imposibilitar la obtención de un acceso suficiente para realizar una reanimación con líquidos adecuada. En los niños quemados, un retraso en el tratamiento IV de tan solo 30 minutos puede causar un *shock* hipovolémico. Tras conseguir el acceso IV periférico, se deben adoptar las medidas para asegurarse de no sacar o modificar de forma inadvertida la posición de la vía. Las técnicas empleadas para asegurar la vía IV suelen resultar ineficaces si se aplican sobre una que-

madura o cerca de ella porque el esparadrapo y las vendas pueden adherirse al tejido quemado. Si es posible, se debe asegurar la vía IV con una sutura de venda Kerlex.

Cuando no se puede obtener una vía venosa periférica, se deberían emplear catéteres intraóseos. Aunque antes sólo se defendía su utilización en niños menores de 3 años, las infusiones intraóseas se utilizan ahora en niños mayores y también en adultos. Si se traslada a un niño con una sonda de Foley, se deberían ajustar los líquidos para asegurar una diuresis de 1 ml/kg/h. Si la diuresis no resulta adecuada, se administra una embolada de 20 ml/kg de líquido y se aumenta la velocidad de administración del líquido de reanimación. El volumen de líquido que se administra típicamente a un enfermo quemado se estima con la «regla de los nueves», un método rápido e impreciso de estimar las necesidades de líquidos en las heridas de guerra en *adultos*. La premisa de este método de estimación del tamaño de las quemaduras es que las grandes regiones corporales del cuerpo adulto (p. ej., cabeza, brazo, parte anterior del tronco) representan cada una un 9% de la superficie corporal total (SCT). Las regiones anatómicas de los niños son distintas proporcionalmente que en los adultos; su cabeza es más grande y sus miembros más pequeños. Por tanto, para estimar la extensión de las quemaduras en niños se deberían utilizar diagramas específicos para la edad, no la regla de los nueves.

Según el tamaño de las quemaduras se determinará el volumen IV (véase capítulo 13). Se deben mencionar dos consideraciones importantes en el caso de los niños. En primer lugar, los niños pequeños tienen una reserva de glucógeno limitada. El *glucógeno* es una molécula utilizada para el almacenamiento de hidratos de carbono y que se libera en situaciones de estrés. Si los depósitos de glucógeno se deplecionan, el niño puede sufrir una hipoglucemia. En segundo lugar, el niño tiene una relación volumen/superficie elevada; la forma general de un adulto es cilíndrica, mientras que los niños se parecen a una esfera. La implicación clínica es que los niños precisan más líquidos IV. Para afrontar estos dos aspectos, además del líquido calculado para la reanimación, se deben administrar líquidos de mantenimiento con glucosa al 5%.

Cada año 1,5 millones de niños sufren malos tratos en todo el mundo mediante quemaduras, lo que supone un 20% de todas las formas de malos tratos infantiles<sup>33-35</sup>. Un 20%-25% de los niños ingresados en unidades de quemados pediátricos han sido víctimas de malos tratos infantiles<sup>36,37</sup>. Una mayor conciencia de este problema por parte de los profesionales prehospitalarios puede mejorar la detección y persecución de estos agresores.

Los dos mecanismos mediante los cuales los niños se queman son la escaldadura y las quemaduras por contacto. Las escaldaduras son las más frecuentes en los casos de malos tratos y se producen típicamente en niños que están entrenando el control de los esfínteres. La situación más habitual es un niño que se ensucia y es introducido en una ducha con agua hirviendo. Estas quemaduras por escaldadura se caracterizan por una delimitación neta entre el tejido quemado y el sano y por el respeto de los pliegues de flexión.

Las quemaduras por contacto son el segundo tipo de quemaduras en casos de malos tratos. Los objetos que se suelen emplear para provocarlas son pinzas de rizar el pelo, planchas y cigarrillos. Las quemaduras por cigarrillo son redondeadas y miden ligeramente más de 1 cm de diámetro (típicamente 1,3 cm).

Para ocultar estas lesiones, el maltratador puede elegir regiones cubiertas por la ropa, la zona situada por encima de la línea del cabello en el cuero cabelludo e incluso las axilas. Las quemaduras por contacto accidentales tienen un margen irregular y una profundidad heterogénea, mientras que las provocadas de forma voluntaria tienen márgenes regulares y profundidad homogénea. Todas las superficies del cuerpo humano tienen cierto grado de curvatura, de forma que cuando un objeto caliente contacta con cualquier superficie tendrá un punto de contacto inicial y luego se alejará del mismo. Por eso, la lesión resultante tendrá un margen y profundidad irregulares. Cuando se utiliza de forma deliberada un objeto para quemar a una persona, se presionará sobre el mismo y la quemadura tendrá un patrón de límites netos y una profundidad homogénea (véase capítulo 13).

Es importante mantener un elevado índice de sospecha ante los malos tratos y notificar todos los casos sospechosos. Realice observaciones meticolosas del entorno, como la posición de los muebles, la presencia de pinzas para rizar el pelo o la profundidad del agua de la bañera. Anote los nombres de las personas que estaban en el lugar. Cualquier niño con sospecha de quemaduras por malos tratos debe ser atendido en un centro con experiencia en la atención de niños quemados, independientemente del tamaño de las lesiones.

## Tratamiento del dolor

Igual que sucede con los adultos, se debe plantear el tratamiento del dolor en niños durante la asistencia prehospitalaria. Las indicaciones de analgesia incluyen las lesiones aisladas en los miembros y la sospecha de fractura vertebral. La inyección de dosis de un narcótico intravenoso bajas y bien ajustadas no debería afectar a la exploración neurológica o abdominal. Morfina y fentanilo son opciones aceptables, pero se deberían administrar sólo siguiendo un protocolo escrito o previa orden del control médico. Dados los efectos secundarios de hipotensión e hipoventilación, todos los enfermos que reciban narcóticos IV deberían ser monitorizados con pulsioximetría y determinación seriada de los signos vitales. En general no se deben administrar benzodiacepinas combinadas con narcóticos por el peligro de parada respiratoria.

## Transporte

Dado que la llegada a tiempo a un centro apropiado es el elemento clave en la supervivencia del paciente, la *clasificación* es una parte importante del tratamiento.

La tragedia de una muerte traumática pediátrica prevenible se ha documentado en varios estudios publicados en las últimas tres décadas. Hasta el 80% de las muertes traumáticas pediátricas podrían clasificarse como prevenibles. Estas estadísticas han sido una de las primeras motivaciones para el desarrollo de centros de atención al trauma pediátrico regionales en los que se ofrece una asistencia continua y sofisticada de alta calidad.

En muchas zonas urbanas existen centros de atención al trauma pediátrico y de adultos. Si el paciente politraumatizado pediátrico sólo sufre un pequeño retraso en su transporte, puede beneficiarse de las capacidades iniciales de reanimación y asistencia

definitiva que existen en los centros especializados en el tratamiento de niños traumatizados. En muchas zonas el centro de atención al trauma pediátrico especializado más cercano se encuentra a varias horas de camino. En estos casos, un niño con un traumatismo grave debe ser transportado al centro de atención al trauma de adultos más cercano, dado que una reanimación y valoración precoces antes del traslado a un centro pediátrico pueden mejorar la supervivencia<sup>38</sup>. Cuando no existe un centro de atención al trauma pediátrico especializado cercano, el personal que trabaja en los centros de atención al trauma de adultos tiene experiencia en la reanimación y el tratamiento de los pacientes traumatológicos tanto adultos como pediátricos. En las zonas en que no haya cerca ninguno de estos centros, un niño que ha presentado un traumatismo grave debe ser trasladado al hospital apropiado más próximo (para pacientes traumatológicos) según los protocolos locales. Se valorará el transporte médico aéreo en las áreas rurales para acelerar el traslado. Existen pocas pruebas de que el transporte aéreo aporte beneficios en las zonas urbanas en las que el transporte por carretera a un centro de atención al trauma pediátrico se puede realizar casi a la misma velocidad<sup>39</sup>.

La revisión de más de 15.000 registros del NPTR indica que el 25% de los niños tiene un traumatismo suficientemente grave para requerir la derivación a un centro de atención al trauma pediátrico designado. El uso de los PTS ayudará a realizar la derivación de forma apropiada. Muchos servicios de emergencia médica (SEM) y sistemas de atención al trauma utilizan otros criterios de clasificación pediátrica, que pueden depender de los protocolos regionales, estatales o locales. Todos los profesionales prehospitalarios deben conocer bien los protocolos de clasificación que están funcionando en sus propios sistemas.

## Traslado prolongado

En ocasiones se plantea una situación como consecuencia de la clasificación o de las condiciones ambientales en la que el traslado se va a retrasar y el profesional prehospitalario debe realizar la reanimación inicial del niño lesionado. Aunque esto puede no ser óptimo por la falta de recursos sobre el terreno (p. ej., sangre) y la incapacidad de realizar las pruebas diagnósticas e intervenciones terapéuticas precisas, si se aplican los principios comentados en este capítulo de forma organizada se podría tratar de forma segura al niño hasta conseguir que llegue al centro de atención al trauma. Si se puede mantener contacto por radio o teléfono con el centro receptor, resultará esencial una comunicación constante con retroalimentación para los miembros del equipo de trauma del hospital y prehospitalario.

El tratamiento debe incluir una valoración seriada continua de ABCDE. Se debe estabilizar de forma segura al niño sobre una tabla con precauciones vertebrales. La tabla debería almohadillarse lo mejor posible. Dado que no se retrasa el traslado para intubar al niño, si existen dudas sobre la vía aérea y la tripulación está formada en intubación pediátrica mediante intubación de secuencia rápida (ISR) o sin ella, se debería proceder a realizar la intubación endotraqueal. Se debe monitorizar la pulsioximetría

y si es posible también la  $ETCO_2$ , sobre todo en niños con traumatismos craneales. Si existen signos de *shock*, se deben administrar emboladas de 20 ml/kg de RL o SN hasta que se corrijan los signos vitales o se traslade al niño. Se calcula la GCS y se controla de forma seriada. Se siguen valorando otras lesiones y se deben realizar esfuerzos para mantener al niño normotérmico. Las fracturas se deben inmovilizar y estabilizar realizando una valoración neurovascular seriada. El ciclo de valoración continuada de la evaluación primaria se debe repetir hasta que el niño se pueda trasladar con seguridad.

Cualquier cambio o descompensación del niño obliga a valorar con rapidez el ABCDE. ¿Se encuentra el tubo traqueal bien colocado en la vía y asegurado? Si es así, ¿se ha producido un neumotórax a tensión o se ha colocado el tubo en el bronquio principal derecho? Si el niño ha recibido una cantidad de líquido suficiente, pero sigue en *shock*, ¿se ha producido un taponamiento cardíaco, una contusión cardíaca grave o existe una fuente de hemorragia oculta, como una lesión intrabdominal o una laceración del cuero cabelludo no detectada? ¿Se han producido cambios en la GCS? ¿Existen signos de lateralización que sugieren una lesión craneal traumática progresiva y que obliguen a realizar una ventilación más agresiva o administrar manitol? ¿Existen alteraciones neurovasculares en alguna extremidad? ¿Está el niño normotérmico? Si se dispone de contacto por radio, se deberá solicitar consejo y ayuda permanente durante el proceso de reanimación.

Si se presta atención a estos principios básicos y se evalúa de forma continua el ABCDE, será posible realizar una reanimación adecuada hasta que el niño llegue a un centro de asistencia definitiva.

## Clasificación infantil en situaciones de desastre: JumpSTART

Muchas, si no la mayor parte, de las grandes catástrofes (GC, o incidente con múltiples víctimas) implican a niños. Los equipos de respuesta no sólo deberán afrontar el estrés y el posible caos derivado de la asistencia de múltiples pacientes con rapidez, sino además tendrán que trabajar de forma eficaz cuando se atiende a uno o más niños con lesiones potencialmente graves. En esta situación tan exigente, la existencia de normas de clasificación objetivas para pacientes de *todas* las edades puede ayudar a garantizar el principio de hacer lo mejor que se pueda para el máximo número posible de personas. En las situaciones de clasificación ante un desastre primario ningún paciente es más que otro, sea cual sea su edad o estado social. La clasificación para las GC debe realizarse con la cabeza, no con el corazón. Si las víctimas infantiles reciben tratamiento preferente en una GC por la ansiedad del profesional, por su falta de confianza, por una sencilla compasión o por buena intención, se puede asignar recursos a un niño que no los necesita o que no se puede beneficiar de ellos, privando de estos a un adulto que podría beneficiarse de los recursos.

La herramienta de clasificación START es el sistema de clasificación en GC primarias objetiva más utilizada en EE. UU. y muchos otros países. Por desgracia, no se ajustaba bien a los niños, sobre todo a los más pequeños con signos vitales normales distintos de los adultos. Para resolver este problema de carencia de una herramienta específica para clasificación infantil en las catástrofes, el Dr. Lou Romig, pediatra de urgencias y médico del SEM de Florida, desarrolló la herramienta de clasificación JumpSTART en 1995. La estructura de esta herramienta es paralela a la de START y se puede emplear de forma simultánea con esta durante la clasificación primaria en una GC tanto en adultos como en niños. Los pacientes se clasifican en las mismas cuatro categorías de agudeza (rojo/inmediato; amarillo/retrasado; verde/menor, y negro/muerto o expectante) y se aborda el tratamiento de cada víctima con la misma valoración estructurada. Los puntos decisivos de esta valoración estructurada se ajustan para adaptarse a la edad aparente de la víctima.

El término «edad aparente» es un término específico para los niños. Los niños suelen parecer mayores o más pequeños de lo que realmente son. Las normas de clasificación basadas en la edad absoluta fallan cuando el profesional se ve obligado a adivinar qué edad tiene un niño. Los responsables del desarrollo de START especifican que su herramienta se debería emplear en pacientes que pesan 45 kg o más, parámetro que resulta difícil de aplicar sobre el terreno. Como las comparaciones directas entre START y JumpSTART muestran un mayor grado de acuerdo para niños adolescentes, el Dr. Romig sugiere que se apliquen las siguientes normas para optar por START o JumpSTART:

- Si el paciente parece un niño, utilice JumpSTART.
- Si el paciente parece un adulto joven o mayor, utilice START.

## Clasificación primaria

La clasificación primaria con el sistema JumpSTART empieza igual que con START ordenando a todas las víctimas capaces de deambular que se marchen a un área designada a esperar a la clasificación secundaria (figura 14-6). Los responsables de la respuesta deben ser conscientes de que: 1) los adultos pueden llevar con ellos niños al área de clasificación «verde», y 2) algunos niños pueden no ser capaces de andar por su grado de desarrollo. Por tanto, la capacidad de caminar no es criterio suficiente para detectar algunos niños que pueden tener sólo lesiones leves. La herramienta JumpSTART incluye una adaptación para valorar a los niños que no saben caminar por su edad, por un retraso en el desarrollo o por una discapacidad física, como se explica más adelante. Los adultos que caminan pueden llevar a los niños a la zona verde. Estos niños no han sido clasificados todavía y deberían ser los primeros valorados por los responsables de la clasificación secundaria en el área verde. JumpSTART se debe aplicar en el área verde para clasificar de forma primaria a estos niños. Cualquier niño que cumpla criterios rojos o amarillos debería ser trasladado a la zona de tratamiento adecuado.

Cuando las víctimas no han sido clasificadas, JumpSTART y START siguen de la misma forma y los responsables de la respues-

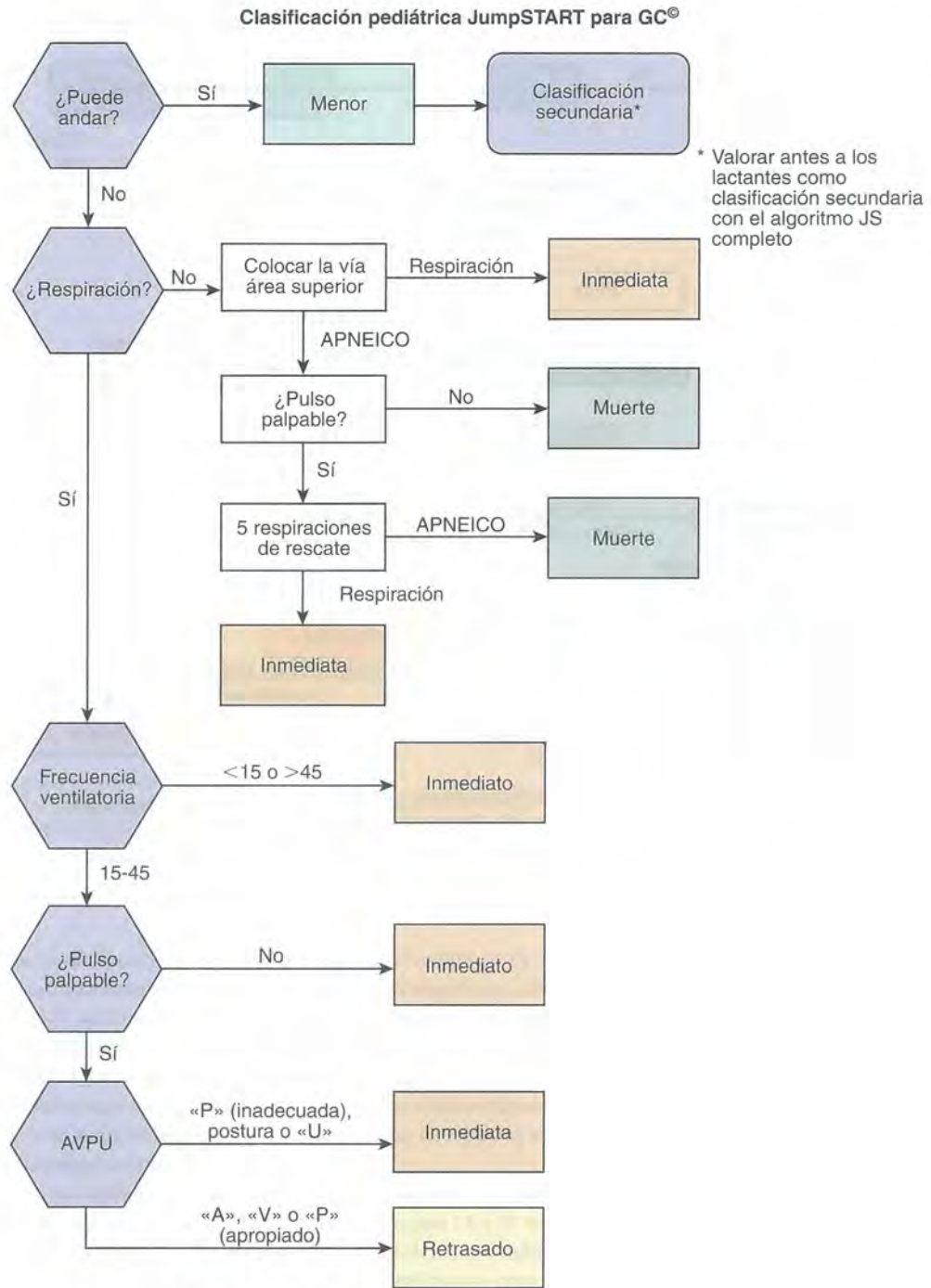
ta clasifican a las víctimas conforme se las encuentran (figura 14-7). Si la víctima conserva la capacidad de respirar de forma espontánea, se valorará la frecuencia ventilatoria. Si no respira, el profesional debe abrir la vía aérea y volver a evaluar la respiración espontánea. En ambos sistemas de clasificación, si el paciente empieza a respirar, se considera «rojo». En este momento START determina que si el paciente no empieza a respirar tras abrirle la vía aérea, no se debe valorar más y se clasifica como «negro».

JumpSTART ofrece una opción adicional para los niños en apnea. Es más probable que los niños tengan una parada respiratoria y conserven algo de circulación antes de que el corazón sufra una anoxia irreversible que los adultos. Romig alude a este fenómeno como «ventana de salvabilidad». Los adultos tienen más probabilidades de sufrir una parada cardíaca o circulatoria primaria que posteriormente ocasiona la apnea. Aunque no se ha demostrado científicamente, en teoría es posible que un niño en parada respiratoria inicial que conserva alguna circulación no evolucione a una parada cardiorrespiratoria completa si se reinicia la respiración. Esta puede ser la diferencia fisiológica más importante entre los niños y los adultos de cara a la clasificación. JumpSTART reconoce esta diferencia exigiendo al profesional que compruebe si existe pulso. Si se identifica pulso (en la localización con la que el profesional se sienta más cómodo), el profesional deberá aplicar cinco respiraciones de reanimación a través de un dispositivo de barrera para protegerse, de forma que se abran las vías aéreas y si es posible se generen respiraciones espontáneas. Observe que esto *no* implica una MVB, algo cuyo uso resultaría sorprendente para un responsable de la clasificación. Un dispositivo de barrera sencillo, como los protectores para reanimación cardiopulmonar (RCP) que se pliegan como un llavero, es suficiente. Si esta maniobra para abrir la vía aérea inferior (el «salto inicial») genera respiraciones espontáneas, el responsable de la reanimación no deberá seguir ventilando al niño, pero lo deberá clasificar como «rojo» y seguir con su trabajo. Si existen suficientes personas para atenderlo, se puede asignar a una para que vigile al niño y controle la vía aérea, pero el responsable de la clasificación debe terminar su tarea. Si persiste la apnea tras cinco respiraciones, se debe asumir que pronto va a producirse una parada circulatoria y luego completa, salvo que se apliquen recursos intensivos de inmediato; estos recursos no suelen estar disponibles en las GC, de forma que el paciente se deberá clasificar como «negro» y el responsable deberá continuar con su trabajo.

El resto del algoritmo es igual al de la herramienta START, con puntos de toma de decisiones modificados para ajustarse a las normas pediátricas. Las frecuencias ventilatorias de JumpSTART para clasificar a un paciente como rojo son menos de 15 respiraciones/min y más de 45 respiraciones/min. Observe que JumpSTART incluye un valor umbral para las respiraciones demasiado bajo, una situación más peligrosa que la taquipnea. La combinación de los umbrales de START/JumpSTART para la respiración son 15-30-45, un esfuerzo intencionado para facilitar la memorización.

Los niños con frecuencias ventilatorias de 15-45 se valoran para detectar la perfusión mediante la presencia o ausencia de pulsos. No se emplea el relleno capilar porque esta medida

Peter Pan



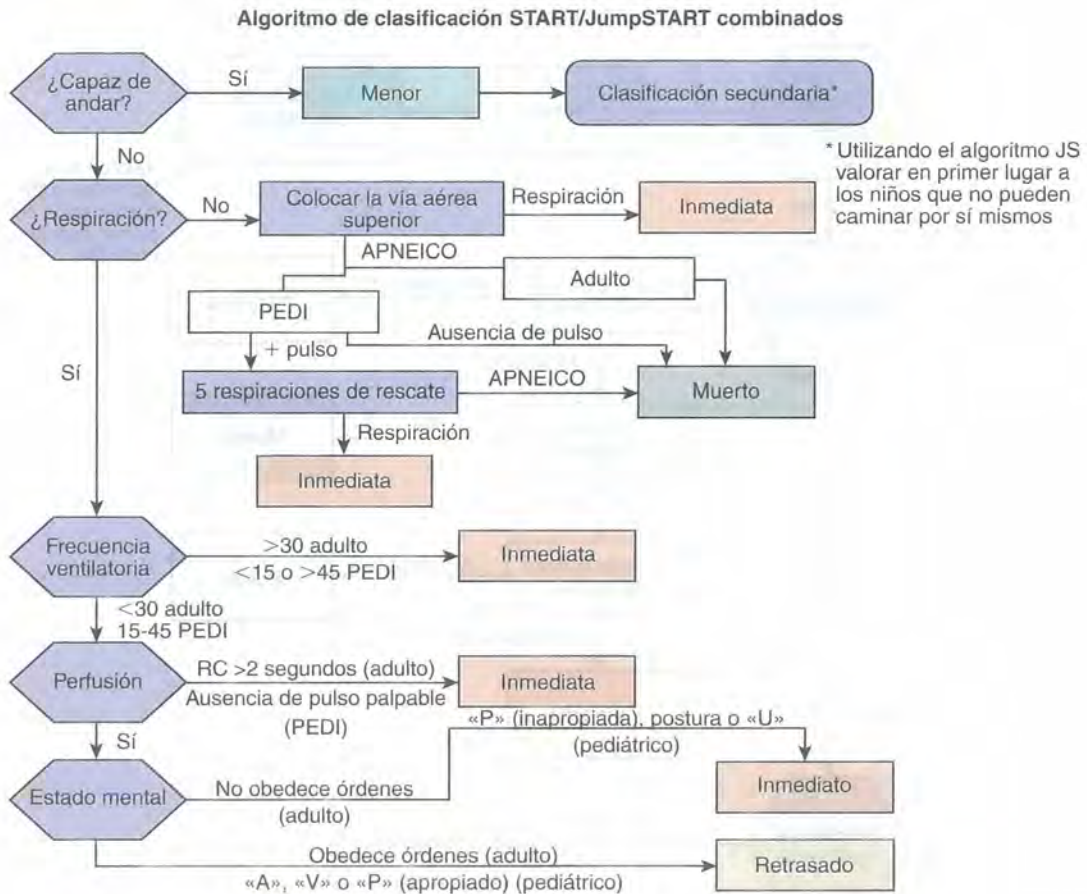
**FIGURA 14-6** Algoritmo JumpSTART.  
(Por cortesía del Dr. Lou Romig.)

de perfusión periférica se afecta con facilidad por el ambiente y resulta difícil de valorar con poca luz. START también recoge la presencia o ausencia de pulsos como medida alternativa de la perfusión. Los profesionales del rescate deberían buscar el pulso pediátrico en la zona que más cómoda les resulte. Si el pulso se palpa con facilidad, se debe valorar el estado mental. Si no se palpa pulso, el paciente se clasifica como «rojo».

START utiliza la capacidad de obedecer a órdenes sencillas como medida de un estado mental adecuado. Como algunos ni-

ños con estado normal no obedecen a las órdenes por su grado de desarrollo, por miedo o por falta de comprensión, JumpSTART utiliza el sistema AVPU para la valoración neurológica. Si el niño está alerta, no alerta pero responde a la voz o si responde de forma apropiada a estímulos dolorosos, el estado neurológico posiblemente no tenga una afectación peligrosa y el niño se clasifica como «amarillo». Una respuesta adecuada a los estímulos dolorosos implica capacidad de localizar el dolor y de alejarse de forma voluntaria del estímulo o bien de alejarlo.

Peter Pan



**FIGURA 14-7** Algoritmo START y JumpSTART combinados. (Por cortesía del Dr. Lou Romig.)

Los niños que no localizan el estímulo doloroso y responden con movimientos generalizados o sonidos sin sentido, que muestran posturas de decorticación o descerebración o que no responden en absoluto, se clasifican como «rojos». Observe que los niños del grupo amarillo posiblemente tienen un estado neurológico suficiente para conservar el reflejo nauseoso. Los niños de la clase roja posiblemente tienen menos capacidad de proteger su propia vía aérea con el reflejo nauseoso.

En resumen, los niños que no pueden caminar (de forma aguda), pero tienen respiraciones espontáneas entre 15 y 45 respiraciones/min, con pulsos palpables y que responden bien al dolor (o mejor) en la valoración AVPU se clasifican como «amarillos». Los niños en apnea, que tienen pulsos y responden a la ventilación con cinco respiraciones, que tienen una frecuencia menor de 15 respiraciones/min o superior a 45 respiraciones/min, que no tienen pulsos palpables o que responden de forma inadecuada, con adopción de posturas o ausencia de respuesta al estímulo doloroso se clasifican como «rojos».

Como se comentó antes, no todos los niños tienen la capacidad básica de caminar por su grado de desarrollo o por discapacidad. Esto no implica que no se les pueda asignar a una categoría verde en la clasificación primaria. Los niños que no pueden caminar deben ser sometidos al algoritmo JumpSTART. Si el paciente cumple cualquier criterio rojo, se debe clasificar así. Si el

paciente cumple criterios de amarillo, se debe explorar con rapidez para detectar signos externos de lesiones importantes, como quemaduras significativas, heridas penetrantes o pérdida de tejido, hemorragia incontrolable o distensión abdominal. Si se identifican signos externos importantes, clasificar al niño como «amarillo». (Recuerde que se ha determinado ya que el niño no cumple criterios fisiológicos de rojo.) Si el paciente no tiene signos externos de lesiones importantes, se lo clasifica como «verde».

En muchas circunstancias resulta difícil separar a los niños de sus guardianes. Si un guardián se niega a dejar al niño, clasifíquelos juntos y remítalos a la zona de tratamiento correspondiente al más grave de los dos. Siempre que sea posible, no malgaste el tiempo en vencer la resistencia de la familia a permanecer junta, aunque en algunos momentos se puede separar a los miembros de la familia para que cada uno reciba la mejor asistencia especializada.

### Clasificación secundaria

La clasificación primaria con las herramientas START, JumpSTART o cualquier otra sólo representa el principio de un proceso dinámico. Todas las víctimas deberán ser revaloradas con la máxima frecuencia posible para detectar mejoras o deterioros importantes. La clasificación secundaria se parece a una evaluación secunda-

ria porque se vuelve a valorar la fisiología, se identifican las alteraciones anatómicas y, cuando sea posible, se inicia el tratamiento. Los pacientes pueden ser reclasificados «al alza» o «a la baja» durante este proceso de clasificación secundaria. En general las prioridades de traslado y los destinos se determinan en esta fase.

No existen herramientas o protocolos de clasificación secundaria para las GC aceptados de forma generalizada. En general, los pacientes que necesitan tratamientos urgentes sólo disponibles a nivel hospitalario (p. ej., transfusiones de sangre, cirugía a vida o muerte) deben tener la máxima prioridad de traslado. Tras completar la clasificación primaria y empezar la secundaria y el tratamiento de las lesiones más urgentes, si se cuenta con personal suficiente, todos los pacientes de la categoría negra deberían ser valorados de nuevo para detectar signos de vida. La reanimación *sólo* se debe intentar cuando los pacientes que se pueden salvar no necesitan el personal o los recursos y si las lesiones aparentes y el tiempo indican que existe alguna opción de sobrevivir. Se pueden realizar cuidados paliativos en pacientes del grupo negro que todavía están vivos, pero cuyas lesiones no permiten la supervivencia independientemente de que se apliquen recursos sofisticados.

## Resumen y beneficios

La herramienta de clasificación para GC pediátrica JumpSTART funciona bien como complemento a START o cualquier otra herramienta de clasificación para GC de adultos para la clasificación primaria de los niños en una GC. En JumpSTART los puntos de decisión fisiológica se han ajustado para tener en consideración la fisiología normal de los niños de distintas edades. JumpSTART reconoce que la forma de muerte principal de los

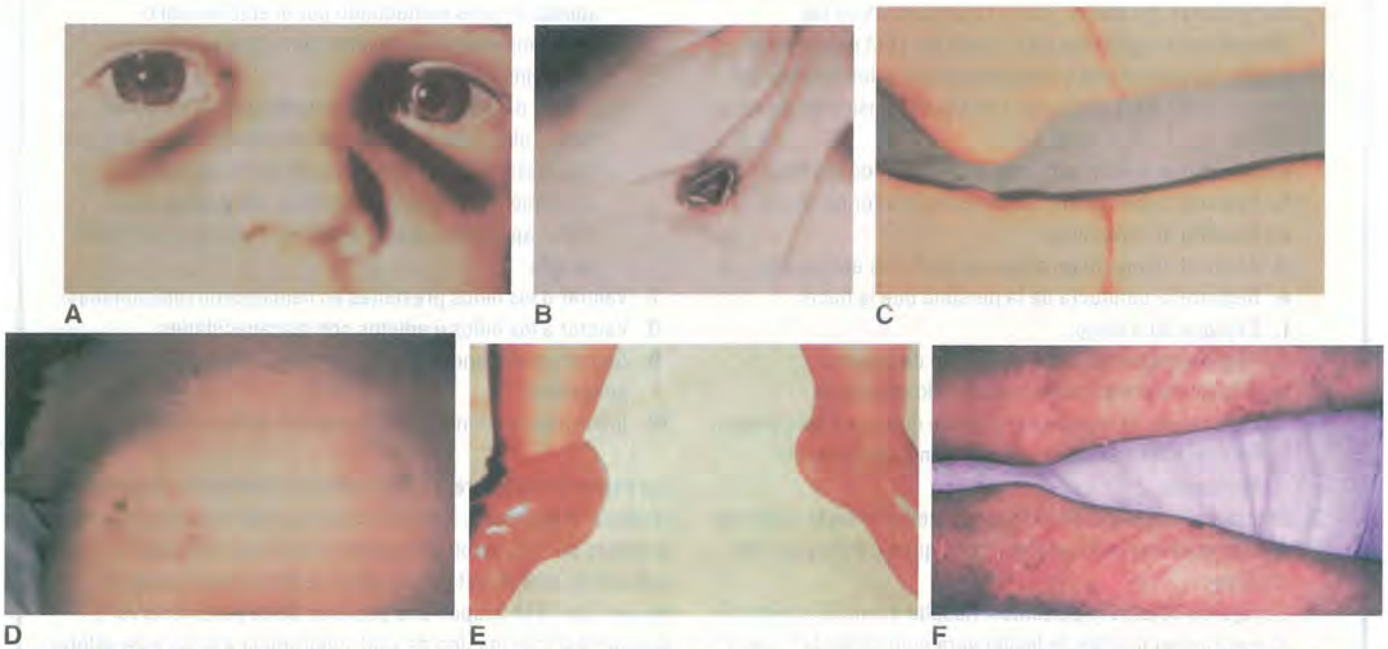
niños con lesiones agudas es la parada/insuficiencia respiratoria y añade pasos adicionales para identificar a los pacientes dentro de esta «ventana de salvabilidad». El ensayo de ventilación JumpSTART abre la vía aérea inferior del niño en apnea con pulso para tratar de estimular la respiración espontánea. Además, JumpSTART incorpora una adaptación para niños inmaduros o con necesidades especiales, que no cumplen los criterios de caminar de los enfermos considerados «verdes».

Un sistema de clasificación objetiva de los niños implicados en una GC beneficia a las víctimas y los profesionales responsables de la asistencia. Al seguir un esquema de valoración objetivo y limitado de forma precisa, los profesionales pueden centrar su trabajo estresante y con un tiempo limitado dentro de un entorno caótico y pleno de emociones. El *sistema* de clasificación especifica las prioridades de tratamiento, de forma que el profesional puede sentir una menor responsabilidad por adoptar decisiones de vida o muerte sobre niños y puede encontrar tranquilidad al saber que ha intervenido a la hora de atender al máximo número posible de pacientes de la forma adecuada.

Los lectores que deseen más información sobre el JumpSTART deben consultar [www.jumpstarttriage.com](http://www.jumpstarttriage.com).

## El niño golpeado y maltratado

Los malos tratos infantiles son una causa importante de traumatismos en los niños. Casi un 20% de las quemaduras pediá-



**FIGURA 14-8** Indicadores de posibles malos tratos. **A.** «Ojos de mapache» o hematoma periorbitario, una posible indicación de una fractura de la fosa anterior del cráneo. **B.** Quemadura reciente de un cigarrillo en la palma de la mano. **C.** Abrusiones recientes por una lesión por ataduras. **D.** Mordeduras humanas. **E.** Escaldaduras en los pies. **F.** Latigazos y abrasiones en las piernas como consecuencia de malos tratos con un cable eléctrico.

(Tomado de Sanders M: *Mosby's paramedic textbook*, ed 2, St Louis, 2001, Mosby.)

tricas se deben a malos tratos o abandono infantil. El profesional de la asistencia prehospitalaria debe tener en cuenta la posibilidad de malos tratos cuando las circunstancias así lo indiquen.

En muchas jurisdicciones, el profesional de la asistencia prehospitalaria está obligado legalmente a denunciar cuando identifica un posible caso de malos tratos infantiles. En general, los informadores que actúan de buena fe están protegidos frente a las acciones legales que pueden ejercer las partes denunciadas.

El profesional de la asistencia prehospitalaria sospechará malos tratos ante alguno de los siguientes casos:

- Existen discrepancias entre la historia y el grado de lesiones físicas o se cambia la historia a menudo.

- Respuesta familiar inadecuada.
- Ha transcurrido un tiempo prolongado entre el momento de la lesión y la búsqueda real de asistencia médica.
- La historia del traumatismo no es compatible con el nivel de desarrollo del niño. Por ejemplo, una historia que indique que un recién nacido se ha caído de la cama debe levantar sospechas porque los recién nacidos son incapaces de rodar por su nivel de desarrollo.

Algunos tipos de lesiones también indican malos tratos, tales como (figura 14-8):

- Hematomas múltiples en grados variables de resolución (excluidos las palmas, antebrazos, regiones pretibiales y la

#### CUADRO 14-6 Documentación de los malos tratos infantiles

Los técnicos de emergencias médicas (TEM) pueden ser los únicos profesionales que acuden al lugar de un crimen que implique malos tratos infantiles. Aunque se debe reconocer que los TEM se ven sometidos a una inmensa presión en el lugar de una urgencia, ocupan una posición única para recoger pruebas de importancia extrema para ayudar a determinar los mecanismos de las lesiones e identificar al maltratador. Los TEM deberían documentar 10 aspectos fundamentales a la hora de responder a una llamada porque «un niño necesita ayuda»:

1. Documentar todos los adultos y niños presentes.
2. Documentar todas las afirmaciones y el comportamiento de las personas presentes. Como registradores de las afirmaciones realizadas en el lugar, los TEM deben estar familiarizados con las características que deben tener las afirmaciones para poder ser tenidas en consideración en un juicio:
  - a. Identifique y demuestre quién ha realizado la afirmación.
  - b. Registre todas las afirmaciones en el informe oficial.
  - c. Registre el contenido.
  - d. Anote el momento en el que se realizó la afirmación.
  - e. Registre la conducta de la persona que la hace.
  - f. Explique su trabajo.
  - g. Realice preguntas de seguimiento de prueba.
  - h. Registre la pregunta. A menudo sólo es posible comprender la respuesta sabiendo qué se ha preguntado.
  - i. Enumere las personas que también escucharon la respuesta.
3. Registre el entorno. Los TEM puede llegar al lugar antes de que los cuidadores lo limpien, modifiquen o destruyan las pruebas.
4. Recoja los objetos importantes. Resulta esencial conservar el mecanismo posible de lesión para comprobar la historia del sospechoso.

5. Identifique y anote la edad del niño y su nivel de desarrollo.
6. Conozca los signos de malos tratos y abandono:
  - a. Signos de malos tratos físicos: fracturas inexplicadas; hematomas; ojos morados, cortes, quemaduras y erosiones; patrón de las lesiones y marcas de mordeduras; comportamiento antisocial; temor a los adultos; signos de apatía; depresión, hostilidad o estrés; trastornos alimentarios.
  - b. Signos de abuso sexual: dificultad para caminar o sentarse; exceso de adaptabilidad; agresividad excesiva; pesadillas, enuresis nocturna, cambios drásticos del apetito; interés inadecuado por el acto sexual o conocimientos inapropiados; temor a una persona determinada.
  - c. Signos de abandono: ropas inadecuadas; sucio/sin bañar; olor corporal intenso; exantema del pañal grave; bajo peso; falta de alimentos, leche o juguetes; consumo de drogas o alcohol por los padres o los niños; aparente falta de vigilancia; malas condiciones de vida.
7. Valorar a los niños presentes en llamadas no relacionadas.
8. Valorar a los niños y adultos con discapacidades.
9. Seguir las exigencias y procedimientos de notificación obligatoria.
10. Interaccionar con el equipo multidisciplinario (EMD).

Los casos de malos tratos y abandono infantil están plagados de aspectos difíciles. Para conseguir que los responsables sean culpados por sus actos se necesita una documentación metódica, una investigación bien realizada y un trabajo en equipo. Los TEM ocupan una posición única para observar y documentar información de vital importancia a la hora de valorar un posible maltrato infantil.

frente, que se lesionan a menudo por caídas normales). Los hematomas normales se localizan sobre las prominencias óseas.

- Lesiones extrañas, como mordeduras, quemaduras de cigarrillos o marcas de cuerdas o cualquier otra lesión con un patrón.
- Quemaduras bien delimitadas o lesiones por escaldadura en zonas inusuales (véase capítulo 13).

Los mecanismos de denuncia son variables, por lo que el profesional de la asistencia prehospitalaria debe estar familiarizado con los organismos apropiados que gestionan los casos de malos tratos infantiles en su localidad. La necesidad de comunicar los malos tratos es más evidente por los datos que indican que hasta el 50% de los niños que los han sufrido vuelven al cuidado de los maltratadores porque no se sospecha ni notifica el maltrato (cuadro 14-6).

## RESUMEN

La asistencia inicial y prehospitalaria continuada del niño traumatizado requiere la aplicación de los principios convencionales de soporte vital en traumatología modificados por las características propias de los niños. Los traumatismos craneales son la principal causa de muerte tras un traumatismo y son la lesión más frecuente por la que el niño necesita tratamiento de la vía aérea. Los niños tienen la capacidad de compensar la pérdida de volumen más que los adultos pero, cuando se supera esta capacidad de compensación, sufren un deterioro brusco e importante. Pueden existir lesiones orgánicas y vasculares subyacentes significativas sin una lesión externa evidente, a menudo sólo con signos y síntomas externos leves. Los niños traumatizados con los siguientes signos y que están inestables y deben ser trasladados sin demora a un centro apropiado:

- Dificultad respiratoria.
- Signos de *shock* o inestabilidad circulatoria.
- Cualquier período de pérdida de conciencia después del traumatismo.
- Traumatismo contuso significativo del tórax o el abdomen.
- Fracturas costales.
- Fractura de pelvis.

Si es posible, los niños que sufren un politraumatismo y presentan una puntuación PTS menor de 8 deben ser trasladados a un centro de atención al trauma pediátrico.

## RESOLUCIÓN DEL CASO

Usted ha identificado correctamente a este niño como una víctima de un politraumatismo que se encuentra en *shock*. Debido al mecanismo de la lesión, decide que Scott presenta una lesión crítica. Debido al traumatismo femoral combinado con el cambio de la capacidad verbal, tiene que determinar cuál es la mayor amenaza para su supervivencia: la lesión cerebral, la posible pérdida de volumen por la fractura de fémur o bien otras lesiones que aún no se han identificado. Identifica correctamente la existencia de hipotensión y taquicardia, que supone que están relacionadas con un *shock* hipovolémico, probablemente como consecuencia de una lesión intrabdominal no diagnosticada, porque una fractura femoral por sí sola no suele ocasionar hipotensión en un niño. Inicialmente, la respiración de Scott se apoya con oxígeno en una concentración alta mediante una mascarilla sin reinhalación. Usted se da cuenta de que la frecuencia ventilatoria es demasiado baja para un niño de esta edad y está preparado para proporcionar un con-

trol más intensivo de las vías aéreas si su situación se deteriora. Cuando se plantea las opciones para el control de la vía aérea, le pide a su compañero que establezca manualmente la cabeza y el cuello. También debe tener en cuenta la intubación con secuencia rápida (ISR) si procede y tiene la formación adecuada.

Debido a la naturaleza de las lesiones del niño, consulta con el control médico, que está de acuerdo en que el traslado en helicóptero a un centro de atención al trauma pediátrico más distante resulta más apropiado que el transporte por tierra a un hospital comunitario cercano sin una unidad de cuidados intensivos pediátricos o recursos de neurocirugía u ortopedia infantiles. Unos breves esfuerzos por conseguir un acceso venoso periférico no tienen éxito, por lo que comienza la administración de una infusión de cristaloides a través de una vía intraósea. La madre llega justo en el momento en que está transfiriendo la asistencia a la tripulación del helicóptero. ■

### Bibliografía

- Gaines BA, Ford HR: Abdominal and pelvic trauma in children, *Crit Care Med* 30(11 suppl):S416, 2002.
- American College of Surgeons Committee on Trauma: Extremes of age: pediatric trauma. In *Advanced trauma life support for doctors, student course manual*, ed 7, Chicago, 2004, ACS.
- Winston FK, Durbin DR, Kallan MJ, Moll EK: The danger of premature graduation to seat belts for young children, *Pediatrics* 105(6):1179, 2000.
- Grisoni ER, Pillai SB, Volsko TA, et al: Pediatric airbag injuries: the Ohio experience, *J Pediatr Surg* 35(2):160, 2000.
- Durbin DR, Kallan M, Elliott M, et al: Risk of injury to restrained children from passenger air bags, *Traffic Injury Prev* 4(1):58, 2003.
- American Academy of Pediatrics Committee on Injury and Poison Prevention: Selecting and using the most appropriate car safety seats for growing children: guidelines for counseling parents, *Pediatrics* 109(3):550, 2002.
- Nance ML, Lutz N, Arbogast KB, et al: Optimal restraint reduces the risk of abdominal injury in children involved in motor vehicle crashes, *Ann Surg* 239(1):127, 2004.
- Braver ER, Whitfield R, Ferguson SA: Seating positions and children's risk of dying in motor vehicle crashes, *Injury Prev* 4(3):181, 1998.
- Bensard DD, Beaver BL, Besner GE, Cooney DR: Small bowel injury in children after blunt abdominal trauma: is diagnostic delay important? *J Trauma Injury Infect Crit Care* 41(3):476, 1996.
- Allen GS, Moore FA, Cox CS Jr, et al: Hollow visceral injury and blunt trauma, *J Trauma Injury Infect Crit Care* 45(1):69, 1998.
- Durbin DR, Kallan M, Elliott M, et al: Risk of injury to restrained children from passenger airbags, *Annu Proc Assoc Adv Auto Med* 46:15, 2002.
- Gausche M, Lewis RJ, Stratton SJ, et al: Effect of out-of-hospital pediatric endotracheal intubation on survival and neurological outcome: a controlled clinical trial, *JAMA* 283(6):783, 2000.
- Ehrlich PF, Seidman PS, Atallah D, et al: Endotracheal intubation in rural pediatric trauma patients, *J Pediatr Surg* 39:1376, 2004.
- Davis DP, Hoyt DB, Ochs M, et al: The effect of paramedic rapid sequence intubation on outcome in patients with severe traumatic brain injury, *J Trauma Injury Infect Crit Care* 54(3):444, 2003.
- Davis DP, Dunford JV, Poste JC, et al: The impact of hypoxia and hyperventilation on outcome after paramedic rapid sequence intubation of severely head-injured patients, *J Trauma Injury Infect Crit Care* 57(1):1, 2004.
- Adelson PD, Bratton SL, Carney NA, et al: Guidelines for the acute medical management of severe traumatic brain injury in infants, children, and adolescents. Chapter 4. Resuscitation of blood pressure and oxygenation and prehospital brain-specific therapies for the severe pediatric traumatic brain injury patient, *Pediatr Crit Care Med* 4(3 suppl):S12, 2003.
- York J, Arrillaga A, Graham R, Miller R: Fluid resuscitation of patients with multiple injuries and severe closed head injury: experience with an aggressive fluid resuscitation strategy, *J Trauma Injury Infect Crit Care* 48(3):376, 2000.
- Manley G, Knudson MM, Morabito D, et al: Hypotension, hypoxia, and head injury: frequency, duration, and consequences, *Arch Surg* 136(10):1118, 2001.
- Luten R: Error and time delay in pediatric trauma resuscitation: addressing the problem with color-coded resuscitation aids, *Surg Clin North Am* 82(2):303, 2002.
- Winchell RJ, Hoyt DB: Endotracheal intubation in the field improves survival in patients with severe head injury, *Arch Surg* 132(6):592, 1997.

21. Davis DP, Ochs M, Hoyt DB, et al: Paramedic-administered neuromuscular blockade improves prehospital intubation success in severely head-injured patients, *J Trauma Injury Infect Crit Care* 55(4):713, 2003.
22. Pearson S: Comparison of intubation attempts and completion times before and after the initiation of a rapid sequence intubation protocol in an air medical transport program, *Air Med J* 22(6):28, 2003.
23. Stockinger ZT, McSwain NE Jr: Prehospital endotracheal intubation for trauma does not improve survival over bag-valve-mask ventilation, *J Trauma Injury Infect Crit Care* 56(3):531, 2004.
24. Murray JA, Demetriades D, Berne TV, et al: Prehospital intubation in patients with severe head injury, *J Trauma Injury Infect Crit Care* 49(6):1065, 2000.
25. Davis BD, Fowler R, Kupas DF, Roppolo LP: Role of rapid sequence induction for intubation in the prehospital setting: helpful or harmful? *Curr Opin Crit Care* 8(6):571, 2002.
26. Davis DP, Valentine C, Ochs M, et al: The Combitube as a salvage airway device for paramedic rapid sequence intubation, *Ann Emerg Med* 42(5):697, 2003.
27. Martin SE, Ochsner MG, Jarman RH, et al: Use of the laryngeal mask airway in air transport when intubation fails, *J Trauma Injury Infect Crit Care* 47(2):352, 1999.
28. Venkataraman ST, Thompson AE, Orr RA: Femoral vascular catheterization in critically ill infants and children, *Clin Pediatr* 36(6):311, 1997.
29. Carmona Suazo JA, Maas AI, van den Brink WA, et al: CO<sub>2</sub> reactivity and brain oxygen pressure monitoring in severe head injury, *Crit Care Med* 28(9):3268, 2000.
30. De Lorenzo RA: A review of spinal immobilization techniques, *J Emerg Med* 14(5):603, 1996.
31. Valadie LL: Child safety seats and the emergency responder, *Emerg Med Serv* 33(7):68, 2004.
32. National Vital Statistics System, Centers for Disease Control and Prevention: Deaths: final data for 1997, *MMWR* 47 (19):1, 1999.
33. Heins M: The "battered child" revisited, *JAMA* 251:3295, 1984.
34. Weimer CL, Goldfarb IW, Slater H: Multidisciplinary approach to working with burn victims of child abuse, *J Burn Care Rehabil* 9:79, 1988.
35. Hight DW, Bakalar HR, Lloyd JR: Inflicted burns in children: recognition and treatment, *JAMA* 242:517, 1979.
36. Feldman KW, Schaller RT, Feldman JA, McMillon M: Tap water scald burns in children, *Pediatrics* 62:1, 1978.
37. Montrey JS, Barcia PJ: Nonaccidental burns in child abuse, *South Med J* 78:1324, 1985.
38. Larson JT, Dietrich AM, Abdessalam SF, Werman HA: Effective use of the air ambulance for pediatric trauma, *J Trauma Injury Infect Crit Care* 56(1):89, 2004.
39. Eckstein M, Jantos T, Kelly N, Cardillo A: Helicopter transport of pediatric trauma patients in an urban emergency medical services system: a critical analysis, *J Trauma Injury Infect Crit Care* 53(2):340, 2002.

## Lecturas recomendadas

- Anonymous: EMSC Partnership for Children/National Association of EMS Physicians model pediatric protocols: 2003 revision, *Prehosp Emerg Care* 8(4):343, 2004.

## Objetivos del capítulo

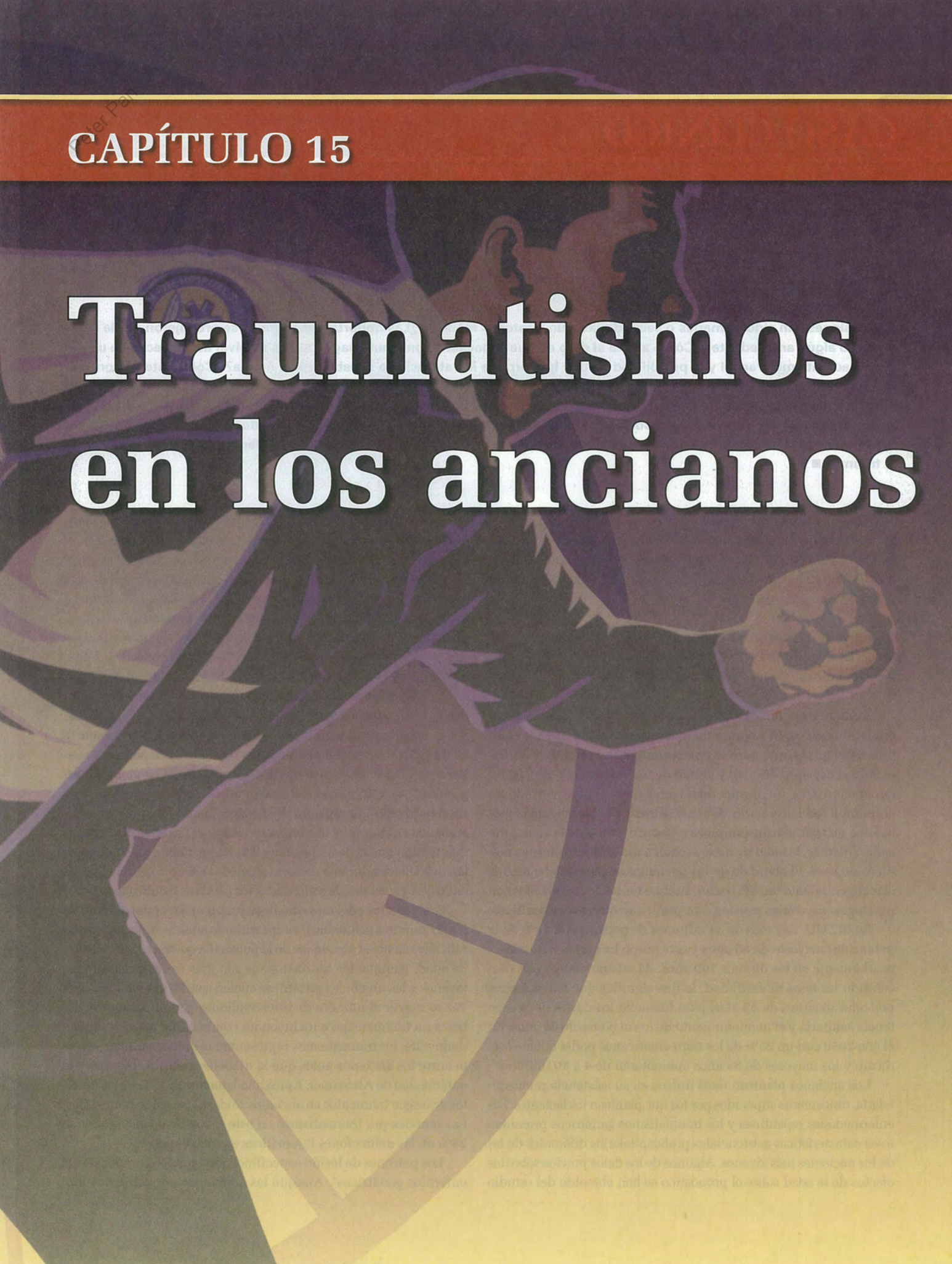
---

*Al finalizar este capítulo, el lector deberá ser capaz de:*

- ✓ Comentar la epidemiología de los traumatismos en los ancianos.
- ✓ Comentar los efectos anatómicos y fisiológicos del envejecimiento como factor etiológico de los traumatismos en los ancianos y como factor en la fisiopatología de los traumatismos.
- ✓ Explicar las interacciones entre los diferentes problemas médicos preexistentes y las lesiones traumáticas de los ancianos para establecer diferencias en la fisiopatología y las manifestaciones de los traumatismos.
- ✓ Explicar los efectos fisiológicos de los fármacos específicos más utilizados sobre la fisiopatología y las manifestaciones de los traumatismos en los ancianos.
- ✓ Comparar y contrastar las técnicas de evaluación y las consideraciones utilizadas en los ancianos con las empleadas en pacientes más jóvenes.
- ✓ Mostrar las modificaciones en las técnicas de inmovilización raquídea para conseguir una inmovilización raquídea segura y eficaz de un anciano con la máxima comodidad posible.
- ✓ Comparar y contrastar el tratamiento del anciano traumatizado con el de los traumatizados más jóvenes.
- ✓ Evaluar el lugar del incidente y a los pacientes ancianos para detectar signos y síntomas de malos tratos y abandono.

CAPÍTULO 15

# Traumatismos en los ancianos



## CASO CLÍNICO

Su unidad recibe un aviso para acudir a atender a una «persona tirada». Cuando valora la escena por primera vez, observa que un anciano está tumbado en decúbito prono sobre el arcén de la carretera. Los testigos le dicen que el señor iba caminando de forma errática antes de caerse. Mientras mantiene una estabilización adecuada de la columna, usted y su compañero colocan al paciente en decúbito supino. El enfermo muestra extensas contusiones en la cara y equimosis periorbitaria. Muestra una respiración agónica sonora. Lleva un brazalete de alerta médica en el que dice que está tomando anticoagulantes.

**¿Las lesiones han sido primarias o secundarias a un trastorno médico? ¿Las importantes lesiones se produjeron por la caída o existió algún antecedente? ¿Cómo afecta el dato de que el paciente toma anticoagulantes a su nivel de sospecha de un posible traumatismo craneal y la posibilidad de una hemorragia intratorácica o intrabdominal oculta? ¿Cómo interaccionan la edad, los antecedentes médicos y el tratamiento del paciente con las lesiones sufridas modificando la fisiopatología y las manifestaciones comparadas con las de una persona más joven? ¿Qué posibles problemas médicos exigirían un uso crónico de anticoagulantes? ¿En qué sentido modificaría su abordaje al tratamiento del paciente, sobre todo en lo que respecta a la estabilización de la vía aérea? ¿Se debe emplear la edad como criterio aislado adicional para trasladar a un centro de atención al trauma? ■**

Las personas mayores representan el grupo de edad que más está aumentando en EE. UU. Los gerontólogos (médicos especialistas que estudian y atienden a los ancianos) dividen a las *personas mayores* en tres categorías específicas:

- *Edad media:* De 50 a 64 años.
- *Edad avanzada:* De 65 a 79 años.
- *Edad tardía:* De 80 años o más.

Aunque estas definiciones tienen importancia para los datos epidemiológicos, es importante reconocer también que los cambios fisiológicos asociados al envejecimiento se producen durante todo el espectro de edad y varían de un individuo a otro. La recuperación tras un traumatismo craneoencefálico cerrado se empieza a reducir a partir de los 25 años y la supervivencia global tras un traumatismo empieza a hacerlo a final de la cuarta década. Además, la edad se suele asociar a múltiples trastornos médicos de base. El abordaje de los pacientes ancianos debe incluir el reconocimiento de este hecho, aunque los pacientes jóvenes con patologías asociadas pueden compartir características similares.

En EE. UU. hay más de 34 millones de personas (el 12% de la población) mayores de 65 años y este grupo ha aumentado espectacularmente en los últimos 100 años. Al mismo tiempo han descendido las tasas de fertilidad, lo que significa que habrá menos personas menores de 65 años para financiar los costes de la asistencia sanitaria y el mantenimiento de los mayores de 65 años. En el año 2050 casi un 25% de los norteamericanos podrá optar a Medicare y los mayores de 85 años aumentarán de 4 a 19 millones<sup>1</sup>.

Los ancianos plantean retos únicos en su asistencia prehospitalaria, únicamente superados por los que plantean los lactantes. Las enfermedades repentinas y los traumatismos geriátricos presentan unas características asistenciales prehospitalarias diferentes de las de los pacientes más jóvenes. Algunos de los datos previos sobre los efectos de la edad sobre el pronóstico se han obtenido del estudio

*Major Trauma Outcome* realizado por el *American College of Surgeons Committee on Trauma*<sup>2</sup>. Se compararon datos de más de 3800 pacientes de 65 años o más con casi 43.000 menores de esta edad. La mortalidad aumentó entre los 45 y 55 años y se duplicó a los 75 años. El riesgo ajustado según la edad se mantiene a lo largo de todo el espectro de gravedad de las lesiones, lo que sugiere que una lesión que una persona joven podría tolerar con facilidad puede ocasionar la muerte en una persona de edad avanzada.

Dado que los ancianos son más propensos a sufrir trastornos críticos y traumatismos que el resto de la población, se debe considerar un espectro más amplio de posibles complicaciones durante la evaluación y el tratamiento de estos pacientes. Los ancianos suelen acceder a la asistencia médica a través de los servicios de urgencia (p. ej., 112) y su atención sanitaria es diferente de la de sujetos más jóvenes. El espectro de discapacidades que presentan los ancianos es enorme y la evaluación sobre el terreno puede llevar más tiempo que la de un paciente más joven. Cabe esperar que surjan dificultades durante dicha evaluación debido a las deficiencias auditivas y visuales, la senilidad y los cambios fisiológicos.

Gracias a los adelantos médicos y a un mejor conocimiento de las costumbres saludables, en los últimos años ha aumentado significativamente el porcentaje de la población que supera los 65 años de edad. Aunque los traumatismos son más frecuentes entre los jóvenes y las urgencias geriátricas suelen ser de tipo médico, cada vez es mayor el número de intervenciones geriátricas que se deben a un traumatismo o incluyen un componente traumático. Actualmente, los traumatismos representan la quinta causa de muerte entre los ancianos antes que la diabetes mellitus, la gripe y la enfermedad de Alzheimer. Aproximadamente un 15% de las muertes de origen traumático en ancianos se clasifican como homicidios. Las muertes por traumatismos en este grupo de edad suponen el 25% de las defunciones traumáticas en todo el país<sup>3</sup>.

Los patrones de lesión específicos son también propios de los enfermos geriátricos<sup>4</sup>. Aunque las colisiones por vehículos mo-

torizados (CVM) son la principal causa de muerte traumática de forma global, las caídas son la causa predominante en los pacientes mayores de 75 años. Igual que sucede en niños pequeños (<5 años), las lesiones por escaldadura son el mayor porcentaje de las quemaduras en los mayores de 65 años.

Los avances en los últimos años han incrementado la esperanza de vida de los adultos y han mejorado también su calidad de vida y, por consiguiente, ha aumentado la actividad física que se realiza a edades superiores. Las personas viven más y gozan de mejor salud cuando envejecen y son muchos más los que viajan, conducen y se mantienen físicamente activos, lo que conlleva un incremento asociado de los traumatismos geriátricos. Muchas personas que podrían jubilarse siguen trabajando a pesar de tener algún problema de salud o de su edad avanzada.

Debido a estos cambios sociales recientes, es mayor el número de ancianos que viven solos, en comunidades para la tercera edad y otros alojamientos de este tipo que los que viven en residencias u otros centros más protegidos y limitados. Esto conlleva un aumento probable de la incidencia de accidentes caseros corrientes, como caídas. Durante los últimos años hemos observado igualmente un incremento de los ancianos que son víctimas de delitos en su hogar o en la calle. Las personas mayores suelen representar «víctimas fáciles» y pueden sufrir traumatismos importantes por delitos de violencia aparentemente limitada (como los «tirones» de bolsos) al ser golpeados, arrollados o arrojados al suelo.

Con el conocimiento cada vez mayor del aumento de esta población de riesgo, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe conocer las necesidades específicas del anciano traumatizado. En concreto, debe comprender el proceso del envejecimiento y conocer los efectos que tienen los problemas médicos concomitantes sobre la respuesta de un anciano a los traumatismos y al tratamiento traumatológico. Las consideraciones especiales que analizamos en este capítulo deben formar parte de la evaluación y el tratamiento de todo paciente traumatizado que sea mayor de 65 años, tenga el aspecto físico de un anciano o sea un adulto de mediana edad que presente cualquiera de los trastornos médicos importantes que suelen afectar a los ancianos.

## Anatomía y fisiología del envejecimiento

El envejecimiento produce modificaciones de la estructura física, la composición del organismo y las funciones orgánicas y crea problemas peculiares durante la asistencia prehospitalaria. El envejecimiento influye además en las tasas de morbilidad y mortalidad.

El envejecimiento, o *senectud*, es un proceso biológico natural y a veces se considera que representa un proceso de «regresión biológica» que comienza en los primeros años de la etapa adulta. En ese momento, los sistemas del organismo han alcanzado la madurez y el crecimiento fisiológico ha llegado a un punto sin retorno. El organismo va perdiendo su capacidad para mantener la homeostasis (el estado de equilibrio relativo en el medio interno) y su viabilidad va decayendo hasta que sobreviene la muerte.

El envejecimiento es fundamentalmente un proceso celular y se refleja tanto en la estructura anatómica como en las funciones fisiológicas. El período de la «vejez» suele caracterizarse por la fragilidad, la torpeza mental, el deterioro de las funciones psicológicas, la merma de la energía, la aparición de enfermedades crónicas y degenerativas y un declive de la agudeza sensorial. Menguan las capacidades funcionales y aparecen los conocidos signos y síntomas superficiales de la vejez, como las arrugas cutáneas, los cambios en el color y la cantidad del cabello, la artrosis y la ralentización del tiempo de reacción y los reflejos (figura 15-1).

### Influencia de los problemas médicos crónicos

A medida que una persona envejece, experimenta los cambios fisiológicos normales del envejecimiento y puede sufrir también más problemas médicos. Aunque algunas personas pueden llegar a una edad avanzada sin problemas médicos importantes, desde el punto de vista estadístico, una persona mayor tiene más probabilidades de sufrir uno o más trastornos médicos significativos. En este momento los ancianos consumen más de una tercera parte de los recursos sanitarios en EE. UU.<sup>6</sup>. Normalmente, una asistencia médica adecuada permite controlar estas alteraciones, evitando o limitando las exacerbaciones que provocan episodios agudos y que a menudo ponen en peligro la vida del paciente. Algunas personas mayores alcanzan una edad avanzada con unos problemas médicos mínimos, mientras que otros manifiestan enfermedades crónicas y dependen de los medios médicos más modernos. Estos últimos pueden deteriorarse más rápidamente en una situación de urgencia.

Los episodios agudos de repetición e incluso un episodio aislado importante pueden producir efectos residuales crónicos en el organismo. Un paciente que ha sufrido anteriormente un infarto agudo de miocardio conserva una lesión cardíaca permanente. La merma resultante de la capacidad cardíaca persiste durante el resto de su vida, afectando al corazón y también a otros órganos, debido al deterioro crónico resultante de la circulación.

Conforme una persona va envejeciendo pueden surgir problemas médicos adicionales. Ninguno es un proceso verdaderamente aislado, ya que la influencia sobre el organismo es acumulativa. La influencia total sobre el organismo es superior a la suma de los efectos individuales. Según este trastorno va progresando y reduciendo la capacidad funcional del organismo, mengua considerablemente la capacidad del individuo para afrontar una nueva enfermedad, un traumatismo grave o incluso los traumatismos leves.

Con independencia de la edad del paciente, las prioridades, las necesidades asistenciales y las alteraciones potencialmente mortales que suelen observarse tras un traumatismo grave son siempre las mismas. Sin embargo, debido frecuentemente a alteraciones físicas preexistentes, los ancianos pueden morir también a causa de lesiones menos importantes y fallecen antes que los sujetos más jóvenes. Existen datos que confirman el efecto que tienen las anomalías preexistentes sobre la supervivencia de un anciano traumatizado (tabla 15-1) y que, cuantos más trastornos sufren los pacientes traumatizados, mayor es la mortalidad (tabla 15-2). La mortalidad es superior en algunos trastor-

Peter Pan

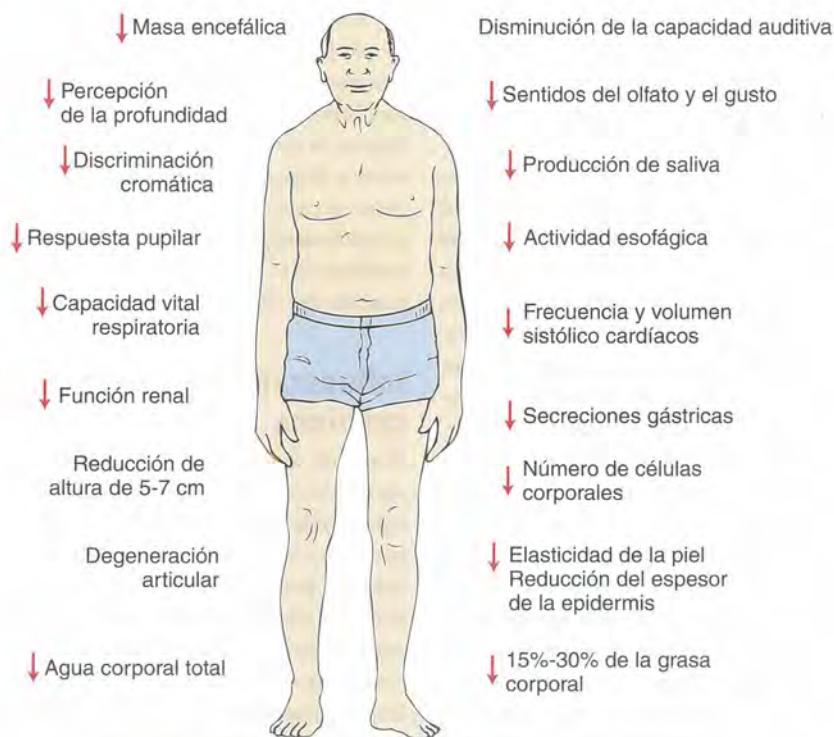


FIGURA 15-1 Cambios provocados por el envejecimiento.

**TABLA 15-1** Porcentaje de pacientes con enfermedades preexistentes

Edad (años)	Enfermedades preexistentes (%)
15-24	2,8
25-34	8
35-44	17
45-54	30,8
55-64	44,1
65-74	50
>75	64,9

Modificado de Milzman DP, Boulanger BR, Rodriguez A, et al: *J Trauma* 32:236, 1992.

nos debido a que interfieren en la capacidad de respuesta de los ancianos a los traumatismos (tabla 15-3)<sup>6</sup>.

### Oídos, nariz y garganta

La caries dental, las gingivopatías y los traumatismos dentales obligan al uso de diferentes prótesis odontológicas. La fragilidad de las fundas, los puentes fijos o las prótesis y puentes extraíbles plantean un problema muy especial: la posible aspiración de cuerpos extraños con obstrucción de las vías aéreas.

La resorción mandibular, debida en parte a la ausencia de los dientes (*edentulismo*), provoca cambios en el contorno facial. La

**TABLA 15-2** Número de enfermedades preexistentes y evolución

Número de enfermedades preexistentes	Supervivientes	Fallecidos	Tasa de mortalidad (%)
0	6341	211	3,2
1	868	56	6,1
2	197	36	15,5
3 o más	67	22	24,7

Modificado de Milzman DP, Boulanger BR, Rodriguez A, et al: *J Trauma* 32:236, 1992.

boca presenta un aspecto encogido y hundido característico. Estos cambios pueden impedir la creación de un sello eficaz con un dispositivo de bolsa-válvula-mascarilla (MVB) y dificultar la visualización de las vías aéreas durante la intubación endotraqueal. Los tejidos de la nasofaringe cada vez se vuelven más frágiles; además del riesgo que representa para el traumatismo inicial, las intervenciones como la colocación de tubos nasofaríngeos pueden ocasionar una hemorragia profusa si no se realizan con cuidado.

### Aparato respiratorio

Los cambios de la vía aérea y los pulmones en los ancianos no siempre guardan relación exclusivamente con la senectud. La exposición crónica acumulada a toxinas ambientales a lo largo de

**TABLA 15-3** Prevalencia de enfermedades preexistentes y sus tasas de mortalidad

Enfermedad preexistente	Número de pacientes	Enfermedad preexistente actual (%)	Total (%)	Tasa de mortalidad (%)
Hipertensión arterial	597	47,9	7,7	10,2
Neumopatía	286	23	3,7	8,4
Cardiopatía	223	17,9	2,9	18,4
Diabetes	198	15,9	2,5	12,1
Obesidad	167	13,4	2,1	4,8
Neoplasia maligna	80	6,4	1	20
Trastorno neurológico	45	3,6	0,6	13,3
Nefropatía	40	3,2	0,5	37,5
Hepatopatía	41	3,3	0,5	12,2

Modificado de Milzman DP, Boulanger BR, Rodriguez A, et al: *J Trauma* 32:236, 1992.

los años de vida puede deberse a riesgos laborales o al humo del tabaco. Además, pueden esperarse cambios innatos independientes del efecto de las toxinas. La función ventilatoria decae en los ancianos, debido en parte a la incapacidad de la caja torácica para expandirse y contraerse y en parte a la pérdida de elasticidad de las vías aéreas. El aumento de la rigidez de la pared torácica se acompaña de una reducción de la capacidad para expandir dicha pared y de un endurecimiento de los cartílagos costales. Debido a estos cambios, la caja torácica es menos flexible. Al disminuir la eficacia respiratoria, el anciano debe esforzarse más para llevar a cabo su actividad cotidiana.

La superficie alveolar disminuye con la edad. Se calcula que esta superficie disminuye un 4% por cada decenio de vida a partir de los 30 años. Por ejemplo, una persona de 70 años tendrá un 16% menos de superficie alveolar. Cualquier alteración en la superficie alveolar, ya de por sí menguada, limitará la captación de oxígeno. Por otra parte, con el envejecimiento del cuerpo disminuye la capacidad de saturación de la hemoglobina por el oxígeno, lo que implica una reducción de la saturación basal de la hemoglobina y de las reservas disponibles<sup>7</sup>. Como se altera la ventilación mecánica y se reduce la superficie para el intercambio de gases, el anciano que sufre un traumatismo tiene menos capacidad de compensar las pérdidas fisiológicas inducidas por el traumatismo.

El riesgo de sufrir una neumonitis por aspiración es mayor a causa de la disminución de los reflejos de la tos y faríngeo, así como de la reducción de la potencia de la tos y del tono del esfínter esofágico. Debido a una disminución del número de cilios (prolongaciones similares a pelos que expulsan de los bronquios las partículas extrañas y la mucosidad), los ancianos están más expuestos a los problemas causados por la inhalación de partículas.

Otro factor que influye en el aparato respiratorio es un cambio en la curvatura raquídea. Estos cambios, que a menudo se acompañan de la aparición de una joroba anteroposterior (como se observa en los pacientes con osteoporosis), suelen dificultar todavía más la ventilación (figura 15-2). También pueden producir-

se alteraciones diafragmáticas que contribuyen a los problemas ventilatorios. Debido a la pérdida de elasticidad de la caja costal, la respiración depende más de la actividad diafragmática; por esta razón, los ancianos son especialmente sensibles a las variaciones en la presión intrabdominal. Así, por ejemplo, el decúbito supino o la sobredistensión gástrica tras una comida abundante pueden provocar una insuficiencia ventilatoria. La obesidad colabora también a la restricción diafragmática, especialmente cuando la grasa presenta una distribución central.

## Sistema cardiocirculatorio

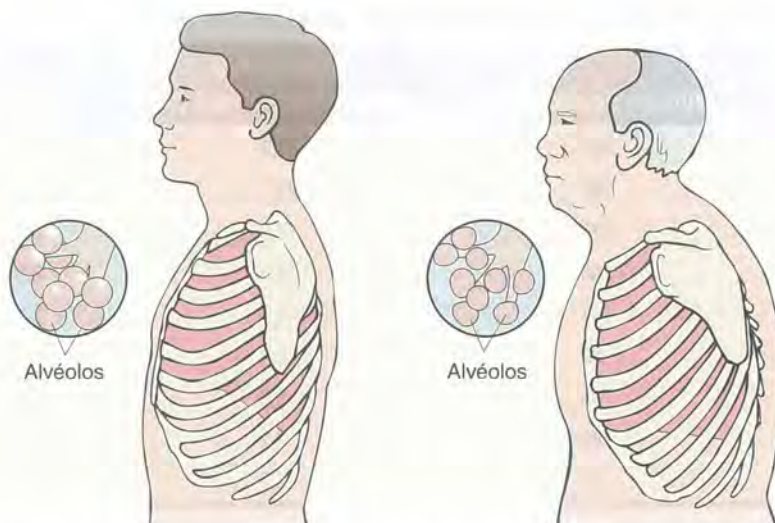
Los trastornos del sistema cardiovascular son la principal causa de muerte entre los ancianos. Las enfermedades cardiovasculares producen unas 3000 muertes por cada 100.000 personas mayores de 65 años. En 2002 el infarto de miocardio causó un 29% de las muertes en EE. UU. y el ictus causó otro 7%<sup>7</sup>.

La pérdida de elasticidad arterial como consecuencia de la edad induce un aumento de la resistencia vascular periférica. El correcto funcionamiento del miocardio y los vasos sanguíneos depende de su elasticidad, contractilidad y distensibilidad. Estas propiedades decaen con el envejecimiento, lo que mengua la capacidad del sistema cardiovascular para mover la sangre por todo el cuerpo. El gasto cardíaco se reduce aproximadamente al 50% entre los 20 y 80 años de edad. Hasta un 10% de los mayores de 75 años presenta algún grado de insuficiencia cardíaca congestiva manifiesta (asintomática).

La *aterosclerosis* consiste en un estrechamiento de los vasos sanguíneos; en este trastorno, la íntima de la pared arterial aumenta de grosor y se acumulan depósitos de grasa en el interior de las arterias. Estos depósitos, o *placas*, asoman en la superficie de la íntima y estrechan el conducto interior de los vasos sanguíneos. Este mismo estrechamiento de la luz afecta a los vasos coronarios. Casi un 50% de la población de EE. UU. presenta una estenosis de la arteria coronaria a los 65 años<sup>8</sup>.

Una de las consecuencias de este estrechamiento es la *hipertensión arterial*, una alteración que afecta a uno de cada seis adul-

Peter Pan



**FIGURA 15-2** La curvatura raquídea puede dar lugar a una joroba anteroposterior, que puede provocar dificultades ventilatorias. La disminución de la superficie alveolar puede limitar también la cantidad de oxígeno que se intercambia a través de los pulmones.

tos en EE. UU. La calcificación de la pared arterial merma la capacidad de los vasos para adaptar su calibre en respuesta a los estímulos endocrinos y del sistema nervioso central. La reducción de la circulación puede afectar negativamente a cualquiera de los órganos vitales y es una causa frecuente de cardiopatías. Un aspecto especialmente importante es que la presión arterial basal normal del anciano que sufre un traumatismo puede ser mayor que en las personas jóvenes, de forma que unos valores que se podrían considerar de normotensión, pueden indicar un *shock* hipovolémico grave cuando el enfermo tenía hipertensión previa<sup>9</sup>.

Con la edad, aumentan también el tejido fibroso y el tamaño del corazón (*hipertrofia miocárdica*). La atrofia de las células del sistema de conducción conlleva un aumento de la incidencia de arritmias cardíacas. En concreto, con el envejecimiento disminuyen los reflejos cardíacos normales en respuesta a la hipertensión arterial y los pacientes de edad avanzada no pueden elevar adecuadamente su frecuencia cardíaca. La frecuencia cardíaca máxima también empieza a reducirse a partir de los 40 años y se calcula con la fórmula 220 menos la edad en años. Los pacientes con un marcapasos permanente tienen una frecuencia y un gasto cardíacos fijos, que no pueden responder a la necesidad de un mayor consumo miocárdico de oxígeno que requiere el estrés de los traumatismos.

En los ancianos traumatizados, esta reducción de la circulación contribuye a la aparición de hipoxia celular. Esto puede dar lugar a arritmias cardíacas, insuficiencia cardíaca aguda e incluso muerte súbita. El cuerpo de los ancianos tiene una capacidad significativamente menor para compensar las hemorragias u otras causas de *shock*, debido a una disminución de la respuesta inotrópica (de contracción cardíaca) a las catecolaminas. Además, el volumen circulante total de sangre se reduce, lo que genera una menor reserva fisiológica para la pérdida de sangre asociada a un traumatismo. La disfunción diastólica determina que el paciente dependa más del llenado auricular para aumentar el gasto cardíaco, que se reduce en situaciones de hipovolemia.

La reducción de la circulación y la merma de las respuestas de defensa circulatorias, unidas a la insuficiencia cardíaca progresiva, plantean problemas importantes durante el tratamiento del *shock* en los ancianos. Es necesario controlar cuidadosamente la sueroterapia de reposición debido a la pérdida de distensibilidad del sistema cardiocirculatorio y la frecuente «rigidez» del ventrículo derecho. Conviene extremar las precauciones durante el tratamiento del *shock* y la hipotensión arterial para no inducir una sobrecarga de volumen con una sueroterapia muy intensiva<sup>10</sup>.

## Sistema nervioso

Con el envejecimiento disminuyen el peso cerebral y el número de neuronas o células nerviosas. El cerebro alcanza su peso máximo (1,4 kg) hacia los 20 años de edad, aproximadamente. A los 80 años, el cerebro pierde aproximadamente un 10% de su peso con una atrofia progresiva<sup>11</sup>. El cuerpo compensa esta pérdida de espacio aumentando el líquido cefalorraquídeo. Aunque este espacio adicional que rodea al cerebro puede protegerlo frente a las contusiones, también permite un mayor movimiento cerebral en respuesta a las lesiones por aceleración/desaceleración. El aumento de espacio dentro de la bóveda craneal también explica por qué los ancianos pueden acumular grandes volúmenes de sangre alrededor del cerebro con síntomas mínimos.

También disminuye la velocidad de conducción de los impulsos nerviosos a lo largo de determinados nervios. Estos cambios sólo ejercen unos efectos mínimos en el comportamiento y la inteligencia. Los reflejos son algo más lentos, pero no en un grado significativo. Pueden menguar las funciones compensadoras, especialmente en los pacientes con trastornos como la enfermedad de Parkinson, lo que conlleva un aumento de la incidencia de caídas. La disminución de la velocidad de conducción nerviosa afecta también al sistema nervioso periférico, dando lugar a temblores y marcha inestable.

La información general y el vocabulario aumentan o se mantienen, mientras que pueden decaer las capacidades que requieren más actividad mental y muscular (capacidad psicomotriz). Las funciones intelectuales que precisan comprensión verbal, capacidad aritmética, fluidez de pensamiento, evaluación de la experiencia y conocimientos generales suelen mejorar después de los 60 años en las personas que continúan con el aprendizaje, con la excepción de las afectadas por demencia senil y otros trastornos, como la enfermedad de Alzheimer.

El envejecimiento biológico normal del cerebro no representa un factor predictivo de enfermedades cerebrales. Sin embargo, en caso de deterioro mental puede observarse una disminución de las estructuras corticales cerebrales. Cuando el cerebro sufre estos cambios puede verse afectada la memoria, alterarse la personalidad y disminuir otras funciones cerebrales. Estos cambios pueden requerir alguna forma de asistencia mental profesional. Aproximadamente el 10%-15% de los ancianos necesita este tipo de asistencia. No obstante, al evaluar a un anciano traumatizado debemos suponer que cualquier deterioro del raciocinio se debe a un factor traumático agudo, como *shock*, hipoxia o una lesión encefálica.

## Cambios sensoriales

### Visión y audición

En general, el 28% de los ancianos tiene problemas de audición y aproximadamente el 13% presenta problemas de visión. Los varones son más propensos a los problemas auditivos, mientras que ambos sexos tienen una incidencia similar de dificultades visuales.

La pérdida de visión representa un problema a cualquier edad y es más problemática aún para los ancianos. La imposibilidad para leer instrucciones (p. ej., en una receta) puede tener efectos desastrosos. Por otra parte, los ancianos pierden agudeza visual, capacidad para diferenciar los colores y visión nocturna.

Las células del cristalino no pueden recuperar su estructura molecular original. Uno de los factores más perjudiciales después de muchos años de exposición es la radiación ultravioleta. En última instancia, el cristalino pierde su capacidad para aumentar de grosor y curvatura. El resultado es una hipermetropía (*presbiopía*) casi generalizada entre las personas mayores de 40 años, que les obliga a usar gafas para leer.

Debido a los cambios en las diferentes estructuras oculares, los ancianos tienen más problemas para ver bien en ambientes poco iluminados. La disminución de la producción lacrimal provoca sequedad ocular, prurito, sensación de quemazón e incapacidad de mantener los ojos abiertos durante mucho tiempo.

Con la edad, el cristalino empieza a enturbiarse y no deja pasar la luz. Este proceso gradual desemboca en lo que se conoce como *catarata*, o cristalino lechoso que bloquea y distorsiona el paso de la luz que penetra en el ojo, lo que origina una visión borrosa. El 95% de los ancianos presenta algún grado de formación de cataratas. Este deterioro de la visión aumenta el riesgo de accidentes de tráfico, especialmente durante la noche<sup>12</sup>.

También es característico del envejecimiento un declive gradual de la audición (*presbiacusia*). La presbiacusia se debe ha-

bitualmente a una pérdida de la conducción del sonido en el oído interno y puede remediarse hasta cierto punto con el empleo de audífonos.

Esta pérdida auditiva es más acusada cuando el individuo intenta discriminar entre ruidos complejos, por ejemplo, cuando muchas personas hablan al mismo tiempo o existe mucho ruido ambiente, como el sonido de las sirenas.

### Percepción del dolor

Debido al envejecimiento y a la existencia de enfermedades como la diabetes, los ancianos pueden no percibir el dolor normalmente, lo que incrementa el riesgo de lesiones por una exposición excesiva al frío y al calor. Muchos ancianos padecen trastornos, como artrosis, que provocan dolores crónicos constantes. Esta convivencia diaria con el dolor puede incrementar su tolerancia al mismo, lo que determinará que el paciente sea incapaz de identificar las zonas de dolor. Al evaluar a estos pacientes, especialmente a aquellos a quienes «les duele todo» o que parecen tolerar mucho dolor, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe buscar las zonas en las que se haya acentuado el dolor o haya aumentado la superficie dolorosa. También debe comprobar si después del traumatismo se han modificado las características del dolor o los factores que lo exacerban.

### Sistema excretor

Los cambios frecuentes durante el envejecimiento incluyen una reducción de la filtración por los riñones y una reducción de la capacidad excretora. Estos cambios se deberían considerar a la hora de administrar fármacos que normalmente se eliminan por vía renal. La insuficiencia renal crónica afecta típicamente a los ancianos y contribuye a la reducción del estado de salud general del paciente y su capacidad de soportar un traumatismo. Por ejemplo, la disfunción renal puede ser causa de anemia crónica, que reduce la reserva fisiológica del paciente.

### Sistema osteomuscular

Los huesos pierden mineral al envejecer. La pérdida ósea (*osteoporosis*) es diferente en ambos sexos. Al comienzo de la edad adulta, la masa ósea es mayor en las mujeres que en los varones. Sin embargo, la disminución ósea es más rápida en la población femenina y se acelera tras la menopausia. Debido a esta mayor incidencia de osteoporosis, las mujeres mayores tienen más probabilidades de sufrir fracturas, especialmente del cuello del fémur (cadera). Las causas de osteoporosis incluyen la pérdida de las concentraciones de estrógenos, el aumento de los periodos de inactividad y una ingesta inadecuada con uso ineficiente del calcio.

La osteoporosis contribuye de forma significativa a la aparición de fracturas de cadera y fracturas por compresión espontáneas en los cuerpos vertebrales. La incidencia se aproxima a un 1% al año en varones y 2% al año en mujeres mayores de 85 años<sup>13</sup>.

A veces, las personas ancianas son más bajas que cuando eran jóvenes debido a la deshidratación de los discos vertebrales. Estos discos se aplastan y se observa una reducción de altura de unos 5 cm entre los 20 y los 70 años de edad. La *cifosis* (curvatura de

Peter Pan

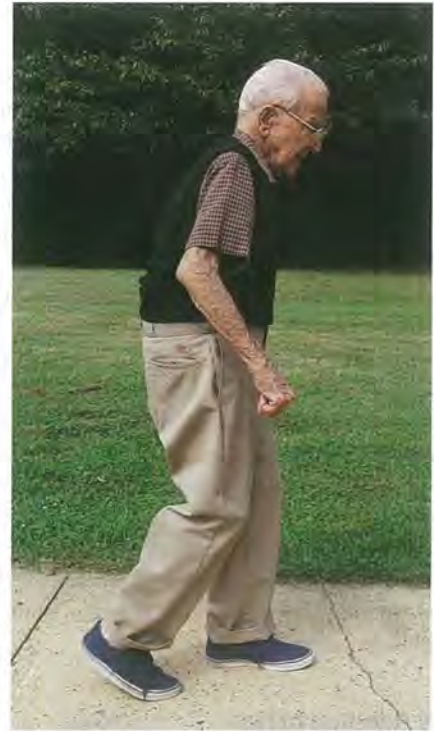


**FIGURA 15-3** Cifosis, generalmente secundaria a osteoporosis.

la columna vertebral) de la región dorsal contribuye también a la pérdida de altura y suele deberse a osteoporosis (figura 15-3). Al aumentar la porosidad y fragilidad de los huesos, pueden surgir erosiones anteriores y fracturas por compresión. Conforme se va acentuando la curvatura de la columna dorsal, parece que la cabeza y los hombros se inclinan hacia delante (figura 15-4). En caso de enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), especialmente de enfisema, la cifosis puede ser más pronunciada debido a la hipertrofia de los músculos respiratorios accesorios.

Las concentraciones absolutas de hormonas del crecimiento disminuyen con el envejecimiento, lo que se acompaña de una disminución de la respuesta a las hormonas anabolizantes. El efecto combinado es una reducción de la masa muscular después de los 25 años del 4% por década hasta los 50 años, momento en el que el proceso se acelera hasta un 10%-35% por década. La pérdida muscular se mide microscópicamente por una reducción tanto del número absoluto de células como de su tamaño.

Las deficiencias osteomusculares (p. ej., la imposibilidad de flexionar adecuadamente la cadera o la rodilla con las irregularidades del terreno) predisponen a las caídas. La fatiga muscular de los ancianos provoca muchos problemas relacionados con su movilidad, especialmente las caídas. Es habitual observar cambios en la postura normal del cuerpo y las alteraciones vertebrales acentúan la curvatura raquídea con la edad. Prácticamente todos los ancianos presentan algún grado de osteoporosis. A causa de esta resorción ósea progresiva, los huesos pierden flexibilidad, se vuelven más frágiles y se fracturan con mayor facilidad. La combinación de este debilitamiento óseo con la pérdida de fuerza muscular por la falta de ejercicio puede dar lugar a fracturas múltiples sólo con una fuerza leve o moderada. La lo-



**FIGURA 15-4** Los brazos parecen más largos debido a la tendencia a flexionar las piernas.

calización más frecuente de las fracturas de huesos largos en los ancianos son el fémur proximal, la cadera, el húmero y la muñeca. La mayor incidencia de caídas como mecanismo lesional determina fracturas de Colles del radio distal que se deben al estiramiento de la mano en dorsiflexión.

Toda la columna vertebral cambia con la edad, debido fundamentalmente a los efectos de la osteoporosis y la calcificación (*osteofitosis*) de los ligamentos de sujeción. Esta calcificación reduce la movilidad vertebral y estrecha el conducto raquídeo. Debido al estrechamiento del conducto y a la osteofitosis progresiva, estos pacientes pueden sufrir lesiones medulares incluso con traumatismos leves. El estrechamiento del conducto raquídeo se denomina estenosis raquídea y aumenta el riesgo de compresión medular sin que la columna cervical sufra realmente ninguna lesión. También las columnas dorsal y lumbar degeneran gradualmente y la combinación de la osteoporosis y los cambios posturales incrementa el riesgo de caídas. Se debe sospechar siempre la posible existencia de lesiones raquídeas al evaluar a los pacientes, ya que más de la mitad de las fracturas vertebrales por compresión son asintomáticas<sup>14</sup>.

## Piel

El envejecimiento se asocia a cambios importantes en la piel y los tejidos conjuntivos y esto determina dificultades en las respuestas frente a los traumatismos y en la curación directa de las heridas. Se reduce el número de células, se pierde la resistencia tisular y se altera el estado funcional de la piel. Al envejecer, la piel pierde glándulas sudoríparas y sebáceas. Debido a la

pérdida de glándulas sudoríparas, el organismo tiene menos capacidad para regular la temperatura corporal. Las glándulas sebáceas producen grasa y su disminución origina sequedad y descamación de la piel. Disminuye la síntesis de melanina, el pigmento que confiere su color a la piel y el cabello, y aparece la palidez de la vejez. La piel pierde espesor y parece translúcida, debido fundamentalmente a cambios en el tejido conjuntivo. La reducción de espesor y la sequedad de la piel disminuyen también su resistencia a los microorganismos, con lo que aumenta la frecuencia de infecciones debidas a traumatismos leves. Al perder elasticidad, la piel se distiende y forma pliegues y arrugas, sobre todo en las zonas de mucho uso, como las que recubren los músculos de la expresión facial.

La pérdida de tejido adiposo puede predisponer a la *hipotermia*. La pérdida de hasta un 20% del grosor de la dermis con la edad avanzada y la pérdida asociada de la vascularización son responsables también de la disfunción de la regulación térmica. Sin embargo, la hipotermia podría ocultar también una sepsis oculta, hipotiroidismo o sobredosis de fenotiacinas en los ancianos. Esta pérdida de tejido adiposo también condiciona una menor protección sobre las prominencias óseas, como cabeza, hombros, columna vertebral, nalgas, caderas y talones. La inmovilización prolongada sin un acolchado adicional puede provocar necrosis tisular y úlceras, así como más dolores y molestias durante el tratamiento y el transporte. El adelgazamiento de la piel también se asocia a un riesgo de pérdida de tejido importante y aparición de lesiones con energías relativamente poco intensas.

## Nutrición y sistema inmunitario

Al envejecer se reduce la masa corporal magra y el metabolismo, con la consiguiente reducción de las necesidades calóricas. Sin embargo, como los mecanismos de utilización son ineficientes, las necesidades de proteínas pueden en realidad aumentar. Estos cambios opuestos suelen determinar una mala nutrición en los pacientes ancianos con traumatismos. La situación económica de los ancianos jubilados puede también afectar a sus posibilidades de elección y el acceso a una nutrición de calidad.

Con el envejecimiento, el sistema inmunitario pierde capacidad funcional. Disminuye del tamaño macroscópico de los órganos implicados en la respuesta inmunitaria (timo, bazo e hígado) y descienden las respuestas celular y humoral. Todo esto, unido a los problemas nutricionales preexistentes habituales en los ancianos, incrementa la vulnerabilidad a las infecciones. La *sepsis* es una causa frecuente de muerte tardía en los ancianos tras un traumatismo grave o incluso insignificante.

## Evaluación

La evaluación prehospitalaria del anciano se basa en el mismo método utilizado para todos los pacientes traumatizados. Aunque la metodología no cambia, el proceso se puede alterar en otros aspectos específicos de los ancianos. Sin embargo, igual que en todos los enfermos traumatizados en primer lugar se debe considerar el

mecanismo de la lesión. En este apartado comentamos algunas consideraciones especiales en la evaluación del anciano traumatizado.

## Mecanismo de lesión

### Caídas

Las caídas son la principal causa de muerte traumática y discapacidad entre los mayores de 75 años. Cada año, cerca de un tercio de los mayores de 65 años que viven en casas particulares sufren alguna caída y el porcentaje se eleva al 50% a los 80 años de edad. La frecuencia de caídas es la misma entre los varones y las mujeres, pero estas últimas sufren más del doble de lesiones graves como consecuencia de su mayor osteoporosis.

La mayoría de las caídas obedecen a factores inherentes al envejecimiento, con sus cambios en la postura corporal y la marcha<sup>15</sup>. Debido a la disminución de la agudeza visual por las cataratas, el glaucoma y la merma de la visión nocturna, los ancianos pierden las referencias visuales que utilizan para moverse con seguridad. También contribuyen al aumento de las caídas los trastornos de los sistemas nerviosos central y periférico y la inestabilidad vascular que producen los trastornos cardiocirculatorios. Sin embargo, las variables más importantes que contribuyen a las caídas de los ancianos son las barreras físicas en su entorno habitual, como los suelos resbaladizos, las escaleras, el calzado holgado y la iluminación deficiente.

Las fracturas de huesos largos representan las lesiones más frecuentes; las fracturas de cadera conllevan las tasas de morbilidad y mortalidad más elevadas. La mortalidad tras una fractura de cadera es del 20% 1 año después de la lesión y asciende al 33% a los 2 años. La muerte suele deberse a una embolia pulmonar y a los efectos de la inmovilidad.

### Accidentes de tráfico

Los accidentes de tráfico constituyen la principal causa de muerte entre la población geriátrica de 65 a 74 años de edad. Las probabilidades de que un anciano sufra lesiones mortales en un accidente de tráfico son cinco veces mayores que las de un conductor más joven, aun cuando el exceso de velocidad no suele representar un factor causal entre los pacientes de edad avanzada<sup>16</sup>. Las personas ancianas se ven implicadas por muchas razones en colisiones durante las horas diurnas, en los meses de buen tiempo y cerca de sus domicilios.

Se ha atribuido esta mortalidad tan elevada a determinados cambios fisiológicos. En particular, los trastornos sutiles en la memoria y el raciocinio y la pérdida de agudeza visual y auditiva prolongan el tiempo de reacción. Un hallazgo frecuente en los accidentes de tráfico es que el anciano no se adaptó a la situación del tráfico. La *National Highway Traffic Safety Administration* ha elaborado un programa de CD-ROM para ayudar a los médicos a asesorar y valorar a los conductores ancianos.

El alcohol no suele ser una causa de accidentes de tráfico tan importante como en los conductores más jóvenes. Sólo el 6% de los ancianos fallecidos presenta una intoxicación etílica, mientras que el porcentaje se eleva al 23% en el resto de grupos de edad<sup>18</sup>.

Los ancianos representan más del 20% de los peatones atropellados. Debido a que caminan con más lentitud, no tienen tiem-

po suficiente para cruzar con seguridad la calle, ya que los semáforos cambian demasiado rápido. Esto podría explicar el hecho de que más del 45% de los ancianos que mueren de este modo son atropellados cerca de un paso de peatones.

### Agresiones y malos tratos domésticos

Los malos tratos se definen como la provocación voluntaria de lesiones, un encierro no justificado, la intimidación o el castigo cruel que determina daños o dolor físico o psicológico y también como la negación de los servicios que pudieran prevenir estas situaciones. Los ancianos son muy vulnerables a las agresiones. Se calcula que los asaltos con violencia son la causa de más del 10% de los ingresos por traumatismos geriátricos. La necesidad de cuidados continuados debido a su debilidad predispone a los ancianos a los malos tratos por parte de sus cuidadores. Se estima que sólo un 15% de los casos se notifican a las autoridades pertinentes<sup>17,18</sup> (véase comentario más adelante).

### Quemaduras

Los ancianos representan el 20% de los ingresos en las unidades de quemados y se calcula que cada año se producen unas 1500 muertes relacionadas con el fuego. Los ancianos fallecen por quemaduras de menor tamaño y gravedad que las de otros grupos de edad. Las tasas de mortalidad son siete veces mayores que en los pacientes quemados más jóvenes.

Debido a la pérdida de agudeza visual y auditiva, los ancianos pueden tardar en percatarse de los incendios domésticos. La menor percepción del dolor puede hacer que las quemaduras sean más graves y el adelgazamiento de la dermis puede condicionar que la quemadura alcance mayor profundidad.

La existencia de trastornos médicos previos, como alteraciones cardiovasculares y diabetes, limita la eficacia de las medidas de reanimación en caso de quemaduras. Las causas de muerte más frecuentes por quemaduras son el colapso circulatorio y las infecciones.

### Traumatismos craneoencefálicos

A los 70 años de edad, el cerebro ha perdido un 10% de su masa. La duramadre se adhiere más firmemente al cráneo, lo que reduce el volumen encefálico. Las venas que puentean la duramadre se distienden y pueden desgarrarse, lo que se traduce en una menor frecuencia de hemorragias epidurales y mayor de hemorragias subdurales. Debido a la atrofia encefálica, puede aparecer una hemorragia subdural bastante extensa con unas manifestaciones clínicas mínimas. La combinación de un traumatismo craneoencefálico y un shock hipovolémico incrementa aún más la tasa de mortalidad. Los trastornos médicos de base o su tratamiento pueden ocasionar alteraciones del estado mental en los ancianos. Cuando existen dudas sobre si la confusión obedece a una alteración aguda o crónica, se debería trasladar de forma preferente al paciente a un centro de atención al trauma para su valoración.

### Vías aéreas

La evaluación de los ancianos comienza siempre con una exploración de las vías aéreas. Los cambios en el nivel de consciencia

pueden deberse a una obstrucción respiratoria por la lengua. Se debe examinar la cavidad oral para descartar la presencia de cuerpos extraños, como prótesis dentales desprendidas.

### Respiración

Como cualquier adulto, los ancianos que respiran menos de 10 veces o más de 30 veces por minuto no tendrán un volumen minuto adecuado y precisarán ventilación asistida a presión positiva. En la mayoría de los adultos, una frecuencia ventilatoria de 12 a 20 respiraciones/min es normal y confirma que están recibiendo un volumen minuto adecuado. Sin embargo, en los ancianos, la reducción de la capacidad del volumen corriente y la función pulmonar puede generar un volumen minuto insuficiente incluso a estas frecuencias. Si la frecuencia ventilatoria es anormal, se deben evaluar inmediatamente los ruidos respiratorios.

### Circulación

En los ancianos es habitual observar un relleno capilar más lento debido a la disminución de la eficacia circulatoria; por consiguiente, este signo es un mal indicador de los cambios circulatorios agudos en estos sujetos. En los ancianos es habitual observar algún grado de discapacidad motriz, sensitiva y circulatoria en las extremidades.

Algunos signos y síntomas sólo pueden interpretarse correctamente si se conoce el estado previo, o «basal», del paciente. Los valores de constantes vitales y otros signos que se consideran normales no los son en todas las personas y las desviaciones son mucho más frecuentes en los pacientes ancianos. Aunque los valores aceptados habitualmente son bastante amplios y abarcan la mayoría de las diferencias individuales de los adultos, una persona de cualquier edad puede sobrepasar los límites establecidos; por consiguiente, también cabe esperar variaciones en los ancianos. La medicación puede contribuir a estos cambios. Por ejemplo, en un adulto medio se considera normal una tensión sistólica de 120 mm Hg y generalmente no llama la atención. Sin embargo, en un paciente con hipertensión arterial crónica que normalmente tiene una tensión sistólica de 150 mm Hg, una medición de 120 mm Hg resultaría preocupante, ya que podría indicar una hemorragia oculta (o algún otro mecanismo) de magnitud suficiente para provocar una descompensación. Asimismo, la frecuencia cardíaca es un mal indicador de traumatismos en los ancianos debido a los posibles efectos de la medicación y a la menor respuesta del corazón a las catecolaminas circulantes (adrenalina). Nunca se debe analizar la información o los signos cuantitativos con independencia de otros hallazgos. No obstante, si no se reconoce que se ha producido ese cambio o que representa un signo patológico de gravedad en un paciente determinado, puede originar consecuencias graves.

### Evaluación de la función cerebral

Se deben considerar en conjunto todos los datos obtenidos y mantener un elevado índice de sospecha en los ancianos. Estos pacientes pueden presentar diferencias importantes en su raciocinio, memoria y orientación (remota y presente). Los traumatismos

neurrológicos significativos deben evaluarse dentro del contexto de la situación normal del individuo antes del accidente. A menos que alguno de los testigos pueda describir esa situación, debemos suponer que el paciente sufre una lesión neurológica, hipoxia o ambas. Resulta esencial diferenciar entre el estado crónico de un paciente y los cambios agudos que haya experimentado para evitar una reacción excesiva o insuficiente ante la situación neurológica que presenta en ese momento como un factor esencial dentro de la evaluación de su estado general. Sin embargo, la inconsciencia sigue siendo un signo grave en todos los casos.

El profesional de la asistencia prehospitalaria debe elegir cuidadosamente las preguntas que le ayuden a determinar el grado de orientación temporoespacial del anciano. Las personas que trabajan 5 días y descansan los fines de semana suelen saber qué día de la semana es. En caso contrario, podemos suponer que presentan algún grado de desorientación. En aquellos que no realizan un trabajo tradicional y suelen tratar con otros en la misma situación, la incapacidad para diferenciar entre los días de la semana o incluso entre los meses del año puede no ser un signo de desorientación, sino indicar sólo una menor importancia del «calendario» en la organización de sus vidas. Asimismo, las personas que ya no conducen prestan menos atención a las carreteras, los límites municipales, los lugares y los mapas. Aunque normalmente están bien orientados, pueden ser incapaces de identificar dónde se encuentran en esos momentos. La confusión o la incapacidad de recordar acontecimientos y detalles acaecidos hace mucho tiempo son más indicativas del tiempo transcurrido desde entonces que de la mala memoria del individuo. Igualmente, la narración repetida de hechos ocurridos tiempo atrás y el mayor interés aparente por el pasado remoto que por los acontecimientos recientes representa simplemente un retroceso nostálgico a los años y los acontecimientos vividos. No debemos considerar que tales compensaciones sociales y psicológicas sean signos de senilidad o merma de la capacidad mental.

## Exposición/entorno

Los ancianos son más sensibles a las modificaciones de su entorno más inmediato. Responden peor a los cambios y tienen menos capacidad para generar calor y eliminar el exceso de calor corporal. Los problemas de termorregulación se relacionan con un desequilibrio electrolítico (p. ej., depleción de potasio, hipotiroidismo y diabetes mellitus). También influyen otros factores, como un menor metabolismo basal, una menor capacidad para tiritar, la arteriosclerosis y los efectos de los fármacos y el alcohol. Entre los factores que favorecen la hipertermia destacan los accidentes cerebrovasculares y la administración de diuréticos, antihistamínicos y antiparkinsonianos. Entre los que favorecen la hipotermia cabe destacar la reducción del metabolismo y la grasa corporal, la menor eficacia de la vasoconstricción periférica y la desnutrición.

## Evaluación secundaria (anamnesis/exploración física detalladas)

Para evaluar una enfermedad aguda es importante considerar los siguientes factores una vez que se ha establecido el tratamiento de

las alteraciones más urgentes que puedan poner en peligro la vida del paciente. Para recabar la información y obtener la anamnesis puede tardarse más de lo que es necesario habitualmente.

- *El organismo no responde igual que el de un paciente joven.* Algunos signos típicos de un trastorno grave, como la fiebre, el dolor o la sensibilidad, pueden aparecer más lentamente, lo que dificulta la evaluación del paciente. Además, son muchos los fármacos que alteran la respuesta del organismo. A menudo, el profesional de la asistencia prehospitalaria debe basarse exclusivamente en la anamnesis.
- *Se necesita más paciencia debido a las deficiencias visuales y auditivas del paciente.* Son muy importantes la empatía y la compasión. No debemos subestimar la inteligencia de un paciente simplemente por el hecho de que sea difícil o imposible comunicarse con él. Si está acompañado de algún conocido o pariente cercano, pueden aportar información o permanecer cerca para confirmar la información obtenida. Sin embargo, no todos los ancianos tienen deficiencias importantes. Hablar en voz alta o más lentamente a un anciano puede resultar innecesario e insultante.
- *Para interrogar a un anciano hay que emplear tácticas diferentes.* Hay que plantearle preguntas más específicas en lugar de generales, ya que los ancianos tienden a responder afirmativamente a todo lo que se les pregunta durante el proceso de evaluación. En la mayoría de los casos, conviene realizar preguntas abiertas. Sin embargo, a veces conviene dejar que el anciano elija entre varias opciones concretas cuando nos topamos con un problema. Por ejemplo, en lugar de pedirle que «describa el dolor de su cadera», conviene preguntarle «¿el dolor de la cadera es punzante, sordo o lancinante?» o «¿cómo valora su dolor en una escala de 1 a 10, si el 10 corresponde al dolor más intenso?».
- *Puede ser necesario que intervenga otra persona relevante.* Con el permiso del paciente, es posible que haya que recurrir al cónyuge o un cuidador para recabar información de utilidad. Sin embargo, es importante no tratar a los pacientes ancianos como si fueran niños pequeños. Es un error muy frecuente que los profesionales sanitarios de los servicios prehospitalarios y de urgencias traten de este modo a los ancianos. A menudo, los familiares bienintencionados se muestran tan ansiosos a la hora de relatar lo que le ha pasado a un ser querido de edad avanzada que son los únicos que responden a las preguntas. En tales casos, es fácil pasar por alto el hecho de que la impresión clínica y la anamnesis provienen de alguien que no es el propio paciente y que pueden estar equivocadas. Esto no sólo nos expone al riesgo de obtener información incompleta o inexacta a través de las impresiones y apreciaciones de terceras personas, sino que también descalifica al paciente como persona adulta y madura. Algunos ancianos se niegan a responder sin la presencia de un familiar o una persona de apoyo. Sin embargo, también pueden rechazar la presencia de otras personas por muchas razones, una de las cuales puede ser un problema de malos tratos. El anciano puede tener miedo a posibles represalias

por contarle a otra persona, en presencia del maltratador, la causa de sus múltiples magulladuras. Asimismo, el anciano puede avergonzarse de algunos problemas que no desea que conozcan sus familiares.

- *Las alteraciones de la capacidad de comprensión o los trastornos neurológicos representan un problema significativo en muchos ancianos.* Estas dificultades oscilan desde la confusión a la demencia senil asociada a la enfermedad de Alzheimer. Estos pacientes no sólo tienen problemas para comunicarse, sino que además pueden ser incapaces de comprender o ayudar a su evaluación. Pueden estar inquietos y mostrarse a veces combativos.
- *La firmeza, la seguridad y las preguntas claras, sencillas (y repetidas) resultan de gran ayuda.* A menudo puede ayudar un familiar o amigo.
- *Hay que prestar atención al deterioro de la capacidad auditiva, visual, de comprensión y de movimiento.* Se debe mantener el contacto visual con el paciente. Este puede tener problemas de audición y verse obligado a observar sus labios y otros movimientos faciales. Conviene limitar el ruido, las distracciones y las interrupciones. Se debe valorar la fluidez al hablar, los movimientos involuntarios, las posibles disfunciones de pares craneales o los problemas para respirar. ¿El movimiento del paciente es fluido, inestable o desequilibrado?
- *Hay que estrechar la mano al paciente para valorar la fuerza prensil, la turgencia de la piel y la temperatura corporal.* Conviene dirigirse al paciente por su nombre, a menos que este nos indique lo contrario. Deben evitarse frases como «¡tranquilo, va todo bien!». Hay que emplear preguntas abiertas, como «describa el dolor de su abdomen, ¿cómo es...?» y evitar preguntas del tipo «¿dónde le duele?».
- *Hay que buscar posibles alteraciones del comportamiento o manifestaciones que no encajen.* Compruebe el aspecto del paciente. ¿Se corresponden el atuendo y el aspecto del paciente con el lugar del incidente y las circunstancias en las que fue encontrado? Se debe observar su facilidad para levantarse o sentarse. ¿Pueden existir malos tratos o abandono?
- *Hay que comprobar el estado de nutrición del paciente.* ¿Presenta buen aspecto, parece delgado o desnutrido? Los ancianos responden peor a la sed. Los riñones tienen problemas para adaptarse a los traumatismos. Tienen menos capacidad para concentrar la orina y puede aparecer deshidratación incluso antes de la lesión. La excreción urinaria constituye una medida poco fiable de la perfusión en los ancianos. Además, tienen menos grasa corporal (15%-30%) y agua corporal total.
- *Los ancianos experimentan una pérdida de peso de la musculatura esquelética, un ensanchamiento y debilitamiento de los huesos, degeneración articular y osteoporosis.* Tienen más probabilidades de sufrir fracturas con lesiones mínimas y un riesgo muy superior de fracturas vertebrales, costales y de cadera.
- *Los ancianos sufren una degeneración de las células musculares cardíacas y tienen menos células marcapasos.*

Los ancianos son propensos a las arritmias debido a la pérdida de elasticidad del corazón y las arterias principales. Este problema se complica aún más a causa del uso frecuente de betabloqueantes, antagonistas del calcio y diuréticos.

A menudo, tras una lesión, el anciano experimenta una disminución del gasto cardíaco con hipoxia, sin lesiones pulmonares. También disminuyen el volumen sistólico, la frecuencia y la reserva cardíacas, con el consiguiente aumento de la morbimortalidad de los ancianos traumatizados. Mientras no se demuestre lo contrario, se debe considerar que un paciente mayor con una presión sistólica de 120 mm Hg sufre un *shock* hipovolémico.

- *La capacidad vital de un anciano se reduce a la mitad.* Los cambios cifóticos (anteroposteriores) de la columna vertebral producen un desequilibrio ventilación-perfusión en reposo. El riesgo de hipoxia como consecuencia del *shock* es mucho mayor que en los pacientes más jóvenes. Además, los ancianos tienen menos movilidad torácica. Es típica la disminución de los volúmenes minuto y respiratorio, así como una reducción del intercambio capilar de oxígeno y dióxido de carbono. La hipoxemia suele ser progresiva.

## Medicaciones

Conocer la medicación que recibe un paciente puede aportar información fundamental para decidir el tratamiento prehospitalario. Es frecuente que el paciente anciano que sufre un traumatismo tenga enfermedades previas. Los siguientes grupos de fármacos tienen especial interés por su frecuente uso en ancianos y el riesgo de que afecten la asistencia del enfermo traumatizado:

- Betabloqueantes (p. ej., propranolol, metoprolol) pueden explicar una bradicardia absoluta o relativa en el paciente. En este caso puede que no se produzca una taquicardia progresiva como signo del *shock*. La inhibición por este fármaco de los mecanismos defensivos normales del organismo puede enmascarar el verdadero grado de deterioro de la función circulatoria. Estos pacientes se pueden descompensar con rapidez, en apariencia sin previo aviso.
- Los antagonistas de los canales de calcio (p. ej., verapamilo) pueden impedir la vasoconstricción periférica y acelerar el *shock* hipovolémico.
- Los antiinflamatorios no esteroideos (p. ej., ibuprofeno) pueden contribuir a la disfunción plaquetaria y aumentar la hemorragia.
- Los anticoagulantes (p. ej., clopidogrel, ácido acetilsalicílico, warfarina) pueden aumentar la pérdida de sangre. Existen datos que sugieren que la administración de warfarina incrementa el riesgo de traumatismo craneal aislado y mal pronóstico. Cualquier sangrado relacionado con un traumatismo será más rápido y difícil de controlar cuando el paciente recibe anticoagulantes. Muy importante: las hemorragias internas pueden progresar con rapidez y culminar en el *shock* y la muerte del paciente.
- Los hipoglucemiantes (p. ej., insulina, metformina, rosiglitazona) pueden guardar relación causal con los

Peter Pan



**FIGURA 15-5** Pegatina del programa *Vial of Life* para indicar a los profesionales de los SEM que la historia médica y la medicación del enfermo están pegadas sobre la nevera.

acontecimientos que indujeron la lesión y pueden dificultar el control de la glucemia si no se identifica su uso.

- Los compuestos de herbolario son usados con frecuencia por los ancianos. Muchos pacientes no los incluyen dentro de la lista de medicamentos que toman, por lo que se debería interrogar de forma específica sobre su consumo. Estos compuestos no se someten a regulación normativa, de forma que los efectos de la dosis y las posibles interacciones medicamentosas resultan impredecibles. Las complicaciones pueden incluir hemorragias (ajo) e infarto de miocardio (efedrina/Ma-Huang).

La dificultad a la hora de valorar la lista de medicamentos en los ancianos que sufren un traumatismo puede deberse a la pérdida de conciencia y a que el enfermo recibe una lista enorme de compuestos con nombres difíciles. En algunas comunidades los servicios de emergencias médicas (SEM) han promocionado programas como el *Vial of Life Project* ([www.vialoflife.com](http://www.vialoflife.com))<sup>19</sup>. En este programa se pone una historia detallada de los antecedentes médicos del paciente en un lugar de la casa accesible, como la puerta de la nevera. Se pone una pegatina en la puerta del domicilio, que avise al equipo prehospitalario de la participación en *Vial of Life* (figura 15-5).

## Tratamiento

### Vías aéreas

La existencia de prótesis dentales, frecuente en los ancianos, puede condicionar la manipulación de las vías aéreas. Generalmente, las prótesis se dejan colocadas para mantener un sello más adecuado alrededor de la boca con la mascarilla. Sin embargo, las dentaduras parciales (placas) pueden desprenderse durante una urgencia y ocluir o bloquear parcialmente la vía aérea; por consiguiente, deben extraerse.

Los tejidos friables de la mucosa nasofaríngea y el posible uso de anticoagulantes condicionan que el anciano tenga un mayor riesgo de sangrar cuando se le pone una trompetilla nasal. Esta he-

morragia puede comprometer todavía más la vía aérea del enfermo y provocar una aspiración. La artrosis puede afectar a las articulaciones temporomandibulares y la columna cervical. La menor flexibilidad de estas regiones dificulta la intubación endotraqueal.

El objetivo del tratamiento de la vía aérea es principalmente asegurarse de que llega una oxigenación adecuada. La ventilación mecánica precoz mediante mascarilla-válvula-bolsa (MVB) o intubación endotraqueal se debe plantear de forma precoz en pacientes ancianos traumatizados porque sus reservas fisiológicas están muy limitadas<sup>20</sup>.

### Respiración

Todos los pacientes traumatizados deberían recibir suplementos de oxígeno lo más pronto posible. La población geriátrica tiene una incidencia elevada de EPOC. En caso de EPOC, el estímulo ventilatorio de algunos pacientes no depende de la concentración de dióxido de carbono en la sangre, sino de la disminución de la concentración sanguínea de oxígeno. Sin embargo, nunca se debería retrasar la administración de oxígeno en un paciente con lesiones graves por esta preocupación. Si el aumento de CO<sub>2</sub> determina somnolencia, será adecuado administrar ventilación asistida con MVB o incluso la intubación. Generalmente hay que mantener la saturación de oxígeno (SpO<sub>2</sub>) por encima del 95%.

Los ancianos presentan una mayor rigidez de la pared torácica. Además, la caja torácica pierde elasticidad debido a la reducción de la fuerza de los músculos torácicos y al endurecimiento de los cartílagos. Estos y otros cambios reducen los volúmenes pulmonares. El paciente puede precisar ventilación asistida con un dispositivo MVB antes que un paciente traumatizado más joven. Puede ser necesario aumentar la fuerza mecánica aplicada sobre la bolsa de reanimación por parte del profesional prehospitalario para vencer la resistencia aumentada de la pared torácica.

### Circulación

El control de las hemorragias en los ancianos es algo diferente al de otros pacientes. Los ancianos tienen una reserva cardiovascular limitada. Las constantes vitales son un mal indicador de un posible *shock* en el anciano, ya que el paciente que suele ser hipertenso puede entrar en *shock* con una tensión sistólica de 110 mm Hg. Una reducción del volumen circulante de sangre, la posible anemia crónica y las enfermedades miocárdicas y coronarias previas determinan que el paciente tenga muy poca tolerancia a una pérdida de sangre, incluso moderada. Un control precoz de la hemorragia mediante presión directa sobre las heridas abiertas, la estabilización e inmovilización de las fracturas y el traslado rápido a un centro de asistencia al trauma son fundamentales. La sueroterapia debe basarse en la posibilidad de una hemorragia grave de acuerdo con el mecanismo de la lesión y el aspecto general de *shock*.

### Inmovilización

Una de las medidas terapéuticas ineludibles es la protección de la columna cervical, especialmente en los pacientes traumatizados con lesiones sistémicas múltiples. En los ancianos, este

Peter Pan



A



B

**FIGURA 15-6** Signos de malos tratos físicos en los ancianos. **A.** Contusión causada por un puñetazo. Esta mujer accedió a acudir al hospital sólo porque se lo aconsejó la policía. Cuando estaba a punto de abandonar el hospital, sentía molestias en el cuello. Durante la exploración radiológica se identificó una fractura del cuerpo de C6. **B.** Herida del cuero cabelludo. El cuero cabelludo es un lugar habitual de malos tratos a ancianos, que a menudo pueden provocar un shock hemorrágico.

(Tomado de London PS: *A colour atlas of diagnosis after recent injury*, London, 1990, Wolfe.)

## Traslado prolongado

La mayor parte de la asistencia de los ancianos traumatizados sigue las mismas normas para la asistencia prehospitalaria en cualquier paciente lesionado. Sin embargo, existen varias circunstancias especiales en las situaciones de traslados prolongados. Estas preocupaciones tienen una especial importancia para la recomendación de clasificación de los pacientes con lesiones anatómicas menos importantes para el traslado directo a los centros de atención al trauma.

El tratamiento del shock en entornos prehospitalarios durante un período de tiempo prolongado necesita de una reevaluación cuidadosa de los signos vitales durante el traslado. Tras contro-

### CUADRO 15-1 Notificación de los malos tratos y abandono de los ancianos

En muchos estados, el personal del SEM se considera legalmente obligado a notificar las sospechas de malos tratos, los casos de explotación o de abandono a ancianos (o adultos). Los malos tratos son la provocación deliberada de dolor, lesiones, angustia mental, confinamiento no justificado o contacto sexual no pactado. El abandono corresponde a unas condiciones de vida en las que el adulto o cuidador responsable no realiza los cuidados necesarios para mantener la condición física y la salud y bienestar mental del anciano. Explotación es el uso ilegal de los recursos del anciano para ganancia o ventaja de otra persona. En estos últimos años, cada vez se reconoce más el maltrato a los ancianos. Sin embargo, algunos adultos jóvenes con enfermedades incapacitantes, como enfermedades mentales, retraso mental o discapacidad física, también están en riesgo de ser objeto de malos tratos y abandono.

Los signos de malos tratos y abandono incluyen lesiones inexplicables o poco frecuentes; una historia conflictiva sobre cómo se produjeron; un cuidador que impide al adulto hablar con nadie más; la deshidratación o desnutrición; la depresión; la falta de acceso a la medicación, gafas, dentaduras postizas u otros dispositivos de ayuda; la falta de higiene personal; un entorno desatendido, y la falta de calefacción y acondicionamiento adecuados.

Los profesionales obligados a notificar estos casos deben hacerlo directamente a la agencia de servicios sociales responsable de investigar los malos tratos a adultos, más que confiar en intermediarios como los profesionales hospitalarios. Si el individuo se encuentra en peligro inmediato o ha sufrido abusos sexuales, se debe avisar también a los representantes de la ley. Si parece que una muerte se ha debido a malos tratos o abandono, los responsables de la notificación obligatoria deberán avisar al forense y a los representantes de la ley. Los profesionales con obligación de notificar estos casos pueden ser acusados de no haber avisado de posibles casos de malos tratos, abandono o explotación. Sin embargo, están protegidos de la responsabilidad civil y criminal asociada a la notificación, pueden mantener oculta su identidad y se les autoriza a conocer la información médica relativa al caso, aunque esta información debería ser protegida según la ley *Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA)* en circunstancias normales. Las leyes que regulan la notificación obligatoria de los malos tratos a ancianos se dictan a nivel estatal. Todos los profesionales de los SEM deben conocer las leyes aplicables en el estado en el que trabajen.

lar la hemorragia con medidas locales, se debe ajustar la reanimación con líquido a la respuesta fisiológica para optimizar la reanimación del volumen intravascular y evitar una posible sobrecarga de volumen en pacientes con alteraciones de la función

cardíaca. Los pantalones neumáticos *antishock* (PNAS) se emplean menos que antes, aunque pueden resultar útiles cuando se realiza un traslado desde zonas remotas para estabilizar las fracturas pélvicas y de las extremidades inferiores. Sin embargo, los PNAS pueden precipitar una insuficiencia cardíaca congestiva en pacientes con enfermedades de base. También se altera la ventilación al aumentar la presión sobre el diafragma en los ancianos, que es necesario para que estos pacientes ventilen por la menor distensibilidad de la pared torácica. La decisión de utilizar PNAS en un anciano traumatizado obliga a mantener una mayor vigilancia y observar posibles complicaciones asociadas.

La inmovilización en una tabla larga condiciona que estos pacientes tengan un mayor riesgo de lesiones por degeneración de la piel en relación con la presión cuando el traslado es prolongado. La debilidad de la piel y las alteraciones de la irrigación pueden ocasionar complicaciones antes de lo esperado. Cuan-

do el traslado es prolongado, se deberá atender especialmente al almohadillado correcto para proteger a los pacientes. Las agencias de regiones remotas deben plantearse comprar una tabla con almohadillado diseñado de forma especial con baja presión para limitar las posibles lesiones de la piel.

El control ambiental resulta esencial en los ancianos con un traslado prolongado. Limitar la exposición corporal y controlar la temperatura ambiental en el vehículo pueden limitar la hipotermia. El paciente hipotérmico puede tiritar, lo que ocasionará un metabolismo anaeróbico con acidosis láctica y aceleración del *shock*.

Por último, el traslado de los ancianos traumatizados desde regiones lejanas puede realizarse por vía aérea. El transporte por helicóptero reducirá la duración de la exposición ambiental y del *shock* y garantizará un acceso más temprano a la asistencia hospitalaria, que permitirá una cirugía y transfusión sanguínea más precoces.

## RESUMEN

Las personas ancianas viven ahora más y mejor que antes y llevan además una vida más activa. Debido a ello, los traumatismos se han convertido en una causa importante de morbilidad y mortalidad entre los adultos de edad avanzada. Los ancianos son una población de enfermos traumatológicos especial. Aunque se siguen aplicando las normas generales de atención a los pacientes lesionados, varias aproximaciones específicas son aplicables de forma especial a los ancianos. Los cambios anatómicos y fisiológicos asociados al envejecimiento, las enfermedades crónicas y la medicación incrementan el riesgo de determinados tipos de traumatismos, complican las lesiones traumáticas y menguan la capacidad de respuesta al *shock*. Los enfermos ancianos tienen una menor reserva fisiológica y toleran peor las agresiones físicas.

Conocer los antecedentes médicos de los ancianos traumatizados y también los medicamentos que toman es una parte esencial de la asistencia. Son muchos los factores que pueden

enmascarar los signos precoces de deterioro en los ancianos traumatizados, lo que incrementa el riesgo de descompensación brusca y rápida aparentemente sin previo aviso. Incluso un traumatismo leve y aislado puede evolucionar a un proceso sistémico agudo y poner en peligro la vida del anciano. Conocer los patrones específicos de las lesiones en los ancianos, incluidos los malos tratos, resulta esencial. Una asistencia proactiva y en su momento es especialmente importante en los ancianos traumatizados y es importante tener un bajo umbral para el traslado de estos enfermos a un centro de atención al trauma.

Los ancianos traumatizados pueden sufrir lesiones más graves de lo que puede indicar su cuadro inicial. Las lesiones y alteraciones observadas tendrán efectos más profundos que en un sujeto más joven. Teniendo en cuenta estas consideraciones, el profesional de la asistencia prehospitalaria estará más preparado, tratará al paciente con mayor anticipación y podrá asistir mejor y con más seguridad al anciano traumatizado.

# RESOLUCIÓN DEL CASO

Cuando uno se enfrenta a un anciano traumatizado, no siempre se puede determinar inmediatamente si el traumatismo ha sido el incidente original o si ha sido secundario a un acontecimiento médico, como un accidente cerebrovascular, un infarto de miocardio o un síncope. No obstante, siempre debemos considerar la posibilidad de que se haya producido un episodio médico importante antes del traumatismo. El paciente podría haber sufrido un traumatismo cerrado importante antes de desmayarse (p. ej., malos tratos, agresión violenta). El hecho de que esta paciente estuviera recibiendo anticoagulantes y presentara signos de coagulopatía debería alertarnos ante el mayor riesgo de hemorragia por un traumatismo craneoencefálico o lesiones internas.

Los efectos del envejecimiento, las enfermedades y la medicación incrementan la incidencia de traumatismos en los ancianos. Estos factores pueden distorsionar además los hallazgos observados normalmente en caso de *shock*. Por la misma razón, cualquier traumatismo leve puede exacerbar las enfermedades preexistentes y los cambios fisiológicos provocados

por el envejecimiento y tener consecuencias más graves en un anciano traumatizado con respecto a la misma lesión en un sujeto más joven.

Debe examinar al anciano traumatizado sin descartar nunca lesiones cuyos signos y síntomas pueden quedar enmascarados por los efectos del envejecimiento, la enfermedad o la medicación, ni la posibilidad de que sufra lesiones importantes con traumatismos más leves que un paciente más joven. Es especialmente importante modificar la técnica de inmovilización de la columna cervical, debido a la mayor curvatura raquídea. La manipulación de las vías aéreas puede plantear más problemas debido a los cambios en la estructura facial que dificultan la correcta aplicación de una mascarilla. Además, por diversas razones, los ancianos son más propensos a la aspiración. En este caso clínico se habla de un anciano con lesiones de suficiente gravedad como para ser trasladado de inmediato a un centro de atención al trauma. Sin embargo, incluso los ancianos con afectación fisiológica menos aparente pueden ser valorados para su remisión directa a este tipo de centros.

## Bibliografía

1. Scommegna P: US growing bigger, older, and more diverse, Population Reference Bureau, 2005, .
2. Champion H et al: The Major Trauma Outcome Study: establishing national norms for trauma care, *J Trauma* 30(11):1356, 1990.
3. Weigelt J: Trauma. Advanced trauma life support for doctors. In *Advanced trauma life support*, ed 6. Chicago, 1997, ACS.
4. Jacobs D: Special considerations in geriatric injury, *Curr Opin Crit Care* 9(6):535, 2003.
5. US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Health Statistics: *Access to health care*. Part 3. Older adults, 2005, <http://www.cdc.gov/nchs/>.
6. Milzman DP, Boulanger BR, Rodriguez A, et al: Pre-existing disease in trauma patients: a predictor of fate independent of age and injury severity score, *J Trauma* 32:236, 1992.
7. Smith T: Respiratory system: aging, adversity, and anesthesia. In McCleskey CH, editor: *Geriatric anesthesiology*, Baltimore, 1997, Williams & Wilkins.
8. US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Health Statistics: *Stroke and cerebrovascular diseases*, 2005, <http://www.cdc.gov/nchs/>.
9. US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Health Statistics: 2005, .
10. Abrams K et al: Management of trauma in the geriatric patient, *Curr Opin Anaesthesiol* 17(2):165, 2004.
11. Carey J: *Brain facts: a primer on the brain and nervous system*, Washington, DC, 2002, Society for Neuroscience, [www.sfn.org](http://www.sfn.org).
12. US Department of Health and Human Services, National Institutes of Health, National Eye Institute: *Cataract: what you should know*, 2005, [http://www.nei.nih.gov/health/cataract/cataract\\_facts.asp](http://www.nei.nih.gov/health/cataract/cataract_facts.asp).
13. Alexander J, Shneiderman A: *Vertebral fracture*, 2004, <http://www.emedicine.com/med/topic2895.htm>.
14. Blackmore C: Cervical spine injury in patients 65 years old and older: epidemiologic analysis regarding the effects of age and injury mechanism on distribution, type, and stability of injuries, *Am J Roentgenol* 178:573, 2002.
15. Tinetti M: Preventing falls in elderly persons, *N Engl J Med* 348:42, 2003.
16. US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Health Statistics: *Older adult drivers: fact sheet*, 2005, <http://www.cdc.gov/nchs/>.
17. US Department of Health and Human Services, US Administration on Aging, National Center on Elder Abuse, 2005, <http://www.elderabusecenter.org/>.
18. US Department of Health and Human Services, US Administration on Aging: *Elder rights and resources*, 2005, [http://www.aoa.gov/eldfam/Elder\\_Rights/Elder\\_Rights.asp](http://www.aoa.gov/eldfam/Elder_Rights/Elder_Rights.asp).
19. Vial of Life, 2005, [http://www.vialoflife.com/index\\_old.html](http://www.vialoflife.com/index_old.html).
20. Heffner J, Reynolds S: Airway management of the critically ill patient, *Chest* 127:1397, 2005.
21. American Geriatric Society: *Geriatric education for emergency medical services (GEMS)*, Sudbury, Mass, 2003, Jones & Bartlett.
22. Eastern Association for the Surgery of Trauma: Guidelines for geriatric trauma. In *Practice management guidelines*, [www.east.org/tpg/geriatric.pdf](http://www.east.org/tpg/geriatric.pdf).

## Lecturas recomendadas

- American College of Surgeons Committee on Trauma: Extremes of age: geriatric trauma. In *Advanced trauma life support for doctors, student course manual*, ed 7, Chicago, 2004, ACS.
- Lavoie A, Ratté S, Clas D, et al: Preinjury warfarin use among elderly patients with closed head injuries in a trauma center, *J Trauma* 56:802, 2004.
- Tepas JJ 3rd, Veldenz HC, Lottenberg L, et al: Elderly trauma: a profile of trauma experience in the sunshine (retirement) state, *J Trauma* 48:581, 2000.
- Victorino GP, Chong TJ, Pal JD: Trauma in the elderly patient, *Arch Surg* 138:1093-1097.

## Objetivos del capítulo

---

*Al finalizar este capítulo, el lector deberá ser capaz de:*

- ✓ Argumentar por qué el golpe de calor se considera un trastorno con riesgo vital.
- ✓ Distinguir entre el golpe de calor y la hiponatremia.
- ✓ Enumerar dos procedimientos eficaces de enfriamiento para el agotamiento por calor y el golpe de calor.
- ✓ Enumerar los cinco factores que condicionan que los profesionales prehospitalarios estén en peligro de sufrir enfermedades por calor.
- ✓ Explicar las normas para la hidratación con líquidos y cómo se deberían emplear para prevenir la deshidratación en entornos cálidos o fríos.
- ✓ Distinguir entre el tratamiento de la hipotermia leve y la grave.
- ✓ Enumerar los signos de la congelación leve y comentar cómo se puede prevenir su progresión.
- ✓ Analizar los fundamentos de la afirmación: «los pacientes no están muertos hasta que están calientes y muertos».

# Traumatismos de origen ambiental I: calor y frío



## CASO CLÍNICO

En una tarde de verano calurosa, soleada y con mucha humedad (36,6 °C de temperatura y humedad relativa del aire 65%), una unidad médica responde a un aviso por un paciente inconsciente. Al llegar, dos profesionales paramédicos encuentran a un varón de 60 años con sobrepeso obnubilado, tumbado en decúbito prono sobre un sendero pedestre y para bicicletas de un barrio, con aspecto enrojecido y con calor y humedad en la piel de la cara y los antebrazos. El paramédico responsable realiza la valoración inicial y observa que tiene respiraciones superficiales y un pulso rápido, mientras que el segundo paramédico pregunta a los testigos sobre el paciente y cómo se produjo el incidente. Un conocido dice que el paciente se comportaba de forma confusa antes de desmayarse y que no entendía lo que se le decía y además informa de que el paciente toma varios fármacos con receta por alergia y depresión.

**¿Cuál es su impresión general de este paciente? ¿Se trata de una emergencia? ¿Qué factores condicionan que este paciente sea susceptible de esta situación? ¿Cómo valoraría al paciente y cuáles serían sus intervenciones terapéuticas iniciales? ¿Cuál es el índice de calor cuando el personal paramédico llega al lugar y en qué medida influye sobre la situación del paciente? ¿Le preocupa que algo pueda sucederle a los profesionales encargados de la asistencia en este entorno tan cálido? ■**

**E**ste capítulo se centra en el reconocimiento y el tratamiento de la exposición a temperaturas frías o calurosas porque la morbimortalidad relacionada con traumatismos ambientales más importante en EE. UU. guarda relación con los traumatismos de origen térmico<sup>1-3</sup>.

### Traumatismos térmicos

Los extremos ambientales de calor y frío comparten las lesiones que producen y el riesgo de muerte que puede afectar a muchas personas durante los meses más extremos del verano y el invierno. Los individuos susceptibles a las temperaturas altas y bajas son sobre todo las personas muy jóvenes, los ancianos, los pobres de regiones urbanas, los individuos que reciben determinadas medicaciones, los enfermos crónicos y los alcohólicos<sup>3-6</sup>. La mayor parte de las respuestas de los servicios de emergencias médicas (SEM) de EE. UU. por calor y frío se producen por pacientes *hipotérmicos* e *hipertérmicos* en áreas urbanas. Sin embargo, el creciente interés por las actividades recreativas y de riesgo en zonas salvajes durante períodos de clima extremo hace que cada vez más individuos estén en peligro de sufrir lesiones y muerte relacionadas con el calor o el frío<sup>7-10</sup>.

### Epidemiología

#### Enfermedades relacionadas con el calor

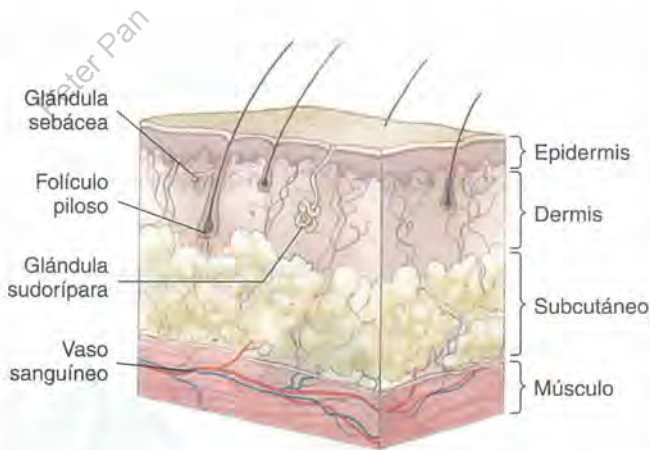
Durante un período de 20 años (1979-1999) se produjeron en EE. UU. 8015 muertes de todas las causas por calor<sup>2</sup>. Se produjeron más muertes secundarias al estrés por calor que a los huracanes, rayos, tornados, inundaciones y terremotos juntos. De todas estas muertes, 3829 (48%) se debieron a las temperaturas ambientales elevadas. Esto supone una media de 182 muertes por

calor al año durante los cuatro meses más calurosos del año (mayo a agosto). El máximo porcentaje de muertes (1891 o 45%) se produjo en personas de 65 años o más. Además, la morbimortalidad puede resultar extremadamente elevada cuando se producen olas de calor extremo durante la estación (definida como temperaturas del aire  $\geq 32,2$  °C durante  $\geq 3$  días).

En 1995 se produjo una ola de calor durante 17 días en Chicago, Illinois<sup>11,12</sup>. La oficina del forense de esta ciudad recogió 1177 fallecimientos relacionados con el calor durante este corto período de tiempo. En estos casos se incluyeron muertes en las que el calor se consideró la causa principal de muerte (primaria) y muertes atribuidas de forma primaria a enfermedad cardiovascular, pero en las que el calor se consideró un factor contribuyente (secundario). Si se compara con el mismo período de 1994, estas cifras representan un aumento del 84% de las muertes relacionadas con el calor. El calor se consideró la causa primaria de la muerte en 465 de estos 1177 casos (39,5%)<sup>12</sup>.

#### Enfermedades relacionadas con el frío

El frío ligero a intenso produjo 13.970 muertes involuntarias por hipotermia en EE. UU. entre 1978 y 1998 (un promedio de 699 muertes al año) y 6857 de estas muertes afectaron a personas de 65 años o más<sup>3</sup>. Cuando se ajusta según la edad, la mortalidad por hipotermia es aproximadamente 2,5 veces más frecuente en varones que en mujeres. La incidencia de muerte relacionada con la hipotermia aumenta de forma progresiva con la edad y es 3 veces más frecuente en los varones que en las mujeres superados los 15 años de edad. En 2003 se registraron 599 fallecimientos por exposición al frío en EE. UU. y un 67% fueron varones y un 51% mayores de 65 años<sup>6</sup>. Los factores que contribuyen a la hipotermia accidental más importantes son la pobreza urbana, las condiciones socioeconómicas, la ingesta de alcohol, la malnutrición y la edad (muy jóvenes y ancianos)<sup>3,6</sup>.



**FIGURA 16-1** La piel está constituida por tres capas tisulares: epidermis, dermis y tejido subcutáneo y el músculo asociado. Algunas capas contienen estructuras como glándulas, folículos pilosos, nervios y vasos. Todas estas estructuras están interrelacionadas para que el organismo pueda mantener, aumentar o reducir su temperatura.

## Anatomía

La piel, el órgano más extenso del cuerpo, está en contacto con el ambiente externo y sirve como una capa protectora. Controla la invasión de gérmenes, mantiene el equilibrio de los líquidos y regula la temperatura. La piel tiene tres capas de tejido: la epidermis, la dermis y el tejido subcutáneo (figura 16-1). La capa más externa, denominada *epidermis* o el estrato córneo, está constituida en su totalidad por células epiteliales, sin vasos sanguíneos. Por debajo de esta capa se localiza la dermis más gruesa. La *dermis* o capa más profunda de la piel es 20-30 veces más gruesa que la epidermis y está constituida por una trama de tejidos conjuntivos que contienen vasos sanguíneos, productos de la sangre, nervios, glándulas sebáceas y glándulas sudoríparas. La capa más interna o *tejido subcutáneo* es una combinación de tejido elástico y fibroso, además de depósitos de grasa. Por debajo de ella se encuentra el músculo esquelético. La piel, los nervios, los vasos y otras estructuras anatómicas subyacentes son importantes en la regulación de la temperatura corporal<sup>1</sup>.

## Fisiología

### Termorregulación y equilibrio térmico

Las personas se consideran *homeotermas*, es decir, animales de sangre caliente. Una característica fundamental de los animales homeotermos es que pueden regular su propia temperatura interna independientemente de los cambios en la temperatura externa. El cuerpo se distribuye básicamente en una capa *central* interna cálida (que incluye el encéfalo y los órganos abdominales y torácicos) y la capa o cubierta *externa*, que comprende la piel y el subcutáneo. La *temperatura central* se regula mediante el equilibrio entre la producción de calor y su disipación. Las temperaturas de la superficie cutánea y el espesor de la cubierta dependerán de la *temperatura ambiental*, de forma que la capa externa se engruesa en los meses más fríos y se adelgaza en los más cálidos mediante la llegada de más o menos sangre a la

piel, respectivamente. Este aislamiento tisular inducido por la vasoconstricción aporta aproximadamente la misma protección externa que utilizar un traje de vestir ligero, lo que contrasta con el aislamiento 6-8 veces superior que se consigue cuando se utilizan ropas pesadas aislantes en los meses más fríos.

La producción de calor metabólico varía en función del grado de actividad. Independientemente de las variaciones en las temperaturas externas, el organismo funciona normalmente dentro de un margen de temperaturas estrecho, que se llama *metabolismo en fase estacionaria*, que supone 1 °C a ambos lados de los 37° (37 °C ± 0,6 °C). La temperatura corporal normal se mantiene dentro de estos estrechos valores mediante mecanismos de homeostasia regulados por el *hipotálamo*, que se localiza en el encéfalo. El hipotálamo se conoce como *centro de termorregulación* y funciona como termostato del organismo para controlar la regulación neurológica y hormonal de la temperatura corporal. Como se comentó en los capítulos previos, los traumatismos craneoencefálicos pueden alterar el hipotálamo, lo que se traducirá en un desequilibrio en la regulación de la temperatura corporal.

Las personas tienen dos sistemas para regular la temperatura corporal: la *regulación conductual* y la *termorregulación fisiológica*. La regulación conductual viene determinada por la sensibilidad y comodidad térmica de cada individuo y el rasgo que la caracteriza es el esfuerzo consciente para reducir la incomodidad térmica (p. ej., poniéndose más ropas, buscando refugio en los climas fríos). El procesamiento de los estímulos sensitivos con información térmica a nivel cerebral en la termorregulación conductual se comprende mal, pero la información sobre la sensibilidad térmica y la comodidad produce una respuesta más rápida que las fisiológicas ante cambios en la temperatura ambiental<sup>13</sup>.

### Producción y disipación del calor

El *metabolismo basal* es el calor producido principalmente como derivado del metabolismo, principalmente en los órganos centrales más grandes y por la contracción del músculo esquelético. El calor que se genera se transfiere por todo el cuerpo mediante la sangre del aparato circulatorio. La transferencia y disipación del calor por el aparato cardiopulmonar del organismo son importantes para valorar y tratar las enfermedades por calor, como se comenta más adelante. En reposo, un varón adulto promedio genera unas 80-90 calorías a la hora. Los individuos que realizan un trabajo moderado a intenso aumentarán su producción de calor 4-5 veces sobre los niveles de reposo. La máxima producción de calor metabólico se genera a unas 10 veces la producción en reposo (1000 calorías a la hora) cuando se realiza un ejercicio aeróbico intenso de corta duración. En comparación, la producción metabólica al tiritar es hasta 6 veces mayor que en reposo.

Al tiritar se produce un aumento del metabolismo porque aumenta la tensión muscular, con episodios repetidos de contracción y relajación muscular. Existen grandes diferencias individuales en el momento de inicio y terminación de la tiritona, aunque típicamente se empieza a tiritar cuando la temperatura central es 34,4 °C-36 °C y se sigue haciéndolo hasta que dicha temperatura central llega a 29 °C-31 °C<sup>14</sup>. Cuando se produce la máxima tiritona, la producción de calor aumenta hasta 5-6 veces la de reposo<sup>14,15</sup>. Cuando se produce una ligera reducción de la

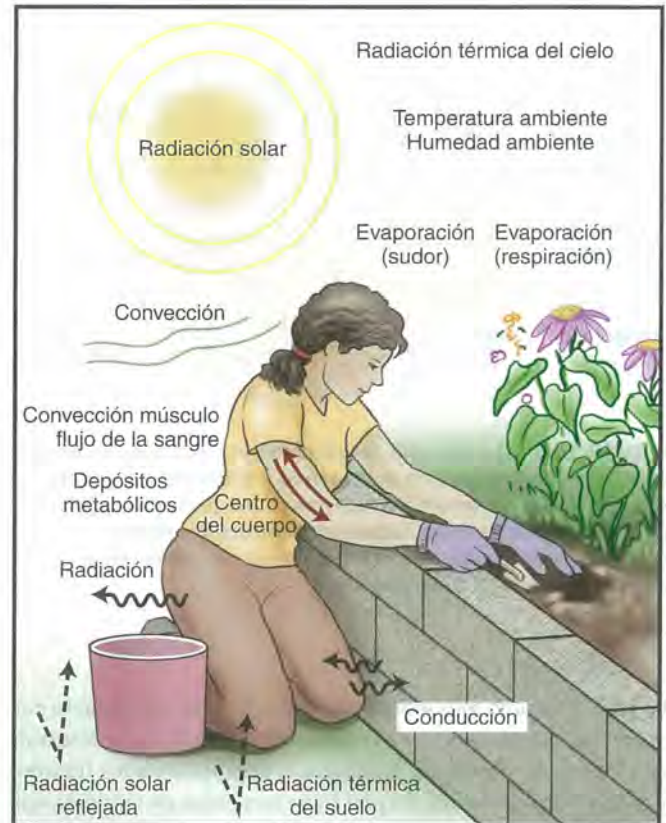
temperatura central, la tiritona aumenta de forma eficaz el metabolismo, pero el calor generado se pierde con rapidez hacia el entorno. El aumento de la actividad muscular por la tiritona determina un aumento del flujo en las extremidades, que reduce el efecto aislante de la «cubierta» causado por la vasoconstricción y aumenta la pérdida de calor por convección, conducción, radiación y evaporación. La máxima tiritona puede interferir con cualquier actividad muscular coordinada.

### Equilibrio térmico

Los sistemas de termorregulación fisiológicos que controlan las respuestas de producción y pérdida de calor están bien estudiados<sup>13,15,16</sup>. Dos principios de la termorregulación resultan esenciales para comprender cómo el organismo regula la temperatura central: gradiente térmico y equilibrio térmico. El *gradiente térmico* es la diferencia de temperatura entre dos objetos (temperatura alta o baja). El *equilibrio térmico* es la transferencia de calor del objeto más caliente al más frío para tratar de conseguir la misma temperatura en ambos.

Cuando la temperatura corporal aumenta, la respuesta fisiológica normal es incrementar el flujo sanguíneo cutáneo y empezar a sudar. La mayor parte del calor corporal se intercambia con el entorno en la superficie de la piel mediante conducción, convección, radiación y evaporación, según se comenta más adelante. Como el calor se transfiere desde el objeto de mayor temperatura al de menos, el cuerpo humano puede ganar calor por radiación y conducción en los climas calurosos. Los métodos para mantener y disipar el calor corporal son importantes para los profesionales prehospitalarios, que deben entender cómo se produce la transferencia del calor y el frío desde el organismo para poder tratar de forma eficaz al paciente con hipertermia o hipotermia (figura 16-2).

- La *radiación* es la pérdida o ganancia de calor en forma de energía electromagnética; se trata de la transferencia de energía de un objeto más caliente a otro más frío. La radiación no usa fuentes intermedias, como el aire o el agua. El sol calienta la tierra a través del espacio por este sistema de transferencia de energía. Un paciente con una enfermedad por el calor puede aumentar dicho calor a partir del suelo caliente o directamente por el sol. Estas fuentes de calor aumentan el calor corporal e impiden las intervenciones para enfriar al enfermo hasta que el profesional prehospitalario no haya eliminado estas fuentes de calor radiante durante la valoración y tratamiento del enfermo.
- La *conducción* es la transferencia de calor entre dos objetos que se encuentran en contacto directo uno con otro, como por ejemplo un paciente que se queda tumbado sobre un sendero helado tras una caída. El paciente pierde en general calor más rápido cuando está tumbado sobre un suelo frío que cuando se expone al aire frío. Por tanto, los profesionales prehospitalarios deberán levantar al enfermo del suelo cuando hace frío, no limitarse a cubrirlo con mantas.
- La *convección* es la transferencia de calor de un objeto sólido a una fuente que lo atraviesa. Las corrientes de aire o agua son las dos fuentes que se suelen considerar dentro de la pérdida de calor por convección porque contactan



**FIGURA 16-2** Intercambio de energía térmica entre las personas y el ambiente.

con el cuerpo humano. El movimiento de aire o agua fría a través de la piel más cálida permite la eliminación continua de calor de la misma. Además, un paciente perderá calor corporal 25 veces más rápido en el agua que en el aire de la misma temperatura, por lo que resulta importante mantenerlo seco y quitarle la ropa mojada si hace frío. Un traje de buceador ayuda a reducir las pérdidas de calor corporal por convección cuando se bucea en agua más fría que la temperatura de la piel. Cuando los profesionales prehospitalarios están tratando de forma eficaz a un paciente con enfermedades por calor, deben utilizar el principio de la pérdida de calor por convección humedeciendo o abanicando al enfermo para disipar con mayor rapidez el calor corporal.

- La *evaporación* de sudor de líquido a vapor es un método extremadamente eficaz de perder calor corporal, según la humedad relativa del aire. El nivel de pérdida de agua y calor a través del aire espirado, la piel o las mucosas se denomina *pérdida insensible* y se produce mediante evaporación. Estas pérdidas insensibles suelen representar un 10% de la producción basal de calor, pero cuando aumenta la temperatura corporal, se produce un aumento de la actividad de este proceso (sensible) y se produce el sudor. Las pérdidas de calor por evaporación aumentan en las condiciones atmosféricas frías, secas y ventosas (p. ej.,

regiones del suroeste de EE. UU. en los desiertos). En conjunto la convección y la evaporación son más importantes que los demás métodos de transferencia de calor porque se regulan por el cuerpo para controlar la temperatura central<sup>4</sup>.

Se pueden producir incrementos (*hipertermia*) o disminuciones (*hipotermia*) de la temperatura corporal por encima de los valores de equilibrio estacionario ( $37\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) como consecuencia de distintas causas internas o externas y se puede recuperar el nivel de equilibrio sin complicaciones<sup>16</sup>. La hipertermia se produce sobre todo por uno de los tres mecanismos siguientes: 1) como una respuesta normal al ejercicio mantenido, en el cual el calor producido aumenta la temperatura central y se convierte en el estímulo para las respuestas orientadas a disipar el calor (p. ej., sudoración, aumento del flujo sanguíneo cutáneo); 2) cuando la suma de la producción de calor y la ganancia de calor procedente del ambiente supera la cantidad disipada por el organismo, y 3) por la fiebre. A diferencia de lo que sucede en los dos primeros casos, la fiebre suele producirse en respuesta a una inflamación porque cambia el punto de ajuste de la termorregulación y el organismo responde elevando la temperatura hasta un valor más alto ( $38\text{-}41\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). La producción de calor aumenta de forma temporal para conseguir la nueva temperatura marcada como objetivo en un intento de hacer que el entorno resulte menos hospitalario para la infección invasora<sup>16</sup>.

## Homeostasia

Todas estas estructuras anatómicas y sistemas fisiológicos interactúan de forma que las funciones corporales se mantengan cuando se producen cambios de temperatura. El cuerpo se encuentra en una situación de constante retroalimentación neurológica a partir de las regiones periféricas e internas, cuya información se dirige al centro de regulación térmica y otras regiones del encéfalo con el fin de mantener unas condiciones internas estables y constantes, en el proceso llamado *homeostasia* del organismo; sin embargo, este mecanismo a veces no tiene lugar. Por ejemplo, si se produce un desequilibrio entre los ajustes cardiovascular y termorregulador para eliminar el exceso de calor corporal, una consecuencia es que se pierde demasiado líquido por el sudor, lo que genera una deshidratación aguda y puede ocasionar signos y síntomas de la enfermedad por calor.

## Lesiones por el calor

### Factores de riesgo en las enfermedades por calor

Muchos estudios realizados sobre personas han demostrado grandes variaciones individuales en la tolerancia del calor<sup>17</sup>. Estas diferencias se explican en parte por las características físicas y los trastornos médicos que se asocian a un mayor riesgo de sufrir enfermedades por calor (cuadro 16-1). Los trastornos transitorios incluyen los que afectan a individuos que viajan desde climas más fríos a regiones más cálidas y que no están aclima-

tados al calor cuando llegan. Los factores que se producen durante el vuelo y que contribuyen a que se produzca la enfermedad por calor durante los primeros días incluyen el cansancio tras el viaje, la descompensación horaria, el consumo de alcohol, la deshidratación, una dieta inadecuada y la falta de sueño. Otros factores transitorios que aumentan el riesgo de sufrir una enfermedad por calor son algunas enfermedades frecuentes, como el catarro común y otros procesos que cursan con fiebre, vómitos y diarrea, además de la mala ingesta de alimentos y líquidos<sup>18,19</sup>.

Los factores considerados *crónicos* que aumentan el riesgo de sufrir enfermedades por calor incluyen la forma física, el tamaño corporal, la edad, las enfermedades previas y los medicamentos.

### Forma física e índice de masa magra

Una mala forma física causada por factores genéticos o por una vida sedentaria con escasa actividad física diaria reducirá la tolerancia a la exposición al calor. Mantener una buena forma física aporta una reserva cardiovascular para mantener el gasto cardíaco en los niveles necesarios para mantener la regulación térmica. Los enfermos con sobrepeso tienen una respuesta normal de vasodilatación de los vasos de la piel y una respuesta de sudoración tras la exposición al calor, pero la combinación de mala forma física, falta de aclimatación al calor y exceso de peso corporal (índice de masa corporal aumentado) aumenta el coste energético del movimiento y aumenta el riesgo de que sufran enfermedades por calor.

### Edad

La capacidad termorreguladora y la tolerancia al calor se reducen con la edad. Sin embargo, es posible mejorar la situación manteniendo un peso corporal bajo y una buena forma física.

### Sexo

Se ha creído durante mucho tiempo que las mujeres toleraban peor el calor que los hombres. Aunque hay amplias variaciones publicadas en este sentido, parece que estas diferencias se debían a que las mujeres tenían una peor forma física y se exponían menos al calor que los varones en condiciones que permiten la *aclimatación* completa al calor. Estudios más recientes han controlado las diferencias en la forma física y la aclimatación al calor entre los varones y las mujeres, indicando que estas últimas muestran una tolerancia similar al trabajo en situaciones calurosas e incluso en algunos estudios una tolerancia mejor que los varones al calor.

### Trastornos médicos

Una forma leve de enfermedad por calor es el «exantema pruriginoso por calor» y se ha demostrado que produce una reducción de la tolerancia al calor. Otros trastornos médicos que pueden aumentar el riesgo de intolerancia al calor y enfermedades por este motivo son la diabetes mellitus, las enfermedades tiroideas y las nefropatías. La enfermedad cardiovascular y los problemas circulatorios que aumentan el flujo cutáneo de sangre y la demanda circulatoria se agravan también con la exposición al calor.

### Medicamentos

El uso de algunos fármacos concretos de venta con o sin receta (véase cuadro 16-1) aumenta el riesgo de sufrir enfermedades por calor.

### CUADRO 16-1 Factores de riesgo para las enfermedades por calor

#### TRASTORNOS

Enfermedad cardiovascular  
 Deshidratación  
 Neuropatías autónomas  
 Parkinsonismo  
 Distonías  
 Trastornos de la piel: psoriasis, quemaduras solares, quemaduras  
 Trastornos endocrinológicos  
 Fiebre  
*Delirium tremens*  
 Psicosis  
 Neonatos, ancianos  
 Antecedentes de golpe de calor  
 Obesidad  
 Mala forma física

#### TOXINAS/FÁRMACOS

##### Aumento de la producción de calor

Hormona tiroidea  
 Antidepresivos cíclicos  
 Alucinógenos (p. ej., LSD)  
 Cocaína  
 Anfetaminas

##### Disminución de la sed

Haloperidol  
 Inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (IECA)

##### Menor sudoración

Antihistamínicos  
 Anticolinérgicos  
 Fenotiacinas  
 Glutetimida  
 Betabloqueantes

##### Aumento de las pérdidas de agua

Diuréticos  
 Etanol  
 Nicotina

#### CONDUCTA

Esfuerzos poco juiciosos  
 Ropa inadecuada  
 Mala aclimatación  
 Poca ingesta de líquidos  
 Mala supervisión  
 Alta motivación  
 Perfil atlético  
 Reclutas militares

Determinados fármacos aumentan la producción de calor metabólico, suprimen el enfriamiento corporal, reducen la reserva cardíaca y modifican el equilibrio renal hidroelectrolítico. Los sedantes y narcóticos afectan al estado mental y pueden alterar la capacidad de razonamiento y juicio lógico, suprimiendo la capacidad de toma de decisiones cuando se produce una exposición al calor.

## Deshidratación

El agua corporal es el componente más importante del organismo y representa un 45%-70% del peso, de forma que un varón de 75 kg contiene 45 litros de agua, lo que representa un 60% del total del peso corporal. Un cambio excesivo del equilibrio del agua normal (*euhidratación*) derivado de un consumo excesivo de agua (*hiperhidratación*; véase más adelante «Hiponatremia») o de una pérdida de líquidos (que determina una deshidratación aguda) altera la homeostasia, provocando signos y síntomas específicos. La deshidratación aguda (*hipohidratación*, una forma crónica de deshidratación) puede ser una consecuencia grave de la exposición al calor y al frío, aunque también se produce como secuela peligrosa de las diarreas, los vómitos y la fiebre.

La deshidratación es un hallazgo frecuente en muchos casos de enfermedad por calor que se producen en varios días, como sucede en ancianos, o durante la actividad física, como sucede en atletas que sudan con gran intensidad. En general estos individuos consumen poco o nada de líquido durante sus actividades diarias y no reponen el líquido perdido. Los niños y los mayores de 60 años son especialmente susceptibles de sufrir una deshidratación. Se pierde agua corporal a través del sudor, las lágrimas, la orina y las heces cada día. En condiciones normales, la ingesta de líquidos y alimentos con agua permite reponer las pérdidas. Cuando una persona enferma con diarrea, vómitos o fiebre o se expone al calor, se produce la deshidratación. En ocasiones la causa de la deshidratación son fármacos que reducen los líquidos y electrolitos del cuerpo, como los diuréticos.

Durante la exposición al calor, la principal pérdida del agua corporal se produce a través del sudor. Los individuos pueden llegar a perder 0,8-1,4 litros por hora en forma de sudor y se ha descrito que algunos atletas de élite aclimatados al calor pierden hasta 3,7 l/h durante competiciones en entornos cálidos<sup>20</sup>. Las claves para evitar la aparición de enfermedades por calor son mantener el equilibrio hídrico corporal y reducir al mínimo la deshidratación durante las actividades diarias, especialmente en aquellas actividades físicas que se realizan con una exposición moderada a intensa al calor. Los individuos normalmente no perciben la sed hasta que se produce una deficiencia de peso aproximada del 2% de peso corporal por la sudoración<sup>21</sup>. Por tanto, la sed nos proporciona un mal indicador de las necesidades corporales de agua durante el reposo o con la actividad física.

Cuando se produce una deshidratación leve a moderada (peso corporal 2%-6%), los individuos desarrollan fatiga, menor tolerancia al calor y deterioro cognitivo, además de reducción de la fuerza y la capacidad física aeróbica<sup>22,23</sup>. Si no se sigue algún protocolo de hidratación (véase Prevención de las enfermedades relacionadas con el calor) para ayudar a los individuos con la cantidad de líquidos que deben consumir cada hora cuando se

exponen a un calor de intensidad leve a intensa, las personas consumirán siempre pocos líquidos y estarán deshidratados 1%-2% de su peso corporal. Un consumo escaso de líquidos para recuperar el equilibrio normal de agua se denomina actualmente «deshidratación voluntaria»<sup>21</sup>.

Cuando se anima a las personas a que consuman líquidos con frecuencia mientras se exponen al calor, la velocidad a la cual se pueden reponer estos por vía oral queda limitada por la velocidad de vaciamiento gástrico y de absorción de los líquidos en el intestino delgado<sup>24</sup>. Los líquidos se vacían desde el estómago hacia el intestino delgado a una velocidad máxima aproximada de 1-1,2 l/h, mientras que la absorción se produce hacia la corriente sanguínea<sup>24</sup>. Además, la velocidad de vaciamiento gástrico se reduce un 20%-25% cuando la pérdida de peso inducida por el sudor determina una deshidratación del 5% del peso corporal total (p. ej., para un varón de 90 kg, una pérdida de 4,5 kg)<sup>25</sup>. El mensaje importante es que cuando se produce una deshidratación, resulta más difícil rehidratar bien al paciente con líquidos orales. Las claves para reducir la magnitud de la deshidratación durante la exposición al calor incluyen empezar a consumir líquidos orales antes de la misma y mantener una ingesta de líquidos frecuente durante y después de la exposición.

Los signos y síntomas siguientes son los más frecuentemente observados en la deshidratación de lactantes, niños y adultos, aunque cada individuo puede sufrir síntomas distintos:

- Micciones menos frecuentes.
- Sed.
- Sequedad de piel.
- Fatiga.
- Mareo.
- Vértigo.
- Confusión.
- Sequedad de boca y mucosas.
- Aumento de la frecuencia cardíaca y respiratoria.

En los lactantes y los niños, otros síntomas adicionales son:

- Sequedad de boca y lengua.
- Ausencia de lágrimas al llorar.
- No mojar el pañal durante más de 3 horas.
- Abdomen, ojos o mejillas hundidos.
- Fiebre elevada.
- Intranquilidad.
- Irritabilidad.
- Piel que no se aplanan cuando se pellizca y suelta.

## Trastornos relacionados con el calor

Los trastornos relacionados con el calor pueden oscilar de leves a graves en los enfermos con este tipo de procesos<sup>8,26,27</sup>. Es importante observar que los profesionales prehospitalarios pueden observar o no la progresión de los signos y síntomas, que empiezan como síndromes menores (p. ej., calambres por calor) y posteriormente avanzan a cuadros graves por calor (p. ej., golpe de calor clásico). En la mayor parte de estos casos de exposición al

calor, el paciente puede disipar el calor central y mantener su temperatura corporal dentro de valores normales. Sin embargo, cuando los trastornos por calor llevan a llamar a los SEM, los trastornos leves por calor pueden resultar aparentes para el profesional prehospitalario durante la evaluación del enfermo; junto con los signos y síntomas de enfermedades graves por calor (tabla 16-1).

### Trastornos leves por calor

Los trastornos leves por calor incluyen los exantemas cutáneos por calor, el edema por calor, la tetania, los calambres musculares (por calor) y el síncope asociado al calor.

#### Exantema por calor

El exantema calor, denominado también «calor picante» y *miliaria rubra*, es un exantema papuloso, pruriginoso y rojizo, que se suele encontrar en la piel de áreas de ropa estrecha y que sudan de forma intensa. Este proceso se debe a la inflamación de las glándulas sudoríparas con bloqueo del conducto sudoríparo. Las zonas afectadas pierden la capacidad de sudar, lo que aumenta el riesgo de sufrir una enfermedad por calor en estos casos en función de la cantidad de superficie cutánea implicada.

**Tratamiento.** El tratamiento consiste en enfriar y secar la zona afectada y prevenir otras situaciones que producen sudoración en estas áreas.

#### Edema por calor

El edema por calor es un edema leve en zonas declive de manos, pies y tobillos en las fases precoces de la aclimatación al calor, en las que se expande el volumen plasmático para compensar la mayor necesidad de flujo sanguíneo termorregulador. Esta forma de edema no implica una excesiva ingesta de líquidos ni una enfermedad hepática, renal o cardíaca. Si no existen otras enfermedades, este cuadro carece de repercusión clínica y es autolimitado. El edema por calor es más frecuente entre las mujeres.

**Tratamiento.** El tratamiento implica aflojar la ropa y elevar las piernas. No están indicados los diuréticos y pueden aumentar el riesgo de enfermedades por calor.

#### Tetania por calor

La tetania por calor es un trastorno raro y autolimitado que puede afectar a pacientes que se exponen de forma aguda a una situación calurosa corta e intensa. La hiperventilación asociada a estas situaciones se considera la causa principal. Puede producirse alcalosis respiratoria, parestesias, espasmo carpopedal y tetania.

**Tratamiento.** El tratamiento consiste en alejar al paciente de la fuente de calor y controlar la hiperventilación. La deshidratación no es frecuente cuando se producen estas cortas exposiciones al calor. La tetania por calor se puede asociar a signos y síntomas de agotamiento por calor y golpe de calor.

#### Calambres musculares (por calor)

Los calambres musculares (por calor) son contracciones musculares dolorosas de corta duración, que a menudo afectan a los

**TABLA 16-1 Trastornos frecuentes relacionados con el calor**

Trastorno	Causa/problema	Signos/síntomas	Tratamiento
Calambres musculares (por calor)	Incapacidad de reponer NaCl perdido por el sudor; problemas electrolíticos y musculares	Calambres musculares dolorosos, en general en las piernas o el abdomen	Trasladar a un sitio frío; masaje/estiramiento muscular; beber bebidas isotónicas o que tengan NaCl (zumo de tomate); trasladar a los pacientes con signos o síntomas descritos más adelante
Deshidratación	Incapacidad de reponer la pérdida del sudor con líquidos	Sed, náuseas, fatiga excesiva, hipovolemia, menor capacidad de termorregulación; reducción de la capacidad física y mental	Reponer las pérdidas de sudor con líquidos ligeramente salados; descansar en un lugar fresco hasta que se recupere el peso corporal y las pérdidas de agua
Agotamiento por calor	Excesiva tensión por el calor con una ingesta de agua inadecuada; problemas cardiovasculares con estasis venosa, reducción del tiempo de llenado cardíaco y reducción del gasto cardíaco	Baja diuresis, taquicardia, debilidad, marcha inestable, fatiga extrema, piel húmeda y caliente, cefaleas, mareos, náuseas, colapso; sin tratamiento, puede culminar en un golpe de calor	Alejar de la fuente de calor y colocar en un sitio más fresco; enfriar el cuerpo con agua y abanicos; beber líquidos ligeramente salados (bebidas isotónicas); NaCl al 0,9% IV o solución de lactato de Ringer
Golpe de calor	Elevadas temperaturas centrales (>40,6 °C), rotura celular, disfunción de múltiples sistemas orgánicos frecuente; alteración neurológica con fracaso del centro termorregulador	Cambios del estado mental; comportamiento irracional o delirio; posibles escalofríos; taquicardia inicialmente, posteriormente bradicardia; hipotensión; respiraciones rápidas y superficiales; piel caliente, húmeda o seca; pérdida de conciencia, convulsiones y coma	<b>Emergencia:</b> Enfriamiento inmediato mediante inmersión en agua o mojando al paciente o envolviéndolo en sábanas húmedas frías y abanicándolo de forma enérgica. Seguir hasta que la temperatura central sea <39 °C. Tratar el <i>shock</i> si fuera necesario tras reducir la temperatura central. Traslado inmediato al servicio de emergencias
Hiponatremia de esfuerzo (por dilución)	Baja concentración de sodio plasmático; típicamente afecta a individuos durante una actividad prolongada en entornos calurosos; beber agua (>1 l/h) que supera la velocidad de sudoración; incapacidad de reponer el sodio perdido en el sudor	Náuseas, vómitos, malestar, vértigo, ataxia, cefalea, alteraciones del estado mental, poliuria, signos de hipertensión intracraneal, convulsiones y coma; temperatura central <39 °C; puede confundirse con los signos de una enfermedad por el calor	Limitar la ingesta de agua; comer comidas saladas; los pacientes que no responden deben recibir el tratamiento ABC convencional; O <sub>2</sub> 15 l/min NRM; NaCl al 0,9% IV a velocidad para mantener la vía; aviso de traslado inmediato; paciente sentado o en decúbito lateral izquierdo si no responde

músculos gastrocnemios, aunque también pueden observarse en los músculos voluntarios del abdomen y las extremidades. Se producen en individuos durante un ejercicio que induce una sudoración profunda o durante el período de recuperación tras el ejercicio. Los músculos lisos, cardíaco, el diafragma y los músculos bulbares no se afectan. Los calambres musculares (por calor) pueden aparecer aislados o en pacientes con agotamiento por el calor. La causa se desconoce, pero se cree que la depleción de sodio corporal y otros electrolitos se asocia a estos trastornos. Se ha demostrado que el aporte de suplementos de sodio en la dieta reduce la incidencia de calambres por calor.

**Tratamiento.** El tratamiento incluye reposo en un entorno frío, estiramientos del músculo afectado y consumo de líquidos orales. Se deben consumir bebidas deportivas u otros líquidos que contienen sodio (p. ej., zumo de tomate que contenga sodio). Los líquidos in-

travenosos (IV) no suelen ser necesarios, aunque los calambres musculares intensos y prolongados se pueden resolver con rapidez mediante la administración de salino normal IV. Evitar el uso de comprimidos de sal porque pueden provocar molestias digestivas.

#### Síncope por calor

El síncope por calor se produce cuando una persona permanece de pie en entornos cálidos y se debe a la hipotensión que determina desmayos o una sensación de mareo o vértigo. El calor provoca vasodilatación con estasis de la sangre venosa en las piernas, que ocasiona una hipotensión.

**Tratamiento.** Tras alejarlo a un entorno frío, el paciente debe reposar tumbado y recibir rehidratación oral o IV. Si se produjo una caída, el paciente debería ser evaluado de forma extensa para descartar cualquier lesión. Los enfermos con antecedentes de pato-

logía cardíaca o neurológica importante, deberían ser valorados de forma más extensa para descartar la causa de su episodio sincopal. Es esencial monitorizar los signos vitales y el electrocardiograma (ECG) durante el traslado.

### Trastornos graves relacionados con el calor

Los principales trastornos graves relacionados con el calor incluyen el colapso asociado al agotamiento, el agotamiento por calor y el golpe de calor (clásico y por agotamiento).

#### Colapso asociado al agotamiento

Este trastorno se produce cuando el individuo se desmaya tras un ejercicio agotador<sup>28,29</sup>. Durante el ejercicio las contracciones musculares de las extremidades inferiores contribuyen al retorno venoso al corazón. Cuando se detiene el ejercicio, por ejemplo al terminar una carrera, la contracción muscular que favorece el retorno venoso, se enlentece de forma significativa. Esto se traduce en una reducción de dicho retorno venoso al corazón, con un menor gasto cardíaco hacia el encéfalo.

**Evaluación.** Los signos y síntomas incluyen náuseas, mareos, desmayos o síncope. Los pacientes se sienten mejor cuando se tumban, pero empiezan a sentirse mareados cuando tratan de levantarse o sentarse (*hipotensión ortostática*). No es raro encontrar una sudoración profunda. La frecuencia ventilatoria y cardíaca pueden ser rápidas. La temperatura central del paciente puede ser normal o levemente aumentada. Resulta difícil descartar una deshidratación, pero este tipo de desmayos tras el ejercicio no son una variante de hipovolemia. Por el contrario, este tipo de desmayo tras el ejercicio se debe valorar de forma inmediata para descartar otras causas posibles (p. ej., cardiovasculares).

**Tratamiento.** Se lleva al paciente a un ambiente fresco y se le deja descansar tumbado. Si es preciso, se aporta hidratación oral o IV. Dado que muchos pacientes han sufrido el desmayo por la disminución del retorno venoso al final del ejercicio en lugar de por una deshidratación, se recomienda no administrar tratamiento IV hasta completar la valoración del paciente en posición tumbada y darle tiempo a «enfriarse». Igual que en todas las formas de desmayo, se deben realizar más estudios para descartar otros trastornos (p. ej., causas neurológicas o cardíacas). Monitorizar los signos vitales y el ECG durante el traslado resulta esencial para diagnosticar posibles arritmias cardíacas.

#### Agotamiento por calor

El agotamiento por calor es el trastorno por calor que con más frecuencia se encuentran los profesionales prehospitalarios. Este trastorno se puede desarrollar tras días de exposición, como sucede en ancianos que viven en lugares poco ventilados, o de forma aguda, como en los atletas. Este proceso se debe a que el gasto cardíaco resulta insuficiente para mantener el aumento de la carga circulatoria causada por las exigencias contrapuestas de disipar el calor termorregulador, con aumento del flujo sanguíneo cutáneo, la reducción del volumen plasmático, la reducción del retorno venoso al corazón por vasodilatación y la depleción inducida por el sudor de sal y agua<sup>19</sup>. Los pacientes con

agotamiento por calor suelen tener una temperatura rectal inferior a 40 °C, aunque este dato no es constante ni fiable<sup>29</sup>.

Distintuir el agotamiento por calor del *golpe de calor* puede ser difícil en muchos casos, aunque una determinación rápida del estado mental determinará el grado de afectación neurológica. Si no se realiza un tratamiento eficaz del agotamiento por calor, puede culminar en un golpe de calor, una forma de enfermedad que pone en riesgo la vida del paciente. El diagnóstico de agotamiento por calor se realiza *por exclusión* cuando no existen pruebas de golpe de calor. Estos pacientes deberán ser valorados de forma más completa (exploración física y pruebas de laboratorio) en la urgencia.

**Evaluación.** Los signos y síntomas incluyen baja ingesta de líquidos, reducción de la diuresis, dolor de cabeza frontal, mareo, euforia, náuseas, ansiedad, fatiga y obnubilación. Los pacientes pueden sentirse mejor tumbados, pero se marean cuando tratan de sentarse o ponerse de pie (*hipotensión ortostática*). No es raro que suden de forma profusa. Las frecuencias ventilatoria y cardíaca pueden ser rápidas y el pulso radial filiforme. La presión arterial sistólica (PAS) puede ser normal o ligeramente baja. La temperatura central del enfermo es normal o algo elevada, aunque en general no supera 40 °C. Es importante realizar una buena anamnesis sobre enfermedades por calor previas y el actual incidente por calor porque estos pacientes pueden tener signos y síntomas de otros trastornos por pérdida de líquidos y sodio (p. ej., hiponatremia; véase comentario posterior).

**Tratamiento.** Alejar al paciente de inmediato del ambiente caluroso a otro más fresco. Ponerlo en posición de reposo en supino. Quitarle cualquier cosa que evite la disipación del calor, como la ropa o sombrero. Se debe plantear la rehidratación oral en pacientes que toman líquidos por vía oral y no presentan riesgo de aspiración de vómitos, utilizando para ello una bebida isotónica diluida a la mitad. La administración de grandes volúmenes de líquidos orales puede ocasionar flatulencia, náuseas y vómitos. Si se precisan líquidos IV, se debería optar por solución de lactato de Ringer (LR) o salino normal (SN). Las soluciones IV consiguen una recuperación más rápida de los líquidos que los administrados por vía oral por el retraso del vaciamiento gástrico y la absorción en el intestino delgado secundarios a la deshidratación.

Dado que el agotamiento por calor es difícil de distinguir del golpe de calor y que los pacientes con este último cuadro deberían ser enfriados, la mejor opción es aplicar técnicas de enfriamiento activo a todos los enfermos con agotamiento por calor. Este enfriamiento activo se puede conseguir con rapidez mojándole la cabeza y la parte superior del tronco con agua y abanicándole para aumentar la disipación del calor corporal por *convección*. Deberá trasladar a todos los pacientes que sigan inconscientes, que no se recuperen con rapidez o que tengan antecedentes médicos importantes. Un control adecuado de la temperatura ambiente y la monitorización de los signos vitales y el estado mental son vitales durante el transporte.

#### Golpe de calor

El golpe de calor se considera la forma más urgente con riesgo para la vida de enfermedad por el calor. El golpe de calor se de-

fine como una forma de hipertermia anormal derivada de un fracaso completo del sistema de termorregulación, es decir una incapacidad de los sistemas fisiológicos del organismo de disipar el calor y enfriarse. El golpe de calor se caracteriza por un aumento de la temperatura central que alcanza 40 °C o más y disfunción del sistema nervioso central (SNC), que determina delirio, convulsiones o coma<sup>27,30</sup>.

La diferencia más importante entre el golpe y el agotamiento por calor es la *discapacidad neurológica*, que se presenta al profesional prehospitalario como cambios del estado mental. El grado de complicación de los enfermos con golpe de calor no guarda relación exacta con la magnitud de la elevación de la temperatura central, porque los cambios fisiopatológicos pueden determinar un síndrome de disfunción multiorgánica<sup>27,31</sup>. En consecuencia, la distinción clínica entre golpe y agotamiento por calor sólo se consigue en muchos casos tras una valoración en el hospital. La morbimortalidad se asocia de forma directa con la duración del aumento de la temperatura central. Incluso tras una intervención prehospitalaria agresiva y el tratamiento hospitalario, el golpe de calor puede resultar mortal y los pacientes que sobreviven sufren algún grado de discapacidad neurológica permanente.

El golpe de calor tiene dos presentaciones clínicas: el golpe de calor clásico y el golpe de calor tras el agotamiento (tabla 16-2).

El *golpe de calor clásico* es un trastorno de lactantes, niños con fiebre, personas pobres, ancianos, alcohólicos y enfermos que pueden complicarse por uno de los factores de riesgo que se recogen en el cuadro 16-1 (p. ej., medicamentos). Una presentación clásica es el paciente que se expone a elevadas temperaturas ambientales y humedad durante varios días sin aire acondicionado, lo que le produce deshidratación y un aumento de la temperatura central. Con frecuencia se habrá interrumpido el proceso de sudoración, fenómeno denominado *anhidrosis*. Este cuadro se produce con mayor frecuencia en las grandes ciudades durante las olas de calor de los meses de verano, cuando no se utiliza o dispone

de una ventilación eficaz en el hogar<sup>11</sup>. La valoración del lugar aportará información útil para identificar este golpe de calor clásico.

El *golpe de calor por agotamiento* es un trastorno prevenible que sucede a menudo a individuos jóvenes poco aclimatados que realizan una actividad física intensa de corta duración (p. ej., trabajadores industriales, atletas, reclutas militares) bajo una combinación de temperatura y humedad elevadas. Estas condiciones pueden aumentar con rapidez la producción de calor interna y limitar la capacidad del organismo de disipar este calor. Si se comparan con el golpe de calor clásico, estos pacientes suelen sudar de forma profusa y se puede pensar por error que sólo tienen un agotamiento por calor<sup>4</sup>.

**Evaluación.** Los pacientes con golpe de calor acuden con una piel roja y caliente. Pueden sudar o no según donde se les haya encontrado y si tienen una forma clásica o por agotamiento del cuadro. La presión arterial puede ser alta o baja y suele encontrarse una taquicardia con pulso filiforme; un 25% de estos pacientes están hipotensos. El nivel de conciencia del paciente va desde confuso a inconsciente y pueden aparecer convulsiones, sobre todo cuando se le enfría<sup>30</sup>. En el hospital se confirman temperaturas rectales de 40 °C-47 °C<sup>27,30</sup>.

Las dos claves para distinguir el golpe de calor de los demás trastornos por calor son la elevación de la temperatura corporal y la alteración del estado mental. Cualquier paciente que esté caliente al tacto y tenga alteraciones del estado mental (confuso, desorientado, combativo o inconsciente) debería ser considerado un posible golpe de calor y tratado de forma inmediata y agresiva.

**Tratamiento.** El golpe de calor es una emergencia real. El enfriamiento del paciente debe empezar en cuanto el profesional prehospitalario estabilice la vía aérea, la respiración y la circulación (ABC). Se debe enfriar al enfermo de inmediato con cualquier medio disponible (p. ej., manguera de jardín, manguera de bomberos, agua

**TABLA 16-2 Golpe de calor clásico frente al relacionado con esfuerzo agotador**

	Clásico	Por agotamiento
Grupo de edad	Ancianos	Varones (15-45 años)
Estado de salud	Enfermos crónicos	Sanos
Actividad simultánea	Sedentarios	Ejercicio agotador
Uso de fármacos	Diuréticos, antidepresivos, antihipertensivos, anticolinérgicos, antipsicóticos	En general ninguno
Sudoración	Puede faltar	En general aparece
Acidosis láctica	En general falta; mal pronóstico si aparece	Frecuente
Hiperpotasemia	Suele faltar	A menudo presente
Hipocalcemia	Infrecuente	Frecuente
Hipoglucemia	Infrecuente	Frecuente
Creatina	Ligeramente elevada	Muy aumentada
Rabdomiólisis	Leve	A menudo grave

embotellada), incluso antes de quitarle la ropa. El método más rápido de enfriamiento es la inmersión en agua helada, pero esto sólo resulta posible en general en el hospital<sup>32-34</sup>. Si no se dispone de hielo de forma inmediata, se puede rociar de agua al enfermo al tiempo que se le abanica porque es la segunda técnica más eficaz que estimula la evaporación y la pérdida de calor por convección<sup>32</sup>. Desde finales de los años cincuenta del siglo XX se considera que la inmersión en hielo o agua fría determina una vasoconstricción suficiente para reducir la pérdida de calor del cuerpo y provocar la aparición de tiritona, de forma que se produciría calor interno. Sin embargo, investigaciones recientes han demostrado que esto no interfiere con el descenso deseado de la temperatura central alta<sup>32,34</sup>. *La intervención prehospitalaria más importante en el paciente con golpe de calor (además de las ABC) es un enfriamiento inmediato y rápido de todo el cuerpo para reducir la temperatura central.*

El enfriamiento rápido debería empezarse antes del traslado. Durante el mismo se debería poner al paciente en una ambulancia con aire acondicionado. Se le debe quitar la ropa, taparlo con una sábana y mojar la sábana con líquidos de irrigación mientras se abanica al enfermo de forma continua. Se deben poner hielos en la ingle, las axilas y alrededor de la parte anterior lateral del cuello, porque los vasos están más próximos a la superficie de la piel en estas zonas. Sin embargo, los hielos solos no resultan suficientes para reducir la temperatura corporal central con rapidez y sólo se deben considerar una forma adicional de enfriamiento<sup>4,32</sup>. La temperatura rectal se debería medir cada 5-10 minutos durante el traslado para asegurarse de que el enfriamiento es eficaz y prevenir la hipotermia. El enfriamiento activo se debería detener cuando la temperatura rectal llegue a 39 °C<sup>34</sup>. Se debe administrar oxígeno en flujo alto, apoyar la ventilación con mascarilla-válvula-bolsa (MVB) según demanda y monitorizar el ritmo cardíaco.

Los enfermos con golpe de calor no necesitan en general una reanimación con líquidos abundante y se administra típicamente líquidos IV en forma de 1-1,5 l de SN. Se debe administrar una carga de 500 ml y valorar los signos vitales. El volumen de líquido no debería superar 1-2 l en la primera hora o se debería seguir el protocolo médico local. Se debe monitorizar la glucemia porque estos pacientes a menudo están hipoglucémicos y pueden necesitar una embolada de glucosa. Las convulsiones se pueden controlar con 5-10 mg de diazepam. Se debe trasladar al paciente en decúbito lateral derecho o izquierdo para mantener la vía aérea abierta y prevenir la aspiración.

## Hiponatremia por agotamiento

La hiponatremia por agotamiento, denominada antes *intoxicación por agua*, es un trastorno con riesgo vital que cada vez se describe más en personas que practican senderismo, maratón, ultramaratón, triatlético o carreras de aventura como actividad recreativa y en personal de infantería militar<sup>35-37</sup>. Una baja concentración de sodio en el plasma altera el equilibrio osmótico en la barrera hematoencefálica, lo que se traduce en una entrada rápida de agua al cerebro con el consiguiente edema cerebral<sup>38</sup>. Igual que sucede con los signos y síntomas parecidos que se producen en el traumatismo craneoencefálico por hipertensión in-

tracraneal (HIC) (véase capítulo 8), en estos pacientes se produce una progresión de los síntomas neurológicos por hiponatremia, que van desde la cefalea, malestar, confusión y convulsiones al coma, lesiones cerebrales permanentes, herniación del tronco del encéfalo y muerte<sup>38</sup>. Los pacientes sintomáticos tendrán en general una concentración de sodio sérico inferior a 125 mEq/l (valores normales 135-145 mEq/l) con una hiponatremia de desarrollo rápido (<48 horas), como se observa con frecuencia en las pruebas de resistencia prolongadas<sup>35</sup>.

Los estudios han destacado que un 18%-23% de los ultramaratonianos y un 29% de los triatletas de la prueba *Ironman* hawaiana que acaban la prueba sufren una hiponatremia por agotamiento<sup>39-41</sup>. En 2002 se produjeron 32 casos de este trastorno entre los senderistas del parque nacional *Grand Canyon*, lo que obligó en muchos casos a realizar amplios esfuerzos de rescate por parte del personal del parque y los profesionales paramédicos<sup>42</sup>.

La hiponatremia por agotamiento se puede producir en las siguientes situaciones:

1. Excesiva pérdida de sodio y agua en el sudor durante una prueba de resistencia, que provoca deshidratación y depleción de sodio.
2. Los atletas se sobrehidratan sólo con agua mientras que el sodio plasmático se mantiene, lo que produce su dilución.
3. Combinación de excesivas pérdidas de sodio y líquido en el sudor y una sobrehidratación exclusivamente con agua.

Las pruebas indican que la hiponatremia por agotamiento es consecuencia de la retención de líquidos en el espacio extracelular (dilución) más que por falta de absorción de líquido en el intestino<sup>35</sup>. Es típico que estos pacientes no hayan consumido bebidas isotónicas deportivas o hayan tomado suplementos alimentarios energéticos sin sal o con cantidades insuficientes para reponer la pérdida de sodio por el sudor o la dilución secundaria a la excesiva ingesta de agua.

Se han identificado unos pocos factores de riesgo para el desarrollo de este cuadro. Los corredores más lentos tienen más riesgo de sufrir hiponatremia que los más veloces, posiblemente porque tienen más oportunidad de consumir agua y consumen un volumen mayor, aunque necesitan menos líquidos. Otro factor que puede aumentar el riesgo en los atletas de resistencia es el uso de antiinflamatorios no esteroideos (AINE, como ibuprofeno) durante esta actividad. Los AINE reducen la producción renal de prostaglandinas, lo que reduce la filtración glomerular<sup>43</sup>. Sin embargo, según las observaciones, el factor de riesgo más frecuente es el sexo, de forma que es mayor entre las atletas de resistencia del sexo femenino<sup>44</sup>.

La hiponatremia por agotamiento se ha descrito como la «otra enfermedad por calor» porque los síntomas son inespecíficos y se parecen a los observados en los trastornos por calor mayores y menores<sup>42</sup>. Muchas pruebas de resistencia y actividades de aventura durante varios días se realizan en ambientes templados a calurosos; por eso, se asume que los signos y síntomas de hiponatremia por agotamiento son una forma de enfermedad por calor y se tratan con protocolos convencionales que cubren la posible hipovolemia y el exceso de calor corporal. Los protocolos

convencionales que incluyen enfriamiento corporal y aporte de líquidos IV para corregir la hipertermia, la deshidratación secundaria al sudor y los cambios del estado mental pueden complicar la hiponatremia por dilución y aumentar el riesgo de que el paciente sufra convulsiones y coma. El tratamiento del paciente con hiponatremia con líquidos y reposo empeorará su situación, a diferencia de lo que sucede en el agotamiento por calor.

Este «otro trastorno por calor» se reconoce cada vez más y es tratado de forma correcta por el personal del SEM y la urgencia, en gran medida por los esfuerzos para formar al personal médico y al público sobre su prevención, reconocimiento precoz y tratamiento. Los profesionales prehospitalarios que reciben avisos o atienden de forma directa este tipo de acontecimientos de resistencia deportiva deben ser conscientes de la frecuencia y posible gravedad de la hiponatremia por agotamiento.

### Evaluación

En la población de atletas de resistencia que desarrollan hiponatremia se pueden encontrar muchos signos y síntomas (véase tabla 16-1). La temperatura central suele ser normal, pero puede ser baja o levemente elevada según la temperatura ambiental, la disipación de calor corporal y la intensidad del ejercicio reciente en el momento de la evaluación. La frecuencia cardíaca y la presión arterial pueden ser normales, bajas o altas según la temperatura central, la intensidad del ejercicio, la hipovolemia o el *shock*. La frecuencia ventilatoria oscila desde valores normales o ligeramente elevada. La hiperventilación observada en la hiponatremia por agotamiento puede explicar las alteraciones visuales, el mareo, el hormigueo en las manos y las parestesias en las extremidades. La evaluación típica incluye cambios del estado mental, fatiga, malestar, cefalea y náuseas. Otras alteraciones neurológicas incluyen habla lenta, ataxia y cambios cognitivos, como conducta irracional, combatividad y temor. Estos pacientes suelen referir una sensación de «catástrofe inminente».

### Tratamiento

El primer paso del tratamiento es reconocer el trastorno y definir su gravedad. El tratamiento se basa en la gravedad del cuadro. La figura 16-3 resume un algoritmo para valorar a los pacientes y determinar si sufren hiponatremia o enfermedad por calor. Los síntomas leves se deberían tratar de forma conservadora mediante observación del enfermo y esperar a que la diuresis normal elimine el exceso de líquidos. Los enfermos sintomáticos deberían ser colocados en posición erecta para mantener la vía aérea y reducir el efecto posicional sobre la PIC. Estos pacientes sufren vómitos en escopetazo durante el traslado. Deberá colocar a los pacientes inconscientes en decúbito lateral izquierdo durante el traslado para anticiparse a un posible vómito. Monitoree la aparición de convulsiones y administre anticonvulsionantes (p. ej., 2-5 mg de diazepam intravenoso o intramuscular [IV/IM]), según protocolo médico. Tras conseguir el acceso IV con una velocidad para mantener la vena abierta, avise al control médico para confirmar el volumen de líquido en forma de SN que debe administrar, si es necesario, en función de la gravedad del enfermo y la duración del traslado al hospital. Como estos pacientes ya han sufrido una sobrecarga de volumen, la in-

fusión rápida o de grandes volúmenes de líquido estará contraindicada. En los enfermos con signos y síntomas francos de edema cerebral se debe aumentar la concentración plasmática de sodio, lo que se suele conseguir mediante la administración de una solución de salino hipertónico (3%) en la urgencia o la unidad de cuidados intensivos (UCI). Mantenga al paciente en calma durante el traslado a la urgencia y siga controlando el estado mental por si se producen cambios o convulsiones.

## Prevención de las enfermedades relacionadas con el calor

Como el estrés por calor es un factor de salud pública importante en EE. UU., los métodos de prevención de las enfermedades por calor resultan vitales en cualquier comunidad, sobre todo para las personas que deben trabajar en entornos profesionales sometidos a una elevada temperatura. Los profesionales prehospitalarios y las agencias de los SEM son buenas fuentes para la formación comunitaria sobre las estrategias de prevención del estrés por calor en muchos formatos distintos, que incluyen panfletos formativos, páginas web de las agencias o boletines de noticias, presentaciones en la comunidad y periódicos locales.

Igual que sucede con el público general, el profesional prehospitalario puede ser incapaz de prevenir todas las formas de enfermedad por calor; por tanto, el personal de los SEM y otros profesionales de salud pública deben emplear estrategias de prevención y prepararse para la exposición profesional a elevadas temperaturas. Estas estrategias, que incluyen las políticas e intervenciones administrativas, los controles de ingeniería, el uso de equipos y los programas de vigilancia médica, están diseñadas para reducir el impacto global de la exposición aguda y crónica al calor. La aplicación de sencillas medidas preventivas puede tener una influencia muy importante reduciendo la incidencia de enfermedad por calor, pero los individuos de una organización a menudo no tienen en cuenta estas estrategias. El cuadro 16-2 resume las estrategias de prevención del estrés por calor para los profesionales de SEM, bomberos y otros responsables de la salud pública<sup>45</sup>.

Una interacción compleja de factores que se combinan para superar los límites de tolerancia de un individuo a la exposición al calor puede condicionar al final la aparición de signos y síntomas de enfermedad por calor. La capacidad del ser humano de trabajar en ambientes con calor moderado a intenso puede mejorarse mediante una mejora de la forma física, con la aclimatación al calor, mejorando las condiciones de trabajo y de vida y la higiene personal y utilizando alimentos y bebidas para reponer los electrolitos y el agua del organismo. El ambiente, la hidratación, la buena forma física y la aclimatación al calor son factores esenciales que se deben conocer.

### Ambiente

Los profesionales prehospitalarios y otros miembros de los equipos de seguridad pública sufren ambientes de intensa exposición al calor como parte de su ocupación. Durante el entrenamiento o en una respuesta ante una emergencia muchas personas sufrirán elevados niveles de estrés por calor mientras trabajan con un *equipo de protección personal* (EPP) (ropa impermeable), como los tra-

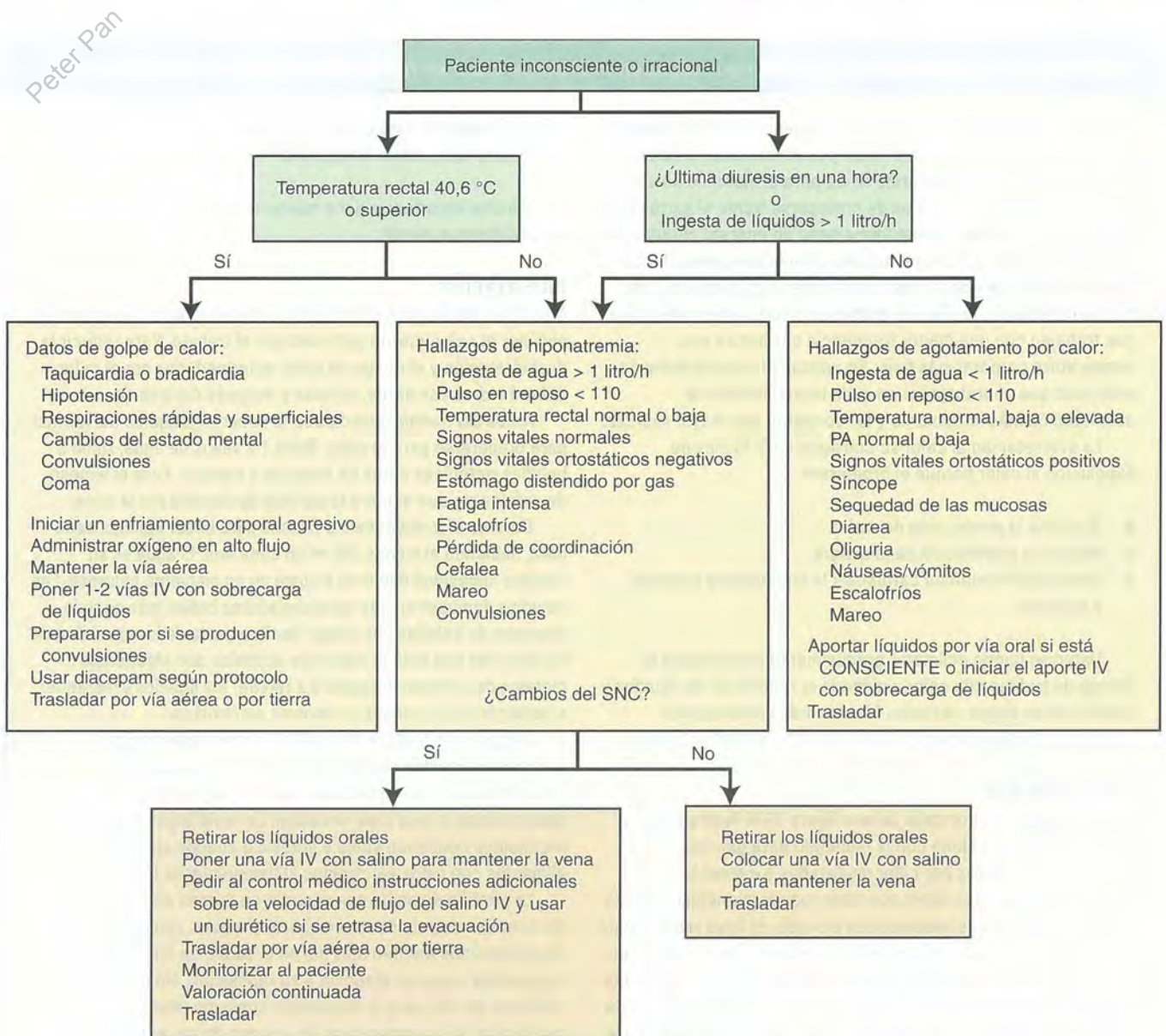


FIGURA 16-3 Algoritmo de tratamiento del agotamiento por calor, el golpe de calor y la hiponatremia.

jes de protección ante materiales peligrosos o las prendas protectoras frente a agentes químicos o biológicos. Este estrés por calor se complica más por la necesidad de entrar en espacios cerrados o mal ventilados o de trabajar en un choque de muchos vehículos en un día soleado y húmedo. Los EPP pueden limitar la capacidad del organismo de disipar el calor e impedir la evaporación del sudor durante un trabajo pesado. Al presentar un aumento de la sudoración por la producción de calor interno durante los trabajos exigentes a nivel físico y con la exposición al calor externo, el personal tiene un elevado riesgo de sufrir deshidratación y enfermedades por calor. Por tanto, el uso de EPP reduce la ventaja fisiológica obtenida gracias a la aclimatación y la forma física.

Es posible reducir estos riesgos midiendo las condiciones de calor ambientales y, cuando resulte aplicable, siguiendo las normas recomendadas de esfuerzo/reposo y las pautas de hidratación para trabajar en ambientes con temperaturas elevadas<sup>17,46</sup>.

Un método tradicional de medir la carga térmica es el uso del *índice de estrés térmico* (figura 16-4). Este índice utiliza una combinación de temperatura ambiental (leída en el termómetro) y humedad relativa. Es un método mejor para predecir el riesgo de posibles lesiones sistémicas térmicas que la mera temperatura ambiental. Si se trabaja bajo la luz del sol directa cerca de superficies que irradian una gran cantidad de calor o con prendas de protección pesadas, se deberían sumar  $-12,2\text{ °C}$  al valor de la tabla.

Un método utilizado de forma más generalizada para medir la tensión por calor ambiental y que se emplea en muchas situaciones industriales y militares es el *índice de temperatura del globo con bulbo húmedo (WBGT)*<sup>4,17,47</sup> (tabla 16-3). Este índice utiliza una combinación de bulbo seco para la temperatura ambiental, bulbo húmedo para la medida de la humedad, globo negro para el calor radiante y movimiento del aire para poder valorar de forma más precisa las condiciones ambientales. Integrados en el rango de

## CUADRO 16-2 Prevención de los trastornos relacionados con el calor en los profesionales prehospitalarios

Usted puede prevenir las graves consecuencias de los trastornos por calor mejorando su forma física y aclimatándose al calor.

Mantener una buena forma física para el ejercicio aeróbico es una de las mejores formas de protegerse frente al estrés por calor. El trabajador en buena forma tiene un aparato circulatorio bien desarrollado y un aumento del volumen sanguíneo, factores ambos importantes para regular la temperatura corporal. Los trabajadores en buena forma empiezan a sudar antes, de forma que trabajan con una menor frecuencia cardíaca y una temperatura corporal más baja. Se ajustan al calor al doble de velocidad que un trabajador en mala forma. Pierden la aclimatación más lentamente y la recuperan con mayor rapidez.

La aclimatación al calor se consigue en 5-10 días de exposición al calor porque el organismo:

- Aumenta la producción de sudor.
- Mejora la distribución de la sangre.
- Reduce la frecuencia cardíaca y la temperatura corporal y cutánea.

Usted se puede aclimatar gradualmente aumentando el tiempo de trabajo con calor, cuidando la reposición de líquidos y descansando según necesite. Mantendrá la aclimatación realizando trabajo o ejercicio periódico en un entorno cálido.

### EN EL TRABAJO

El índice de estrés por calor (véase figura 16-4) ilustra cómo la temperatura se combina con la humedad para generar situaciones de estrés por calor moderadas a intensas.

Esté alerta ante el estrés por calor cuando la energía radiante del sol o de las llamas próximas sea elevada, no haya viento o esté trabajando mucho, lo que crea gran cantidad de calor metabólico.

Algunas organizaciones utilizan el índice de estrés por calor WBGT (véase tabla 16-3). Este índice utiliza las temperaturas de bulbo seco, bulbo húmedo y globo negro, que se ponderan para indicar la importancia que cada una tiene para el trabajador:

- *Bulbo húmedo* (humedad ambiental) representa un 70%.
- *Globo negro* (calor radiante y aire en movimiento) supone un 20%.
- *Bulbo seco* (temperatura ambiente) explica un 10%.

Los índices de estrés por calor no consideran los efectos de las largas horas de trabajo, la deshidratación o la influencia de las prendas o equipos de protección personal.

Cuando existen condiciones de estrés por calor, usted debe modificar su forma de trabajar o realizar ejercicio. Tranquilícese. Existen diferencias individuales en la forma física, la aclimatación y la tolerancia al calor. Esfuércese demasiado y será un candidato a sufrir una enfermedad por calor. Cuando pueda:

- Evite trabajar cerca de fuentes de calor.
- Realice los trabajos más pesados por la mañana o la noche, cuando hace menos calor.

- Cambie las herramientas o los trabajos para reducir la fatiga.
- Realice descansos frecuentes.

Máxima importancia tiene mantener la hidratación reponiendo los líquidos que pierda.

### HIDRATACIÓN

Mantener los líquidos corporales es esencial para sudar y poder eliminar el calor interno generado por el trabajo. Para reducir la deshidratación y el riesgo de sufrir enfermedades por el calor, deberá hidratarse antes, durante y después del trabajo.

*Antes del trabajo*, usted debería beber más líquido del normal para prepararse para el calor. Beba 1-2 vasos de agua, zumo o bebidas isotónicas antes de empezar a trabajar. Evite el exceso de cafeína, ya que acelera la pérdida de líquidos por la orina.

*Durante el trabajo* realice pausas para beber líquidos cada hora, bebiendo al menos 250 ml en cada una. El agua es su máxima necesidad mientras trabaja en un ambiente caluroso. Los estudios demuestran que los trabajadores beben más cuando disponen de bebidas con sabor. Realizar parte de la reposición de líquidos con una bebida deportiva isotónica con electrolitos o hidratos de carbono le ayudará a retener los líquidos y mantener su energía y las concentraciones de electrolitos.

*Después de trabajar* usted debe seguir bebiendo para reponer los líquidos que haya perdido. *La sed siempre infraestima las necesidades de líquidos*, de forma que debería beber más de lo que cree necesitar. La rehidratación mejora si los líquidos contienen sodio y potasio o cuando se consumen alimentos con estos electrolitos al tiempo que se bebe.

La pérdida de sodio con el sudor se repone con facilidad en las comidas usando de forma liberal el salero. Los trabajadores no aclimatados pierden más sal en el sudor, de forma que tienen que prestar especial atención a su reposición. No exagere el consumo de sal, porque demasiado consumo altera la regulación de la temperatura. Un exceso de sal puede producir molestias gástricas, fatiga y otros problemas.

Introduzca los alimentos ricos en potasio, como los plátanos o los cítricos, como parte regular de su dieta y beba mucha limonada, zumo de naranja o zumo de tomate. Limite la cantidad de cafeína, como el café o la coca-cola, porque esta sustancia aumenta la pérdida urinaria de líquido. Evite el alcohol, ya que también produce deshidratación. Evite compartir las botellas de agua, salvo en las emergencias.

Usted puede controlar su estado de hidratación observando el volumen, color y concentración de la orina; una diuresis de poco volumen, oscura y concentrada y el dolor al orinar indican una urgente necesidad de rehidratación. Otros signos de deshidratación incluyen una frecuencia cardíaca rápida, debilidad, fatiga excesiva o mareo. La rápida pérdida de varios kilogramos de peso es un signo evidente de deshidratación. Rehidrátese antes de volver a trabajar, ya que seguir trabajando en este estado de deshidratación puede acarrear graves consecuencias, incluido golpe de calor, necrosis muscular e insuficiencia renal.

**CUADRO 16-2 (cont.) Prevención de los trastornos relacionados con el calor en los profesionales prehospitalarios**

**ROPA**

La ropa de protección del personal busca el equilibrio entre la comodidad del trabajador y su protección. Unos investigadores australianos han llegado a la conclusión de que *la intención del uso de equipos de protección personal no es conseguir que el calor no entre, sino sacarlo fuera*. Aproximadamente un 70% de la carga de calor procede del interior, de la energía metabólica generada durante el trabajo pesado. Sólo un 30% procede del entorno y del fuego. Utilice prendas poco apretadas para facilitar el movimiento del aire. Utilice camisetas y ropa interior de algodón para contribuir a la evaporación del sudor. Evite las capas extra de ropas, que aíslan, limitan el movimiento del aire y contribuyen al estrés por calor.

**DIFERENCIAS INDIVIDUALES**

Los individuos muestran diferencias en su respuesta al calor. Algunos trabajadores tienen un riesgo mayor de sufrir estos trastornos. Los motivos son diferencias hereditarias en la tolerancia al calor y la velocidad de la sudoración. Un exceso de peso corporal aumenta la producción de calor metabólico y también los fármacos, las drogas y la enfermedad pueden influir en la respuesta del organismo al trabajo en un entorno caluroso. Pregunte a su médico o farmacéutico si usted está utilizando medicamentos con o sin receta o si sufre alguna patología.

Siempre se debería entrenar y trabajar con otro compañero que pueda ayudarle si se produce algún problema. Recuérdense el uno al otro que deben beber muchos líquidos y vigilen que se haga así. Si su compañero desarrolla un trastorno por calor, empiece el tratamiento de forma inmediata.

**RESUMEN**

**Prevención**

- Mejore o mantenga la buena forma aeróbica.
- Aclímátese al calor.

**En el trabajo**

- Conozca las condiciones (humedad, temperatura, movimiento del aire).
- Realice frecuentes descansos.
- Evite el uso de capas extra de ropa.
- Tranquílcese.

**Hidratación**

- Antes de trabajar, beba varios vasos de agua, zumo o bebidas isotónicas.
- Durante el trabajo pare con frecuencia para beber.
- Después del trabajo, siga bebiendo para asegurar su hidratación.
- Recuerde que sólo usted puede prevenir la deshidratación.

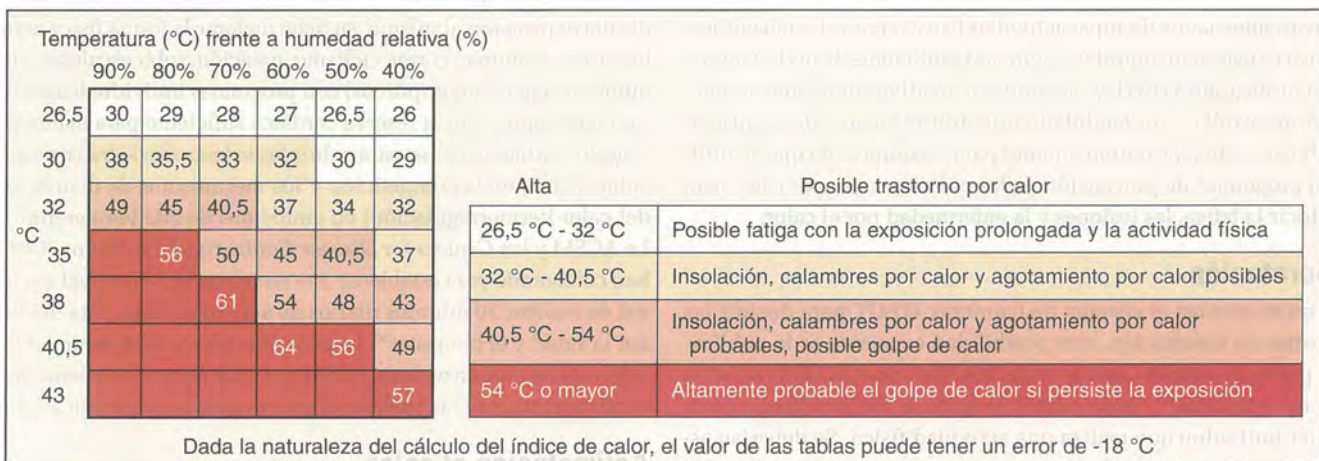
**Compañeros**

- Trabaje o entrene siempre con otro compañero.

**Bebidas**

- Las bebidas deportivas con hidratos de carbono o electrolitos estimulan la ingesta de líquidos, aportan energía y reducen las pérdidas urinarias de agua. Los hidratos de carbono ayudan también a mantener la función inmunitaria y el rendimiento mental durante el trabajo intenso prolongado. Las bebidas de cafeína y el alcohol interfieren con la rehidratación al aumentar la diuresis.

Modificado de US Department of Agriculture, US Forest Service: Heat stress brochure, [http://www.fs.usda.gov/fire/safety/fitness/heat\\_stress/hs\\_pg1.html](http://www.fs.usda.gov/fire/safety/fitness/heat_stress/hs_pg1.html).



**FIGURA 16-4** Índice del estrés por calor.

(Por cortesía del National Weather Service, Pueblo, Colo, [www.crh.noaa.gov/pub/heat.htm](http://www.crh.noaa.gov/pub/heat.htm).)

**TABLA 16-3 Normas para la reposición de líquidos durante el entrenamiento con tiempo caluroso**

Categoría del calor	Índice WBGT (°C)	Trabajo sencillo		Trabajo moderado		Trabajo intenso	
		Trabajo/reposo (min)	Ingesta de agua (ml/h)	Trabajo/reposo (min)	Ingesta de agua (ml/h)	Trabajo/reposo (min)	Ingesta de agua (ml/h)
1	25,5-25,7	NL	1/2	NL	3/4	40/20	3/4
2	27,8-29,4	NL	1/2	50/10	3/4	30/30	1
3	29,4-31,05	NL	3/4	40/20	3/4	30/30	1
4	31,11-32,2	NL	3/4	30/30	3/4	20/40	1
5	>32,2	50/10	1	20/40	1	10/50	1

Los tiempos de trabajo/reposo y los volúmenes de reposición de líquidos garantizarán el rendimiento y la hidratación al menos durante 4 horas en la categoría de calor especificada. Las necesidades individuales de agua pueden variar  $\pm$  250 ml/h.

NL, no límite del tiempo de trabajo por hora.

Reposo significa actividad física mínima (estar de pie o sentado), si es posible a la sombra.

Advertencia: La ingesta de líquidos cada hora no debería superar 375 ml. La ingesta diaria de líquidos no debería superar 3000 ml.

Llevar una armadura añade 15 °C al índice WBGT en climas húmedos.

El uso de equipo de protección personal (EPP) por encima de la ropa aumenta -12,2 °C al índice WBGT en el trabajo sencillo y -6,7 °C en los trabajos moderados a intensos.

Trabajo sencillo	Trabajo moderado	Trabajo intenso
Caminar sobre una superficie dura a 1,25 km/h con menos de 14 kg de carga	Caminar en una superficie dura a 2 km/h con menos de 20 kg de carga	Caminar sobre una superficie dura a 2 km/h con más de 20 kg de carga
	Caminar sobre arena blanda a 1,25 km/h sin carga. Calisténicos	Caminar sobre arena blanda a 1,25 km/h con carga

Versión actual de WBGT, hydration, and work/rest guidelines as updated by US Army Research Institute for Environmental Medicine (USARIEM) y publicada por Montain SJ, Latzka WA, Sawka MN: *Mil Med* 164:502, 1999.

temperaturas del índice WBGT con cinco niveles se incluyen trabajo/descanso horario (en minutos) y las normas de hidratación (en cuartos). Una bandera de colores (ninguna bandera, verde, amarilla, roja y negra) corresponde a cada uno de los cinco valores de temperaturas del WBGT. Es posible monitorizar el valor de WBGT cada hora y colocar la bandera del color correspondiente en un mástil en el exterior para que todo el personal pueda verla durante todo el día. Cuando resulte aplicable, se pueden establecer los ajustes adecuados de ropa, actividad física, ciclos de trabajo/descanso e ingesta de líquidos según las condiciones WBGT. Este sistema integrado WBGT y las políticas relativas al mismo se pueden desarrollar con facilidad en distintos lugares de seguridad pública y sitios de entrenamiento para asegurarse de que se utilizan programas de prevención de las enfermedades por calor para reducir la fatiga, las lesiones y la enfermedad por el calor.

## Hidratación

Si no se emplea el sistema de banderas WBGT para decidir las normas de hidratación, otra posibilidad excelente es la publicada por el *American College of Sports Medicine* (ACSM) tras años de investigación<sup>48</sup>. Estas pautas se aplican con facilidad a cualquier individuo que realiza una actividad física. Se deberían establecer estas normas dentro de una agencia para tratar de reducir el riesgo de deshidratación consiguiendo un acceso sencillo al agua y las bebidas isotónicas, sobre todo cuando se realizan ac-

tividades en ambientes calurosos (cuadro 16-3). Los estudios demuestran que los individuos no consumen suficiente cantidad de líquidos antes, durante o después del trabajo o el ejercicio para reponer los líquidos corporales perdidos a través del sudor, aunque consideren que si consumen líquidos en cantidad adecuada<sup>48</sup>.

## Forma física

Para aumentar la tolerancia al calor eficazmente en situaciones de alta exposición al mismo, se debe mejorar la forma física aeróbica (p. ej., caminar, correr, ciclismo, natación, subir escaleras, máquinas de ejercicios elípticos) con programas individualizados<sup>17</sup>, los cuales aportarán la reserva cardíaca suficiente para mantener el gasto cardíaco preciso para cubrir las exigencias de trabajo muscular (físico) de la competición y los mecanismos de disipación del calor (termorregulación) en ambientes de alta temperatura<sup>49</sup>. La ACSM y los *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) han colaborado para establecer una recomendación a nivel nacional de realizar 30 minutos diarios de actividad física para mantener la salud y el bienestar<sup>50</sup>. Los cuadros 16-4 y 16-5 resumen los informes de consenso de la ACSM y el *U.S. Surgeon General*, respectivamente, con las recomendaciones para la población adulta.

## Aclimatación al calor

Dentro de una organización de salud pública se debería poner en marcha una política y protocolo para la aclimatación al calor<sup>51</sup>.

**CUADRO 16-3** Protocolo de hidratación para reducir la deshidratación**1.** Inicie el ejercicio bien hidratado.

Bébase 2-3 vasos de líquido 2-3 horas antes de la actividad física para permitir que se pierda el exceso de líquido en forma de orina. Una media hora antes de la actividad física, bébase 1-2 vasos. No se obtienen beneficios de un consumo exagerado de líquidos (hiperhidratación), de forma que no beba en exceso.

**2.** Pésese.

La mejor forma de determinar si usted ha repuesto las pérdidas de sudor durante el trabajo pesado o el ejercicio es comprobar cuánto peso ha perdido. Determine su peso antes de la actividad física y después. Una pérdida mínima implica que ha conseguido mantenerse hidratado. Recuerde que la pérdida de peso durante el ejercicio o el trabajo se debe a la pérdida de agua, no de grasa, y se debe reponer.

**3.** Beba durante la actividad física.

Beba 1-2 vasos de agua o bebida isotónica cada 10-20 minutos durante el trabajo. Las personas que sudan mucho pueden beneficiarse de beber más a menudo (p. ej., cada 10 minutos) y los que sudan poco pueden hacerlo menos (cada 20 minutos).

**4.** Ingiera sodio durante la actividad física.

El mejor momento de reponer el sodio que pierde con el sudor es durante el ejercicio. Por este motivo, es mejor emplear una buena bebida deportiva que agua.

**5.** Siga su propio plan.

Todo el mundo suda de forma distinta, por lo que se necesita un plan de ingesta de líquido ajustado a las necesidades individuales.

**6.** Beba mucho durante las comidas.

Si usted no pudo beber durante el trabajo o el ejercicio para evitar la pérdida de peso, asegúrese de hacerlo antes de la siguiente práctica o de volver a trabajar. Las comidas son el mejor momento para hacerlo porque es fácil beber y por el sodio de las comidas.

**7.** No utilice sólo agua.

Beber exclusivamente agua le impide reponer los electrolitos perdidos con el sudor e ingerir los hidratos de carbono que le

ayudan a trabajar o realizar ejercicio con más fuerza y durante más tiempo. Un exceso de agua puede ocasionar peligrosos desequilibrios electrolíticos (hiponatremia).

**8.** No beba en exceso.

El agua es algo evidentemente bueno, pero puede pasarse. Beber demasiados líquidos no sólo resulta innecesario, sino que incluso puede ser peligroso (hiponatremia). El estómago lleno de gases, el edema de dedos y tobillos, una cefalea intensa y la confusión son signos de alerta de una hiponatremia.

**9.** No aumente de peso durante el ejercicio.

Un signo seguro de que está bebiendo en exceso es el aumento de peso con el esfuerzo intenso. Si usted pesa más después de realizar un esfuerzo que antes, esto implica que ha bebido más de lo que necesitaba. Asegúrese de no hacerlo la vez siguiente para no coger peso.

**10.** No limite la sal de la dieta.

Resulta esencial un buen aporte de sal en la dieta (cloruro sódico) para recuperar las pérdidas de sal en el sudor. Como los atletas sudan mucho, su necesidad de sal es mayor que las demás personas (estos principios se aplican para las personas que trabajan y sudan mucho cada día en trabajos realizados en un ambiente caluroso o moderadamente caluroso).

**11.** No utilice la deshidratación para perder peso.

Limitar la ingesta de líquidos durante el trabajo o el ejercicio altera el rendimiento físico y aumenta el riesgo de problemas relacionados con el calor. La deshidratación se debe reducir mediante un pensado plan de reposición de líquidos.

**12.** No retrase la ingesta de líquidos durante el ejercicio o el trabajo.

Siga un plan de ingesta de líquidos para evitar la deshidratación precoz durante el trabajo o el ejercicio. Cuando se produce la deshidratación, casi resulta imposible compensar las necesidades del organismo, porque la deshidratación reduce la velocidad a la cual los líquidos salen del estómago.

Modificado de Murray B, Eichner ER, Stofan J: Hyponatremia in athletes, *Sports Sci Exchange* 16(1):88, 2003, <http://www.gssiweb.com/>.

La aclimatación al calor se puede conseguir con 60-90 minutos diarios de ejercicio en condiciones calurosas durante unos 7-14 días<sup>8,52</sup>. Los resultados de la aclimatación al calor son un mejor rendimiento laboral, una tolerancia al calor mayor y una menor tensión fisiológica. Estos ajustes incluyen un aumento del volumen sanguíneo y del volumen sistólico, una reducción de la frecuencia cardíaca para un nivel de actividad determinado, una menor concentración de sodio en el sudor, una mayor conservación de sodio por el cuerpo, una aparición más temprana de la

sudoración y una velocidad de sudoración *aumentada* (cuadro 16-6). Estos cambios mejoran la transferencia del calor corporal desde el centro a la piel en un intento de aumentar la transferencia de aire desde la piel al entorno. Aunque la tolerancia al calor mejora en estos individuos y en ocasiones resulta deseable (p. ej., atletas de resistencia, personal de infantería), la mayor producción de sudor (1-2 l/h) se traduce en una pérdida de líquidos más intensa, con la consiguiente deshidratación. En consecuencia, cuanto mayor es el volumen de sudor que pierden

### CUADRO 16-4 Recomendaciones de forma física del *American College of Sports Medicine (ACSM)* para la población adulta

#### FORMA CARDIORRESPIRATORIA

1. *Frecuencia de entrenamiento:* 3-5 días a la semana.
2. *Intensidad del entrenamiento:* 55%/65%-90% de la frecuencia cardíaca máxima. Los valores de intensidad más bajos, 55%-64% de la frecuencia cardíaca máxima, se aplican más a individuos en poca forma física que empiezan un programa de puesta a punto.
3. *Duración del entrenamiento:* 20-60 minutos de actividad aeróbica continua o intermitente (mínimo de períodos de 10 minutos acumulados durante el día). La duración depende de la intensidad de la actividad; por tanto, la actividad menos intensa se debería realizar en un tiempo más largo ( $\geq 30$  minutos), mientras que los individuos que entrenan a grandes niveles de intensidad deberían hacerlo al menos 20 minutos o más. Dada la importancia de la «forma total» y que se consigue con mayor facilidad mediante sesiones de ejercicio de mayor duración y dados los posibles riesgos y la falta de cumplimiento de la actividad muy intensa, se recomienda una actividad de intensidad moderada durante más tiempo en los adultos que no estén entrenando para una competición deportiva.
4. *Modo de actividad:* Cualquier actividad que utilice grandes grupos musculares y se pueda mantener de forma continua y sea de naturaleza rítmica y aeróbica, como caminar, marchar, correr, hacer jogging, ciclismo, esquí de fondo, danza aeróbica/ejercicios de grupo, saltar a la

comba, remar, subir escaleras, nadar, monopatín y otros juegos de fortalecimiento.

#### POTENCIA MUSCULAR Y RENDIMIENTO, COMPOSICIÓN CORPORAL Y FLEXIBILIDAD

1. *Entrenamiento de resistencia:* Los ejercicios de resistencia deben formar parte de un programa de entrenamiento para adultos y tienen que tener la intensidad suficiente para mejorar la potencia y el rendimiento muscular y mantener la masa libre de grasa (FFM). El entrenamiento de resistencia debería ser progresivo e individualizado y aportar estimulación de los grupos musculares principales. Una serie de 8-10 ejercicios para acondicionar los principales grupos musculares 2-3 días por semana es la opción recomendada. Los regímenes con series múltiples (p. ej., 2-3) pueden conseguir mayores beneficios si el tiempo lo permite. La mayoría de las personas deberían completar 8-12 repeticiones de cada ejercicio; sin embargo, los ancianos y las personas más frágiles (mayores de 50-60 años), pueden responder mejor a 10-15 repeticiones.
2. *Entrenamiento de flexibilidad:* Los ejercicios de flexibilidad deberían incorporarse a un programa de puesta en forma global para desarrollar y mantener el arco de movilidad. Estos ejercicios deben estirar los principales grupos musculares y realizarse un mínimo de 2-3 días a la semana. El estiramiento debería incluir técnicas estáticas y/o dinámicas apropiadas.

Tomado del *American College of Sports Medicine: Med Sci. Sports Exerc* 30(6):975, 1998.

### CUADRO 16-5 Recomendaciones para la forma física del *U.S. Surgeon General* para la población adulta

Este es el primer trabajo del *Surgeon General* sobre la actividad física y la salud. El principal mensaje es que los norteamericanos pueden mejorar notablemente su salud y calidad de vida incorporando actividad física moderada en sus vidas diarias. Los beneficios para la salud de la actividad física resultan accesibles para la mayoría de los americanos, incluidos los que les disgusta el ejercicio enérgico y los que se han sentido defraudados previamente por la dificultad para cumplir un programa de ejercicio intenso. En las personas que ya están realizando un grado moderado de actividad, se puede aumentar los beneficios aumentando el grado de actividad.

Este trabajo surgió de un consenso creciente entre los epidemiólogos, los expertos en ciencia del ejercicio y profesionales sanitarios de que la actividad física no tiene por qué ser muy enérgica para mejorar la salud. Además, parece que los beneficios para la salud son proporcionales al grado de actividad, de forma que cualquier aumento de la misma resulta beneficioso. Destacar la importancia de la cantidad más que de

la intensidad de la actividad física ofrece a las personas más opciones que pueden elegir para incorporar la actividad física a su vida diaria. Por tanto, es posible conseguir una actividad moderada realizando un paseo a paso ligero de 30 minutos, recogiendo hojas o segando césped durante 30 minutos, corriendo 15 minutos o jugando al voleibol durante 45 minutos y estas actividades se pueden ir turnando en los distintos días. Se espera que esta importancia de la cantidad moderada de actividad y la flexibilidad de poder modificar las actividades en función de las preferencias personales y las costumbres vitales, animará a más personas a realizar una actividad física como parte regular y mantenida de su existencia.

La información de este artículo resume distintos trabajos publicados sobre la epidemiología, la fisiología del ejercicio, la medicina y las ciencias de la conducta. En este trabajo se resalta lo que se conoce sobre la relación entre actividad física y salud y también lo que se está aprendiendo al fomentar la actividad física en adultos y gente joven.

**CUADRO 16-5 (cont.) Recomendaciones para la forma física del U.S. Surgeon General para la población adulta**

Por último, la actividad física es sólo una de las distintas conductas diarias que influyen sobre la salud. En concreto, los hábitos nutricionales se relacionan con algunos de los mismos aspectos de la salud que la actividad física y ambos guardan relación con las características del estilo de vida. Este artículo se ocupa exclusivamente de la actividad física; en 1988 se publicó un informe del *Surgeon General* sobre nutrición y salud.

**PRINCIPALES CONCLUSIONES**

1. Las personas de cualquier edad y de ambos sexos se benefician de una actividad física regular.
2. Se pueden conseguir beneficios significativos para la salud incorporando una actividad física moderada (p. ej., caminar 30 minutos a paso ligero o recoger hojas, 15 minutos de carrera o jugar al voleibol 45 minutos) todos o la mayor parte de los días de la semana. Mediante un incremento modesto de la actividad diaria, la mayor parte de los norteamericanos podrían mejorar su salud y calidad de vida.
3. Se pueden aumentar los beneficios para la salud con actividad física más intensa. Las personas que pueden mantener un régimen de actividad regular de mayor duración o más intenso consiguen posiblemente mayores beneficios.
4. La actividad física reduce el riesgo de mortalidad prematura en general y en concreto de cardiopatía coronaria, hipertensión, cáncer de colon y diabetes mellitus. La actividad física mejora también la salud mental y tiene importancia para la salud de los músculos, huesos y articulaciones.
5. Más de un 60% de los adultos norteamericanos no realizan actividad física de forma regular. De hecho, un 25% no realizan actividad física alguna.
6. Casi la mitad de los jóvenes norteamericanos de 12 a 21 años de edad no realizan actividad enérgica de forma regular. Además, la actividad física se reduce de forma espectacular durante la adolescencia.
7. La participación en clases de educación física de los estudiantes de instituto se redujo del 42% en 1991 al 25% en 1995.
8. Las investigaciones para comprender y fomentar la actividad física se encuentran en sus fases iniciales, pero algunas intervenciones destinadas a mejorar la actividad física y que se aplican en los colegios, lugares de trabajo y centros de salud se han valorado y se ha demostrado su éxito.

Pate RR, Pratt M, Blair SN, et al: Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA* 273(5):402, 1995.

**CUADRO 16-6 Beneficios de la aclimatación al calor**

1. Comodidad térmica: mejora.
2. Temperatura central: mejora.
3. Flujo sanguíneo cutáneo: más precoz.
4. Frecuencia cardíaca: más lenta.
5. Pérdida de sales (sudor y orina): reducida.
6. Rendimiento en el ejercicio: mejora.
7. Sudoración: más precoz y más intensa.
8. Producción de calor corporal: menor.
9. Sed: mejora.
10. Protección orgánica: mejora.

Tomado de Heat Acclimatization Guide, Ranger and Airborne School Students, 2003, [www.usariem.army.mil/download/heatacclimatizationguide.pdf](http://www.usariem.army.mil/download/heatacclimatizationguide.pdf).

las personas aclimatadas, mayor será la necesidad de hidratación durante la exposición al calor, sobre todo cuando la persona no sigue un protocolo de hidratación oral riguroso. El cuadro 16-7 resume las normas de aclimatación al calor.

**Rehabilitación de un incidente de emergencia**

La *United States Fire Administration* (USFA) creó un abordaje estandarizado para evaluar y rehabilitar a los bomberos y el per-

sonal de emergencias durante condiciones ambientales extremas (cuadro 16-8). En 1992 la USFA afirmó lo siguiente:

Las exigencias físicas y mentales que sufren los SEM, los bomberos y las operaciones de emergencia en condiciones de humedad y calor extremos crean unas condiciones que pueden tener una influencia negativa sobre la seguridad y salud de los miembros de los equipos de emergencias. Los profesionales que no realizan un reposo adecuado y reciben la rehidratación correcta durante las operaciones de emergencia y los entrenamientos tienen más riesgo de sufrir enfermedades y pueden poner en peligro la seguridad de otros en el lugar del incidente. Cuando los profesionales de emergencias se fatigan, su capacidad de trabajar con seguridad se altera. En consecuencia, su tiempo de reacción se reduce y también será menor su capacidad de adoptar decisiones críticas. La rehabilitación es un elemento esencial en el lugar de un incidente para prevenir trastornos más graves, como el agotamiento o el golpe de calor<sup>29</sup>.

**Almacenamiento de fármacos por el SEM en condiciones térmicas extremas**

Los profesionales prehospitalarios trabajan en regiones dentro de EE. UU. en las cuales los extremos térmicos anuales oscilan entre las temperaturas inferiores a la congelación y un calor y humedad elevados. Sus vehículos, incluidas las unidades de cuidados intensivos móviles, las unidades paramédicas y los heli-

**CUADRO 16-7 Normas de aclimatación al calor**

La siguiente es una versión modificada de las normas para la aclimatación al calor para el personal de infantería sano y con buena forma física que se prepara para realizar actividad física en entornos calurosos.

**¿Le debe preocupar el tiempo caluroso?**

Si usted está acostumbrado a trabajar en climas fríos o templados, la exposición a un clima caluroso le dificultará mucho completar su curso de entrenamiento avanzado. El tiempo cálido le hará sentir cansado, dificultará su recuperación y aumentará el peligro de que sufra una lesión por calor. Los individuos con las mismas capacidades que están acostumbrados a entrenar en un clima caluroso tendrán una mayor tolerancia al calor y capacidad física durante la exposición al calor.

**¿Qué es la aclimatación al calor?**

El término aclimatación al calor alude a las adaptaciones biológicas que reducen el estrés fisiológico (p. ej., la frecuencia cardíaca, la temperatura corporal), mejoran la capacidad de realizar esfuerzos físicos, mejoran la comodidad y protegen a los órganos vitales (encéfalo, hígado, riñones, músculos) de las lesiones por calor. La adaptación más importante desde el punto de vista biológico tras la aclimatación al calor es una respuesta de sudoración más precoz e intensa y se debe buscar.

La aclimatación al calor es específica para el clima (desierto) y el nivel de actividad física. Sin embargo, la aclimatación a los climas desérticos mejora la capacidad de trabajar en otros climas de forma notable. Los individuos que sólo realizan una actividad física ligera o suave conseguirán con mayor facilidad la aclimatación necesaria para realizar su tarea. Si tratan de realizar un trabajo más agotador o prolongado, será necesaria una aclimatación adicional y una mejor forma física para poder realizar la tarea con éxito en el calor.

**¿Cómo se consigue la aclimatación al calor?**

La aclimatación al calor se consigue cuando las exposiciones repetidas resultan suficientemente estresantes como para elevar la temperatura corporal y provocar una sudoración copiosa. Descansar al sol, con una actividad limitada a la que permite conservar la existencia, sólo consigue una aclimatación parcial. Es preciso practicar ejercicio físico al sol para conseguir una aclimatación óptima a ese ejercicio en un ambiente caluroso determinado.

En general se necesitan 2 semanas de exposición diaria al calor para conseguir la aclimatación al calor. Esta aclimatación precisa de una exposición diaria mínima al sol de unas 2 horas (que se puede dividir en dos períodos de 1 hora) combinada con ejercicio físico que exija rendimiento cardiovascular (p. ej., *jogging*) más que entrenamiento de fuerza. Gradualmente se debe aumentar la intensidad del ejercicio o su duración cada día. Trabaje según un programa de entrenamiento físico

adecuado y adaptado a la actividad física que se exige.

Los beneficios de la aclimatación al calor se conservan durante 1 semana y posteriormente desaparecen, de forma que en 3 semanas se habrá perdido un 75% de la aclimatación tras interrumpir la exposición al calor. Uno o 2 días de tiempo fresco no interfieren con la aclimatación al calor.

**¿Con qué rapidez se consigue la aclimatación al calor?**

Un individuo promedio consigue la aclimatación al calor tras unas 2 semanas de exposición y con aumentos progresivos del esfuerzo físico. Al segundo día de la aclimatación se observan reducciones significativas de la tensión fisiológica. Al final de la primera y segunda semanas se consigue completar >60% y >80% de la adaptación fisiológica, respectivamente. Los individuos con peor forma física o los que muestran una susceptibilidad especial a la exposición al calor pueden necesitar varios días o semanas más para aclimatarse.

Los individuos en buena forma física deberían conseguir aclimatarse al calor en 1 semana. Sin embargo, pueden ser precisas varias semanas de trabajo y residencia en ambientes calurosos (temporeros) para aumentar al máximo la tolerancia a la temperatura corporal elevada.

**¿Cuáles son las mejores estrategias para la aclimatación al calor?**

1. Aumente al máximo la forma física y la aclimatación al calor antes de exponerse a un clima caluroso. Mantenga la forma física mediante programas de mantenimiento adaptados al entorno, como el entrenamiento en las primeras horas de la mañana o por la tarde cuando haga menos calor.
2. Integre el entrenamiento y la aclimatación al calor. Entrene en los momentos menos calurosos del día y aclimatase en los más calurosos. Empiece lentamente reduciendo la intensidad y duración del entrenamiento (en comparación con la que usted podría conseguir en climas templados). Aumente el entrenamiento y la exposición al calor según se lo permita su tolerancia al mismo. Utilice el entrenamiento en intervalos para modificar su grado de actividad.
3. Si el nuevo clima es mucho más caluroso del que usted está acostumbrado, puede ser adecuado realizar actividades recreativas durante los 2 primeros días, con períodos de paseo/carrera. Al tercer día debería ser capaz de integrar carreras de entrenamiento (20-40 minutos) a paso lento.
4. Consuma suficiente agua para reponer las pérdidas por el sudor. Es frecuente sudar más de 250 ml por hora. La aclimatación al calor aumenta la velocidad de la sudoración y las necesidades de agua. En consecuencia, los individuos aclimatados al calor se deshidratan con mayor rapidez si no consumen líquidos. La deshidratación hace que se pierdan muchas de las ventajas termorreguladoras conseguidas tras la aclimatación al calor y la buena forma física.

## CUADRO 16-8 Procedimiento operativo convencional de la *U.S. Fire Administration (USFA)* para la rehabilitación de un incidente de emergencia

### OBJETIVO

Garantizar que las condiciones mentales y físicas de los trabajadores que actúan en el lugar de una emergencia o en un ejercicio de entrenamiento no se deterioren hasta el punto de afectar a la seguridad de otros miembros o poner en peligro la seguridad e integridad de la operación.

### ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este procedimiento se aplicará a todas las operaciones de emergencia y los ejercicios de entrenamiento en los que se produzca una actividad física agotadora o exposición a frío o calor.

### RESPONSABILIDADES

El comandante a cargo del incidente se planteará las circunstancias de cada incidente y realizará las provisiones adecuadas al principio del mismo para conseguir que los miembros que trabajan en el lugar puedan tener el descanso y la rehabilitación adecuados. Entre estas provisiones se deben incluir la valoración, tratamiento y monitorización médica; la administración de alimentos y bebidas; el reposo mental; y el alivio de las condiciones climatológicas extremas o de otros aspectos ambientales relacionados con el incidente. La rehabilitación incluirá la provisión de servicios de emergencia médicos (SEM) con un nivel de soporte vital básico (SVB) o superior. El comandante a cargo del incidente establecerá un sector o grupo de rehabilitación cuando las condiciones indiquen que las personas que están trabajando en el lugar de un incidente o están siendo sometidas a entrenamiento necesitan reposo y rehabilitación.

### NORMAS

Las condiciones climáticas o ambientales del lugar de la emergencia no deberían ser la única justificación para establecer un área de rehabilitación. Cualquier actividad o incidente de larga duración, de gran volumen o que necesite un trabajo muy intenso deplecionará con rapidez la energía y fortaleza del personal y se debería plantear aplicar rehabilitación. Las condiciones climatológicas o ambientales que indican la necesidad de crear un área de rehabilitación son un índice de estrés por calor superior a 32 °C (véase figura 16-4) o un índice de escalofríos por viento inferior a -12 °C (véase figura 16-10).

### Hidratación

Durante el estrés por calor, el profesional debería consumir al menos 250 ml a la hora. La rehidratación se debería hacer con una mezcla 50/50 de agua y una bebida comercial preparada (bebida isotónica deportiva) y se debe administrar a unos 4,4 °C. Se deben evitar las bebidas alcohólicas o que contengan

cafeína antes y durante el estrés por calor porque ambas interfieren con los mecanismos corporales de conservación de agua. También se deberían evitar las bebidas carbonatadas.

### Nutrición

El departamento administrará alimentos en el lugar de un incidente en el que las unidades deban permanecer durante 3 horas o más. Se recomienda consumir una taza de sopa porque se digiere con mucha mayor rapidez que los bocadillos y otros tipos de comida rápida.

### Descanso

La «regla de las dos botellas» o trabajar durante 45 minutos se recomienda como aceptable antes de necesitar una rehabilitación obligatoria. Los miembros se rehidratarán (al menos 200 ml) mientras se cargan los cilindros SCBA. Los bomberos que han trabajado hasta consumir dos botellas ajustadas para 30 minutos, o 45 minutos, deberán ser trasladados de inmediato al área de rehabilitación para descansar y ser valorados. El descanso no durará menos de 10 minutos y puede superar 1 hora, según determine el oficial responsable de rehabilitación.

### Recuperación

Los miembros del equipo de rehabilitación deben mantenerse bien hidratados. Algunos fármacos alteran la capacidad del organismo de sudar y se debe tener cuidado extremo si el responsable ha recibido antihistamínicos o consume diuréticos o estimulantes.

### Valoración médica

El SEM debe estar formado y dirigido por los profesionales prehospitalarios mejor formados que estén en el lugar (como mínimo nivel de SVB). Ellos valorarán los signos vitales, explorarán a los miembros y realizarán las decisiones adecuadas sobre su destino (regresar al trabajo, seguir en rehabilitación o tratamiento médico con traslado a un centro médico). La rehabilitación continuada debe consistir en la valoración mantenida de los signos vitales, descanso y aporte de líquidos para la rehidratación. Los profesionales prehospitalarios deben ser resolutivos para tratar de encontrar pronto los posibles problemas médicos. Si la frecuencia cardíaca de un miembro supera 110 lpm, se debería medir la temperatura oral. Si esta supera 38 °C, no se le debe dejar llevar equipo de protección. Si es inferior a 38 °C y la frecuencia cardíaca sigue por encima de 110 lpm, debería aumentarse el tiempo de rehabilitación. Si la frecuencia cardíaca es inferior a 110 lpm, el riesgo de estrés por calor es despreciable. Se deben anotar todas las valoraciones médicas.

cópteros médicos, y los medicamentos que se almacenan en estos también se ven sometidos a las mismas condiciones extremas salvo que se disponga de sistemas de almacenamiento de temperatura controlada. Los medicamentos utilizados por los profesionales prehospitalarios deberían ser almacenados a una temperatura ambiental controlada según las recomendaciones de los fabricantes. La *United States Pharmacopeia* (USP) tiene la responsabilidad de establecer para EE. UU. las condiciones de los fármacos orientadas a mantener la calidad de los medicamentos y su definición de temperatura controlada es la siguiente:

Una temperatura mantenida con termostato que se corresponde con el ambiente de trabajo habitual de 20 °C a 25 °C; esto se traduce en una temperatura media cinética calculada no superior a 25 °C; y permite oscilaciones entre 15 °C y 30 °C, que se producen en las farmacias, hospitales y almacenes. Siempre que la temperatura cinética media siga dentro del rango permitido, se pueden permitir picos transitorios hasta de 40 °C siempre que lo indique el fabricante<sup>54</sup>.

Los fabricantes garantizan la estabilidad, calidad y potencia de un fármaco sólo cuando se almacenen dentro de los valores de temperatura recomendados. En muchos lugares del país, se ha demostrado que el almacenamiento de fármacos en los vehículos de los SEM se produce fuera de los rangos recomendados por USP<sup>55-58</sup>. Estos estudios han analizado la exposición a la temperatura de los fármacos sobre el terreno y en el laboratorio tanto a corto (1-4 semanas) como a largo plazo (12-26 semanas)<sup>55</sup>. No queda claro el efecto de estas variaciones térmicas sobre la biodisponibilidad de muchos fármacos de uso prehospitalario frecuente. Sin embargo, los estudios de laboratorio han demostrado que la mayor parte de los fármacos siguen estables, salvo adrenalina, que se degrada de forma notable en el calor y frío extremos<sup>55,59,60</sup>.

Para mejorar el cumplimiento de las normas USP y las recomendaciones de los fabricantes, la *New Jersey Office of Emergency Medical Services (Department of Health and Senior Services)* ha dictado unas normas que dicen lo siguiente:

Todos los vehículos y cabinas o cualquier lugar de almacenamiento de medicamentos deben tener una temperatura suficientemente controlada para que los fármacos que allí se guardan se mantengan dentro del rango de temperatura recomendado por su fabricante. El personal del vehículo deberá disponer de un sistema para registrar la temperatura, que debe recoger como mínimo la temperatura máxima y mínima en un período de tiempo especificado<sup>61</sup>.

Las agencias de SEM deben tener en consideración como dar respuesta a las posibles dudas sobre la eficacia de los fármacos que utilizan en sus vehículos. ¿Funcionarán siempre estos fármacos cuando los utilizan los profesionales del SEM como deberían hacerlo? En concreto, ¿servirá adrenalina como se espera para conseguir una dilatación bronquial rápida en el adolescente asmático? El coste de aplicar los dispositivos de almacenamiento con control ambiental en todas las unidades de soporte vital avanzado (SVA), según recomiendan los fabricantes y la USP, puede superar la capacidad económica de muchas agencias de SEM, pero no hacer nada tras estos estudios resulta también poco aceptable desde una perspectiva ética. Se sugiere que cada agencia de SEM

desarrolle una política para analizar las condiciones de temperatura de la zona de almacenamiento de fármacos en el vehículo y plantear una rotación de los medicamentos durante los períodos de calor o frío extremo o cualquier otro sistema para reducir la exposición de los fármacos a los extremos térmicos de una región<sup>55</sup>.

## Lesiones producidas por el frío

### Deshidratación

La deshidratación se produce con extrema facilidad cuando hace frío, sobre todo si aumenta la actividad física. Se debe a tres motivos fundamentales: 1) evaporación del sudor; 2) aumento del calor respiratorio y de las pérdidas de líquido por la sequedad del aire frío, y 3) diuresis inducida por frío.

La *diuresis inducida por frío* es una respuesta fisiológica normal tras la exposición prolongada al frío y se debe a la vasoconstricción de la piel. Está orientada a reducir la pérdida de calor corporal al alejar la sangre desde la periferia hacia las venas más profundas del cuerpo, con expansión del volumen sanguíneo central<sup>62</sup>. Esto se traduce en un aumento de la presión arterial media (PAM), del volumen sistólico y del gasto cardíaco. El aumento del volumen sanguíneo puede causar diuresis inducida por frío, que cursa con micciones frecuentes. La diuresis por frío puede reducir el volumen plasmático un 7%-15%, con hemoconcentración y deshidratación aguda por una pérdida de líquidos de casi el doble.

Los profesionales prehospitalarios pueden sufrir diuresis por frío en invierno mientras trabajan muchas horas expuestos al frío. Plantéese, por ejemplo, un accidente de tráfico (CVM) en una autopista interestatal en un día frío y ventoso con 6 °C y vientos de 10 km/h en dirección NE. El profesional se expondrá de forma súbita al aire frío cuando sale de la ambulancia con calefacción y sólo lleva una chaqueta para cortar el aire. Esta exposición súbita al frío puede originar una respuesta aguda, con vasoconstricción de los vasos cutáneos y tiritona muscular transitoria. Conforme sigue trabajando en el lugar, la temperatura cutánea se adaptará a la temperatura ambiental más fría, las respuestas fisiológicas al frío se moderarán y se detendrá la tiritona. Pronto se produce una acomodación de la temperatura de la piel a la temperatura del aire más baja con el tiempo y la sensación de frío se vuelve más tolerable.

Igual que sucede durante la exposición al calor, es necesario seguir las normas de hidratación con líquidos (véase cuadro 16-3) mientras se trabaja en un entorno frío para reducir la deshidratación y la fatiga y los cambios físicos y cognitivos asociados.

## Trastornos relacionados con el frío

### Trastornos menores relacionados con el frío

#### Lesiones de congelación por contacto

Cuando un material helado entra en contacto con la piel no protegida, puede provocar de forma inmediata una congelación. No toque ninguna superficie de metal, alcohol, gasolina, anticongelante

lante, hielo o nieve con las manos (véase sección sobre congelación para conocer información sobre evaluación y tratamiento).

### Enfriamiento

El enfriamiento es un precursor de la *congelación* y se asocia a lesiones reversibles con palidez cutánea y parestesias en el tejido localizadas. Afecta de forma típica a la región de la cara, la nariz y las orejas<sup>9</sup>. Se trata de un cambio autolimitado en el tejido, siempre que no persista la exposición al frío; no necesita intervención del profesional prehospitalario ni traslado.

### Urticaria por frío

La urticaria por frío («habones») es un trastorno que se caracteriza por la rápida aparición (en minutos) de prurito, enrojecimiento y edema de la piel tras la exposición al frío. La sensación de ardor puede ser prominente. Este trastorno se debe a la liberación local de histamina y a veces se observa tras la aplicación directa de hielo sobre la piel durante el tratamiento con frío de los esguinces y distensiones. Se recomienda a los individuos con antecedentes de urticaria por frío que eviten las inmersiones en agua fría, que podrían causarles la muerte por una anafilaxia sistémica. El tratamiento pasa por evitar el frío y posiblemente también por la administración de antihistamínicos.

### Perniosis (sabañones)

Los sabañones son pequeñas lesiones cutáneas pruriginosas y dolorosas, que cursan como tumoraciones rojas o púrpuras en la superficie extensora de la piel del dedo o en cualquier otra superficie de la piel (p. ej., orejas, cara) que se expone al frío de forma crónica. Los sabañones aparecen varias horas después de la exposición al frío en climas húmedos y templados. En ocasiones se agrava por la exposición al sol. El frío produce constricción de las pequeñas arterias y venas de la piel y el recalentamiento se traduce en la extravasación de sangre hacia los tejidos con edema cutáneo.

Los sabañones aparecen con más frecuencia en personas con mala circulación periférica. Algunos factores que contribuyen son la tendencia familiar, la enfermedad vascular periférica por diabetes, el tabaquismo, la hiperlipidemia, la mala nutrición (p. ej., anorexia nerviosa), las enfermedades del tejido conjuntivo y los trastornos de la médula ósea. El sabañón aparece en el curso de horas como un edema rojizo pruriginoso y desaparece en los 7-14 días siguientes. En los casos más graves se producen ampollas, pústulas, erosiones y úlceras. En ocasiones las lesiones adoptan forma anular y pueden engrosarse y persistir meses.

Los síntomas desaparecen al eliminarse el frío. El tratamiento incluye protección del frío con los guantes y prendas de vestir adecuadas.

### Queratitis solar (ceguera de la nieve)

Si no se utiliza protección frente al aire seco y los reflejos brillantes sobre la nieve, aumentará el riesgo de sufrir quemaduras por radiación ultravioleta de la piel y los ojos. Este riesgo aumenta de forma significativa en las alturas. La queratitis solar es insidiosa durante la fase de exposición; se producen quemaduras corneales aproximadamente en una hora, pero no son evidentes hasta las 6-12 horas tras la exposición.

El tratamiento de la ceguera de la nieve depende de los síntomas, que incluyen lagrimeo excesivo, dolor, enrojecimiento, edema parpebral, dolor al mirar a la luz, cefalea, sensación de arenilla en los ojos y una visión reducida (borrosa). Los profesionales prehospitalarios se deben plantear colocar un parche en los ojos afectados si no cuentan con otro método para prevenir la exposición mantenida a la radiación ultravioleta (p. ej., gafas de sol) y posteriormente deberán trasladar al paciente. Se necesita atención médica para determinar el grado de gravedad y la necesidad de administrar analgesia y antibióticos.

## Trastornos graves relacionados con el frío

### Lesiones cutáneas localizadas por frío

Las lesiones por frío se localizan en lugares periféricos del cuerpo y se clasifican como congelación o no congelación (p. ej., lesiones en el pie por inmersión). Las lesiones localizadas por frío se pueden prevenir mediante una preparación adecuada previa a la exposición, reconociéndolas de forma precoz y con una asistencia médica eficaz. Sin embargo, la congelación, que es la forma más grave de lesiones por frío al poder determinar la pérdida del miembro, es la lesión que más nos interesa en esta sección.

Es obligado reconocer, tratar y prevenir las lesiones tisulares adicionales por congelación en las formas leve a grave de este trastorno. La nicotina, la intoxicación alcohólica, la falta de hogar y los trastornos psiquiátricos graves siguen siendo importantes factores predisponentes<sup>65</sup>. Cuando se comparan las lesiones por frío en función de la raza, los afroamericanos tienen un mayor riesgo de sufrirlas, incluida la congelación. Esta relación depende de una mayor susceptibilidad de las células pigmentadas a congelarse en comparación con las no pigmentadas<sup>64,65</sup>. El uso de ropa estrecha u opresiva, usar demasiados calcetines y el zapato estrecho son factores implicados en el desarrollo de congelación. Al aumentar la práctica de los deportes de aventura y otras actividades recreativas en el invierno, cada vez se ven más lesiones localizadas por frío. Los profesionales prehospitalarios deberán prevenir la pérdida de calor corporal y proteger la piel expuesta de la congelación en los enfermos que se someten a frío de forma prolongada. Por ejemplo, si hay que sacar al paciente de un vehículo, en situaciones que impiden movilizar al paciente o en ambientes fríos con edema de partes blandas, las alteraciones de la circulación pueden aumentar la incidencia de lesiones localizadas por frío.

### Lesiones por frío distintas de la congelación

Las lesiones por frío distintas de la congelación (LFDC) son un síndrome llamado también pie de inmersión o de las trincheras y se deben a las lesiones de los tejidos periféricos tras una exposición prolongada (horas a días) al frío y la humedad<sup>66-68</sup>. Las LFDC no cursan con congelación tisular, aunque pueden coexistir con lesiones de congelación. Este síndrome afecta principalmente a los pies y existen dos tipos principales. El *pie de trincheras* se produce sobre todo en militares durante operaciones de infantería y se debe a los efectos combinados de exposición prolongada al frío y circulación restringida en el pie<sup>66</sup>. El *pie de inmersión* se debe a una inmersión prolongada de las extremidades en agua a temperaturas frías. Los profesionales prehospitalarios pueden ver este tipo de pie de inmersión en personas sin techo, alcohólicos o ancianos.

nos; en cazadores o senderistas; en atletas de deportes de aventura de varios días de duración, y en supervivientes en el océano<sup>66,69,71</sup>. Con frecuencia este síndrome no se reconoce al evaluar a los individuos que se han expuesto al frío o la humedad por la falta de formación médica formal en este síndrome<sup>66</sup>.

**Manifestaciones clínicas.** Este síndrome se produce como consecuencia de muchas horas de enfriamiento de las extremidades inferiores en temperaturas que oscilan entre 0 °C y 18 °C. Se producen lesiones en las partes blandas de la piel de los pies, que se denominan *maceración*. La rotura de la piel predispone a los individuos al desarrollo de infecciones. Las lesiones más graves afectan a los nervios periféricos y los vasos sanguíneos y se deben a lesiones isquémicas secundarias. La LFDC leve es autolimitada inicialmente, pero cuando persiste la exposición al frío, se vuelve irreversible. Cuando los pies están fríos y mojados, aumenta el riesgo y se aceleran las lesiones porque los calcetines mojados son malos aislantes y el agua se enfría de forma más eficaz que el aire a la misma temperatura. Cualquier factor que reduzca la circulación de las extremidades también contribuye a producir lesiones, como las ropas constrictivas, las botas, la inmovilidad prolongada, la hipotermia y la postura retraída.

La LFDC se clasifica en cuatro grados de gravedad, de la siguiente forma<sup>66</sup>:

- **Mínima:** la hiperemia y edema causados por aumento del flujo sanguíneo hacia los pies y los leves cambios sensitivos se mantendrán 2-3 días después de la lesión. Es un cuadro autolimitado y a los 7 días no persisten signos de lesión. En ocasiones persiste una sensibilidad al frío.
- **Leve:** el edema, la hiperemia y ligeros cambios sensitivos persisten durante 2-3 días tras la lesión. A los 7 días de la lesión se produce anestesia en la superficie plantar el pie y las puntas de los dedos y dura 4-9 semanas. No se encuentran ampollas ni pérdida de la piel. Es posible la deambulación cuando el caminar no produzca dolor.
- **Moderada:** aparecen edema, hiperemia, ampollas y moteado 2-3 días después de la lesión. A los 7 días se encuentra anestesia al tacto en las superficies dorsal y plantar y los dedos de los pies. El edema persiste durante 2-3 semanas y el dolor y la hiperemia lo hacen hasta 14 semanas. Se produce cierta descamación de las ampollas, pero no se pierden los tejidos profundos. Algunos pacientes sufren lesiones permanentes.
- **Grave:** a los 2-3 días de la lesión se encuentra un edema grave, sale sangre hacia los tejidos adyacentes (*extravasación*) y se produce gangrena. La anestesia completa del pie dura 7 días y se acompaña de adelgazamiento muscular y parálisis en las extremidades afectadas. La lesión supera el pie para afectar a la parte distal de la pierna. Esta lesión grave determina una importante pérdida de tejidos, que culmina en la autoamputación. La gangrena será un riesgo constante hasta que la pérdida tisular sea completa. Se espera que el paciente tenga una convalecencia prolongada y una discapacidad permanente.

**Evaluación.** Como el paciente ha sufrido una exposición leve o moderada al frío, es esencial descartar una hipotermia y valorar la deshidratación. Aunque no se trate de una lesión por congelación, las LFDC son trastornos insidiosos; el hallazgo común en estas dos lesiones por frío localizadas es que la extremidad se enfría hasta el punto de la anestesia o parestesias mientras se produce la lesión.

La clave para el tratamiento de las LFDC es detectarlas durante la evaluación. Durante la evaluación inicial, el tejido lesionado aparece macerado, edematoso, pálido, anestesiado, sin pulso e inmóvil, pero no está congelado. Los pacientes refieren torpeza o inestabilidad al tratar de caminar. Tras alejarlos del frío y durante o después de recalentarlos, se produce un aumento del flujo sanguíneo periférico cuando empieza la reperfusión del tejido isquémico. Las extremidades sufren un cambio de color, desde blanco a azul moteado pálido al tiempo que permanecen frías y adormecidas. El diagnóstico de pie de trinchera o por inmersión se suele establecer cuando estos signos no se modifican tras recalentar de forma pasiva los pies. Entre 24 y 36 horas después del recalentamiento se produce una notable hiperemia, además de dolor intenso urente y reaparición de la sensibilidad a nivel proximal, aunque no distal. Esto se explica por la vasodilatación venosa. Se producen edema y ampollas en las zonas lesionadas al aumentar la perfusión. La piel seguirá mal perfundida cuando se produce la hiperemia y es posible que se descame al evolucionar la lesión. Cualquier ausencia de pulso pasadas 48 horas en la extremidad lesionada sugiere una lesión grave y profunda y una mayor probabilidad de pérdida importante de tejido.

**Tratamiento.** Tras detectar una posible LFDC, las prioridades serán eliminar el enfriamiento, evitar posibles traumatismos en la extremidad y trasladar al paciente. No permita que el paciente camine sobre la extremidad afectada. Qútlele con seguridad los zapatos y calcetines. Cubra la extremidad o parte lesionada con unas vendas secas flojas y estériles, protéjala del frío y comience el recalentamiento pasivo de los tejidos lesionados durante el traslado. La zona afectada se puede agravar por el peso de una manta. No es preciso el recalentamiento activo. No realice masajes de la zona porque podrían agravarse las lesiones. Conforme se necesite, administre líquidos IV en embolada para la deshidratación y vuelva a repetir la valoración. Según la duración del traslado durante el recalentamiento pasivo, podrá aparecer dolor intenso cuando los tejidos empiezan a reperfundirse y antes de recalentarlos puede ser necesario administrar analgésicos opiáceos adecuados (p. ej., empezar inicialmente 5 mg de morfina IV según demanda).

### Lesiones por congelación

**Manifestaciones clínicas.** Al progresar la exposición al frío la gravedad de las lesiones por *congelación* oscila de una destrucción leve del tejido a un cuadro grave con posible pérdida del mismo<sup>5,9</sup>. Las partes del cuerpo con mayor riesgo de congelación son los tejidos con una relación superficie-masa elevada, como las orejas o la nariz y las regiones más lejanas del centro del cuerpo, como manos y dedos, pies y dedos de los pies y genitales masculinos. Estas estructuras resultan más susceptibles a las lesiones por el frío porque tienen muchas *anastomosis* arteriovenosas capilares, que derivan con facilidad la sangre alejándola durante la vasoconstric-

ción. La respuesta normal del cuerpo ante una temperatura menor de la deseable es reducir el flujo sanguíneo de la superficie cutánea para disminuir el intercambio de calor con el entorno. El cuerpo consigue este efecto gracias a la vasoconstricción de los vasos periféricos, en un intento de derivar sangre caliente hacia el centro del cuerpo para conseguir mantener la temperatura normal. La reducción de este flujo disminuye en gran medida la cantidad de calor que llega a las extremidades distales.

Cuanto mayor es la exposición, mayor será la reducción del flujo periférico. El cuerpo conserva la temperatura central a expensas de la temperatura cutánea y de los miembros. La pérdida de calor de este tejido será mayor que el calor que llega a la zona.

Cuando se enfría una extremidad hasta 15 °C, se producirá una vasoconstricción máxima con un flujo mínimo de sangre. Si el enfriamiento sigue hasta alcanzar los 10 °C, se interrumpe la vasoconstricción por períodos de *vasodilatación inducida por el frío* (VDIF), respuesta que se llama «respuesta de persecución» y se asocia a un incremento de la temperatura del tejido al aumentar la sangre. La VDIF reaparece en períodos cíclicos de 5-10 minutos para aportar cierta protección frente al frío. Los individuos muestran diferencias en la susceptibilidad individual a la congelación cuando se exponen a las mismas condiciones de temperatura, algo que se puede explicar por la magnitud de la VDIF<sup>9</sup>.

El tejido no se congela a 0 °C porque las células contienen electrolitos y otros solutos que impiden su congelación hasta que la temperatura alcanza unos -2 °C. Cuando sufren temperaturas por debajo del punto de congelación con las extremidades no protegidas, los líquidos intra y extracelulares pueden congelarse. Esto determinará la formación de cristales de hielo. Conforme se produce la formación de cristales, se van expandiendo y ocasionan lesiones en los tejidos locales. Pueden formarse también coágulos de sangre, lo que dificulta todavía más el flujo en la zona lesionada.

El tipo y la duración del contacto con el frío son los dos factores más importantes que determinan la extensión de las lesiones por congelación. La congelación se clasifica en función de la profundidad de la lesión y la presentación clínica<sup>9</sup>. El grado de lesión no se podrá determinar en muchos casos hasta pasadas al menos 24-72 horas, salvo en las exposiciones muy leves o importantes. La exposición de la piel al frío de corta duración, pero intensidad elevada, ocasionará una lesión superficial, mientras que la congelación grave de todo el miembro aparece tras exposiciones prolongadas. Las lesiones directas por frío suelen resultar reversibles, pero pueden aparecer lesiones tisulares permanentes durante el recalentamiento. En los casos más graves, aunque se recaliente de forma adecuada el tejido, pueden aparecer trombosis microvasculares que ocasionan signos precoces de gangrena y necrosis. Cuando se congela el lugar de la lesión, después se descongela y luego se congela de nuevo, la segunda congelación se asociará a un mayor grado de trombosis y lesión vascular con pérdida de tejido. Por este motivo, los profesionales prehospitalarios deberían evitar que cualquier tejido congelado que se descongela con el tratamiento sobre el terreno vuelva a recongelarse.

Los métodos tradicionales de clasificación de la congelación incluyen cuatro grados de lesión según los hallazgos físicos iniciales tras la congelación y recalentamiento<sup>9</sup> (figuras 16-5 y 16-6), que son:



**FIGURA 16-5** Edema y formación de ampollas a las 24 horas de una lesión por congelación.

(Tomado de McCauley RL, Smith DJ, Robson MC, Hegggers JP: Frostbite. En Auerbach PS: *Wilderness medicine: management of wilderness and environmental emergencies*, ed 4, St Louis, 2001, Mosby. Fotografía por cortesía de Cameron Bangs, MD.)



**FIGURA 16-6** Congelación de segundo y tercer grado con ampollas hemorrágicas, 1 día tras la descongelación.

(Tomado de McCauley RL, Smith DJ, Robson MC, Hegggers JP: Frostbite. En Auerbach PS: *Wilderness medicine: management of wilderness and environmental emergencies*, ed 4, St Louis, 2001, Mosby. Fotografía por cortesía de Murray P. Hamlet, DVM.)

- **Congelación de primer grado.** Una lesión epidérmica; limitada a la piel que ha sufrido un contacto breve con un metal o aire frío; la piel aparece en la zona lesionada como una placa amarillenta o blanquecina; no se encuentran ampollas ni pérdida de tejido; la piel se descongela rápido, muestra una sensación de adormecimiento y aparece roja con edema alrededor; la curación se consigue en 7-10 días.
- **Congelación de segundo grado.** Se afecta toda la epidermis y la dermis superficial; inicialmente se parece a una congelación de primer grado y los tejidos congelados son más profundos; la descongelación es rápida; determina ampollas y vesiculaciones superficiales en la piel, con líquido claro o lechoso pasadas unas horas; rodeada de eritema y edema; no se produce pérdida permanente de tejido; se cura en 3-4 semanas.
- **Congelación de tercer grado.** Afecta a la epidermis y la dermis; la piel congelada está rígida con movilidad restringida; cuando se descongela el tejido, la piel sufre edema y aparecen ampollas rellenas de sangre (bullas hemorrágicas), lo que indica un traumatismo vascular en los tejidos profundos; el edema limita la movilidad de la piel; la pérdida de la piel se produce lentamente, causando momificación y desprendimiento; la curación es lenta.

El registro más bajo de temperatura en un lactante con recuperación neurológica completa tras una hipotermia accidental fue 15 °C<sup>88</sup>. En un adulto la menor temperatura central registrada en un superviviente de una hipotermia accidental fueron 13,7 °C. Se trató de una mujer de 29 años, que luchó por salvar su vida durante más de 40 minutos antes de que los síntomas de hipotermia grave afectaran a su capacidad de contracción muscular<sup>76</sup>. Estuvo sumergida más de 80 minutos antes de que llegara el equipo de rescate y se inició la reanimación cardiopulmonar (RCP) durante el traslado al hospital local. Durante los 5 primeros minutos de recalentamiento, la temperatura central se redujo a 13,7 °C, pero tras 3 horas de recalentamiento continuo, dicha temperatura se normalizó y sobrevivió con una función fisiológica normal.

Este caso de hipotermia accidental ilustra por qué todos los profesionales prehospitalarios que tratan a pacientes hipotérmicos no deberían interrumpir el tratamiento y considerar al paciente fallecido hasta que lo hayan recalentado hasta superar 35 °C y sigan sin pruebas de función cardiorrespiratoria o neurológica. Este es uno de los múltiples casos de supervivencia tras la hipotermia en los cuales los pacientes acaban recibiendo el alta hospitalaria con buena función neurológica tras una RCP prolongada sobre el terreno. La lección que se debe aprender de este caso (y otros con una evolución similar) es que la impresión inicial sobre estos enfermos no es una justificación suficiente para interrumpir la aplicación de soporte vital básico o avanzado hasta que se normalice la temperatura corporal; se deben realizar intervenciones para salvar la vida de tipo avanzado también. Por eso, se ha creado la siguiente frase:

«Los pacientes no están muertos hasta que están calientes y muertos».

Durante todo el año se producen inmersiones en agua fría (sin meter la cabeza) de forma intencionada o no en EE. UU. como consecuencia de actividades lúdicas o industriales o por accidentes. Si el individuo sobrevive a la sumersión inicial sin ahogarse, tendrá riesgo de hipotermia en función de la temperatura del agua. Las respuestas corporales ante la inmersión en agua fría se pueden dividir en estas tres fases<sup>84</sup>:

- **Primera fase.** Esta fase empieza con un reflejo cardiovascular llamado respuesta al «*shock* por frío», que se produce con rapidez (2-4 minutos) tras la inmersión y comienza con un enfriamiento rápido de la piel, vasoconstricción periférica, reflejo de atragantamiento e incapacidad de dejar de respirar, con hiperventilación y taquicardia<sup>75,87</sup>. La respuesta de atragantamiento puede ocasionar aspiración y ahogamiento, en función de que la cabeza del paciente esté situada por encima o por debajo del nivel del agua. Estas respuestas pueden ser causa de muerte súbita inmediata o de muerte en pocos minutos tras la inmersión por varios procesos que aparecen en esta situación, como el síncope o las convulsiones, que se traducen en ahogamiento, parada vagal o fibrilación ventricular<sup>75,87-89</sup>.
- **Segunda fase.** Si la víctima sobrevive al *shock* por frío, se observará en 30 minutos de inmersión un enfriamiento

importante de los tejidos periféricos. Este enfriamiento tiene un efecto perjudicial sobre las habilidades motoras gruesas y finas de las extremidades, que determina rigidez de los dedos, mala coordinación y falta de potencia, que prácticamente impiden nadar, agarrarse a un dispositivo de salvamento o realizar otras actividades motoras para sobrevivir<sup>75,84</sup>.

- **Tercera fase.** Si el paciente sobrevive a estas dos primeras fases sin ahogarse, aparecerá el riesgo de hipotermia por una pérdida continua de calor y la reducción de la temperatura central tras una inmersión superior a 30 minutos. Si la víctima no consigue mantener la cabeza por encima del agua por agotamiento e hipotermia, sufrirá lesiones por sumersión, con aspiración y ahogamiento<sup>75,90</sup>. La duración de la supervivencia de un individuo en el agua fría depende de muchos factores. Se ha estimado que un paciente sumergido no puede sobrevivir más de una hora con una temperatura del agua de 10 °C y cuando el agua está a 15 °C es raro que se sobreviva más de 6 horas<sup>91</sup>.

La *U.S. Coast Guard* y otros equipos de búsqueda y rescate utilizan unas normas para estimar cuánto tiempo se puede sobrevivir en el agua fría. Se trata de modelos matemáticos que estiman la velocidad de enfriamiento de la temperatura central en función de las siguientes variables: 1) temperatura del agua y estado de la mar; 2) aislamiento por la ropa; 3) composición corporal (cantidad de grasa, músculo y hueso); 4) extensión del cuerpo sumergida en el agua; 5) comportamiento (p. ej., moverse en exceso), y postura (p. ej., reducción de pérdida de calor, abrazados) del cuerpo dentro del agua, y 6) termogénesis por tiritona<sup>92-94</sup>.

**Manifestaciones clínicas.** La hipotermia afecta a todos los sistemas orgánicos, especialmente el cardíaco, renal y sistema nervioso central. Cuando la temperatura corporal se reduce a 35 °C, se produce una vasoconstricción máxima con tiritona y aumento del metabolismo basal, lo que determina un incremento de la frecuencia cardíaca y ventilatoria y de la presión arterial. Las demandas de oxígeno por parte del cerebro se reducen un 6%-10% por cada disminución de 1 °C en la temperatura central y así se conserva el metabolismo cerebral. Cuando la temperatura central se reduce entre 30 °C y 35 °C, la función cognitiva y cardíaca, el metabolismo basal, la frecuencia ventilatoria y la velocidad de la tiritona se reducen de forma importante o inhiben por completo. En este momento los mecanismos de defensa fisiológicos limitados no impiden que el cuerpo pierda calor y se produce un rápido descenso de la temperatura central. Cuando esta alcanza 29,5 °C se produce una reducción del gasto cardíaco y el metabolismo de un 50% aproximadamente. La ventilación y la perfusión resultan inadecuadas y no se ajustan a las demandas metabólicas, lo que determina hipoxia celular, aumento del ácido láctico y al final acidosis respiratoria y metabólica. La oxigenación y el flujo de sangre se mantienen en el corazón y el encéfalo.

Se produce bradicardia en un importante porcentaje de los pacientes como consecuencia directa de la despolarización de las células marcapasos y su propagación más lenta por el sistema de conducción. Es importante destacar que el uso de atropi-

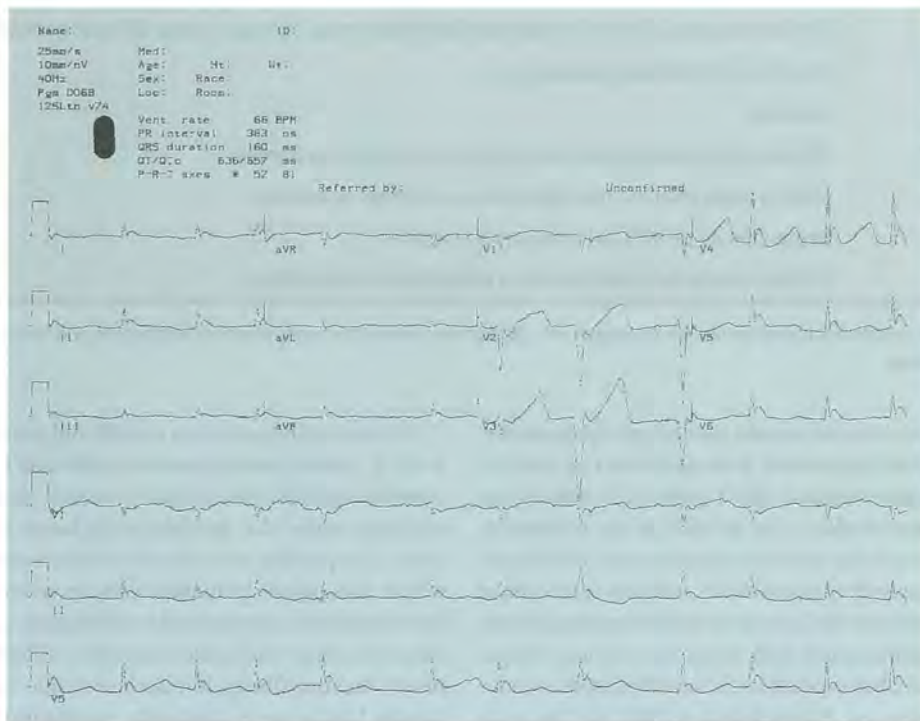
na con frecuencia no consigue aumentar la frecuencia cardíaca cuando el miocardio está frío<sup>5</sup>. Cuando la temperatura central disminuye por debajo de 30 °C, el miocardio estará irritable. Se prolongan los intervalos PR, QRS y QTC. Pueden producirse cambios del segmento ST y de la onda T y aparecer ondas J (de Osborne), lo que se puede confundir con otras alteraciones del ECG, como un infarto agudo de miocardio (IAM). Las ondas J son una llamativa característica del ECG en pacientes con hipotermia y se encuentran aproximadamente en la tercera parte de los enfermos con hipotermias moderadas a graves (<32 °C). La onda J se describe como una onda con forma de «joroba» entre el complejo QRS y la primera parte del segmento ST<sup>95</sup>. La onda J se visualiza mejor en las derivaciones  $V_L$ ,  $V_F$  y derivaciones laterales izquierdas (figura 16-8).

Se desarrollan fibrilación auricular y bradicardias extremas, que pueden seguir entre 28 °C y 32 °C. Cuando la temperatura central llega a 26,7 °C-28 °C, cualquier estímulo físico sobre el corazón puede causar fibrilación ventricular (FV). La RCP o un manejo brusco del paciente (al valorarlo o moverlo) pueden ser suficientes para generar una FV. Con estas temperaturas centrales tan bajas no se consigue detectar pulso ni presión arterial y las articulaciones están rígidas. Las pupilas se quedan fijadas y se dilatan con estas temperaturas, por lo que no se puede asumir que el paciente está muerto hasta que tras recalentarlo sigue sin tener signos de vida (ECG, pulso, ventilación y función del SNC).

Cuando se produce una exposición aguda al frío, el flujo sanguíneo renal aumenta por la derivación de sangre durante la vasoconstricción. Con temperaturas de 27 °C-30 °C el flujo sanguí-

neo renal disminuye un 50%. Con esta hipotermia moderada a grave la disminución del gasto cardíaco condiciona una disminución del flujo renal y de la filtración glomerular, que determinan un fracaso renal agudo (FRA).

**Evaluación.** Es obligado valorar la seguridad del lugar al llegar. Todos los profesionales de respuesta deben asegurar su seguridad y protegerse frente al frío mientras realizan un trabajo en estas condiciones. Se debe mantener un elevado índice de sospecha de hipotermia incluso cuando las condiciones ambientales no sean muy sugestivas (p. ej., viento, humedad, temperatura). Algunos pacientes pueden presentar síntomas vagos de cansancio, náuseas, vómitos o mareo. En los pacientes con traumatismos o lesiones críticas es importante empezar la valoración y asumir que están en hipotermia protegiéndolos del entorno frío; la evaluación comienza con el ABC. La función neurológica se deberá evaluar y monitorizar con frecuencia. Los pacientes con una hipotermia grave suelen presentar taquipnea, estupor y coma. Las temperaturas rectales no se suelen medir sobre el terreno como signo vital en la mayor parte de los servicios prehospitalarios. Las ambulancias deben llevar un termómetro oral o rectal (para los lactantes) convencional con un límite inferior de 35,5 °C. Los termómetros electrónicos no resultan útiles en situaciones de hipotermia para obtener lecturas precisas. Para medir estas temperaturas de hipotermia se debería utilizar un termómetro rectal con valores bajos. La tabla 16-4 recoge las respuestas fisiológicas que se espera encontrar al reducirse la temperatura corporal central.



**FIGURA 16-8** Onda J, u onda de Osborne, de la hipotermia.

(Tomado de Danzl DF: Accidental hypothermia. En Auerbach PS: *Wilderness medicine: management of wilderness and environmental emergencies*, ed 4, St Louis, 2001, Mosby.)

**TABLA 16-4** Características fisiológicas de la hipotermia

°C	Características
37,6	Temperatura rectal normal
37	Temperatura oral normal
36	Aumento del metabolismo basal y de la presión arterial y tono muscular previo a la tiritona
35	Temperatura urinaria 34,8 °C; máxima termogénesis por escalofríos
34	Amnesia, disartria y mal juicio; conducta maladaptativa, presión arterial normal, estimulación respiratoria máxima, taquicardia y después bradicardia progresiva
33,3	Se desarrollan ataxia y apatía; depresión lineal del metabolismo cerebral; taquipnea y después reducción progresiva del volumen minuto respiratorio; diuresis fría
32	Estupor; 25% de reducción del consumo de oxígeno
31	Se agota la termogénesis por escalofrío
30	Aparecen fibrilación auricular u otras arritmias; poiquilotermia; pupilas y gasto cardíaco unos dos tercios del tamaño normal; insulina ineficaz
29	Reducción progresiva del nivel de conciencia, el pulso y la respiración; midriasis; desnudo paradójico
28	Disminución del umbral para la fibrilación ventricular; reducción de un 50% del consumo de oxígeno y el pulso; hipoventilación
27	Pérdida de reflejos y movimientos voluntarios
26	Graves alteraciones del equilibrio acidobásico; ausencia de reflejos o respuesta al dolor
25	Flujo sanguíneo cerebral un tercio del normal; pérdida de la autorregulación cerebrovascular; gasto cardíaco 45% del normal; puede aparecer edema pulmonar
24	Hipotensión y bradicardia intensas
23	Ausencia de reflejos corneal y oculocefálico; arreflexia
22	Máximo riesgo de fibrilación ventricular; reducción de un 75% del consumo de oxígeno
20	Mínima recuperación de la actividad electromecánica cardíaca; pulso 20% del normal
19	Silencio en el electroencefalograma
18	Asistolia
15	Mínima supervivencia tras hipotermia accidental en lactantes
13,7	Mínima supervivencia tras hipotermia accidental en adultos
10	Reducción de un 92% del consumo de oxígeno
9	Umbral mínimo de supervivencia a la hipotermia terapéutica

Modificado de Danzl DF: Accidental hypothermia. En Auerbach PS: *Wilderness medicine: management of wilderness and environmental emergencies*, ed 4, St Louis, 2001, Mosby.

La tiritona y los cambios del estado mental son importantes para valorar una posible hipotermia. Los pacientes con una hipotermia leve (temperatura central >32 °C) estarán tiritando y en general mostrarán signos de alteración del NDC (p. ej., confusión, habla farfullante, alteraciones de la marcha, torpeza). Realizarán acciones lentas y en general no caminarán, estando tumbados o sentados. Los representantes de la ley y los profesionales prehospitalarios pueden malinterpretar esta situación con una intoxicación por drogas o alcohol o como un accidente cerebrovascular (ACV, ictus) en ancianos. Sin embargo, el NDC del paciente no se considera un indicador fiable de hipotermia, porque algunos pacientes han seguido conscientes hasta que su temperatura central era inferior a 27 °C.

Cuando la temperatura central del paciente disminuye hasta 32 °C, existe una hipotermia moderada y posiblemente el paciente no referirá sentir frío. No tendrá ya tiritona y su NDC estará muy reducido, posiblemente hasta la inconsciencia o el coma. Las pupilas reaccionarán lentamente o estarán dilatadas y fijas. Los pulsos palpables estarán reducidos o ausentes y la PAS será baja o imposible de determinar. La respiración del paciente puede ser tan lenta como sólo 2 ventilaciones/min. El ECG puede mostrar fibrilación auricular, que es la arritmia más frecuente. Conforme el miocardio va estando más frío e irritable a partir de 28 °C, es más frecuente encontrar una FV. Como se producen cambios en el metabolismo cerebral, se pueden encontrar casos en que el enfermo «se desnuda de forma paradójica»

antes de perder el conocimiento. Se trataría de un intento del enfermo de quitarse las ropas mientras sigue en un ambiente frío y se considera una respuesta ante el inminente fracaso de la capacidad de termorregulación.

El tratamiento clínico de la hipotermia se basa en los siguientes tres criterios de temperatura rectal<sup>96</sup>:

- La hipotermia leve se define como  $>34\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $<36\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- La hipotermia moderada se define como  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $34\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- La hipotermia grave se define como  $<30\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**Tratamiento.** El tratamiento prehospitalario de los pacientes con hipotermia consiste en prevenir las pérdidas de calor, un manejo suave, un traslado rápido y recalentamiento. Estas medidas incluyen alejar al paciente de cualquier fuente de frío a una ambulancia cálida o a un refugio cálido si no se puede plantear un traslado inmediato (véase sección sobre Traslado prolongado). Las ropas mojadas se deberían quitar cortándolas con una cizalla para traumatismos para evitar mover al enfermo de forma innecesaria y agitarlo. El temor a producir una arritmia ventricular por manipular al enfermo no debería postergar ninguna intervención crítica. Esta preocupación se vuelve más realista en pacientes con hipotermia grave ( $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Se debe cubrir la cabeza y el cuerpo del paciente con unas sábanas calientes o un saco de dormir, tras lo cual se debe colocar una cubierta externa a modo de parabrís para prevenir las pérdidas de calor por convección y evaporación.

Si el paciente se encuentra consciente y alerta, se debe anticipar la posible hipoglucemia y administrar líquidos con glucosa o hipercalóricos calientes. El enfermo debería evitar las bebidas con cafeína y el alcohol. Los enfermos hipotérmicos necesitan oxígeno en flujo alto porque tienen una menor llegada de oxígeno a los tejidos; la curva de disociación de la hemoglobina se desplaza a la izquierda cuando se reduce la temperatura central. Se debe administrar el oxígeno en flujo alto utilizando una mascarilla sin retorno o con MVB. El paciente se puede beneficiar más de la administración de oxígeno calentado y humidificado ( $42\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $46\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Si se puede, la administración de oxígeno calentado antes de mover al paciente puede prevenir la FV durante el traslado.

En los pacientes hipotérmicos que no responden, el recalentamiento pasivo será insuficiente para aumentar la temperatura central. Estos pacientes necesitarán un dispositivo adicional para proteger la vía aérea, algo que se debe empezar en función de la rigidez mandibular. Si no se puede realizar con éxito la intubación endotraqueal sin una manipulación brusca, se debe seguir la ventilación con MVB y plantearse otros dispositivos avanzados para la vía aérea (p. ej., Combitube, mascarilla laríngea, intubación nasal). Como mínimo se debería emplear una vía aérea faríngea nasal u oral y ventilación con mascarilla-bolsa.

Se debería calentar el SN intravenoso, en condiciones ideales con glucosado al 5%, hasta  $43\text{ }^{\circ}\text{C}$  y administrarlo sin agitar al paciente. *El paciente hipotérmico no debería recibir líquidos fríos (a temperatura ambiente)* porque esto podría enfriarlo todavía más y retrasar el recalentamiento. Cuando no se dispone de soluciones de SN y glucosado, sería satisfactorio emplear cualquier solución de cristaloides calentada. Realizar una administración de 500-1000 ml de líquido e impedir que la solución se

congele o se enfríe poniendo la bolsa IV debajo del paciente para realizar la infusión de líquidos templados bajo presión. Estas dos formas de tratamiento son las mínimas para el recalentamiento y el profesional prehospitalario debería tener buen juicio para decidir cuáles líquidos (orales o IV) es mejor emplear ante el riesgo de aspiración, tos y estimulación dolorosa del paciente. Las compresas calientes o el masaje de las extremidades del paciente no se recomiendan. El recalentamiento externo activo sólo se produce en la región torácica, con ausencia de recalentamiento activo de las extremidades. Así se evita el aumento de la circulación periférica, que determina un aumento de la cantidad de sangre fría que llega al tórax antes del recalentamiento de la temperatura central. El incremento del retorno periférico puede agravar la acidosis y la hiperpotasemia y reducir la temperatura central («descenso posterior»). Esto complicaría la reanimación y puede precipitar una FV.

## Normas nacionales para el tratamiento de los trastornos relacionados con el frío

### Asistencia cardiovascular de emergencia: normas de conservación vital básicas y avanzadas para el tratamiento de la hipotermia

Las normas para la reanimación de los enfermos en hipotermia han evolucionado en muchas décadas. La revisión más reciente de las normas de asistencia cardiovascular de emergencia (ECC) de la *American Heart Association* en colaboración con el *International Liaison Committee on Resuscitation* representan los hallazgos más recientes en investigación cardiovascular. Las actuales normas de ECC fueron publicadas por la *American Heart Association* en la revista *Circulation* en diciembre de 2005<sup>97</sup>.

La víctima con hipotermia puede plantear retos múltiples al profesional del SEM, sobre todo cuando se trata de pacientes con hipotermia moderada a grave inconscientes. Como la hipotermia grave se define como una temperatura central inferior a  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , el enfermo puede carecer de pulso o respiración detectable por la reducción del gasto cardíaco y la presión arterial. Históricamente el principal reto ha sido determinar si se debían iniciar medidas de soporte vital básicas (SVB) o avanzadas (SVA) en estos pacientes en función de su viabilidad. Además, puede resultar difícil que los testigos determinen si estos pacientes han sufrido una exposición hipotérmica primaria o, por ejemplo, antes de la hipotermia habían sufrido un ictus o parada cardíaca. Otras preocupaciones para los profesionales prehospitalarios son proteger al enfermo con hipotermia de un miocardio que se puede irritar con cualquier manipulación violenta e iniciar el masaje cardíaco en pacientes con un pulso indetectable, en los que estas maniobras pueden dar lugar a una FV<sup>98</sup>.

Sin embargo, ahora se recomienda que independientemente de que la hipotermia sea primaria o secundaria, *no* se retrasen las intervenciones orientadas a conservar la vida según la presentación clínica, tanto en entornos urbanos con tiempos de traslado cortos como en el campo en el que puede producirse un retraso notable del mismo y en los que puede ser necesario ampliar la asistencia del enfermo (véase comentario posterior).

## Actualizaciones en las normas de soporte vital básico para el tratamiento de la hipotermia leve a grave

Los pacientes hipotérmicos se deben mantener en una posición horizontal todo el tiempo para evitar agravar la hipotensión porque estos enfermos suelen tener una depleción de volumen por la diuresis por frío. Puede resultar difícil detectar o percibir las respiraciones y el pulso en el enfermo hipotérmico. Por tanto, se recomienda valorar inicialmente la respiración y después el pulso para descartar algunos de los siguientes:

- Parada respiratoria.
- Parada cardíaca sin pulso (asistolia, taquicardia ventricular, FC).
- Bradicardia (que necesitaría una RCP).

Si el paciente no respira, se deberían empezar de inmediato las respiraciones de rescate. Se debe empezar a administrar masaje cardíaco de forma inmediata en cualquier paciente hipotérmico sin pulso, que no tenga signos detectables de circulación<sup>98</sup>. Si existen dudas sobre la presencia de pulso, empiece el masaje torácico. Nunca deberá retrasar el SVB hasta recalentar al paciente. Si se decide que el paciente está en parada cardíaca, utilice las normas actuales de SVB, que se recogen en otro lugar<sup>97</sup>.

Se debería emplear el desfibrilador externo automatizado (DEA) cuando exista una taquicardia ventricular sin pulso o FV. Las actuales normas de ECC recomiendan que se debe tratar a estos pacientes con hasta 5 ciclos de RCP (2 minutos) (un ciclo incluye 30 compresiones y 2 respiraciones) antes de comprobar el ECG y tratar de aplicar una descarga cuando se disponga del DEA<sup>98</sup>. Si se determina que existe un ritmo susceptible de descarga, se deberá administrar una y volver a revalorar el ritmo. Si el enfermo en hipotermia no responde a una descarga con aparición de pulso detectable, se deberían postergar los intentos posteriores de desfibrilar al enfermo y orientar el esfuerzo a realizar una RCP eficaz, centrada en el recalentamiento del paciente. Cuando se realiza masaje torácico en un paciente hipotérmico, se necesitará una fuerza mayor porque el frío reduce la elasticidad de la pared torácica<sup>98</sup>. Si la temperatura central es inferior a 30 °C, la conversión a un ritmo sinusal normal no se suele producir hasta que se consigue recalentar hasta esta temperatura central<sup>98</sup>.

La importancia de no declarar al enfermo muerto hasta haberlo recalentado y seguir sin respuesta es incluso mayor en la actualidad, dado que las pruebas derivadas de los estudios sobre víctimas de hipotermia indican que el frío ejerce un efecto protector sobre los órganos vitales<sup>99,100</sup> (véase comentario sobre parada cardíaca y el efecto protector de la hipotermia leve en la sección sobre Traslado prolongado).

## Actualizaciones de las normas de SVCA para tratamiento de la hipotermia

El tratamiento de la hipotermia grave sobre el terreno sigue planteando dudas<sup>96</sup>. Sin embargo, las normas para la realización de intervenciones de soporte vital cardíaco avanzado (SVCA) son

distintas a las aplicadas en pacientes normotérmicos. Los enfermos con hipotermia que están inconscientes necesitan proteger la vía aérea y deberían ser intubados. No retrase la intubación por el temor de ocasionar una FV. Como se comentó antes, si se detecta un ritmo susceptible de descarga, se debería desfibrilar una vez con 360 julios, reiniciar la RCP y después postergar la administración de fármacos cardiotónicos y los intentos posteriores de desfibrilación hasta que la temperatura central supere 30 °C. Si es posible, inicie el recalentamiento con oxígeno templado y húmedo y soluciones IV templadas y prepare al paciente para su traslado evitando la pérdida de calor.

El reto de las intervenciones de SVCA en el enfermo hipotérmico es que el corazón puede no responder a los fármacos empleados en el SVCA, los marcapasos y la desfibrilación<sup>101</sup>. Además, los fármacos de SVCA (p. ej., adrenalina, amiodarona, lidocaina, procainamida) pueden acumularse hasta concentraciones tóxicas en la circulación cuando se administran de forma repetida en los pacientes con hipotermia grave, sobre todo cuando se recalienta el enfermo<sup>96</sup>. En consecuencia se recomienda evitar los fármacos IV en pacientes con temperatura central inferior a 30 °C. Si el paciente hipotérmico consulta con una temperatura inicial superior a 30 °C o si un enfermo con hipotermia grave ya ha sido recalentado por encima de esta temperatura, se podrán administrar fármacos IV. Sin embargo, se recomiendan intervalos más prolongados entre las administraciones que los empleados en el SVCA normal<sup>96</sup>. La repetición de la desfibrilación está indicada si la temperatura central sigue aumentando por encima de 30 °C, lo que es compatible con las actuales normas de SVCA<sup>97</sup>.

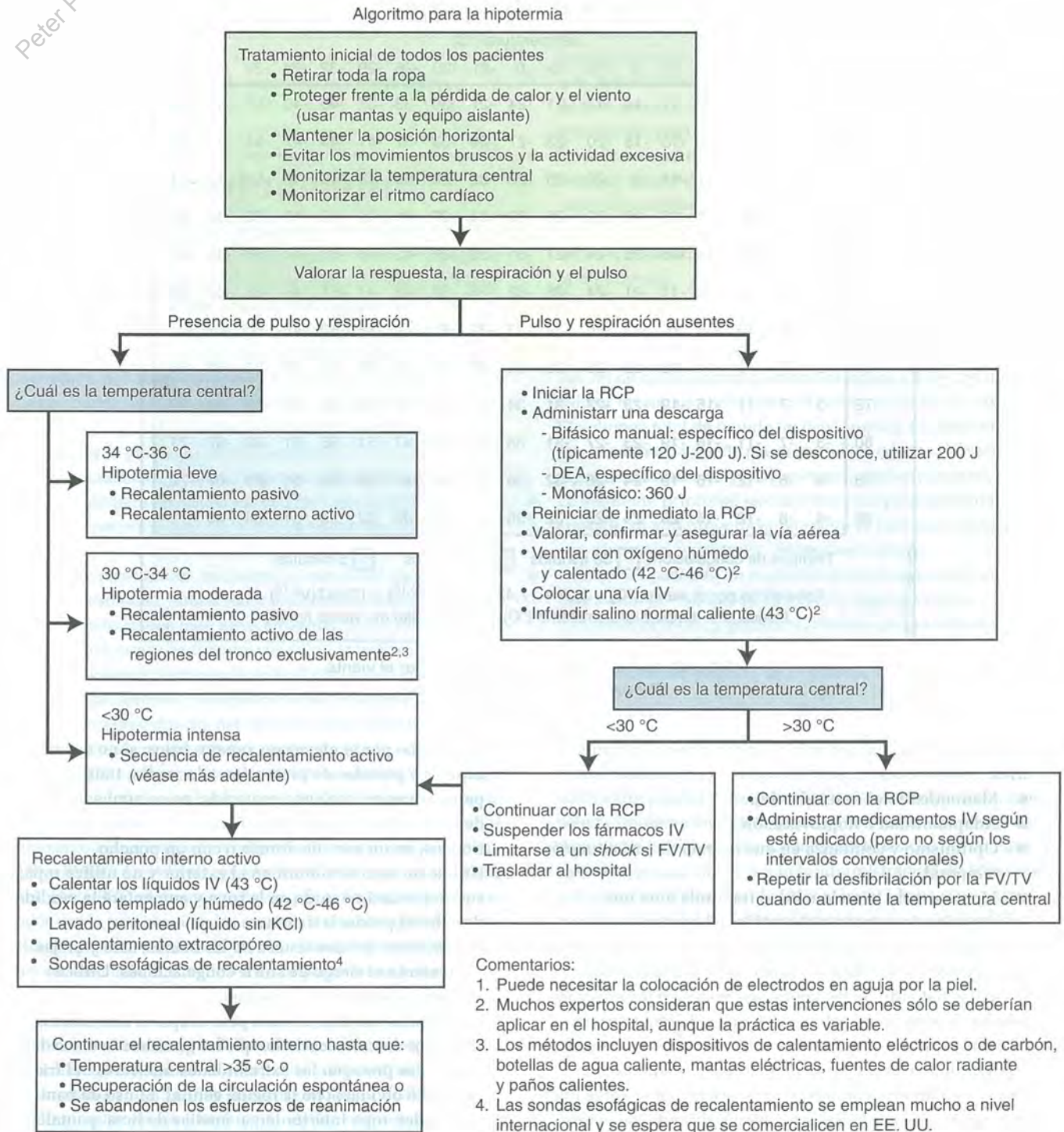
Por último, las intervenciones de SVB y SVCA realizadas sobre el terreno sólo se deberían retrasar en pacientes con lesiones incompatibles con la vida o cuando el cuerpo está congelado de forma que no se puede aplicar masaje torácico o si la boca y la nariz están bloqueadas por el hielo<sup>10,96</sup>. La figura 19-6 recoge un algoritmo de normas para la hipotermia leve, moderada y grave en pacientes con y sin pulso<sup>96</sup>.

## Prevención de las lesiones relacionadas con el frío

La prevención de las lesiones relacionadas con el frío en los pacientes, en usted mismo y en otros profesionales prehospitalarios resulta vital sobre el terreno. Las recomendaciones para prevenir este tipo de lesiones incluyen las siguientes<sup>102</sup>:

1. Observe que los siguientes son factores de riesgo aceptados en general para las lesiones por frío:
  - Fatiga.
  - Deshidratación.
  - Desnutrición.
  - Falta de experiencia con el clima frío.
  - Raza negra.
  - Consumo de tabaco.
  - Viento frío.
2. Cuando no pueda estar seco en condiciones de frío, humedad y viento, termine la jornada en el exterior y refúgiase lo más pronto posible.

Peter Pan



**FIGURA 16-9** Algoritmo para la hipotermia de la American Heart Association (AHA) de los protocolos 2005 para la reanimación cardiopulmonar y la atención cardiovascular de urgencias.

(American Heart Association: *Handbook of emergency cardiovascular care for healthcare providers*, Chicago, 2006, AHA.)

3. Recuerde que los individuos con antecedentes de lesiones por frío tienen más riesgo de sufrir lesiones por este motivo.
4. Evite la deshidratación.
5. Evite el consumo de alcohol en ambientes fríos.

6. Use la técnica del abrazo con otras personas si se produce una inmersión accidental en agua fría. Tendrá más opciones de sobrevivir si se queda quieto dentro del agua fría (<20 °C) y no trata de nadar hasta la costa salvo que esté cerca.

- Esté preparado para eliminar la orina cuando se recupere la diuresis. Utilice una bolsa de basura grande como pañal o use un cubo u otro contenedor.
- Administre suplementos de oxígeno a los pacientes obnubilados o confusos. Intube a los pacientes que no responden e inicie la ventilación con MVB (no hiperventile; véase capítulo 8) con oxígeno a 10 respiraciones/min.
- Determine la glucemia y aporte dextrosa IV según protocolo a los pacientes hipoglucémicos.
- Vigile las convulsiones y administre anticonvulsivantes (p. ej., diazepam, inicialmente 2-5 mg IV/IM y ajuste la dosis según el protocolo).
- Coloque a los pacientes inconscientes en decúbito lateral izquierdo. Siga valorando al paciente.

## Enfermedades relacionadas con el frío

### Congelación

- Inicie la administración de líquidos IV (a velocidad para mantener la vena abierta) antes de empezar los procedimientos de recalentamiento.
- En una situación de retraso importante del traslado, se debería valorar el recalentamiento activo. Un recalentamiento activo rápido puede revertir las lesiones directas producidas por los cristales de hielo en los tejidos, aunque puede que no modifique la gravedad de las lesiones<sup>9</sup>. Resulta fundamental evitar que el tejido descongelado se vuelva a congelar porque esto empeora de forma significativa el pronóstico comparado con la descongelación pasiva. Por tanto, es crítico decidir cuándo y dónde iniciar el recalentamiento activo a la hora de tomar decisiones, si es que se debe hacer.
- Una técnica de recalentamiento convencional es sumergir la extremidad afectada en agua corriente calentada entre 40 °C y 42 °C. Si se dispone de ellos, se debería utilizar un termómetro oral o rectal para medir la temperatura del agua. Una temperatura inferior a la recomendada descongelará el tejido, pero resultará menos beneficiosa para conseguir la descongelación rápida y la supervivencia del tejido. Una temperatura superior podrá causar quemaduras<sup>9</sup>. Evite el recalentamiento activo con fuentes de calor intenso (p. ej., poner al paciente cerca de un fuego de campamento). Siga con la inmersión hasta que el tejido esté suave y flexible, algo que puede tardar 30 minutos. El movimiento activo de la extremidad durante la inmersión resulta beneficioso sin realizar un frotamiento dirigido ni masaje sobre la zona afectada.
- Se experimenta un dolor intenso durante la descongelación rápida. Trátele con morfina, 5-10 mg IV, ajustando la dosis según necesidad. Administre ibuprofeno, 400 mg por vía oral cada 12 horas, solo o combinado con morfina. No se recomienda ya el uso de ácido acetilsalicílico para las lesiones por congelación.
- La recuperación del color, la temperatura y la sensibilidad de la piel en la región afectada se consideran signos favorables. Seque todas las partes afectadas y, si se puede, sería ideal aplicar aloe vera tópico sobre la piel, colocar una gasa estéril entre los dedos de manos o pies, aplicar una venda, una férula y elevar la extremidad. Cubra cualquier extremidad con material aislante y envuélvala en material a prueba de aire y agua (p. ej., en una bolsa de basura) como capa más externa, sobre todo mientras se sigue extrayendo a un paciente en el exterior hasta trasladarlo.

### Hipotermia

- Inicie los procedimientos de recalentamiento activo.
- Tiritar es la mejor forma de recalentar con rapidez a los pacientes con una hipotermia leve en la asistencia prehospitalaria si se compara con los métodos externos de recalentamiento. Los enfermos con hipotermia capaces de tiritar al máximo pueden aumentar su temperatura central hasta 6 °C-8 °C cada hora.
- Sin embargo, a menudo se utilizan fuentes de calor externo, pero estas pueden aportar un beneficio mínimo<sup>75</sup>. Para los pacientes con hipotermia moderada a grave, esta consideración es importante ante la situación de cuidados ampliados cuando se utiliza combinada con una venda de aislamiento para la hipotermia.
- Algunas fuentes de calor externo son las siguientes:
  1. El oxígeno caliente y humidificado por mascarilla puede prevenir la pérdida de calor con la respiración y aportar cierta transferencia de calor al tórax por vía respiratoria.
  2. El contacto cuerpo a cuerpo tiene cierta utilidad para la transferencia de calor, pero muchos estudios no han conseguido demostrar su eficacia salvo en los pacientes con una hipotermia leve.
  3. Las mantas eléctricas y portátiles no aportan ninguna ventaja adicional.
  4. El calentamiento con aire forzado aporta algunos beneficios para reducir la temperatura tras el enfriamiento («descenso posterior»); consigue una velocidad de calentamiento eficaz comparable a la tiritona en pacientes con hipotermia leve.
- Aísle a todos los pacientes hipotérmicos en lugares lejanos para reducir la pérdida de calor. Prepare un vendaje de hipotermia con múltiples capas. Ponga una sábana de plástico grande impermeable en el suelo o la tierra. Añada una capa de aislante con mantas o un saco de dormir en la parte superior de esta capa impermeable. Tumbese al paciente encima de esta capa aislante junto con cualquier fuente de calor externo. Añada una segunda capa aislante encima del paciente. Pliegue el lado izquierdo del vendaje de hipotermia por encima del paciente en primer lugar y luego el derecho. La cabeza del paciente se cubre para prevenir la pérdida de calor, manteniéndola abierta en la cara para poder valorar al enfermo.
- Valore la posible hipoglucemia. Aportar dextrosa garantiza que se dispone de un combustible adecuado (azúcar) para el metabolismo muscular durante la tiritona y evitar la hipoglucemia. Los pacientes que están conscientes pueden consumir líquidos azucarados calientes por boca.

## RESUMEN

Los profesionales prehospitalarios tendrán que afrontar de forma inevitable situaciones ambientales impredecibles, como las que se comentan en este capítulo. Los conocimientos básicos sobre las emergencias ambientales más frecuentes son necesarios para realizar una evaluación y tratamiento prehospitalarios rápidos. No es fácil recordar este tipo de información porque estos problemas se producen con poca frecuencia. Por tanto, deberá recordar los principios generales que se aplican.

En la enfermedad producida por el calor, trate a los pacientes con un golpe de calor mediante enfriamiento eficaz y rápido del cuerpo para reducir la temperatura corporal central con rapidez.

En las enfermedades inducidas por el frío, trate a todos los enfermos con una hipotermia moderada a intensa con suavidad, tomándose el tiempo preciso para alejarlos del ambiente frío y empezar un recalentamiento pasivo mientras se controla la temperatura central. Recuerde que los fármacos y la desfibrilación suelen ser ineficaces cuando la temperatura central es inferior a 30 °C y que «los pacientes no están muertos hasta que están calientes y muertos».

En ambos casos, recuerde que debe mantener su propia seguridad. En demasiadas ocasiones los profesionales sanitarios han perdido la vida al tratar de realizar un rescate.

12. Center for Disease Control and Prevention. Heat-related mortality—Chicago, July 2002. *MMWR* 51 (21):777, 2002.

13. Hardy JD. Thermal comfort, skin temperature and physiological thermoregulation. In Hardy JD, Gagge AP, Shaver JA, editors. *Physiological and Behavioral Temperature Regulation*. Springfield, Ill, 1970. Charles C Thomas.

14. Lowe KS, Dantz DE. Human physiological response to cold stress and hypothermia. In Pandolf KB, Barst RE, editors. *Medical aspects of high-altitude medicine*. Vol 1. Washington, DC, 2001. Office of The Surgeon General, Boston Institute/TMM Publications.

15. Stock JH, Taylor NAS, Tipton MJ, Cresswell JE. Human physiological responses to cold exposure. *Aviation Space Environ Med* 72:444, 2001.

16. Weiger CB. The regulation of body temperature. In Bland RD, Tanner GA, editors. *Medical physiology*. Boston, 1992. Little & Brown.

17. Nunnally SA, Keenan MJ. Prevention of heat illness. In Pandolf KB, Barst RE, editors. *Medical aspects of high-altitude medicine*. Vol 1. Washington, DC, 2001. Office of The Surgeon General, Boston Institute/TMM Publications.

18. Stone LA. Practical medical aspects of military operations in the heat. In Pandolf KB, Barst RE, editors. *Medical aspects of high-altitude medicine*. Vol 1. Washington, DC, 2001. Office of The Surgeon General, Boston Institute/TMM Publications.

19. Lee B, Oshaker JS. Heat illness. *Emerg Med Clin North Am* 10:123-109, 1982.

20. Armstrong LE, Hubbard RW, Jones BH, Daniels FJ. Preparing Alberto Salazar for the heat of the 1984 Olympic marathon. *Phys Sportsmed* 14:73, 1986.

## Bibliografía

1. National Center for Health Statistics. *Compendium of Health and Human Statistics*. Md, 2002. US Department of Health and Human Services, Center for Disease Control and Prevention.

2. Center for Disease Control and Prevention. Heat-related deaths—Chicago, Illinois, 1999-2001, and United States, 1979-1998. *MMWR* 52(26):610, 2003.

3. Center for Disease Control and Prevention. Hypothermia-related deaths—Ohio, 2000, and United States, 1979-1998. *MMWR* 52(17):302, 2003.

4. Lago-Andrade MM, Koberstein T, Meyer P. Heat-related illness. *Emerg Med Clin North Am* 32:315, 2004.

5. Enoch AS, Koberstein MK. Hypothermia and localized injuries. *Emerg Med Clin North Am* 32:281, 2004.

6. Center for Disease Control and Prevention. Hypothermia-related deaths—United States, 2003. *MMWR* 52(6):172, 2004.

7. Sperry DB, Noggle TH. Exercise-associated hypothermia: a review. *Emerg Med* 32:17, 2001.

8. Moran DS, Galbraith ST. Clinical management of heat-related illness. In Anandach P, Wilkerson. *Medicine management of wilderness and environmental emergencies*. Ed 2. St Louis, 1995. Mosby.

9. McCauley RL, Smith D, Koberstein MK, Fugerson JP. Frostbite. In Anandach P, Wilkerson. *Medicine management of wilderness and environmental emergencies*. Ed 2. St Louis, 2001. Mosby.

10. Langlois DP. Acetaminophen. In Anandach P, Wilkerson. *Medicine management of wilderness and environmental emergencies*. Ed 2. St Louis, 2001. Mosby.

11. Romano K, Rubin CE, Pater KH. An all-heat-related death during the July 1982 heat wave in Chicago. *J Fam Pract* 35(2):262, 1988.



## RESOLUCIÓN DEL CASO

Este varón de 60 años está sufriendo un golpe de calor, un trastorno que pone en riesgo su vida. Se pueden identificar varios factores que pueden haber contribuido al desarrollo de esta emergencia. En primer lugar, el índice de calor es 54 °C. Estas condiciones ambientales determinan un aumento de la temperatura central cuando se realiza ejercicio en el exterior y aumenta la pérdida de sudor, lo que ocasiona una deshidratación moderada a grave. Además, el enfermo tiene sobrepeso, muestra una baja forma física y ha realizado un gasto importante de energía durante su caminata. Además, está tomando antidepresivos y antihistamínicos, dos medicamentos que interfieren de forma conocida con la capacidad corporal de regular la temperatura de forma eficaz.

Como este enfermo está inconsciente, la asistencia inicial debe incluir el control de la vía aérea y el soporte de la ventilación. Se debería administrar oxígeno para mantener una lectura del pulsioxímetro del 95% o superior. La comprobación de la temperatura del paciente muestra una temperatura rectal de 40,5 °C. Esta temperatura seguirá aumentando, por lo

que se debe dar prioridad a las intervenciones inmediatas para reducirla con rapidez. Por ejemplo, el profesional prehospitalario podría mojarle toda la piel con agua y abanicarle el cuerpo.

El traslado rápido en una unidad con aire acondicionado a un centro médico adecuado debe empezar lo más pronto que se pueda. Durante el trayecto se deben mantener los intentos de enfriar al paciente. Si las condiciones obligan a retrasar el traslado inmediato, se debería retirar al paciente a una zona de sombra, alejarlo de cualquier superficie caliente y retirarle la ropa. Después de esto, se debería mojar con agua y abanicar de forma rigurosa. Se debería colocar una vía IV con solución de LR y administrar una embolada de 250 ml. Las emboladas adicionales de líquido se deberían ajustar para mantener la presión arterial normal. Se debe monitorizar la temperatura rectal con frecuencia. Ante el peligro de convulsiones, se debería contar con diazepam. Cuando se reduzca la temperatura del paciente, sus signos vitales se normalizarán lentamente y su NDC debería mejorar.

### Bibliografía

1. National Center for Health Statistics: Compressed mortality file, Hyattsville, Md, 2002, US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention.
2. Center for Disease Control and Prevention: Heat-related deaths—Chicago, Illinois, 1996-2001, and United States, 1979-1999, *MMWR* 52(26):610, 2003.
3. Center for Disease Control and Prevention: Hypothermia-related deaths—Utah, 2000, and United States, 1979-1998, *MMWR* 51(4):76, 2002.
4. Lugo-Amador NM, Rothenhaus T, Moyer P: Heat-related illness, *Emerg Med Clin North Am* 22:315, 2004.
5. Ulrich AS, Rathlev NK: Hypothermia and localized injuries, *Emerg Med Clin North Am* 22:281, 2004.
6. Center for Disease Control and Prevention: Hypothermia-related deaths—United States, 2003, *MMWR* 53(8):172, 2004.
7. Speedy DB, Noakes TD: Exercise-associated hyponatremia: a review, *Emerg Med* 13:17, 2001.
8. Moran DS, Gaffen SL: Clinical management of heat-related illnesses. In Auerbach PS: *Wilderness medicine: management of wilderness and environmental emergencies*, ed 3, St Louis, 1995, Mosby.
9. McCauley RL, Smith DJ, Robson MC, Hegggers JP: Frostbite. In Auerbach PS: *Wilderness medicine: management of wilderness and environmental emergencies*, ed 4, St Louis, 2001, Mosby.
10. Danzl DF: Accidental hypothermia. In Auerbach PS: *Wilderness medicine: management of wilderness and environmental emergencies*, ed 4, St Louis, 2001, Mosby.
11. Semenza JC, Rubin CH, Flater KH, et al: Heat-related deaths during the July 1995 heat wave in Chicago, *N Engl J Med* 335(2):84, 1996.
12. Center for Disease Control and Prevention: Heat related mortality—Chicago, July 1995, *MMWR* 44 (21):577, 1995.
13. Hardy JD: Thermal comfort: skin temperature and physiological thermoregulation. In Hardy JD, Gagge AP, Stolwijk JAJ, editors: *Physiological and Behavioral Temperature Regulation*, Springfield, Ill, 1970, Charles C Thomas.
14. Pozos RS, Danzl DF: Human physiological responses to cold stress and hypothermia. In: Pandolf KB, Burr RE, editors: *Medical aspects of harsh environments*, Vol 1, Washington, DC, 2001, Office of The Surgeon General, Borden Institute/TMM Publications.
15. Stocks JM, Taylor NAS, Tipton MJ, Greenleaf JE: Human physiological responses to cold exposure, *Aviat Space Environ Med* 75:444, 2004.
16. Wenger CB: The regulation of body temperature. In Rhoades RA, Tanner GA, editors. *Medical physiology*, Boston, 1995, Little, Brown.
17. Nunnelely SA, Reardon MJ: Prevention of heat illness. In Pandolf KB, Burr RE, editors: *Medical aspects of harsh environments*, Vol 1, Washington, DC, 2001, Office of The Surgeon General, Borden Institute/TMM Publications.
18. Sonna LA: Practical medical aspects of military operations in the heat. In Pandolf KB, Burr RE, editors: *Medical aspects of harsh environments*, Vol 1, Washington, DC, 2001, Office of The Surgeon General, Borden Institute/TMM Publications.
19. Tek D, Olshaker JS: Heat illness, *Emerg Med Clin North Am* 10(2):299, 1992.
20. Armstrong LE, Hubbard RW, Jones BH, Daniels JT: Preparing Alberto Salazar for the heat of the 1984 Olympic marathon, *Phys Sportsmed* 14:73, 1986.

21. Hubbard RW, Sandick BL, Matthew WT: Voluntary dehydration and alliesthesia for water, *J Appl Physiol* 57:868, 1984.
22. Johnson RF, Kobrick JL: Psychological aspects of military performance in hot environments. In Pandolf KB, Burr RE, editors: *Medical aspects of harsh environments*, Vol 1, Washington, DC, 2001, Office of The Surgeon General, Borden Institute/TMM Publications.
23. Sawka MN, Pandolf KB: Physical exercise in hot climates: physiology, performance, and biomedical issues. In: Pandolf KB, Burr RE, editors: *Medical aspects of harsh environments*, Vol 1, Washington, DC, 2001, Office of The Surgeon General, Borden Institute/TMM Publications.
24. Dutchman SM, Ryan AJ, Schedl HP, et al: Upper limits of intestinal absorption of dilute glucose solution in men at rest, *Med Sci Sport Exerc* 29:482, 1997.
25. Neuffer PD, Young AJ, Sawka MN: Gastric emptying during exercise: effects of heat stress and hypohydration, *Eur J Appl Physiol* 58:433, 1989.
26. Wenger CB: Section I: Hot environments. In Pandolf KB, Burr RE, editors: *Medical aspects of harsh environments*, Vol 1, Washington, DC, 2001, Office of The Surgeon General, Borden Institute/TMM Publications.
27. Bouchama A, Knochel JP: Medical progress: heat stroke, *N Engl J Med* 346(25):1978, 2002.
28. Holtzhausen LM, Noakes TD: Collapsed ultraendurance athlete: proposed mechanisms and an approach to management, *Clin J Sport Med* 7(4):292, 1997.
29. Gardner JW, Kark, JA: Clinical diagnosis, management and surveillance of exertional heat illness. In: Pandolf KB, Burr RE, editors: *Medical aspects of harsh environments*, Vol 1, Washington, DC, 2001, Office of The Surgeon General, Borden Institute/TMM Publications.
30. Knochel JP, Reed G: Disorders of heat regulation. In Narins RE, editor: *Maxwell & Kleenman's clinical disorders of fluid and electrolyte metabolism*, ed 5, New York, 1994, McGraw-Hill.
31. Gaffin SL, Hubbard RW: Pathophysiology of heatstroke. In Pandolf KB, Burr RE, editors: *Medical aspects of harsh environments*, Vol 1, Washington, DC, 2001, Office of The Surgeon General, Borden Institute/TMM Publications.
32. Armstrong LE, Crago AE, Adams R, et al: Whole-body cooling of hyperthermic runners: Comparison of two field therapies, *Am J Emerg Med* 14:335, 1996.
33. Costrini A: Emergency treatment of exertional heatstroke and comparison of whole body cooling techniques, *Med Sci Sports Exerc* 22:15, 1984.
34. Gaffin SL, Gardner J, Flinn S: Current cooling method for exertional heatstroke, *Ann Intern Med* 132:678, 2000.
35. Speedy DB, Noakes TD: Exercise-associated hyponatremia: a review, *Emerg Med* 13:17, 2001.
36. Backer HD, Shopes E, Collins SL, Barkan H: Exertional heat illness and hyponatremia in hikers, *Am J Emerg Med* 17(6):532, 1999.
37. Gardner JW: Death by water intoxication, *Mil Med* 164(3):432, 2002.
38. Adroque HJ, Madias NE: Hyponatremia, *N Engl J Med* 342(21):1581, 2000.
39. Hiller WDB: Dehydration and hyponatremia during triathlons, *Med Sci Sports Exerc* 21:S219, 1989.
40. Speedy DB, Noakes TD, Rodgers IR: Hyponatremia in ultra-distance triathletes, *Med Sci Sports Exerc* 31:809, 1999.
41. Laird RH: Medical care at ultraendurance triathlons, *Med Sci Sports Exerc* 21:S222, 1989.
42. Collins S, Reynolds, B: The other heat-related emergency, *JEMS*, July 2004.
43. Irving RA, Noakes TD, Buck R: Evaluation of renal function and fluid homeostasis during recovery from exercise-induced hyponatremia, *J Appl Physiol* 70:342, 1991.
44. Eichner ER: Exertional hyponatremia: why so many women? *Sports Med Digest* 24:54, 2002.
45. US Department of Agriculture, US Forest Service: Heat stress brochure,
46. Montain SJ, Latzka WA, Sawka MN: Fluid replacement recommendations for training in hot weather, *Mil Med* 164(7):502, 1999.
47. Parson KC: International standards for the assessment of the risk of thermal strain on clothed workers in hot environments, *Ann Occup Hyg* 43(5):297, 1999.
48. American College of Sports Medicine: Position stand on exercise and fluid replacement, *Med Sci Sports Exerc* 28(1):i, 1996.
49. American College of Sports Medicine: Position stand on the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in adults, *Med Sci Sports Exerc* 30(6):975, 1998.
50. Pate RR, Pratt M, Blair SB, et al: Physical activity and public health: a recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine, *JAMA* 273(5):402, 1995.
51. Heat acclimatization guide, Ranger and Airborne school students, 2003, [www.usariam.army.mil/download/heatacclimatizationguide.pdf](http://www.usariam.army.mil/download/heatacclimatizationguide.pdf).
52. Eichna LW, Park CR, Nelson N, et al: Thermal regulation during acclimatization in a hot, dry (desert type) environment, *J Appl Physiol* 163:585, 1950.
53. Federal Emergency Management System, United States Fire Administration: Emergency incident rehabilitation, Report #FA-114, July 1992, [www.smesc.org/Emergency Incident Rehabilitation.pdf](http://www.smesc.org/Emergency%20Incident%20Rehabilitation.pdf).
54. US Pharmacopeia, National Formulary, USP-25/NF-20, Rockville, Md, US Pharmacopeia Convention, 2000.
55. Brown LH, Krumpferman K, Fullagar CJ: Out of hospital medical storage temperature, *Prehosp Emerg Care* 8:200, 2004.
56. Mehta SH, Doran JV, Lavery RF, Allegra JR: Improvements in prehospital medication storage practices in response to research, *Prehosp Emerg Care* 6:319, 2002.
57. Allegra JR, Brennan J, Lanier V: Storage temperatures of out-of-hospital medications, *Acad Emerg Med* 6:1098, 1999.
58. Palmer RG, Zimmerman J, Clawson JJ: Altered states: the influence of temperature on prehospital drugs, *J Emerg Med Serv* 10(12):29, 1985.
59. Johansen RB, Schafer NC, Brown PI: Effects of extreme temperature on drugs for prehospital ACLS, *Am J Emerg Med* 11:450, 1993.
60. Church WH, Hu SS, Henry AJ: Thermal degradation of injectable drugs, *Am J Emerg Med* 12:306, 1994.
61. New Jersey Department of Health and Senior Services, Suppl Section 8:41-3.12, paragraph (f); Aug 17, 1998.
62. Stocks JM, Taylor NAS, Tipton MJ, Greenleaf JE: Human physiological responses to cold exposure, *Aviat Space Environ Med* 75:444, 2004.

63. Ulrich AS, Rathlev NK: Hypothermia and localized injuries, *Emerg Med Clin North Am* 22:281, 2004.
64. Chandler W, Ivey H: Cold weather injuries among US soldiers in Alaska: a five-year review, *Mil Med* 162:788, 1997.
65. DeGroot DW, Castellani JW, Williams JO, Amoroso PJ: Epidemiology of US Army cold weather injuries, 1980-1999, *Mil Med* 74:564, 2003.
66. Thomas JR, Oakley EHN: Nonfreezing cold injury. In Pandolf KB, Burr RE, editors: *Medical aspects of harsh environments*, Vol 1, Washington, DC, 2001, Office of The Surgeon General, Borden Institute/TMM Publications.
67. Montgomery H: Experimental immersion foot: review of the physiopathology, *Physiol Rev* 34:127, 1954.
68. Francis TJR: Non-freezing cold injury: a historical review, *J R Nav Med Serv* 70:134, 1984.
69. Wrenn K: Immersion foot: a problem of the homeless in the 1990s, *Arch Intern Med* 151:785, 1991.
70. Ramstead KD, Hughes RB, Webb AJ: Recent cases of trench foot, *Postgrad Med J* 56:879, 1980.
71. Biem J, Koehncke N, Classen D, Dosman J: Out of cold: management of hypothermia and frostbite, *Can Med Assoc J* 168(3):305, 2003.
72. Vogel JE, Dellon AL: Frostbite injuries of the hand, *Clin Plast Surg* 16:565, 1989.
73. Mills WJ: Clinical aspects of freezing injury. In Pandolf KB, Burr RE, editors: *Medical aspects of harsh environments*, Vol 1, Washington, DC, 2001, Office of The Surgeon General, Borden Institute/TMM Publications.
74. Sessler DI: Mild preoperative hypothermia, *N Engl J Med* 336:1730, 1997.
75. Giesbrecht GG: Cold stress, near drowning and accidental hypothermia: a review, *Aviat Space Environ Med* 71:733, 2000.
76. Gilbert M, Busund R, Skagseth A, et al: Resuscitation from accidental hypothermia of 13.7° C with circulatory arrest, *Lancet* 355:375, 2000.
77. Danzl DF, Pozos RS, Auerbach PS: Multicenter hypothermia survey, *Ann Emerg Med* 16:1042, 1987.
78. Tsuei BJ, Kearney PA: Hypothermia in the trauma patient, *Injury Int J Care Injured* 35:7, 2004.
79. Stoner HB: Effects of injury on the responses to thermal stimulation of the hypothalamus, *J Appl Physiol* 33:665, 1972.
80. Ferrara A, MacArthur J, Wright H: Hypothermia and acidosis worsen coagulopathy in the patient requiring massive transfusion, *Am J Surg* 160:515, 1990.
81. Epstein M: Renal effects of head-out immersion in man: implications for understanding volume homeostasis, *Physiol Rev* 58:529, 1978.
82. Carlson LD: Immersion in cold water and body tissue insulation, *Aerospace Med* 29:145, 1958.
83. Wittmers LE, Savage M: Cold water immersion. In Pandolf KB, Burr RE, editors: *Medical aspects of harsh environments*, Vol 1, Washington, DC, 2001, Office of The Surgeon General, Borden Institute/TMM Publications.
84. Steinman AM, Giesbrecht GG: Immersion into cold water. In Auerbach PS: *Wilderness medicine: management of wilderness and environmental emergencies*, ed 4, St Louis, 2001, Mosby.
85. Hayward JS, Eckerson JD, Collis ML: Effect of behavioral variables on cooling rate of man in cold water, *J Appl Physiol* 38:1073, 1975.
86. Nozaki R, Ishibashi K, Adachi N, et al: Accidental profound hypothermia, *N Eng J Med* 315:1680, 1986 (letter).
87. Tipton MJ: The initial responses to cold water immersion in man, *Clin Sci* 77:581, 1989.
88. Keatinge WR, McIlroy MB, Goldfien A: Cardiovascular responses to ice-cold showers, *J Appl Physiol* 19:1145, 1964.
89. Mekjavic IB et al: Respiratory drive during sudden cold water immersion, *Respir Physiol* 70:21, 1987.
90. Golden FSC, Tipton MJ, Scott RC: Immersion, near-drowning and drowning, *Br J Anaesth* 79:214, 1997.
91. Newman AB: Submersion incidents. In Auerbach PS: *Wilderness medicine: management of wilderness and environmental emergencies*, ed 4, St Louis, 2001, Mosby.
92. Wissler EH: Probability of surviving during accidental immersion in cold water, *Aviat Space Environ Med* 74:47, 2003.
93. Tikuisis P: Predicting survival time at sea based on observed body cooling rates, *Aviat Space Environ Med* 68:441, 1997.
94. Hayward JS, Errickson JD, Collis ML: Thermal balance and survival time prediction of man in cold water, *Can J Physiol Pharmacol* 53:21, 1975.
95. Van Mieghem C, Sabbe M, Knockaert D: The clinical vales of the ECG in noncardiac conditions, *Chest* 125:1561, 2004.
96. American Heart Association, International Liaison Committee on Resuscitation: Guidelines 2000 for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care, *Circulation* 102(suppl 8):I-229, 2000.
97. International Liaison Committee on Resuscitation: 2005 International consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations, *Circulation* 112(suppl 1):IV-1, 2005.
98. Danzl DF, Lloyd EL: Treatment of accidental hypothermia. In Pandolf KB, Burr RE, editors: *Medical aspects of harsh environments*, Vol 1, Washington, DC, 2001, Office of The Surgeon General, Borden Institute/TMM Publications.
99. Southwick FS, Dalglish PH: Recovery after prolonged asystolic cardiac arrest in profound hypothermia: a case report and literature review, *JAMA* 243:1250, 1980.
100. Bernard MB, Gray TW, Buist MD, et al: Treatment of comatose survivors of out-of-hospital cardiac arrest with induced hypothermia, *N Engl J Med* 346(8):557, 2002.
101. Reuler JB: Hypothermia: pathophysiology, clinical setting, and management, *Ann Intern Med* 89:519, 1978.
102. Armstrong LE: Cold, windchill, and water immersion. In *Performing in extremes environments*, Champaign, 2000, Human Kinetics.
103. Wilderness Medical Society: Cardiopulmonary resuscitation. In Forgey WW, editor: *Practice guidelines for wilderness emergency care*, Guilford, 2001, Globe Pequot Press.
104. Bailey DE, Wydro GC, Cone DC: Position paper of the National Association of EMS Physicians: Termination of resuscitation in the prehospital setting for adult patients suffering nontraumatic cardiac arrest, *Prehosp Emerg Care* 4:190, 2000.

## Lecturas recomendadas

Auerbach PS: *Wilderness medicine: management of wilderness and environmental emergencies*, ed 4, St Louis, 2001, Mosby.

Fregly MJ, Blatteis CM: *Environmental physiology*, Vols I & II, American Physiological Society, New York, 1996, Oxford University Press.

Pandolf KB, Burr RE, editors: *Medical aspects of harsh environments*, Vol 1, Washington, DC, 2001, Office of the Surgeon General, Borden Institute/TMM Publications.

## Objetivos del capítulo

---

*Al finalizar este capítulo, el lector  
deberá ser capaz de:*

- ✓ Enumerar los cinco factores de riesgo para el semiahogamiento.
- ✓ Enumerar tres signos o síntomas que pueden aparecer en un paciente tras un incidente de semiahogamiento.
- ✓ Enumerar los cinco métodos para prevenir los ahogamientos.
- ✓ Explicar la regla «30-30» para la prevención de las lesiones por rayos.
- ✓ Distinguir el uso de la clasificación «inversa» para los incidentes por rayos con múltiples afectados de su aplicación en otras situaciones con múltiples lesionados.
- ✓ Distinguir los signos y síntomas de la enfermedad por descompresión de tipos I y II.
- ✓ Explicar dos intervenciones primarias para la enfermedad por descompresión de tipo II y la embolia gaseosa arterial.
- ✓ Enumerar dos factores de riesgo claves para la enfermedad de la altura.
- ✓ Comentar los parecidos y diferencias entre la enfermedad aguda de la montaña y el edema cerebral de las alturas.

# Traumatismos de origen ambiental II: ahogamiento, rayos, buceo y altura

## CASO CLÍNICO

Usted y su compañero están regresando a la cima del monte Pike (4299 m de altura) tras transportar a un paciente al hospital de la ciudad cuando reciben un aviso a las 10:35 horas porque una mujer de 48 años está teniendo dificultades para respirar cerca de la cumbre. Este día se celebra la maratón anual del monte Pike (13 km). Los corredores salen a las 7 de la mañana y corren hasta la cumbre de la montaña, con una altura recorrida de 2382 m, giran alrededor de la marca de 6,5 km y después regresan por el mismo camino hasta la línea de llegada.

Usted llega al lugar y encuentra a una corredora tumbada y que está recibiendo asistencia de los voluntarios de la carrera. Cuando su compañero se acerca a la paciente, usted pregunta a los testigos si alguien tuvo ocasión de verla antes de que se detuviera. Un oficial de la carrera afirma que la primera vez que la vio en los 5 primeros kilómetros de la carrera, parecía inestable y oscilaba al caminar. Siguió observándola durante el siguiente kilómetro. Su compañero se entera de que la paciente ha llegado en avión desde San Francisco el día previo. En este momento presenta tos seca, disnea, quemaduras solares en la cara y está irritable. Refiere dolor de cabeza intenso, náuseas y ha vomitado antes. Expresa su deseo de descansar para poder seguir con la maratón, sabiendo que hasta la línea de meta la carrera se realiza cuesta abajo. Se niega a ser trasladada al hospital, pero usted le explica que corre de una forma inestable y podría caerse y hacerse daño. Por fin accede con reticencias a ser trasladada al hospital en la ambulancia.

**¿Son estos signos y síntomas sugestivos de algo más que un sencillo cansancio y las náuseas derivadas de haber corrido de forma continuada cuesta arriba desde 1918 m de altura? ¿Se debería permitir descansar a la corredora un poco más y luego seguir corriendo hasta el punto de cambio de dirección de la carrera? ¿Qué cuadro médico le puede estar afectando? ¿Cómo la trataría? ■**

Cada año se produce en EE. UU. una morbimortalidad importante por diversos agentes ambientales, como ahogamientos o semiahogamientos, lesiones por rayo, buceo con botella de oxígeno y ascenso a grandes alturas (véase capítulo 16 sobre lesiones por calor y frío). Por este motivo es importante que el profesional prehospitalario conozca los trastornos mayores y menores asociados a cada tipo de situación, comprenda la anatomía, la fisiología y la fisiopatología implicadas y sea capaz de evaluar y tratar a los pacientes, al tiempo que previenen posibles lesiones propias o de otros miembros de los equipos de seguridad pública.

## Ahogamiento o semiahogamiento

Los incidentes por sumersión dentro del agua que producen lesiones son demasiado frecuentes en EE. UU. El ahogamiento sigue siendo una causa muy frecuente de muerte en todos los grupos de edad<sup>1</sup>, aunque en niños alcanza rango de epidémica<sup>2</sup>. Las lesiones por sumersión generan un elevado coste a la sociedad; se estima que se gastan 450-650 millones de dólares o más en este tipo de pacientes cada año<sup>3</sup>. La terminología que describe a estos pacientes sigue evolucionando. Hace 35 años se definía el «ahogamiento» como el proceso en el que los animales que respiran aire mueren por la sumersión en un líquido, mientras

que el «semiahogamiento» se definía como la sumersión seguida de una supervivencia, al menos temporal<sup>4</sup>. El término «ahogamiento secundario» se utilizaba para pacientes que se recuperaban inicialmente de una lesión por sumersión, pero posteriormente fallecían por la insuficiencia respiratoria secundaria a la misma<sup>5,6</sup>. Sin embargo, este último término se ha puesto en duda recientemente y algunos autores sugieren que no se debería emplear<sup>5</sup>.

Las definiciones más aceptadas de ahogamiento y semiahogamiento son las siguientes:

- **Ahogamiento:** muerte en las primeras 24 horas tras un incidente por sumersión.
- **Semiahogamiento:** supervivencia al menos durante 24 horas después de un incidente por sumersión.

Dado que el papel del profesional prehospitalario en todos los accidentes relacionados con el agua es iniciar la reanimación en el terreno, puede resultar más práctico evitar cualquier confusión generada por estos términos y emplear el término *incidente por sumersión*, que incorpora el ahogamiento y el semiahogamiento. Además, este término no implica una evolución concreta del paciente en el terreno, durante el traslado al hospital o posteriormente en el ingreso. Su uso debería evitar que los profesionales prehospitalarios realizaran juicios sobre la no realización de intentos de reanimación en función del mecanismo de la lesión, la duración de la inmersión, la temperatura del agua o la ausencia de signos vitales en un enfermo<sup>7</sup>. Este último

punto resulta crítico porque existen numerosas publicaciones de personas que han sobrevivido a largos períodos (>30 minutos) de sumersión en agua fría<sup>8-10</sup>. La realización inmediata y eficaz de la reanimación cardiopulmonar (RCP) y la activación de los servicios de emergencias médicas (SEM) por parte de los testigos son dos factores esenciales, que condicionan la supervivencia del paciente sumergido<sup>11</sup>.

Las estrategias de prevención resultan esenciales dentro de los esfuerzos para reducir la frecuencia de estos incidentes por sumersión en EE. UU. Muchos programas de formación están destacando la reducción de la entrada *involuntaria* en el agua de lactantes y niños mediante la recomendación de utilizar diversos tipos de barreras alrededor de las piscinas (p. ej., vallas, sistemas para cubrir piscinas, alarmas). Además, si un testigo empieza la RCP antes de que lleguen los profesionales prehospitalarios, se mejora el pronóstico del paciente<sup>12</sup>.

## Epidemiología

La muerte por ahogamiento accidental es la séptima causa de muerte en todos los grupos de edad, pero es la segunda entre los 1 y 14 años y la quinta en lactantes (<1 año)<sup>1</sup>. Los lactantes tienen riesgo de ahogarse en las bañeras, los cubos y los váteres<sup>13</sup>. La incidencia de semiahogamiento puede ser 500-600 veces la de ahogamiento<sup>14</sup>. En 2000 se produjeron 3281 casos de ahogamientos accidentales en EE. UU. y por cada niño que se ahogó, tres sobrevivieron y necesitaron una asistencia de emergencias por un semiahogamiento. Cada semana unos 40 niños mueren ahogados, 115 son hospitalizados y 12 sufren lesiones cerebrales irreversibles<sup>2</sup>.

Los *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) han notificado un total de 7546 accidentes por sumersión (mortales o no) en 2001 y 2002<sup>1</sup> (tabla 17-1). De estos 3372 personas sufrieron un ahogamiento involuntario en diversas situaciones lúdicas, como piscinas, océanos o ríos. En comparación, en los servicios de urgencias se atendieron 4174 incidentes de semiahogamientos no mortales accidentales en EE. UU. La frecuencia de lesiones mortales y no mortales fue máxima en niños de 4 años o menores y en los varones para todas las edades. La frecuencia de incidentes no mortales fue casi doble en los varones que en las mujeres, mientras que la frecuencia de incidentes mortales fue casi 5 veces mayor en los hombres. Las lesiones no mortales por sumersión en piscinas representaron un 75% de los casos, mientras que un 70% de las mortales se produjeron en lugares naturales, como océano, ríos o lagos.

## Factores de la sumersión

Existen factores específicos que aumentan el riesgo de que un individuo sufra incidentes por sumersión<sup>4,5,11,15</sup>. Reconocer estos factores aumentará el grado de conciencia de este cuadro y ayudará a generar estrategias de prevención y políticas para tratar de reducir su frecuencia. En el caso de los lactantes y niños pequeños, el principal factor de riesgo es una vigilancia inadecuada, mientras que en los adolescentes y adultos es más importante una conducta de riesgo y el consumo de alcohol o drogas<sup>11</sup>.

**TABLA 17-1 Ahogamientos/semiahogamientos accidentales en EE. UU., 2001-2002**

Característica	No mortales*	Mortales*
<b>EDAD (AÑOS)</b>		
0-4	2168	442
5-14	1058	333
≥15	948	2563
Desconocida	—	34
<b>SEXO</b>		
Masculino	2721	2789
Femenino	1452	583
<b>LOCALIZACIÓN</b>		
Piscina	2571	596
Agua natural (océano, lagos, ríos)	909	1467
Otros	513	1309
<b>TRATAMIENTO</b>		
Tratamiento/alta	1925	—
Hospitalización	2233	—
Otro	16	—
TOTAL	4174	3372

Datos de los *Centers for Disease Control and Prevention*: Nonfatal and fatal drownings in recreational water settings: Unites States, 2001-2002, *MMWR* 53(21): 447, 2004.

\*Número estimado.

## Capacidad de nadar

La capacidad de nadar no se relaciona de forma constante con el ahogamiento. Los varones de raza blanca tienen una incidencia de ahogamiento superior a las mujeres, aunque se ha descrito que tienen una mejor capacidad de nadar<sup>4</sup>. Aunque las mujeres de raza negra nadan mal, su frecuencia de ahogamiento es muy baja<sup>16</sup>. Un estudio indicó que los no nadadores o los principiantes suponían un 73% de los ahogamientos en las piscinas domésticas y el 82% de los incidentes ocurridos en lagos, canales o estanques<sup>17</sup>.

## Desmayo en aguas poco profundas

Algunos nadadores tratan de mejorar su recorrido nadando, por lo que hiperventilan de forma intencionada antes de sumergirse debajo del agua para nadar en un intento de reducir la presión parcial de dióxido de carbono ( $P_{aCO_2}$ )<sup>18</sup>. Al hacerlo, se reducirá la información que llega al centro respiratorio hipotalámico para aumentar la ventilación mientras se contiene la respiración. Estos individuos tienen riesgo de sufrir un incidente por sumersión porque la presión parcial de oxígeno arterial ( $P_{aO_2}$ ) no cambia de forma significativa con la hiperventilación. Cuando el individuo sigue nadando debajo del agua, la  $P_{aO_2}$  se reducirá de forma significativa y puede producir una pérdida de conciencia e hipoxia cerebral.

## Inmersión accidental en agua fría

Otra situación que aumenta el riesgo de que los individuos se ahoguen o casi es la inmersión en agua fría («sin meter la cabeza»). Los cambios fisiológicos que se producen durante la inmersión en agua fría pueden tener un resultado desastroso o proteger al paciente de los efectos del frío sobre el cuerpo, según muchas circunstancias, aunque son más frecuentes los resultados negativos, que pueden llegar al colapso cardiovascular y la muerte súbita tras minutos de inmersión en el agua fría.

## Edad

El ahogamiento se considera un incidente de personas jóvenes y el grupo más amplio lo constituyen los niños que gatean, dada su naturaleza curiosa y la falta de control de los padres. Los niños menores de 1 año sufren la máxima frecuencia de ahogamientos<sup>1,19</sup>.

## Sexo

Los varones representan más de la mitad de todas las víctimas de la sumersión. Un pico de incidencia de ahogamiento se encuentra en varones de 2 años, posteriormente la incidencia se reduce hasta los 10 y después aumenta con rapidez para alcanzar un nuevo máximo a los 18 años. Los varones mayores tienen un mayor riesgo de ahogarse porque se exponen más a actividades acuáticas, consumen más alcohol mientras permanecen cerca del agua y adoptan más conductas de riesgo<sup>4,20</sup>.

## Raza

Los niños negros sufren más incidentes por sumersión que los blancos. Los niños negros se suelen ahogar en estanques, lagos y otras fuentes de agua naturales<sup>1</sup>. La frecuencia de ahogamiento entre los niños varones de raza negra puede llegar a ser triple que en los de raza blanca<sup>21</sup>. Se ha sugerido que esta mayor incidencia de lesiones por sumersión en los niños negros se explica por una mala capacidad para nadar, por la realización de conductas de riesgo, por el abuso de alcohol y drogas y por las condiciones socioeconómicas.

## Localización

Los incidentes por sumersión ocurren típicamente en una piscina de la propia finca y en el océano, aunque también se describen en cubos<sup>5</sup>. Las casas localizadas en zonas rurales con lagos abiertos aumentan 7 veces el riesgo de que un niño se ahogue<sup>4</sup>. Otros lugares peligrosos son los barriles de agua, las fuentes y las cisternas subterráneas.

## Alcohol y drogas

El alcohol es la principal droga implicada en los incidentes por sumersión<sup>22</sup>, posiblemente porque determina falta de juicio<sup>23</sup>. Hasta un 30% de los ahogamientos de adultos se producen por accidentes de bote en los que los ocupantes no emplearon el sentido común, estaban realizando carreras, no llevaban chalecos salvavidas o manejaron el bote de forma imprudente<sup>4</sup>.

## Enfermedades o traumatismos de base

La manifestación de una enfermedad de base puede explicar algunas víctimas de sumersión. La hipoglucemia, el infarto de miocardio, las arritmias cardíacas, la depresión y las ideas suicidas

y el síncope predisponen a sufrir un incidente de este tipo<sup>11</sup>. Se debe sospechar un traumatismo craneal o de la columna cervical en todos los incidentes que no han tenido testigos y en las lesiones de los surfers corporales o sobre tabla y en las personas que se han sumergido en aguas poco profundas o con objetos como rocas o árboles.

## Malos tratos infantiles

Se ha publicado una elevada incidencia de malos tratos infantiles en los niños que sufren incidentes por sumersión, especialmente semiahogamientos en bañeras de agua caliente. Un estudio realizado con niños que han sufrido semiahogamientos de la bañera entre 1982 y 1992 demostró que un 67% tenían antecedentes en la historia o hallazgos físicos compatibles con el diagnóstico de malos tratos o abandono<sup>24</sup>. En consecuencia, se recomienda que cualquier incidente de ahogamiento o semiahogamiento en una bañera sospechoso en niños, sea notificado a los servicios sociales locales para que realicen las investigaciones apropiadas.

## Hipotermia

El ahogamiento puede ser consecuencia directa de una inmersión prolongada que conduce a la hipotermia (véanse trastornos relacionados con el frío en el capítulo 16 para obtener más información sobre la hipotermia accidental).

## Mecanismo de la lesión

Una situación frecuente de inmersión sin meter la cabeza dentro del agua o sumersión del cuerpo entero empieza con un acontecimiento que genera una respuesta de pánico, que culmina en la contención de la respiración, la necesidad de buscar aire y el aumento de la actividad física para tratar de permanecer o conseguir salir por encima de la superficie del agua. Según lo que refieren la mayor parte de los testigos, no es frecuente que las víctimas de sumersión griten o realicen gestos con los brazos en demanda de ayuda mientras tratan de permanecer por encima de la superficie del agua. Es más frecuente verlos flotando sobre la superficie o en una postura inmóvil o ver como se hunden por debajo del agua y no consiguen emerger de nuevo. Cuando persiste el incidente por sumersión, un esfuerzo inspiratorio refleja introduce agua en la faringe y la laringe, generando una respuesta de atragantamiento con laringoespasma. La aparición de este laringoespasma representa el primer paso para la asfixia, que es el motivo de la pérdida de consciencia del paciente y la sumersión todavía más profunda dentro del agua.

A lo largo de los años se han producido muchas discusiones sobre la fisiopatología del ahogamiento y semiahogamiento, sobre todo en lo que respecta a las diferencias entre los ahogamientos en agua salada o dulce y la influencia que puede tener que el agua penetre o no en los pulmones<sup>5,7,11</sup>. Aproximadamente un 15% de los ahogamientos se consideran «ahogamientos en seco», durante los cuales se relaja el espasmo laríngeo, se abre la glotis y la víctima aspira agua hacia los pulmones<sup>25</sup>. En teoría existen distintos efectos sobre el aparato respiratorio en función de que el agua que penetra dentro de los pulmones sea dulce (hipotónica) o salada (hipertónica). En los ahogamientos en agua salada, el lí-

quido hipotónico penetra en el pulmón y después atraviesa los alvéolos hacia el espacio intravascular, causando una sobrecarga de volumen y un efecto de dilución sobre los electrolitos séricos y otros componentes del suero. Por el contrario, cuando se aspira agua salada el líquido hipertónico entra en el pulmón, lo que condiciona que más líquido del espacio intravascular entre en el pulmón tras atravesar los alvéolos y se produzca edema pulmonar e hipertonicidad de los electrolitos séricos.

Después se ha demostrado que no existen diferencias reales entre los ahogamientos en seco y en agua dulce comparados con la aspiración de agua salada<sup>11,26,27</sup>. Para los profesionales prehospitalarios el denominador común de estas cuatro formas de sumersión es la hipoxia causada por laringoespasma o por aspiración de agua. El tratamiento sobre el terreno trata de corregir la hipoxia en estos enfermos, lo que previene la parada cardíaca.

### Sobrevivir a la sumersión en agua fría

En numerosos casos de sumersión prolongada, que en uno de ellos alcanzó 66 minutos de duración, los pacientes han acudido al hospital con una hipotermia grave y se han recuperado con una función neurológica normal o casi<sup>28</sup>. En estos incidentes por sumersión la temperatura más baja registrada ha sido 14,4 °C en un superviviente, una mujer adulta<sup>29</sup>. En otro caso un niño sobrevivió conservando la función neurológica intacta tras sumergirse en agua helada durante 40 minutos, con una temperatura central de 24 °C. Tras 1 hora de reanimación, se recuperó la circulación espontánea<sup>30</sup>.

No se dispone de una explicación para estos casos, pero se considera que la hipotermia ejerce un efecto protector. La inmersión en agua fría puede ocasionar con rapidez una hipotermia por la pérdida de calor superficial y el enfriamiento central. Además, la deglución o aspiración del agua fría pueden acelerar el enfriamiento rápido. La aparición de hipotermia con rapidez durante los ahogamientos en agua dulce pueden deberse a un enfriamiento central secundario a la aspiración pulmonar y la absorción veloz de agua fría con el consiguiente enfriamiento del cerebro.

Otro factor que puede explicar por qué algunos niños pequeños sobreviven es el reflejo de buceo de los mamíferos. El *reflejo de buceo de los mamíferos* reduce la frecuencia cardíaca, deriva sangre hacia el cerebro y cierra la vía aérea. Sin embargo, pruebas recientes indican que el reflejo de buceo existente en varios mamíferos sólo está activo en un 15%-30% de las personas, aunque sigue siendo una posible explicación de la supervivencia de algunos niños<sup>4</sup>.

Todas las sumersiones se deberían someter a una reanimación completa, independientemente de la presencia o ausencia de estos factores. Los factores que se describen a continuación parecen influir en la evolución de los enfermos tras una sumersión en agua fría.

**Edad.** En EE. UU. y Europa se han descrito muchos casos bien documentados de reanimación con éxito en niños y lactantes. La menor masa del cuerpo del niño se enfría con mayor rapidez que en el adulto, lo que permite la formación de menos metabolitos tóxicos derivados del metabolismo anaeróbico y ocasiona menos lesiones irreversibles.

**Tiempo de sumersión.** Cuanto menos tiempo dure la sumersión, menor será el riesgo de lesión celular por la hipoxia. Se debe obtener una información exacta sobre el tiempo de sumersión. Un tiempo de inmersión superior a 66 minutos posiblemente resulte mortal. Sin embargo, se deben iniciar esfuerzos de rescate y reanimación independientemente del tiempo que haya durado la sumersión.

**Temperatura del agua.** Las temperaturas del agua de 21 °C e inferiores pueden inducir hipotermia. Cuanto más fría esté el agua, mejor será la posibilidad de supervivencia, posiblemente por el rápido descenso de la temperatura cerebral y del metabolismo cuando se enfría el cuerpo con rapidez.

**Lucha.** Las víctimas de sumersión que luchan menos tienen mayores probabilidades de ser reanimadas (salvo que los esfuerzos que realizan por evitar el ahogamiento consigan hacerlo). Una menor resistencia implica una menor liberación de hormonas (p. ej., adrenalina) y menor actividad muscular, lo que determinará una menor producción de calor (energía) y menos vasodilatación. Esto se traduce a su vez en una menor deficiencia de oxígeno muscular (una menor deficiencia implica menos producción de ácido láctico y CO<sub>2</sub>) y así aumenta la velocidad de enfriamiento.

**Limpieza del agua.** Los pacientes responden en general mejor a la reanimación cuando se sumergen en aguas limpias si se comparan con aguas con barro o contaminadas.

**Calidad de los esfuerzos de la RCP y de reanimación.** Los pacientes que reciben una RCP adecuada y eficaz combinada con un calentamiento y soporte vital avanzado (SVA) adecuados, en general evolucionan mejor que los que se someten a una o más medidas por debajo del nivel habitual. El inicio inmediato de la RCP es clave en los enfermos con hipotermia por sumersión. Los estudios indican que una mala técnica de RCP se relaciona de forma directa con un mal resultado de la reanimación<sup>31,32</sup>. Véase las actuales normas de soporte vital básico (SVB) que se recogen en otro lugar<sup>33</sup>.

**Lesiones o enfermedades asociadas.** Los pacientes con una lesión o enfermedad de base o que desarrollan una enfermedad o lesión en el momento de la sumersión no evolucionan igual de bien que los individuos sanos.

## Evaluación

Las prioridades iniciales en los pacientes que sufren una sumersión incluyen las siguientes:

1. Prevenir las lesiones en los pacientes y los profesionales de emergencias.
2. Iniciar los planes para una rápida extracción del agua y transporte a la urgencia.
3. Realizar un rescate seguro en el agua.
4. Valorar los ABC (vía aérea, respiración, circulación).
5. Revertir la hipoxia y la acidosis.
6. Recuperar o mantener la estabilidad cardiovascular.
7. Prevenir las pérdidas mantenidas de calor corporal.

Inicialmente resulta más seguro asumir que los pacientes que sufren una sumersión están hipóxicos e hipotérmicos, si no se demuestra lo contrario. Así, se deben aplicar todos los esfuerzos para establecer respiraciones eficaces durante el rescate del agua y alejar al enfermo del agua y de cualquier otra fuente de frío para reducir las pérdidas de calor corporal. Valore con rapidez el tronco y las extremidades para descartar posibles riesgos para la supervivencia y determine posibles traumatismos craneales o lesiones de la columna cervical, en especial si se sospecha un traumatismo (p. ej., caídas, accidentes de bote, bucear en agua con riesgos subacuáticos). No obstante, se ha demostrado que las lesiones por sumersión típicas se asocian a pocos riesgos de lesiones traumáticas. Mida los signos vitales y valore todos los campos pulmonares de los pacientes de este tipo de incidentes porque pueden mostrar diversos grados de dificultad respiratoria, como disnea, roncus, estertores o sibilancias. Los pacientes pueden no tener síntomas inicialmente y después deteriorarse con rapidez y desarrollar signos de edema pulmonar.

Valore la saturación de oxígeno con una pulsioximetría. Valore posibles alteraciones del ritmo cardíaco; los pacientes que sufren una sumersión suelen desarrollar arritmias por hipoxia e hipotermia. Valore alteraciones del estado mental y la función neurológica en todas las extremidades porque muchas víctimas de sumersión sufren lesiones neurológicas mantenidas. Mida la escala del coma de Glasgow (GCS) y siga midiendo las tendencias de la misma. Retire al enfermo todas las ropas mojadas y determine la temperatura rectal para valorar el grado de hipotermia, iniciando los pasos pertinentes para reducir la pérdida de calor (véase capítulo 16 para el tratamiento de la hipotermia).

Las siguientes variables permiten predecir un pronóstico más favorable en enfermos semiahogados:

- Niños de 3 años o mayores.
- Mujer.
- Temperatura del agua por debajo de 10 °C.
- Duración de la sumersión inferior a 10 minutos.
- Ausencia de aspiración.
- Tiempo hasta el SVB eficaz inferior a 10 minutos.
- Rápida recuperación del gasto cardíaco espontáneo.
- Gasto cardíaco espontáneo al llegar a la urgencia.
- Temperatura central inferior a 35 °C.
- Sin coma al llegar y escala GCS superior a 6.
- Presencia de respuestas pupilares.

## Tratamiento

Un paciente que ha sufrido alguna forma de sumersión, pero que no presenta signos y síntomas durante la evaluación deberá ser llevado también al hospital tras su valoración sobre el terreno. En general, todos los pacientes asintomáticos son ingresados durante al menos 24 horas para recibir tratamiento de soporte y ser vigilados porque la valoración clínica inicial puede resultar engañosa. Muchos pacientes asintomáticos reciben el alta en 6-8 horas, según los hallazgos clínicos en el hospital. Resulta esencial conseguir una buena anamnesis del incidente, en la que se detalle la duración de la inmersión y los antecedentes médicos del enfermo.

Todos los pacientes con sospecha de sumersión deberían recibir oxígeno con alto flujo (12-15 l/min) independientemente del estado inicial de la respiración, por el temor a una posible dificultad respiratoria tardía, sobre todo si el enfermo sufre disnea. Se debe monitorizar el electrocardiograma (ECG) para descartar arritmias. Ponga una vía intravenosa (IV) y administre salino normal (SN) o lactato de Ringer (LR) a una velocidad suficiente para mantener la vena abierta (MVA). Traslade al enfermo a la urgencia para su valoración porque muchos pacientes que han sufrido un semiahogamiento están asintomáticos durante 4-6 horas. Los enfermos asintomáticos pueden rechazar el traslado porque no tienen quejas relevantes de forma inmediata. Si esto sucede, tómese un tiempo para informar bien al enfermo sobre los signos y síntomas tardíos en los semiahogados y explicarle que muchos enfermos sufren complicaciones secundarias por las lesiones pulmonares. Es necesaria una persuasión firme y persistente para que acepten el traslado o para que el paciente acuda por sí mismo a la urgencia más próxima para su valoración y observación.

Cuando un paciente sintomático con antecedentes de inmersión presenta signos de distrés (p. ej., ansiedad, respiraciones rápidas o trabajosas, tos) se considera que sufre una lesión pulmonar hasta que la valoración hospitalaria lo descarte. Se debe poner énfasis en la corrección de la hipoxia, la acidosis y la hipotermia. Inmovilice la columna cervical en todos los pacientes con sospecha de traumatismo. En los enfermos que no responden, aspire la vía aérea para limpiarla y manténgala abierta con un dispositivo para la vía aérea. Es posible corregir la hipoxia y la acidosis mediante un soporte ventilatorio eficaz. Los pacientes en apnea deberían ser ayudados con ventilación con mascarilla-bolsa. Se debería plantear la intubación de forma precoz para proteger la vía aérea en pacientes apnéicos o cianóticos o que tienen una reducción del estado mental, porque las víctimas de sumersión pueden tragar grandes cantidades de agua y tienen riesgo de vomitar y aspirar el contenido del estómago. La maniobra de Sellick (presión sobre el cricoides) se debería aplicar durante la intubación para prevenir la regurgitación y aspiración. Monitorice el ECG por si aparecen alteraciones de la frecuencia o el ritmo e investigue posibles datos de un episodio cardíaco previo o posterior al incidente por sumersión. Aporte oxígeno al 100% (12-15 l/min) mediante mascarilla sin retorno. Coloque una vía IV y administre SN o LR a velocidad de MVA. Traslade al enfermo a la urgencia local.

## Reanimación del paciente

Un inicio rápido de una RCP eficaz y las intervenciones de SVA convencionales en los pacientes que sufren sumersión y están en parada cardiopulmonar se asocia a una mejor opción de sobrevivir<sup>5</sup>. Las víctimas pueden tener asistolia, actividad eléctrica sin pulso o taquicardia ventricular/fibrilación ventricular sin pulso. Siga las normas de la actual versión de la *American Heart Association (AHA)* para el SVA pediátrico y el soporte vital cardíaco avanzado (SVCA) para el tratamiento de estas arritmias<sup>33</sup>.

El uso de la RCP durante el rescate en el agua no se recomienda porque la profundidad del masaje torácico no es eficaz dentro del agua. Además de retrasar una RCP eficaz fuera del agua, tratar de aplicar la RCP dentro de la misma pone a los rescataores en peligro de sufrir fatiga y los expone a los riesgos gene-

rados por el agua fría, las olas, las mareas y las corrientes. Céntrate en mantener la vía aérea abierta y realizar respiración asistida en pacientes apneicos en función de su posición dentro del agua, del número de personas implicadas en el rescate y del equipo disponible (p. ej., tabla para el agua).

Cuando un rescate en la playa (o cualquier otro lugar) implique un terreno en pendiente, ya no se recomienda colocar al paciente cabeza abajo (o cabeza arriba) para tratar de drenar la vía aérea. Se ha demostrado que los esfuerzos de reanimación resultan más exitosos cuando se pone al paciente a nivel del suelo en paralelo al agua y se aplican ventilaciones y masaje torácico eficaces. Mantener la posición a nivel del suelo contribuye a reducir el flujo anterógrado de sangre durante el masaje torácico en la posición cabeza arriba y a prevenir el aumento de la presión intracraneal en la posición cabeza abajo. Además, no existen pruebas de que el drenaje pulmonar sea eficaz con ninguna maniobra concreta.

Antes se había sugerido que la maniobra de Heimlich se podía emplear en pacientes ahogados. Sin embargo, esta maniobra está diseñada para una obstrucción de la vía aérea y no contribuye a sacar el agua de los pulmones o de la vía aérea. Por el contrario, esta maniobra puede ocasionar vómitos en pacientes ahogados y aumentar el riesgo de aspiración. En este momento, la AHA y el *Institute of Medicine* desaconsejan el uso de la maniobra de Heimlich salvo en casos de bloqueo de la vía aérea por

un cuerpo extraño<sup>34</sup>. Si el paciente se recupera con respiraciones espontáneas, se deberá colocar en decúbito lateral derecho, con la cabeza algo más baja que el tronco para reducir el peligro de aspiración en caso de sufrir vómitos.

En el capítulo 16 se analizan las técnicas de SVA para la reanimación del paciente hipotérmico. Puede verse también la figura 16-9 con el algoritmo de la hipotermia. Estas normas se aplican en todos los enfermos hipotérmicos, sea cual sea la fuente de exposición al frío.

Utilice el protocolo del SEM regional para determinar los criterios de muerte en un paciente. Algunos criterios aceptables para decidir la muerte evidente del paciente son la temperatura rectal normal en un paciente con asistolia, apnea, livideces posmórtem, rigor mortis u otras lesiones incompatibles con la vida. Un paciente que se ha recuperado de un agua templada sin signos vitales o que se ha sometido a 30 minutos de intentos de reanimación se puede considerar muerto en el propio lugar<sup>4</sup>. Consulte con el control médico local de forma precoz cuando recupere a una persona sumergida en agua fría. Como se comentó antes, muchos individuos se han recuperado por completo tras más de 30 minutos de sumersión en agua fría. Estos enfermos se deberían tratar como pacientes hipotérmicos en función de la temperatura rectal.

La tabla 17-2 resume la evaluación y tratamiento de los pacientes que han sufrido una sumersión.

**TABLA 17-2 Paciente sometido a sumersión: resumen de la valoración y tratamiento**

Anamnesis	Exploración	Intervención
<b>PACIENTE ASINTOMÁTICO</b>		
Tiempo sumergido	Aspecto	Administrar oxígeno mediante mascarilla facial a 8-10 l/min
Descripción del incidente	Signos vitales	Poner una vía IV con velocidad de infusión para mantener la vía abierta
Molestias	Traumatismo craneal o cervical, Exploración torácica: campos pulmonares	Reexplorar al paciente según necesidad
Antecedentes médicos	Monitorización del ECG	Trasladar al paciente a urgencias
<b>PACIENTE SINTOMÁTICO</b>		
Descripción del incidente	Aspecto general	Administrar oxígeno mediante mascarilla no reinhalable a 12-15 l/min
Tiempo de sumersión, temperatura del agua, contaminación del agua, vómitos, tipo de rescate	Nivel de conciencia (AVPU)	Poner una vía IV a velocidad para mantener la vía abierta, intubar de forma precoz si se necesita
Síntomas	Signos vitales; controlar el ECG	Trasladar al paciente a urgencias
Reanimación sobre el terreno	Valorar los ABCDE; signos vitales; monitorización DEA o ECG	Realizar pronto la RCP; intubar; oxígeno al 100% a 12-15 l/min con mascarilla-bolsa-válvula; plantearse una sonda NG si distensión gástrica; usar procedimientos de SVCA si FV y asistolia; usar el algoritmo de SVCA de la hipotermia

Modificado de Newman AB: Submersion incidentes. En Auerbach PS: *Wilderness medicine: management of wilderness and environmental emergencies*, ed 4, St Louis, 2001, Mosby).

DEA, desfibrilador externo automático; ECG, electrocardiograma; FV, fibrilación ventricular; IV, intravenoso; NG, nasogástrico; RCP, reanimación cardiopulmonar; SVCA: soporte vital cardíaco avanzado.

AVPU, alerta, responde a estímulos verbales; responde a estímulos dolorosos; no responde.

ABCDE, vía aérea, respiración, circulación, discapacidad, entorno/ambiente.

## Prevención

Los profesionales prehospitalarios tienen una gran oportunidad de convertirse en defensores de la seguridad en el agua y educación sobre este tema en sus comunidades respectivas, centran-do su actividad en la notificación de las zonas de riesgo identi-ficadas. Además, los profesionales de SEM y otros equipos de seguridad pública que llegan al lugar deben tener muy en cuenta la prevención para no convertirse ellos mismos en víctimas adicionales de una sumersión. Una víctima semiahogada, en si-tuación de pánico y que lucha, puede suponer un peligro para el rescatador poco preparado y esto puede culminar en dos aho-gamientos. Los profesionales del SEM deben valorar el proble-ma con rapidez, controlar la zona para prevenir la entrada de cu-riosos al agua y garantizar su propia seguridad.

Muchas organizaciones de seguridad acuática recomiendan recurrir a profesionales muy expertos que se entrenan de forma regular para rescates, recuperación y reanimación en el agua. Sin embargo, cuando no existan estos equipos tan profesionales de rescate acuático, los equipos de primera respuesta deberán tener en consideración su propia seguridad y la de todos los demás equipos antes de tratar de realizar el rescate en el agua. En primer lugar, se debe tratar de sacar al paciente del agua con un palo o arrojándole un objeto al que agarrarse, como una cuerda o un flotador, antes de introducirse en el agua. Si fuera preciso entrar en el agua, sería preferible utilizar un bote o tabla para llegar a la víctima. Demasiados rescatadores bien intencionados han pasado a ser víctimas adicionales porque no considerar prio-ritaria su propia seguridad.

La formación comunitaria sobre incidentes por sumersión de-be considerar las siguientes recomendaciones<sup>7</sup>:

### Playas

- Nade siempre cerca de un salvavidas.
- Pregunte al salvavidas cuál sitio resulta seguro para nadar.
- No sobrestime su capacidad de nadar.
- Controle siempre a sus hijos.
- Nade siempre lejos de rocas, piedras y postes.
- Evite tomar alcohol y las comidas copiosas antes de nadar.
- Lleve a los niños perdidos a la torre de vigilancia más próxima.
- Sepa que más del 80% de los ahogamientos en el océano se asocian a las corrientes.
- Nunca trate de rescatar a nadie sin saber lo que hace; muchas personas mueren en este tipo de intentos.
- Si usted está pescando entre las rocas, tenga cuidado con las olas que pudieran arrastrarle al océano.
- No bucee en aguas poco profundas; puede sufrir lesiones cervicales.
- Aléjese de los animales marinos.
- Lea y respete los signos de los carteles de la playa.

### Piscinas residenciales

- Es precisa la supervisión de un adulto, que debe vigilar de forma estrecha a los niños.
- Nunca deje a un niño solo cerca de una piscina o lugar con agua.

- Instale una verja de 1,2 m alrededor de la piscina que tenga una puerta con cierre de seguridad y candado.
- No deje que los niños compren flotadores de brazo u otros dispositivos para nadar que se rellenen con aire.
- Evite los juguetes que atraigan a los niños hacia las piscinas.
- Apague las bombas de los filtros cuando utilice la piscina.
- Utilice teléfonos inalámbricos o móviles cerca de la piscina para evitar salir del recinto para responder una llamada.
- Mantenga un equipo de rescate (p. ej., ganchos de pastor, salvavidas) y un teléfono al lado de la piscina.
- No trate de hiperventilar para poder quedarse más tiempo bajo el agua nadando ni deje que nadie lo haga.
- No bucee en aguas poco profundas.
- Apunte a clases de natación a todos los niños antes de los 2 años.
- Cuando los niños dejen de nadar, asegure la piscina para que no puedan regresar.
- Todos los miembros de la familia y otras personas que vigilan a los niños debería aprender RCP.

## Rayos

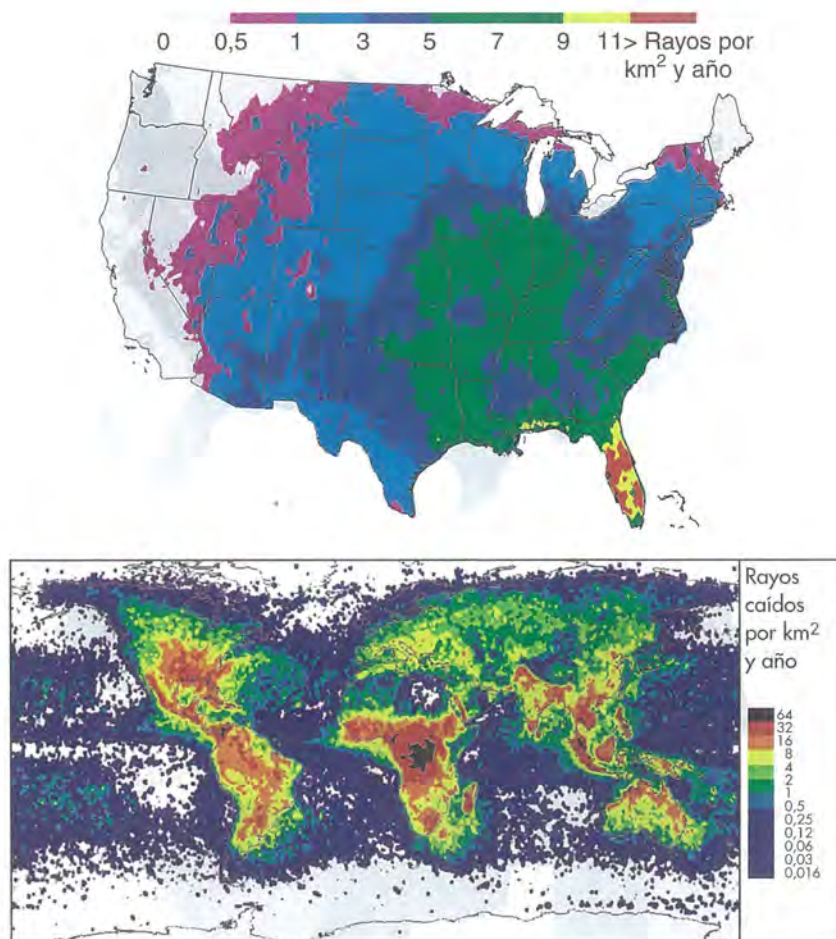
Los rayos son la amenaza más frecuente para las personas y las propiedades durante la temporada de tormentas y ocupa el se-gundo lugar tras las inundaciones en las muertes por inunda-ción en EE. UU. desde 1959<sup>35</sup>. El *National Weather Service* estima que cada año se producen unas 100.000 tormentas en EE. UU. y en todas ellas se producen rayos. Los rayos son res-ponsables de unos 75.000 incendios forestales anuales y cau-san un 40% de todos los incendios<sup>36</sup>. La forma más destructi-va del rayo es el golpe nube-suelo (figura 17-1). Basándose en



**FIGURA 17-1** Un rayo que golpea desde la nube a la tierra con patrón de rayo estriado.

(Tomado de Cooper MA, Andrews CJ, Holle RL, Lopez RE: Lightning injuries. En Auerbach P: *Wilderness medicine: management of wilderness and environmental emergencies*, ed 4, St Louis, 2001, Mosby.)

Peter Pan



**FIGURA 17-2** Distribución de los rayos que caen a la tierra en EE. UU., cuya concentración mayor se produce en la región sureste del país.

(Tomado de Huffines GR, Orville RE: Lighting ground flash density and thunderstorm duration in the continental United States, 1989-1996, *J Appl Metereol* 38: 1013, 1999.)

los sistemas de detección de rayos en tiempo real, se estima que se producen unos 20 millones de rayos de este tipo al año y en una tarde de verano se han llegado a describir incluso 50.000<sup>37,38</sup>. Florida central es la región en la que se producen más impactos por rayos cada año (véase figura 17-2 para ver la distribución de los rayos de este tipo en EE. UU.). Los rayos se producen con mayor frecuencia entre junio y agosto, pero en Florida y la costa sureste del Golfo de México tienen lugar durante todo el año<sup>39</sup>.

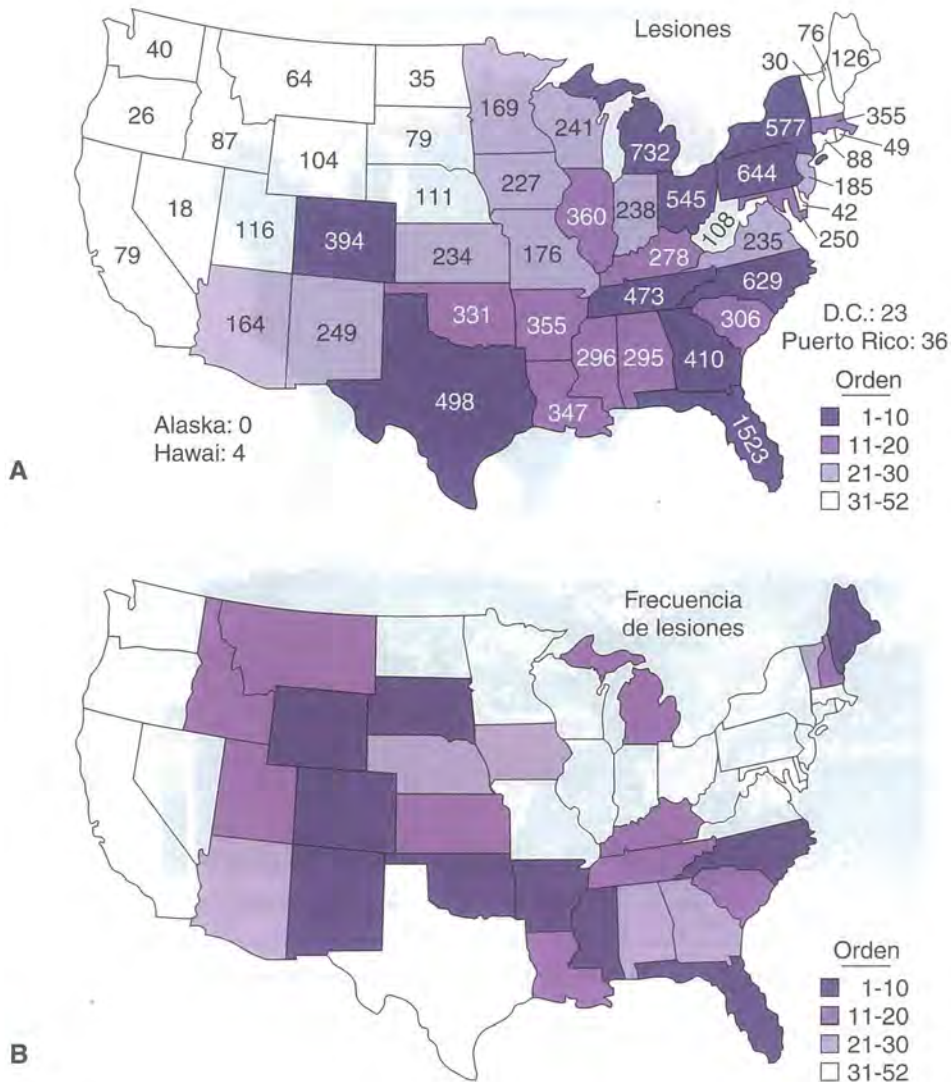
Desde los años cincuenta del siglo xx el número de muertes por rayos sigue disminuyendo, posiblemente porque menos personas trabajan en el exterior en regiones rurales, por la mejora de los sistemas de aviso ante futuras tormentas, por la mayor formación del público sobre la seguridad ante los rayos y por la mejora de la asistencia médica<sup>40</sup>. Se ha descrito que en este momento el rayo mata a 50-300 personas cada año y causa lesiones a unas 1000<sup>36,41</sup>. Los mayores riesgos para la vida por los rayos son las lesiones neurológicas y cardiopulmonares.

## Epidemiología

Según la publicación de la *National Oceanic Atmospheric Administration* (NOAA) llamada *Storm Data*, durante los 36 años que van desde 1959 a 1994 se produjeron 3529 muertes por rayos (media 98 al año), 9818 lesiones y 19.814 daños en propiedades<sup>35</sup>. Este informe demuestra que los cuatro estados con más lesionados (muertes y heridos) por rayo son Florida (523), Michigan (732), Penssylvania (644) y Carolina del norte (629). El mayor número de muertes se produjeron en Florida (345), Carolina del norte (165), Tejas (164) y Nueva York (128). La figura 17-3 muestra la distribución de las lesiones y muertes por el rayo según los estados entre 1959 y 1994.

Se produjeron 1318 muertes por rayos entre 1980 y 1995 en EE. UU. según la revisión de los informes de los forenses que consideran los rayos como causa de muerte<sup>42</sup>. De todos los fallecidos durante este período de 16 años 1125 (85%) fueron varones y 896 (68%) tenían entre 15 y 44 años. La máxima mortalidad por los rayos se produjo entre los 15 y 19 años (6 muertes por 10.000.000).

Peter Pan



**FIGURA 17-3** Orden de cada estado en las lesiones por rayos (muertes y lesiones combinadas) desde 1959 a 1994. **A.** Lesiones por estado. **B.** Lesiones ponderadas según la población del estado.

(Datos tomados de Curran EB, Holle RL, Lopez RE: Lightning fatalities, injuries and damage reports in the United States from 1959-1994; NOAA Tech Memo NWS SW-193, 1997.)

El análisis demuestra que aproximadamente un 30% fallecen y un 74% de los supervivientes presentan discapacidad permanente. Además, las víctimas que tienen quemaduras craneales o en las piernas tienen un riesgo de fallecer más elevado<sup>43</sup>. Un 52% de los individuos que fallecen por caerles un rayo estaban fuera de un lugar cerrado (25% de ellos en el trabajo). La muerte se produjo en la primera hora en un 63% de las víctimas de los rayos<sup>40</sup>.

### Mecanismo de la lesión

Las lesiones por rayos se pueden deber a los cinco mecanismos siguientes<sup>36,44,45</sup>:

- El *golpe directo* se produce cuando la persona está en un entorno descubierto sin posibilidad de buscar refugio.
- El *contacto por salpicadura o lateral* se produce cuando el rayo golpea un objeto (p. ej., tierra, edificios, árboles) y se salpica hacia una víctima o varias. La corriente saltará desde el objeto golpeado en primer lugar y podrá dispersarse a una persona. Las salpicaduras pueden ir de una persona a otra, de un árbol a una persona e incluso dentro de un edificio del cable telefónico a una persona que está hablando por el teléfono.
- El *contacto* se produce cuando la persona está en contacto directo, golpeado de forma directa o por salpicadura.
- El *voltaje escalonado*, también denominado *corriente lateral o de toma de tierra*, se produce cuando el rayo golpea contra el suelo o un objeto próximo. La corriente se dispersará hacia fuera de forma radial. El tejido humano ejerce menos resistencia que el suelo y la corriente

ascenderá, por ejemplo, por una pierna para descender por la otra siguiendo el trayecto de menor resistencia.

- **Indirectamente.** Se puede producir un traumatismo cerrado por una onda de choque generada por el rayo, que puede desplazar a la persona hasta 9 metros. Se pueden producir lesiones por un rayo que cause incendios forestales o en edificios y explosiones.

Seis factores conocidos determinan la gravedad de las lesiones provocadas por la corriente eléctrica y del rayo: el tipo de circuito, la duración de la exposición, el voltaje, el amperaje, la resistencia de los tejidos y la trayectoria de la corriente. Cuando se entra en contacto con el rayo o con otra fuente de corriente eléctrica de alto voltaje, el calor generado dentro del cuerpo será proporcional a la cantidad de corriente, la resistencia de los tejidos y la duración del contacto. Al aumentar la resistencia de los distintos tejidos (p. ej., del nervio al músculo y el hueso), también lo hace el calor que se genera por el paso de una corriente.

Resulta sencillo asumir que las lesiones por el rayo se parecen a las provocadas por la electricidad de alto voltaje. Sin embargo, existen notables diferencias entre los mecanismos de ambas lesiones.

La caída de un rayo produce millones de voltios de corriente y la duración de la exposición del cuerpo es instantánea (1/10-1/1000 de un segundo). La temperatura del rayo varía en función del diámetro, aunque como media son unos 8000 °C<sup>41</sup>. En comparación, las exposiciones a electricidad de alto voltaje generan un voltaje mucho menor que los rayos. Sin embargo, el factor clave para distinguir las lesiones por rayos de las eléctricas por alto voltaje y las diferencias en los patrones de las lesiones es la duración de la exposición a la corriente dentro del cuerpo<sup>44</sup>. La tabla 17-3 enumera las diferencias entre las lesiones por rayos y las asociadas a una corriente eléctrica derivada de un generador de alto voltaje.

En algunas ocasiones, las lesiones por rayo muestran un patrón similar que las observadas con la electricidad de alto voltaje porque un patrón extraño del rayo produce un golpe que dura hasta 0,5 segundos. Este tipo de rayo, denominado «rayo caliente», puede ocasionar quemaduras profundas, explosiones

de árboles e iniciar incendios. El rayo puede ocasionar heridas en la entrada y la salida al cuerpo, pero cuando el rayo golpea a una víctima es más frecuente que le atraviese el cuerpo. Esto se suele denominar corriente «completa». Una corriente completa puede entrar en los ojos, los oídos, la nariz y la boca. Se plantea la teoría de que el flujo de corriente completa es el motivo por que muchas personas sobreviven a los rayos. También se sabe que este tipo de corriente puede evaporar la humedad de la piel o arrancar la ropa o los zapatos a la víctima.

## Lesiones por los rayos

Las lesiones por los rayos oscilan desde heridas más superficiales a traumatismos multisistémicos graves con muerte. La tabla 17-4 recoge los signos y síntomas más frecuentes de las lesiones por el rayo. Como herramienta para determinar la posibilidad de recuperación o el pronóstico de las heridas por rayo, se pueden clasificar las víctimas en una de las tres categorías siguientes: menores, moderadas y graves<sup>46</sup>.

### Lesiones menores

Los pacientes con lesiones menores están conscientes y refieren una sensación desagradable y anormal (disestesias) en la extremidad afectada. Cuando el golpe del rayo es más grave, las víctimas refieren que han sido golpeadas en la cabeza o afirman que fueron alcanzados por una explosión, porque no están seguros del origen de la misma. Un paciente puede presentar algunos de los siguientes:

- Confusión (a corto plazo, horas o días).
- Amnesia (a corto plazo, horas a días).
- Rotura traumática del tímpano.
- Sordera temporal.
- Ceguera.
- Pérdida temporal de la conciencia.
- Parestesias temporales.
- Dolor muscular.
- Quemaduras cutáneas (raro).
- Parálisis transitoria.

**TABLA 17-3 Comparación de las lesiones eléctricas por rayos y por alto voltaje**

Factor	Rayo	Alto voltaje
Nivel de energía	30 millones de voltios; 50.000 amperios	En general mucho menor
Tiempo de exposición	Breve, instantáneo	Prolongado
Vía	Impacto, orificio	Profunda, interna
Quemaduras	Superficial, menor	Profundas, internas
Cardíaco	Parada primaria o secundaria, asistolia	Fibrilación
Renal	Raramente mioglobinuria o hemoglobinuria	Frecuente insuficiencia renal por mioglobinuria
Fasciotomía	Rara vez necesaria, si alguna	Frecuente, precoz y extensa
Traumatismo contuso	Efecto explosivo del trueno	Caídas, salir despedido

Tabla modificada de Cooper MA, Andrews CJ, Holle RL, Lopez RE: Lightning injuries. En Auerbach P: *Wilderness medicine: management of wilderness and environmental emergencies*, ed 4, St Louis, 2001, Mosby.)

**TABLA 17-4 Lesiones por rayos: signos y síntomas frecuentes y tratamiento**

Lesiones	Signos/síntomas	Tratamiento
Menores	Sensación extraña en una extremidad, confusión, amnesia, pérdida temporal de conciencia, sordera o ceguera, rotura del tímpano	Seguridad del lugar; ABCDE; anamnesis médica y exploración secundaria; monitorización del ECG; administrar oxígeno y trasladar a los pacientes con lesiones leves
Moderadas	Desorientación, combatividad, parálisis, fracturas, traumatismos contusos, ausencia de pulsos en las extremidades inferiores, <i>shock</i> medular, convulsiones, parada cardiorrespiratoria temporal, comatoso	Seguridad del lugar; ABCDE; anamnesis médica y exploración secundaria; monitorización del ECG; RCP precoz si se necesita; administrar oxígeno y trasladar a todos los pacientes
Graves	Cualquiera de las anteriores, otorrea en el conducto auditivo, fibrilación o asistolia cardíaca	RCP y procedimientos avanzados para salvar la vida; usar la clasificación «inversa» cuando pacientes múltiples

Datos tomados de O'Keefe GM, Zane RD: Lightning injuries, *Emerg Med Clin North Am* 22: 369, 2004; y Cooper MA, Andrews CJ, Holle RL, Lopez RE: Lightning injuries. En Auerbach P: *Wilderness medicine: management of wilderness and environmental emergencies*, ed 4, St Louis, 2001, Mosby.

Las víctimas presentan signos vitales normales o una ligera hipotensión transitoria, y se recuperan de forma gradual y completa<sup>41</sup>.

### Lesiones moderadas

Los pacientes con lesiones moderadas pueden tener lesiones uni o multisistémicas, progresivas, algunas con riesgo vital. Algunos enfermos de este grupo desarrollan una discapacidad permanente. Los pacientes pueden presentar sobre el terreno:

- Desorientación.
- Combatividad.
- Comatoso.
- Parálisis de extremidades inferiores.
- Moteado de la piel.
- Ausencia de pulsos.
- Pulsos periféricos no palpables.
- Hipotensión.
- Traumatismos contusos (p. ej., fracturas).
- *Shock* vertebral (p. ej., fracturas cervicales).
- Quemaduras de primer y segundo grado, que no siempre aparecen de forma precoz (hallazgo tardío).
- Quemaduras de tercer grado (raras).
- Rotura del tímpano (frecuente).

Las secuelas a largo plazo incluyen:

- Trastornos del sueño.
- Irritabilidad.
- Disfunción psicomotora fina.
- Parestesias.
- Debilidad generalizada.
- Disfunción del sistema nervioso.
- Síndrome de estrés postraumático.
- Parálisis medular (raro).

Según la localización de las lesiones por el rayo, se puede afectar el centro respiratorio cerebral con una parada respiratoria prolongada que puede causar una parada cardíaca secundaria como consecuencia de la hipoxia<sup>41</sup>. Los pacientes de este grupo pueden sufrir una parada cardiorrespiratoria inmediata, aunque el auto-

matismo inherente del corazón puede recuperar de forma espontánea el ritmo sinusal<sup>43</sup>. Como la parada cardiopulmonar inmediata es una amenaza importante, los profesionales prehospitalarios deberán valorar con rapidez los ABC en todos los pacientes con lesiones por rayo y controlar de forma continua el ECG para descartar alteraciones cardíacas secundarias.

### Lesiones graves

Los pacientes con lesiones graves por caída directa del rayo (lesiones neurológicas o cardiovascular) o en los que se retrasa la RCP muestran un mal pronóstico. Al llegar al lugar, el profesional prehospitalario puede encontrarse al paciente en parada cardíaca inmediata con asistolia o fibrilación ventricular (FV). Si se ha producido isquemia cerebral o cardíaca prolongada, la reanimación de estos enfermos puede resultar muy difícil<sup>41</sup>. Otros hallazgos frecuentes son la rotura del tímpano con fuga de líquido cefalorraquídeo (LCR) o sangre al conducto auditivo, lesiones oculares y diversos tipos de traumatismos contusos por caídas, entre los que se incluyen las contusiones de los tejidos blandos y las fracturas craneales, de las costillas, de las extremidades o de la columna. Muchos de estos enfermos no tienen quemaduras.

### Evaluación

Al llegar al lugar, como en cualquier otro aviso, el profesional prehospitalario debe tener la prioridad de garantizar la seguridad propia y de los demás profesionales de la seguridad pública. Se debe valorar si existe todavía riesgo de caída de rayos en la zona o no. Cuando una tormenta se aproxima o acaba de pasar, todavía supone una fuente de riesgos, que con frecuencia no se tiene en cuenta porque los rayos siguen siendo una amenaza muy real incluso cuando están a 15 km de distancia<sup>47</sup>. El mecanismo de la lesión puede no estar claro salvo que haya habido testigos, porque el rayo puede caer durante un día aparentemente soleado. Cuando existan dudas sobre el mecanismo de la lesión, se deberán evaluar de forma inmediata los ABCDE y cualquier proceso con riesgo para la vida, igual que en todas las urgencias. Estos pacientes no tienen carga eléctrica, de forma que tocarlos no supone un riesgo para los profesionales durante su cuidado. Valore el ritmo cardíaco con el ECG. Es frecuente encontrar alteraciones inespecíficas del segmento ST

y la onda T, pero es raro encontrar pruebas más específicas de infarto de miocardio con onda Q o elevación del segmento ST<sup>44</sup>.

Tras estabilizar al paciente, se debe realizar una exploración detenida de cabeza a pies para identificar todas las posibles lesiones que pueden asociarse a este tipo de traumatismos. Valore el nivel de conciencia de la situación del paciente y la función neurológica de las cuatro extremidades porque pueden encontrarse parálisis transitorias de las superiores y las inferiores. Se sabe que las víctimas del rayo tienen una disfunción autonómica con midriasis, lo que confunde con un traumatismo craneoencefálico<sup>49</sup>. Valore los ojos, porque hasta un 55% de los afectados sufren algún tipo de lesión ocular. Busque sangre y otorrea en el conducto auditivo; un 50% de los pacientes tendrán rotos uno o ambos tímpanos. Todas las víctimas del rayo tienen una elevada probabilidad de traumatismos contusos por haber sido arrojados contra un objeto sólido o golpeados por objetos que les han caído encima. Son necesarias las precauciones vertebrales durante la evaluación para reducir las lesiones. Valore en la piel signos de quemaduras, que pueden ir desde las de primer grado a otras de espesor completo. Es frecuente que la piel adopte un aspecto aterciopelado, que se llama «flores de Lichtenberg», pero no se trata de quemaduras y se resuelven en 24 horas. Es más frecuente encontrar quemaduras secundarias al incendio de la ropa y el calentamiento de las joyas u otros objetos.

## Tratamiento

Las prioridades a la hora de tratar a pacientes víctimas del rayo incluyen estabilizar la vía aérea, la respiración y la circulación. Si no se encuentra circulación o respiración espontánea, se debería iniciar una RCP eficaz hasta 5 ciclos (2 minutos) y volver a valorar el ritmo cardíaco con un desfibrilador externo automático (DEA) según los criterios actuales<sup>33</sup>. Aplique medidas de SVA para tratar la parada cardiopulmonar inducida por el rayo, siguiendo las recomendaciones en vigor de la AHA para el SVCA y el SVPA, según se comenta en otro lugar<sup>33</sup>. Administre oxígeno a alto flujo en pacientes con lesiones moderadas a graves. Se debería iniciar la administración IV de líquidos para MVA, dado que los pacientes con lesiones por rayos, a diferencia de los lesionados por una corriente eléctrica de alto voltaje, no presentan una destrucción masiva de tejido ni quemaduras que obliguen a administrar grandes volúmenes de líquidos. Establezca posibles fracturas y prepare a los pacientes con traumatismos contusos para la inmovilización vertebral. Los pacientes con lesiones leves a moderadas por el rayo deberían ser transportados a la urgencia para su valoración y observación. El transporte del paciente se debe realizar por tierra o aire, según la disponibilidad, distancia y tiempo que se tarda en llegar al hospital y también según el riesgo para la tripulación del avión y el beneficio para el enfermo.

Como se comentó antes, los pacientes que sufren lesiones por rayo tienen mayores probabilidades de evolucionar bien cuando se realiza una reanimación eficaz precoz. Sin embargo, pocas pruebas sugieren que estos enfermos puedan recuperar el pulso tras maniobras de SVB o SVA prolongadas durante más de 20-30 minutos<sup>36</sup>. Antes de abandonar la reanimación, se debería realizar todos los esfuerzos posibles por garantizar una vía aérea, adminis-

trar oxígeno con flujo alto y realizar una ventilación asistida, además de corregir la hipovolemia, la acidosis y la hipotermia.

Si en el incidente se han visto implicadas múltiples víctimas, se deben aplicar de inmediato los principios de la clasificación. Las reglas habituales de la clasificación incluyen concentrar los recursos de personal y equipos limitados en los pacientes con lesiones moderadas a graves y no prestar atención a los enfermos que no tienen circulación ni respiración. Sin embargo, cuando existen múltiples casos de pacientes con lesiones por el rayo, esta regla debe «invertirse», de forma que se debe «reanimar los muertos», porque pueden estar en parada respiratoria o cardíaca y tienen buenas probabilidades de recuperación<sup>43,50</sup>.

## Prevención

Dado que se producen numerosas tormentas eléctricas durante el año, la caída de rayos es frecuente. Los profesionales prehospitalarios y el público en general deben ser formados en la prevención y también conocer muchos mitos y errores de concepto sobre los rayos (cuadro 17-1). Numerosas agencias, como el *National Weather Service/NOAAA*, el *National Lightning Safety Institute*, la Cruz Roja norteamericana y la *Federal Emergency Management Agency (FEMA)*, aportan recursos para la prevención de las lesiones por rayos<sup>31</sup>.

Los profesionales prehospitalarios y otros profesionales de la seguridad pública deberían establecer protocolos para mantener una vigilancia estrecha sobre el tiempo atmosférico y poder lanzar avisos de tormenta que se vayan actualizando a lo largo del día para prevenir.

Un lema usado en la educación de niños y adultos dice: «Si usted lo ve, escape; si lo oye, huya». Otra regla útil es la de «30-30». Cuando el tiempo transcurrido entre que se ve el relámpago y se escucha el trueno es 30 segundos o inferior, el individuo estará en peligro y debe buscar refugio adecuado. Además, se recomienda retomar las actividades en el exterior sólo cuando hayan pasado 30 minutos del último relámpago o trueno, porque una tormenta que está pasando sigue siendo un riesgo y el rayo puede golpear a 15 km de distancia cuando ya ha pasado la tormenta. Otra forma de medir la proximidad del rayo es la regla «brillo-ruído», de forma que 5 segundos = 1,6 m, de forma que se sigue el rayo cada 5 segundos hasta que el sonido del relámpago equivalga a 1,6 m.

Las siguientes son normas de seguridad para la prevención de las lesiones por rayos cuando se produce una tormenta<sup>36,41</sup>:

### En el interior

1. Busque un edificio y aléjese de las ventanas, las puertas abiertas, las chimeneas, los baños y duchas y los objetos metálicos, como fregaderos y aparatos eléctricos.
2. Apague la radio y el ordenador y evite el teléfono fijo; utilice el teléfono sólo si se produce una emergencia.
3. Apague todos los dispositivos y aparatos eléctricos *antes* de que llegue la tormenta.

### En el exterior

1. Evite los objetos metálicos, como bicicletas, tractores, verjas.
2. Evite los objetos altos y trate de reducir su tamaño.

### CUADRO 17-1 Mitos y errores de concepto sobre los rayos

#### MITOS GENERALES

- Los golpes del rayo siempre son mortales.
- La muerte se debe a las quemaduras.
- Una víctima golpeada por el rayo empieza a arder con llamas o queda reducida a cenizas.
- Las víctimas siguen electrificadas o cargadas después del impacto.
- Los individuos sólo tienen riesgo de ser golpeados por el rayo cuando existen nubes de tormenta sobre sus cabezas.
- Ocupar un edificio durante una tormenta consigue un 100% de protección frente al rayo.
- La creencia de que un rayo nunca golpea dos veces en el mismo sitio es errónea.
- Llevar zapatos de suela de goma y un chubasquero protege a la persona.
- Las ruedas de goma de un vehículo son las que protegen a la persona de sufrir lesiones.
- Llevar joyas de metal aumenta el riesgo de atraer el rayo.
- El rayo siempre golpea en el mismo objeto.
- No existen riesgos por el rayo salvo que llueva.
- Los rayos pueden producirse sin tormenta asociada.

#### ERRORES DE CONCEPTO

Algunos mitos y errores de concepto de los profesionales prehospitalarios pueden influir de forma negativa sobre la asistencia y el pronóstico de sus pacientes:

- Si el rayo no le mata, el paciente está bien.
- Si la víctima no presenta signos externos de lesión, las lesiones no pueden ser muy graves.
- Las lesiones por el rayo se deben tratar igual que cualquier lesión eléctrica de alto voltaje.
- Las víctimas de lesiones por rayo a las que se realiza reanimación durante varias horas se pueden recuperar con buenos resultados.

Modificado de O'Keefe GM, Zane RD: Lightning injuries, *Emerg Med Clin North Am* 22: 369, 2004; y Cooper MA, Andrews CJ, Holle RL, Lopez RE: Lightning injuries. En Auerbach P: *Wilderness medicine: management of wilderness and environmental emergencies*, ed 4, St Louis, 2001, Mosby.

3. Evite las zonas próximas a tuberías, líneas eléctricas o telesillas.
4. Evite el campo abierto.
5. Evite los refugios abiertos (paradas de autobús), dependiendo de su tamaño, porque pueden caer sobre ellos los rayos.
6. Tire los palos de golf o los bastones de esquí.
7. En acontecimientos en el exterior con gran número de personas, busque autobuses próximos o caravanas.
8. Busque el interior de vehículos de techos duros, evitando los descapotables; mantenga cerradas las ventanas y evite los objetos metálicos dentro de ellos.

9. Las tiendas ofrecen poca o nula protección y se deben evitar las tiendas con palos de metal y los objetos húmedos.
10. Cuando no se disponga de un refugio inmediato, todas las personas deben alejarse unos de otros 9-15 m para evitar el contacto por salpicadura y la corriente de tierra.
11. Busque tener el menor contacto posible con el suelo, para reducir el efecto de toma de tierra.
12. La posición para el rayo consiste en estar de cuclillas, con los pies juntos y taparse los oídos con las manos; permanezca sobre un material aislante de cualquier tipo (colchoneta para suelo, saco de dormir). Otra posición cómoda es arrodillarse o sentarse con las piernas cruzadas.
13. No permanezca erguido, ni en cuclillas o acurrucado cerca de árboles altos; busque una zona con árboles más bajos o arbustos.
14. Busque cuevas grandes y permanezca lejos de las entradas y las paredes laterales.
15. Si se encuentra en terrenos altos o en la vertiente de una montaña, busque áreas más bajas dentro de la zona.
16. Busque una zanja, salvo que esté en contacto con agua.
17. Si se encuentra en el agua, trate de llegar a tierra de inmediato; evite nadar, remar o los objetos más altos dentro del agua.

## Lesiones relacionadas con el buceo recreativo

El buceo recreativo con un *aparato respirador autocontenido para debajo del agua* (botella de oxígeno) es una actividad frecuente, de la que disfrutan muchos grupos de edad. La popularidad de esta actividad sigue creciendo y cada año reciben la licencia de buceo más de 400.000 buceadores nuevos, lo que supone que en EE. UU. existen más de 5 millones de buceadores<sup>52,53</sup>. Si se compara con el número creciente de buceadores nuevos anuales, la frecuencia de lesiones es baja, pero la preocupación por la buena forma física de los buceadores está creciendo por la diversidad de los mismos, la edad cada vez más avanzada, la baja forma física y los trastornos médicos de base. Bucear nos coloca en un entorno que no perdona cuando se producen problemas. En este momento se dispone de protocolos médicos que indican los riesgos relativos y temporales para la salud y también las contraindicaciones absolutas para la práctica de esta actividad<sup>53</sup>.

Las lesiones que sufren los buceadores se deben a muchos riesgos submarinos (p. ej., barcos hundidos, arrecifes de coral) o por la manipulación de la vida marina peligrosa. Sin embargo, lo más frecuente es que los profesionales prehospitalarios tengan que responder a lesiones y muertes en buceadores por *disbarismo* o alteración de la presión ambiental, que es responsable de la mayor parte de los trastornos médicos graves durante el buceo. El mecanismo de la lesión se basa en los principios de las leyes de los gases cuando se respiran gases comprimidos (p. ej., oxígeno, dióxido de carbono, nitrógeno) a diversas profundidades submarinas y distintas presiones.

La mayor parte de las lesiones por buceo secundarias a disbarismo se presentan con signos y síntomas inmediatos o a los 60 minutos de salir a la superficie, pero algunos síntomas se pueden retrasar hasta 48 horas desde que los individuos abandonan el lugar donde han buceado y aparecer en sus domicilios. Como consecuencia del crecimiento del número de buceadores y los frecuentes viajes en avión a lugares populares para esta actividad, como EE. UU., el Caribe y otros lugares lejanos, cada vez es mayor la probabilidad de tener que dar respuesta a una lesión de este tipo en todo EE. UU. Los profesionales prehospitalarios deben reconocer estos trastornos por el buceo, realizar el tratamiento inicial e iniciar planes para un traslado rápido a la urgencia local o a la cámara de recompresión más cercana para el tratamiento<sup>54</sup>.

## Epidemiología

La *Divers Alert Network* (DAN) recoge una base de datos sobre morbilidad muy extensa que se basa en los datos sobre accidentes aportados por las cámaras de recompresión participantes de América del norte. En 2000 publicaron un trabajo resumiendo 11 años de datos (1987 a 1997)<sup>55</sup>. La mayor parte de los accidentes por buceo con botellas de oxígeno se produjeron en las regiones Nororiental (38%) y Sureste de EE. UU. (32%) durante los meses de mayo a septiembre, con un número máximo en agosto. Un 87% de las lesiones se produjeron en los océanos y 9% en agua dulce (lagos y presas). Se produjeron lesiones con una frecuencia 3-4 veces superior en los buceadores varones que mujeres. La causa primaria de las lesiones secundarias al buceo es la enfermedad por descompresión. Entre 1970 y 1998 el número de fallecimientos por buceo osciló entre 66 y 147 pacientes al año<sup>56</sup>. Un 80% de los fallecimientos se produjeron en varones con una edad media entre 38 y 42 años. Las causas de la muerte fueron ahogamiento (50%-70%), factores cardiovasculares (6%-14%), embolia gaseosa arterial (5%-14%) y enfermedad por descompresión (0%-2%). Aunque el ahogamiento era la principal causa de las muertes, no está claro qué condujo al mismo, si aspectos propios del equipo, el pánico, la desorientación, la hipotermia, un ataque al corazón o una embolia gaseosa arterial. Muchas muertes por ahogamiento durante el buceo se deben en realidad a una embolia gaseosa arterial que causa un ahogamiento de forma secundaria<sup>53</sup>. La tabla 17-5 resume el informe DAN 2000 sobre las lesiones y fallecimientos por buceo.

## Efectos mecánicos de la presión

Las lesiones por buceo con botellas de oxígeno producidas por cambios en la presión atmosférica o disbarismo se pueden dividir en dos tipos: 1) los trastornos en los que un cambio de la presión del entorno subacuático ocasiona traumatismos en los tejidos o *barotrauma* en espacios aéreos cerrados del cuerpo (p. ej., senos, oídos, intestinos, pulmones), y 2) los problemas derivados de respirar gases comprimidos con una presión parcial elevada, como en la enfermedad por descompresión.

Los barotraumas asociados al buceo con botellas de oxígeno guardan relación directa con los efectos de la presión del agua y el aire sobre el buceador. Cuando se está a nivel del mar, la presión

**TABLA 17-5 Perfil durante 11 años (1987-1997) de las lesiones por buceo**

Lesiones	1987-1997
Edad (rango de edad media cada año)	33-37
Porcentaje de buceadores > 50 años	7% (1997)
Relación varón/mujer	3-5:1
<b>PERFILES DE LOS BUCEADORES</b>	
Número medio de días de buceo	1
Mediana de días de buceo	2-4
Número de inmersiones	1-7
Profundidad media máxima	22-29 m de agua salada
<b>SÍNTOMAS</b>	
Dolor y parestesias	50%-65%
Parálisis	3%-10%
Pérdida de conciencia	4%-7%
Disfunción vesical	0,5%-2%
<b>ENFERMEDAD POR DESCOMPRESIÓN</b>	
Tipo II	65%-70%
Tipo I	20%-30%
Embolia arterial gaseosa	10%-20%
<b>Muertes (rango = 66-147)</b>	
<b>1970-1998</b>	
Edad media	38-42
Sexo masculino	80%
<b>CAUSAS DE MUERTE</b>	
Ahogamiento	50%-70%
Cardiovascular	6%-14%
Embolia arterial gaseosa	5%-14%
Enfermedad por descompresión	0%-2%

Divers Alert Network: Eleven-year trends (1987-1997) in diving activity: the DAN annual review of recreational SCUBA diving injuries and fatalities based on 2000 data. En *Report on decompression illness, diving fatalities and Project Dive exploration*, Durham, NC, 2000, Divers Alert Network.

atmosférica mide 760 milímetros de mercurio (mm Hg) o 14,7 libras por pulgada al cuadrado (psi) en el organismo. Esto se denomina también una atmósfera (1 atm). Cuando un buceador desciende dentro del agua, la presión atmosférica aumenta 1 atm por cada 9 metros de agua marina. En consecuencia la presión a 9 metros de profundidad sobre el cuerpo será en el mar 2 atm (1 atm del aire y otra de los 9 metros de agua). La tabla 17-6 enumera las unidades de presión más empleadas en el entorno submarino.

Cuando el buceador desciende por debajo de la columna de aire y de una presión de agua marina creciente, las fuerzas ejercidas sobre el cuerpo serán distintas en función de los compartimentos tisulares. Salvo en los espacios que contienen aire, la fuerza que actúa sobre un tejido sólido se comporta como un me-

**TABLA 17-6 Unidades de presión habituales en el medio subacuático**

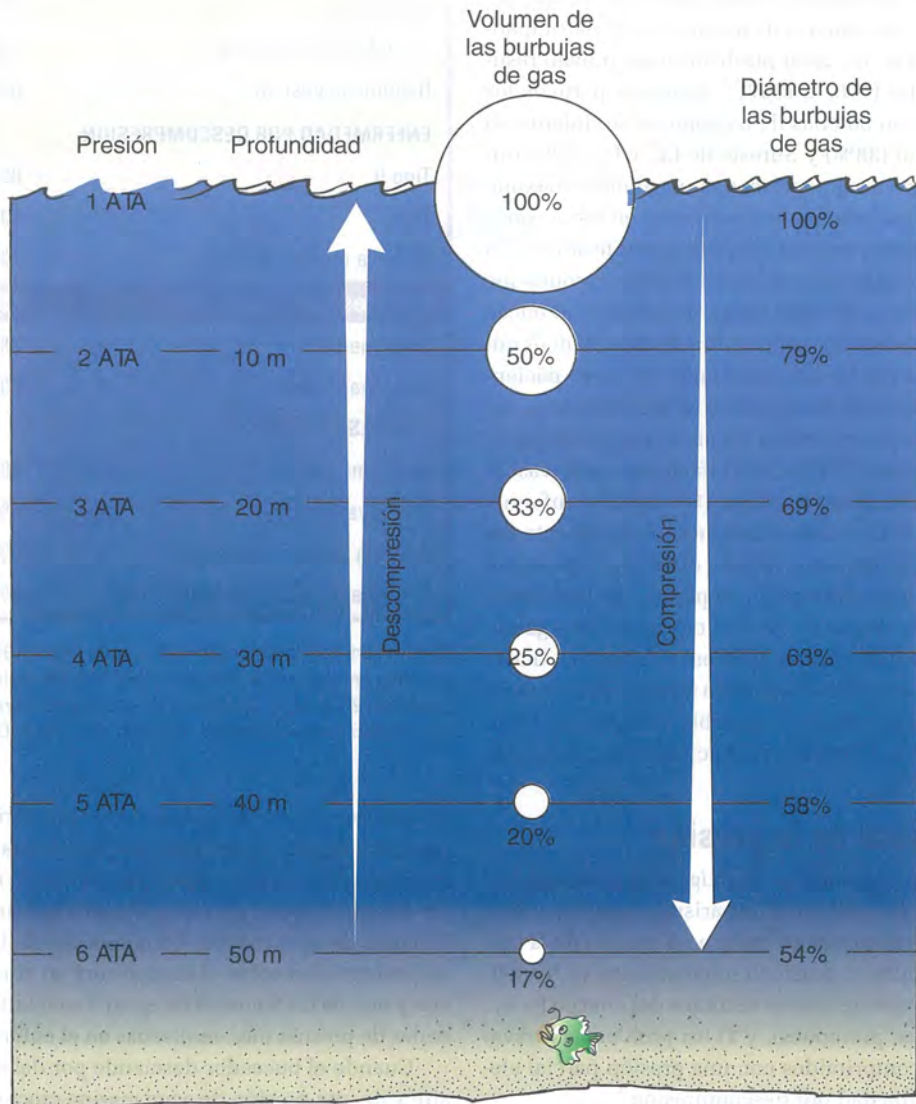
Profundidad (M)	PSIA	ATA	mm Hg (absoluto)
Nivel del mar	6,65	1	760
10	18,31	2	1520
20	19,97	3	2280
30	26,63	4	3040
40	33,29	5	3800
50	39,95	6	4560
60	46,61	7	5320

ATA, atmósferas absolutas; M, metros de agua de mar; PSIA, kg por pulgada cuadrada absoluta.

dio líquido y el buceador no es consciente de estas fuerzas. Los espacios que contienen aire del organismo se reducen cuando el buceador desciende y se expanden cuando asciende a la superficie. Las leyes de Boyle y Henry explican los efectos de la presión sobre un cuerpo sumergido en el agua.

**Ley de Boyle**

La ley de Boyle afirma que el volumen de una masa de gas determinada es inversamente proporcional a la presión absoluta en este entorno. Dicho con otras palabras, cuando un buceador se introduce en la profundidad del agua, la presión aumenta y el volumen (p. ej., pulmonar) disminuye, mientras que al ascender a la superficie el volumen aumenta de tamaño. Este es el principio que explica los efectos del barotrauma y la embolia gaseosa arterial en el organismo. La figura 17-4 muestra los efectos de la presión sobre el volumen y diámetro de una burbuja de gas.



**FIGURA 17-4** Ley de Boyle. El volumen de una determinada cantidad de gas a temperatura constante varía de forma inversa con la presión.

(Tomado de Kixer KW: Diving medicine. En Auerbach P: *Wilderness medicine: management of wilderness and environmental emergencies*, ed 4, St Louis, 2001, Mosby.)

## Ley de Henry

A una temperatura constante, la cantidad de gas que se disuelve en un líquido será directamente proporcional a la presión parcial del gas en el líquido. La ley de Henry resulta esencial para comprender cómo se comporta un gas dentro de un cilindro de aire comprimido (tanque de buceo) cuando el buceador se sumerge. Por ejemplo, la presión parcial de nitrógeno se disolverá en el tejido líquido y la presión aumentará durante el descenso, mientras que al regresar a la superficie, el nitrógeno formará burbujas por salir de la solución con los tejidos. Esta ley describe los principios que explican la enfermedad por descompresión.

## Lesiones por buceo

### Barotrauma

El barotrauma, denominado también «estrujamiento», es la forma más frecuente de lesión por el buceo con oxígeno<sup>56</sup>. Aunque muchas formas de barotrauma producen dolor, muchas se resuelven de forma espontánea sin necesidad de participación del SEM ni de la cámara de recompresión. Sin embargo, algunas lesiones por sobrepresión pulmonar son muy graves. Durante la inmersión se producen barotraumas dentro de cavidades corporales rellenas de gases no compresibles (p. ej., senos). Si la presión de estos espacios no se puede igualar durante una inmersión al aumentar la presión ambiental, se producirá congestión vascular, hemorragia y edema mucoso por la reducción del volumen de aire durante el descenso y rotura del tejido por aumento del volumen de aire durante el ascenso. La tabla 17-7 resume los signos y síntomas del barotrauma, además de su tratamiento. A continuación se describen las distintas formas de barotrauma.

#### Barotraumas durante el descenso

**Estrujamiento de la mascarilla.** Suele afectar a buceadores inexpertos o que no prestan atención y no consiguen mantener la presión igual en la mascarilla al aumentar la presión externa del agua durante el descenso.

**Evaluación.** Explore los tejidos blandos que rodean a los ojos y la conjuntiva para descartar rotura de capilares. Los signos y síntomas incluyen equimosis de la piel y hemorragia conjuntival.

**Tratamiento.** El barotrauma por la mascarilla es autolimitado; no se debe bucear hasta que los tejidos mejoren de sus lesiones. Aplique compresas frías encima de los ojos; reposo y analgesia según demanda.

**Estrujamiento de los dientes.** Este tipo de barotrauma tan infrecuente se produce en buceadores cuando el gas queda atrapado en la parte interna del diente después de empastes, tras una extracción reciente o en un conducto radicular o tras un empaste mal realizado. Durante el descenso, el diente se puede llenar de sangre y llegar a explotar al aumentar la presión externa. Durante el ascenso, cualquier aire que haya entrado en el diente se expandirá, ocasionando dolor o estallido del diente. Para prevenir este cuadro, se recomienda no bucear en las primeras 24 horas posteriores a cualquier tratamiento odontológico.

**Evaluación.** Explore el diente afectado para valorar si está intacto. Los signos y síntomas incluyen dolor y rotura del diente.

**Tratamiento.** Remita para valoración odontológica y administre analgesia a demanda.

**Estrujamiento del oído medio.** Este proceso afecta a un 40% de los buceadores y se considera la forma de lesión por buceo más frecuente<sup>57</sup>. Este cuadro aparece cerca de la superficie porque allí se producen los mayores cambios de presión durante el descenso. Los buceadores tienen que empezar a equilibrar la presión en el oído medio al empezar el descenso para que no se produzcan diferencias de presión en la membrana timpánica (MT), que puedan culminar en su rotura. Los buceadores consiguen este objetivo introduciendo el aire por la trompa de Eustaquio hacia el oído medio con una maniobra de Valsalva o Frenzel<sup>53</sup>. El buceador notará dolor y vértigo si se rompe la MT, lo que permitirá la entrada de agua al oído medio. Los buceadores con infecciones o alergias respiratorias altas pueden tener dificultad para equilibrar las presiones del oído medio durante la inmersión y deberían verificar en la superficie si pueden realizar la maniobra de Valsalva antes de sumergirse.

**Evaluación.** Explore el conducto auditivo para descartar presencia de sangre por rotura de la MT. Los signos y síntomas incluyen vértigo, dolor, hipoacusia de conducción si se rompe la MT y vómitos.

**Tratamiento.** No se deben permitir cambios de presión (al bucear o volar). El paciente puede necesitar descongestionantes si no se ha roto la MT; cuando se haya roto, se podrán necesitar antibióticos. Remita para valoración audiométrica. Traslade al paciente en posición erecta o cómoda.

**Estrujamiento del seno.** Normalmente la presión de los senos se equilibra con facilidad conforme asciende o desciende el buceador. La presión se produce por los mismos mecanismos descritos en el estrujamiento del oído, pero el del seno no es tan frecuente. Cuando desciende el buceador, no consigue mantener la presión en los senos y se genera vacío en la cavidad sinusal, que se traduce en un dolor intenso, traumatismo de la pared mucosa y hemorragia hacia la cavidad del seno. Este estrujamiento se puede deber a congestión, sinusitis, hipertrofia mucosa, rinitis o pólipos nasales<sup>56</sup>. Se puede producir el estrujamiento inverso del seno durante el ascenso (véase comentario posterior).

**Evaluación.** Explore la nariz para valorar rinorrea; los signos y síntomas incluyen dolor intenso en el seno afectado y rinorrea sanguinolenta, en general en los senos frontales.

**Tratamiento.** No necesita tratamiento específico en el lugar, salvo que la hemorragia sea muy intensa, en cuyo caso se tratará la epistaxis presionando con firmeza en la zona carnosa de las narinas del paciente. Trasladar al paciente en una posición cómoda.

**Barotrauma del oído interno.** Aunque es mucho menos frecuente que el del oído medio, se trata de la forma más grave de baro-

**TABLA 17-7 Barotrauma: signos y síntomas frecuentes, tratamiento**

Tipo	Signos/síntomas	Tratamiento*
Estrujamiento de la mascarilla	Inyección corneal y conjuntival, hemorragias	Autolimitado; reposo, compresión fría, analgesia
Estrujamiento del seno	Dolor, rinorrea sanguinolenta	Analgesia, descongestionantes, antihistamínicos
Estrujamiento del oído medio	Dolor, vértigo, rotura del tímpano, hipoacusia, vómitos	Descongestionantes, antihistamínicos, analgesia; puede necesitar antibióticos; evitar volar y bucear
Barotrauma del oído interno	Acúfenos, vértigo, ataxia, hipoacusia	Reposo en cama; elevar la cabeza; evitar los ruidos intensos; ablandadores de heces; evitar la actividad agotadora; no volar ni hacer buceo durante meses
Barotrauma del oído externo	Dificultad para realizar la maniobra de Valsalva, otalgia, secreción sanguinolenta, posible rotura de la membrana del tímpano	Mantener seco el conducto auditivo; pueden necesitarse antibióticos si infección
Estrujamiento de los dientes	Dolor de dientes al sumergirse	Autolimitado; analgesia
Vértigo alternobárico	Presión, dolor en el oído afectado, vértigo, acúfenos	En general de corta duración; descongestionantes; prohibir el buceo hasta que se recupere la audición normal
Barotrauma pulmonar	Dolor subesternal, cambios de voz, disnea, enfisema subcutáneo	Valorar ABC, función neurológica; oxígeno al 100% 12-15 l/min por mascarilla sin reinhalación; trasladar al paciente en supino; necesidad de descartar EA.
Enfisema subcutáneo	Dolor y crepitantes subesternales, voz resonante, edema de cuello, disnea, esputo sanguinolento	Reposo, evitar buceo y volar, oxígeno y tratamiento de recompresión sólo en casos graves
Neumotórax	Dolor torácico agudo, disnea, reducción del murmullo vesicular	Oxígeno al 100% 12-15 l/min en mascarilla sin reinhalación; monitorizar la pulsioximetría; trasladar en posición cómoda; valorar neumotórax a tensión
Neumotórax a tensión	Cianosis, distensión de las venas del cuello, desviación de la tráquea	Toracocentesis con aguja de 14G, oxígeno al 100% 12-15 l/min mascarilla sin rerespiración, monitorizar la pulsioximetría
Embolia arterial gaseosa (EAG)	Falta de respuesta, confusión, cefalea, alteraciones visuales, convulsiones	Valorar ABC y función neurológica; iniciar el SVB/SVA; controlar las convulsiones; oxígeno al 100% 12-15 l/min mediante mascarilla sin rerespiración; trasladar al paciente en supino; fluidoterapia sin glucosa IV (1-2 ml/kg/h); controlar el ECG; consultar DAN (919-684-8111) para buscar la cámara de descompresión más cercana.

Tomado de Clenney TL, Lassen LF: Recreational scuba diving injuries, *Am Fam Physician* 53 (5): 1761, 1996; y Kizer KW: Diving Medicine. En Auerbach PS: *Wilderness medicine: management of wilderness and environmental emergencies*, ed 4, St Louis, 2001, Mosby.

\*Una buena educación del paciente en el lugar de las lesiones por barotrauma leves porque algunas de estas lesiones son autolimitadas y otras necesitan valoración médica; otros pacientes deben ser remitidos a un médico de familia o a la urgencia, pero no necesitan el traslado por el SEM.

trauma porque puede culminar en una sordera permanente<sup>58</sup>. Los barotraumas del oído interno aparecen cuando desciende el buceador y fracasa en los intentos de compensar la presión en el oído medio. Los posteriores intentos más potentes pueden generar un notable incremento de la presión del oído medio y romper la ventana redonda.

**Evaluación.** Explore la presencia de otorrea en el conducto auditivo. Los signos y síntomas pueden incluir acúfenos, vértigo, hipoacusia, sensación de ocupación o «bloqueo» en el oído afectado, náuseas, vómitos, palidez, diaforesis, sudoración, desorientación y ataxia.

**Tratamiento.** El paciente debería evitar las actividades agotadoras y los ruidos intensos, sin cambios de presión (buceo o volar). Traslade en posición erecta. Se recomienda la consulta médica precoz con DAN o en la urgencia porque puede ser difícil determinar si se trata de una enfermedad por descompresión del oído interno con necesidad de tratamiento inmediato en cámara de recompresión.

#### **Barotraumas durante el ascenso**

**Vértigo alternobárico.** Esta infrecuente forma de barotrauma se produce cuando el gas en expansión se desplaza por la trompa de Eustaquio y se genera un desequilibrio de presiones en el oído me-

dio, que puede originar vértigo. Aunque los síntomas son de corta duración, el vértigo puede originar pánico en el buceador y conducir a otras lesiones derivadas del ascenso rápido a la superficie (p. ej., embolia de gas, semiahogamiento o ahogamiento).

**Evaluación.** Explore el conducto auditivo para descartar otorrea y valore posibles hipoacusias. Los signos y síntomas duran poco y se traducen en un vértigo transitorio, presión en el oído afectado, acúfenos e hipoacusia.

**Tratamiento.** No es necesaria una intervención específica, pero no se recomienda bucear hasta que se recupere la hipoacusia. Administre descongestionantes según demanda. No es preciso trasladar al paciente si los síntomas se resuelven de forma rápida; solicite una consulta con el médico si se necesita.

**Barotrauma de los senos.** Esta forma de estrujamiento de los senos se puede producir durante el ascenso cuando se produce cualquier tipo de bloqueo de los orificios de los senos, que impida la salida del gas en expansión. Esta expansión genera presión sobre la mucosa sinusal, provocando dolor y hemorragia. El barotrauma del seno afecta a buceadores con infecciones o alergias respiratorias altas. Es frecuente que los buceadores tomen un descongestionante antes de sumergirse para prevenir y ayudar a equilibrar las presiones del oído medio durante la inmersión. Sin embargo, los beneficios vasoconstrictores pueden desaparecer en las profundidades, provocando la expansión de la mucosa y determinando el bloqueo del gas en expansión durante el ascenso a la superficie.

**Evaluación.** Explore la nariz para descartar una rinitis. Los signos y síntomas incluyen dolor intenso en el seno afectado y rinitis sanguinolenta, sobre todo del seno frontal.

**Tratamiento.** No se necesita tratamiento específico sobre el terreno, salvo que la hemorragia sea intensa, en cuyo caso se deberá tratar la epistaxis presionando con firmeza en la zona carnosa de las narinas del paciente. Traslade al paciente en posición cómoda.

**Estrujamiento digestivo.** Se produce cuando el gas en expansión del intestino queda atrapado cuando el buceador asciende. Los barotraumas digestivos afectan a buceadores novatos que realizan frecuentes maniobras de Valsalva boca abajo, lo que introduce aire a la fuerza en el estómago. También se observa en buceadores que mastican chicles durante el buceo o que han consumido bebidas con gas u otros alimentos productores de gas antes de sumergirse.

**Evaluación.** Explore los cuadrantes abdominales. Los signos y síntomas incluyen plenitud abdominal, eructación y flatulencia.

**Tratamiento.** El estrujamiento digestivo se suele resolver por sí mismo y raras veces necesita atención médica; solicite una derivación al médico si no se resuelve el dolor y la plenitud. El tratamiento en cámara de recompresión sólo es preciso en casos graves.

### Barotrauma por hiperinsuflación pulmonar

La hiperinsuflación pulmonar es un tipo grave de barotrauma derivado de la expansión de gas dentro de los pulmones durante el ascenso. En condiciones normales el buceador elimina el gas en expansión con las espiraciones normales mientras regresa a la superficie. Si el gas en expansión no se escapa, se producirá la rotura de los alvéolos, lo que puede provocar una de varias clases de lesiones según la cantidad de aire que se salga del pulmón y su destino final. Una situación frecuente es un buceador que realiza un ascenso rápido e incontrolado a la superficie porque se queda sin aire, por pánico o porque ha perdido el cinturón de pesas. Este tipo de lesiones se llaman en conjunto *síndrome por sobrepresión pulmonar* (SSPP) o «estallido pulmonar».

Las cinco formas de SSPP que existen son: 1) sobredistensión con lesiones locales; 2) enfisema mediastínico; 3) enfisema subcutáneo; 4) neumotórax, y 5) embolia arterial gaseosa.

**Sobredistensión con lesiones locales.** Se trata de la forma más leve de SSPP, con un barotrauma pulmonar pequeño aislado.

**Evaluación.** Explore los campos pulmonares para detectar posibles disminuciones del murmullo vesicular. Puede aparecer o no dolor torácico. Se suele ver sangre en el esputo (*hemoptisis*).

**Tratamiento.** Garantice el reposo y trate los síntomas según necesidad. Controle los signos vitales y la saturación de oxígeno mediante pulsioximetría; administre oxígeno a 2-4 l/min con una cánula nasal. Traslade al paciente en una posición cómoda. El paciente deberá ser valorado médicamente para descartar formas más graves de SSPP y debería evitar la exposición a más presión (buceo o vuelos comerciales).

**Enfisema mediastínico.** Se trata de la forma más frecuente de SSPP producida por la entrada del gas que se sale de los alvéolos rotos al espacio intersticial del mediastino.

**Evaluación.** Este trastorno suele resultar benigno; explore los campos pulmonares para detectar una reducción del murmullo vesicular. Los signos y síntomas incluyen ronquera, plenitud en el cuello y un dolor subesternal mínimo; a menudo la sensación de dolor sordo u opresión empeora al respirar y toser. Explore el tórax y el cuello para descartar un enfisema subcutáneo. En los casos graves, el buceador presentará dolor torácico, disnea y dificultad para tragar.

**Tratamiento.** Garantice el reposo. Monitorice los signos vitales y la saturación de oxígeno mediante pulsioximetría; administre oxígeno a 2-4 l/min con cánula nasal. En general el enfisema mediastínico no precisa tratamiento específico ni recompresión. Algunos casos infrecuentes más graves deben ser valorados por un médico para descartar otras causas de dolor torácico y SSPP grave. Traslade al paciente en supino y evite la exposición a más presión (buceo o vuelos comerciales).

**Enfisema subcutáneo.** El aire que sale de los alvéolos rotos se sigue desplazando hacia arriba en la región del cuello y la clavícula.

**Evaluación.** Explore los campos pulmonares para detectar una disminución del murmullo vesicular. Los signos y síntomas incluyen edema, crepitantes, ronquera, dolor de garganta y dificultad para tragar.

**Tratamiento.** No se necesita tratamiento específico salvo reposo. Monitorice los signos vitales y la saturación de oxígeno mediante pulsioximetría; administre oxígeno a 2-4 l/min con cánula nasal. El paciente debe ser valorado por un médico para descartar un SSPP grave. Traslade al paciente en supino y evite la exposición a más presión (buceo o vuelos comerciales).

**Neumotórax.** El neumotórax aparece en menos del 10% de los casos de SSPP porque el aire debe salir de la pleura visceral para rodear al pulmón, que presenta una mayor resistencia que el aire que sale por el espacio intersticial entre la pleura visceral y el pulmón. Si un buceador está en la profundidad cuando se rompe el pulmón, se puede producir un neumotórax a tensión porque el volumen de gas que se está saliendo rodea al pulmón y se expande al ascender el buceador hacia la superficie.

**Evaluación.** Explore los campos pulmonares para descartar una reducción del murmullo vesicular. Los signos y síntomas dependerán del tamaño del neumotórax y pueden incluir dolor torácico lancinante, reducción del murmullo vesicular, falta de resuello y disnea. Deberá controlar al paciente para descartar que un neumotórax convencional o simple se convierta en uno a tensión.

**Tratamiento.** Garantice el reposo. Monitorice los signos vitales y la saturación de oxígeno mediante pulsioximetría; administre oxígeno a 2-4 l/min con cánula nasal. Realice el tratamiento de SVA convencional de un neumotórax a tensión con una toracocentesis con aguja de 14 G. Traslade al paciente en posición cómoda. El paciente debe ser valorado por un médico para descartar un SSPP grave. Evite la exposición a más presión (buceo o vuelos comerciales). El tratamiento de recompresión no debería ser necesario.

**Embolia gaseosa arterial (EGA).** Se trata de la complicación más temida del SSPP y, tras el ahogamiento, es la principal causa de muerte en los buceadores, representando un 30% de los fallecimientos<sup>59</sup>. La EGA puede aparecer tras cualquiera de las formas de SSPP antes descritas como consecuencia de la salida de aire y la aparición de una embolia de aire. La EGA típicamente aparece en buceadores que ascienden de forma no controlada a la superficie sin una espiración adecuada, lo que ocasionará lesiones pulmonares por hiperinsuflación. Sin embargo, la EGA puede afectar a buceadores que ascienden lentamente y no sufren una patología pulmonar de base. Durante el ascenso, cuando la hiperinsuflación pulmonar revienta los alvéolos, se produce la entrada de aire a la circulación capilar venosa pulmonar y las burbujas de aire llegan a la aurícula izquierda, para luego salir del corazón por la aorta y distribuirse a la vasculatura cerebral, coronaria y sistémica. Las burbujas pueden entrar en la circulación coronaria, ocluirla y determinar arritmias, parada cardíaca e

infarto de miocardio<sup>60</sup>. Si las burbujas de aire llegan a la circulación cerebral, el buceador desarrollará signos y síntomas parecidos al ictus agudo.

A diferencia de la enfermedad por descompresión, que puede aparecer varias horas después de la inmersión con síntomas tardíos, los síntomas de la EGA se producen inmediatamente después de salir del agua o en 2 minutos. Cuando se produce una pérdida de conciencia en un buceador que acaba de emerger, se debe considerar siempre una EGA hasta que se demuestre lo contrario<sup>53</sup>. El tratamiento primario de la EGA es la cámara de recompresión.

Históricamente se recomendaba que los pacientes con EGA se colocaran en posición de Trendelenburg para su traslado, considerando que las burbujas se mantendrían lejos de la circulación sistémica. Sin embargo, se ha demostrado recientemente que la posición cabeza abajo no previene esta circulación sistémica de las burbujas de nitrógeno, dificulta la oxigenación del paciente y puede agravar el edema cerebral<sup>61</sup>. En este momento se recomienda que todos los pacientes con EGA se coloquen en supino sobre el terreno y en el traslado. La posición de supino también facilita una mayor velocidad de eliminación de las burbujas de nitrógeno<sup>62,63</sup>.

## Enfermedad por descompresión

La enfermedad por descompresión (EPD) está relacionada de forma directa con la ley de Henry. Cuando los buceadores respiran aire comprimido con oxígeno (21%), dióxido de carbono (0,03%) y nitrógeno (79%), la cantidad de gas que se disolverá en el líquido será directamente proporcional a la presión parcial del gas en contacto con el líquido. El oxígeno se utiliza en el cuerpo para el metabolismo tisular cuando está disuelto y no crea burbujas de gas durante el ascenso desde la profundidad.

El nitrógeno, un gas inerte que no se emplea en el metabolismo, es la mayor preocupación en la EPD. El nitrógeno es 5 veces más soluble en grasa que en agua y se disuelve en los tejidos de forma proporcional al incremento de la presión ambiental. En consecuencia, cuanto mayor sea la profundidad de la inmersión y su duración, más nitrógeno se disolverá en el tejido. Cuando se produce el ascenso a la superficie, se tendrá que eliminar el nitrógeno absorbido. Si no se dispone de suficiente tiempo para hacerlo, el nitrógeno deja de estar disuelto en los tejidos y aparece en forma de burbujas intravasculares de gas, que determinan la obstrucción de los sistemas vascular y linfático y la distensión tisular, con activación de respuestas inflamatorias<sup>64</sup>.

La mayor parte de los buceadores sufren la EPD durante las primeras horas tras el ascenso, mientras que otros pueden presentarlos hasta 6 horas después. Sólo un 2% de los buceadores sufrirán síntomas tardíos entre 24 y 48 horas después de salir del agua. Tradicionalmente los síntomas de EPD se clasifican en *tipo I*, una forma leve que afecta a los sistemas cutáneo, musculoesquelético y linfático, y *tipo II*, que es la forma grave con afectación neurológica y cardiopulmonar. Se ha propuesto que el término *afectación por descompresión* (ADC) incluya la EPD de tipos I y II y la EGA<sup>65,66</sup>. Los síntomas leves de EPD incluyen fatiga y malestar. Sin embargo, estos síntomas leves pueden anteceder a los signos y síntomas más graves, como parestesias, de-

bilidad y parálisis. Los estudios sugieren ahora que es más importante describir desde la perspectiva clínica la EPD según la región corporal afectada, en lugar de hablar de tipos I y II<sup>53</sup>. Esta sugerencia se puede aplicar por los profesionales prehospitalarios para asegurarse de que incluso los pacientes con síntomas por EPD leves reciben el mismo tratamiento agresivo con oxígeno al 100% y derivación precoz para posible tratamiento de recompresión. Muchos buceadores con una forma de EPD leve no son valorados por el médico. Los buceadores pueden retrasar hasta 32 horas la consulta a un médico tras sufrir una EPD porque estos deportistas muestran una frecuente tendencia a negar esta enfermedad<sup>67</sup>.

Varios factores predisponen a sufrir una EPD<sup>68,69</sup>. Algunos factores de riesgo aumentan la captación de nitrógeno en los tejidos durante el descenso y retrasan su liberación durante el ascenso. Determinados factores del huésped y ambientales, además de los fallos del equipo y una mala técnica, aumentan el riesgo de EPD (cuadro 17-2).

**Dolor del miembro (EPD de tipo I).** Esta forma de EPD se debe a la formación de burbujas en el sistema musculoesquelético, sobre todo en una o más articulaciones. Las articulaciones afectadas con mayor frecuencia son el codo y el hombro, seguidas de la rodilla, la cadera, la muñeca, la mano y el tobillo<sup>52</sup>. El dolor se describe como una tendinitis grave en la articulación con sensación de crujido al moverla. Este dolor aparece de forma gradual, debutando con una sensación sorda profunda de intensidad leve a intensa. Aunque este tipo de EPD no pone en riesgo la vida del paciente, indica que existen burbujas en la circulación venosa y sin tratamiento puede evolucionar a formas más graves.

**Cutáneo y linfático (EPD de tipo I).** Esta forma de EPD es rara. Se debe a que las burbujas mal eliminadas se forman en la piel y los sistemas linfáticos. La afectación cutánea es rara y no suele ser grave; pero los signos de moteado y aspecto marmóreo de la piel se consideran precursores de problemas neurológicos tardíos<sup>53</sup>. Entre los síntomas se incluyen un exantema intenso, que evoluciona a una decoloración parcheada roja o azulada de la piel<sup>70</sup>. La obstrucción linfática puede ocasionar edema y aspecto de piel de naranja.

**Cardiopulmonar (EPD de tipo II).** Esta forma grave de EPD se denomina el «atragantamiento» y se produce cuando las burbujas venosas superan el sistema capilar pulmonar. Se puede producir una hipotensión por la embolia masiva de gas venoso en el pulmón. Los síntomas incluyen tos no productiva, dolor subesternal, cianosis, disnea, *shock* y parada cardiopulmonar. Este cuadro se parece al síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA)<sup>71</sup>.

**Medular (EPD de tipo II).** La sustancia blanca de la médula espinal es susceptible a la formación de burbujas y el nitrógeno es muy soluble en la médula (mielina). La localización más frecuente es la parte distal de la médula torácica, seguida de las regiones lumbar/sacra y cervical<sup>67</sup>. Los signos y síntomas más frecuen-

### CUADRO 17-2 Factores relacionados con la enfermedad por descompresión (EPD)

#### FACTORES DEL HUÉSPED

- Falta de forma física
- Edad avanzada
- Sexo femenino
- Hipotermia
- Antecedentes de consumo de alcohol o drogas
- Agujero permeable
- Obesidad
- Falta de sueño
- Deshidratación
- Nutrición inadecuada
- Esfuerzo intenso en profundidad o agotamiento
- Enfermedades médicas de base (p. ej., asma)
- Antecedentes de EDC

#### FACTORES AMBIENTALES

- Extremos de temperatura
- Mar agitado
- Volar tras bucear
- Ejercicio intenso en la profundidad
- Narcosis por nitrógeno
- Aumento de la tensión de dióxido de carbono arterial
- Baja temperatura del agua

#### FALLOS DEL EQUIPO Y MALA TÉCNICA

- Violación de las tablas de descompresión
- Dificultad para flotar
- Ascenso rápido
- Quedarse sin aire
- Mala función del regulador
- Equipo desconocido o inadecuado

Tomado de Barratt DM, Harch PG, Van Meter K: Decompression illness in divers: a review of the literature, *Neurologist* 8:186, 2002.

tes incluyen lumbalgia baja y «pesadez» en las piernas. En esta forma de EPD el paciente suele referir de forma vaga «sensaciones extrañas» o *parestesias* que pueden evolucionar a debilidad, acorchamiento y parálisis. También se ha descrito disfunción vesical e intestinal que causan retención urinaria<sup>72</sup>.

La tabla 17-8 resume los signos y síntomas de la enfermedad por descompresión y su tratamiento.

## Evaluación

La aplicación de un abordaje estandarizado a los pacientes con EGA y SPD garantiza que el cuidado es constante. Se recomienda que todos los pacientes con lesiones por buceo sean valorados para descartar signos y síntomas de EGA y EPD, porque el tratamiento primario y que puede salvarles la vida es la cámara de recompresión.

**TABLA 17-8** Enfermedad por descompresión (ED): signos y síntomas frecuentes y tratamiento

Trastorno	Signos/síntomas	Tratamiento
<b>ED DE TIPO I</b>		
Dolores de la piel	Intenso picor (prurito); manchas exantemáticas rojas en los hombros y la parte superior del tórax; un aspecto marmóreo de la piel puede anteceder a la sensación urente y el prurito sobre los hombros y el tronco; cianosis localizada y edema con fóvea	Autolimitado; se resuelve solo; vigilar por si signos tardíos de ED de miembros
ED con dolor de miembros	Hipersensibilidad en las grandes articulaciones; dolor articular o de miembros leve a intenso; el dolor suele ser constante, aunque puede ser pulsátil y aparece en un 75% de los casos; sensación de crujido al mover la articulación; empeora con el movimiento. La ED de tipo I puede progresar a la de tipo II	El dolor leve se suele resolver solo; vigilar 24 horas; dolor moderado a grave Empezar con oxígeno al 100% 12-15 l/min en mascarilla sin reinhalación; trasladar a todos los pacientes en supino; fluidoterapia sin glucosa IV (1-2 ml/kg/h); consultar DAN (919-684-8111) para buscar la cámara de descompresión más cercana para tratamiento definitivo
<b>ED DE TIPO II</b>		
«Ahogamientos» cardiopulmonares	Dolor subesternal, tos leve, disnea, tos no productiva, cianosis, taquipnea, taquicardia, <i>shock</i> y parada cardíaca	ABC; oxígeno al 100% 12-15 l/min en mascarilla sin reinhalación; SVB o SVA según necesidad, fluidoterapia sin glucosa IV (1-2 ml/kg/h); trasladar a todos los pacientes en supino; consultar DAN (919-684-8111) para buscar la cámara de descompresión más cercana para tratamiento definitivo
<b>Neurológico</b>		
Encéfalo	Muchos cambios visuales, cefalea, confusión, desorientación, náuseas y vómitos	
Médula espinal	Lumbalgia, pesadez o debilidad, parestesias, parálisis, retención de orina, incontinencia fecal	
Oído interno	Vértigo, ataxia	

Barratt DM, Harch PG, Van Meter K: Descompression illness in divers: a review of the literature, *Neurologist* 8; 186, 2002; y Kizer KW: Diving Medicine En Auerbach P: *Wilderness medicine: management of wilderness and environmental emergencies*, ed 4, St Louis, 2001, Mosby.

## Embolia de gas arterial

Un 5% de los pacientes con EGA presentan de forma inmediata apnea, pérdida de conciencia y parada cardíaca, mientras que otros sufren signos y síntomas parecidos a un ictus agudo, con pérdida del conocimiento, estupor, confusión, hemiparesia, convulsiones, vértigo, alteraciones visuales, alteraciones sensitivas y cefalea.

## Enfermedad por descompresión

La EPD de tipo I se caracteriza por un dolor articular profundo, que incluye formas menores de prurito cutáneo (picor intenso) y obstrucción de los vasos linfáticos (edema linfático). La EPD de tipo II se caracteriza por síntomas del sistema nervioso central, que van desde la debilidad y el acorchamiento a la parálisis. Obtenga un perfil de la inmersión y una historia médica sobre los acontecimientos que causaron las lesiones por buceo en el afectado, incluido<sup>73</sup>: 1) el momento de aparición de los signos y síntomas; 2) la fuente del aire respirado (p. ej., aire o gases mixtos, Heliox); 3) el perfil de buceo (actividad durante la inmersión, profundidad, duración, frecuencia de las inmersiones, intervalos en la superficie, intervalos entre las inmersiones); 4) lugar de la inmersión y condiciones del agua; 5) factores de

riesgo para la inmersión; 6) problemas médicos y de los equipos durante el ascenso y el descenso; 7) si se trata de una inmersión con o sin descompresión; 8) velocidad del ascenso; 9) paradas para la descompresión; 10) nivel de actividad tras la inmersión; 11) vuelo en avión tras la inmersión, determinando tipo y duración; 12) antecedentes médicos e historia médica actual (APD); 13) medicamentos consumidos, y 14) consumo actual de alcohol o drogas ilegales.

## Tratamiento

Realice el ABC; proteja la vía aérea e inicie intervenciones de SVA o SVB según necesidad. Inicie la administración de oxígeno al 100% a 12-15 l/min y administre SN o LR (no dextrosa) por vía IV (1-2 ml/kg/h). Monitorice los signos vitales, la pulsioximetría y el ECG; controle las convulsiones. Proteja al enfermo de la hipotermia y consulte pronto al control médico local o a DAN para buscar la cámara de recompresión más cercana (tratamiento primario) (véase cuadro 17-3 en el que figuran los datos para contactar con DAN). Se administra el tratamiento de recompresión convencional con oxígeno hiperbárico al 100% siguiendo las tablas de la *U.S. Navy*<sup>74</sup>. Traslade

### CUADRO 17-3 Información de contacto de la *Divers Alert Network (DAN)* para consultas de emergencia y no urgentes

Emergencias de buceo (recuerde llamar al SEM local primero, después al DAN)

**1-919-684-8111**

1-919-684-4DAN (pago)

1-800-446-2671 (sin impuestos)

+1-919-684-9111 (línea caliente para Latinoamérica)

**Asistencia en viaje para las emergencias no relacionadas con el buceo**

1-800-DAN-EVAC (1-800-326-3822)

Si está fuera de EE. UU., Canadá, Puerto Rico, Bahamas, las Islas Vírgenes británicas o las Islas Vírgenes de EE. UU., llame al +1-215-245-2461 (pago)

**Preguntas médicas no urgentes**

1-800-446-2671 or 1-919-684-2948, lunes a viernes, 9 am a 8 pm

**Todas las demás preguntas**

1-800-446-2671 o 1-919-684-2948

1-919-490-6630 (fax)

1-919-493-3040 (departamento médico)

Divers Alert Network

The Peter B. Bennett Center

6 West Colony Place

Durham, NC 27705 EE. UU.



## Prevención de las lesiones por buceo con oxígeno

Millones de buceadores con licencia necesitan frecuentes entrenamientos de recuerdo para prevenir y reconocer las lesiones por buceo. Entre ellos se incluyen muchos equipos de buceadores profesionales de EE. UU., como los vigilantes de la playa, los bomberos y policías, los equipos de búsqueda y rescate, los guardacostas y el departamento de defensa, que dependen de los servicios de SEM locales para conseguir un cuidado médico inicial y de seguimiento y el traslado a los hospitales locales y las cámaras de recompresión. Resulta muy recomendable la colaboración entre los equipos de buceo y las agencias de SEM locales para desarrollar casos clínicos médicos durante el entrenamiento del buceador. Dentro de esta formación se deberían incluir entrenamientos frecuentes en diversos lugares y condiciones del agua, además de casos de rescate dentro del agua y asistencia médica inicial, algo de vital importancia para conseguir una respuesta segura y eficaz ante un rescate y recuperación de un buceador o nadador. La coordinación en la formación en aspectos del buceo entre los miembros del equipo de buceadores médico y los responsables del SEM local garantizará una comunicación eficaz y una continuidad adecuada del tratamiento sobre el terreno. Se deberían incluir consultas de casos clínicos con el control médico local y la DAN.

### Buena forma médica para el buceo

Todos los buceadores novatos deben ser valorados desde un punto de vista médico antes de iniciar su formación. A continuación se recogen cinco recomendaciones médicas generales para la identificación de las personas en riesgo de sufrir un problema por buceo. Estas recomendaciones se basan en el consenso de especialistas médicos en buceo<sup>76</sup>. Se debe consultar también el cuadro 17-5 para ver las contraindicaciones absolutas, relativas y temporales para el buceo.

- La incapacidad de equilibrar las presiones en uno o más espacios aéreos aumenta el riesgo de barotrauma.
- Los trastornos médicos o psiquiátricos pueden manifestarse debajo del agua o en un lugar alejado donde se esté buceando y pueden poner en peligro la vida del buceador por el propio trastorno, porque se produce en el agua o porque la ayuda médica resulta inadecuada.
- Las alteraciones de la perfusión tisular o la difusión de los gases inertes aumenta el riesgo de EPD.
- Una mala forma física aumenta el riesgo de EPD o problemas médicos relacionados con el agotamiento. Los factores que ponen en peligro la forma física pueden ser fisiológicos o farmacológicos.
- En las mujeres embarazadas el feto puede tener un riesgo aumentado de lesiones por disbarismo.

### Vuelos tras bucear

Como el buceo se practica en muchos sitios conocidos de EE. UU. y también en lugares alejados fuera de este país, las personas pueden bucear el día antes de coger un vuelo. Dado el principio de Boyle, volar demasiado pronto tras una inmersión puede incre-

Tomado de Barratt DM, Harch PG, Van Meter K: Decompression illness in divers: a review of the literature, *Neurologist* 8:186, 2002.

al paciente en supino. Ante cualquier lesión por buceo, si se va a realizar la evacuación en helicóptero o por cualquier otra aeronave no presurizada, se recomienda volar lo más bajo posible (150 m), sin superar los 300 m para reducir la expansión de las burbujas de aire (ley de Boule) y agravar el trauma por disbarismo<sup>53,63</sup>.

El tratamiento definitivo de los barotraumas específicos incluidos la EGA y la EPD es administrar oxígeno al 100% mediante mascarilla facial a una presión 2-3 veces superior a la atmosférica a nivel del mar en una cámara de recompresión<sup>75</sup> (véase un comentario más extenso sobre los métodos de tratamiento en cámara de recompresión de las lesiones por buceo con oxígeno en *U.S. Navy Diving Manual* u otras fuentes<sup>53,74</sup>). El paciente consigue un beneficio inmediato, según los principios de la ley de Boyle, cuando aumenta la presión ambiental y se reduce el tamaño de las burbujas, al tiempo que aumenta la concentración de oxígeno en los tejidos. El cuadro 17-4 resume el tratamiento mediante recompresión y oxígeno hiperbárico (OHB).

**CUADRO 17-4 Tratamiento de recompresión con oxígeno hiperbárico (TROH) para las lesiones por buceo**

Los objetivos del TROH para las lesiones por buceo causadas por un barotraumatismo por hiperinsuflación pulmonar y la enfermedad por descompresión (EDC) son comprimir las burbujas de gas y aumentar el aporte de oxígeno a los tejidos. El TROH incluye los siguientes mecanismos:

- Reduce el volumen de las burbujas, que circulan hacia los capilares pulmonares y se filtran al exterior.
- Estimula la reabsorción de las burbujas en solución.
- Aumenta el aporte de oxígeno a los tejidos.
- Corrige la hipoxia.
- Aumenta el gradiente de difusión del nitrógeno.
- Reduce el edema.
- Reduce la permeabilidad de los vasos.

Todos los buceadores con una embolia gaseosa arterial (EGA) y EDC deben considerarse de forma temprana para recibir TROH porque el tratamiento tiene mejores resultados cuando se inicia en las 6 horas siguientes a la aparición de los síntomas. Los buceadores no siempre se encuentran cerca de una cámara de recompresión cuando presentan los síntomas y puede producirse un notable retraso en el acceso a la misma por tierra o en la organización del transporte aéreo. Contacte con la *Diver's Alert Network* (DAN) para solicitar consejo médico durante el buceo y saber cuál es la cámara de descompresión más próxima.

Mientras tanto, coloque al paciente en supino. Se puede mejorar la eliminación de nitrógeno administrando oxígeno al 100% mediante mascarilla y colocando una vía IV con líquidos isotónicos o lactato de Ringer a una velocidad de 1-2 ml/kg/h para garantizar el volumen intravascular y la perfusión capilar.

Durante el tratamiento de recompresión, los pacientes con EGA o EDC suelen recibir un TROH a unas 2,53 atmósferas durante 2-4 horas al tiempo que respiran oxígeno al 100%. Será preciso un tratamiento más prolongado y repetido cuando el paciente no muestre mejoría clínica de sus síntomas. Los principios del TROH incluyen los siguientes:

- Cualquier signo o síntoma de dolor o neurológico que aparece a las 24 horas de una inmersión de buceo se debe a una enfermedad por descompresión (EDC), salvo que se demuestre lo contrario.
- Cualquier signo o síntoma de dolor o neurológico que sucede a las 48 horas de un vuelo tras una inmersión de buceo se debe a una EDC, salvo que se demuestre lo contrario.
- Contacte con la *Diver's Alert Network* en su línea caliente de emergencias durante las 24 horas del día si tiene alguna consulta en el teléfono 919-684-8111.
- Todos los buceadores con signos o síntomas de EDC deberían recibir TROH.
- Nunca deje de tratar los casos dudosos.
- El tratamiento precoz mejora el pronóstico, mientras que el tardío lo empeora.
- Los retrasos prolongados nunca deben impedir el tratamiento porque los buceadores responden al TROH incluso días a semanas después de la lesión.
- Monitorice a los pacientes de forma estrecha para detectar signos de alivio o progresión de los síntomas.
- Un tratamiento inadecuado puede llevar a una recidiva.

Continuar el tratamiento hasta la meseta clínica.

Modificado de Tibbles PM, Edelsberg JS: Hyperbaric oxygen therapy *N Engl J Med* 334 (25): 1642, 1996; y tomado de Barratt DM, Harch PG, Van Meter K: Decompression illness in divers: a review of the literature, *Neurologist* 8:186, 2002.

mentar el riesgo de enfermedad por descompresión durante el vuelo o tras llegar al destino porque la presión atmosférica es menor en los aviones comerciales de cabina presurizada o no. El cuadro 17-6 enumera las normas actuales de la DAN para poder volar con seguridad tras bucear.

la altura. Esta sección presente tres trastornos médicos *relacionados con las alturas* que se producen de forma directa por la altura elevada y pone de relieve los trastornos médicos de base que empeoran por la hipoxia secundaria a la altitud, que se denominan también trastornos médicos *exacerbados por la altura*<sup>77</sup>.

## Grandes alturas

Más de 40 millones de persona viajan en EE. UU. cada año por encima de 2400 m para participar en actividades como snowboard, esquí alpino, senderismo, acampadas, conciertos y festivales. Por tanto, muchas personas tienen riesgo de sufrir enfermedades relacionadas con la altura, que se pueden desarrollar horas a días después de su llegada. Los profesionales prehospitalarios deben familiarizarse con los factores predisponentes, los signos y síntomas, el tratamiento médico y las técnicas de prevención para reducir la morbimortalidad de la enfermedad de

## Epidemiología

El término *enfermedad por la altura* se aplica a dos síndromes cerebrales y uno pulmonar: 1) la enfermedad aguda de las montañas (EAM); 2) el edema cerebral de las grandes alturas (ECGA), y 3) el edema pulmonar de las grandes alturas (EPGA). Aunque los riesgos de sufrir esta enfermedad por la altura son bajos, cuando se desarrolla, su evolución puede ser mortal<sup>78</sup>.

La EAM es una forma leve de enfermedad de la altura que no se suele presentar en zonas por debajo de 2000 m, pero la incidencia aumenta hasta 1,4%-25% al superar alturas de 2060-2440 m<sup>79,80</sup>. La EAM se desarrolla por encima de 2500 m en un 20%-25% de los casos y en 40%-50% por encima de 14.000 m<sup>77</sup>.

### CUADRO 17-5 Buena forma física para bucear: trastornos que incapacitan para el buceo con botellas de oxígeno

#### ABSOLUTOS\*

Antecedentes de epilepsia u otros trastornos convulsivos  
 Diabetes mellitus dependiente de la insulina  
 Coronariopatía sintomática  
 Drepanocitosis o rasgo drepanocítico  
 Síncope no explicado  
 Incapacidad de igualar la presión en el oído medio mediante autoinsuflación  
 Enfermedad pulmonar bullosa  
 Enfermedad pulmonar obstructiva importante  
 Abuso de sustancias  
 Vías aéreas reactivas (asma)  
 Neumotórax espontáneo  
 Perforación del tímpano

#### RELATIVAS†

Migraña y otras cefaleas de origen vascular  
 Cirugía del oído medio con colocación de una prótesis en la cadena de conducción  
 Antecedentes de accidentes por presión excesiva en inmersiones previas  
 Hipertensión  
 Disminución de la agudeza visual

#### TEMPORALES

Bronquitis  
 Embarazo  
 Hernias abdominales  
 Mala forma física

### CUADRO 17-6 Normas actuales recomendadas por la Diver's Alert Network para volar con seguridad tras bucear

Las siguientes normas son el consenso de los participantes en el grupo de trabajo sobre vuelos tras buceo de 2002. Se aplica a buceadores con oxígeno que realizan posteriormente vuelos a alturas entre 610 y 2438 m en casos sin síntomas de enfermedad por descompresión (EDC). Los intervalos en la superficie recomendados antes del vuelo no garantizan que se vaya a evitar la EDC. Unos intervalos en superficie más prolongados reducirá el riesgo todavía más.

- Para una sola inmersión sin descompresión se sugiere un intervalo mínimo previo al vuelo en superficie de 12 horas.
- Para las inmersiones múltiples durante el día o tras múltiples días de práctica del buceo, se sugiere un intervalo mínimo de 18 horas.

Para los buceadores que necesitan paradas para la descompresión, se dispone de pocas pruebas en las que basar una recomendación y parece prudente recomendar un intervalo de estancia en la superficie previo al vuelo superior a 18 horas.



los montañeros a 4000 m. La mortalidad global del ECGA es del 11%, pero aumenta hasta un 44% si no se aplican intervenciones terapéuticas<sup>83</sup>. Se han publicado 47 casos de ECGA en Vail, Colorado, entre 1975 y 1982. Se trataba de varones sanos, jóvenes, que estaban esquiando a una altura media de 2330 m<sup>84</sup>.

## Hipoxia hipobárica

Existen tres niveles definidos de altitud. La *gran altitud* se define como una elevación superior a 1500 m e inferior a 3500 m. Se trata de una altitud común en las montañas occidentales de EE. UU., donde se describe una mayor frecuencia de enfermedad de las alturas que en otras regiones del país<sup>85</sup>. La *altitud muy elevada* se define como una elevación entre 3500 y 5500 m y es la altura en la que con más frecuencia se producen formas graves de enfermedad de las alturas<sup>86</sup>. La *altitud extrema* se define como elevaciones superiores a 5500 m<sup>82</sup>. Al aumentar de forma progresiva la altitud, el entorno se va haciendo cada vez más hostil al individuo no aclimatado a la carencia de oxígeno, proceso que se llama *hipoxia hipobárica*.

La gran altitud es un ambiente único porque se reduce la disponibilidad de oxígeno para respirar, lo que determina *hipoxia celular*. La ley de Boyle afirma que el volumen de gas es inversamente proporcional a la presión externa que se aplica sobre él y por eso el aire es menos denso a gran altura (véase sección sobre leyes

Tomado de Davis JC: Hyperbaric medicine: critical care aspects. In Shoemaker WC, editor: *Critical care: state of the art*, Aliso Viejo, Calif, 1984, The Society of Critical Care Medicine; y Kizer KW: Diving medicine. En Auerbach PS: *Wilderness medicine: management of wilderness and environmental emergencies*, ed 4, St Louis, 2001, Mosby.

\*Las contraindicaciones absolutas para el buceo se basan en un panel de expertos buceadores.

†Las contraindicaciones relativas para el buceo necesitan más consideración o son objeto de una discusión mantenida.

La incidencia de EAM supera el 90% cuando la velocidad de ascenso a una altura de 14.000 m se mide en horas en lugar de días<sup>81</sup>. Además, un pequeño número de casos de EAM (5%-10%) evolucionan de síntomas leves a un ECGA, una forma grave de EAM<sup>82</sup>. La ECGA es una forma neurológica grave de enfermedad de las alturas y la incidencia es baja (0,01%) en la población general en alturas superiores a 2500 m, aunque alcanza el 1%-2% en los individuos más activos a nivel físico<sup>77</sup>.

El ECGA es raro, pero supone la mayor causa de muerte por enfermedad de altura<sup>82</sup>. La incidencia de ECGA oscila entre 0,01%-0,1% a 2500 m para la población general y llega a un 2%-6% en

de los gases en las lesiones por buceo con botellas de oxígeno). Comparado con el nivel del mar (1 atm), la presión atmosférica a 5500 m se reduce aproximadamente un 50% (0,5 m)<sup>82,87</sup>. Esta relación se relaciona con la ley de Henry, que afirma que la concentración de un gas en solución es proporcional a su presión parcial.

Aunque la concentración de oxígeno sigue siendo 21% a todas las altitudes, la reducción de la presión atmosférica en las altitudes más elevadas determina una reducción de la presión parcial de oxígeno (PO<sub>2</sub>). Por ejemplo, la PO<sub>2</sub> es 160 mm Hg a nivel del mar (1 atm) y 80 mmHg a 5500 m (0,5 atm), lo que determina que exista menos oxígeno disponible para la respiración. La tabla 17-9 muestra que conforme aumenta la altura desde el nivel del mar a sitios extremos, se produce una reducción proporcional de la presión barométrica, de los gases arteriales y de la saturación arterial de oxígeno (SaO<sub>2</sub>). Hay que destacar que la SaO<sub>2</sub> es, como media, superior al 91% en los adultos jóvenes aclimatados hasta que se llega a una altura superior a 2810 m. *Los profesionales prehospitalarios se entrenan para realizar un soporte ventilatorio agresivo con oxígeno al 100% en todos los pacientes sintomáticos con una lectura del pulsioxímetro del 91% de SaO<sub>2</sub> porque indica una hipoxia moderada (86%-91%)*.

Esta relación entre el aumento de la altitud y la hipoxia progresiva es la base de los ajustes fisiológicos agudos de la frecuencia ventilatoria y el gasto cardíaco y los cambios bioquímicos<sup>88</sup>. En consecuencia, la hipoxia hipobárica y la hipoxemia colocan a las personas no aclimatadas en condiciones de desarrollar una enfermedad de la altura<sup>78</sup>.

## Enfermedades de las alturas

### Factores relacionados con las enfermedades de las alturas

El desarrollo de la enfermedad de las alturas depende de muchos factores específicos de la exposición a una gran altura.

**Aumento de la altitud y velocidad de ascenso.** La aparición y la gravedad de una enfermedad de las alturas dependen sobre todo

de la velocidad del ascenso, de la altura alcanzada y de la duración de la estancia, porque todos estos factores agravan el estrés hipóxico en el organismo<sup>78,88</sup>.

**Antecedentes de enfermedad por altura.** Los antecedentes demostrados de enfermedad por altura se consideran un valioso factor de predicción de quién puede sufrir una enfermedad por altura posterior cuando regrese a la misma altitud a la misma velocidad de ascenso<sup>89</sup>. La incidencia de EPGA aumenta del 10% al 60% en personas con antecedentes de EPGA que ascienden de forma abrupta hasta 4560 m<sup>90</sup>.

**Preaclimatación.** Residir de forma permanente por encima de los 900 m aporta cierto grado de aclimatación y se asocia a una menor frecuencia y gravedad de las enfermedades por altura cuando se asciende más arriba. Sin embargo, esta protección es limitada cuando la velocidad de ascenso es rápida o se alcanzan altitudes extremas<sup>88,89</sup>.

**Edad y sexo.** La edad es un factor para el desarrollo de EAM, pero no el sexo; la incidencia es menor en personas menores de 50 años. El EPGA es más frecuente y grave en los niños y adultos jóvenes y se describe con igual frecuencia en varones y mujeres de estos grupos de edad<sup>78,91</sup>.

**Forma física y agotamiento.** La aparición y gravedad de la enfermedad por altura es independiente de la forma física; la buena forma física no acelera la aclimatación a las alturas. Un buen nivel de forma permite a los individuos cansarse más, pero el ejercicio enérgico al llegar a una altitud elevada exacerba todavía más la hipoxemia y acelera la aparición de la enfermedad por altura<sup>85,92</sup>.

**Medicamentos y sustancias tóxicas.** Cualquier sustancia que deprime la ventilación e interrumpa los patrones de sueño en la altura debería ser evitada porque agravará todavía más la hipoxemia inducida por la altura. Entre ellas destacan el alcohol, los barbitúricos y los opiáceos<sup>82,93</sup>.

**TABLA 17-9** Relación entre altura, presión barométrica (Pb), gasometría arterial y saturación de oxígeno\*

Altura (metros)	Pb (mm Hg)	PaO <sub>2</sub> (mm Hg)	SaO <sub>2</sub> (%)	Paco <sub>2</sub> (mm Hg)
Nivel del mar	760	100	98	40
1646	630	73	95,1	35,6
2810	543	60	91	33,9
3660	489	47,6	84,5	29,5
4700	429	44,6	78	27,1
5340	401	43,1	76,2	25,7
6140	356	35	65,6	22

Modificado de Hackett PH, Roach RC: High altitude medicine. En Auerbach PS: *Wilderness medicine: management of wilderness and environmental emergencies*, ed 4, St Louis, 2001, Mosby.

\*Los datos son valores medios para sujetos de 20 a 40 años.

Paco<sub>2</sub>, presión arterial parcial de dióxido de carbono; PaO<sub>2</sub>, presión arterial parcial de oxígeno; SaO<sub>2</sub>, saturación de oxígeno arterial.

**Trastornos médicos de base.** El cuadro 17-7 recoge los trastornos médicos de base que se agravan en las alturas (poco riesgo, precaución y contraindicado). Además, entre los trastornos médicos específicos que aumentan de forma conocida la susceptibilidad a la enfermedad por altura se incluyen:

- Malformaciones cardiopulmonares congénitas: ausencia de la arteria pulmonar, hipertensión pulmonar primaria, malformaciones cardíacas congénitas.
- Cirugía sobre la arteria carótida: irradiación o abolición de los cuerpos carotídeos.

### CUADRO 17-7 Trastornos médicos frecuentes que empeoran en las alturas elevadas si no se administran suplementos de oxígeno

#### PROBABLEMENTE NO AUMENTA EL RIESGO

Jóvenes y viejos  
Buena y mala forma física  
Obesidad  
Diabetes  
Tras una cirugía para injerto de derivación coronaria (sin angina)  
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)  
Asma  
Embarazo de bajo riesgo  
Hipertensión controlada  
Trastorno convulsivo controlado  
Trastornos psiquiátricos  
Enfermedades neoplásicas  
Trastornos inflamatorios

#### PRECAUCIONES

EPOC moderada  
Insuficiencia cardíaca congestiva compensada (ICC)  
Síndromes de apnea del sueño  
Arritmias preocupantes  
Angina/enfermedad coronaria estable  
Embarazo de alto riesgo  
Drepanocitosis  
Enfermedades cerebrovasculares  
Cualquier causa de circulación pulmonar limitada  
Trastorno convulsivo (sin medicación)  
Queratotomía radial

#### CONTRAINDICADO

Anemia drepanocítica (con antecedentes de crisis)  
EPOC grave  
Hipertensión pulmonar  
ICC descompensada

Tomado de Hackett PH, Roach RC: High altitude medicine. En Auerbach PS: *Wilderness medicine: management of wilderness and environmental emergencies*, ed 4, St Louis, 2001, Mosby.

**Frío.** La exposición a temperaturas ambientales frías aumenta el riesgo de EPGA porque el frío incrementa la presión en la arteria pulmonar<sup>94</sup>.

### Enfermedad aguda de las montañas

La EAM es un síndrome inespecífico autolimitado, que se confunde con facilidad con una serie de trastornos porque comparten síntomas, incluyendo entre ellos la gripe, el ahogo, el agotamiento y la deshidratación. Un panel de consenso definió la EAM como la presencia de cefalea en una persona no aclimatada que recientemente ha llegado a una altitud superior a 2500 m y que tiene uno o más síntomas de EAM<sup>95</sup>. Sin embargo, la EAM se puede producir a tan sólo 2000 m de altura. En este momento se considera que la EAM es una forma leve de edema cerebral, que con frecuencia precede al ECGA y el EPGA (en el extremo opuesto del espectro, el ECGA es una forma grave de EAM)<sup>96,97</sup>. La mayor parte de los casos de EAM no evolucionan a formas más graves salvo que persista la exposición a una gran altura.

El síntoma característico de la EAM es una cefalea sorda de intensidad leve a grave que se considera debida a la vasodilatación cerebral inducida por la hipoxia<sup>98</sup>. Los pacientes describen el dolor como pulsátil, se localiza en las regiones temporal u occipital y empeora por las noches y al despertarse. Otros síntomas son náuseas, vómitos, insomnio, vértigo, laxitud, fatiga y dificultad para dormir. El malestar y la anorexia pueden asociarse a una reducción de la diuresis. Es importante reconocer los síntomas precoces de la EAM para que continuar con el ascenso no convierta a un trastorno que se puede prevenir en una forma grave de ECGA.

La aparición de síntomas en la EAM puede producirse sólo 1 hora después de alcanzar la altura, pero típicamente lo hace a las 6-10 horas de exposición. Los síntomas llegan a su máxima intensidad a las 24-72 horas y desaparecen en 3-7 días. Si los síntomas aparecen pasados 3 días desde la llegada al lugar y no incluyen cefalea y si la oxigenoterapia no aporta beneficios, posiblemente el cuadro no corresponda con una EAM<sup>78</sup>.

**Evaluación.** Si los pacientes están alerta, la clave es conseguir una buena anamnesis, que incluya la aparición y gravedad de los síntomas, la velocidad de ascenso, la duración de la exposición y el grado de agotamiento físico. Se deben medir los signos vitales, incluida la pulsioximetría. También se deben valorar posibles trastornos médicos de base, según la anamnesis.

Como la cefalea es un hallazgo frecuente en la EAM, se deberá valorar la localización y sus características. Es frecuente que se produzca tos seca y disnea de esfuerzo en las alturas y no siempre son específicas de la EAM. Se deberían auscultar todos los campos pulmonares, dada la elevada frecuencia de crepitantes en la EAM. Valore también la función neurológica y de forma específica la ataxia y la obnubilación excesiva, ya que estos síntomas sugieren un ECGA.

**Tratamiento.** Si se descienden 500-1000 m se conseguirá una rápida resolución de los síntomas. La EAM se resuelve por sí sola, pero los pacientes deberían evitar cualquier ascenso posterior y agotarse hasta que se resuelvan los síntomas. Administre anal-

gésicos para la cefalea y antieméticos para las náuseas. Cuando los síntomas son moderados, se puede descender a menor altura y administrar oxígeno a 2-4 l/min mediante cánula nasal inicialmente. Valore la pulsioximetría para conseguir una SaO<sub>2</sub> superior al 90%. Si fuera inferior a este valor, se debería ajustar el oxígeno a 1-2 l/min y volver a valorar al paciente. Cuando existen síntomas neurológicos se debe plantear el tratamiento del ECGA. Los pacientes con problemas médicos de base que se exacerban por la altura deberían ser trasladados a un centro médico con oxígeno para valoración de su enfermedad primaria y del desarrollo secundario de la enfermedad de la altura.

La tabla 17-10 resume los signos y síntomas, el tratamiento y la prevención de la EAM.

### Edema cerebral de las grandes alturas

El ECGA es un síndrome neurológico de extrema gravedad, que se puede producir en pacientes con EAM o EPGA. En alturas superiores a 2348 m se observa un aumento del flujo cerebral de sangre como consecuencia de la vasodilatación secundaria a la hipoxia. Parece que el mecanismo de la lesión se relaciona con una combinación de vasodilatación cerebral mantenida, aumento de la permeabilidad por la barrera hematoencefálica e incapacidad de compensar de forma suficiente el edema cerebral excesivo<sup>99</sup>.

El ECGA se puede observar a los 3-5 días de llegar a los 2750 m, aunque en general se encuentra a alturas superiores a 3600 m y los síntomas aparecen en horas. Pueden persistir algunos síntomas le-

ves a moderados de EAM, pero los rasgos característicos del ECGA es la alteración del nivel de conciencia (NDC) y la ataxia, además de vértigo, estupor y un comportamiento irracional, que evoluciona hasta el coma. La muerte se debe a herniación cerebral<sup>100</sup>.

**Evaluación.** Si los pacientes están alerta, igual que en la EAM, el dato clave en el ECGA es una buena anamnesis médica, que incluya la aparición y gravedad de los síntomas, la velocidad de ascenso, la duración de la exposición y el grado de agotamiento físico. Mida los signos vitales, incluida la pulsioximetría. También deberá valorar la situación de cualquier trastorno médico de base, determinándolo con la anamnesis. Es importante valorar el murmullo vesicular porque existe una potente asociación entre el ECGA y el EPGA.

**Tratamiento.** No deberá retrasar el comienzo del tratamiento y la evacuación hasta que existan los primeros signos o síntomas de ECGA. La máxima prioridad para cualquier paciente con ECGA es el descenso inmediato, además del inicio del tratamiento con oxígeno a flujo alto (15 l/min) con una mascarilla sin retorno y controlando la SaO<sub>2</sub> hasta que sea del 90% o superior. Los pacientes inconscientes deberían ser tratados igual que los que han sufrido un traumatismo craneoencefálico (véase capítulo 8), incluida la intubación y con frecuencia intervenciones de SVA<sup>86</sup>.

Véase en la tabla 17-10 un resumen sobre los signos y síntomas, tratamiento y prevención del ECGA.

**TABLA 17-10 Enfermedades de la altura (EAM, ECGA, EPGA): signos, síntomas, prevención y tratamiento**

Signos/síntomas	Tratamiento	Prevención
<b>ENFERMEDAD AGUDA DE LAS MONTAÑAS (EAM)</b>		
<i>Leve:</i> Cefalea, náuseas, vértigo y cansancio las primeras 12 horas	Oxígeno 1-2 l/min mediante cánula nasal y/o descenso 500-1000 m;	Ascender más lentamente; pasar la noche en una altura intermedia; evitar el esfuerzo agotador; evitar el traslado directo a 2750 m
<i>Moderada:</i> Cefalea moderada a intensa, náuseas intensas, vómitos, anorexia, vértigo, insomnio, retención de líquidos durante 12 horas o más	evitar ascensos hasta que se resuelvan los síntomas Administrar analgesia y antieméticos según demanda	Plantearse administrar acetazolamida (125-250 mg dos veces diarias), empezar 1 día antes del ascenso y mantenerlo 2 días Tratar de forma precoz la EAM
<b>EDEMA CEREBRAL DE LAS GRANDES ALTURAS (ECGA)</b>		
EAM durante 24 horas o más, ataxia, confusión, conducta extraña, laxitud intensa	Descenso inmediato o evacuación a 1000 m o más de altura Administrar oxígeno 2-4 l/min; ajustar para mantener una SaO <sub>2</sub> del 90% o superior en la pulsioximetría	Igual que en la EAM
<b>EDEMA PULMONAR DE LAS GRANDES ALTURAS (EPGA)</b>		
Disnea de reposo, tos húmeda, estertores, limitación grave de la capacidad de realizar ejercicio, cianosis, vértigo, taquicardia, taquipnea, desaturación	Iniciar oxígeno 4-6 l/min, para luego ajustar la dosis que mantenga SaO <sub>2</sub> al 90% o más con la pulsioximetría Reducir el agotamiento; mantener caliente; descender o evacuar a 500-1000 m	Descender lentamente; evitar el esfuerzo excesivo Plantearse la administración de nifedipino (20-30 mg en dosis de liberación ampliada cada 12 horas) en las personas con episodios de EPGA repetidos

## Edema pulmonar de las grandes alturas

La aparición del EPGA sigue un patrón parecido al descrito en la EAM y el ECGA, afectando a pacientes no aclimatados tras un ascenso rápido a una altura elevada. Esta enfermedad de las alturas se produce por un mecanismo distinto del que se encuentra en la EAM y el ECGA, dado que el EPGA se debe a una hipoxia hipobárica. El EPGA es una variante de edema pulmonar no cardiogénico asociado a hipertensión pulmonar y aumento de la presión capilar<sup>101</sup>. Más del 50% de los pacientes con EPGA sufren también una EAM y 14% tienen ECGA<sup>102</sup>. Los signos y síntomas suelen aparecer durante la segunda noche (1-3 días de aparición) y es raro que aparezcan pasados 4 días de la llegada a una altura determinada<sup>103</sup>. El desarrollo del EPGA y la velocidad de progresión se aceleran por la exposición al frío, el ejercicio intenso y el ascenso continuado. Si se compara con los otros trastornos por la altura, el EPGA es responsable del mayor número de muertes.

**Evaluación.** La valoración del paciente, que debe incluir signos vitales, murmullo vesicular y anamnesis médica, resulta vital para determinar el EPGA, que se define por al menos dos o más síntomas (p. ej., disnea de reposo, tos, debilidad o menor rendimiento para hacer ejercicio, opresión torácica o congestión) y al menos dos signos (p. ej., crepitantes o sibilancias, cianosis central, taquipnea o taquicardia)<sup>104</sup>. Los roncus se suelen identificar en los campos pulmonares empezando por la axila derecha y al final se hacen bilaterales. Se debe descartar la presencia de fiebre, un signo frecuente en el EPGA. Los hallazgos tardíos en la evolución del EPGA son taquicardia de reposo, taquipnea y esputo hemoptoico. Si no se aplican intervenciones terapéuticas, los síntomas progresarán en horas a días y comprenderán un gorroteo audible, dificultad respiratoria y al final la muerte.

**Tratamiento.** Descender a una altitud menor con un descenso de al menos 500-1000 m permite una recuperación más rápida, pero inicialmente los pacientes muestran una mejoría adecuada con oxígeno y reposo. Mantenga al paciente caliente y evite el esfuerzo. Estos pacientes deben mejorar su oxigenación arterial; empiece la administración de oxígeno a 4-6 l/min o ajuste el flujo de oxígeno hasta que la SaO<sub>2</sub> sea 90% o superior. Revalore los signos vitales tras comenzar la administración de oxígeno porque la mejora de la oxigenación arterial reduce la taquicardia y la taquipnea.

Véase en la tabla 17-10 un resumen de los signos y síntomas, el tratamiento y la prevención del EPGA.

## Prevención

La enfermedad de las grandes alturas se puede prevenir en las personas no aclimatadas. El factor común para la aparición de la EAM, el EPGA y el ECGA es la velocidad de ascenso a la altura. La enfermedad de las alturas se puede presentar en esquiadores que viajan en aviones comerciales, que empiezan el viaje a primera hora de la mañana desde una ciudad a nivel del mar, llegan a una altura elevada y empiezan a esquiar a primera hora

de la tarde a 2100-4500 m. Otra situación clínica que tiene riesgo de sufrir enfermedad por la altura es la solicitud de ayuda mutua a diversos profesionales de la seguridad pública que residen por debajo de 1000 m de altura. Estos profesionales se reúnen con rapidez y después acuden a 2750 m o más para ayudar a los equipos de búsqueda y rescate que están tratando de encontrar a un ciclista perdido en el campo. Por tanto, el personal prehospitalario, tanto el personal de tierra como de vuelo, con responsabilidades a grandes alturas para trasladar al paciente a otro hospital o para la valoración médica en el campo debe tener conocimientos para reducir los riesgos de enfermedad de las alturas para su propia seguridad y aumentar la seguridad de sus compañeros.

Las normas generales para la prevención de las enfermedades de las grandes alturas en personas que vuelan a altitudes superiores a 2500 m incluyen las siguientes<sup>86</sup>:

- Realice la actividad mínima durante las primeras 24 horas en la altura.
- Resulta más beneficioso descansar a 1500-1800 m durante 24-36 horas.
- Realice un ascenso gradual que no supere 600 m diarios.
- Descanse un día cada 600-1200 m.
- Evite los esfuerzos agotadores durante los primeros 3 días.
- Manténgase hidratado con agua.
- Evite el alcohol, los somníferos y otros sedantes.
- Ingiera una dieta rica en hidratos de carbono.
- Evite los sobreesfuerzos.
- Evite el tabaco.
- El entrenamiento físico no previene las enfermedades de las alturas.

Las «reglas de oro» para las enfermedades de las alturas son las siguientes<sup>86</sup>:

1. Si usted se siente enfermo en una altura, los síntomas se deberán a la propia altitud salvo que se demuestre lo contrario.
2. Si usted percibe síntomas por la altura, no ascienda más.
3. Si usted se siente enfermo o empeora, o si no puede caminar con marcha dedo-talón en línea recta, descienda de forma inmediata.
4. Una persona enferma por la altura debe estar siempre acompañada de un responsable que puede organizar o decidir el descenso si fuera necesario.

## Medicamentos utilizados como profilaxis de la enfermedad de las alturas

Para la prevención de la EAM y el ECGA los individuos que viajan desde el nivel del mar hasta alturas superiores a los 3000 m como nivel para descansar el primer día o los pacientes con antecedentes de EAM deberían plantearse un tratamiento profiláctico. El fármaco de elección es acetazolamida oral, 125-250 mg dos veces al día, empezando el día previo al ascenso y manteniéndolo durante 2 días en el nivel de altitud máximo. El fár-

maco alternativo sería dexametasona, 4 mg orales o intramusculares (IM) cada 6 horas y manteniendo el tratamiento durante 2 días en la altitud máxima. Se ha demostrado que la combinación de estos dos fármacos resulta más eficaz que cualquiera de estos fármacos por separado<sup>105,106</sup>. Otros estudios han demostrado los beneficios de *Ginkgo biloba* para prevenir la EAM durante el ascenso gradual hasta los 5000 m o para reducir un 50% los síntomas de la EAM durante los ascensos rápidos a 4100 m<sup>107,108</sup>. La administración de ácido acetilsalicílico (325 mg) cada 4 horas hasta tres dosis redujo la incidencia de cefalea desde 50% a 7%<sup>109</sup>. Para la prevención del EPGA en individuos con antecedentes de episodios repetidos, se recomienda la profilaxis con nifedipina oral, 20-30 mg (comprimidos de liberación extendida) cada 12 horas.

## Traslado prolongado

### Semiahogamiento

- Los pacientes asintomáticos pueden desarrollar síntomas durante el período de prolongación de la asistencia.
- Realice una lectura de la pulsioximetría antes y después de la administración de oxígeno. Aporte oxígeno a alto flujo mediante una mascarilla sin retorno a 12-15 l/min.
- Cualquier paciente con datos de pulsioximetría inferiores al 90%, alteraciones del estado mental, apnea o coma deberían ser intubados de forma precoz para protegerlos de la aspiración. Cualquier paciente que siga hipóxico con lecturas de pulsioximetría inferiores al 85% tras la administración de oxígeno de alto flujo es candidato para el protocolo de intubación de secuencia rápida (ISR).
- Es necesario aplicar con liberalidad la aspiración por el tubo endotraqueal para eliminar las secreciones respiratorias y el agua aspirada durante la inmersión.
- Consulte con el control médico, si existe, para sedar y paralizar al paciente y asegurar así el éxito de la intubación, la oxigenación y la ventilación eficaz.
- Otro método eficaz para garantizar una oxigenación y ventilación eficaces es aplicar la presión positiva telespiratoria (PEEP) en los pacientes en apnea tras una inmersión<sup>4,11</sup>. La PEEP incrementa el diámetro de las vías aéreas de pequeño y gran calibre y mejora el cociente ventilación/perfusión y la oxigenación arterial.
- Determine el GCS y evalúe de forma rutinaria las tendencias de este valor porque permite predecir la evolución del paciente.
- Monitoree la hipotermia y la hipoglucemia. Cualquier enfermo comatoso debería recibir glucosado IV.
- Puede ser preciso colocar una sonda nasogástrica para reducir el contenido gástrico y el agua tragada durante la sumersión.

### Lesiones por el rayo

- Inicie la RCP con rapidez.
- Cuando se encuentre en una situación de cuidado ampliado con numerosas víctimas, utilice la «clasificación inversa» y reanime en primer lugar a los que parezcan muertos. Sin embargo, una RCP prolongada (múltiples horas) en estos enfermos se asocia a mal pronóstico y los beneficios derivados de la RCP o las intervenciones de SVCA son pequeños cuando duran más de 20-30 minutos. Todas las medidas para estabilizar al paciente y corregir la hipoxia, acidosis, hipovolemia e hipotermia deben intentarse antes de terminar la reanimación<sup>36</sup>.
- Valore el edema cerebral y la hipertensión intracraneal (HIC). Determine un valor basal de la GCS y revalórelo cada 10 minutos como indicador de edema cerebral progresivo e HIC (tratamiento según las recomendaciones para el edema cerebral; véase capítulo 8).

### Lesiones relacionadas con el buceo recreativo con oxígeno

- El protocolo de tratamiento convencional de las lesiones por buceo que determinan un síndrome de hiperpresión pulmonar (p. ej., EGA, EPD) incluye la administración de oxígeno a alto flujo (12-15 l/min a través de una mascarilla sin retorno) en el terreno y mantener la oxigenoterapia durante el traslado del paciente hasta el centro con cámara de recompresión más próximo para el tratamiento con oxígeno hiperbárico (OHB).
- Realice una valoración neurológica extensa y revalore la situación con frecuencia para detectar la progresión de los signos y síntomas.
- Utilice analgésicos para controlar el dolor. Valore también la administración de ácido acetilsalicílico (325 o 650 mg) por su efecto antiagregante<sup>53</sup>. Algunos datos anecdóticos sugieren beneficios en los enfermos con EPD y EGA que tienen edema cerebral, *shock* y otros trastornos tras el tratamiento con OHB y altas dosis de corticoesteroides por vía parenteral<sup>53,110</sup>. El régimen convencional utilizado ha sido la administración de hemisuccinato de hidrocortisona (1000 mg) o succinato de metilprednisolona sódico (125 mg), seguidos de dexametasona 4-6 mg cada 6 horas, manteniendo la dexametasona durante 72 horas. Sin embargo, esta opción terapéutica no es aceptada por la falta de ensayos clínicos publicados que demuestren la eficacia de estos fármacos en estos enfermos<sup>53</sup>.
- Utilice la red *Divers Alert Network* (DAN, teléfono 919-684-8111) y el control médico local para localizar la cámara de recompresión funcional más próxima. Antes de trasladar al paciente para administrarle el tratamiento con OHB, llame directamente al centro porque la situación de disponibilidad de la cámara puede haber cambiado sin aviso. DAN es la principal fuente médica para consultas sobre buceo y para informar sobre la disponibilidad y ubicación de cámaras de recompresión. Cuando traslade a un paciente por vía aérea, utilice un avión que se mantenga

a una atmósfera parecida al nivel del mar durante el vuelo. Los aviones no presurizados deberían mantenerse a una altura inferior a 300 m durante el vuelo a la cámara.

## Enfermedades por las grandes alturas

- Una enfermedad de las montañas aguda leve a moderada (EAM) se puede tratar con un bajo volumen de oxígeno a 2-4 l/min mediante cánula nasal, ajustándolo para 1-2 l/min ( $\text{SaO}_2 > 90\%$ ) y combinándolo con analgésicos (p. ej., ácido acetilsalicílico 650 mg; paracetamol 650-1000 mg, ibuprofeno 400-600 mg) para la cefalea y proclorperacina (5-10 mg IM) para las náuseas. Otros fármacos utilizados para tratar la EAM leve a moderada incluyen acetazolamida oral (125-250 mg dos veces diarias) y dexametasona (4 mg po o IM cada 6 horas) hasta que se resuelvan los síntomas. Trate el ECGA con oxígeno a 2-4 l/min por cánula nasal para mantener una  $\text{SaO}_2$  superior al 90% y con dexametasona (8 mg PO, IV o IM inicialmente y después 4 mg cada 6 horas). Plantéese el uso de acetazolamida oral (125-250 mg dos veces diarias) con retrasos prolongados para descender.
- Si se desarrolla una forma grave de ECGA y el paciente está comatoso, trate según las recomendaciones para el edema cerebral (véase capítulo 8).
- El tratamiento prolongado del ECGA consiste principalmente en administrar oxígeno a razón de 4-6 l/min mediante cánula nasal ( $\text{SaO}_2$  aproximada del 90%) hasta que mejoren los síntomas y después 2-4 l/min para conservar el oxígeno. Si no se dispone de oxígeno, administre nifedipino oral (10 mg inicialmente, después 30 mg en dosis de liberación extendida cada 12-24 horas). Si el paciente desarrolla un ECGA, añada dexametasona (8 mg PO o IM cada 6 horas).
- El uso de cámaras hiperbáricas portátiles, como *Gamow bag* (Altitude Technologies) o el sistema HELP (Live High, Boulder, Colo), ha tenido buenos resultados en el tratamiento de la enfermedad de las alturas<sup>82</sup>. Estas bolsas de presión de tela y ligeras simulan el descenso a una altitud menor administrando o no suplementos de oxígeno o medicación (p. ej., acetazolamida, dexametasona, nifedipino). Se inflan con bombas manuales hasta 2 psi, que equivale a descender 1600 m según la altitud de partida. El uso de estas cámaras durante 2-3 horas puede mejorar los síntomas de forma eficaz. Esto representa un uso ideal de la tecnología mientras se espera el traslado al centro de asistencia definitiva.

## RESUMEN

Los profesionales prehospitalarios tendrán que atender sin duda algunas situaciones ambientales impredecibles, como las descritas en este capítulo. Los conocimientos básicos acerca de las emergencias ambientales más frecuentes son precisos para poder realizar una evaluación y tratamiento prehospitalarios inmediatos. No resulta sencillo recordar este tipo de información porque este tipo de situaciones no se producen con frecuencia. Por tanto, deberá recordar unos principios generales, como los siguientes:

- *Ahogamiento o semiahogamiento*. Asuma que todos los pacientes semiahogados sufren dificultad respiratoria, salvo que se demuestre lo contrario; corrija la hipoxia, la acidosis y la hipotermia, según indicación.
- *Rayos*. El estado cardiopulmonar de los pacientes con lesiones graves por rayos tienen que ser valorado con rapidez. Utilice la «clasificación inversa» para las víctimas múltiples, ya que iniciar la RCP resulta clave para la supervivencia.

- *Lesiones relacionadas con el buceo recreativo con oxígeno*. Los pacientes con enfermedad por descompresión grave y embolia arterial gaseosa necesitan oxígeno a alto flujo y un tratamiento rápido en cámara de recompresión para mejorar su evolución al máximo. Consulte pronto con el control médico y la *Divers Alert Network* (919-684-8111).
- *Enfermedades de las alturas*. Las intervenciones fundamentales para la enfermedad aguda de las montañas y el edema cerebral y pulmonar de las grandes alturas son descender al menos 500-1000 m y permitir el reposo y administrar oxígeno.

En cualquier caso, recuerde que la seguridad personal se debe garantizar. Existen demasiados casos en los que los SEM y otros profesionales prehospitalarios han perdido la vida por tratar de realizar un rescate.

## RESOLUCIÓN DEL CASO

Valore con rapidez los ABCDE de la paciente para hacerse una idea inicial de su estado cardiopulmonar. Resulta esencial tener una buena anamnesis médica de esta corredora de 48 años mientras su compañero valora los signos vitales. Recuerde a su compañero que preste especial atención al murmullo vesicular, la saturación de oxígeno y el estado neurológico. Esta paciente casi había completado una media maratón, corriendo cuesta arriba durante las últimas 3,5 horas y empezando a una altitud de 1919 m y estaba aproximándose a la cumbre (4300 m).

La preocupación es si los signos y síntomas de la enferma se deben a una fatiga intensa, a un trastorno médico agravado por la altitud, a una enfermedad de las alturas o a una combinación de estos dos factores. Según los síntomas, la información aportada por el responsable de la carrera y su inestabilidad al correr en la altura, se debe más a la fatiga que a la carrera. La paciente debería abandonar la carrera. Sospeche que ella tiene una forma física tan buena como para correr

esta terrible maratón, pero podría ser que no estuviera preparada para hacerlo en una altura elevada porque llegara anoche desde el nivel del mar. Presenta dos factores de riesgo fundamentales para la enfermedad aguda de las montañas (EAM): ascenso rápido y agotamiento físico. Además, plantéese que la combinación del ascenso rápido a esta altitud, el agotamiento físico y el ascenso continuado hacia la cumbre podrían suponer un riesgo de enfermedad grave de las alturas (es decir, EPGA y ECGA) si sigue corriendo.

Su proceso se puede tratar bien con tres intervenciones importantes en cualquier variante de enfermedad de las alturas: 1) descenso inmediato; 2) oxígeno, y 3) reposo. Tras una buena instrucción de la paciente, empiece a administrar oxígeno a 4-6 l/min (mediante cánula nasal), vuelva a valorar la saturación de oxígeno mediante pulsioximetría y traslade a la enferma a los pies del monte Pike hasta llegar al hospital de la ciudad (1918 m) en una posición cómoda. ■

## Bibliografía

- Centers for Disease Control and Prevention: Nonfatal and fatal drowning in recreational water settings—United States, 2001-2002, *MMWR* 53(21):447, 2004.
- Zuckerman GB, Conway EE Jr: Drowning and near drowning, *Pediatr Ann* 29:6, 2000.
- Zamula WW: In *Social costs of drowning and near drowning from submersion accidents occurring to children under five in residential swimming pools*, Washington, DC, 1987, US Consumer Product Safety Commission.
- Newman AB: Submersion incidents. In Auerbach PS: *Wilderness medicine: management of wilderness and environmental emergencies*, ed 4, St Louis, 2001, Mosby.
- DeNicola LK, Falk JL, Swanson ME, Kissoon N: Submersion injuries in children and adults, *Crit Care Clin* 13(3):477, 1997.
- Olshaker JS: Near drowning, *Emerg Med Clin North Am* 10(2):339, 1992.
- Orlowski JP, Szpilmann D: Drowning, *Pediatr Clin North Am* 48(3):627, 2001.
- Gilbert M, Busund R, Skagseth A: Resuscitation from accidental hypothermia of 13.7° C with circulatory arrest, *Lancet* 355:375, 2000.
- Bolte RG, Black PG, Bowers RS: The use of extracorporeal rewarming in a child submerged for 66 minutes, *JAMA* 260:377, 1988.
- Lloyd EL: Accidental hypothermia, *Resuscitation* 32:111, 1996.
- Olshaker JS: Submersion, *Emerg Med Clin North Am* 22:357, 2004.
- Kyriacou DN, Arcinue EL, Peek C, Kraus JF: Effect of immediate resuscitation on children with submersion injury, *Pediatrics* 94:137, 1994.
- Brenner RA, Trumble AC, Smith GS, et al: Where children drown, United States, 1995, *Pediatrics* 108:85, 2001.
- Karkal MB, Rasch DK, Gilbert J: Optimizing salvage in drowning and near drowning victims, *Emerg Med Rep* 10(16), 1989.
- Lavelle JM: Ten-year review of pediatric bathtub near-drownings: evaluation for child abuse and neglect, *Ann Emerg Med* 25:344, 1995.
- Schuman SH et al: The iceberg phenomenon of near-drowning, *Crit Care Med* 4:127, 1976.
- Rowe MI, Arango A, Allington G: Profile of pediatric drowning victims in a water-oriented society, *J Trauma* 17:587, 1977.
- Craig AB Jr: Underwater swimming and loss of consciousness, *JAMA* 176:255, 1961.
- Jensen LR et al: Submersion injuries in children younger than 5 years in urban Utah, *West J Med* 157:641, 1992.
- Howland J, Smith GS, Mangione TW, et al: Why are most drowning victims men? Sex differences, aquatic skills and behaviors, *Am J Public Health* 86:93, 1996.
- Schuman SH et al: The iceberg phenomenon of near-drowning, *Crit Care Med* 4:127, 1976.
- Howland J, Smith GS, Mangione T, et al: Missing the boat on drinking and boating, *JAMA* 270:91, 1993.
- Mackie I: Alcohol and aquatic disasters, *Med J Aust* 1:652, 1978.
- Lavelle JM et al: Ten-year review of pediatric bathtub near-drownings: evaluation for child abuse and neglect, *Ann Emerg Med* 25:344, 1995.
- Karch KB: Pathology of the lung in near-drowning, *Am J Emerg Med* 4(1):4, 1986.
- Orlowski JP: Drowning, near-drowning, and ice water submersion, *Pediatr Clin North Am* 34(1):75, 1987.

27. Modell JH, Moya F: Effects of volume of aspirated fluid during chlorinated fresh-water drowning, *Anesthesiology* 27:663, 1966.
28. Bolte RG, Black PG, Bowers RS: The use of extracorporeal rewarming in a child submerged for 66 minutes, *JAMA* 260:377, 1988.
29. Gilbert M, Busund R, Skagseth A: Resuscitation from accidental hypothermia of 13.7° C with circulatory arrest, *Lancet* 355:375, 2000.
30. Siebke H, et al: Survival after 40 minutes submersion without cerebral sequelae, *Lancet* 1:1275, 1975.
31. Abella BS, Alvarado JP, Myklebust H, et al: Quality of cardiopulmonary resuscitation during in-hospital cardiac arrest, *JAMA* 293(3):305, 2005.
32. Wik L, Kramer-Johansen J, Myklebust H, et al: Quality of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital cardiac arrest, *JAMA* 293(3):299, 2005.
33. International Liaison Committee on Resuscitation: 2005 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations, *Circulation* 112(suppl 1):IV-1, 2005.
34. Rosen P, Stoto M, Harley J: The use of the Heimlich maneuver in near drowning: Institute of Medicine report, *J Emerg Med* 13:397, 1995.
35. Curran EB, Holle RL, Lopez RE: Lightning fatalities, injuries and damage reports in the United States, 1959-1994, *NOAA Tech Memo NWS SR-193*, 1997, <http://www.nssl.noaa.gov/papers/techmemos/NWS-SR-193/techmemo-sr193.html>.
36. Gatewood MO, Zane RD: Lightning Injuries, *Emerg Med Clin North Am* 22:369, 2004.
37. Huffins GR, Orville RE: Lightning ground flash density and thunderstorm duration in the contiguous United States, *J Appl Meteorol* 38:1013, 1999.
38. Cummins KL, Krider EP, Malone MD. A combined TOA/MDF technology upgrade of the US National Lightning Detection Network, *J Geophys Res* 103:9035, 1998.
39. MacGorman, DR, Rust WD: Lightning strike density for the contiguous United States from thunderstorm duration records, Pub No NUREG/CR03759, Washington, DC, 1984, Office of Nuclear Regulatory Research.
40. Dulcos PJ, Sanderson LM, Klontz KC: Lightning-related mortality and morbidity in Florida, *Pub Health Rep* 105:276, 1990.
41. Cooper MA, Andrews CJ, Holle RL, Lopez RE: Lightning injuries. In Auerbach P: *Wilderness medicine: management of wilderness and environmental emergencies*, ed 4, St Louis, 2001, Mosby.
42. Centers for Disease Control and Prevention: Lightning associated deaths—1980-1995, *MMWR* 47(19):391, 1998.
43. Cooper MA: Lightning injuries: prognostic signs of death, *Ann Emerg Med* 9:134, 1980.
44. Andrews CJ, Darveniza M, Mackerras D. Lightning injury: a review of the clinical aspects, pathophysiology and treatment, *Adv Trauma* 4:241, 1989.
45. Andrews CJ, Darveniza M, Mackerras D: *Lightning injuries: electrical, medical, and legal aspects*, Boca Raton, Fla, 1992, CRC Press.
46. Cooper MA: Electrical and lightning injuries, *Emerg Med Clin North Am* 2:489, 1984.
47. Holle RL, Lopez RE, Howard KW, et al: Safety in the presence of lightning, *Semin Neurol* 15:375, 1995.
48. Kleiner JP, Wilkin JH: Cardiac effects of lightning stroke, *JAMA* 240:2757, 1978.
49. Casten JA, Kytilla J: Eye symptoms caused by lightning, *Acta Ophthalmol* 41:139, 1963.
50. Taussig HB: Death from lightning and the possibility of living again, *Ann Intern Med* 68:1345, 1968.
51. Zimmerman C, Cooper MA, Holle RL: Lightning safety guidelines, *Ann Emerg Med* 39:660, 2002.
52. Melamed Y, Shupak A, Bitterman H: Medical problems associated with underwater diving, *N Engl J Med* 326:30, 1992.
53. Kizer, KW: Diving medicine. In Auerbach PS: *Wilderness medicine: management of wilderness and environmental emergencies*, ed 4, St Louis, 2001, Mosby.
54. Strauss MB, Borer RC Jr: Diving medicine: contemporary topics and their controversies, *Am J Emerg Med* 19:232, 2001.
55. Divers Alert Network: Eleven-year trends (1987-1997) in diving activity: the DAN annual review of recreational SCUBA diving injuries and fatalities based on 2000 data. In *Report on decompression illness, diving fatalities and Project Dive exploration*, Durham, NC, 2000, Divers Alert Network.
56. Hardy KR: Diving-related emergencies, *Emerg Med Clin North Am* 15(1):223, 1997.
57. Green SM: Incidence and severity of middle ear barotraumas in recreational scuba diving, *J Wilderness Med* 4:270, 1993.
58. Shupak A, Doweck I, Greenberg, E, et al: Diving-related inner ear injuries, *Laryngoscope* 101:173, 1991.
59. Kizer KW: Dysbaric cerebral air embolism in Hawaii, *Ann Emerg Med* 16:535, 1987.
60. Cales RH, Humphreys N, Pilmanis AA, Heilig RW: Cardiac arrest from gas embolism in scuba diving, *Ann Emerg Med* 10(11):589, 1981.
61. Butler BD, Laine GA, Leiman BC, et al: Effect of Trendelenburg position on the distribution of arterial air emboli in dogs, *Ann Thorac Surg* 45(2):198, 1988.
62. Moon RE: Treatment of diving emergencies, *Crit Care Clin* 15:429, 1999.
63. Van Meter K: Medical field management of the injured diver, *Respir Care Clin North Am* 5(1):137, 1997.
64. Francis TJ, Dutka AJ, Hallenbeck JM: Pathophysiology of decompression sickness. In Bove AA, Davis JC, editors: *Diving medicine*, ed 2, Philadelphia, 1990, Saunders.
65. Neuman TS: DCI/DCS: does it matter whether the emperor wears clothes? *Undersea Hyperb Med* 24:2, 1997.
66. Bove AA: Nomenclature of pressure disorders, *Undersea Hyperb Med* 24:1, 1997.
67. Spira A: Diving and marine medicine review. Part II. Diving diseases, *J Travel Med* 6:180, 1999.
68. Clenney TL, Lassen LF: Recreational scuba diving injuries, *Am Fam Physician* 53(5):1761, 1996.
69. Kizer KW: Women and diving, *Physician Sportsmed* 9(2):84, 1981.
70. Baratt DM, Harch PG, Van Meter K: Decompression illness in divers: a review of the literature, *Neurologist* 8:186, 2002.
71. Francis TJ, Dutka AJ, Hallenbeck JM: Pathophysiology of decompression sickness. In Bove AA, Davis JC, editors: *Diving medicine*, ed 2, Philadelphia, 1990, Saunders.
72. Greer HD, Massey EW: Neurologic injury from undersea diving, *Neurol Clin* 10(4):1031, 1992.
73. Kizer KW: Management of dysbaric diving casualties, *Emerg Med Clin North Am* 1:659, 1983.

74. Department of the Navy: *U.S. Navy diving manual*, Vol 1, Rev 4, Washington, DC, 1999, US Government Printing Office.
75. Tibbles PM, Edelsberg JS: Hyperbaric-oxygen therapy, *N Engl J Med* 334(25):1642, 1996.
76. Davis JC: Hyperbaric medicine: critical care aspects. In Shoemaker WC, editor: *Critical care: state of the art*, Aliso Viejo, Calif, 1984, Society of Critical Care Medicine.
77. Gallagher SA, Hackett PH: High altitude illness, *Emerg Med Clin North Am* 22:329, 2004.
78. Hackett PH, Roach RC: High altitude illness, *N Engl J Med* 345(2):107, 2001.
79. Houston CS: High altitude illness disease with protean manifestations, *JAMA* 236:2193, 1976.
80. Montgomery AB, Mills J, Luce JM: Incidence of acute mountain sickness at intermediate altitude, *JAMA* 261:732, 1989.
81. Gertsch JH, Seto TB, Mor J, Onopa J: Ginkgo biloba for the prevention of severe acute mountain sickness (AMS) starting day one before rapid ascent, *High Alt Med Biol* 3(1):29, 2002.
82. Hackett PH, Roach RC: High-altitude medicine. In Auerbach PS: *Wilderness medicine: management of wilderness and environmental emergencies*, ed 4, St Louis, 2001, Mosby.
83. Tso E: High-altitude illness, *Emerg Clin North Am* 10(2):231, 1992.
84. Sophocles AM: High-altitude pulmonary edema in Vail, Colorado, 1975-1982, *West J Med* 144:569, 1986.
85. Honigman B, Theis MK, Koziol-McLain J, et al: Acute mountain sickness in a general tourist population at moderate altitudes, *Ann Intern Med* 118(8):587, 1993.
86. Zaphren K, Honigman B: High-altitude medicine, *Emerg Clin North Am* 15(1):191, 1997.
87. Sutton JR, Reeves JT, Wagner PD, et al: Operation Everest II: oxygen transport during exercise at extreme stimulated altitude, *J Appl Physiol* 64(4):1309, 1988.
88. Hultgren HN: *High altitude medicine*, Stanford, Calif, 1997, Hultgren Publications.
89. Schneider M, Bernasch D, Weymann J, et al: Acute mountain sickness: influence of susceptibility, preexposure, and ascent rate, *Med Sci Sports Exerc* 34(12):1886, 2002.
90. Bartsch P: High altitude pulmonary edema, *Med Sci Sports Exerc* 31(suppl 1):S23, 1999.
91. Roach RC, Houston CS, Honigman B: How well do older persons tolerate moderate altitude? *West J Med* 162 (1):32, 1995.
92. Roach RC, Maes D, Sandoval D, et al: Exercise exacerbates acute mountain sickness at simulated high altitude, *J Appl Physiol* 88(2):581, 2000.
93. Roeggla G, Roeggla H, Roeggla M, et al: Effect of alcohol on acute ventilation adaptation to mild hypoxia at moderate altitude, *Ann Intern Med* 122:925, 1995.
94. Roach RC, Wagner J, Zafren K, et al: Seasonal variation in barometric pressure and temperature in Summit County: effect on altitude illness: In Sutton JR, Houston CS, Coates G, editors: *Hypoxia and molecular medicine*, Burlington, 1993, Charles S Houston.
95. Roach RC, Bartsch P, Oelz O, Hackett PH, Lake Louise Scoring Committee: The Lake Louise Acute Mountain Sickness Scoring System: In Sutton JR, Houston CS, Coates G, editors: *Hypoxia and molecular medicine*, Burlington, 1993, Charles S Houston.
96. Muza SR, Lyons TP, Rock PB: Effect of altitude on exposure on brain volume and development of acute mountain sickness (AMS). In Roach RC, Wagner PD, Hackett PH, editors: *Hypoxia: into the next millennium*. Vol 474, Advances in experimental medicine and biology, New York, 1999, Kluwer Academic/Plenum.
97. Hackett PH: High altitude cerebral edema and acute mountain sickness: a pathological update. In Roach RC, Wagner PD, Hackett PH, editors: *Hypoxia: into the next millennium*. Vol 474, Advances in experimental medicine and biology, New York, 1999, Kluwer Academic/Plenum.
98. Sanchez del Rio M, Moskowitz MA: High altitude headache: lessons from aches at sea level. In Roach RC, Wagner PD, Hackett PH, editors: *Hypoxia: into the next millennium*. Vol 474, Advances in experimental medicine and biology, New York, 1999, Kluwer Academic/Plenum.
99. Hackett PH: The cerebral etiology of high-altitude cerebral edema and acute mountain sickness, *Wilderness Environ Med* 10(2):97, 1999.
100. Yarnell PR, Heit J, Hackett PH: High-altitude cerebral edema (HACE): the Denver/Front Range experience, *Semin Neurol* 20(2):209, 2000.
101. Maggiorini M, Melot C, Pierre S, et al: High altitude pulmonary edema is initially caused by an increase in capillary pressure, *Circulation* 103(16):2078, 2001.
102. Hultgren HN, Honigman B, Theis K, Nicholas D: High-altitude pulmonary edema at ski resort, *West J Med* 164:222, 1996.
103. Stenmark KR, Frid M, Nemenoff R, et al: Hypoxia induces cell-specific changes in gene expression in vascular wall cells: implications for pulmonary hypertension. In Roach RC, Wagner PD, Hackett PH, editors: *Hypoxia: into the next millennium*. Vol 474, Advances in experimental medicine and biology, New York, 1999, Kluwer Academic/Plenum.
104. The Lake Louise Consensus on the Definition and Quantification of Altitude Illness. In Sutton JR, Coates G, Houston C, editors: *Hypoxia and mountain medicine*, Burlington, 1992, Queen City Press.
105. Reid LD, Carter KA, Ellsworth A: Acetazolamide and dexamethasone for the prevention of acute mountain sickness: a meta-analysis, *J Wilderness Med* 5:34, 1994.
106. Bernhard WN, Schalick LM, Delaney PA, et al: Acetazolamide plus low-dose dexamethasone is better than acetazolamide alone to ameliorate symptoms of acute mountain sickness, *Aviat Space Environ Med* 69:883, 1998.
107. Maakestad K, Leadbetter G, Olsen S, Hackett PH: *Ginkgo biloba* reduced the incidence of and severity of acute mountain sickness, *Wilderness Environ Med* 12:51, 2001.
108. Rankin JP, Schwartz F, D'Aubigne P: EGB 761 in control and acute mountain sickness and vascular reactivity to cold exposure, *Aviat Space Environ Med* 67:445, 1996.
109. Bartscher M., Likar R, Nachbauer W, Philadelphia M: Aspirin for the prophylaxis against headache at high altitude: randomized, double blind, placebo controlled trial, *BMJ* 316:1057, 1998.
110. Kizer KW: Corticosteroids in the treatment of serious decompression sickness, *Ann Emerg Med* 10:485, 1981.

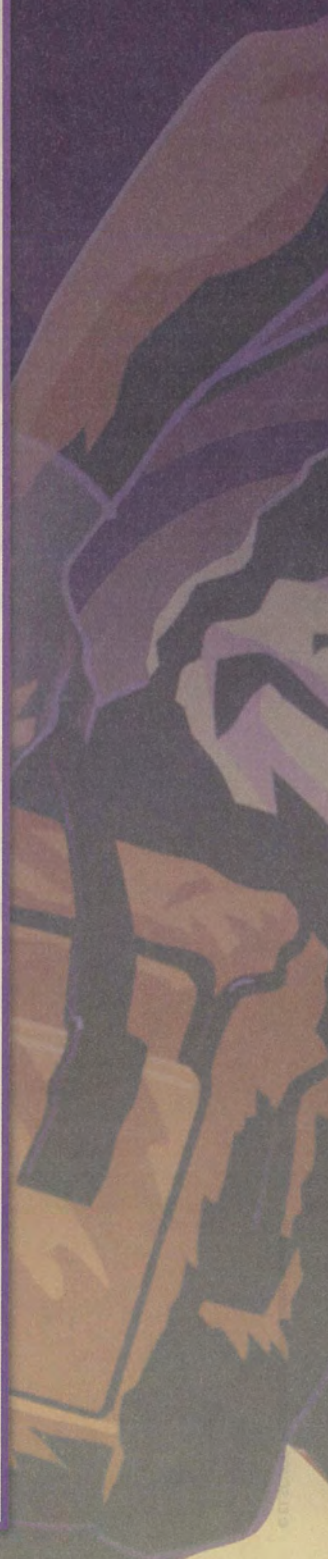
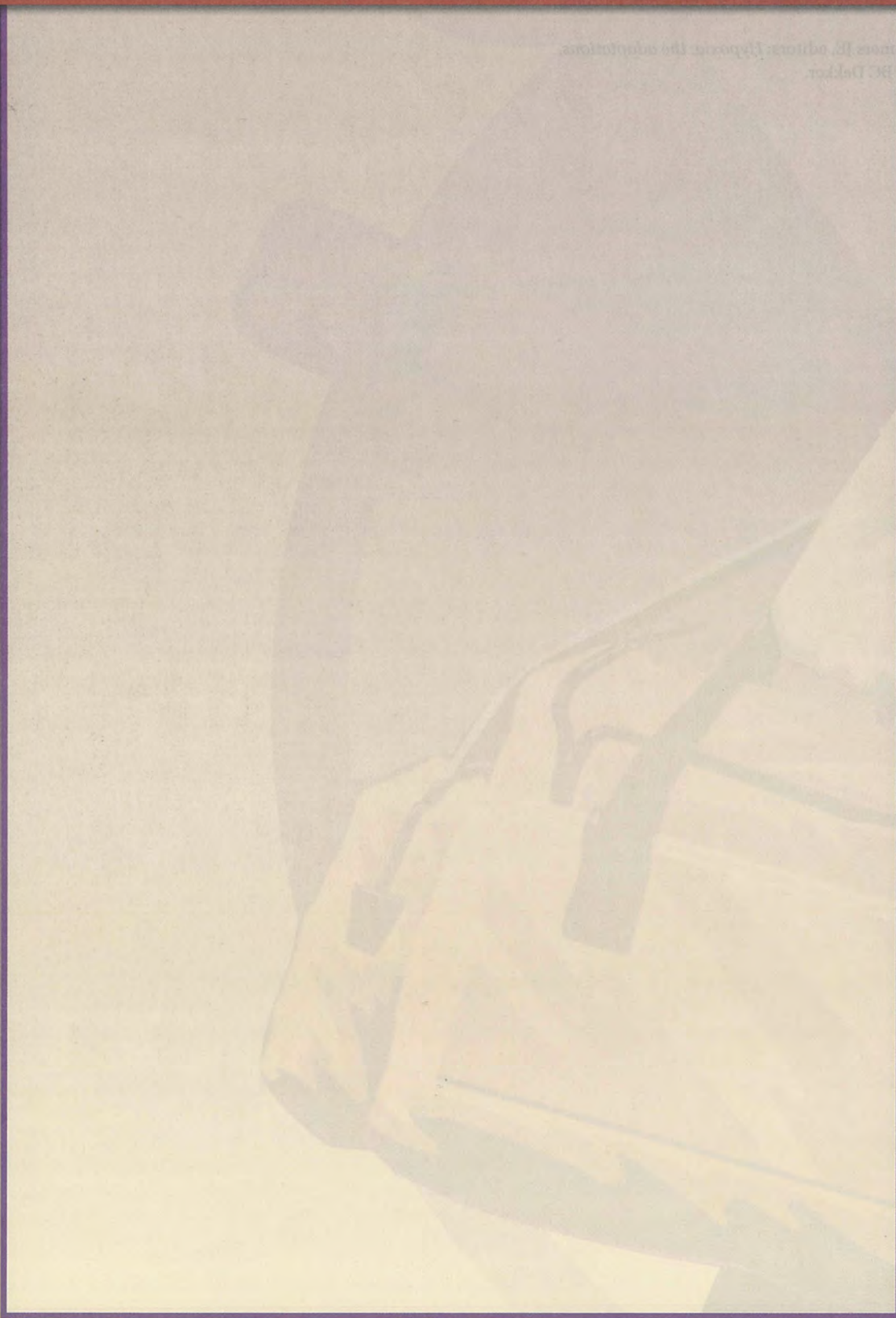
## Lecturas recomendadas

Bennett P, Elliott D: *The physiology and medicine of diving*, ed 4, Philadelphia, 1993, Saunders.

Bove AA: *Bove and Davis' diving medicine*, ed 5, Philadelphia, 2003, Saunders.

Sutton JR, Coates G, Remmers JE, editors: *Hypoxia: the adaptations*, Philadelphia, 1990, BC Dekker.

James H. Johnson: Typographer, the designer  
of the DeSoto



# Principios fundamentales de la asistencia prehospitalaria del trauma



A finales de los años sesenta del siglo xx el Dr. R. Adams Cowley conceptualizó la noción de un período crucial durante el cual es importante comenzar la asistencia de un paciente con lesiones traumatológicas críticas. En una entrevista dijo: «Existe una "hora crítica" entre la vida y la muerte. Si usted tiene una lesión crítica, tiene menos de 60 minutos para sobrevivir. Podría no fallecer en ese momento, podría ser en 3 días o 2 semanas, pero algo ha sucedido en su cuerpo que es irreparable».

¿Esta idea tiene alguna base? La respuesta es definitivamente «sí». Pero un hecho importante es que un paciente no siempre dispone del lujo de una «hora crítica». Un paciente con una herida penetrante en el corazón puede tener sólo unos minutos para recibir una asistencia definitiva antes de que el *shock* causado por la lesión sea irreversible. En el otro extremo del espectro está un paciente con una hemorragia interna activa por una fractura aislada del fémur. Este tipo de paciente puede disponer de varias horas para recibir una asistencia definitiva y su reanimación. Como la «hora crítica» no es un período de 60 minutos exactos y varía de un paciente a otro en función de sus lesiones, el término más adecuado es «período crítico». Si un paciente con una lesión crítica recibe una asistencia definitiva, principalmente el control de una hemorragia y la reanimación, dentro de su período crítico, entonces mejoran mucho sus posibilidades de supervivencia<sup>1</sup>.

Ninguna llamada, escena o paciente son iguales. Cada uno requiere de la flexibilidad del equipo para actuar y reaccionar a las situaciones a medida que aparezcan. El tratamiento prehospitalario del traumatismo debe reflejar estas contingencias. Pero el objetivo no ha cambiado: 1) acceder al paciente, 2) identificar y tratar las lesiones peligrosas, y 3) preparar y transportar al paciente hasta el centro adecuado más cercano en el menor tiempo posible. La mayor parte de estas técnicas y principios expuestos no son nuevos, y la mayoría se enseñan en un programa educativo inicial. Este texto es diferente en varios aspectos.

1. Proporciona prácticas actuales, prácticas que están basadas en pruebas para el tratamiento del paciente traumatológico.
2. Ofrece un abordaje sistemático para ser capaces de establecer prioridades en la asistencia del paciente con traumatismos que afectan a múltiples sistemas corporales.
3. Proporciona un esquema organizado para las intervenciones.

El programa de soporte vital en el trauma prehospitalario (PHTLS) enseña que el personal de asistencia prehospitalaria puede hacer juicios correctos que consigan un buen resultado sólo si procede con una buena base de conocimientos. La base del programa PHTLS es que la asistencia del paciente debe estar guiada por el buen *juicio*, no por un protocolo, de allí los detalles médicos que proporciona este curso. Este capítulo trata aspectos clave de la asistencia del trauma prehospitalario y «los agrupa».

## ¿Por qué fallecen los pacientes traumatológicos?

Los estudios que analizan las causas de muerte en los pacientes traumatológicos muestran varios aspectos comunes. Un estudio realizado en Rusia sobre más de 700 muertes traumáticas demostró que la mayor parte de los pacientes que fallecen con rapidez por este tipo de situaciones se pueden clasificar dentro de una de estas tres categorías: pérdida aguda masiva de sangre (36%), lesiones graves de órganos vitales como el encéfalo (30%) y obstrucción de la vía aérea con insuficiencia ventilatoria aguda (25%)<sup>2</sup>. En un análisis sobre 753 muertes traumáticas de pacientes de un centro de atención al trauma de nivel I, Stewart y cols.<sup>3</sup> encontraron que un 51% de ellos morían por traumatismos graves en el sistema nervioso central (SNC, traumatismo craneoencefálico), el 21% por *shock* irreversible, el 25% por una combinación de ambos factores y el 3% por fracaso multiorgánico.

Pero, ¿qué sucede a estos pacientes a nivel celular? Como se expuso en el capítulo 7, los procesos metabólicos del cuerpo humano necesitan energía igual que cualquier otra máquina. Como estas, el cuerpo humano genera su propia energía pero necesita combustible para hacerlo. El combustible para el cuerpo es el oxígeno y la glucosa. El cuerpo puede almacenar glucosa en forma de hidratos de carbono complejos (glucógeno) y grasa para utilizarlo después. Pero el oxígeno no puede almacenarse, y debe aportarse constantemente a las células del cuerpo. El aire atmosférico, que contiene oxígeno, llena los pulmones por la acción del diafragma y los músculos intercostales. El oxígeno circula después a través de las paredes alveolar y capilar, donde se une a la hemoglobina de los hematíes que lo transporta a los tejidos corporales por medio del aparato circulatorio. Allí, en presencia de oxígeno, las células de los tejidos «queman» la glucosa a través de una serie compleja de procesos metabólicos (glucólisis, ciclo de Krebs y transporte de electrones) para producir la energía necesaria para todas las funciones corporales. Esta energía se almacena en forma de adenosinatrifosfato (ATP). Sin energía suficiente (ATP), las actividades metabólicas esenciales no funcionan normalmente y los órganos comienzan a fallar.

El *shock* se ve como un fracaso en la producción de energía del cuerpo. La sensibilidad de las células a la privación de oxígeno varía de un órgano a otro. Las células de un órgano pueden sufrir lesiones mortales o continuar funcionando durante un período (véanse en capítulo 7 complicaciones del *shock* prolongado). Esta muerte tardía de las células, que provoca un fracaso orgánico, fue a lo que el doctor Cowley se refería en su cita del primer párrafo. El trastorno que describió provocaba la muerte del paciente si no se le trataba pronto. Esta definición aludía a la llegada del paciente al quirófano para el control de la hemorragia interna. El Comité de Traumatología del *American College of Surgeons* (ACS) ha utilizado este concepto de la hora crítica para subrayar la importancia que tiene que el paciente llegue a un centro médico donde se disponga de asistencia del trauma inmediata.

Cuando al corazón le falta el oxígeno, las células miocárdicas no pueden producir suficiente energía para bombear la sangre a los otros tejidos. Por ejemplo, un paciente ha perdido un número significativo de hematíes y de volumen de sangre por una herida de bala en la aorta. El corazón continúa latiendo varios minutos antes de fallar. Rellenar el sistema vascular después de que el corazón ha estado desprovisto de oxígeno varios minutos no devolverá la función a las células cardíacas lesionadas. A este proceso se le llama *shock irreversible*. Al trastorno específico del corazón se le llama actividad eléctrica sin pulso (AESP). Todavía hay función celular, pero no es suficiente para bombear sangre a las células del cuerpo. El paciente tiene un ritmo ECG, pero carece de suficiente fuerza contráctil para empujar la sangre del corazón hacia el resto del cuerpo.

Otro ejemplo de este mismo proceso pero con un pronóstico menos oscuro es la insuficiencia cardíaca congestiva. Muchas de las células cardíacas han resultado

dañadas por la isquemia secundaria a la coronariopatía, pero algunas no. La lesión no es completa, de manera que quedan suficientes células funcionales para que el proceso continúe.

Aunque la isquemia, como se ve en el *shock grave*, puede dañar casi todos los tejidos, la lesión de los órganos no se manifiesta al mismo tiempo. En los pulmones se produce a menudo un síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) en las 48 horas siguientes a una lesión isquémica, mientras que la insuficiencia renal aguda y la insuficiencia hepática suelen aparecer varios días después. Aunque a todos los sistemas corporales les afecta una falta de oxígeno, algunos tejidos son más sensibles a la isquemia. Por ejemplo, un paciente que ha sufrido un traumatismo craneoencefálico puede presentar un edema cerebral (tumefacción) que genere una lesión encefálica permanente. Aunque las células encefálicas dejan de funcionar y fallecen, el resto del cuerpo puede sobrevivir durante años.

El período crítico es aquel durante el cual el *shock* está empeorando, pero este trastorno es casi siempre **reversible** si se presta una asistencia adecuada. No iniciar intervenciones adecuadas dirigidas a mejorar la oxigenación y controlar la hemorragia permite que el *shock* progrese y se haga **irreversible**. Para que los pacientes traumatológicos tengan las mayores posibilidades de sobrevivir, las intervenciones deben comenzar en el campo y ser aplicadas por los profesionales que prestan la asistencia prehospitalaria y después continuar en el departamento de urgencias, el quirófano y la unidad de asistencia intensiva. La atención al trauma es un «deporte de equipo». El paciente «gana» cuando todos los miembros del equipo traumatológico (desde los que están en el lugar hasta los que están en el centro del atención al trauma) trabajan juntos para asistir a un paciente individual.

## Principios fundamentales de la asistencia prehospitalaria del trauma

Los capítulos precedentes exponen la evaluación y tratamiento de los pacientes que han sufrido lesiones en sistemas corporales específicos. Aunque este texto presenta los sistemas corporales de forma individual, la mayoría de los pacientes con lesiones graves las tienen en más de un sistema corporal, de aquí el nombre de *paciente traumatológico multisistémico* (también conocido como politraumatizado). La persona que presta asistencia prehospitalaria debe reconocer eficazmente y priorizar el tratamiento de los pacientes con múltiples lesiones, siguiendo los principios fundamentales que a continuación se enumeran.

### 1. Garantizar la seguridad del personal que presta la asistencia prehospitalaria y del paciente

Los que prestan asistencia prehospitalaria deben saber que la seguridad en la escena sigue siendo la principal prioridad. Esto no sólo comprende la seguridad del paciente, sino la suya propia. En función de la información proporcionada por los mensajes, se pueden prever posibles amenazas antes de llegar a la escena. En un accidente de un vehículo, las amenazas pueden ser el tráfico, los materiales peligrosos, los incendios y los cables eléctricos derribados; en una víctima de un tiroteo, debemos tener cuidado de que el responsable todavía esté en la zona. Cuando se ha producido un delito violento, la primera en entrar en la escena debe ser la policía y esta asegurar la zona. El personal sanitario que toma riesgos innecesarios también puede convertirse en una víctima, y al hacerlo así, ya no será de ayuda para el paciente traumatizado. Excepto en las circunstancias más inusuales, sólo aquellos con una formación adecuada deben intentar los rescates.

Otro aspecto fundamental de la seguridad consiste en el uso de las precauciones universales. La sangre y otros líquidos corporales pueden transmitir infecciones, como el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) y los virus de la hepatitis B (VHB). Siempre deben llevarse equipos protectores, especialmente cuando se asiste a pacientes traumatológicos ensangrentados.

También debe asegurarse la seguridad del paciente y las posibles situaciones peligrosas. Incluso si un paciente implicado en un accidente de tráfico no tiene trastornos que amenacen su vida en una primera evaluación, hay que sacarle rápidamente si se observan amenazas para su seguridad, como un peligro significativo de que se produzca un incendio o si la posición del vehículo es precaria.

## 2. Evaluar la situación de la escena para determinar si son necesarios recursos adicionales

Durante la respuesta a la escena e inmediatamente después de la llegada, se realiza una valoración rápida para determinar la necesidad de obtener recursos adicionales o especializados. Ejemplos de ellos son unidades de los servicios de medicina de emergencias (SEM) adicionales para acomodarse al número de pacientes, los equipos de extinción de incendios, los equipos de rescate especiales, el personal de las compañías eléctricas, los helicópteros médicos o los médicos para ayudar a clasificar a un gran número de pacientes. La necesidad de estos recursos deben anticiparse y facilitarse lo antes posible.

## 3. Reconocer la cinemática de las lesiones

El capítulo 3 proporciona al lector una base para entender cómo la energía puede provocar lesiones en el paciente traumatizado. A medida que nos acercamos a la escena y al paciente, se puede apreciar la fisiopatología de la situación. Comprender los principios cinemáticos permite evaluar mejor al paciente. Conocer los patrones de lesión específicos ayuda a predecir lesiones y a saber dónde buscarlas. Considerar la fisiopatología no debe retrasar la evaluación del paciente ni su asistencia, sino que debe incluirse en la evaluación global de la escena y en las preguntas planteadas al paciente y a los testigos. La fisiopatología también puede ser clave para determinar el centro médico de destino para un paciente traumatológico dado. Los aspectos clave de la fisiopatología observados en la escena se deben comunicar a los médicos del centro médico receptor.

## 4. Realizar una evaluación preliminar para identificar trastornos que pongan en peligro la vida

El concepto central del programa PHTLS es subrayar la evaluación preliminar adoptada por el programa de soporte vital avanzado para médicos que enseña el Comité de Traumatología del ACS. Esta breve exploración permite evaluar rápidamente las funciones vitales e identificar trastornos peligrosos para la vida mediante una evaluación sistemática de la vía aérea, la respiración, la circulación, la discapacidad y la exposición/ambiente (cuadro 18-1). Una vez que llegamos a la escena y se proporciona asistencia en el campo, el personal recibe información a través de varios sentidos (vista, oído, olfato, tacto) que debe clasificar, colocar en un esquema de prioridad de lesiones que amenacen vidas o extremidades y utilizar para idear un plan de tratamiento correcto.

La exploración primaria consiste en una filosofía de «trate como le gustaría que le trataran». A medida que se identifican problemas peligrosos para la vida, se inicia la asistencia lo antes posible. Aunque se explican de forma escalonada, muchos aspectos de la exploración primaria pueden realizar-

### CUADRO 18-1 Paciente con un traumatismo crítico: tiempo en la escena ≤10 minutos

Presencia de cualquiera de los siguientes trastornos:

1. Vía aérea inadecuada o amenazada.
2. Alteración de la ventilación que se manifiesta en lo siguiente:
  - Frecuencia respiratoria anormalmente rápida o lenta.
  - Hipoxia ( $\text{Spo}_2 < 95\%$  incluso con suplementos de oxígeno).
  - Disnea.
  - Neumotórax abierto o tórax inestable.
  - Sospecha de neumotórax.
3. Hemorragia externa significativa o sospecha de hemorragia interna.
4. Shock, aunque esté compensado.
5. Estado neurológico anormal:
  - Puntuación en GCS  $\leq 13$ .
  - Actividad convulsiva.
  - Deficiencia motora o sensitiva.
6. Traumatismo penetrante en la cabeza, el cuello o el tórax o proximal al codo y la rodilla en las extremidades.
7. Amputación o casi amputación proximal a los dedos de las manos o de los pies.
8. Cualquier traumatismo en presencia de lo siguiente:
  - Trastornos médicos graves (p. ej., coronariopatía, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, trastorno hemorrágico).
  - Edad  $> 55$  años.
  - Hipotermia.
  - Quemaduras.
  - Embarazo.

se de forma simultánea. Durante el transporte, esta evaluación preliminar debe volver a realizarse a intervalos razonables para valorar la eficacia de las intervenciones y descubrir nuevos aspectos.

En los niños, las embarazadas y los ancianos debe considerarse que las lesiones: 1) son más graves de lo que parecen; 2) tienen una influencia sistémica más intensa, y 3) tienen más posibilidades de producir una descompensación rápida. En las embarazadas hay al menos dos pacientes a los que tratar (la madre y el feto) que pueden haber sufrido una lesión sostenida. Los mecanismos compensadores difieren de los de los adultos jóvenes y pueden no revelar anomalías hasta que el paciente tiene una alteración grave.

La exploración primaria también nos ofrece la posibilidad de establecer prioridades terapéuticas al enfrentarnos a numerosos pacientes. Por ejemplo, en un accidente con múltiples víctimas, a aquellos pacientes con problemas graves en las vías aéreas, la ventilación o la perfusión se les trata y traslada antes que a aquellos que sólo tienen un nivel alterado de conciencia.

## 5. Tratar adecuadamente la vía aérea mientras se estabiliza la columna cervical

El manejo de las vías aéreas sigue siendo la principal prioridad en el tratamiento de los pacientes con lesiones críticas. Esto debe lograrse manteniendo la cabeza y el cuello en una posición neutra. Las «maniobras esenciales» del manejo de las vías aéreas deben realizarse con suavidad: limpieza manual de las vías aéreas, maniobras manuales para abrir la vía aérea (tirar de la mandíbula o elevar el mentón del traumatizado), aspiración y uso de cánulas orofaríngeas y nasofaríngeas.

Si se dispone de una formación adecuada, la intubación endotraqueal es la técnica «fundamental» para controlar la vía aérea y debe considerarse en todos los pacientes traumatizados incapaces de proteger su vía aérea, incluidos aquellos con una puntuación en la escala del coma de Glasgow (GCS) inferior a 9, los que requieren concentraciones elevadas de oxígeno para mantener una saturación de oxígeno ( $SpO_2$ ) por encima del 95% o los que precisan ventilación asistida por una menor frecuencia respiratoria o un menor volumen minuto. La intubación también debe considerarse en aquellos pacientes con una posible amenaza para su vía aérea, como un hematoma en expansión en el cuello o signos de quemaduras en las vías aéreas o pulmonares. Tras realizar la intubación endotraqueal, hay que realizar una combinación de evaluaciones clínicas y técnicas, si se puede, para confirmar que el tubo está bien colocado. Tras movilizar a un paciente intubado siempre debe confirmarse la posición del tubo.

Cuando la intubación está indicada pero no se puede realizar, existen varias opciones (véase el algoritmo terapéutico de la vía aérea, pág. 125). Se puede intentar la ventilación utilizando sólo las técnicas esenciales o con una vía de doble luz o una mascarilla laríngea. Si se puede conseguir una ventilación adecuada, pueden hacerse más intentos de intubación utilizando las técnicas retrógrada o digital. Si no puede conseguirse la ventilación, la ventilación transtraqueal percutánea es una opción aceptable.

En la decisión de intentar la intubación deben sopesarse los posibles riesgos y beneficios de la intubación junto a la distancia al centro médico adecuado más cercano. Aunque intubar *in situ* parece tener sentido, no hay pruebas concluyentes de que la intubación endotraqueal reduzca la mortalidad ni la morbilidad de los pacientes traumatizados. *En algunas circunstancias, como cuando se está cerca de un centro médico receptor adecuado, la decisión más prudente puede ser centrarse en las técnicas esenciales de manejo de la vía aérea y trasladar rápidamente al paciente a un centro médico.*

## 6. Apoyar la ventilación y administrar oxígeno para mantener una $SpO_2$ superior al 95%

La evaluación y tratamiento de la ventilación es otro aspecto clave en el tratamiento del paciente con una lesión crítica. La frecuencia respiratoria normal en el adulto es de 12-20 ventilaciones por minuto. Una frecuencia menor interfiere significativamente con la capacidad del cuerpo de oxigenar los hematíes que pasan a través de los capilares pulmonares y eliminar el dióxido de carbono

( $CO_2$ ) producido por los tejidos. Estos pacientes bradipneicos requieren apoyo ventilatorio asistido o total con una mascarilla con válvula y bolsa (MVB) conectada a oxígeno suplementario ( $F_{iO_2} > 0,85$ ). Cuando los pacientes están taquipneicos (frecuencia en adulto  $>20$  ventilaciones por minuto), se debe calcular su ventilación minuto (volumen corriente multiplicado por la frecuencia respiratoria). Cuando nos enfrentamos a un paciente con una reducción significativa de su volumen minuto (ventilaciones rápidas y superficiales), las ventilaciones deben apoyarse con una MVB conectada a oxígeno suplementario ( $F_{iO_2} > 0,85$ ). Si disponemos de él, la monitorización del  $CO_2$  al final del volumen corriente ( $ETCO_2$ ) puede ser útil para estar seguros de administrar un apoyo ventilatorio suficiente. Una reducción brusca de la  $ETCO_2$  puede indicar la salida del tubo endotraqueal o una reducción brusca de la perfusión (hipotensión profunda o parada cardiorrespiratoria).

El oxígeno suplementario se administra a cualquier paciente traumatizado con trastornos obvios o sospechados que pongan en peligro la vida. Si está disponible, la pulsioximetría puede ayudar a ajustar la administración de oxígeno para mantener la  $SpO_2$  por encima del 95%. Si nos preocupa la precisión de la pulsioximetría o si no disponemos de esa técnica, el oxígeno puede administrarse a través de una mascarilla sin reinhalación en un paciente que respira espontáneamente y a través de una MVB conectada a oxígeno suplementario ( $F_{iO_2} > 0,85$ ) en aquellos que reciben apoyo ventilatorio asistido o total.

## 7. Controlar cualquier hemorragia externa significativa

En el paciente traumatizado, una hemorragia externa significativa requiere una atención inmediata. Como la sangre no se puede administrar durante la asistencia prehospitalaria, el control de la hemorragia supone una preocupación esencial para los profesionales prehospitalarios, que tratan de mantener unos hematíes circulantes suficientes; *todos los hematíes tienen importancia*. Las lesiones en las extremidades y las heridas en el cuero cabelludo, como las laceraciones y las avulsiones parciales, pueden acompañarse de una pérdida de sangre que ponga en peligro la vida.

La mayor parte de las hemorragias externas se controlan fácilmente aplicando presión directa en la zona sangrante o, si los recursos son limitados, utilizando un vendaje a presión creado con un conjunto de gasas y una venda elástica. Si la presión directa o el vendaje compresivo no controlan la hemorragia externa en una extremidad, el profesional prehospitalario se podrá plantear la aplicación de un torniquete. Aunque durante muchos años se ha enseñado en los cursos de primeros auxilios y emergencias básicos, las pruebas indican que la elevación de una extremidad o la aplicación de presión sobre los puntos de presión no aporta muchas ventajas sobre la presión convencional o los vendajes compresivos<sup>4</sup>. Los torniquetes se utilizan de rutina en las cirugías, con datos de seguridad excelentes, y pueden salvar vidas en el entorno prehospitalario. Cuando se enfrenta a un paciente con una hemorragia externa de difícil control y espere un transporte prolongado, el profesional puede valorar la aplicación de un fármaco hemostático tóxico.

Cuando observamos a un paciente con un *shock* obvio por una hemorragia externa, deben evitarse las medidas encaminadas a la

reanimación (como la administración de líquidos por vía intravenosa) antes de controlar adecuadamente la hemorragia. *Una reanimación nunca tendrá éxito en una hemorragia externa activa.*

El control de la hemorragia externa y el reconocimiento de una posible hemorragia interna, asociados al traslado rápido al centro hospitalario más próximo, son situaciones en las que los profesionales prehospitalarios pueden conseguir importantes resultados y contribuir a salvar muchas vidas.

## 8. Proporcionar el tratamiento básico del shock, incluidos la recuperación y mantenimiento de la temperatura corporal normal y la colocación de férulas adecuadas en las lesiones osteomusculares

Al final de la exploración primaria, el cuerpo del paciente se descubre para poder buscar con rapidez lesiones adicionales que pongan en peligro la vida. Una vez completado, se debe volver a cubrir al paciente porque la hipotermia podría ser mortal en un paciente con un traumatismo grave. El paciente en shock se encuentra en desventaja por una reducción acentuada de la producción de energía debido a una perfusión tisular inadecuada generalizada. Si no se mantiene la temperatura corporal del paciente, puede aparecer una hipotermia grave. La hipotermia altera profundamente la capacidad del sistema de coagulación de la sangre para mantener la hemostasia. Los coágulos sanguíneos son el resultado de una serie compleja de reacciones enzimáticas que llevan a la formación de una matriz de fibrina que atrapa hematíes y detiene la hemorragia. Estas enzimas actúan en unos límites de temperatura muy estrechos. Una reducción de la temperatura corporal por debajo de 35 °C puede contribuir significativamente a la aparición de una *coagulopatía* (menor capacidad para coagular la sangre). Por tanto, es importante mantener y restaurar la temperatura corporal utilizando mantas y un ambiente cálido dentro de la ambulancia.

Cuando se fractura un hueso largo, a menudo se rompen el músculo y el tejido conjuntivo que lo rodean. Esta lesión tisular, junto a la hemorragia procedente de los extremos de los huesos rotos, puede dar lugar a una hemorragia interna significativa. Esta pérdida de sangre puede ir desde los 500 ml en una fractura de húmero hasta 1 a 2 litros en la fractura de un sólo fémur. Un manejo inadecuado de una extremidad fracturada puede empeorar la lesión tisular y agravar la hemorragia. La inmovilización ayuda a reducir la pérdida de más sangre hacia los tejidos circundantes, lo que ayuda a conservar hematíes circulantes para el transporte de oxígeno. Por esta razón, así como para tratar el dolor, en las extremidades fracturadas deben colocarse férulas.

En un paciente con un traumatismo crítico no hay tiempo para poner una férula en cada fractura. En su lugar, inmovilizar al paciente sobre una tabla larga rígida inmovilizará casi todas las fracturas en una posición anatómica y disminuirá la hemorragia interna. La única posible excepción es una fractura en la mi-

tad de la diáfisis del fémur. Debido al espasmo de los fuertes músculos del muslo, estos se contraen y hacen que los extremos óseos se acabalguen entre sí y lesionen más tejidos. Este tipo de fractura se trata mejor con una férula de tracción si el tiempo permite aplicarla durante el transporte. En la gran mayoría de llamadas por traumatismos donde no se existen trastornos peligrosos para la vida en la exploración primaria, ante cualquier sospecha de lesión de una extremidad debe colocarse una férula.

## 9. Considerar el uso de pantalones neumáticos antishock en pacientes con un shock descompensado (PAS < 90 mm Hg) y sospecha de hemorragias pélvicas, intraperitoneales o retroperitoneales y en pacientes con hipotensión profunda (PAS < 60 mm Hg)

Cuando en un paciente traumatizado en *shock descompensado* sospechamos una hemorragia pélvica, intraperitoneal o retroperitoneal, la aplicación e inflado de un pantalón neumático *anti-shock* (PNAS) puede reducir e incluso taponar hemorragias internas graves. Algunos datos de estudios indican que en pacientes afectados por una hipotensión profunda (presión arterial sistólica, PAS < 60 mm Hg), el uso del PNAS puede ser beneficioso. En los pacientes traumatizados con un mecanismo de lesión importante también puede colocarse un PNAS. El dispositivo se infla después si aparece hipotensión, especialmente si los tiempos de traslado son prolongados (>15-20 minutos). El PNAS es probablemente ineficaz cuando se utiliza sólo como férula de la extremidad inferior. Está contraindicado cuando hay un traumatismo penetrante en el tórax, una evisceración de los órganos abdominales, objetos introducidos en el abdomen o en el embarazo y en pacientes traumatizados con parada cardiorrespiratoria.

## 10. Mantener la estabilización manual de la columna hasta que se inmovilice al paciente en una tabla larga

Cuando contactamos con un paciente traumatizado, se debe estabilizar manualmente la columna cervical y mantenerla hasta que se inmovilice al paciente en una tabla larga o se considere que no tiene indicaciones para la inmovilización vertebral (véase el algoritmo de indicaciones de la inmovilización de la columna, pág. 235). La inmovilización vertebral satisfactoria consiste en inmovilizar desde la cabeza a la pelvis. La inmovilización no debe interferir con la capacidad del paciente de abrir la boca ni con la función respiratoria.

En las víctimas de un traumatismo penetrante, la inmovilización vertebral se realiza si el paciente tiene síntomas neurológicos o se observa una deficiencia motora o sensitiva en la exploración física. En un traumatismo cerrado, la inmovilización vertebral está indicada si el paciente tiene un nivel de conciencia alterado (puntuación GCS < 15); un síntoma neurológico, un dolor a la presión en la columna, una alteración anatómica o una deficiencia motora

sensitiva identificada en la exploración física. Si el paciente ha sufrido un mecanismo de lesión preocupante, la inmovilización vertebral está indicada si tiene signos de intoxicación por alcohol o drogas, una lesión distractora significativa o una incapacidad para comunicarse por la edad o porque hable otra lengua.

## 11. En los pacientes con traumatismos críticos, iniciar el transporte al centro médico adecuado más cercano en los 10 minutos siguientes a la llegada a la escena

Numerosos estudios han demostrado que los retrasos en el traslado de los pacientes traumatizados a los centros médicos receptores adecuados aumenta la mortalidad. Aunque el personal que proporciona la asistencia prehospitalaria ha llegado a ser muy eficiente en la intubación endotraqueal, el apoyo ventilatorio y la administración intravenosa (IV) de líquidos, la mayoría de los pacientes con traumatismos críticos están en *shock* hemorrágico y necesitan dos cosas que no se les puede proporcionar en el medio extrahospitalario: sangre y el control de la hemorragia interna. Como la sangre humana es un producto perecedero, no se puede administrar en el lugar en la mayoría de las circunstancias. La solución de cristaloideos restaura el volumen intravascular, pero no la capacidad de transportar el oxígeno de los hematíes perdidos, y aunque algunos sustitutos hemáticos se han mostrado prometedores en los primeros estudios clínicos, no se ha autorizado el uso de ninguno de ellos en el lugar. De una forma similar, el control de la hemorragia interna casi siempre requiere una intervención quirúrgica urgente que es mejor realizar en un quirófano. La reanimación nunca puede conseguirse en presencia de una hemorragia interna activa. Por tanto, el objetivo del personal que realiza la asistencia prehospitalaria es emplear el menor tiempo posible en la escena.

Esta preocupación por limitar el tiempo en la escena no debe entenderse como un «recoger y correr», sino intentar buscar problemas clave antes de iniciar el traslado. En cambio, el programa PHTLS aconseja una filosofía de «intervención limitada en la escena» centrada en una evaluación rápida dirigida a identificar amenazas para la vida y a realizar intervenciones que *creemos* que van a mejorar el resultado. Ejemplos de ello son el manejo de la vía aérea y de la ventilación, el control de las hemorragias externas y la inmovilización de la columna. No debe gastarse un tiempo precioso en procedimientos que pueden instituirse en ruta hacia el centro médico receptor. Los pacientes con lesiones críticas (véase cuadro 18-1) deben transportarse en los 10 minutos siguientes a la llegada del SEM a la escena: los 10 minutos vitales del período crítico. Las excepciones razonables a estos 10 «minutos vitales» son las situaciones que exigen una extricación prolongada o el tiempo necesario para asegurar una escena insegura, como el que necesita la policía para asegurarse de que el autor del crimen ya no está presente.

El hospital *más cercano* puede no ser el *centro más adecuado* para muchos pacientes traumatizados. A los pacientes que

cumplen ciertos criterios fisiológicos, anatómicos o relacionados con el mecanismo de la lesión les es más útil llegar a centros de atención al trauma, una institución que tiene una experiencia y recursos especiales para tratar los traumatismos. Cada comunidad, mediante un consenso alcanzado entre cirujanos, médicos de urgencia y personal de asistencia prehospitalaria, debe decidir a dónde deben llevarse este tipo de pacientes. Estas decisiones deben incorporarse a los protocolos que designen el mejor centro médico de destino, el centro *adecuado* más cercano. En algunas situaciones es adecuado evitar un centro no traumatológico para alcanzar uno traumatológico. Incluso si esto alarga moderadamente el tiempo de traslado, el tiempo global empleado para conseguir una asistencia definitiva será menor. Lo ideal es que en el medio urbano un paciente con una lesión crítica llegue al centro de atención al trauma antes de pasados 25-30 minutos desde que se produjo la lesión. El hospital también debe trabajar con la misma eficacia continuando la reanimación y, si es necesario, llevando al paciente al quirófano (todo dentro del período crítico) para controlar la hemorragia.

## 12. Iniciar la administración de líquidos calientes por vía intravenosa en el camino al centro médico receptor

El inicio del traslado de un paciente con un traumatismo crítico nunca debe retrasarse sólo para colocar catéteres IV y administrar sueroterapia. Aunque las soluciones cristaloideas restauran el volumen sanguíneo perdido y mejoran la perfusión, no transportan oxígeno. Además, normalizar la presión arterial puede provocar más hemorragias a partir de vasos lesionados que tienen coágulos.

En camino al centro médico receptor se pueden colocar dos catéteres IV de gran calibre e iniciar la infusión de una solución cristaloide calentada (39 °C), preferiblemente de lactato de Ringer. La solución calentada pretende evitar la hipotermia. La reanimación con volumen se debe individualizar en cada situación clínica (véase el algoritmo de reanimación con volumen, pág. 188). En los pacientes adultos con sospecha de hemorragia no controlada torácica, abdominal o retroperitoneal, se ajustará la sueroterapia para mantener una presión arterial media de 60-65 mm Hg (PAS de 80-90 mm Hg). Cuando se sospecha un TCE, se debe buscar una PAS al menos de 90 mmHg. Si la hemorragia está controlada, los pacientes con *shock* de clases II, III o IV deberán recibir 1-2 l de solución cristaloide caliente en embolada. La reanimación con líquidos se ajusta según los signos vitales normales, salvo que el paciente tenga síntomas de *shock* de clase II o IV recidivante, en cuyo caso se deberá ajustar para mantener una PAM de 60-65 mm Hg. Las vías intravenosas y la sueroterapia pueden iniciarse durante la extracción del paciente o mientras se espera la llegada del helicóptero sanitario. Estas situaciones no retrasan el traslado y permiten empezar a restaurar el volumen. Los equipos de reanimación básica deben considerar contar con un servicio de soporte vital avanzado (mediante unidades aéreas o terrestres) cuando se enfrenten a un tiempo de traslado prolongado.

### 13. Conocer los antecedentes médicos del paciente y realizar una exploración secundaria cuando se hayan tratado con éxito o excluido problemas que pongan en peligro la vida

Si se encuentran trastornos que ponen en peligro la vida en la exploración primaria, deben realizarse intervenciones clave y preparar al paciente para el traslado en los 10 minutos vitales. Si, por el contrario, no se identifican trastornos peligrosos para la vida, se realiza una exploración secundaria. Esta es una exploración sistemática de la cabeza a los pies que sirve para identificar todas las lesiones. En este momento se obtiene una anamnesis AMPLE (alergias, medicamentos, enfermedades médicas pasadas, última comida y sucesos previos a la lesión). En los pacientes con un traumatismo crítico se realizará una exploración secundaria si el tiempo lo permite y siempre que se hayan tratado adecuadamente los trastornos que pongan en peligro la vida. En algunas situaciones en que el paciente está cerca de un centro médico receptor adecuado nunca se realiza una exploración secundaria. Este sistema asegura que la atención del personal que proporciona la asistencia prehospitalaria se centre en los problemas más graves (aquellos que pueden provocar la muerte si no se tratan) y no en lesiones de prioridad baja. Se debe volver a evaluar al paciente con frecuencia porque, aunque en principio no presente lesiones que pongan en peligro la vida, después pueden aparecer.

### 14. Sobre todo, no hacer más daño

El principio médico que establece «sobre todo, no hacer más daño» procede del antiguo médico griego Hipócrates. Aplicado a la asistencia prehospitalaria del paciente traumatizado, este principio puede tomar varias formas: obtención de un plan de apoyo para tratar la vía aérea antes de iniciar la secuencia rápida de intubación, proteger al paciente de restos volantes durante su extracción de un vehículo dañado o controlar la hemorragia externa importante antes de iniciar la administración de volumen. La experiencia reciente ha demostrado que el personal que presta asistencia prehospitalaria puede realizar con seguridad muchas de las maniobras vitales que pueden prestarse en un centro de atención al trauma. Pero dicho esto, el asunto no es «¿qué puede hacer este personal por el paciente con un traumatismo crítico?», sino «¿qué debe hacer este personal por el paciente con un traumatismo crítico?».

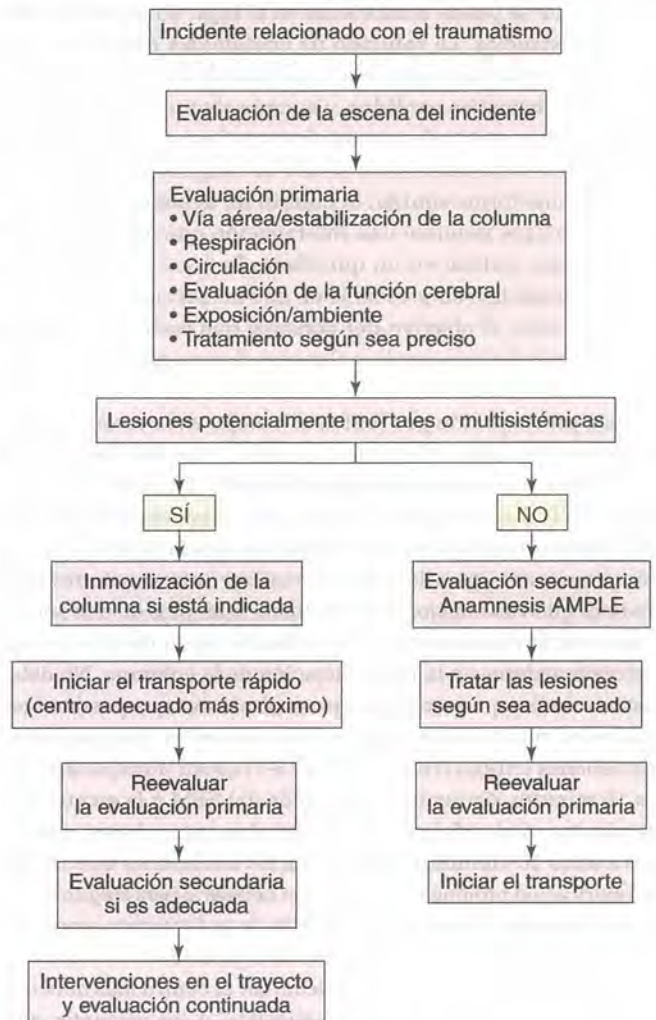
Cuando se asiste a un paciente crítico, el profesional de la asistencia debe preguntarse a sí mismo si sus acciones en la escena y durante el transporte beneficiarán razonablemente al paciente. Si la respuesta a cualquiera de estas preguntas es «no» o «incierto», entonces esas acciones no deben realizarse y debe ponerse énfasis en trasladar al paciente traumatizado al centro adecuado más próximo. Al llegar a la escena, las intervenciones deben limitarse a las que eviten o traten un deterioro fisiológico. La asistencia del trauma debe seguir un grupo dado de prioridades que establezcan un plan de acción eficiente y eficaz basado en el tiempo disponible y en cualquier peligro presente en la esce-

na, si queremos que el paciente sobreviva. La intervención y estabilización adecuadas deben integrarse y coordinarse entre el campo, el departamento de urgencias y el quirófano. Todo el personal sanitario de cualquier nivel asistencial y todas las fases terapéuticas deben estar en armonía con el resto del equipo.

Al comentar el aspecto «no hacer más daño», se debe tener en consideración el daño «económico» además del «físico» en el que se suele pensar. En concreto, los fabricantes introducen de forma regular nuevos medicamentos y dispositivos destinados a reemplazar o mejorar las formas de tratamiento existentes. Es importante plantearse una serie de aspectos antes de aplicar nuevos tratamientos, como:

- ¿Cuáles son las pruebas a favor de su eficacia?
- ¿Es la nueva intervención igual de buena o mejor que las ya existentes?
- ¿Cuál es la comparación entre el coste de la nueva intervención frente a la previa?

Como principio general, se debe contar con pruebas médicas que demuestren que una intervención nueva es al menos



igual de buena que la previa y si es posible mejor antes de poder aceptarla formalmente y aplicarla. Como el coste de la nueva intervención suele ser superior al de la previa, la ausencia de datos sugestivos de superioridad de la nueva intervención aumenta las cargas generadas para el paciente y ocasiona daños «económicos».

Como se comentó en el capítulo 1, los pacientes con lesiones críticas que llegan a un centro de atención al trauma tienen un pronóstico peor cuando los transporta un SEM que un vehículo privado. Un factor significativo que probablemente es responsable de esta mayor mortalidad son las acciones bien intencionadas realizadas por personal de asistencia prehospitalaria que no entendieron que el traumatismo es una enfermedad *quirúrgica*: la mayoría de los pacientes con lesiones críticas requieren

una intervención quirúrgica inmediata para salvar sus vidas. Cualquier cosa que retrase dicha intervención se traduce en mayores hemorragias, más *shock* y finalmente la muerte.

Por supuesto, incluso con la reanimación mejor planificada y ejecutada no se puede salvar a todos los pacientes traumatizados. Pero con la atención puesta en las razones de la muerte traumatólogica precoz puede sobrevivir un porcentaje mayor de pacientes y podrá haber una morbilidad residual menor que sin el beneficio de un tratamiento en el campo correcto y expeditivo. **Se ha demostrado que los principios fundamentales enseñados en el PHTLS (evaluación rápida, intervenciones clave en el campo y traslado rápido al centro médico adecuado más próximo) mejoran los resultados en los pacientes traumatizados con lesiones críticas.**

## RESUMEN

Los puntos siguientes constituyen los principios fundamentales de la asistencia prehospitalaria del trauma:

1. Garantizar la seguridad de los profesionales de la asistencia prehospitalarios y el paciente.
2. Evaluar la situación para determinar la necesidad de recursos adicionales.
3. Identificar la fisiopatología de las lesiones.
4. Utilizar el método de la evaluación primaria para identificar trastornos potencialmente mortales.
5. Proporcionar un manejo adecuado de la vía aérea a la vez que se mantiene la estabilización de la columna cervical.
6. Reforzar la ventilación y el suministro de oxígeno para mantener una  $SpO_2$  mayor del 95%.
7. Controlar cualquier hemorragia externa significativa.
8. Proporcionar el tratamiento básico del *shock*, que comprende restauración y mantenimiento de la temperatura corporal normal y ferulización adecuada de las lesiones osteomusculares.
9. Considerar el uso de los pantalones neumáticos *antishock* en los pacientes con *shock* descompensado ( $PAS < 90$  mm Hg) y sospecha de hemorragia pélvica, intraperitoneal o retroperitoneal y en caso de hipotensión profunda ( $PAS < 60$  mm Hg).
10. Mantener una estabilización manual de la columna hasta que el paciente sea inmovilizado en una tabla espinal larga.
11. En los pacientes traumatizados con lesiones críticas, iniciar el transporte al centro adecuado más próximo en los primeros 10 minutos desde la llegada a la escena del incidente.
12. Iniciar una reposición intravenosa de líquidos calientes en el trayecto hasta el centro receptor.
13. Averiguar los antecedentes médicos del paciente y realizar una evaluación secundaria cuando se hayan descartado o tratado satisfactoriamente los trastornos potencialmente mortales.
14. Por encima de todo, **no causar más daño.**

## Bibliografía

1. Lerner EB, Moscatti RM: The Golden Hour: scientific fact of medical "urban legend"? *Acad Emerg Med* 8:758, 2001.
2. Tsybuliak GN, Pavlenko EP: Cause of death in the early post-traumatic period, *Vestn Khir Im II Grek* 114(5):75, 1975.
3. Stewart RM, Myers JG, Dent DL, et al: 753 Consecutive deaths in a Level 1 trauma center: the argument for injury prevention, *J Trauma* 54:66, 2003.
4. 2005 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation (CPR) and Emergency Cardiovascular Care (ECC) Science with Treatment Recommendations. Part 10. First aid, *Circulation* 112(suppl I):III-115, 2005.

## Objetivos del capítulo

*Al finalizar este capítulo, el lector deberá ser capaz de:*

- ✓ Describir los componentes del ciclo de un desastre.
- ✓ Comentar los errores encontrados con frecuencia en las respuestas ante desastres.
- ✓ Enumerar los componentes de la respuesta médica ante un desastre.
- ✓ Reconocer cómo puede afectar la respuesta al desastre al bienestar psicológico de los profesionales prehospitalarios.



# Manejo de los desastres



## CASO CLÍNICO

Un grupo de hombres con una política en contra del gobierno compraron un camión de combustible y lo convirtieron en una bomba con explosivos desmenuzados. Contenía 1500-2500 kg de explosivos. A última hora de la tarde (hacia las 10 de la noche) del día en que se produjo el ataque, los individuos condujeron tres vehículos, dos coches y el camión bomba, a un aparcamiento adyacente al centro de convenciones. En aquel momento se celebraba un concierto con 3000 asistentes. Una valla de seguridad con cadenas separaba el aparcamiento del centro de convenciones. Los hombres aparcaron el camión cerca de la valla y se marcharon de la zona. La bomba hizo explosión a los 3-4 minutos.

La fuerza de la explosión fue enorme. Causó daños en el centro de convenciones y produjo un enorme cráter en el lugar donde había quedado aparcado el camión de combustible. La explosión se notó en varios kilómetros a la redonda. La evacuación inicial fue realizada por los oficiales de seguridad locales y los «heridos que podían caminar» se desplazaron por su propio pie al hospital local.

**¿Qué preocupaciones acerca de la seguridad deben tener los responsables de la primera respuesta? ¿Qué sistema de clasificación deberían emplear? ¿Quién debería ser elegido como responsable del incidente? ¿Qué nivel de protección personal deberían utilizar los equipos de primera respuesta? ¿Qué características importantes tiene el centro de recepción de heridos? ■**

**A** diferencia de las lesiones específicas de sistema, que tienen un período limitado de presentación, intervención y recuperación, la respuesta y la recuperación tras un desastre es general e incluye aspectos de tipo no sólo médico y psicosocial, sino también la reconstrucción de la salud pública, de la seguridad física y de las infraestructuras y recursos sociológicos.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha definido un desastre como un fenómeno ecológico súbito de suficiente magnitud para necesitar apoyos externos. Esta amplia definición trata de incluir conceptos que no se limiten a la respuesta médica, sino que incorporen la respuesta global de toda la comunidad, además de las respuestas sociopolíticas ante un desastre de suficiente gravedad.

Desde una perspectiva médica, la definición se puede centrar más definiendo un desastre como el incidente en el que el número de pacientes que se presentan en un tiempo determinado es tan elevado que los profesionales médicos no pueden atenderlos a todos sin ayuda externa<sup>1</sup>.

Se puede resumir que en la definición de desastre se incluyen dos aspectos esenciales: 1) un desastre es independiente del número concreto de víctimas, y 2) la repercusión supera a los recursos de respuesta médica disponibles.

Los desastres no se ajustan a ninguna regla. No se puede predecir la complejidad, el momento o la localización del siguiente desastre. De forma tradicional los profesionales médicos han tenido la percepción errónea de que todos los desastres son distintos, especialmente los relacionados con actos de terrorismo. Sin embargo, todos ellos, sea cual sea su etiología, comparten unas consecuencias médicas y sobre la salud pública. Los desastres se diferencian en el grado de cumplimiento de estas consecuencias y en el grado de alteración de las infraestructuras médicas y de salud pública que ocasionan.

El principio clave de la asistencia médica de los desastres es hacer el mayor bien posible al máximo número de pacientes,

mientras que el objetivo del cuidado médico convencional es hacer el mayor bien posible al paciente concreto.

Los desastres naturales, los provocados por el hombre y los derivados de actos terroristas representan todo el espectro de posibles amenazas por desastres. Las armas de destrucción masiva, que ocasionan un tremendo número de heridos y causan «contaminación ambiental», pueden ser el mayor reto de todos (véase capítulo 20).

Una aproximación constante a los desastres, que se basa en la comprensión de las características comunes y de la experiencia externa necesaria, se está convirtiendo en la práctica más aceptada en todo el mundo. Esta estrategia se denomina *respuesta ante una gran catástrofe* (GC). La respuesta ante una GC tiene como objetivo principal reducir la morbilidad (lesiones, enfermedades) y la mortalidad (fallecimientos) por el desastre. Todos los profesionales responsables de la respuesta médica deben incorporar los principios clave de la respuesta ante un GC en su formación, dada la complejidad de los desastres actuales (figura 19-1).

## El ciclo de los desastres

Noji<sup>1</sup> y otros autores han definido un patrón teórico en el cual se puede dividir la secuencia de acontecimientos en un desastre para su análisis. Este patrón permite aprender el proceso de estos tipos de acontecimientos y también desarrollar el proceso de respuesta<sup>2,3</sup>. Se han identificado las cinco fases siguientes:

1. El *nivel de quiescencia* o período entre desastres, que se corresponde con el tiempo durante el cual se debe proceder a valorar los riesgos y planificar, analizar y aplicar las posibles respuestas ante estas situaciones.



**FIGURA 19-1** Actuación ante un incidente masivo en la Zona Cero, World Trade Center, Nueva York, 2001.

2. La siguiente fase es la *prodrómica* o de advertencia. En este momento se habrá identificado un acontecimiento específico, que va a suceder de forma inevitable. Podría tratarse de un fenómeno climatológico natural (p. ej., un huracán o desprendimiento de tierra inminentes) o la aparición activa de una situación hostil y potencialmente violenta. Durante este período se deben adoptar los pasos para mitigar los efectos de los acontecimientos que se avecinan. Estas maniobras defensivas pueden incluir acciones como reforzar las estructuras físicas, iniciar planes de evacuación y movilizar los recursos de salud pública para organizar una respuesta posterior a los episodios.
3. La tercera fase es la de *impacto* o presentación del acontecimiento en la realidad. Durante este período, a menudo poco se puede hacer para modificar las consecuencias de lo que sucede.
4. La cuarta fase es la de *rescate*, que es el momento que sigue inmediatamente al acontecimiento y durante el cual se produce la respuesta, el tratamiento y las intervenciones adecuadas que puedan salvar vidas. La habilidad de los equipos de primera respuesta, de los servicios de rescate y de los servicios de apoyo médicos contribuirá a aumentar al máximo la supervivencia tras el acontecimiento.
5. La quinta fase es la de *recuperación*, o reconstrucción, que valora los recursos de la comunidad que se pueden utilizar y surgir a partir de los efectos del desastre gracias a los efectos coordinados de las infraestructuras médicas, de salud pública y comunitarias (físicas y políticas). Este período es con gran diferencia el más prolongado, que puede durar meses e incluso años, antes de que se produzca una recuperación completa de la comunidad.

Comprender el ciclo de un desastre permitirá al profesional prehospitalario valorar el informe de acciones tras el acontecimiento y valorar las responsabilidades y respuestas propias además de las de los demás, determinar la eficiencia y eficacia de la respuesta e identificar aspectos de mejora futuros.

## Control de una gran catástrofe

Las grandes catástrofes (GC) son acontecimientos que producen un número de lesionados suficiente para sobrepasar las capacidades de los servicios médicos y de salud pública de la comunidad afectada. La gravedad y diversidad de las lesiones, además del número de víctimas, serán los principales factores a la hora de determinar si se necesitan recursos y ayudas externos a la comunidad afectada para controlar una GC.

Los complejos desastres actuales, sobre todo los que implican actos terroristas o uso de armas de destrucción masiva (biológicas, nucleares o químicas), pueden generar un entorno austero. Un *entorno austero* es la situación en la cual los recursos, medios de transporte y otros aspectos de la situación física, política, social o económica imponen graves limitaciones a la disponibilidad y adecuación de la asistencia inmediata de la población que la necesita.

Las preocupaciones médicas relacionadas con las GC incluyen cuatro elementos:

- Búsqueda y rescate.
- Clasificación y estabilización inicial.
- Asistencia médica definitiva.
- Evacuación.

Las preocupaciones de salud pública relacionadas con las GC incluyen las siguientes:

- Agua.
- Alimentos.
- Cobijo.
- Medidas sanitarias.
- Seguridad.
- Transporte.
- Comunicación.
- Enfermedades endémicas y epidémicas.

Las actividades de respuesta frente a un desastre médica y de salud pública se coordinan mediante una estructura organizativa, el sistema de mando del incidente.

## Sistema de mando del incidente

Muchas organizaciones distintas participan en la respuesta ante un desastre. El sistema de mando del incidente (SMI) se creó para que distintos tipos de agencias y múltiples jurisdicciones dentro de la misma (bomberos, policía, servicios de emergencias médicas [SEM]) puedan trabajar juntos de forma eficaz con una estructura organizativa común y un lenguaje único para dar respuesta a un desastre (figura 19-2) (véase capítulo 4).

Desde una perspectiva médica, existen unos principios importantes del SMI que ayudarán en la respuesta ante una GC, como:



**FIGURA 19-2** El sistema de mando del incidente (SMI) permite la integración de las unidades de policía, bomberos y SEM que acuden a atender un desastre.

1. El SMI debe ponerse en marcha pronto, antes de que el incidente quede fuera de control.
2. Los responsables de la respuesta médica y de salud pública, que acostumbran a trabajar de forma independiente, deben aplicar la estructura de SMI para dar mejor respuesta a una GC.

## Errores frecuentes en la respuesta ante un desastre

Numerosos estudios realizados tras una GC importante han identificado algunas limitaciones constantes en la respuesta médica ante estas situaciones. La identificación de estas deficiencias se ha conseguido gracias a una situación real y tras la valoración posterior de la respuesta y del riesgo, la vulnerabilidad y la necesidad de la comunidad afectada según ordena el gobierno de EE. UU. para poder dotarlos de más financiación y mejorar la infraestructura de asistencia ante una catástrofe.

### Comunicaciones

Muchos acontecimientos han demostrado que la falta de un sistema de comunicación unificado limita de forma significativa la capacidad de organizar una respuesta coordinada ante una GC. Los sistemas de comunicación individuales resultan eficaces, pero confiar en un solo sistema de comunicación está condenado al fracaso. El uso de teléfonos móviles resultó imposible cuando el centro de comunicación localizado en el *World Trade Center* dejó de existir. Además, la incapacidad de comunicarse de la policía, los bomberos y los SEM entre sí por distintas tecnologías de radio o frecuencias de emisión es otra deficiencia im-

portante, que reduce la capacidad de dar respuesta eficaz a una GC. La redundancia del sistema tiene vital importancia, independientemente de la fuente de comunicación primaria elegida. Todos los sistemas de comunicación tienen cierto grado de vulnerabilidad, incluidas las líneas terrestres, los sistemas de teléfono convencionales, los teléfonos móviles, los sistemas de teléfono por satélites, las radios VHF o las frecuencias de 800 MHz. Resultan esenciales dos principios:

1. Disponer de un sistema de comunicación unificado al cual pueden acceder todos los responsables comunitarios de la respuesta.
2. Redundancia del sistema, de forma que si una forma de comunicación falla o queda inhabilitada, se pueda emplear otra de forma eficaz como reserva.

## Seguridad de la escena

La seguridad de la escena es un problema cada vez más importante en las GC. La seguridad es importante por:

1. Proteger a los equipos de respuesta frente a un segundo ataque que puede aumentar las víctimas.
2. Permitir el acceso y la salida de los trabajadores de los equipos de rescate y de las víctimas sin ser molestados por los curiosos que miran el desastre.
3. Proteger y ayudar a asegurar la escena y el mantenimiento de las pruebas físicas.

La seguridad de la escena se convierte en un reto significativo durante un desastre porque, por definición, todos los recursos están aprovechándose al máximo de sus posibilidades en situación límite. La coordinación con los responsables de las fuerzas del orden locales resulta esencial para que los profesionales prehospitalarios y los médicos tengan garantizada la seguridad.

## Ayuda no solicitada

En muchas GC las agencias de seguridad pública y los SEM de comunidades vecinas e incluso lejanas acuden al lugar sin que se les solicite de forma oficial desde la jurisdicción afectada. Esta ayuda no solicitada, aunque tenga una buena intención, a menudo sólo sirve para complicar las cosas y confundir una situación caótica todavía más. Las comunicaciones entre las agencias se dificultan todavía más por la falta de compatibilidad de los sistemas de radio y con frecuencia resulta imposible coordinar los esfuerzos de rescate por la falta de participación en la estructura de mando del incidente. Idealmente las agencias de seguridad pública y los SEM sólo deberían responder acudiendo al lugar del desastre si se les solicita de forma específica que lo hagan por parte de los responsables de la jurisdicción afectada y el jefe del incidente.

## Recursos materiales y equipos

La mayor parte de los municipios cuentan con planes para la utilización rutinaria de recursos materiales y realizan las com-

pras según estos planes. Un acontecimiento de gran magnitud agotará estos recursos con rapidez. Resulta fundamental contar con un plan para reponer estos recursos de cara a mantener la misión de tratar a las víctimas. Los recursos deben estar disponibles en el momento preciso y se deben poner en marcha los mecanismos adecuados para su distribución. En estos planes no deben estar implicados los responsables de la asistencia sobre el terreno, que ya estarán trabajando al máximo de sus posibilidades. También se debe contar con un plan para la reposición de los fármacos. En las comunidades que reciben los fondos del *Metropolitan Medical Response System* (MMRS), se están comprando o se han comprado ya reservas comunitarias para prepararse ante acontecimientos de este tipo (véase comentario posterior).

## Medios de comunicación

Los medios de comunicación se suelen considerar negativos para el proceso físico y operativo de respuesta ante un desastre. Sin embargo, se anima a las comunidades a asociarse con los medios de comunicación, porque pueden servir de ayuda durante la respuesta al desastre. Los medios de comunicación pueden facilitar la transmisión de información precisa y adecuada a la población, darles instrucciones sobre cómo deben responder para garantizar su seguridad personal y orientarles sobre cómo obtener información acerca de sus familiares o la forma de reunirse con ellos, además de permitir la comunicación de cualquier información necesaria. Es inevitable que los medios transmitan la información al público y como profesionales de respuesta ante la catástrofe, el personal de asistencia sanitaria prehospitalaria tiene la responsabilidad de ayudarlos para que transmitan la información exacta y que ayude al proceso de respuesta.

## Preparación

Como responsables de respuesta en una comunidad, los profesionales prehospitalarios deben estar preparados para la devastación que tiene lugar en una gran catástrofe y también planificar este tipo de situaciones mediante diversos medios. Aunque sea un método de preparación, el simulacro no valora de forma real la capacidad de realizar las actividades y de conseguir disponer de recursos y personal en la escena de forma eficiente y puntual. Los centros médicos deben realizar también simulacros realistas de desastres en los que se traigan víctimas tras un proceso de respuesta médica al hospital para poder valorar de forma fiable su capacidad de respuesta médica, quirúrgica y de cuidados críticos. La capacidad de respuesta quirúrgica y de contar con un gran número de camas y equipos de otros tipos para las víctimas debe ser bien conocida por parte de la comunidad sanitaria.

Por desgracia, pocos centros han analizado su capacidad de respuesta quirúrgica en tiempo real y se fían de los simulacros para medirla. La única forma de valorar el verdadero grado de preparación de la comunidad frente a una GC es mediante un simulacro en el cual se incorporen víctimas de la escena al pro-

ceso médico, incluido el ingreso y el alta hospitalaria (véase Educación y entrenamiento en catástrofes).

## Respuesta médica ante los desastres

Se deben poner en marcha varias acciones para responder de forma eficaz ante una GC.

### Respuesta inicial

El primer paso es la notificación y activación del sistema de respuesta del SEM. Esto suelen realizarlo testigos del acontecimiento, que llaman al sistema de emergencias local para buscar respuesta por parte de la policía, los bomberos o los servicios de emergencias médicas.

Los primeros equipos de respuesta médica que acuden al lugar tienen que realizar una serie importante de funciones; es interesante recordar que entre ellas *no* se incluyen la identificación y tratamiento de los pacientes con lesiones más críticas. Antes de empezar la asistencia médica, el personal médico debería valorar toda la situación global. El objetivo de esta valoración es determinar el número posible de lesionados, decidir qué recursos médicos adicionales se necesitan y valorar si se precisan equipos o personal especializados, como por ejemplo equipos de búsqueda y rescate.

Tras completar esta valoración, el siguiente paso es comunicar el resultado a la central de llamadas, para que puedan buscar y enviar los recursos necesarios. Después, el personal médico deberá identificar lugares adecuados para realizar la clasificación y ordenar las ambulancias. El personal y los equipos que vengán no deberán impedir el acceso y las evacuaciones rápidas cuando sean precisos.

Además de realizar una respuesta médico en la escena del desastre, es muy importante que el SEM que responde avise a los hospitales receptores de la comunidad para que puedan activar sus planes de desastre y prepararse para recibir a los heridos.

### Búsqueda y rescate

En este momento se puede empezar el proceso de asistencia del paciente sobre el terreno. En general se empieza con un esfuerzo de búsqueda y rescate para identificar y evacuar a los heridos (figura 19-3). La población local próxima al lugar del desastre suele ser el primer recurso de búsqueda y rescate disponible y pueden haber empezado ya a buscar víctimas. La experiencia ha demostrado que la comunidad local responde ante un desastre y suele empezar el proceso de ayuda a las víctimas. Además, muchos países y comunidades han creado equipos especializados de búsqueda y rescate como parte integral de sus planes nacionales o locales para desastres. Los miembros de estos equipos reciben entrenamiento especializado para trabajar en «espacios



**FIGURA 19-3** Búsqueda y rescate, huracán Katrina, 2005.

cerrados» y se activan según necesidad ante un acontecimiento determinado. Estos equipos suelen incluir:

- Un grupo de especialistas médicos.
- Técnicos especialistas con conocimientos sobre materiales peligrosos, ingeniería de estructuras, operaciones con equipos pesados y métodos de búsqueda y rescate técnicos (p. ej., equipos para escuchas, cámaras a distancia).
- Perros entrenados y sus entrenadores.

Las compañías de construcción locales pueden aportar una ayuda valiosa para la búsqueda y rescate mediante la dotación de equipos, herramientas y planchas de madera que pueden ser utilizadas en la escena del desastre para la retirada de escombros pesados.

## Clasificación (*triage*)

Conforme se identifican y evacúan pacientes, se van llevando al lugar de clasificación en el cual se les valora y asigna una categoría de clasificación (figura 19-4). Para aludir a la clasificación de los pacientes se emplea también el término francés *triage*, que significa seleccionar. Desde una perspectiva médica la clasificación consiste en dividir a los heridos según la gravedad de sus lesiones. Esto sirve para priorizar las necesidades de asistencia médica y traslado al hospital de cada enfermo.

La clasificación es una de las misiones más importantes de cualquier equipo de asistencia médica en un desastre. Como se comentó antes, los objetivos de la clasificación convencional en situaciones no desastrosas es hacer el máximo bien a cada paciente concreto. Sin embargo, en un desastre el objetivo será hacer el máximo bien al mayor número de personas posible. La clasificación sobre el terreno en situaciones de desastre debe ser controlada por un responsable formado. El *oficial de clasificación* debería tener una amplia experiencia clínica en la valoración y tratamiento de lesiones sobre el terreno. Este requisito lo suelen cumplir los paramédicos con experiencia sobre el terreno,



**FIGURA 19-4** Clasificación y estabilización inicial, huracán Katrina, Louisiana, 2005.

aunque también un médico formado y con experiencia sobre el terreno puede tener esta capacidad<sup>4,5</sup>.

Existen distintos métodos para valorar y asignar una categoría de clasificación. Un método frecuente es valorar las lesiones anatómicas y asignar una prioridad de asistencia médica y traslado según la gravedad de las mismas y la probabilidad de que se necesite una intervención quirúrgica. Otro método es realizar una valoración fisiológica y del estado mental rápida. Este proceso se denomina algoritmo de clasificación START (clasificación sencilla y tratamiento rápido). En este sistema se valora el estado respiratorio, de la perfusión y mental del paciente para priorizar la necesidad de traslado inicial a un centro de asistencia definitivo<sup>5,6</sup> (véase capítulo 4).

Independientemente del método de clasificación utilizado, todos estos sistemas acaban clasificando (en general) a los enfermos en una de (en general) cuatro categorías de gravedad de las lesiones. Los pacientes de máxima prioridad son los que tienen lesiones críticas, pero que tienen opciones de sobrevivir, que se suelen considerar prioridad de *clase I* y se codifican en color *rojo*. Los pacientes de *clase II* con código *amarillo* tienen lesiones moderadas. Los pacientes con lesiones leves, que se suelen llamar también «heridos que caminan», se clasifican como víctimas de *clase III* y se codifican en color *verde*. Los pacientes que han muerto en la escena o cuyas lesiones son tan graves que la muerte es inminente se clasifican como «muerte» o «expectante», respectivamente, y se consideran de *clase IV* y codifican en color *negro*. Todos estos códigos de colores se refieren al uso de «etiquetas para desastres», que se utilizan sobre el terreno y se ponen a los pacientes tras su clasificación. Este código de colores permite conocer de forma visual e inmediata la categoría de cada paciente.

Es importante que todo el personal de clasificación recuerde que deben evitar la tentación de abandonar su misión para empezar a tratar a los pacientes críticos que se encuentren. Como se comentó antes, el principio básico de la asistencia de una GC es hacer el máximo bien al mayor número de personas posibles. En esta fase de clasificación inicial las intervenciones médicas

se limitan a las acciones que se realizan con facilidad y rapidez, sin costar mucho esfuerzo. Esto determina que en general sólo se pueda proceder a la apertura manual de la vía aérea o al control de una hemorragia externa. Otras intervenciones, como la ventilación con mascarilla-bolsa y la compresión torácica cerrada, exigen el uso de más personal y no se deben realizar.

Tras clasificar a los pacientes, se les reúne en función de la prioridad de clasificación. Es especialmente importante agrupar a todos los enfermos de clase I o categoría «roja» y también a los de clase II («amarillo») y III («verde»). Los lugares de recogida de los heridos deben estar suficientemente cerca del lugar del desastre para poder realizar un tratamiento rápido, pero lo bastante lejos para resultar seguros. Entre las características importantes destacan las siguientes:

- Proximidad al lugar del desastre.
- Seguridad ante los riesgos y localización en la dirección contraria a la que sopla el viento cuando exista contaminación ambiental.
- Protección frente a las condiciones climatológicas.
- Fácil visibilidad para las víctimas del desastre.
- Vías de salida adecuadas para la evacuación por tierra o aire.

Conforme vayan llegando más recursos y personal médico al lugar, se realizarán las intervenciones médicas según la prioridad de clasificación. Por último, cuando se disponga de sistemas de transporte se procederá al traslado de los pacientes para recibir tratamiento definitivo, de nuevo según su prioridad de clasificación (figura 19-5). Un profesional prehospitalario nunca debe retener a un paciente en situación crítica para realizar tratamiento sobre el terreno si puede trasladarlo (figura 19-6). Las intervenciones médicas necesarias se deberían realizar durante el traslado al centro de asistencia definitiva.

Cuando existen lesiones visibles en los pacientes críticos, el personal de emergencia suele sentir la tendencia de considerar que estos enfermos deben ser los primeros que se traten y trasladen, dejando a un lado el proceso de clasificación. Esta tendencia se debe evitar porque las lesiones con riesgo vital deben ser tratadas las primeras y se busca conseguir la mejor asistencia para el mayor número posible de víctimas. Sin embargo, en algunas circunstancias puede obviarse el proceso de clasificación. Entre ellas destaca: 1) existencia de riesgos, como si el tiempo es malo; 2) oscuridad inminente, sin opciones de iluminación; 3) riesgo mantenido de que se produzcan lesiones por acontecimientos naturales o innaturales; 4) falta de sitio o de oficial responsable para la clasificación, y 5) cualquier situación táctica en la que el lugar está controlado por las fuerzas de orden público y las víctimas son trasladadas con rapidez desde el lugar del acontecimiento al centro de tratamiento<sup>6,7</sup>.

## Transporte

Otro aspecto importante a la hora de responder con eficacia ante una GC es el proceso de toma de decisiones sobre el destino del paciente cuando se le traslada. Los acontecimientos recientes han demostrado que los heridos con lesiones que no ponen



**FIGURA 19-5** Asistencia médica definitiva. Hospital de campaña de EE. UU., Bam, terremoto de Irán, 2005.



**FIGURA 19-6** Interior de un avión de transporte militar reconvertido en lugar de evacuación médica con camillas para pacientes.

en riesgo la vida suelen abandonar el lugar con cualquier medio de transporte disponible y se arreglan por ellos mismos para acudir al hospital. Esto determina que muchos «heridos que caminan» lleguen al hospital más cercano al lugar del desastre. De hecho un 70%-80% de los heridos llegan al hospital sin necesidad de transporte en ambulancia del SEM.

Los SEM deben comprender que el hospital más cercano al lugar del desastre puede estar colapsado por estos heridos antes de que llegue la primera ambulancia de traslado. Antes de llevar a un paciente al hospital más cercano, se debe llamar para confirmar en qué situación se encuentran la urgencia y la capacidad de aceptar y tratar a las víctimas que van en la ambulancia. Si el hospital más próximo está colapsado, el SEM debería trasladar a los heridos a centros más lejanos, si es posible. Aunque se tarde más en el traslado, la asistencia del enfermo no se verá dificultada por la presencia de muchos otros heridos. La dispersión de los heridos a múltiples centros mejorará la capacidad de todos ellos de atender a los enfermos de forma óptima.



**FIGURA 19-7** Imagen aérea de la devastación producida por el supertifón Pongsona, Guam, 2002.

### Equipos de asistencia médica

Si el desastre tiene una magnitud tal que se necesitan recursos externos del gobierno federal o estatal, otros equipos médicos estarán disponibles en otros municipios (figura 19-7). Como consecuencia del *Metropolitan Medical Response System*, se han creado equipos MMRS de respuesta en muchas ciudades. Estos equipos de respuesta incluyen expertos médicos en medicina de urgencias, cirugía traumatológica y otras especialidades quirúrgicas. Estos equipos pueden responder con los recursos que han adquirido con fondos federales y estatales. Estos equipos se pueden utilizar para aumentar o reforzar los centros médicos y las unidades médicas móviles establecidas para cubrir las posibles víctimas que se puedan producir.

A mayor escala, el gobierno de EE. UU. tiene capacidad de movilizar equipos de asistencia médica en desastres a través del *National Disaster Medical System*. Estos equipos pueden realizar asistencia sobre el terreno y también crear unas unidades médicas móviles capaces de realizar intervenciones quirúrgicas y la asistencia crítica de las víctimas. La solicitud de estos equipos se debe realizar por los canales adecuados a través de las autoridades estatales de control de las emergencias y de la oficina del gobernador a través del gobierno federal a la *Federal Emergency Management Agency* (FEMA), que alberga el programa de respuesta del *National Disaster Medical System*.

### Amenaza del terrorismo y armas de destrucción masiva

El terrorismo puede representar uno de los mayores retos para los responsables de las emergencias en caso de GC. El espectro de amenazas terroristas es ilimitado, desde hombres bomba suicidas, explosivos convencionales o armas militares a armas de destrucción masiva (ADM nucleares, biológicas o químicas). Los ataques terroristas se asocian a la mayor probabilidad de generar gran número de muertos y heridos dentro de las acciones causadas por el hombre.

Los terroristas han demostrado que su ingenio y capacidad no se limitan a la tecnología o armamento tradicionales. Duran-



**FIGURA 19-8** Atentados terroristas con bombas de Madrid, 2004.

te los ataques terroristas del 11 de septiembre de 2001 se utilizaron aviones comerciales llenos de combustible como «bombas volantes», lo que generó la destrucción masiva de vidas y propiedades.

Una de las características propias de la amenaza terrorista, sobre todo cuando se emplean ADM, es que predominarán las lesiones de origen psicógeno. No hace falta que los terroristas maten a muchas personas para conseguir sus objetivos; sólo necesitan generar un ambiente de terror y pánico para superar la infraestructura médica. En el ataque de marzo de 1995 con gas sarín en Tokio 5000 heridos consultaron en los hospitales, de los que menos de 1000 tenían efectos físicos del gas; todos los demás tenían estrés psicológico. Los recientes incidentes con el carbunco en EE. UU. aumentaron también de forma espectacular el número de personas que acudieron a las urgencias con síntomas respiratorios inespecíficos, no relacionados al final con una infección por carbunco real.

Las explosiones y las bombas siguen siendo la causa más frecuente de heridos múltiples en desastres de origen terrorista. La mayor parte de estos ataques con bomba tienen lugar con explosivos relativamente pequeños y su mortalidad es baja. Sin embargo, cuando estos explosivos se colocan de forma estratégica en edificios, tuberías de conducción o vehículos en movimiento, el impacto puede ser muy superior (figura 19-8). La elevada morbimortalidad se relaciona no sólo con la intensidad de la explosión, sino también con las lesiones estructurales que pueden determinar el colapso de los edificios afectados. Una amenaza importante pueden ser los desastres causados por la combinación de explosivos convencionales y armas biológicas, químicas o radiológicas, como una «bomba sucia», que combina explosivos convencionales con material radiactivo.

Las ADM que crean un «entorno sucio» pueden convertirse en el mayor reto en caso de desastre. Los profesionales de emergencias pueden verse incapacitados para trasladar a las víctimas a los hospitales por el peligro de contaminación de



**FIGURA 19-9** Descontaminación de personas afectadas en la «zona templada» por parte del personal que utiliza un equipo de protección personal (EPP) de nivel B.

los centros médicos. Los responsables médicos de la respuesta deberían estar preparados y equipados para realizar la clasificación, no sólo para determinar la magnitud de las lesiones, sino también para decidir el riesgo de contaminación y la necesidad de descontaminación y estabilización inicial. Al mismo tiempo, los profesionales prehospitalarios deben dar los pasos adecuados para protegerse de una posible contaminación.

## Descontaminación

La descontaminación forma parte esencial de todos los desastres en los que están implicados materiales peligrosos o ADM (figura 19-9). Los ataques terroristas, que generan un gran número de pacientes, en los que se implican sustancias desconocidas y que generan grandes números de «personas preocupadas pero que están bien», aumentan de forma importante la posibilidad de heridas contaminadas o con riesgo de estarlo (véase capítulo 20).

## Área de tratamiento

Cuando se responde a un acontecimiento en el que están implicados materiales peligrosos o ADM, es fundamental que la zona de tratamiento se encuentre al menos a 150 m de la zona contaminada, en dirección opuesta a la que sopla el viento.

# Respuesta psicológica a los desastres

Los traumas psicológicos y otras reacciones psicológicas adversas son un efecto secundario frecuente de los desastres naturales o de otros desastres accidentales causados por las personas. En el caso del terrorismo, el objetivo incluye causar dolor, traumas y desequilibrios psicológicos.

## Características de los desastres que afectan a la salud mental

No todos los desastres determinan el mismo grado de impacto psicológico. Las características del desastre que parecen influir más sobre el impacto en la salud mental incluyen:

- Advertencia nula o escasa.
- Amenaza grave para la seguridad personal.
- Efectos sobre la salud posibles desconocidos.
- Duración del acontecimiento no definida.
- Error humano o acto malicioso.
- Simbolismo relacionado con un objetivo terrorista.

## Factores que condicionan la respuesta psicológica

Todas las personas que viven un desastre, tanto si son víctimas como si forman parte de los equipos de respuesta, se ven afectadas por el mismo. Afortunadamente, esto no implica que la mayor parte de estas personas desarrollen un trastorno de su salud mental. Sin embargo, todos los individuos generarán algún tipo de respuesta psicológica o emocional ante el acontecimiento.

Del mismo modo se producen reacciones individuales o colectivas que interaccionan conforme se produce la recuperación de los individuos y las comunidades tras este tipo de acontecimientos extraordinarios.

Los factores que influyen en la respuesta individual ante un desastre incluyen:

- Proximidad física y psicológica al acontecimiento.
- Exposición a situaciones desagradables o grotescas.
- Estado de salud mermado antes o por causa del desastre.
- Magnitud de las pérdidas.
- Antecedentes traumáticos.

Los factores que condicionan la respuesta colectiva ante un trauma de este tipo son:

- Grado de alteración de la comunidad.
- Estabilidad familiar y comunitaria previa al desastre.
- Liderazgo en la comunidad.
- Sensibilidad cultural de los esfuerzos de recuperación.

## Secuelas psicológicas de un desastre

Las respuestas psicológicas tras un desastre son muy variadas, desde respuestas de estrés leves a un *trastorno por estrés post-traumático* (TEPT) completamente desarrollado, depresión mayor o síndrome agudo por estrés.

Aunque muchas personas pueden mostrar signos de estrés psicológico, relativamente pocas (típicamente entre un 15%-25% de las personas implicadas) desarrollarán posteriormente de forma directa un trastorno mental que se pueda diagnosticar.

## Intervenciones

1. En las personas con un trastorno mental diagnosticado, es útil aportar materiales educativos para ayudarles a comprender lo que están viviendo ellos y sus familias.
2. Se debe aportar un breve asesoramiento ante la crisis, seguido de una derivación en caso de estar indicado tratamiento.
3. Cuando se diagnostica un trastorno mental, pueden resultar útiles las intervenciones terapéuticas, incluida la terapia cognitiva-conductual y los fármacos psiquiátricos.

## Estrés del trabajador

Los trabajadores que atienden un desastre se pueden convertir en víctimas secundarias del estrés y otras secuelas psicológicas. Esto puede influir negativamente sobre su funcionamiento durante y después del episodio. También se puede afectar de forma negativa su bienestar personal y sus relaciones familiares y personales.

### Signos de estrés en los trabajadores

Algunos signos frecuentes de estrés en los trabajadores incluyen elementos fisiológicos, emocionales, cognitivos y conductuales.

#### Signos fisiológicos

- Fatiga, incluso después del descanso.
- Náuseas.
- Temblores motores finos.
- Tics.
- Parestesias.
- Vértigo.
- Molestias digestivas.
- Palpitaciones cardíacas.
- Sensación de atragantamiento o asfixia.

#### Signos emocionales

- Ansiedad.
- Irritabilidad.
- Sensación de estar superado.
- Anticipación poco realista de daños a uno mismo o a otras personas.

#### Signos cognitivos

- Pérdida de memoria.
- Dificultad para la toma de decisiones.
- *Anomia* (incapacidad de recordar el nombre de objetos o personas familiares).
- Problemas de concentración y facilidad para distraerse.
- Reducción de la capacidad de atención.
- Dificultades para el cálculo.

#### Signos conductuales

- Insomnio.
- Hipervigilancia.
- Llanto fácil.
- Humor inadecuado.
- Conducta ritual.



**FIGURA 19-10** La fatiga contribuye en gran medida al estrés de los trabajadores.

### Tratamiento del estrés del trabajador sobre el terreno

Las siguientes intervenciones sobre el terreno pueden contribuir a reducir el estrés del trabajador:

- Exposición limitada a estímulos traumáticos.
- Horarios razonables.
- Reposo y sueño adecuados (figura 19-10).
- Dieta razonable.
- Programa regular de ejercicios.
- Tiempo para uno mismo.
- Hablar con otra persona que le entienda.
- Vigilar los signos de estrés.
- Criterios de implicación identificables.

## Educación y entrenamiento para los desastres

El desarrollo y aplicación de una infraestructura formal de educación y entrenamiento mejorará la capacidad de los profesionales prehospitalarios de dar respuesta eficiente a una GC. Estar preparados a nivel formativo y de aprendizaje se consigue mediante diversos sistemas de aprendizaje estructurados o no. Cada uno de ellos tiene sus propias ventajas y desventajas, que se pueden medir por la influencia formativa y el coste comparado. Para conseguir un aprendizaje óptimo con ejercicios formativos es obligado que los ejercicios de entrenamiento interdisciplinares que se realicen se practiquen a menudo para que puedan participar todas las agencias adecuadas y los implicados en la respuesta ante un desastre.

El *aprendizaje independiente* es la base de la preparación para un desastre. Existen múltiples recursos en la bibliografía impresa y en Internet. Los *Centers for Disease Control and Pre-*

vention (CDC), las agencias de salud pública y las fuerzas militares cuentan con herramientas en Internet para el aprendizaje de las personas. Se pueden completar los cursos de forma independiente y con un horario flexible. La limitación de este tipo de formación es que no permite experiencias interactivas de aprendizaje.

El *entrenamiento en grupo* se dirige a equipos de respuesta específicos para conseguir una respuesta ante un desastre. Existen programas de formación ampliamente disponibles, que incluyen el conocimiento acerca de la estructura de mando y la preparación para las ADM. Numerosas organizaciones profesionales y paraprofesionales han desarrollado programas de este tipo y módulos para cubrir su espectro de práctica profesional, que incluye salud pública, medicina de urgencias, cuidados críticos y especialidades médicas y quirúrgicas, además de todos los niveles de asistencia prehospitalaria.

Las *simulaciones* son una opción de aprendizaje que reúne a muchos individuos de distintas formaciones y orígenes, algo esencial para la aplicación de una respuesta ante un desastre. Como se ha comentado antes, estos ejercicios se realizan en dos

variantes específicas: unos simulacros figurados y otros activos sobre el terreno. Los *simulacros figurados* son métodos rentables y muy útiles para valorar y analizar la respuesta ante un desastre. En general se establece *a priori* un punto de partida y una serie de objetivos dirigidos y su orden de culminación. Estos ejercicios simulados permiten la comunicación e interacción en tiempo real entre múltiples agencias y necesitan una dirección en forma de un facilitador que oriente a los participantes durante la valoración objetiva y crítica de los resultados al final del mismo.

Los *simulacros sobre el terreno* son los entrenamientos más realistas, ya que se ejecuta en realidad un plan de respuesta ante un desastre comunitario. Estos ejercicios sobre el terreno permiten la valoración en tiempo real de la capacidad física de cumplir los objetivos establecidos por escrito. En condiciones ideales se deben incluir dentro de ellos el traslado de las víctimas desde el lugar del incidente a través del sistema de respuesta de SEM hasta la unidad de tratamiento médico definitivo. Sin embargo, estos entrenamientos consumen mucho tiempo y tienen un elevado coste.

## RESUMEN

Muchos desastres son consecuencia de acontecimientos climatológicos o geológicos naturales; sin embargo, en ocasiones se deben a actos humanos intencionados o no. Aunque los desastres pueden ser impredecibles, una preparación adecuada puede conseguir que una situación impensable se pueda controlar. Una respuesta adecuada ante un desastre implica a muchos más elementos que los médicos. La aplicación de un sistema de mando del incidente permite la colaboración de muchas agencias en la respuesta ante el desastre. A pesar de que la magnitud y las causas de los desas-

tres pueden ser muy diversas, se han identificado una serie de errores comunes que dificultan el control de estas situaciones, como aspectos de comunicación, seguridad de la escena, ayuda no solicitada y falta de suministros. Los mejores resultados obtenidos durante la respuesta a una GC derivada de amenazas convencionales o no es la creación de un plan de desastres bien diseñado, que haya sido valorado, analizado y criticado para identificar y mejorar los aspectos problemáticos. La respuesta ante un desastre puede pasar una elevada factura psicológica a las personas implicadas.



## RESOLUCIÓN DEL CASO

Tras la explosión, se deben adoptar medidas de precaución para valorar el riesgo de que se trate de una «bomba sucia» con material radiológico, con un contaminante químico o una bomba de «segundo golpe». Se debe utilizar el equipo de protección personal adecuado (EPP) si se detecta contaminación y se deben seguir las precauciones convencionales a la hora de tratar a los pacientes.

El control de la multitud y la contención de los pacientes tienen una importancia decisiva en los incidentes con ADM, tanto para el tratamiento como la protección de las pruebas. El

SMI debería utilizarse para manejar los recursos necesarios para afrontar el incidente. Se debe decidir una zona de reunión para las unidades de respuesta. Los pacientes deberán ser clasificados con cualquiera de los sistemas de clasificación que tenga el SEM. Se determinarán puntos para reunir a los heridos, que se localizarán en áreas estratégicas para poder transportar y evacuar a las víctimas con rapidez.

Además de las necesidades de cuidado del paciente, recuerde que los trabajadores de los equipos de rescate necesitarán hidratación, nutrición y medidas sanitarias durante el rescate. ■

### Bibliografía

1. Noji EK: *The public health consequences of disasters*, New York, 1997, Oxford University Press.
2. Noji EK, Siverston KT: Injury prevention in natural disasters: a theoretical framework, *Disasters* 11:290, 1987.
3. Cuny SC: Introduction to disaster management. Lesson 5. Technologies of disaster management, *Prehosp Disaster Med* 6:372, 1993.
4. Burkle FM, editor: *Disaster medicine: application for the immediate management and triage of civilian and military disaster victims*, New Hyde Park, NY, 1984, Medication Examination Publishing.
5. Burkle FM, Hogan DE, Burstein JL: *Disaster medicine*, Philadelphia, Baltimore, 2002, Lippincott, Williams & Wilkins.
6. Super-G START: a triage training module, Newport Beach, Calif, 1984, Hoag Memorial Hospital Presbyterian.
7. Burkle FM, Newland C, Orebaugh S, et al: Emergency medicine in the Persian Gulf. Part II. Triage methodology lessons learned, *Ann Emerg Med* 23:748, 1994.

## Lecturas recomendadas

- Briggs SM, Brinsfield KH: *Advanced disaster medical response: manual for providers*, Boston, 2003, Harvard Medical International.
- De Boer J, Dubouloz M: *Handbook of disaster medicine, emergency medicine in mass casualty situations*, National Society of Disaster Medicine, Netherlands, 2000, Van der Wees.
- De Boer J, Rutherford WH: Definition and quantification of disaster: introduction of a disaster severity scale, *J Emerg Med* 8:602, 1990.
- Eachempati SR, Flomenbaum N, Barie PS: Biological warfare: current concerns for the health care provider, *J Trauma* 52:179, 2002.
- Emerg Med Clin North Am* 14(2), 1996 (entire issue).
- Feliciano DV, et al: Management of casualties from the bombing at the centennial Olympics, *Am J Surg* 176(6):538, 1998.
- Hirshberg A, Holcomb JB, Mattox KL: Hospital trauma care in multiple-casualty incidents: a critical view, *Ann Emerg Med* 37(6):647, 2001.
- Rutherford WH, De Boer J: The definition and quantification of disaster, *Injury* 15:1, 1983.
- Slater MS, Trunkey DD: Terrorism in America: an evolving threat, *Arch Surg* 132(10):1059, 1997.
- Stein M, Hirshberg A: Medical consequences of terrorism: the conventional weapon threat, *Surg Clin North Am* 79(6):1537, 1999.

## Objetivos del capítulo

---

*Al finalizar este capítulo, el lector deberá ser capaz de:*

- ✓ Comprender las consideraciones esenciales para mitigar un ataque con armas de destrucción masiva (ADM):

- Valoración de la escena
- Mando del incidente
- Equipo de protección personal
- Clasificación de los pacientes
- Principios de la descontaminación

- ✓ Comprender los mecanismos de las lesiones, su valoración y tratamiento, además de las consideraciones sobre el transporte en relación con los tipos específicos de ADM:

- Explosivos
- Agentes incendiarios
- Agentes químicos
- Agentes biológicos
- Agentes radiológicos

- ✓ Saber cómo acceder y emplear recursos para ampliar conocimientos.

## CAPÍTULO 20

# Armas de destrucción masiva

A stylized, high-contrast illustration of a man in a suit, shown from the chest up in profile, facing right. He is holding a globe of the Earth in his left hand. The illustration is rendered in shades of purple, blue, and white against a dark background. The man's suit jacket has a circular emblem on the left lapel. The overall style is graphic and modern.



## CASO CLÍNICO

Usted recibe un aviso para acudir al lugar de una explosión. El responsable del aviso le dice que los testigos refieren haber visto varias explosiones y se desconoce el número de víctimas. Otras agencias de seguridad públicas también han sido llamadas al lugar.

Cuando llega a la terminal de tránsito, observa que es el primer miembro del SEM en la zona. No se ha establecido todavía un mando para el incidente. En la vía se encuentra un tren en llamas, que ha sido el objeto del ataque con explosivos. Docenas de personas corren por los andenes. Muchos le llaman a gritos para que ayude a otros pasajeros que parecen haber quedado atrapados en el tren ardiendo. Otras personas yacen inmóviles sobre el andén.

**¿Qué haría en primer lugar? ¿Cuáles serían sus prioridades a la hora de decidir lo que debe hacer? ¿Cómo atendería a tantas personas? ¿Cómo salvaría a las personas atrapadas en el tren? ■**

La preparación para afrontar un incidente con armas de destrucción masiva (ADM) plantea un reto para los servicios de emergencias médicas (SEM) todos los días. La historia más reciente ha demostrado que estos incidentes pueden suceder en cualquier momento y lugar. El bombardeo de 1993 contra el *World Trade Center* sólo ocasionó seis muertes, aunque hubo 548 heridos y más de 1000 víctimas atendidas por los SEM. Los profesionales también sufrieron lesiones y 105 bomberos resultaron heridos. La explosión sucedida en el *Murrah Federal Building* en Oklahoma City en 1995 causó 168 fallecimientos y 700 heridos conocidos. Un tercio de los pacientes trasladados a un hospital de Oklahoma City fueron transportados por los SEM y se trataba de los más graves, ya que un 64% tuvo que ser ingresado en el hospital, lo que contrasta con el 6% de las víctimas que acudieron por su propio pie a urgencias. Los ataques contra el *World Trade Center* de 2001 determinaron heridas en más de 1100 supervivientes y casi un tercio de ellos llegaron al hospital con los SEM. Los profesionales de los equipos de rescate fueron un 29% de los heridos.

Aunque los explosivos convencionales son la forma de ataque con ADM más frecuente y probable, los sistemas SEM se han visto amenazados con ataques químicos y biológicos. El ataque con gas sarín de Matsumoto, Japón, mató a 7 personas, pero causó lesiones a más de 300. El ataque más conocido con el mismo gas que sucedió en 1995 en el metro de Tokio mató a 12 personas y más de 5000 víctimas buscaron ayuda médica. El departamento de bomberos de Tokio envió a 1364 bomberos a los 16 puntos del metro afectados y 135 de ellos quedaron afectados por una exposición directa o indirecta.

Ninguno de los ataques bioterroristas realizados en EE. UU. ha ocasionado muchas víctimas, pero esto no implica que los servicios de SEM no se hayan preparado para afrontar este tipo de bioterrorismo. Durante 1998 y 1999 casi 6000 personas de todo EE. UU. resultaron afectadas por una serie de cartas con carbunco en más de 200 incidentes. Las cartas que contenían carbunco enviadas en otoño de 2001 causaron sólo 22 casos de carbunco clínico, pero generaron incontables llamadas a los SEM para ocuparse de paquetes o polvos sospechosos. Además, aunque no se trate de un ata-

que bioterrorista, el síndrome de dificultad respiratoria aguda grave (SDRAG) puso en grave compromiso al sistema de SEM de Toronto. Durante la epidemia 526 de sus profesionales paramédicos tuvieron que ser puestos en cuarentena, la inmensa mayoría por la posible exposición sin protección al virus, lo que puso en graves dificultades la capacidad de afrontar la crisis del SEM.

La amenaza de que el SEM pudiera tener que dar respuesta algún día a un ataque con ADM de tipo radiológico está en aumento, con la creciente percepción de que los terroristas podrían hacer explotar una «bomba sucia» que generara lesiones y el pánico por una posible contaminación radiactiva.

## Consideraciones generales

### Evaluación del lugar y sistema de mando para el incidente

La capacidad de los profesionales prehospitalarios de valorar el lugar bien resultará esencial para su seguridad y la de los demás profesionales y asegurará también que el paciente recibe el mejor servicio. Los episodios con ADM plantean retos importantes a los servicios de emergencia responsables de la respuesta. Cuando se produce una detonación con explosivos, pueden aparecer incendios, fugas de material peligroso, riesgos por las líneas eléctricas y peligro por la caída de escombros o hundimiento del edificio. Un miembro de los equipos de rescate falleció por la caída de escombros durante el bombardeo de Oklahoma City<sup>1</sup> y muchos más en el ataque de 2001 al *World Trade Center*. Los ataques con sustancias químicas pueden poner en peligro al profesional de exponerse al agente empleado no sólo por la fuente primaria, o arma, sino también por la contaminación de la piel, ropas y posesiones de las víctimas. Los riesgos biológicos, según la forma de administración, plantean riesgo de lesiones por el propio agente (p. ej., concentración de esporas de carbunco en un aerosol) o

por la transmisión de enfermedades comunicables (p. ej., paciente con viruela). Otro riesgo que comparten los profesionales y los pacientes es la posibilidad de que exista un segundo dispositivo, por ejemplo, una segunda bomba, en el lugar del incidente, que esté preparada para explotar tras la llegada de los equipos de emergencia para tratar de aumentar no sólo el número de víctimas, sino también la confusión y el pánico.

El profesional prehospitalario deberá tener en consideración todos estos factores a la hora de evaluar el lugar y tiene que entender su significado antes de adoptar ninguna acción. Los profesionales prehospitalarios también deben notificar sus observaciones a la cadena de mando para poder realizar los pasos necesarios para montar una respuesta adecuada, aumentar la seguridad de los profesionales y mejorar la asistencia de los enfermos. El *sistema de mando del incidente* (SMI) define la cadena de mando por la cual se produce esta comunicación. El SMI es el modelo para el mando, control y coordinación. Se desarrolló para reducir los errores repetidos en la respuesta a los desastres, entre otros:

1. Terminología no unificada de las agencias responsables de la respuesta.
2. Falta de capacidad de expandirse y contraerse según exigencias de la situación.
3. Comunicaciones no convencionales ni integradas.
4. Falta de planes de acción consolidados.
5. Falta de centros definidos.

El SMI ofrece una estructura de dirección que coordina los recursos disponibles para garantizar una respuesta eficaz. Todos los incidentes, independientemente de su magnitud o complejidad, contarán con un *jefe del incidente*, que puede ser el primer profesional prehospitalario que acude al lugar, hasta que se le sustituya por una autoridad competente (véase capítulo 4). Es fundamental que los profesionales prehospitalarios se familiaricen con el SMI y tengan la opción de practicar su aplicación.

## Equipo de protección personal

En respuesta a incidentes con ADM, se debe plantear el uso de equipo de protección personal (EPP). Las exigencias del EPP pueden ir desde el uniforme habitual diario a un traje totalmente encapsulado con un *aparato de respiración autónoma* (ARA). El EPP está diseñado para proteger a los profesionales prehospitalarios de la exposición a agentes lesivos al aportar grados variables de protección al aparato respiratorio, la piel y otras mucosas. El EPP civil se ha descrito en general con los niveles siguientes:

- **Nivel 1.** Estas ropas son las convencionales para el trabajo (p. ej., uniforme en el caso de los profesionales prehospitalarios) y puede incluir también una bata, guantes y una mascarilla quirúrgica. Este nivel aporta la protección respiratoria y cutánea mínimas.
- **Nivel 2.** El aparato respiratorio se protege mediante un *respirador purificador de aire* (RPA). Este puede ser un respirador purificador de motor (RPAM), que introduce el aire ambiental por un filtro y lo suministra bajo presión positiva a

- una mascarilla facial o tienda o bien un RPA no motorizado, que se basa en que el usuario introduce el aire ambiental a través del filtro al respirar a través de una mascarilla bien ajustada. La protección de la piel es igual que para el nivel B.
- **Nivel 3.** El aparato respiratorio se protege de la misma forma que en la protección de nivel 4 con aire administrado con presión positiva. Las prendas resistentes a sustancias químicas no encapsuladas, incluidos trajes, guantes y botas, que sólo protegen frente a las salpicaduras, protegen a la piel y las mucosas. Se consigue la máxima protección respiratoria, con un menor grado de protección cutánea.
- **Nivel 4.** El aparato respiratorio se protege con un *ARA o ventilador de aire aportado* (VAA) que administra aire al profesional bajo presión positiva. Una barrera resistente a las sustancias químicas que encapsula por completa al usuario protege la piel y las mucosas. Este nivel aporta la máxima protección.

El EPP se elige según los riesgos conocidos del entorno y la proximidad de las amenazas. La proximidad a las amenazas se suele describir con los siguientes términos por zonas:

- La *zona caliente* es la región en la que existe un riesgo inmediato para la salud y la vida. En ella se puede incluir una zona contaminada por un gas peligroso, vapores, aerosoles, líquidos o polvo. Los EPP adecuados para proteger al profesional prehospitalario vienen determinados por las posibles vías de exposición a la sustancia. En esta zona se suele emplear el nivel de protección A.
- La *zona templada* se caracteriza como la región en la que la concentración de la sustancia responsable está limitada. Cuando se trate de un incidente con materiales peligrosos, se definirá como la zona a la cual se traen las víctimas de la zona caliente y se realiza la descontaminación. El profesional prehospitalario siguen teniendo riesgo de exposición a sustancias peligrosas en esta zona cuando regresa desde la zona caliente con víctimas, profesionales de los equipos de respuesta y equipos. Se recomienda emplear un EPP según las posibles vías de exposición a la sustancia.
- La *zona fría* se caracteriza como una zona no contaminada, en la que no existen riesgos de exposición a la sustancia peligrosa y en la que no se necesita un EPP específico.

Es importante destacar que a menudo resulta difícil definir estas zonas de riesgo y que con frecuencia son dinámicas y no estáticas. Los factores que contribuyen a la dinámica de estas zonas incluyen la actividad de las víctimas y los equipos de respuesta y las condiciones ambientales. Salvo que estén incapacitados por completo, las víctimas contaminadas podrían ir andando hacia los profesionales prehospitalarios de la zona caliente o incluso abandonar el lugar por completo, bien como consecuencia del pánico o para buscar ayuda en un centro de atención médica próximo o consultar a su propio médico. Por definición las zonas templadas y frías están diseñadas en contra de la dirección del viento que sopla por la zona caliente, pero si se producen cambios en la dirección del viento, los profe-

sionales prehospitalarios se arriesgarían a sufrir una exposición a materiales peligrosos si no pudieran contar con EPP o retirarse. Se deben anticipar estas posibilidades cuando se planifique o aplique la respuesta a un incidente con ADM.

Se puede concluir que la mejor actitud protectora por parte del profesional prehospitalario siempre será responder con el máximo nivel de protección, el nivel A, independientemente del grado de amenaza. Sin embargo, esta opción no resulta razonable. La protección de nivel A es incómoda y a menudo dificulta la realización de tareas manuales. Además, el usuario tendrá peligro de sufrir estrés por calor y agotamiento físico. También puede dificultar la comunicación entre profesionales y víctimas. Se debe recomendar el uso de EPP adecuados según el nivel de riesgo y las responsabilidades operativas del profesional prehospitalario.

## Clasificación de los pacientes

Los profesionales prehospitalarios pueden tener que atender a un número grande y abrumador de víctimas que necesitarán evaluación y tratamiento tras un incidente con ADM. Todos los SEM deberían identificar y aplicar un mecanismo para realizar la clasificación rápida de las víctimas. El objetivo de esta clasificación es hacer el máximo bien al mayor número posible de víctimas. La clasificación sobre el terreno se basa típicamente en criterios fisiológicos, que asignan a los pacientes a unos grados de gravedad, que identifican a los que necesitan un tratamiento y transporte inmediato a un centro de tratamiento médico urgente<sup>2</sup>. Se han publicado varios criterios de clasificación<sup>3</sup>. El sistema START (clasificación simple y tratamiento rápido) es uno de los más usados. La gravedad del paciente se determina mediante un algoritmo evaluando en primer lugar la capacidad de deambular y después la vía aérea, las respiraciones, la circulación y el estado mental. Los pacientes se suelen asignar a una de cuatro categorías de gravedad. Los pacientes *no urgentes/ambulatorios* («verdes») no presentan lesiones con riesgo para la supervivencia y posiblemente evolucionarían bien si la asistencia se retrasara varias horas o días. Los enfermos *urgentes* («amarillo») tienen lesiones graves, pero es poco probable que se deterioren con un ligero retraso de la asistencia. Los pacientes de *emergencia* («rojos») son críticos y necesitan un tratamiento inmediato. Los enfermos *expectantes* («negros») están muertos o padecen lesiones incompatibles con la vida. En ocasiones se ha empleado una quinta categoría («azul») para los pacientes que necesitan ser descontaminados.

Sea cual sea el sistema de clasificación utilizado, se debe recordar durante las operaciones rutinarias del SEM para mejorar la familiaridad con el mismo y garantizar que los profesionales reconocen estos niveles en todos los niveles de asistencia, incluidos los centros médicos.

## Principios de la descontaminación

Los pacientes y los profesionales prehospitalarios pueden necesitar por igual ser descontaminados tras exponerse a sólidos o líquidos adherentes, que pueden suponer un peligro para los pacientes u otros profesionales sanitarios. Estos individuos deberían someterse a intervenciones de descontaminación sobre el

terreno en una zona definida para la misma. La exposición exclusiva a gases no necesita descontaminación para prevenir la contaminación secundaria.

Las áreas de descontaminación se encuentran típicamente en dirección opuesta al viento y en la parte alta de las regiones afectadas, cuando las condiciones lo permitan.

La descontaminación se realiza en dos etapas, la primera de las cuales implica la retirada de todas las ropas, joyas y calzado, que se deben guardar dentro de una bolsa y marcar para su posterior identificación. Al retirar la ropa se consigue evitar un 70%-90% de la contaminación. Cualquier contaminación sólida debería cepillarse con cuidado del paciente y cualquier contaminación líquida se debería absorber con un papel. El segundo paso implica lavar las superficies cutáneas con agua o agua con un detergente suave para asegurarse de que se eliminan todas las sustancias de la piel de los enfermos. Evite el uso de detergentes fuertes o soluciones con lejía sobre la piel. Causar lesiones químicas o físicas en la piel puede contribuir a un aumento de la absorción del agente lesivo. Para realizar el lavado se debe prestar especial atención a las axilas, ingles, pliegues, nalgas y pies, porque la contaminación se puede acumular en estas zonas y el paciente puede olvidarse de ellas durante sus esfuerzos por limpiarse.

La descontaminación se debería realizar de forma sistemática para evitar que ninguna zona contaminada pase desapercibida. En el caso de los ojos se deberían quitar las lentillas e irrigar las mucosas con una gran cantidad de agua o suero salino, sobre todo en pacientes sintomáticos. Los enfermos que caminan deberían ser capaces de ayudar en su propia descontaminación siguiendo indicaciones de los profesionales prehospitalarios. Los enfermos que no caminan necesitarán de la ayuda de individuos bien preparados para la descontaminación de pacientes en camilla. Una descontaminación expeditiva puede estar justificada por el intento de reducir el tiempo de exposición a distintas sustancias con riesgo vital. Todos los profesionales prehospitalarios deben conocer bien algún procedimiento de descontaminación que se pueda realizar antes de que llegue el equipo de materiales peligrosos formal, para reducir el tiempo de exposición de los pacientes y los profesionales.

Algunos aspectos que se deben considerar son: 1) ofrecer privacidad a los varones y mujeres para desvestirse; 2) disponer de agua templada para la irrigación; 3) aportar un sustituto adecuado a la ropa cuando se complete la descontaminación; 4) asegurar a las víctimas que sus pertenencias están seguras hasta que se adopte una decisión final sobre la posibilidad de devolvérselas o la obligación de destruirlas, y 5) recogida de los líquidos, si resulta práctico.

## Amenazas específicas

### Agentes explosivos

Las explosiones son con gran diferencia la causa más frecuente de lesiones por ataques terroristas. De 93 ataques terroristas que hayan producido más de 30 heridos en el mundo entre 1991 y 2000 un 88% correspondieron a explosiones<sup>4</sup>.

## Tipos de explosivos

Los explosivos se clasifican en *explosivos de alto orden* (EA) y *explosivos de bajo orden* (EB). Como están diseñados para ser detonados y liberar su energía con mucha rapidez, los EA pueden causar una onda expansiva o *fenómeno de hiperpresión*, que puede causar lesiones primarias por estallido. Como los EB liberan su energía de forma mucho más lenta, no pueden ocasionar este tipo de hiperpresión. Ejemplos de EA son TNT, C-4, Semtex, nitroglicerina, dinamita y aceite combustible de nitrato de amonio. Entre los EB destacan las granadas, la pólvora y las bombas basadas en petróleo puro, como los cócteles Molotov<sup>5</sup>.

## Mecanismos de las lesiones

Las lesiones traumáticas tras una explosión se han dividido en tres grupos: lesiones por estallido primarias, secundarias y terciarias<sup>6</sup>.

Las *lesiones por estallido primarias* (LEP) se deben a la onda de choque o hiperpresión generada tras la detonación de un EA. No se debe confundir este mecanismo con el viento generado por una explosión; una *onda de choque* implica un aumento de la presión atmosférica generado por la combustión casi instantánea de un EA. La hiperpresión generada por estas detonaciones puede superar 4 millones de libras por pulgada al cuadrado (psi), lo que contrasta con 14,7 psi de presión ambiental. Después esta onda de choque o presión se disemina desde su lugar de origen y se disipa de forma gradual al alejarse del punto de combustión. Según la proximidad de la víctima al lugar del estallido y también del grado de protección o potenciación de la onda secundarios a la detonación en un espacio cerrado, la víctima podrá sufrir las LEP.

Las LEP afectan a los órganos rellenos de gas, como el intestino, el pulmón y el oído medio. En general los órganos sólidos no se afectan por este fenómeno. Las lesiones de los tejidos se producen en la superficie de contacto entre el gas y el líquido, posiblemente por la rápida compresión del gas dentro del órgano, que determina un colapso violento del mismo, seguido de una expansión igual de rápida y violenta que determina lesiones tisulares. Las lesiones pulmonares se traducen en contusión pulmonar y posiblemente hemo neumotórax, que pueden ser origen de una hipoxemia si el paciente no muere de forma inmediata por las lesiones. Los alvéolos se pueden romper también, lo que provoca una embolia gaseosa arterial, que puede ocasionar complicaciones embólicas cerebrales o cardíacas. Las lesiones intestinales incluyen petequias o hematomas en la pared del intestino e incluso perforación intestinal. La membrana del tímpano se puede romper y en ocasiones se altera la cadena oscilar del oído medio.

Se encuentran datos de LEP en el pulmón principalmente en pacientes que mueren a los pocos minutos de la explosión por las lesiones asociadas; sin embargo, se han descrito también LEP en personas que han sobrevivido a explosiones dentro de espacios cerrados. Se ha asociado a otras lesiones graves e indica una elevada mortalidad entre los supervivientes. Tras una explosión al aire libre ocurrida en Beirut, sólo un 0,6% de los supervivientes tenían datos de LEP y el 11% fallecieron<sup>7</sup>. En una explosión en un sitio cerrado acaecida en Jerusalén, el 38% de los supervivientes mostraron pruebas de LEP y la mortalidad fue aproximadamente de un 9%<sup>8</sup>.

Las *lesiones por explosión secundarias* se deben a los restos volantes y los fragmentos de la bomba. Estos proyectiles forman parte de la propia bomba y pueden ser armas militares diseñadas para fragmentarse o bien elementos improvisados, como clavos, tornillos y tuercas. Las lesiones por explosión secundarias se deben a restos que son transportados por la onda expansiva. Las ondas expansivas asociadas a la fuerza necesaria para generar una sobrepresión capaz de romper un 50% de los tímpanos expuestos (aproximadamente 5 psi) pueden generar durante poco tiempo vientos de 233 m/h. Los vientos asociados a la fuerza necesaria para generar una sobrepresión que produzca una LEP significativa pueden superar los 1337 m/h<sup>6</sup>. Aunque estas ondas tienen una duración corta, pueden propulsar restos con gran fuerza y a gran distancia, que pueden originar lesiones traumáticas abiertas y contusas.

Las *lesiones por estallido terciarias* se deben a que el viento es empujado por la onda expansiva, con el consiguiente desplazamiento y choque contra objetos estacionarios. Esto puede originar todos los tipos de lesiones asociadas a un traumatismo contuso e incluso algunos penetrantes, como el empalamiento.

Otras lesiones traumáticas asociadas a los traumatismos, como las lesiones térmicas, las lesiones por inhalación y las lesiones derivadas de hundimiento de estructuras, se han llamado *lesiones por explosión cuaternarias* (véase capítulo 3)<sup>5</sup>.

## Patrones de las lesiones

El profesional prehospitalario tendrá que afrontar una combinación de lesiones conocidas de tipo penetrante, contuso y térmico y también posiblemente atender algún superviviente de la LEP. El número y el tipo de lesiones dependerán de múltiples factores, como la magnitud de la explosión, su composición, el entorno y la localización y el número de posibles víctimas de riesgo.

Se han descrito varias tasas de mortalidad en distintos tipos de explosiones de bombas. Un estudio que analizó 29 ataques terroristas de este tipo demostró que una de cada 4 víctimas fallecía de forma inmediata por el hundimiento de alguna estructura tras la explosión, una de cada 12 lo hacía de forma inmediata en las explosiones en lugares cerrados y 1 de cada 25 en las explosiones en lugares abiertos<sup>4</sup>. Las lesiones de partes blandas, los traumatismos ortopédicos y el traumatismo craneoencefálico (TEC) son las lesiones predominantes en los supervivientes.

Por ejemplo, un 85% de las 592 personas que sobrevivieron a los ataques con bombas de Oklahoma City sufrieron lesiones de partes blandas (laceraciones, lesiones por pinchazos, abrasiones, contusiones), un 25% tuvieron esguinces, un 14% traumatismos craneoencefálicos, un 10% fracturas/luxaciones, un 10% lesiones oculares (9 rotura del globo) y un 2% quemaduras. La localización más frecuente de las lesiones de partes blandas fueron las extremidades (74%) seguida de cabeza y cuello (48%), cara (45%) y tórax (35%). En 18 supervivientes se encontraron lesiones graves de partes blandas, que incluyeron laceraciones de la arteria carótida y la vena yugular, laceraciones de la arteria facial y poplítea y secciones de nervios, tendones y ligamentos. En 17 supervivientes se encontraron lesiones graves de órganos internos, como rotura parcial del intestino, laceración renal, esplénica o hepática, neumotórax y contusiones pulmonares. De los pacientes que sufrieron fracturas, un 37% las tuvieron

## Lesiones pulmonares por estallido: qué deben saber los profesionales prehospitalarios

Los patrones actuales del terrorismo moderno han aumentado el riesgo de que se produzcan daños por explosiones, a pesar de lo cual pocos sistemas de emergencias médicas (SEM) civiles de EE. UU. disponen de experiencia en el tratamiento de enfermos con lesiones por una explosión. Las lesiones pulmonares por estallido (LPE) plantean retos únicos para la clasificación, diagnóstico y tratamiento y se producen como consecuencia directa de la onda de energía derivada de las detonaciones de explosivos sobre el organismo. Las personas afectadas por una explosión en un sitio cerrado o que estaban cerca de la explosión muestran el máximo riesgo. El diagnóstico de LPE es clínico y se caracteriza por dificultad respiratoria e hipoxia. Sin embargo, en raras ocasiones se puede encontrar una LPE sin lesiones externas evidentes en el tórax.

### PRESENTACIÓN CLÍNICA

- Los síntomas pueden incluir disnea, hemoptisis, tos y dolor torácico.
- Los signos pueden incluir taquipnea, hipoxia, cianosis, apnea, sibilancias, disminución del murmullo vesicular e inestabilidad hemodinámica.
- Las víctimas que sufren quemaduras en más del 10% de su SCT, fracturas craneales o lesiones torácicas o craneoencefálicas penetrantes tienen más probabilidad de sufrir una LPE.
- Pueden desarrollarse hemotórax y neumotórax.
- El desgarro del árbol vascular o pulmonar puede permitir la entrada de aire a la circulación arterial («embolia gaseosa») y esto se traduce en acontecimientos embólicos en el sistema nervioso central, las arterias retinianas o las arterias coronarias.
- Existen típicamente pruebas de lesiones pulmonares por estallido en el momento de la valoración inicial, pero se ha descrito que pueden aparecer a lo largo de las 24-48 horas posteriores a la explosión.
- A menudo existen otras lesiones.

### CONSIDERACIONES PARA EL TRATAMIENTO PREHOSPITALARIO

- La clasificación inicial, la reanimación traumatológica y el traslado del paciente debería seguir protocolos estandarizados para las grandes catástrofes o incidentes con numerosas víctimas.
- Observe la localización del paciente y el ambiente en que se encuentra. Las explosiones en espacios cerrados determina una mayor incidencia de lesiones primarias por estallido, incluidas las pulmonares.
- Todos los pacientes con sospecha o diagnóstico confirmado de LPE deberían recibir suplementos de oxígeno a alto flujo para prevenir la hipoxemia.
  - La inminente afectación de la vía aérea obliga a una intervención inmediata.
  - Si la insuficiencia respiratoria es inminente o se ha producido ya, los pacientes deberían ser intubados; sin embargo, los profesionales prehospitalarios deben ser conscientes de que la ventilación mecánica y la presión positiva pueden incrementar el riesgo de rotura alveolar, neumotórax y embolia gaseosa en los enfermos con LPE.
  - Se debería administrar oxígeno en flujo alto si se sospecha una embolia gaseosa y se debería colocar al enfermo en decúbito prono, lateral semizquierdo o decúbito lateral izquierdo.
- Los datos clínicos favorables o la sospecha de hemotórax o neumotórax obliga a realizar una estrecha vigilancia. Se debe proceder a la descompresión torácica en los pacientes con un neumotórax a tensión según la clínica. Se puede realizar una observación estrecha en todos los pacientes con sospecha de LPE que son transportados por vía aérea.
- Los líquidos se deben administrar con celo, porque una administración excesiva de líquidos en los enfermos con LPE pueden sufrir una sobrecarga de volumen, con empeoramiento de su estado pulmonar.
- Los pacientes con una LPE deberían ser trasladados de forma urgente al centro adecuado más próximo, según el plan de respuesta de la comunidad ante los ataques de masas.

Tomado de los *Centers for Disease Control and Prevention*, Atlanta.

ron múltiples. Un 44% de los enfermos con traumatismo craneal tuvieron que ingresar en el hospital<sup>9</sup>.

### Evaluación y tratamiento

La evaluación y tratamiento general de las víctimas de traumatismos se puede aplicar a la población de pacientes con ADM y se analiza en otros capítulos. Un aspecto especial de esta población de pacientes es el riesgo de LEP. Las lesiones por explosión primaria pueden incrementar el riesgo de que los profesionales prehospitalarios encuentren pacientes con hemoptisis o contusiones pulmonares, neumotórax normales o a tensión e incluso embolias gaseosas arteriales. La posibilidad de presentar traumatismos multisistémicos está aumentada en las víctimas de esta-

llidos de bombas<sup>10</sup>. Los principios del tratamiento son parecidos a los de traumatismos de otro mecanismo.

### Consideraciones para el traslado

Los pacientes que deben ser trasladados deberán ser llevados a un centro médico adecuado para poder realizar la evaluación y el tratamiento correspondientes. Estos pacientes a menudo necesitan de los servicios de un centro de atención al trauma determinado. Los profesionales prehospitalarios deben conocer la epidemiología del traslado de enfermos tras este tipo de incidentes. La llegada de enfermos a un hospital suele seguir una distribución bimodal, de forma que los pacientes que pueden caminar llegan los primeros y los enfermos más graves en situación crí-

tica lo hacen más tarde en ambulancia. Esto se demostró durante el ataque con bombas en Oklahoma City. Los pacientes empezaron a llegar a las urgencias entre 5 y 30 minutos después de la explosión y los enfermos que necesitaron ingreso llegaron más tarde. Además, los hospitales localizados más cerca dentro de la ciudad recibieron a la mayoría de las víctimas, algo que se ha confirmado en otros desastres. Los hospitales vecinos suelen verse sobrepasados por la primera avalancha de pacientes y pueden tener ciertas dificultades para atender a los enfermos críticos que vienen en la segunda oleada de pacientes. En Oklahoma City la máxima velocidad de llegada a la urgencia se produjo a los 60-90 minutos y fue 220 por hora; un 64% de los pacientes acudieron a las urgencias situadas en un radio de 2 km del lugar del incidente. Los profesionales prehospitalarios deben tener en consideración este dato a la hora de decidir donde llevar a los pacientes afectados por la explosión de una bomba<sup>1</sup>.

## Agentes incendiarios

Los agentes incendiarios son propios del ambiente militar y se utilizan en equipos para incendios, vehículos y estructuras. Los tres agentes incendiarios que con más frecuencia se encuentran son magnesio, termita y fósforo blanco. Los tres son muy inflamables y arden a temperaturas extremadamente elevadas.

La *termita* es aluminio y óxido de hierro en polvo, que arde de forma violenta a 1980 °C y libera hierro fundido<sup>11</sup>. El mecanismo primario de las lesiones son quemaduras de espesor parcial o completo. Se debe realizar una evaluación primaria y secundaria y las intervenciones orientadas al tratamiento de las quemaduras. Las heridas de este tipo se pueden irrigar y posteriormente eliminar el agua y las partículas contaminantes.

El *magnesio* es otro metal en forma sólida o de polvo que arde con mucha intensidad. Además de poder producir quemaduras de segundo o tercer grado, el magnesio puede reaccionar con los líquidos tisulares y causar quemaduras por alcalinos. La misma reacción química produce gas hidrógeno, capaz de generar burbujas en la herida o enfisema subcutáneo. La inhalación del polvo de magnesio puede causar síntomas respiratorios, como tos, taquipnea, hipoxia, sibilancias, neumonitis y quemaduras en la vía aérea. Las partículas residuales de magnesio en la herida pueden reaccionar con el agua, por lo que no se recomienda irrigarlas hasta que se puedan debridar las heridas y eliminar las partículas. Si es necesario irrigar por otros motivos, como descontaminación de un material sospechoso, se debe tener cuidado de asegurarse de que las partículas de magnesio son eliminadas o arrastradas lejos de la herida<sup>11</sup>.

El *fósforo blanco* (FB) es un sólido, que arde de forma espontánea cuando entra en contacto con el aire, generando llamas amarillentas y humo blanco. EL FB que entra en contacto con la piel puede ocasionar con rapidez quemaduras de segundo o tercer grados. El FB puede quedar incluido dentro de la piel, impulsado por el estallido de las municiones de FB. La sustancia seguirá ardiendo si la piel se expone al aire. Los profesionales prehospitalarios podrán reducir la probabilidad de combustión de la piel sumergiendo las zonas afectadas en agua o aplicando vendas empapadas en salino sobre las mismas. Los vendajes oleosos o con grasa se evitan en estos casos porque el FB es liposoluble y la aplicación de

este tipo de vendajes puede aumentar el riesgo de toxicidad sistémica. El sulfato de cobre se ha empleado tradicionalmente para neutralizar el FB y facilitar su eliminación porque la reacción genera un compuesto negro, que se reconoce con mayor facilidad sobre la piel. El sulfato de cobre ha caído en desuso porque ocasiona complicaciones, sobre todo hemólisis intravascular<sup>12</sup>.

## Agentes químicos

Muchas situaciones pueden implicar la exposición de los profesionales prehospitalarios a sustancias químicas, como un accidente industrial complejo, un accidente con extravasación del contenido de un tanque de un camión, un accidente militar o un ataque terrorista. El accidente industrial ocurrido en 1984 en la *Union Carbide* de Bhopal, India, y el ataque con gas sarín de Tokio en 1995 son ejemplos de este tipo de incidentes.

## Clasificación de las sustancias químicas

Cianatos

Cianuro de hidrógeno, cloruro de cianógeno

Agentes nerviosos

Tabun (GA), sarín (GB), somán (GD), GFm VX

Tóxicos pulmonares (agentes asfixiantes)

Cloro, fosgeno, difosgeno

Vesicantes (agentes que provocan vesículas)

Mostaza, lewisita

Agentes incapacitantes

BZ

Agentes lacrimógenos (control de las masas)

CN, CS

Agentes inductores del vómito

Adamsite

## Propiedades físicas de los materiales peligrosos

La propiedad física de una sustancia viene afectada por su estructura química, su temperatura y la presión ambiental. Estos factores determinan si la sustancia es un sólido, un líquido o un gas. Comprender el estado físico de un material tiene importancia para los profesionales prehospitalarios porque le da pistas sobre la posible vía de exposición y el riesgo de transmisión y contaminación.

Un *sólido* es un estado de la materia de volumen y forma fijos: un polvo es un sólido. Cuando se calienta hasta el punto de fusión, el sólido se convierte en un *líquido*. Los líquidos que se calientan hasta su punto de ebullición pasan a ser un *gas*. Las partículas sólidas y líquidas se pueden suspender en el aire, igual que una partícula de polvo o un aerosol de líquido. Esto se considera un *aerosol*. El *vapor* es sencillamente un sólido o líquido en estado gaseoso, pero a nivel técnico se esperaría encontrarlo en estado sólido o líquido a la temperatura y presión convencionales, que se corresponden con 0 °C y la presión atmosférica normal (1 ATA, 14,7 psi). Algunos sólidos y líquidos pueden emitir vapores a temperatura ambiente. Cuando los sólidos emiten vapores, evitando el estado líquido, se habla de *sublimación*. La posibilidad de que los sólidos y líquidos se conviertan en vapor a temperatura ambiente se define como *volatilidad* de una sustancia. Las sustancias muy volátiles se convierten con facilidad en gases a temperatura ambiente.

Estas propiedades físicas tienen implicaciones para la contaminación primaria y secundaria y las posibles vías de exposición. La *contaminación primaria* se define como la exposición a la sustancia peligrosa en el lugar de liberación. Por ejemplo, se produce una contaminación primaria, por definición, en la «zona caliente». Los gases (vapores), líquidos, sólidos y aerosoles pueden intervenir en la contaminación primaria. La *contaminación secundaria* se define como la exposición a una sustancia peligrosa después de haber sido alejada de su punto de origen por una víctima, profesional de rescate o pieza del equipo. La contaminación secundaria se produce en la «zona templada». Los sólidos y los líquidos (y en ocasiones los aerosoles) contribuyen en general a esta contaminación secundaria. Los gases (vapores), que provocan lesiones por inhalación de la sustancia, no se depositan en la piel ni contienen sustancias, por lo que no suelen estar implicados en la contaminación secundaria, aunque los vapores pueden quedar atrapados en la ropa. La volatilidad tiene gran importancia en el riesgo de contaminación secundaria. La mayor parte de las sustancias volátiles se consideran «menos persistentes», lo que significa que se vaporizan y es menos probable que produzcan contaminación física mantenida. Las sustancias menos volátiles se consideran «más persistentes». Estas sustancias no se vaporizan o lo hacen con mucha lentitud, de forma que persisten sobre las superficies expuestas durante mucho tiempo, aumentando el riesgo de contaminación secundaria. Por ejemplo, el agente nervioso sarín no es persistente, mientras que VX sí lo es<sup>13</sup>.

### Equipos de protección personal

Los EPP se eligen en función del riesgo de exposición a la sustancia peligrosa. La protección de nivel A incluye la protección respiratoria y cutánea frente a gases (vapores), sólidos, líquidos y aerosoles. Como también aportan aire, los EPP de nivel A resultan adecuados en entornos sin oxígeno. La protección de nivel B es igual a nivel respiratorio a la A, pero sólo protege a la piel de las salpicaduras de líquidos y de sólidos. La protección de nivel C consigue protección respiratoria frente a ciertos vapores y aerosoles y de la piel y frente a las salpicaduras de sólidos y líquidos. El nivel D de protección no supone ninguna protección respiratoria o cutánea especiales frente a los riesgos químicos.

### Evaluación y tratamiento

Tras asegurar el lugar y descontaminar bien a la víctima, el profesional prehospitalario suele encontrarse un enfermo con signos y síntomas de exposición a una sustancia peligrosa, cuya identidad no ha conseguido revelar todavía. Las víctimas de ataques con agentes químicos pueden mostrar signos y síntomas de exposición de: 1) aparato respiratorio, con afectación de la oxigenación y la ventilación; 2) las mucosas, con lesiones oculares y de la vía aérea superior; 3) sistema nervioso, que producen convulsiones y coma; 4) el aparato digestivo, con vómitos o diarrea, y 5) la piel, que produce quemaduras y ampollas.

Los pacientes necesitarán una valoración primaria para determinar qué intervención orientada a salvarles la vida necesitan de forma inmediata. Posteriormente la valoración secundaria permite identificar una constelación de síntomas que pueden orientar sobre la naturaleza de la sustancia peligrosa y sugerir un an-

tídoto específico. Esta constelación de signos y síntomas se ha llamado *toxídrome*. Un toxídrome es la colección de signos y síntomas que sugieren una exposición a determinados tipos de toxinas o sustancias químicas<sup>14</sup>.

El *toxídrome por gases irritantes* cursa con ardor e inflamación de las mucosas, tos y dificultad para respirar. Los responsables pueden ser cloro, fosgeno o amoniaco.

El *toxídrome asfixiante* se debe a la falta de oxígeno celular, que se puede deber a una escasa disponibilidad de oxígeno, como se observa en ambientes con poco oxígeno; a un mal reparto de oxígeno a las células, como en la intoxicación por monóxido de carbono; o a la incapacidad de utilizar el oxígeno a nivel celular, como en la intoxicación por cianuro. Los signos y síntomas incluyen disnea, dolor torácico, arritmias, síncope, convulsiones, coma y muerte.

El *toxídrome colinérgico* se caracteriza por tos, secreciones respiratorias, dificultad respiratoria, náuseas, vómitos, diarrea, sudoración profusa, pupilas puntiformes y posiblemente alteraciones del estado mental, convulsiones y coma. Los pesticidas y los agentes nerviosos pueden producir signos y síntomas colinérgicos.

Los profesionales prehospitalarios suelen comenzar el tratamiento de soporte sin saber la causa de la lesión. Si se identifica bien el responsable o se sospecha por el toxídrome existente, se podrá administrar un tratamiento específico. Las víctimas de cianuro o de agentes nerviosos son ejemplos de pacientes que pueden beneficiarse de un tratamiento específico frente a un compuesto.

### Consideraciones para el traslado

Los pacientes deben ser trasladados a un centro médico adecuado para su valoración y tratamiento. Las comunidades pueden identificar los hospitales que prefieren para tratar las lesiones por sustancias químicas. Estos centros pueden ser más capaces de afrontar estos tratamientos por su formación especializada o por la disponibilidad de unidades de atención crítica y antídotos específicos. Además, se deben aplicar las consideraciones para el traslado descritas en los incidentes por EA y relacionadas con la epidemiología de los traslados. Las urgencias cercanas pueden quedar saturadas por los pacientes capaces de caminar. De los 640 pacientes que fueron a algún hospital tras el ataque con gas sarín de Tokio, 541 llegaron sin ayuda del SEM<sup>15</sup>. Los hospitales más cercanos al lugar del incidente suelen recibir el mayor número de enfermos ambulatorios. Se debe tener en cuenta este factor a la hora de decidir el destino de los heridos que se trasladan con ambulancias.

### Agentes específicos seleccionados<sup>13,16,17</sup>

**Cianatos.** Los profesionales prehospitalarios pueden encontrar cianatos cuando responden a un incendio en el que se estén quemando determinados tipos de plásticos. El cianuro está presente en grandes cantidades en determinados complejos industriales, donde se utiliza para la síntesis química, en electroplacas, en la extracción de minerales, en los colorantes, en la imprenta, en la fotografía y en la agricultura, además de en la fabricación de textiles, papel y plásticos. El cianuro se ha clasificado dentro de los depósitos militares.

El *cianuro de hidrógeno* es un líquido muy volátil, por lo que se suele encontrar en forma de vapor o gas. Es capaz de provo-

car catástrofes con muchas víctimas dentro de espacios cerrados y mal ventilados, cuando se libera en su interior. Aunque este compuesto causa un olor a almendras amargas, no se debe considerar que su presencia es indicador fiable de exposición.

El mecanismo de acción del cianuro es la interrupción del metabolismo o la respiración a nivel celular, que determina con rapidez la muerte celular. Los pacientes que está ventilando tendrán datos de hipoxia acianótica.

Los órganos más afectados incluyen el sistema nervioso central (SNC) y el corazón. Los síntomas de intoxicación leve por cianuro incluyen cefaleas, vértigo, mareo, náuseas, vómitos e irritación de las mucosas. Las intoxicaciones graves por cianuro causan alteración del nivel de conciencia, arritmias, hipotensión y muerte. La muerte se puede producir a los pocos minutos de inhalar este gas.

El tratamiento de soporte es importante e incluye oxígeno a altas concentraciones, corrección de la hipotensión con líquidos o fármacos presores y tratamiento de las convulsiones. Existen antídotos para el cianuro para pacientes con sospecha o seguridad de exposición a este compuesto. La administración de nitrato de amilo inhalado, o mejor nitrato de sodio intravenoso (IV), genera methemoglobinina, que se une al cianuro en la sangre, reduciendo su disponibilidad para ocasionar alteraciones de la respiración celular de la víctima. Después se administra tiosulfato sódico IV para ayudar al organismo a convertir el cianuro en tiocianato, una sustancia que no es lesiva y que se excreta por vía renal.

**Agentes nerviosos.** Los agentes nerviosos se encuentran en los arsenales militares. El uso más reciente en un conflicto militar tuvo lugar en la guerra de Irán-Iraq. Los agentes nerviosos también han sido fabricados por organizaciones terroristas y las liberaciones más conocidas se produjeron en Matsumoto (1994) y Tokio (1995), en Japón. Los pesticidas más habituales (p. ej., malation, Sevin) y algunos fármacos frecuentes (p. ej., fisoestigmina, piridostigmina) comparten propiedades con los agentes nerviosos, provocando efectos clínicos parecidos.

Los agentes nerviosos suelen ser líquidos a temperatura ambiente. El *sarín* es el agente más volátil de este grupo y VX es el menos volátil y sólo se encuentra en forma de líquido oleoso. Las principales formas de intoxicación son mediante la inhalación del vapor y la absorción por la piel. Los agentes nerviosos pueden causar lesiones o matar con dosis muy bajas. Una pequeña gota de VX, el agente nervioso más potente, distribuida de forma regular podría matar a 1000 víctimas. Como estos agentes nerviosos son líquidos, plantean el riesgo de contaminación secundaria a partir de las ropas, la piel u otros objetos.

El mecanismo de acción de los agentes nerviosos es la inhibición de la enzima acetilcolinesterasa. Esta enzima es necesaria para inhibir la acción de acetilcolina. *Acetilcolina* es un neurotransmisor que estimula a los receptores colinérgicos, que están presentes en los músculos lisos y esqueléticos, el SNC y la mayor parte de las glándulas exocrinas (secretoras). Algunos de estos receptores colinérgicos se denominan *muscarínicos* (porque a nivel experimental se estimulan por la muscarina) y se encuentran sobre todo en los músculos lisos y las glándulas. Otros son de tipo *nicotínico* (porque a nivel experimental se estimulan por la nicotina) y se encuentran principalmente en el músculo esquelético. La

constelación de síntomas asociados a los efectos muscarínicos de la toxicidad por agentes nerviosos incluye diarrea, frecuencia urinaria, miosis, bradicardia, broncorrea, broncoespasmo, vómitos, lagrimeo, salivación y sudoración. Los síntomas asociados a la estimulación de los receptores nicotínicos incluyen midriasis, taquicardia, debilidad, hipertensión, hiperglucemia y fasciculaciones. Los efectos sobre el SNC, consecuencia de las acciones sobre ambos receptores, incluyen confusión, convulsiones y coma.

Los efectos clínicos dependen de la dosis y la vía de exposición al agente nervioso, que puede ser inhalatoria o dérmica. Una pequeña exposición al vapor produce principalmente irritación ocular, nasal y de las vías aéreas. Una exposición a una mayor cantidad de vapor puede causar de forma rápida pérdida de conocimiento, convulsiones, apnea y flaccidez muscular. La miosis es el marcador más sensible de exposición al vapor. Los síntomas de la exposición dérmica varían también en función de la dosis, igual que el momento de aparición. Una dosis baja puede no causar síntomas durante varias horas. Puede encontrarse fasciculaciones cutáneas y sudoración local, seguidos de síntomas digestivos, náuseas, vómitos y diarrea. Una dosis dérmica importante producirá síntomas en minutos con efectos similares a una exposición importante al vapor.

Los síntomas clínicos de los agentes nerviosos incluyen rinores, opresión torácica, miosis (las pupilas son puntiformes y el paciente refiere visión borrosa o con sombras), disnea, salivación y sudoración excesivas, náuseas, vómitos, dolores cólicos abdominales, pérdidas involuntarias de orinas y heces, fasciculaciones musculares, confusión, convulsiones, parálisis flácida, coma, insuficiencia respiratoria y muerte.

El tratamiento de la intoxicación por agentes nerviosos incluye la descontaminación, una evaluación primaria, la administración del antídoto y el tratamiento de soporte. La ventilación y oxigenación del paciente pueden resultar difíciles por la broncoconstricción y las abundantes secreciones. El paciente posiblemente necesite aspiraciones frecuentes. Estos síntomas mejoran tras la administración del antídoto. Los tres fármacos empleados para el tratamiento de la intoxicación por agentes nerviosos son atropina, cloruro de pralidoxima y diazepam.

*Atropina* es un fármaco anticolinérgico que controla los efectos muscarínicos del agente nervioso, con pocos efectos a nivel nicotínico. La atropina está indicada en víctimas expuestas con síntomas pulmonares y la miosis aislada no es indicación para su uso. Atropina se administra según los protocolos del sistema y la dosis se ajusta hasta que mejore la capacidad de respirar o ventilar del enfermo o se sequen las secreciones pulmonares. En las exposiciones moderadas a graves no es raro administrar 10-20 mg de atropina en pocas horas.

*Cloruro de pralidoxima* (2-PAM cloruro) es una oxima. Pralidoxima rompe el enlace entre el agente nervioso y la colinesterasa, de forma que se reactiva la enzima y ayuda a reducir los efectos del agente nervioso, sobre todo sobre los receptores nicotínicos. El tratamiento con oximas debe iniciarse entre unos minutos y unas pocas horas tras la exposición para que realice su efecto; si no fuera así, el enlace entre acetilcolinesterasa y el agente nervioso se volvería permanente («envejecimiento»), lo que retrasaría la recuperación del paciente.

*Diazepam* es una benzodiazepina y anticonvulsivante. Si los pacientes desarrollan convulsiones tras una exposición importante, se iniciará tratamiento con benzodiazepinas para controlarlas y ayudar a reducir las lesiones cerebrales y otros efectos con riesgo para la vida asociados al estado epiléptico.

El kit Mark-1 incluye dos autoinyectores, uno relleno de atropina (2 mg) y el otro relleno de cloruro de pralidoxima (600 mg). Estos compuestos están pensados para una inyección intramuscular rápida en caso de exposición a un agente nervioso. La dosis se determina por protocolo y se ajusta según el efecto. Estos dispositivos de autoinyección están disponibles para las agencias militares y gubernamentales de otros tipos.

**Tóxicos pulmonares.** Los tóxicos pulmonares, como cloro, fósforo, amoníaco, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno, existen en los procesos de fabricación industrial. El *fosgeno* se ha almacenado para aplicaciones militares y fue el arma química más mortal durante la Primera Guerra Mundial.

Los agentes químicos pulmonares pueden ser gases (vapores) o líquidos o sólidos en aerosol. Las propiedades de los agentes condicionan su capacidad de ocasionar lesiones. Por ejemplo, las partículas aerosolizadas de 2 micras ( $\mu\text{m}$ ) o menores llegan con facilidad a los alvéolos pulmonares, provocando lesiones en los mismos, mientras que las partículas de mayor tamaño se filtran antes de llegar al alvéolo. La hidrosolubilidad de una sustancia determina también el patrón de lesiones. El amoníaco y el dióxido de azufre, que son muy hidrosolubles, producen irritación y lesiones oculares, en las mucosas y en las vías aéreas superiores, de forma que la víctima no se da mucha cuenta y puede sufrir una exposición prolongada. Cuando la exposición se prolonga, aumenta la probabilidad de que se lesionen los alvéolos, lo que determinará no sólo lesiones de las vías aéreas superiores, sino también colapso alveolar y edema pulmonar no cardiogénico. Los compuestos moderadamente hidrosolubles, como cloro, pueden causar irritación de la vía aérea y alveolar.

Los mecanismos de la lesión son distintos en función del tipo de tóxico. El amoníaco, por ejemplo, se combina con el agua de las mucosas para generar una base fuerte, hidróxido de amoníaco. El cloro combinado con agua produce ácido clorhídrico, que ocasiona lesiones tisulares. Los tóxicos pulmonares no se absorben a nivel sistémico, pero comprometen a la víctima al causar lesiones en los componentes del sistema pulmonar, desde las vías aéreas altas a los alvéolos.

Los agentes muy hidrosolubles producen quemazón en los ojos, la nariz y la boca. Se puede encontrar lagrimeo, rinorrea, tos, disnea y dificultad respiratoria secundarias a irritación glótica y laringospasmo. El broncospasmo produce tos, sibilancias y disnea. Los fármacos poco hidrosolubles, que producen lesiones alveolares, pueden dañar de forma inmediata al epitelio alveolar en caso de exposición intensa, lo que produciría la muerte por insuficiencia respiratoria aguda, o si la exposición fuera menos masiva se podría producir una dificultad respiratoria tardía secundaria a la aparición de edema pulmonar no cardiogénico o un síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA), en función de la dosis.

El tratamiento de los tóxicos pulmonares implica alejar al paciente del agente responsable, descontaminación (si se trata de un

líquido, sólido o aerosol), evaluación primaria y tratamiento de soporte, que posiblemente necesitará intervenciones para mejorar al máximo la oxigenación y la ventilación. La irritación ocular se puede tratar mediante irrigaciones copiosas con salino normal. Se deberían quitar las lentillas. Espere para tratar las secreciones abundantes en la vía aérea, que necesitarían una aspiración. El broncoespasmo puede responder a fármacos agonistas  $\beta$ -adrenérgicos inhalados. La hipoxia se puede corregir con oxígeno de alto flujo y posiblemente con intubación. Los profesionales prehospitalarios deben estar preparados para afrontar una intubación endotraqueal difícil secundaria a las secreciones abundantes, la inflamación de las estructuras glóticas y los espasmos laríngeos.

**Agentes vesicantes.** Los agentes formadores de ampollas incluyen la mostaza de azufre, la mostaza nitrogenada y la lewisita. Estos agentes se han almacenado para operaciones militares. La mostaza nitrogenada se introdujo en el campo de batalla durante la Primera Guerra Mundial. Se ha descrito su utilización durante los ataques de Iraq contra los kurdos y también en la guerra contra Irán (1980). Su fabricación se describe como barata y sencilla.

La *mostaza de azufre* es un líquido oleoso, claro a pardo-amarillento, que se puede aerosolizar en una bomba o difusor. Su volatilidad es baja, de forma que puede persistir sobre las superficies una semana o más. De esta forma es fácil que se produzca una contaminación secundaria. Este compuesto se absorbe por la piel y las mucosas, causando lesiones celulares directas con síntomas dependientes de la dosis que aparecen 1-12 horas después de la exposición. El retraso en la aparición de los síntomas puede dificultar el reconocimiento de la exposición y aumentar de este modo el riesgo de contaminación secundaria. Una piel húmeda y caliente aumenta la probabilidad de absorción cutánea, de forma que la axila y la ingle son regiones especialmente susceptibles. Los ojos, la piel y las vías aéreas superiores pueden sufrir diversas alteraciones, desde eritema y edema a la formación de ampollas con necrosis. La afectación de la vía aérea alta puede causar tos y broncoespasmo. La exposición en dosis altas puede ser origen de náuseas y vómitos, además de supresión medular.

El tratamiento implica descontaminación, evaluación primaria y tratamiento de soporte; no existen antídotos para los efectos de las mostazas. Los ojos y la piel se deberían descontaminar con abundantes cantidades de agua en cuanto se reconozca la exposición, para reducir la absorción del compuesto y prevenir la contaminación secundaria. El agente absorbido no puede descontaminarse y producirá lesiones celulares. El líquido de las vesículas y ampollas no es origen de infecciones secundarias. La broncoconstricción pulmonar puede mejorar con agonistas beta nebulizados. Las heridas cutáneas se deberían tratar como quemaduras en lo que respecta a su cuidado local.

*Lewisita* provoca unos síntomas parecidos, pero la acción empieza con mucha mayor rapidez que con la mostaza de azufre y de inmediato se observa dolor e irritación ocular, de la piel y del aparato respiratorio. Otro aspecto único de este compuesto es el «*shock* por lewisita», consecuencia de una depleción del volumen intravascular secundaria a la fuga capilar. El *british anti-lewisite* (BAL) es un antídoto disponible para el tratamiento de los enfermos expuestos a este compuesto. Se administra por vía in-

travenosa en pacientes con *shock* hipovolémico o síntomas pulmonares. La aplicación tópica de unguento de BAL previene las lesiones mucosas y cutáneas.

## Agentes biológicos

Los agentes biológicos en forma de enfermedades contagiosas suponen una amenaza para los profesionales prehospitalarios todos los días. Se deben aplicar protocolos adecuados para control de las infecciones para prevenir la contracción o transmisión de la tuberculosis, la gripe, el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH), los estreptococos resistentes a meticilina, el SRAG y muchos otros gérmenes.

La preparación para acontecimientos de bioterrorismo aumenta la complejidad de la preparación del SEM. Se pueden encontrar pacientes con patógenos que no resultan habituales para los profesionales del SEM, como peste, carbunco y viruela, lo que exige un EPP y precauciones adecuadas. Los procedimientos de control de las infecciones habituales serán eficaces para el tratamiento seguro de estos pacientes que pueden resultar contagiosos. Sin embargo un acto terrorista voluntario podría implicar la liberación de un agente peligroso capaz de producir enfermedad, como las esporas de carbunco en aerosol, los gérmenes vivos en aerosoles y las toxinas biológicas en aerosol. Si el profesional prehospitalario está respondiendo a un incidente franco, serán necesarias precauciones adecuadas para la descontaminación de las víctimas y los EPP, igual que en cualquier incidente con sustancias peligrosas.

## Clasificación de los agentes biológicos

### Bacterias

Carbunco  
Brucelosis  
Muermo  
Peste  
Fiebre Q  
Tularemia

### Virus

Viruela  
Encefalitis equina venezolana  
Fiebres virales hemorrágicas

### Toxinas biológicas

Botulínica  
Ricino  
Enterotoxina B del estafilococo  
Micotoxinas T-2

## Agentes biopeligrosos concentrados frente a paciente infectado

Los profesionales prehospitalarios pueden sufrir dos formas de bioterrorismo. La primera situación sería atender un lugar o a un paciente contaminados por una sustancia sospechosa. Los envíos falsos de carbunco de 1998 y 1999 y las cartas que lo contenían en 2001 son buenos ejemplos. Los profesionales prehospitalarios responden en incontables ocasiones a individuos cubiertos de un «polvo blanco» o con sospecha de carbunco. Los servicios SEM pueden ser llamados por una actividad sospechosa, como un dis-

positivo que administra un aerosol desconocido. La naturaleza de la amenaza en estos casos suele resultar desconocida y las precauciones para la seguridad personal deben ser lo más importante. Estos incidentes se deben tratar como incidentes con sustancias de riesgo hasta que se demuestre lo contrario. Si la sustancia sospechosa fuera en realidad un aerosol concentrado de un germen o toxina infecciosos, es posible que se necesite un EPP adecuado para el riesgo y alguna forma de descontaminación.

La segunda situación es un paciente que ha sufrido un ataque bioterrorista encubierto en otro lugar. Puede que el individuo haya inhalado esporas de carbunco tras un ataque encubierto en el trabajo y acude varios días después con signos de carbunco pulmonar. Un terrorista puede inocularse a sí mismo la viruela y usted recibir un aviso para atender a un paciente inconsciente con un exantema sospechoso. En estos casos se puede garantizar la seguridad personal y pública conociendo los procedimientos adecuados para control de las infecciones y la utilización y retirada correctas de los EPP apropiados para el riesgo biológico (cuadros 20-1 y 20-2).

### CUADRO 20-1 Secuencia para uso del equipo de protección personal (EPP)

El tipo de EPP que se utiliza variará según el grado de precaución exigido (p. ej., precauciones convencionales y aislamiento de los contactos, las gotículas o las infecciones transmitidas por el aire).

#### 1. BATA

- Debe cubrir por completo el tronco, desde el cuello a las rodillas, desde los brazos al extremo de las muñecas y rodear la espalda.
- Se debe anudar en la espalda a nivel del cuello y la cintura.

#### 2. MASCARILLA O RESPIRADOR

- Asegure las bandas elásticas o las suturas en la parte central de la cabeza y el cuello.
- Ajuste una banda flexible sobre el puente de la nariz.
- Ajuste la mascarilla sobre la cara por debajo de la barbilla.
- Verifique el ajuste del ventilador.

#### 3. PANTALLAS O ESCUDOS FACIALES

- Colocarlos sobre la cara y los ojos y ajustarlos.

#### 4. GUANTES

- Extiéndalos para que cubran la muñeca de la bata aislante.

Realice prácticas de trabajo seguras para protegerse a sí mismo y limitar la diseminación de la contaminación:

- No acerque las manos a la cara.
- Limite las superficies que toca.
- Cámbiese los guantes cuando estén rotos o muy contaminados.
- Realice una higiene manual.

Tomado de los *Centers for Disease Control and Prevention*, Atlanta.

### CUADRO 20-2 Secuencia para eliminar el equipo de protección personal (EPP)

Salvo en el caso del respirador, el EPP se debe eliminar en la puerta de la calle o en una entrada. El respirador se quita tras salir de la habitación del paciente y cerrar la puerta.

#### 1. GUANTES

- ¡El guante está contaminado por fuera!
- Coja el exterior del guante con la otra mano enguantada; sáquelos como si se pelara la mano.
- Coja el guante que se ha quitado con la mano enguantada.
- Deslice los dedos de la mano no enguantada por debajo del guante que queda en la muñeca.
- Quítese el primer guante.
- Elimine los guantes en el contenedor de desechos.

#### 2. PANTALLAS

- Por fuera de la pantalla o escudo facial existe contaminación.
- Para quitársela, utilice una banda para el pelo o elementos para los oídos.
- Colóquela en un receptáculo diseñado para reprocesamiento o en un contenedor de basuras.

#### 3. BATA

- La parte delantera y las mangas de las batas se contaminan.
- Desabróchese el cinturón de la bata.
- Retire la bata tirando del cuello y los hombros, tocando nada más su parte interior.
- Dele la vuelta a la bata hacia dentro.
- Haga un rulo y tírela.

#### 4. MASCARILLA O VENTILADOR

- La parte frontal de la mascarilla o el ventilador se contamina y no debe tocarse.
- Coja la parte inferior, ate los elásticos o botones y quítela.
- Elimínelo en un contenedor para desechos.

Tomado de los *Centers for Disease Control and Prevention*, Atlanta.

Todos los profesionales prehospitalarios deben conocer los EPP para control de las infecciones. Se recomiendan distintos niveles de EPP, según el riesgo de transmisión y la vía posible de la misma. Los EPP basados en la transmisión se utilizan además de las precauciones universales, que se aplican en la asistencia de todos los pacientes y que corresponden a las precauciones de contacto, gotículas y aerosoles.

**Precauciones de contacto.** Este grado de protección se recomienda para reducir el peligro de transmisión de los microorganismos por contacto directo o indirecto. Las precauciones de contacto incluyen uso de guantes y bata. Situaciones que necesitan este tipo de precauciones son las conjuntivitis virales, los estreptococos resistentes a meticilina, la sarna y los virus herpes sim-

ple y zóster. Los gérmenes de posible origen terrorista son la peste bubónica y los virus de las fiebres hemorrágicas, como Ébola y Marburg, siempre que el paciente no presente síntomas pulmonares o vómitos y diarrea intensos.

**Precauciones frente a las gotículas.** Este grado de protección se recomienda para reducir la probabilidad de transmisión de gérmenes transmitidos de forma conocida a través de los núcleos de las gotículas grandes ( $>5 \mu\text{m}$ ) que emite una persona infectada mientras habla, estornuda o tose o en algunas actuaciones rutinarias, como la aspiración. Estas gotículas infectan al paciente susceptible al aterrizar sobre las mucosas ocular y oral expuestas. Como se trata de gotículas grandes, no quedan suspendidas en el aire y el contacto debe ocurrir en estrecha proximidad, que se define como 1 metro o menos. Las precauciones frente a las gotículas incluyen las de contacto, como guantes y bata, pero incorpora además las precauciones oculares y la mascarilla quirúrgica. Como las gotículas no quedan suspendidas en el aire, no se necesitan medidas adicionales de protección respiratoria ni filtración del aire. Los gérmenes clasificados típicamente dentro de este grupo son la gripe, los micoplasmas responsables de neumonías y *Haemophilus influenzae* y *Neisseria meningitidis* invasivos, que producen sepsis o meningitis. La peste neumónica es un ejemplo de posible germen consecuencia de un ataque bioterrorista.

**Precauciones frente a los aerosoles.** Este grado de protección se recomienda para reducir las probabilidades de transmisión de gérmenes por vía aérea. Algunos gérmenes pueden quedar suspendidos en el aire unidos a pequeñas gotículas ( $<5 \text{mm}$ ) o a partículas de polvo. En este caso los gérmenes pueden quedar ampliamente dispersados por corrientes de aire alrededor de su fuente o lejos de la misma, en función de las condiciones. Estos pacientes se mantienen en habitaciones de aislamiento en las cuales se puede filtrar la ventilación. Las precauciones frente al aerosol incluyen guantes, bata, protección ocular y una mascarilla con filtro de partículas aéreas de alta eficacia (HEPA), como N-95. Entre las enfermedades que se transmiten de este modo destacan la tuberculosis, el sarampión, la varicela y el SRAG. La viruela y las fiebres hemorrágicas virales con síntomas pulmonares son ejemplos que podrían deberse a ataques bioterroristas.

Observe que muchas enfermedades asociadas a los incidentes bioterroristas no necesitan más precauciones que las universales, siempre que no existan riesgos de exposición a una forma concentrada del germen. Entre los ejemplos cabe citar los pacientes con carbunco por inhalación o que reciben toxinas biológicas, como la botulínica.

### Agentes seleccionados

**Carbunco.** El carbunco es una enfermedad producida por la bacteria *Bacillus anthracis*. Este proceso existe en la naturaleza y la suelen contraer personas en contacto con animales infectados o con productos animales contaminados por esta bacteria. La bacteria se ha convertido en un arma y se sabe que muchos ejércitos la tienen almacenada en sus arsenales militares. La liberación accidental de esporas de carbunco en aerosol en una fábrica militar soviética en Sverdlovsk en 1979 causó unos 79 casos de carbun-

co pulmonares, de los que 68 fallecieron. En EE. UU. se remitieron una serie de cartas contaminadas con esporas de carbunco en 2001. Estas cartas iban dirigidas a legisladores relevantes y medios de comunicación. Sólo se produjeron 22 casos (11 pulmonares y 11 cutáneos) y 5 muertes por carbunco, pero miles de personas necesitaron profilaxis antibiótica. Se ha publicado que la liberación eficiente de 100 kg de esporas de carbunco sobre Washington DC podría causar entre 130.000 y 3 millones de muertes<sup>18</sup>.

*B. anthracis* es una bacteria formadora de esporas y esto le permite sobrevivir en forma de célula vegetativa o espora. La célula vegetativa sobrevive bien dentro del organismo del huésped, pero no puede sobrevivir mucho tiempo fuera del cuerpo, a diferencia de las esporas, que pueden seguir siendo viables en el entorno durante décadas.

Las vías de exposición al carbunco incluyen la respiratoria, la digestiva y las soluciones de continuidad de la piel. La exposición respiratoria al carbunco ocasiona el carbunco por inhalación o pulmonar. La exposición digestiva determina carbunco digestivo y la cutánea el carbunco cutáneo.

El carbunco digestivo es poco frecuente y sería consecuencia de la ingesta de alimentos contaminados con esporas. Los pacientes desarrollarían síntomas inespecíficos, como náuseas, vómitos, malestar, diarrea sanguinolenta y abdomen agudo, con una mortalidad aproximada de un 50%. El carbunco cutáneo se produce tras el depósito de esporas o gérmenes en una solución de continuidad de la piel, lo que genera una pápula, que posteriormente se ulcera y determina una escara seca y negra con edema local. Si no se trata con antibióticos, la mortalidad se aproximará a un 20% y con antibióticos la mortalidad es inferior al 1%.

Para resultar eficaz el carbunco se debería dispersar en forma de esporas. Las esporas de carbunco miden unos 1-5 mm, lo que permite que se suspendan en el aire como aerosoles. Las esporas aerosolizadas pueden ser inhaladas hacia el pulmón y depositarse en los alvéolos. Posteriormente son capturadas por los macrófagos y llevadas a los ganglios linfáticos, donde germinan, generan toxinas y producen mediastinitis aguda hemorrágica y con frecuencia la muerte. La aparición de los síntomas tras la inhalación de las esporas varía, pero la mayoría aparecen en 1-7 días, aunque se han descrito latencias de hasta 60 días. Los síntomas son inespecíficos e incluyen fiebre, escalofríos, disnea, tos, dolor torácico, cefalea y vómitos. Tras unos pocos días, los síntomas mejoran para dar paso a un deterioro rápido con fiebre, disnea, diaforesis, *shock* y muerte<sup>19</sup>. Antes de los ataques con carbunco de 2001 la mortalidad por carbunco inhalado era del 90%, pero las experiencias recientes indican que con una antibioterapia temprana y el cuidado en unidades de servicios críticos se puede reducir la mortalidad a menos de un 50%<sup>20</sup>.

El carbunco por inhalación no se contagia ni supone un peligro para el profesional prehospitalario. Sólo la exposición a esporas aerosolizadas plantea riesgos de infectividad. La atención de pacientes infectados por un carbunco por inhalación sólo necesita de las precauciones universales. El profesional prehospitalario realizará el cuidado de soporte y trasladará a los pacientes enfermos a centros dotados de asistencia crítica.

Con frecuencia el profesional prehospitalario no atenderá a pacientes infectados por este proceso, sino a víctimas con espo-

ras en la piel o ropas. Cualquier persona que entre en contacto directo con una sustancia sospechosa de corresponder a carbunco debería quitarse la ropa y realizar un lavado exhaustivo de toda la piel expuesta con agua y jabón<sup>19</sup>. La re-aerosolización relevante desde la perspectiva clínica de las esporas a partir de la piel o las ropas de una víctima es poco probable, de forma que el riesgo para el profesional se considera despreciable<sup>21</sup>. Sin embargo, como práctica habitual, se deben retirar las prendas de vestir tirando de ellas por la cabeza y los hombros, en lugar de cortarlas para evitar el riesgo de inhalación inadvertida del contaminante.

La profilaxis con antibióticos sólo es precisa en individuos expuestos a esporas. Los oficiales de salud pública determinarán el antibiótico más adecuado y la duración del tratamiento profiláctico. Las recomendaciones más recientes sugieren 60 días de tratamiento con doxiciclina oral o una quinolona.

Existe una vacuna frente al carbunco y en 1998 se comenzó un programa de vacunación del personal militar de EE. UU. El régimen actual exige una serie de seis dosis iniciales y refuerzos anuales. En este momento sólo se recomienda para personal militar y profesionales de laboratorio e industrias con alto riesgo de exposición a las esporas.

**Peste.** La peste es una enfermedad producida por la bacteria *Yersinia pestis*. Se produce en la naturaleza y se encuentra en pulgas y roedores. Si una pulga infectada pica a una persona, esta desarrollará la *peste bubónica*. Si esta infección local no se trata, el paciente desarrollará un proceso sistémico, con septicemia y muerte. Una serie de pacientes pueden desarrollar síntomas pulmonares (*peste neumónica*). La peste fue responsable de la «Muerte negra» en 1346, que mató 20-30 millones de personas en Europa, lo que supuso un tercio aproximadamente de la población de la época. *Y. pestis* se ha convertido en arma para los arsenales militares y se han desarrollado técnicas para administrar el germen en aerosol de forma directa, evitando el vector animal. La Organización Mundial de la Salud (OMS) refiere que en el peor de los casos, 50 kg de *Y. pestis* liberados en forma de aerosol sobre una ciudad de 5 millones de habitantes causarían 150.000 casos de peste neumónica y 36.000 muertes<sup>22</sup>.

La peste natural, derivada de la picadura de una pulga infectada, produce síntomas en 2-8 días, con aparición de fiebre, escalofríos, debilidad y adenomegalias agudas (bubones) en el cuello, la ingle o la axila. La peste no tratada puede evolucionar hasta una enfermedad sistémica e incluso matar al paciente. Se ha descrito que un 12% de los pacientes desarrollan peste neumónica con dolor torácico, disnea, tos y hemoptisis y estos enfermos pueden fallecer por la enfermedad sistémica.

La peste derivada de la explosión por parte de los terroristas de un arma posiblemente se debería a gérmenes en aerosol y su presentación clínica sería distinta. La inhalación de *Y. pestis* en aerosol produciría síntomas en 1-6 días. Los pacientes presentarían tos, fiebre y disnea con esputo hemoptoico o acuoso. También podrían desarrollar náuseas, vómitos, diarrea y dolor abdominal. No se producirían bubones. Sin antibioterapia, el paciente fallecería en 2-6 días tras el desarrollo de síntomas respiratorios<sup>23</sup>.

En este momento no se dispone de una vacuna para proteger frente a la peste neumónica. El tratamiento de la enfermedad incluye antibioterapia y tratamiento de soporte, a menudo con necesidad de asistencia crítica. Se recomiendan antibióticos también para individuos que han sufrido una exposición estrecha sin protección a pacientes con una peste neumónica conocida.

Los enfermos con peste suponen un riesgo de enfermedad comunicable. Si el paciente sólo tiene signos y síntomas cutáneos (peste bubónica), los profesionales prehospitalarios deberían adoptar precauciones de contacto. Si el paciente tiene signos pulmonares de enfermedad (peste neumónica), algo más probable tras un ataque terrorista, los profesionales deberán utilizar un EPP con protección frente a las gotículas respiratorias. Las precauciones frente a las gotículas incluyen mascarilla quirúrgica, protección ocular, bata y guantes. Los profesionales prehospitalarios que responden a un ataque con aerosoles de *Y. pestis*, que suele pasar desapercibido, necesitarían un EPP adecuado para situaciones con materiales de riesgo si van a entrar en las zonas caliente o templada. Las víctimas de peste deben recibir un tratamiento de soporte. La comunicación con el centro receptor resulta esencial antes de llegar al mismo para asegurarse de que el enfermo con peste neumónica queda perfectamente aislado en la urgencia y que el personal está preparado con los EPP adecuados. Pedirles a los pacientes que utilicen una mascarilla quirúrgica, si la pueden aguantar, también puede reducir el riesgo de transmisión secundaria.

La descontaminación de los vehículos y equipos se parece a la necesaria tras el traslado de cualquier paciente con una enfermedad comunicable. Las superficies de contacto se deberían cepillar con un desinfectante aprobado por la *Environmental Protection Agency* (EPA) o una solución de lejía diluida al 1:1000. No existen pruebas que sugieran que *Y. pestis* suponga un riesgo ambiental a largo plazo tras la disolución del aerosol primario<sup>23</sup>. El germen es sensible al calor y la luz solar y no sobrevive mucho tiempo fuera del huésped. *Y. pestis* no forma esporas.

**Viruela.** La viruela se conoce también como *viruela mayor* y *menor*. Esta enfermedad natural fue erradicada en 1977, aunque aún existe en al menos dos laboratorios: el *Institute of Virus Preparations* ruso y los *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) de EE. UU. Se ha dicho que el gobierno ruso comenzó en 1980 un programa para producir grandes cantidades de virus de la viruela para usarlos en bombas y misiles y también que desarrollaron cepas más virulentas de este virus con fines militares. Existe preocupación ante la posibilidad de que la viruela haya cambiado de manos tras la disolución de la antigua Unión Soviética<sup>24</sup>.

El virus de la viruela infecta a sus víctimas entrando en las mucosas de la orofaringe y la vía respiratoria. Tras un período de incubación de 12-14 días, el paciente desarrolla fiebre, malestar, cefalea y lumbalgia. Posteriormente aparece un exantema maculopapular, que comienza en la mucosa oral y que progresa con rapidez a un exantema generalizado con vesículas y pústulas características. El exantema se caracteriza por una pústula redondeada y tensa, que suele aparecer con mayor densidad en la cabeza y las extremidades que en el tronco (centrífuga) y todas las lesiones pa-



**FIGURA 20-1** Viruela.

(Por cortesía de los *Centers for Disease Control and Prevention*, Atlanta.)

recen estar en un estadio uniforme (figura 20-1). Esto distingue la viruela de la *varicela* (cuadro 20-3), que empieza en el tronco, donde hay mayor densidad de lesiones (centrípetas) y que presenta lesiones en distintos estadios evolutivos (las lesiones nuevas aparecen con otras más antiguas, ya con costra) (figura 20-2). La mortalidad de la viruela natural era aproximadamente de un 30%. Se sabe poco sobre la evolución natural de esta enfermedad en inmunodeprimidos, como los enfermos infectados por VIH.

La viruela es una enfermedad contagiosa que se disemina principalmente por los núcleos de las gotículas proyectadas desde la orofaringe de los pacientes infectados y por contacto directo. Las ropas y prendas de cama contaminadas pueden también dispersar este virus. Los pacientes son contagiosos cuando aparece el exantema, aunque esto no siempre resulta evidente si el exantema es sutil y afecta a la orofaringe. Si es preciso tratar al paciente con viruela, los profesionales prehospitalarios deberán emplear un EPP adecuado para las precauciones por contacto, gotículas y aerosoles. Entre ellos se incluyen las mascarillas N-95, la protección ocular, las gafas y las batas. Sería ideal que las personas que atienden a pacientes con viruela se hubieran vacunado<sup>25</sup>.

El programa de vacunación frente a la viruela se abandonó en 1972. La inmunidad residual aportada por este programa de vacunación se desconoce, pero se ha sugerido que los individuos vacunados por última vez hace 40 años posiblemente no estarían inmunizados frente a la viruela<sup>24</sup>. La vacunación para el virus de la viruela está disponible para determinados miembros de los *Department of Defense* y *State Department* de EE. UU. Tam-

**CUADRO 20-3 Distinción entre viruela y varicela**

La varicela es el cuadro que con más frecuencia se confunde con la viruela.

En la varicela:

- No existe pródromo o es leve.
- Las lesiones son vesículas superficiales: «una gota de rocío sobre un pétalo de rosa».
- Las lesiones aparecen en brotes; en cualquier región del cuerpo existen lesiones en distintos estadios (pápulas, vesículas, costras).
- Distribución centripeta; máxima concentración de las lesiones en el tronco, con la mínima cantidad de las mismas en la región distal de las extremidades; pueden afectar la cara/cuero cabelludo; en ocasiones se afecta por igual todo el cuerpo.
- Las primeras lesiones aparecen en la cara o el tronco.
- Los pacientes no suelen aparecer tóxicos o moribundos.
- Evolución rápida: las lesiones pasan de máculas a pápulas, a vesículas y a costras con rapidez (<24 horas)
- Las palmas y plantas no se suelen afectar.
- Los pacientes no tienen antecedentes de haberse vacunado o padecido varicela.
- Un 50%-80% de los pacientes recuerdan una exposición a la varicela o al herpes zóster entre 10 y 21 días antes de aparecer el exantema.



**FIGURA 20-2** Varicela.

(Por cortesía de los Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta.)

Tomado de los Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta.

bién pueden acceder a ella los participantes en un programa del *Department of Health and Human Services* para el desarrollo de equipos de respuesta frente a la viruela. En este momento el público en general sólo tiene acceso a ella a través de ensayos clínicos. Si se produjera una emergencia de salud pública, en EE. UU. se dispone de vacuna almacenada que podría ser distribuida para una vacunación masiva de las personas. La vacunación en los 4 días siguientes a la exposición consigue cierto nivel de protección frente al desarrollo de la enfermedad y una protección notable frente a las formas mortales<sup>24</sup>.

Los profesionales prehospitalarios se encargarán del cuidado de soporte de los pacientes con viruela. Se debería llevar todo el tiempo puesto el EPP y es obligado que no se cometan errores en los procedimientos de control de las infecciones. Se deben identificar los hospitales dotados de las unidades de aislamiento precisas y con personal bien formado de la comunidad. El centro receptor debería ser avisado de la intención de trasladar hasta allí a un paciente con una viruela posible o confirmada, para que pueda adoptar las medidas adecuadas para la prevención del virus. La identificación del paciente con viruela se considera una emergencia de salud pública de importancia enorme.

Poder quitarse el EPP sin romper el protocolo de control de las infecciones resulta importante para la seguridad del profesio-

nal prehospitalario. Todos los desechos médicos contaminados deberían ser introducidos en una bolsa, marcados y eliminados como los demás residuos biológicos. EL equipo médico reutilizable se debería limpiar tras usarlo siguiendo el protocolo convencional, bien con autoclave o sometándolo a una desinfección de alto nivel. Las superficies ambientales deberían ser limpiadas exclusivamente con un desinfectante-detergente aprobado por la EPA. La descontaminación del aire o la fumigación de los vehículos de emergencias no es precisa<sup>26</sup>.

**Toxina botulínica.** La toxina botulínica es producida por la bacteria *Clostridium botulinum* y se trata de la sustancia más venenosa conocida. Es 15.000 veces más tóxica que VX y 100.000 veces más que el sarín<sup>27</sup>. La secta *Aum Shinrykyo*, responsable del ataque en el metro de Tokio, trató de dispersar un aerosol de toxina botulínica en 1995, sin conseguirlo. La toxina botulínica se ha introducido en armas para uso militar. A pesar de la conocida dificultad para concentrar y estabilizar la toxina para poder diseminarla, se estima que la dispersión con fines terroristas de aerosoles de toxina botulínica desde un punto determinado podría incapacitar o matar a un 10% de las personas situadas a 0,5 km en la dirección que soplara el aire. La toxina se podría introducir también en los alimentos para tratar de envenenar a un mayor número de personas.

Existen tres formas de botulismo natural. El *botulismo de las heridas* se produce cuando se absorben las toxinas de una he-

rida sucia, a menudo con tejido desvitalizado, en la cual existe *C. botulinum*. El *botulismo alimentario* se produce cuando la bacteria crece en alimentos mal envasados y produce la toxina, que es ingerida por la víctima. El *botulismo intestinal* se produce cuando la toxina es generada y absorbida dentro del tubo digestivo. La cuarta forma de botulismo creada por la mano del hombre es consecuencia de aerosoles de toxina botulínica, que producen el *botulismo por inhalación*.

Independientemente de la vía de contagio, la toxina botulínica llega a la unión neuromuscular, donde se une de forma irreversible y evita la unión del neurotransmisor acetilcolina, por lo que ocasiona una parálisis flácida descendente. Los síntomas aparecen en horas o días. Todos los enfermos desarrollan diplopía y deficiencias de múltiples pares craneales, con dificultad visual, para hablar y en la deglución. La magnitud y rapidez de la parálisis descendente dependerán de la dosis. Los pacientes se fatigan, pierden la capacidad de controlar su cabeza, pueden perder el reflejo nauseoso y pueden sufrir una insuficiencia respiratoria, que exige intubación y meses de ventilación mecánica. Los pacientes no tratados suelen fallecer por obstrucción mecánica de la vía aérea alta o ventilación inadecuada. La tríada clásica de la toxicidad botulínica incluye: 1) parálisis flácida descendente simétrica con deficiencias de pares craneales; 2) falta de fiebre, y 3) sensorio normal. Tras semanas a meses, los pacientes pueden recuperarse porque se desarrolla un nuevo axón para inervar los músculos denervados.

La asistencia del paciente con botulismo es de soporte y se debe administrar antitoxina. Un uso precoz de esta antitoxina reducirá el deterioro posterior, pero no podrá revertir la parálisis ya existente. Esta antitoxina se puede solicitar a los CDC.

Los profesionales prehospitalarios que atienden a las víctimas de botulismo deben vigilar la afectación de la vía aérea y la ventilación inadecuada. Puede que los enfermos sean incapaces de controlar sus secreciones y mantener la vía aérea abierta. Como se produce parálisis del diafragma, los pacientes pueden ser incapaces de generar un volumen corriente adecuado, algo que se puede agravar colocándolo en posición supina o semitumbado. Los enfermos con dificultad respiratoria deberían ser intubados y ventilados de forma adecuada.

Las precauciones universales resultan adecuadas para el tratamiento de los pacientes que sufren los efectos de la toxina botulínica, dado que no se trata de una enfermedad contagiosa. Los aerosoles de toxina botulínica se degradan con rapidez en el ambiente y se espera que tras un incidente terrorista, se produzca una notable inactivación en 2 días. Los profesionales prehospitalarios que responden a una diseminación con aerosoles conocida necesitarán EPP adecuados para exposición a sustancias peligrosas si van a trabajar en las zonas caliente o templada. Como los aerosoles pueden persistir unos 2 días en condiciones ambientales habituales, la descontaminación de las víctimas expuestas a esta toxina se realizará retirando las ropas y lavándolos con agua y jabón. Es posible descontaminar los equipos con solución de hipoclorito al 0,1%<sup>28</sup>. Los pacientes no necesitan medidas de aislamiento cuando llegan al hospital, pero si pueden precisar un servicio de cuidados críticos cuando necesitan ventilación mecánica.

## Desastres radiológicos

Desde el ataque terrorista del 11 de septiembre de 2001 se ha vuelto a considerar la posibilidad de que los SEM tengan que atender una emergencia radiológica. Históricamente la planificación se ha centrado en la preparación de los servicios civiles para un intercambio estratégico de armas nucleares militares o la improbable posibilidad de que se produjera un accidente en una central nuclear. Sin embargo, en este momento cada vez se tiene más conciencia de la posibilidad de que los terroristas pudieran hacer explotar un dispositivo nuclear improvisado o, quizá más, un dispositivo de dispersión de radiación, que usaría explosivos convencionales para diseminar en el entorno una sustancia radiactiva.

Aunque los accidentes radiológicos son raros, se han producido 243 en EE. UU. desde 1944 con 1342 lesionados que cumplían criterios de exposición importante. En todo el mundo se han producido 403 accidentes con 133.617 víctimas, de las que 2865 sufrieron una exposición importante y 120 fallecieron. El desastre de Chernobyl causó 116.500 lesiones por exposición y 28 fallecimientos<sup>29</sup>.

Los desastres por radiación pueden generar miedo y confusión en las víctimas y los equipos de respuesta. Familiarizarse con los riesgos y principios del tratamiento contribuirá a asegurar que la respuesta es adecuada y reducir el pánico y los trastornos (cuadro 20-4).

La exposición a la radiación ionizante y los compuestos radiactivos puede producirse en diversas situaciones: 1) explosión de un arma nuclear, de alto grado o un dispositivo de bajo rendimiento improvisado; 2) detonación de una «bomba sucia» o dispositivo de dispersión de radiación (DDR), en el que no se produce una explosión nuclear, sino que se utilizan explosivos convencionales para dispersar un radionúclido; 3) sabotaje o accidente en el reactor de una central nuclear, y 4) mala eliminación de los residuos nucleares.

## Efectos médicos de las catástrofes por radiación

Las lesiones y riesgos asociados a las catástrofes radiológicas son multifactoriales. Si se trata de una explosión nuclear, se producirán heridos por la propia explosión, que presentarán las correspondientes lesiones primarias, secundarias y terciarias por el estallido, las lesiones térmicas y las derivadas del hundimiento de las estructuras. Las víctimas pueden someterse a lesiones por radiación derivadas de la irradiación externa; pueden sufrir una contaminación radiactiva externa, que se deposita sobre la piel y las ropas; o pueden presentar lesiones por radiación interna tras la contaminación con partículas radiactivas, que las víctimas ingerirán, inhalarán o tendrán depositadas en las heridas.

Los accidentes en los reactores nucleares liberan grandes dosis de radiación ionizante, sin una explosión nuclear, sobre todo en circunstancias en las que el reactor alcanza un punto «crítico». Las explosiones, incendios y fugas de gases también liberan gases o partículas radiactivos, que pueden suponer para los profesionales un riesgo de exposición radiactiva.

Los dispositivos de dispersión de radiación (DDR) no conseguirían emitir una cantidad de radiación suficiente para pro-

### CUADRO 20-4 Principios del tratamiento de un desastre radiológico

1. Valorar la seguridad del lugar.
2. Todos los pacientes deben ser estabilizados desde el punto de vista médico de sus lesiones traumáticas antes de valorar las lesiones por radiación. Después se valorará a los pacientes para descartar exposición a la radiación externa y contaminación.
3. Una fuente de radiación externa, de suficiente magnitud, puede producir lesiones tisulares, pero el paciente no se vuelve radiactivo. Los pacientes con exposiciones incluso mortales a una radiación externa no suponen un riesgo para el personal médico.
4. Los pacientes se pueden contaminar por material radiactivo depositado sobre sus ropas o piel. Más de un 90% de la contaminación superficial se puede eliminar quitando las ropas, y el resto se puede lavar con agua y jabón.
5. Protéjase de la contaminación radiactiva cumpliendo, como mínimo, las precauciones convencionales, que incluyen ropa de protección, guantes y una mascarilla.
6. Los pacientes que sufren náuseas, vómitos o eritema de la piel en las 4 horas siguientes a la exposición pueden haberse expuesto a una elevada radiación externa.
7. La contaminación radiactiva de una herida se debe tratar como una herida sucia e irrigarla lo más pronto posible. Evitar manipular cualquier cuerpo extraño metálico.
8. El yoduro potásico (KI) sólo tiene utilidad cuando se ha liberado yodo radiactivo. KI no es un antídoto general para la radiación.
9. El concepto de tiempo/distancia/protección resulta clave para la prevención de los efectos indeseados de la exposición a la radiación. La exposición a la radiación se minimiza *reduciendo el tiempo* en la zona afectada, *aumentando la distancia* respecto de la fuente de la radiación y utilizando protecciones metálicas o de hormigón.

Modificado del *Department of Homeland Security Working Group on Radiological Dispersion Device Preparedness/Medical Preparedness and Response Subgroup*, 2004, [http://www1.va.gov\(emshg/docs/Radiologic\\_Medical\\_Countermeasures\\_051403.pdf](http://www1.va.gov(emshg/docs/Radiologic_Medical_Countermeasures_051403.pdf).

vocar lesiones inmediatas. Sin embargo, los DDR complicarían el tratamiento a los profesionales prehospitalarios porque se produciría el reparto de partículas radiactivas, que podrían contaminar a los profesionales y las víctimas y dificultar la asistencia de las lesiones derivadas de los explosivos convencionales. Los DDR podrían generar confusión y pánico en los profesionales de primera respuesta preocupados por la radiactividad y dificultar sus esfuerzos por ayudar a las víctimas.

La radiación ionizante produce lesiones en las células mediante la interacción con los átomos y el depósito de energía. Esto se traduce en la *ionización*, que puede ocasionar lesiones directas en el núcleo, causando la muerte o mala función de la

célula, o también lesiones indirectas al dañar los componentes celulares mediante la interacción con el agua corporal y la generación de moléculas tóxicas. La exposición aguda a grandes dosis de radiación ionizante penetrante (rayos gamma y neutrones) en poco tiempo puede causar una enfermedad por radiación aguda. Los tipos de radiaciones ionizantes incluyen las partículas alfa y beta, los rayos gamma y los neutrones.

Las *partículas alfa* son relativamente grandes y no pueden atravesar ni siquiera unas pocas capas de piel. Una piel intacta o un uniforme ofrecen una protección adecuada frente a la contaminación externa por partículas alfa. La radiación ionizante de las partículas alfa sólo plantea temor cuando se internaliza mediante inhalación o ingesta de los emisores de este tipo de partículas. Tras su internalización, la radiación de estas partículas puede provocar importantes lesiones celulares locales en las células vecinas.

Las *partículas beta* son pequeñas partículas cargadas, que entran más profundamente que las alfa y que pueden afectar a las capas más profundas de la piel, con capacidad de lesionar su base y producir una «quemadura beta». La radiación por partículas beta es más frecuente en los accidentes nucleares. Las partículas beta producen también lesiones locales por radiación.

Los *rayos gamma* se parecen a los rayos X y pueden penetrar con facilidad en los tejidos. Los rayos gamma se emiten con una explosión o por degradación. También son emitidos por algunos radionúclidos, que pueden existir en los DDR. La radiación gamma puede causar la denominada *exposición corporal total*, que se puede traducir en una enfermedad por radiación aguda (cuadro 20-5).

Los *neutrones* pueden penetrar con facilidad en los tejidos dado que tienen una energía destructiva 20 veces superior a los rayos gamma y rompen la estructura atómica de las células. Los neutrones se liberan durante una explosión nuclear, pero no son un riesgo en caso de degradación. Los neutrones también contribuyen a la exposición corporal global y pueden ocasionar una enfermedad aguda por radiación. Los neutrones tienen la capacidad de convertir los metales estables en isótopos radiactivos, lo que tiene importancia para los pacientes con dispositivos metálicos o que portan objetos metálicos en el momento de la exposición.

La exposición corporal global se mide en *grays (Gy)*. El *rad* (dosis de radiación absorbida) era una unidad de dosis popular con equivalencia en grays, de forma que 1 Gy equivale a 100 rad. El *rem* (equivalente a la radiación para el hombre) describe la dosis en rad multiplicada por un «factor de calidad», que tiene en consideración el patrón de depósito especial intrínseco de los distintos tipos de radiación. El rem ha sido remplazado por el *sievert (Sv)*, de forma que 1 Sv equivale a 100 rem.

La radiación afecta antes a las células en división, de forma que se producirán lesiones en la médula ósea y el aparato digestivo, que tienen la máxima velocidad de recambio. Las dosis más elevadas pueden afectar de forma directa al SNC. La dosis de exposición corporal total determinar las consecuencias médicas de la exposición. Los enfermos que reciben dosis de irradiación total hasta 1 Gy no deberían mostrar signos de lesión. Con 1-2 Gy, menos de la mitad de los pacientes sufrirían náuseas y

### CUADRO 20-5 Terrorismo con radiaciones ionizantes: guía general

#### DIAGNÓSTICO

Permanezca atento a:

1. El síndrome agudo por radiación sigue un patrón predecible tras la exposición importante o una situación catastrófica (tabla 20-1).
2. Los individuos pueden enfermar tras contaminarse en una fuente de la comunidad y ser identificados durante períodos prolongados de tiempo según los síndromes específicos (tabla 20-2).
3. Los síndromes específicos que preocupan, sobre todo cuando el paciente refiere antecedentes de náuseas y vómitos durante 2-3 semanas, son:
  - Efectos cutáneos similares a quemaduras térmicas sin antecedentes de exposición térmica demostrados.
  - Disfunción inmunológica con infecciones secundarias.
  - Tendencia al sangrado (epistaxis, hemorragia gingival, petequias).
  - Supresión medular (neutropenia, linfopenia y trombocitopenia).
  - Depilación (pérdida del pelo).

#### CONOCER LA EXPOSICIÓN

La exposición puede ser conocida y reconocida o clandestina por:

1. Exposiciones intensas reconocidas, como la bomba nuclear o los accidentes en una planta de energía nuclear.
2. Pequeñas fuentes de radiación que emiten radiación gamma de forma continua, produciendo exposiciones de grupo o individuales crónicas intermitentes (p. ej., una fuente radiológica de un dispositivo de tratamiento médico, contaminación ambiental del agua o los alimentos).
3. Radiación interna tras la absorción, inhalación o ingesta de material radiactivo (contaminación interna).

Modificado de *Department of Veteran Affairs pocket guide* elaborada por *Employee Education System for Office of Public Health and Environmental Hazards*. Esta información no trata de ser exhaustiva, porque es una guía rápida; consulte, por favor, otras fuentes de información y opinión de expertos.

vómitos, muchos tendrían posteriormente una leucopenia y las muertes serían mínimas. La mayor parte de las víctimas que reciben más de 2 Gy desarrollarán una enfermedad y necesitarán ingreso hospitalario; por encima de 6 Gy la mortalidad es elevada. Con dosis superiores a 30 Gy se producen signos neurológicos manifiestos y la muerte es muy probable<sup>30</sup>.

La *enfermedad aguda por radiación* se manifiesta con una fase de pródromos con malestar, náuseas y vómitos. Después sigue

la fase de latencia, en la cual el paciente está sin síntomas. La duración de esta fase de latencia dependerá de la dosis de radiación total absorbida y después de ella se produce la enfermedad, que se pone de manifiesto según el órgano lesionado. Las lesiones medulares aparecen con dosis totales de 0,7-4 Gy y se traducen en una reducción del recuento de leucocitos y una menor inmunidad en días a semanas. La reducción del recuento plaquetario puede determinar la aparición de hematomas y hemorragias. La reducción del recuento de hematíes causa anemia. Tras la exposición a 6-8 Gy, el aparato digestivo se afectará también y se desarrollará diarrea, pérdida de volumen y hematoquecia. Por encima de 30 Gy el paciente sufrirá síntomas del síndrome neurovascular, con una fase prodrómica con náuseas y vómitos, una fase de latencia corta de sólo unas pocas horas de duración, que se sigue de un deterioro rápido del estado mental, coma y muerte, que en ocasiones se acompañan de inestabilidad hemodinámica. Dosis tan elevadas pueden aparecer tras una explosión nuclear, pero las víctimas habrán fallecido por las lesiones secundarias a la propia explosión. Las víctimas se podrían exponer en dosis de esta magnitud también en una central nuclear sin necesidad de una explosión cuando el reactor central alcance el punto crítico<sup>30</sup>.

No todos los accidentes o ataques terroristas por radiación ocasionan una exposición a altas dosis de radiación. Las exposiciones en dosis bajas, como sería probable tras una explosión de un DDR, probablemente no producirían lesiones agudas secundarias a la radiación. En función de la dosis, el paciente podría tener un riesgo mayor de desarrollar un cáncer en el futuro. Los efectos agudos de la explosión de un DDP, además de los efectos de la deflagración del explosivo tradicional, posiblemente serían psicológicos, incluidas reacciones de estrés, miedo, depresión aguda y síntomas psicósomáticos, que pondrían en graves aprietos por sobrecarga de trabajo a las agencias de SEM y las infraestructuras médicas.

Los pacientes se pueden contaminar con materiales emisores de radiaciones alfa, beta e incluso gamma, pero los más habituales suelen emitir radiación alfa y beta. Sólo la radiación gamma contribuye a la irradiación corporal total, como se comentó antes. La radiación alfa y beta tienen una capacidad de penetración limitada, aunque pueden ocasionar lesiones tisulares locales. Es sencillo descontaminar a los enfermos quitándoles la ropa y lavándolos. No es posible que un paciente contaminado de esta forma suponga un riesgo radiológico para los profesionales sanitarios, de forma que el tratamiento de las lesiones con riesgo vital se consideraría prioritario y no se debería retrasar en espera de la descontaminación<sup>30</sup>.

Como se ha descrito, las partículas radiactivas se pueden inhalar, ingerir o absorber por la piel o heridas contaminadas. Este tipo de exposición a la radiación no determinará efectos agudos de la exposición, aunque puede originar efectos tardíos. Cualquier víctima o los profesionales que responden y trabajan en una zona de riesgo de transmisión por el aire de partículas radiactivas sin protección respiratoria necesitarán una posterior evaluación para reconocer la contaminación interna, que puede necesitar una intervención médica para diluir o bloquear los efectos del radionúclido.

**TABLA 20-1 Síndrome agudo por radiación**

Efectos de la irradiación corporal total por una radiación externa o absorción interna, para intervalos de dosis en rad (1 rad = 1 cGy; 100 rad = 1 Gy)						
Característica	0-100	100-200	200-600	600-800	800-3000	>3000
<b>FASE PRODRÓMICA DEL SÍNDROME</b>						
Náuseas y vómitos	Ninguna	5%-50%	50%-100%	75%-100%	90%-100%	100%
Momento de aparición		3-6 h	2-4 h	1-2 h	<1h	Minutos
Duración		<24 h	<24 h	<48 h	48 h	N/A
Recuento linfocitario	Sin cambios	Mínimo descenso	<1000 a las 24 h	<500 a las 24 h	Disminuye en horas	Disminuye en horas
Función del sistema nervioso central (SNC)	Ausencia de alteraciones	Ausencia de alteración	Rendimiento en tareas rutinarias Alteración cognitiva durante 6-20 h	Rendimiento en tareas rutinarias sencillas Alteración cognitiva durante >24 h	Incapacitación rápida Puede tener un intervalo lúcido de varias horas de duración	
<b>FASE LATENTE DEL SÍNDROME</b>						
Ausencia de síntomas	>2 semanas	7-15 días	0-7 días	0-2 días	Ninguno	Ninguno
<b>ENFERMEDAD MANIFIESTA</b>						
Signos/síntomas	Ninguno	Moderada leucopenia	Leucopenia grave, púrpura, hemorragia, neumonía, pérdida del cabello tras 300 rad		Diarrea, fiebre, alteraciones electrolíticas	Convulsiones, ataxia, temblor, obnubilación
Momento de aparición		>2 semanas	2 días-4 semanas	2 días-4 semanas	1-3 días	1-3 días
Período crítico		Ninguno	4-6 semanas; máximo potencial para realizar intervenciones médicas		2-14 días	1-46 h
Sistemas orgánicos	Ninguno		Hematopoyético; aparato respiratorio (mucosas)		Tubo digestivo; sistemas mucosos	SNC
Duración del ingreso hospitalario	0%	<5% 45-60 días	90% 60-90 días	100% Más de 100 días	100% Semanas a meses	100% Días a semanas
Mortalidad	Nula	Mínima	Baja con tratamiento agresivo	Elevada	Muy elevada; síntomas neurológicos importantes sugieren dosis mortal	

Modificado del *Armed Forces Radiobiology Institute: Medical management of radiological casualties*, Bethesda, Md, 2003.

## Equipo de protección individual

Los profesionales prehospitalarios trabajarán en un lugar con riesgo de exposición a radiación ionizante después de un desastre radiológico. El riesgo de la radiación dependerá en gran medida del tipo de incidente radiológico.

El EPP disponible para los profesionales prehospitalarios en situaciones de riesgo biológico o químico aportará cierto grado de protección frente a la contaminación con partículas radiactivas. Sin embargo, no protegerá frente a fuentes de radiación de alta energía, como un reactor nuclear roto o una bomba nuclear en el piso cero.

**TABLA 20-2 Grupos de síntomas como efectos tardíos tras la radiación**

1	2	3	4
Cefalea	Anorexia	Lesiones	Linfopenia
Fatiga	Náuseas	cutáneas	Neutropenia
Debilidad	Vómitos	de espesor	Trombocitopenia
	Diarrea	parcial	Púrpura
		o completo	Infecciones
		Depilación	oportunistas
		(pérdida	
		del pelo)	
		Ulceraciones	

Modificado del *Armed Forces Radiobiology Institute: Medical management of radiological casualties*, Bethesda, Md, 2003.

La radiactividad puede existir en gases, líquidos, aerosoles y sólidos. Si existen gases radiactivos, la máxima protección se conseguirá con SCBA. Si se identifican aerosoles, el APR puede resultar adecuado para prevenir la contaminación interna causada por la inhalación de partículas contaminadas. La mascarilla N-95 ofrecerá cierto grado de protección frente a las partículas inhaladas. Utilizar un traje convencional resistente a las salpicaduras protegerá frente a una partícula emisora de radiación alfa y ofrecerá cierta protección frente a la radiación beta, pero no será protectora frente a la radiación gamma o los neutrones. Este tipo de protección de barrera ayudará en la descontaminación del individuo de las partículas, pero no frente al riesgo de enfermedad aguda por radiación cuando la persona se expone a una fuente de radiación externa de alta energía. Este tipo de radiación se encuentra durante el primer minuto posterior a una explosión nuclear, en el centro de un reactor en situación crítica o cuando se maneja una fuente de radiación de alta energía, como cesio-137, que se puede dispersar con un DDR. La mejor protección frente a estas fuentes de contaminación es reducir el tiempo de exposición, aumentar la distancia a la fuente y usar sistemas de protección. Se están investigando algunos materiales nuevos para los EPP de los equipos de primera respuesta, que pueden ofrecer cierto grado de protección frente a la radiación gamma de baja intensidad.

A diferencia de la insuficiencia de EPP para las exposiciones a sustancias peligrosas químicas, la inhalación, la ingestión o la absorción cutánea de los gases o partículas emisoras de radiación no incapacitarán de forma inmediata a los profesionales prehospitalarios o las víctimas. Todos los profesionales prehospitalarios que hayan trabajado en un lugar con riesgo de estar contaminado por material radiactivo deben someterse a una detección selectiva de la radiación para decidir si se ha producido contaminación interna y someterse a tratamiento activo si fuera necesario.

Los medidores de dosis o las alarmas se deben utilizar siempre que sea posible. Existen unas normas para las dosis aceptables de radiación ionizante en el entorno laboral en condiciones normales y de urgencias<sup>31</sup>. La dosis de radiación ionizante se

**CUADRO 20-6 Tratamiento y descontaminación tras la exposición a la radiación****CONSIDERACIONES TERAPÉUTICAS**

- Si existe un traumatismo, trátelo.
- Si existen contaminantes radiactivos externos, descontamine.
- Si está implicado el yodo radiactivo (p. ej., accidente con un reactor), plantéese la administración de yoduro potásico profiláctico (solución de Lugol) durante las primeras 24 horas exclusivamente, ya que luego resulta ineficaz.
- Consulte en <http://www.afrii.ushus.mil> o <http://www.orau.gov/reacts/guidance.htm>.

**CONSIDERACIONES DE DESCONTAMINACIÓN**

- La exposición sin contaminación no necesita descontaminación.
- La exposición con contaminación obliga a cumplir las precauciones convencionales (universales), a quitarle la ropa al paciente y descontaminarlo con agua.
- La contaminación interna se determinará en el hospital.
- El tratamiento de pacientes contaminados antes de proceder a descontaminarlos puede contaminar el lugar; planifique la descontaminación antes de llegar.
- Los pacientes con trastornos vitales deben ser tratados y luego descontaminados.
- Los pacientes con trastornos no vitales deben ser descontaminados y luego tratados.

Modificado del *Armed Forces Radiobiology Institute: Medical management of radiological casualties*, Bethesda, Md, 2003.

puede medir para evitar que los equipos de respuesta se pongan en peligro de una enfermedad aguda por radiación o una incidencia inaceptablemente alta de cáncer. El jefe del incidente debería ser informado sobre las normas para las lecturas de exposición a la radiación y sus límites.

**Evaluación y tratamiento**

Los pacientes que han sufrido lesiones en una catástrofe radiológica deberían ser sometidos a una valoración primaria y secundaria según los mecanismos de la lesión. Los profesionales prehospitalarios pueden evaluar a pacientes que han sufrido lesiones por la explosión o lesiones térmicas en caso de una explosión nuclear o también por la explosión de una bomba de alta energía convencional de un DDR (cuadro 20-6). Se recomienda descontaminar a la víctima para eliminar las partículas radiactivas contaminantes, pero no debería retrasar la asistencia de los pacientes que necesiten un tratamiento inmediato de sus heridas. Si el paciente no presenta signos de lesiones graves susceptibles de intervención inmediata, se podría descontaminar en primer lugar al paciente. Si existe yodo radiac-

tivo en el entorno, como puede ocurrir en un reactor nuclear o cuando se produce un accidente de carretera con fuga de combustible o cuando explota un dispositivo nuclear, la administración de yoduro potásico (KI) a los profesionales de los equipos de respuesta y las víctimas podría prevenir la acumulación de yodo radiactivo en el tiroides, con el consiguiente aumento del riesgo de cáncer. Otros tratamientos bloqueantes y de decorporación se pueden recomendar por el hospital o las agencias federales en las que se cuenta con más información sobre la catástrofe.

## RESUMEN

Aunque las armas de destrucción masiva fabricadas por regímenes terroristas representan una amenaza importante para la sociedad civilizada, los profesionales prehospitales pueden entrar en contacto con explosiones y productos químicos y radiológicos como consecuencia de accidentes industriales. La seguridad de los profesionales resulta fundamental y deben contar con conocimientos de trabajo acerca de los equipos de protección personal y los fundamentos de la descontaminación. Los agentes explosivos han sido predominantes en los ataques terroristas más recientes. Los explosivos de primer orden producen lesiones por la explosión en los supervivientes que estaban cerca del lugar del estallido y lesiones secundarias por los restos que salen volando.

## Consideraciones de traslado

Los pacientes deberían ser trasladados al centro médico más próximo capaz de tratar lesiones traumáticas y por radiación. Todos los hospitales deben contar con un plan de tratamiento de emergencias radiológicas, pero las comunidades pueden identificar a los centros dotados de unidades de descontaminación para poder tratar los traumatismos y formar al personal para que afronten de forma eficaz una posible contaminación interna o externa por radiación, así como las complicaciones de la exposición corporal total a la radiación ionizante.

Las sustancias químicas pueden causar lesiones cutáneas y pulmonares, pero también pueden originar una enfermedad sistémica, que cursa con toxídromo específico que orienta sobre el agente responsable. En algunos casos se utilizan antidotos frente a algunos de estos compuestos. Los agentes biológicos pueden ser bacterias o virus muy virulentos o toxinas producidas por microorganismos vivos. Los tipos de precauciones de protección empleadas por los profesionales varían según el agente concreto. La exposición a estos agentes puede ser origen de una enfermedad aguda por radiación, que es típicamente dependiente del tipo de radiación y la duración de la exposición.

1. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

2. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

3. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

4. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

5. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

6. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

7. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

8. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

9. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

10. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

11. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

12. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

13. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

14. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

15. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

16. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

17. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

18. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

19. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

20. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

21. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

22. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

23. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

24. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

25. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

26. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

27. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

28. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

29. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

30. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

31. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

32. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

33. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

34. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

35. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

36. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

37. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

38. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

39. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

40. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

41. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

42. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

43. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

44. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

45. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

46. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

47. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

48. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

49. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

50. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

51. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

52. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

53. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

54. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

55. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

56. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

57. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

58. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

59. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

60. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

61. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

62. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

63. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

64. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

65. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

66. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

67. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

68. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

69. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

70. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

71. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

72. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

73. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

74. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

75. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

76. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

77. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

78. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

79. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

80. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

81. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

82. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

83. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

84. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

85. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

86. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

87. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

88. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

89. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

90. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

91. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

92. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

93. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

94. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

95. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

96. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

97. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

98. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

99. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

100. American Red Cross. *Disaster Preparedness: A Handbook for the Public*. Washington, DC: American Red Cross; 1997.

## RESOLUCIÓN DEL CASO

La primera prioridad es la seguridad. Valore el lugar. Observe que todavía hay un incendio activo en el tren atacado. ¿Existen otros peligros? Deberá buscar restos que cuelguen, cables eléctricos enterrados o expuestos o liberación de sustancias peligrosas. Observe de forma rápida a las personas que están en el andén para valorar un posible toxídrome. ¿Encuentra un porcentaje desproporcionadamente elevado de dificultad respiratoria? ¿Están las víctimas vomitando y sujetándose? ¿Existen pruebas de dispersión de algún agente además de la explosión? Además deberá buscar pruebas evidentes de un segundo dispositivo que pueda representar un peligro para los equipos de respuesta. Busque los EPP adecuados para esta situación.

Comuníquese con la cadena de mando. Como primer profesional de SEM en acudir, el centro de comunicaciones confiará en la información que usted aporte. Describa los detalles pertinentes del lugar, los riesgos que observa, el número de víctimas y el posible número de recursos que se necesitarían

para controlar el lugar y atender a las víctimas. El centro de comunicaciones y el supervisor de guardia van a confiar en sus observaciones para enviar a otras unidades y agencias al lugar donde usted se encuentra y disponer de los recursos necesarios. Puede activarse un plan de respuesta ante los desastres predefinido.

Cuando la seguridad personal del equipo está garantizada y ha comunicado la información a la cadena de mando, prepárese para actuar como jefe del incidente hasta que lo releve un representante de la autoridad competente. En cuanto pueda, acérquese a las víctimas para clasificarlas para el tratamiento y el traslado usando el algoritmo START. Sin implicarse inicialmente en la asistencia médica de las víctimas, clasifíquelas en los grupos de atención inmediata, urgente, tardía y expectante. Cuando lleguen más equipos, ordene al personal que asuma una responsabilidad en el sistema de mando del incidente hasta que llegue personal supervisor para asumir las funciones de mando y control. ■

### Bibliografía

- Hogan DE, Waeckerle JF, Dire DJ, et al: Emergency department impact of the Oklahoma City terrorist bombing, *Ann Emerg Med* 34:160, 1999.
- Kennedy K, Aghababian R, Gans L, et al: Triage: Techniques and applications in decision making, *Ann Emerg Med* 28(2):136, 1996.
- Garner A, Lee A, Harrison K: Comparative analysis of multiple-casualty incident triage algorithms, *Ann Emerg Med* 38:541, 2001.
- Arnold J, Halpern P, Tsai M: Mass casualty terrorist bombings: a comparison of outcomes by bombing type, *Ann Emerg Med* 43:263, 2004.
- Explosions and blast injuries: a primer for clinicians, (accessed August 2004).
- Wightman JM, Gladish JL: Explosions and blast injuries, *Ann Emerg Med* 37:664, 2001.
- Frykberg ER, Tepas JJ, Alexander RH: The 1983 Beirut Airport terrorist bombing: injury patterns and implications for disaster management, *Am Surg* 55:134, 1989.
- Katz E, Ofek B, Adler J, et al: Primary blast injury after a bomb explosion in a civilian bus, *Ann Surg* 209:484, 1989.
- Mallonee S, Shariat S, Stennies G, et al: Physical injuries and fatalities resulting from the Oklahoma City bombing, *JAMA* 276:382, 1996.
- Peleg K, Limor A, Stein M, et al: Gunshot and explosion injuries: characteristics, outcomes, and implications for care of terror-related injuries in Israel, *Ann Surg* 239(3):311, 2004.
- Burstein JL: CBRNE. Incendiary agents: magnesium and thermite, less (accessed October 2004).
- Irizarry L, Diaz-Acala J: CBRNE. Incendiary agents: white phosphorus, (accessed October 2004).
- Sidell FR, Takafuji ET, Franz DR, editors: *Medical aspects of chemical and biological warfare*, TMM series, Part 1, Warfare, weaponry and the casualty, Washington, DC, 1997, Office of the Surgeon General, TMM Publications.
- Walter FG, editor: *Advanced HAZMAT life support*, ed 2, Tucson, 2000, Arizona Board of Regents.
- Okumura T, Takasu N, Ishimatsu S, et al: Report on 640 victims of the Tokyo subway sarin attack, *Ann Emerg Med* 28(2):129, 1996.
- US Army, Medical Research Institute of Chemical Defense: *Medical management of chemical casualties handbook*, ed 3, 2000, Aberdeen Proving Ground, Md.
- Greenfield RA, Brown BR, Hutchins JB, et al: Microbiological, biological and chemical weapons of warfare and terrorism, *Am J Med Sci* 323(6):326, 2002.
- US Congress, Office of Technology Assessment: *Proliferation of weapons of mass destruction*, Pub No OTA-ISC-559, Washington, DC, US Government Printing Office.
- Ingelsby TV, Henderson DA, Bartlett JG, et al: Anthrax as a biological weapon: medical and public health management, *JAMA* 281(18):1735, 1999.
- Bell DM, Kozarsky PE, Stephens DS: Conference summary: clinical issues in the prophylaxis, diagnosis and treatment of anthrax, *Emerg Infect Dis* 8(2):222, 2002.
- Keim M, Kaufmann AF: Principles for emergency response to bioterrorism, *Ann Emerg Med* 34(2):177, 1999.
- World Health Organization (WHO): *Health aspects of chemical and biological weapons*, Geneva, 1970, WHO.

23. Inglesby TV, Dennis DT, Henderson DA: Plague as a biological weapon: medical and public health management, *JAMA* 283(17):2281, 2000.
24. Henderson DA, Inglesby TV, Bartlett, JG: Smallpox as a biological weapon: medical and public health management, *JAMA* 281(22):2127, 1999.
25. Centers for Disease Control and Prevention (CDC): *Smallpox response plan and guidelines*, Version 3.0, Guide C, Part 1, Atlanta, 2002, CDC, p 13.
26. Centers for Disease Control and Prevention (CDC): *Smallpox response plan and guidelines*, Version 3.0, Guide F, Atlanta, 2003, CDC, p 1.
27. Franz DR, Jahrling PB, Friedlander AM, et al: Clinical recognition and management of patients exposed to biological warfare agents, *JAMA* 278(5):399, 1997.
28. Arnon SS, Schechter R, Inglesby TV, et al: Botulinum toxin as a biological weapon: medical and public health management, *JAMA* 285(8):1059, 2001.
29. Hogan DE, Kellison T: Nuclear terrorism, *Am J Med Sci* 323(6):341, 2002.
30. Armed Forces Radiobiology Institute: *Medical management of radiological casualties*, Bethesda, Md, 2003.
31. Department of Homeland Security Working Group on Radiological Dispersion Device Preparedness/Medical Preparedness and Response Subgroup, (accessed September 2004).

## Otros recursos

<http://www.bt.cdc.gov/>

<http://www.usamriid.army.mil/>

<https://ccc.apgea.army.mil/>

<http://hld.sbccom.army.mil/>

<http://wmdfirstresponders.com/>

## Objetivos del capítulo

---

*Al finalizar este capítulo, el lector deberá ser capaz de:*

- ✓ Describir los componentes de la medicina protectora y cómo la asistencia médica sirve de apoyo para cada misión.
- ✓ Explicar los beneficios de un programa de SEMT.
- ✓ Comentar cómo se distingue la asistencia médica en cada una de las tres zonas de asistencia.
- ✓ Contar cómo los métodos de valoración a distancia se pueden emplear en una misión táctica.
- ✓ Describir la importancia del apoyo médico en las operaciones antiterroristas.



## CAPÍTULO 21

# Soporte de emergencias médicas táctico civil





## CASO CLÍNICO

Su ambulancia recibe un aviso por un oficial de policía herido. Al llegar al lugar otro policía salta sobre su capó y les informa «tenemos un policía herido dentro del edificio. Acompañenme que les llevo a donde está». Usted recuerda rápidamente que tiene prohibido por órdenes del departamento entrar a un lugar donde se haya producido un crimen con violencia hasta que la policía garantice la seguridad y le pregunta: «¿Es seguro el lugar?». El policía le mira con cara incrédula y le dice: «¿No me ha escuchado bien acaso? Le digo que hay un poli herido».

**¿Cómo deberían manejar esta situación los profesionales prehospitalarios? ¿Qué es lo mejor que puede hacer para prepararse para incidentes en los que se producen lesiones en representantes de la ley? ■**

Cada vez se producen más situaciones como la que se ha descrito antes en todo EE. UU. Entrar en un lugar inseguro violaría la norma básica de comprobar la seguridad del escenario y podría causar daños innecesarios. Por otro lado, no se puede asumir la falta de ganas de responder a este tipo de situaciones. La solución ha consistido en el desarrollo del *soporte de emergencias médicas táctico* como subespecialidad dentro de la medicina prehospitalaria de urgencias.

### Definiciones

El soporte de emergencias médicas táctico (SEMT) es la asistencia médica, las consultas y el manejo de la información médica exhaustiva e integrada para las operaciones tácticas de las fuerzas del orden, que contribuye a la seguridad y éxito de las misiones de estos responsables de la ley. Se trata de una subespecialidad dentro de la medicina de emergencias en la que participa todo el espectro de los profesionales y para profesionales de la asistencia sanitaria<sup>1</sup>. El SEMT va más allá del tratamiento agudo de un traumatismo, aunque se espera que los profesionales médicos tácticos sepan reanimar a estos pacientes sobre el terreno de forma competente. Esta especialidad se centra en el control de las lesiones, la medicina preventiva, la salud, la nutrición y la buena forma física y la reducción del deterioro en el rendimiento. Dado que se trata precisamente de una práctica interdisciplinaria se habla de *soporte de emergencias médicas táctico*, en lugar de hablar de *servicios médicos*. En resumen, el SEMT es la práctica de la medicina extrahospitalaria que se centra en aumentar las probabilidades de éxito de una misión táctica (figura 21-1).

El campo del SEMT ha aumentado con rapidez desde finales de los años ochenta del siglo XX y ha conseguido amplia aceptación entre los profesionales médicos y los responsables de la ley y el orden<sup>3-6</sup>. También se ha aceptado mucho a nivel internacional el concepto de SEMT para el refuerzo de la ley a nivel

civil. El SEMT está evolucionando para convertirse cada día más en una práctica basada en las pruebas.

### Medicina de protección

Recientemente se ha introducido el concepto de *medicina de protección*, que se ha incluido como uno de los elementos más importantes del SEMT. La medicina de protección amplía el modelo original del SEMT más allá de las operaciones tácticas de las fuerzas de orden e incorpora el apoyo médico para todas las operaciones en las que participen representantes de la ley. El objetivo fundamental de la medicina de protección es «proteger a los que protegen». El especialista en medicina de protección lucha por convertirse en el *defensor médico del oficial del orden* para garantizar que los representantes de la ley se beneficien de la mejor infraestructura médica posible, que tengan un acceso óptimo al sistema sanitario, que reciban una información precisa y un soporte científico adecuados, que reciban tratamientos actualizados y que puedan acceder a una asistencia integral. La medicina de protección aporta este apoyo a los profesionales de la ley en todo el espectro de situaciones que puedan afectarlos durante el cumplimiento de sus funciones.



**FIGURA 21-1** Se necesitan conocimientos especiales de soporte de emergencias médicas táctico (SEMT) para mantener adecuadamente el control de una multitud y favorecer las operaciones de control de los representantes de la ley.

La medicina de protección se ha extrapolado a partir de la ciencia de diversas disciplinas. Entre los elementos que se incluyen dentro de la medicina de protección cabe citar:

- La *consulta médica* consiste en dar consejo puntual y recomendaciones en aspectos relacionados con la salud, la seguridad y el rendimiento a los miembros de las fuerzas del orden público y, en condiciones especiales, también a las personas que protegen. Por ejemplo, los profesionales de la medicina de protección pueden asesorar a un oficial de la policía sobre una preocupación médica, a toda una agencia sobre un plan de salud global o al responsable de una operación sobre los efectos médicos de una operación planificada de actuación para los ocupantes de un edificio.
- La *medicina de unidad* se centra en las medidas médicas, sanitarias y de seguridad que se pueden adoptar para garantizar el bienestar de los empleados y visitantes de los edificios durante todos los tipos de operaciones para mantenimiento de la ley. Empezando con la valoración de las amenazas médicas para la unidad, los médicos de medicina de protección reciben entrenamiento para valorar las posibles vulnerabilidades médicas y las amenazas asociadas a los ocupantes de una estructura. El profesional trabaja en estrecha relación con profesionales de otras disciplinas, como especialistas en salud laboral e higiene y seguridad industrial para conseguir que el comandante consiga realizar las mejores operaciones de garantía del orden en las unidades que protege.
- *Medicina de emergencias táctica*. Como se ha descrito, los SEMT se centran en dar soporte médico para los equipos tácticos de profesionales del orden. Este apoyo implica toda una serie de medidas adaptadas a las situaciones austeras e incluso hostiles de las operaciones especiales: medicina preventiva, control de las lesiones, asistencia en casos de fuego, técnicas de extracción y rescate especiales, reducción de la disminución del rendimiento, inteligencia médica, valoración de las amenazas médicas y defensa del paciente, entre otras.
- La *salud laboral* implica aspectos del lugar de trabajo de especial importancia para los profesionales de la ley y el orden, como la determinación de la buena forma física para el trabajo, las vacunaciones, la protección auditiva y ocular y la reducción de las lesiones de espalda. Los profesionales de la medicina de protección trabajan en estrecha relación con los profesionales de salud laboral para facilitar un abordaje bien integrado y global.
- La *medicina marítima* incluye todo el espectro del soporte médico en el mar. La necesidad de interceptar actividades ilegales y otras amenazas que utilizan el mar necesitan de apoyo para las operaciones que realizan los profesionales de la ley dentro, por encima o por debajo del agua. En este campo se incluyen la medicina en barco, la medicina del buceo y las operaciones tácticas de rescate de nadadores.
- El *soporte veterinario* incluye la medicina preventiva y la orientación para control de las lesiones, asistencia médica básica y reanimación de los K-9 de la policía, además de los



**FIGURA 21-2** Misión con «sustancias peligrosas» de los refuerzos para los representantes de la ley. Los paramédicos tácticos y oficiales responsables de sustancias peligrosas utilizan un espectrómetro para la radiación para determinar la causa de la alerta. Tras entrevistar al sujeto, se determinó que recientemente se había sometido a una intervención de medicina nuclear.

contactos con la asistencia especializada. La coordinación y la facilitación de la asistencia veterinaria en las operaciones de policías montados a caballo es otra de sus tareas.

- La *medicina de emergencias con materiales peligrosos* se centra en los aspectos médicos relacionados con los equipos especiales responsables de la detección, valoración y neutralización de sustancias peligrosas y armas de destrucción masiva. El equipo de apoyo médico realiza la monitorización médica y la valoración previa a la incorporación del personal necesario, controla los entornos que pueden haberse contaminado, realiza la descontaminación y trata a los pacientes expuestos a sustancias tóxicas (figura 21-2).
- Los *equipos de eliminación de explosivos* o «escuadrones de las bombas» afrontan algunos riesgos especiales, como las lesiones por estallido, la exposición de sustancias químicas tóxicas industriales o convertidas en armas y los riesgos ambientales asociados al uso de equipos de protección personal. Se debe contar con un apoyo médico completo para estas operaciones, que incluye control de las condiciones ambientales y de la reducción del rendimiento de los técnicos, recursos para estratificar el tratamiento y el rescate, consultas sobre los efectos médicos y fisiológicos de los estallidos, tratamiento de las lesiones por onda expansiva y sus efectos secundarios y apoyo forense clínico para las investigaciones posteriores a una explosión.
- *Medicina de protección de ejecutivos*. Se suelen explicar los detalles de protección a ejecutivos de alto nivel y

mandatarios, personas que están amenazadas de forma específica y prisioneros de alto nivel que pueden tener un alto valor para asegurarse que el «protegido» es trasladado de forma segura. Las lesiones o enfermedades que sufre el protegido se consideran un fracaso de la misión, sea cual sea su origen o causa. La medicina de protección de ejecutivos implica todo el apoyo médico realizado a personas protegidas y los detalles de esta protección. En este trabajo se incluye la planificación y la inteligencia médica, la valoración de la vulnerabilidad médica del protegido, la formación médica especial para el tema de la protección cuando se necesite, la integración de la respuesta médica para contrarrestar un ataque a una caravana de vehículos y la asistencia clínica.

- La *ciencia forense clínica* es la aplicación de principios forenses al paciente vivo. Este servicio especial incluye: 1) exploración de las lesiones para determinar su origen, naturaleza y mecanismo; 2) valoración de los incidentes con uso de violencia en los que participan oficiales y que hayan producido lesiones; 3) valoración científica de material biológico en la escena de un posible crimen, como sustancias parecidas a la sangre que se utilizan en manifestaciones, y 4) interpretación de las lesiones ocurridas durante una custodia. Se analizan las pruebas físicas para reconstruir los hechos pertinentes en un incidente y confirmar o contradecir a otras fuentes de información de la investigación.

La medicina de protección es la medicina de apoyo para la ley. En ella se incorporan muchas disciplinas divergentes, con el objetivo común de mejorar la salud, la seguridad y el bienestar de los representantes de la ley y las personas a las que estos protegen. El especialista en medicina de protección debe garantizar que todos los oficiales rindan al máximo y que se puedan ir seguros a su casa al terminar su jornada. Los elementos de la medicina de protección son compartidos por muchas otras especialidades, como la medicina de asistencia en el entorno natural, la ayuda humanitaria, la medicina de los desastres, la medicina de los incendios y los equipos de búsqueda y rescate. El hilo común de estas especialidades es maximizar el resultado clínico en una situación de escasos recursos y traslados prolongados, al tiempo que se reducen los riesgos para los profesionales.

## Conceptos básicos y otras consideraciones

En EE. UU. la mayor parte de las agencias de la ley federales y muchas estatales y locales cuentan con programas de medicina táctica, que actúan a nivel regional, nacional e internacional. Otros muchos países están realizando esfuerzos de SEMT, como Canadá y el Reino Unido.

Para los profesionales de la ley y el orden, las «operaciones especiales» son aquellas actividades peligrosas, complejas o técnicas que se deben asignar a unidades de patrulla uniformadas. Es-

tas misiones las realizan equipos especiales y se pone gran interés en su entrenamiento, coordinación y velocidad, resistencia y violencia de las acciones para garantizar el éxito. Con frecuencia utilizan tecnologías avanzadas, como sistemas de armas menos letales, comunicaciones encriptadas, técnicas de imagen a distancia, dispositivos de captura acústica y equipos parecidos. Los equipos de operaciones especiales suelen incorporar al personal más rápido, más brillante, mejor formado físicamente y más motivado. Las unidades reciben muchos nombres distintos, como *Special Weapons and Tactics (SWAT)*, *Special Response Team (SRT)*, *Hostage Rescue Team (HRT)*, *Counter Assault Team (CAT)*, *Emergency Response Team (ERT)* y *(Special Operations Unit (SOU))*.

### Beneficios del SEMT

El SEMT aporta beneficios adicionales para mejorar la probabilidad de que la misión tenga éxito. En primer lugar un programa de SEMT reducirá la morbilidad de los oficiales, de los delincuentes y de los inocentes implicados. También es posible que reduzca los costes por lesiones y discapacidad derivada de las misiones de las agencias de seguridad pública. La reducción de tiempo de trabajo perdido de estos oficiales es un beneficio importante de la medicina táctica porque las personas son el recurso más preciado de cualquier equipo de especialistas. Los miembros tienen experiencia, cualificación y títulos que han adquirido durante un período de tiempo largo y no se pueden sustituir de forma inmediata por oficiales de policía menos entrenados. El equipo táctico a menudo tendrá que trabajar con menos profesionales si uno de ellos sufre daños.

En segundo lugar, a menudo no se tiene en suficiente consideración la influencia que el programa de SEMT tiene sobre la moral del equipo. Se espera que los miembros del equipo acepten enormes riesgos en situaciones peligrosas. Su voluntad de aceptar con plenitud una misión les obliga en ocasiones a adoptar decisiones de vida o muerte en fracciones de segundo y es posible mejorar esta voluntad de aceptación si perciben que pueden contar con la mejor asistencia médica posible si sufrieran alguna lesión.

En tercer lugar, la aplicación inmediata de una asistencia médica puede mejorar de forma espectacular la posición de la agencia en estas situaciones tan susceptibles de responsabilidad. Las acciones de los equipos tácticos pueden contribuir en ocasiones a crear riesgos y algunas situaciones se vuelven menos estables de forma temporal durante el proceso de resolución. Si se genera un riesgo y se reconoce que las personas pueden sufrir lesiones, pero no se responde ante esta situación, se pueden generar responsabilidades para los profesionales de la ley. Se ha demostrado que la aplicación de un elemento del SEMT es una respuesta apropiada y que reduce la responsabilidad.

En cuarto lugar, la presencia de un médico táctico evita el traslado innecesario de presos al hospital para su valoración. Recientes sentencias judiciales han demostrado que el personal del orden que traslada a prisioneros peligrosos a los servicios de urgencias u otras consultas médicas tiene una obligación especial de proteger a terceras personas del preso<sup>7,8</sup>. En general, las personas no tienen derecho constitucional a que el Estado las pro-

feja de los daños por otras personas. Sin embargo, cuando los agentes de la ley generan un riesgo previsible al traer a un preso peligroso a un centrosanitario, se genera una obligación especial de proteger a las personas que pueda haber allí.

Los equipos tácticos reciben una formación y equipamiento especiales para manejar situaciones extraordinarias<sup>9</sup>. Asumen tareas que resultan demasiado peligrosas o complejas a nivel técnico para que las asuma un equipo de policías convencional y esto condiciona que siempre trabajen al límite de su rendimiento. El apoyo médico especializado por parte de médicos formados y expertos en estos aspectos es una herramienta que permite a los equipos de operaciones especiales llegar a estos límites con una seguridad razonable.

## Barreras para el acceso al SEM tradicional

Los lugares donde se producen operaciones especiales de la policía plantean muchas barreras para los servicios de emergencias médicas (SEM) tradicionales. El perímetro suele estar asegurado y dentro del mismo no suele estar claro qué áreas son seguras para el tránsito o la realización de actividades médicas, si es que alguna lo es. Además, es obligado que el componente médico no acepte responsabilidad por crear más problemas de los que resuelve. Los recursos escasos de los profesionales de la ley no pueden ser derivados a la misión de soporte médico. El intervalo entre la llegada del SEM y el contacto con el paciente se ha reconocido como una fuente importante de retraso en el inicio de la asistencia prehospitalaria. En un estudio, las acciones de la policía para asegurar el lugar produjeron retrasos en un 12% de todas las llamadas al SEM y fueron la causa de la máxima demora entre la llegada del SEM y la atención del paciente, que llegó a 39 minutos<sup>10</sup>. Este retraso puede ser muy superior cuando se trata de una misión de la SWAT, pero se puede reducir aplicando un SEMT porque los profesionales médicos suelen trabajar dentro del perímetro como parte integral del equipo<sup>11</sup>.

Algunos jefes de bomberos y de equipos de rescate y los directores de SEM pueden poner objeciones a que su personal practique la medicina táctica por considerarlo demasiado peligroso. Cuando se les pregunta por qué los bomberos a sumando entran en edificios ardiendo (una situación de evidente peligro), a menudo responden que el fuego es distinto que las operaciones de mantenimiento de la ley porque el personal está bien formado y equipado para responder al fuego. El mismo argumento se puede aplicar para los SEMT. Como se ha descrito en el caso clínico del principio de este capítulo, se comete una violación del principio básico del soporte vital en el trauma prehospitalario (PHTLS) cuando se emplea un personal de SEM mal formado y mal equipado para realizar una misión dentro del perímetro de seguridad de la policía. Sin embargo, limitarse a esperar a que alguien saque al paciente fuera de dicho perímetro puede causar la pérdida innecesaria de una vida, ya que la asistencia médica avanzada ha reducido la mortalidad de forma demostrada<sup>12,13</sup>. La solución evidente es que el apoyo médico de las operaciones especiales de tipo policial lo realicen equipos médicos bien entrenados y equipados de forma apropiada para poder trabajar con seguridad dentro del perímetro.

## Doctrina de la rutina diaria

El término *doctrina de la rutina diaria* se acuñó para describir un axioma básico de la respuesta ante un desastre. Afirmo que las actividades que un profesional realiza muchas veces las podrá realizar también razonablemente bien durante una crisis, mientras que las acciones que sólo se realizan durante la respuesta a la crisis tendrán una ejecución mala<sup>14</sup>. Por tanto, es mejor que los médicos tácticos realicen un entrenamiento regular con los elementos básicos que utilizan y que se integren de forma completa en todas las operaciones, ya que así se garantiza que el componente médico sea parte del equipo en lugar de una carga u obstáculo para el feliz cumplimiento de la misión.

## Zonas de asistencia

Las operaciones tácticas policiales se suelen describir como «perímetro interno» y «perímetro externo»<sup>9</sup>. El perímetro interno es la zona geográfica dentro de la cual la policía contiene el incidente. Se suele representar como un círculo alrededor del lugar de la crisis y es controlado por miembros del equipo SWAT. El perímetro externo es la zona de la cual se aleja al público por medida de seguridad. A menudo se representa como un círculo de mayor tamaño alrededor del perímetro interno y lo suele controlar otro personal de las fuerzas del orden distinto de los equipos SWAT, en general oficiales de policía. El concepto de perímetro interno y externo resulta útil para la táctica SWAT dado que la toma de decisiones se centra en aislar y contener el incidente, proteger al público y controlar la amenaza. Los equipos médicos tácticos deben comprender esta terminología a la hora de describir las opciones tácticas.

Sin embargo, el concepto de perímetro no resulta igual de aplicable a la toma de decisiones médicas en situaciones tácticas, a pesar de que se suele emplear en este contexto. Las intervenciones médicas concretas que se utilizan, la forma de extracción y el momento de ambos dependen mucho de la intensidad del riesgo existente en el lugar del incidente. El concepto «perímetro» resulta demasiado amplio para definir el riesgo de forma razonable en un lugar determinado o para la toma de decisiones médicas relevantes. Por eso, se suele recurrir al uso de la clasificación del riesgo en tres zonas, caliente, templada y fría, términos que se emplean en la descripción de las zonas de asistencia<sup>2</sup>. Estas zonas de asistencia no siempre son contiguas ni concéntricas, sino que pueden adoptar formas irregulares y no se definen por la geografía, sino por otras variables como: 1) inteligencia disponible; 2) accesibilidad para la cobertura y ocultación (*cobertura* implica protección frente a la amenaza, como por ejemplo una pared que no puede atravesar una bala, mientras que *ocultación* indica sólo ocultar la localización propia para el asaltante); 3) armas empleadas; 4) características del terreno; 5) amenaza a una distancia; 6) visibilidad; 7) cobertura de contrataque, y 8) fuego dirigido. Las zonas caliente, templada y fría son análogas a los estadios de asistencia definidos en la *Tactical Combat Casualty Care* (TCCC) como «asistencia bajo el fuego», «asistencia en el campo táctico» y «asistencia tras la evacuación de los heridos en combate».

## Zona caliente

La zona caliente es aquella en la que existe una amenaza directa e inmediata. La definición de lo que se considera una amenaza directa e inmediata es subjetiva y depende de los factores antes descritos. Sin embargo, en general *zona caliente* alude a los entornos en los que existe poca protección para el profesional y el paciente y existen altas probabilidades de sufrir lesiones adicionales. En el caso clínico que abre este capítulo, si el oficial sigue en la trayectoria de las balas del francotirador del edificio, esta zona se debería considerar caliente.

La zona caliente resulta extremadamente peligrosa y el tratamiento convencional realizado en ella implica un riesgo enorme. En general la única asistencia en esta zona es el fuego dirigido y la extracción hacia una zona más segura, aunque pueden realizarse algunas maniobras de soporte vital temporales, como abrir la vía aérea de forma manual. También se puede realizar el autocuidado, sobre todo con ayuda del médico. Siempre se debe evaluar que el paciente tenga una cobertura apropiada usando técnicas *Rapid and Remote Assessment Methodology (RAM)*<sup>15</sup> antes de comenzar el rescate o recuperación (véase comentario posterior). Dado el extraordinario riesgo y las bajas opciones de éxito, la mejor opción puede ser retrasar la extracción de un paciente viable hasta contar con más recursos. Los pacientes que pueden salir por sí mismos, deberían hacerlo y la recuperación de los cadáveres se debería retrasar hasta asegurar el lugar. La zona caliente es el equivalente en la protección civil de la «zona de asistencia bajo el fuego» del TCCC.

## Zona fría

La zona fría es aquella en la que no existe una amenaza razonable por: 1) la distancia respecto del lugar de la crisis; 2) la aplicación de cobertura; 3) la interposición de fuego, o 4) la presencia de barreras materiales entre la amenaza y el profesional y el paciente. La asistencia en la zona fría es casi idéntica a una asistencia extrahospitalaria típica, aunque se debe prestar atención especial a reconocer y conservar pruebas forenses. La zona fría es análoga al estadio del TCCC para la asistencia a la evaluación de las bajas en combate.

## Zona templada

En la zona templada se realizan las decisiones más difíciles y definitivas por parte del SEMT. La zona templada es aquella en la que existe una posible amenaza, pero no inmediata o directa. Por ejemplo, en el caso clínico que da comienzo a este capítulo, el criminal puede no estar disparando de forma activa al oficial, pero se desconoce la posición exacta dentro del edificio y puede suponer un riesgo para el profesional y el paciente. En esta región de incertidumbre geográfica, el peligro puede cambiar con rapidez. Se deben contrapesar los beneficios de la valoración y tratamiento médico sobre el terreno frente a los riesgos de exposición para el profesional y el paciente y el retraso en la extracción para traslado a un lugar de cuidado mejor (figura 21-3).

Se deben tener en consideraciones múltiples factores en fracciones de segundo, incluida la gravedad relativa del riesgo. No



**FIGURA 21-3** Las decisiones definitivas durante el soporte de emergencias médicas táctico (SEMT) se realizan en la zona templada, en la cual sigue existiendo un riesgo para la seguridad de los profesionales y los pacientes. En este lugar, los paramédicos evalúan al paciente para decidir trasladarlo a la zona fría.

todas las amenazas son iguales. Algunas son más graves que otras por diversos motivos, como credibilidad, inteligencia, tipo de arma (si se han empleado), naturaleza de las lesiones que podrían ocasionarles y consecuencias de equivocarse en la valoración del peligro. Se puede decir que algunas zonas «templadas» lo son más que otras.

Este entorno no se ha definido de forma suficiente y todavía no se conocen suficientemente bien las variables que influyen como para poder realizar una aproximación algorítmica a la toma de decisiones en la zona templada. El médico táctico debe ser capaz de valorar de forma crítica numerosos factores y encontrar el equilibrio entre los riesgos y los beneficios. Las intervenciones tradicionales del SEM pueden resultar inadecuadas. Por ejemplo, la inmovilización de la columna tiene relativamente poca utilidad cuando existen heridas penetrantes en el cuello, pero gasta tiempo y expone a los profesionales y lesionados a sufrir riesgos adicionales<sup>16,17</sup>. La reanimación cardiopulmonar (RCP) de una parada cardíaca secundaria a un traumatismo no tiene sentido en una situación táctica<sup>2,18-22</sup> (las posibles excepciones serían las paradas por infarto de miocardio primario, el semiahogamiento, la electrocución, la hipotermia y la exposición a tóxicos, porque la ventilación artificial puede permitir que la reanimación consiga éxito). Las intervenciones, como el control de la hemorragia, pueden salvar vidas de verdad. La zona templada es análoga a la «asistencia táctica sobre el terreno» del TCCC.

## Riesgo durante el tránsito

Al realizar la valoración global, el profesional sanitario no sólo debe tener en consideración el riesgo asociado a una zona de

terminada en la que se encuentra el paciente, sino también el peligro asociado a la extracción. Este se denomina *riesgo durante el tránsito* y comprende tres elementos. El primero es la cantidad de tiempo que se tardará en trasladar al paciente a una zona más segura. Algunas áreas operativas pueden tener zonas calientes y templadas muy amplias porque el criminal tiene un campo de tiro amplio, lo que determina que el tiempo de tránsito sea prolongado. Por ejemplo, en el incidente de 1966 de Texas, un antiguo marine se atrincheró en el piso 28 del edificio de la administración de la Universidad de Texas y mató a personas que estaban a muchas manzanas de distancia, creando una zona caliente que incluía gran parte del campus central<sup>23</sup>. Sin embargo, el tiempo también puede ser un factor sin trascendencia porque se tarde pocos segundos en acceder a una zona más segura.

El segundo elemento del riesgo durante el tránsito es la ruta. Como la forma de las zonas de asistencia es irregular y corresponde a regiones geográficas discontinuas, pueden quedar focos de zonas templadas dentro de mares de zona caliente y saltar de uno a otro puede reducir el riesgo de atravesar la zona caliente. Puede ser necesario atravesar una zona «más caliente» para acceder a otra «más fría», en cuyo caso se deberá sopesar la utilidad de tratar sobre el terreno y retrasar la extracción.

La capacidad de aplicar cuidados durante el tránsito es el tercer elemento del riesgo del tránsito. Algunas intervenciones no se pueden mantener bien durante la extracción y el factor de la interrupción de los cuidados sobre la situación clínica del enfermo es muy importante. Por ejemplo, puede resultar imposible mantener una maniobra de tracción manual sobre la mandíbula si la extracción implica correr con la ambulancia a través de la zona caliente. Puede ser necesario tomarse un tiempo en colocar un complemento para mantener la vía aérea antes de evacuar al herido.

El concepto de riesgo durante el tránsito se puede resumir con la siguiente fórmula:

$$\text{Riesgo durante el tránsito} = t \times R \times C$$

donde *t* es el tiempo de tránsito, *R* es el riesgo asociado a la vía por la que se produce el desplazamiento y *C* es el riesgo asociado a la aplicación de cuidados esenciales durante el tránsito.

## Diferencias entre el SEMT y el SEM

### Decisiones de rentabilidad

La práctica del SEMT se basa en la comprensión de un sólo principio básico: las decisiones médicas se deben adoptar según una valoración de la rentabilidad, que analice el coste (tiempo, exposición, recursos, etc.) de una intervención determinada frente a los posibles beneficios para la misión en su conjunto. Con la tecnología moderna, se puede llevar la urgencia al terreno. Sin embargo, en este entorno especializado y de alto riesgo *más* medicina no siempre implica *mejor* medicina. Los costes de aplicar «más medicina» incluyen: 1) la carga de transportar más equipos

y personas; 2) el aumento del riesgo de exposición física a sufrir lesiones mientras se realizan las intervenciones médicas complementarias; 3) la mayor duración de la exposición; 4) la necesidad de recursos adicionales en un entorno pobre en ellos, además de muchos factores todavía no bien definidos.

La fisiología de las lesiones es la misma independientemente del entorno en el que se produjo la lesión; por ejemplo, las hemorragias se siguen controlando mediante presión directa. La diferencia radica en el *contexto* en el cual se adoptan las decisiones médicas. En el ejemplo de la hemorragia incontrolada, el médico táctico puede decidirse más pronto por un torniquete si el paciente tuvo que ser extraído de una zona templada en la que no se podía mantener de forma adecuada la presión directa continuada. Algunas prácticas y procedimientos prehospitalarios se deben modificar para poder aplicarlos en el entorno táctico, mientras que otros son específicos de esta práctica.

### Control de la vía aérea

Algunos autores han defendido que la cricotirotomía debe ser la opción de control avanzado de la vía aérea para los médicos militares encargados de operaciones especiales<sup>10</sup>, en lugar de la laringoscopia. En las operaciones militares esto es verdad porque: 1) los médicos carecen de experiencia y no pueden mantener su capacidad de realizar laringoscopias; 2) dificultades técnicas para intubar a pacientes con traumatismos maxilofaciales, y 3) el rastro indeseable que supone la luz del laringoscopio. Estos argumentos apoyan el uso de vías aéreas alternativas en la zona templada.

Sin embargo, esta propuesta no se acepta de forma universal y existen diferencias significativas entre las operaciones especiales militares y las operaciones de los responsables de la ley civil. Los médicos del SEMT suelen tener experiencia en su nivel respectivo y sus programas de autorización o certificación les obligan a demostrar su habilidad de forma periódica, lo que elimina las objeciones a la realización de la laringoscopia por la incapacidad de mantener la habilidad para realizarla. En cuanto a la marca que deja la luz de la laringoscopia directa, la intubación digital es la técnica alternativa que se enseña a los profesionales de los SEMT y no existe el uso de una luz blanca, aunque existen pocos datos que no sean anecdóticos que confirme la eficacia de esta técnica en estos casos<sup>15,24,25</sup>. La intubación digital aporta la ventaja de ser una técnica rápida, que se puede realizar con mínimos movimientos de la cabeza y el cuello desde una serie de posiciones de perfil bajo y con protección del profesional a la cabecera del paciente. También necesita un equipo mínimo y parece afectarse menos por la sangre y las secreciones que las técnicas que exigen visualización.

En cualquier caso, la disfunción de la vía aérea es un problema relativamente infrecuente en este grupo de pacientes y todavía son menos los que necesitan una vía aérea avanzada. En la base de datos CONTOMS se empleó una ayuda para la vía aérea en aproximadamente un 2% de los casos tratados y sólo un tercio de estos heridos sobrevivieron hasta llegar al hospital<sup>26</sup>. En el ámbito de los traumatismos penetrantes, los pacientes que muestran una obnubilación tan importante que no pueden man-

tener su vía aérea abierta suelen padecer lesiones graves del sistema nervioso central, lo que reduce la probabilidad de supervivencia. La monitorización continua del paciente puede resultar imposible en la zona templada y esto se debe tener en consideración al elegir la vía aérea. Sin embargo, se debería considerar la intubación endotraqueal o la cricotirotomía si la causa primaria de la dificultad respiratoria es una obstrucción mecánica de la vía aérea por un traumatismo.

Aunque los pacientes pueden ventilar bien por sí mismos cuando se establece una vía permeable, se debería emplear un tubo de ampliación si hay que utilizar un dispositivo de válvula-bolsa. El tubo de ampliación permite más movimientos entre la bolsa y el tubo endotraqueal (ET) sin que este se salga de su sitio durante la extracción del paciente. Es esencial que el dispositivo de válvula-bolsa tenga una válvula de espiración en la porción distal del extensor (más cerca del tubo ET), de forma que la columna de gas espirado no se desplace hacia delante y atrás en el tubo, ocasionando una ventilación inadecuada.

## Parada cardíaca

Como se ha comentado antes, la RCP tiene poca utilidad en situaciones tácticas en las que existen riesgos inherentes de que los profesionales sufran lesiones. Sin embargo, varios autores ponen en duda la utilidad de tratar la reanimación en los traumatismos penetrantes en cualquier circunstancia. Lorenz y cols.<sup>27</sup> demostraron que ninguno de los 215 pacientes traumáticos (97 contusos y 118 penetrantes) que no tenían signos de vida en la valoración inicial de los profesionales paramédicos sobrevivió hasta el alta. Se encontraron resultados parecidos en un estudio retrospectivo en el que las 138 víctimas de traumatismos que se sometieron a RCP en el terreno o durante el traslado fallecieron<sup>19</sup>. Stein y Hirshberg<sup>28</sup> sugieren que la RCP nunca está indicada tras una gran catástrofe secundaria a una acción terrorista a partir de su experiencia en Israel. Tampoco se recomienda la RCP en víctimas de explosiones o lesiones penetrantes en el campo de batalla, que no tienen pulso, respiración o signos de vida<sup>18</sup>. En el bombardeo de Oklahoma City ninguno de los tres pacientes que recibieron RCP sobrevivió<sup>29</sup>. Sin embargo, Stratton y cols.<sup>30</sup> revisaron de forma retrospectiva el pronóstico de 879 pacientes traumáticos (497 traumatismos penetrantes y 382 contusos) que fueron encontrados sin pulso e inconscientes por el personal del SEM y de ellos 9 (0,8%) sobrevivieron hasta el alta hospitalaria, incluidos tres en estado vegetativo y dos que pasaron a depender de terceras personas para su mantenimiento diario. En consecuencia, estos autores recomendaron reanimar a todas las víctimas. Aunque la frecuencia de reanimación tan baja hace que esta opción resulte discutida en condiciones normales, si alguna acción está indicada en una situación de alto riesgo, sólo será la evacuación rápida.

Un segundo grupo de pacientes que se deben tener en cuenta son las víctimas de paradas no relacionadas con el traumatismo. Estas paradas cardíacas pueden ser secundarias a electrocución, exposición a tóxicos, hipotermia, semiahogamiento o cardiopatía isquémica ocurrida durante un ataque. Este último caso de parada cardíaca debería ser infrecuente en situaciones

tácticas, sobre todo si se tiene en consideración la buena forma física de la mayor parte de los oficiales tácticos. También en este caso se deben valorar los riesgos del intento de reanimación frente a los posibles beneficios. En las zonas caliente y templada se deben centrar los esfuerzos en extraer al paciente hacia una localización más segura. Si no es posible llevarlo a una zona fría, la situación táctica será la que determine la actitud (véase comentario posterior sobre RAM).

En ninguna circunstancia estará indicada una RCP completa en la zona caliente. En una operación con un refuerzo absoluto por parte de los SEM locales, se debería seguir los protocolos locales tras evacuar al enfermo a una zona fría. En las operaciones remotas con recursos limitados y tiempos de evacuación prolongados, se deberían interrumpir los esfuerzos de reanimación sobre el terreno si no se recupera la circulación espontánea tras un intento suficiente de soporte vital cardíaco avanzado (SVCA) o cuando pasa un intervalo de tiempo razonable sin poder acceder a los mismos. Se debe plantear la realización de una reanimación más rigurosa, aunque implique aceptar riesgos, en niños, pacientes hipotérmicos, enfermos con fibrilación ventricular persistente o pacientes que sufren una parada después de la llegada del personal médico táctico. Esta opción se basa en los hallazgos de dos grandes estudios realizados en condiciones convencionales sobre el terreno. En el primero de ellos Kellerman y cols.<sup>31</sup> analizaron de forma retrospectiva 1068 paradas cardíacas extrahospitalarias. De los 758 enfermos que no recuperaron la circulación espontánea sobre el terreno, sólo 3 sobrevivieron hasta el alta y los tres tuvieron una disfunción neurológica moderada a grave y ninguno de ellos había sufrido la parada hasta después de llegar los profesionales paramédicos. Un estudio prospectivo sobre 1461 paradas cardíacas primarias extrahospitalarias realizado en Houston obtuvo conclusiones parecidas<sup>32</sup>. De 1322 paradas no monitorizadas, 1252 no recuperaron un pulso por encima de 60 lpm durante al menos 5 minutos tras 25 minutos de SVCA según protocolo sobre el terreno. De estos 1252 enfermos sólo 6 sobrevivieron hasta el alta hospitalaria y todos habían sufrido una fibrilación ventricular persistente como ritmo sobre el terreno.

## Inmovilización de la columna

Tradicionalmente se enseña a los profesionales prehospitalarios a inmovilizar la columna cervical ante la mínima duda de una posible lesión vertebral. Esto resulta razonable dados los devastadores efectos que puede ocasionar una fractura oculta inestable que lesione la médula. Sin embargo, para realizar una buena inmovilización se necesitan al menos dos personas y se tardan unos 5 minutos cuando la practican médicos bien formados y con experiencia. Este aumento de la exposición en la zona templada resulta inaceptable cuando se compara con la baja probabilidad de que exista una fractura oculta que se pueda beneficiar de la inmovilización de una herida penetrante<sup>16,17</sup>. Por tanto, en general no se debe plantear la inmovilización en los traumatismos abiertos y se debe llevar al enfermo a la zona fría. La inmovilización cervical es más importante tras determinados tipos de traumatismos cerrados, como los impactos entre vehículos a alta velocidad.

## Metodología de valoración rápida y remota

La metodología de valoración rápida y remota (RAM) se desarrolló por el Programa *Counter Narcotics and Terrorism Operational Medical Support* (CONTOMS) en la *Uniformed Services University of the Health Sciences*, de la facultad de medicina del Departamento de Defensa<sup>15</sup>. El objetivo principal de este algoritmo de valoración es aumentar la máximo la oportunidad de extraer y tratar a un herido que se puede salvar, al tiempo que se reduce el riesgo para los profesionales por intentar un rescate innecesario. Los rescates innecesarios son de dos tipos: aquellos en los que el propio herido sale por su pie y aquellos en los que la víctima ya ha fallecido (que se deberían llamar mejor «recuperación del cadáver»). La RAM es un abordaje organizado para valorar todas las circunstancias desde una posición protegida antes de recomendar un intento de rescate a un oficial.

El primer paso a la hora de realizar la RAM es determinar si la zona es segura. Si lo es, se puede aplicar el cuidado convencional del área fría tras asegurarse de que al paciente no puede causarle daños. Si el área no resulta segura, utilice la inteligencia disponible para determinar si el paciente es el criminal o si puede representar de alguna forma una amenaza para usted. En este caso no estaría indicada ninguna intervención médica más hasta tener controlado el riesgo. Si no se hace así, se podría comprometer la seguridad de los oficiales, los profesionales sanitarios y de terceras personas inocentes. Si el paciente no es el criminal, se debería empezar una evaluación a distancia. Trate de valorar la naturaleza de las lesiones y la estabilidad del cuadro. La observación desde la distancia es la primera técnica que se debe emplear porque permite a los profesionales médicos reunir información sin revelar su posición o intención a los enemigos. La tecnología de la que cuenta los equipos SWAT puede aumentar la fiabilidad de esta evaluación. Por ejemplo, un buen par de binoculares o los sistemas de visión nocturna pueden ayudar a determinar si el paciente respira, la frecuencia y calidad de la respiración, la existencia de una hemorragia con riesgo de desangramiento y la existencia de heridas claramente incompatibles con la vida. En los climas fríos se puede ver la condensación respiratoria que sale por la boca del paciente. Es posible emplear equipos de vigilancia acústica para detectar palabras, gruñidos, quejidos e incluso los sonidos respiratorios. Las técnicas de imagen térmicas han mejorado tanto en estos últimos años, que ahora se está planteando su aplicación en la RAM.

Si la situación del paciente parece estable, se deben comunicar instrucciones para el autocuidado y palabras de tranquilidad si se puede y se debe esperar para realizar la extracción médica hasta que mejore la situación táctica (el comandante puede optar por realizar una extracción táctica en cualquier momento, pero esta decisión depende de la propia situación táctica, no de la estabilidad médica del paciente). Si el paciente está inestable, se deberán sopesar los riesgos de la extracción frente a los beneficios del acceso directo a la asistencia médica. Aunque se trata de una decisión de los mandos, el jefe del equipo confiará en la valoración de la situación del paciente realizada por los profesionales paramédicos y de la necesidad de extracción inmediata. Si el cociente beneficio/riesgo es suficientemente alto, se de-

bería proceder a la extracción y realizar intervenciones de reanimación esenciales en la parte «más templada» de esta zona.

Esta aproximación puede parecer relativamente obvia, pero es importante contar con una estructura de toma de decisiones que permita una buena evaluación, antes de que las emociones empiecen a dominar sobre la razón y se arriesgue al personal a un rescate innecesario. La experiencia militar está repleta de ejemplos en que se produjeron muchos heridos durante los intentos de recuperar a un lesionado que al final se levantó y se puso a cubierto corriendo sin necesidad de ayuda<sup>33,34</sup>.

## Disciplina con la luz y el ruido

El personal médico y los operarios de situaciones tácticas deben seguir unos principios de disciplina respecto de la luz y el ruido. En el SEM convencional es importante contar con luces de emergencia y equipos de colores brillantes porque esto ayuda a identificar al personal del SEM en el lugar de un accidente con lesionados. La identificación clara de su localización ayuda a proteger a los profesionales de muchos riesgos normales, como el tráfico que pasa por una carretera oscura. Sin embargo, en las situaciones tácticas el estado del profesional prehospitalario puede cambiar de ser bienvenido a convertirse en blanco. Los principios de disciplina de luz y ruido obligan a realizar los intentos de rescate y tratamiento sobre el terreno de forma que se eliminen las luces y los ruidos, que los adversarios pudieran emplear para atacar a los profesionales o las víctimas.

La *disciplina de sonido* exige a los profesionales la aproximación más silenciosa posible. Tienen que susurrar o utilizar las manos para hacer señales durante la comunicación con los demás miembros del equipo y los pacientes. Deben eliminarse todos los ruidos que genera el equipo de forma innecesaria (p. ej., llaves que cuelgan del cinturón, radio portátil a todo volumen). De la misma forma la *disciplina con la luz* empieza eligiendo ropas y equipos poco detectables en el entorno en el que se usan. Cuando la asistencia sobre el terreno se realiza en la oscuridad, la valoración del paciente se realiza principalmente mediante el tacto. La utilización de lentes azules o rojas o cualquier luz a cubierto permitirá conservar la visión nocturna del operador. El color en sí mismo no resulta especialmente eficaz para prevenir la detección por parte de las fuerzas hostiles.

## Operaciones médicas de contraterrorismo

Muchas de las exigencias para el apoyo médico en el *control de las crisis* contraterroristas son distintas al *control de las consecuencias* y pueden ser ejecutadas de la mejor forma por profesionales médicos de operaciones especiales. Las investigaciones policiales y la intercepción de las actividades terroristas son realizadas con un método de bajo perfil, que protege a los operadores, las fuentes de inteligencia y las acciones futuras, evitando una interrupción innecesaria de las infraestructuras o comercio esenciales. Estas ope-

raciones se realizan bajo unas normas de seguridad de la operación estricta. Se trata de una aproximación obligada, ya que una respuesta de seguridad pública desproporcionada para la amenaza puede alterar la vida diaria sólo por la propia respuesta y aumentar la cobertura que los medios de comunicación dan a la causa terrorista, permitiendo a los terroristas conseguir su objetivo de causar miedo en la población. Cualquier herramienta puede ser útil para el terrorista cuando se produce esta situación<sup>28,35,36</sup>. Por tanto, se debe reducir la señal que deja en la operación el esfuerzo de apoyo médico, en términos de volumen, grado de actividad y equipo y logística. Esto se consigue mejor si los profesionales médicos están acostumbrados a trabajar con las fuerzas del orden en circunstancias en las cuales la aplicación de cuidados médicos no es el objetivo primario. Estos equipos trabajan de forma regular y eficaz en condiciones de discreción con mínimos equipos y medios.

## Seguridad operativa y de las comunicaciones

Se debe mantener la seguridad de la operación y las comunicaciones. Los autores del plan de respuesta federal reconocieron este hecho cuando escribieron que los representantes designados por la *Federal Emergency Management Agency* (FEMA) analizarían los informes policiales sensibles para identificar cualquier información valiosa para las posibles consecuencias del esfuerzo realizado<sup>37</sup>. Los medios de comunicación son extremadamente sensibles a los cambios en las operaciones diarias de los hospitales y los SEM si se aplican antes de una misión contra-terrorista. Los profesionales médicos de operaciones especiales deberían tener una formación suficiente sobre las investigaciones de base y las normas de seguridad y tener conocimientos sobre las prácticas de seguridad y la tecnología empleada (p. ej., radios encriptadas) para poder aplicar las técnicas de seguridad operativas y de comunicaciones<sup>35</sup>. El equipo de apoyo médico para el control de la crisis debería ser ligero y fácil de mover para poder seguir el paso de la unidad a la que ayuda. La prioridad para el transporte mecanizado de dispositivos y equipos la tienen los elementos no médicos necesarios para la misión primaria, como los sistemas electrónicos de vigilancia y comunicación, las armas y los equipos de protección personal. Como se hace de forma regular en otros tipos de misiones, los médicos tácticos deberían ser capaces de elegir un repertorio versátil, pero que reduzca el peso y las necesidades de espacio.

## Integración

Las investigaciones sobre terrorismo suelen ser muy dinámicas y con frecuencia atraviesan las fronteras jurisdiccionales de las organizaciones de los SEM comunitarios, lo que dificulta confiar en los sistemas de SEM convencionales para apoyar las operaciones de control de crisis. Además, una unidad médica que opera día a día con el personal de la policía implicado en el control de las crisis se integrará con más eficacia en la operación. Esto es compatible con la doctrina de la rutina diaria, que se describió antes. Por estos motivos, un elemento de SEMT totalmente integrado que se desplace con facilidad como parte del equi-

po de las fuerzas de seguridad suele ser el mejor adaptado para apoyar en el control de crisis durante un incidente terrorista.

## Apoyo forense

En ocasiones se identifican y recogen pruebas durante la exploración y tratamiento de un paciente, que pueden ser útiles para la investigación terrorista. Estas pruebas pueden ser perecederas y no sobrevivir intactas al tratamiento médico, como por ejemplo sucede con las marcas de pólvora en los disparos a corta distancia. Tradicionalmente, los profesionales de los SEM no han sido muy buenos a la hora de conservar y documentar estas pruebas<sup>38-40</sup>. Por el contrario, los profesionales de los SEMT han recibido formación especializada en ciencia forense clínica y suelen llevar un pequeño equipo para recogida de muestras dentro de su limitado equipaje. El currículum de formación avanzado de los SEM tácticos incluye más de 8 horas de formación en este aspecto<sup>41</sup>.

## Inteligencia médica

El personal de apoyo médico debe mantener una estrecha relación con los componentes del sistema de inteligencia de las fuerzas del orden. Los oficiales de inteligencia recogen y reciben datos sobre las posibles actividades terroristas, pero con frecuencia dudan a la hora de compartir esta información, incluso dentro de la propia comunidad de las fuerzas del orden por el temor a comprometer a sus fuentes de información. Algunos autores sugieren que el personal médico no forma parte de la inteligencia y, por eso, tiene poca importancia antes de un incidente y sólo son necesarios cuando se ha producido ya el ataque<sup>42</sup>. Sin embargo, el tipo de información con el que cuentan los servicios de inteligencia resulta esencial para la planificación y los profesionales médicos tácticos deben desarrollar mecanismos que les permitan compartir esta información de los servicios de inteligencia. Además, tras establecer esta relación, los profesionales pueden ayudar a los oficiales de inteligencia analizando la información para determinar su importancia de cara al aviso y preparación de las misiones de los SEM tradicionales.

Downey<sup>43</sup> observó que durante el «incidente Harbor», una amenaza de liberación de gas sarín en un importante centro de ocio de EE. UU., el departamento de bomberos local no recibió la información ni los datos de planificación que estaban realizando los servicios de seguridad locales, federales y estatales. Este autor escribió que «el jefe de los bomberos fue presionado para que elaborara un plan de acción puntual para afrontar la liberación de gas nervioso»<sup>43</sup>.

Las aportaciones que los médicos realizan al proceso de análisis de la inteligencia pueden ser muy valiosas. Los datos médicos deben ser interpretados y es muy difícil que los legos en medicina valoren la importancia de la información médica e incluso que reconozcan la utilidad médica de la inteligencia general.

## Cribado para detectar encarcelación

Como se comentó antes, la presencia de un profesional médico táctico puede eliminar un traslado de prisioneros y personal de

## Contenido de un equipo traumatológico táctico

### Equipo traumatológico

Gasa de vaselina  
 Mordedor  
 Vías aéreas nasofaríngeas  
 Vías aéreas nasotraqueales  
 Paracetamol  
 Subsalicilato de bismuto  
 Ibuprofeno  
 Molequín  
 Bisturí desechable, hoja del número 11  
 Vendas adhesivas  
 Benzoína  
 Cizallas para traumatismos  
 Luz  
 Pinzas  
 Dispositivo de mascarilla-válvula-bolsa  
 Paquetes de vendas de 15 cm  
 Vendas elásticas  
 Inmovilizador SAM  
 Vendas ABD  
 Estetoscopio  
 Manguito de tensión  
 Mascarilla de bolsillo  
 Esparadrado, de 5 cm de anchura  
 Envase de hielo químico  
 Vendas triangulares  
 Esponjas de gasa de 4 x 4  
 Batas grandes para el terreno  
 Guantes desechables  
 Jeringa de 60 ml con sistema de tubos (para aspirar)  
 Vendas grandes para quemaduras  
 Pulsioxímetro para las yemas de los dedos

### Equipo para control de la vía aérea

Tubos endotraqueales (tamaños 6,5, 7, 7,5 y 8 mm)  
 Lanceta  
 Laringoscopio desechable con fuente de luz y pilas  
 Una pala de Millar grande  
 Una pala de Macintosh grande  
 Guantes desechables  
 Esparadrado de 2,5 cm de anchura  
 Gasas con alcohol  
 Equipo de cricotirotomía percutánea  
 Agujas angiocath de 14 G

### Equipo para el acceso intravenoso (IV)

Equipo de administración IV  
 Lactato de Ringer o salino normal, 250 ml  
 Catéteres IV, tamaños seleccionados  
 Torniquete de goma  
 Gasas con alcohol  
 Jeringas, 10 ml  
 Adaptadores PRN  
 Esparadrado, 2,5 cm de anchura

### Equipo dental

Polvo de óxido de cinc  
 Espátula dental y torundas largas  
 Eugenol (aceite de clavo, USP)  
 Adhesivo estomatológico  
 Pequeña placa para mezclar

### Equipo ocular

Tobramicina (0,3%), ungüento oftálmico  
 Anestésico tópico oftálmico  
 Filtro y luz azul cobalto  
 Tiras con fluoresceína  
 Parches oculares  
 Esparadrado, 2,5 cm de anchura



Ejemplo de equipo traumatológico.



Ejemplo de equipo farmacológico.

las fuerzas del orden innecesario desde la perspectiva médica al hospital para evaluación. En los SEM convencionales el traslado del paciente a una urgencia se considera como la última «válvula de seguridad», que permite garantizar que todos los enfermos reciben una asistencia adecuada al desplazar la toma de decisiones desde el terreno al hospital. Con frecuencia esta estrategia resulta apropiada y eficaz. Los profesionales médicos tácticos siempre tienen una obligación de realizar una asistencia adecuada en unas circunstancias determinadas; sin embargo, evitar los riesgos de exposición innecesarios en un centro médico contribuye de forma notable a la seguridad global de la operación y al éxito de las misiones contraterroristas. Los profesionales tácticos suelen tener formación formal y amplia experiencia en el cribado de pacientes para la encarcelación.

## Reducción del rendimiento

Aunque las responsabilidades de los profesionales médicos tácticos incluyen realizar tratamiento médico sobre el terreno de los traumatismos y las enfermedades, existen otras actividades de apoyo médico menos evidentes que aportan beneficios de igual o mayor importancia para el equipo. Entre ellas se incluyen conseguir una buena forma física, mantener la nutrición, prevenir el estrés psicológico y realizar programas de autoayuda o ayuda a novatos para el personal del equipo. La monitorización de los efectos médicos de las condiciones ambientales sobre el rendimiento del profesional y del equipo es otra importante función del elemento médico. Problemas como la falta de sueño, el estrés

por calor o frío, los ciclos de trabajo/descanso y la falta de oportunidad para mantener la higiene local pueden reducir el rendimiento de todo el equipo y se deben comentar al responsable.

## Defensa del paciente

La principal función del sistema de SEMT es servir de puente entre el lugar de la lesión o la enfermedad y el lugar de acceso al sistema de salud existente. Sin embargo, el trabajo de estos profesionales no acaba cuando el paciente accede al sistema sanitario. El profesional seguirá siendo el defensor del paciente, para tratar de garantizar que recibe la asistencia adecuada de forma puntual. Si este trabajo se realiza de forma consciente y diplomática, será muy agradecido en un hospital concurrido, nunca criticado. El éxito dependerá del establecimiento de buenas relaciones laborales con los SEM locales y los centros receptores, tanto si se tiene contacto regular con ellos como si se trata de una misión aislada. Cuando la jurisdicción de los profesionales médicos corresponde a una región geográfica bien delimitada, el programa de medicina táctica del equipo se puede integrar dentro del sistema local para que la transferencia del cuidado se realice sin dificultades,

Como miembro del sistema médico, el oficial médico del equipo debe garantizar que se cumplan las necesidades de la familia del paciente y de la cadena de mando. Los diagnósticos y planes de tratamiento que el cirujano responsable del enfermo transmite a estos profesionales pueden ser traducidos en lenguaje sencillo y explicados con más comodidad a la familia, el jefe de la unidad, el jefe de grupo o el personal que lo necesite en 15-20 minutos.

## RESUMEN

En general, los principios de la asistencia médica en situaciones tácticas son los mismos a los que están acostumbrados los profesionales prehospitalarios. La presión directa sigue controlando las hemorragias y los pacientes pueden morir con rapidez por una alteración de la vía aérea, la respiración o la circulación. Sin embargo, la austeridad y los peligros de las operaciones determinan que el beneficio de cada intervención médica se deba contraponer con los riesgos inherentes a la intervención. Para ello se necesita un conjunto único de capacidades de

toma de decisiones y el profesional médico táctico debe contraponer el beneficio de una intervención determinada frente a los riesgos inherentes a su realización en una situación determinada. La modificación de las técnicas, el reordenamiento de las prioridades y la evaluación continua del riesgo permiten a los profesionales médicos tácticos aportar el máximo beneficio al mayor número de personas. Una intervención médica máxima puede en realidad originar la muerte de otras personas y no se debe intentar si no tiene sentido.

# RESOLUCIÓN DEL CASO

La orden del departamento que le prohíbe el acceso al lugar de un crimen hasta que la policía lo haya asegurado trata de proteger a los profesionales prehospitalarios que no están equipados ni entrenados para operar en situaciones tácticas con las fuerzas del orden. Sin embargo, cuando se enfrentan a esta situación, muchos profesionales del SEM sentirían la obligación de ayudar a los responsables de salud pública. Usted puede evitar esta difícil decisión entre violar una orden de departamento para poner en riesgo su propia seguridad y rescatar al policía herido preparándose para actuar bien en estas situaciones tan especializadas.

En colaboración con el equipo SWAT de su departamento de policía, usted empieza un programa médico SWAT. El departamento de policía aporta armas personales, radios y otros equipos similares. El SEM compra protecciones médicas diseñadas de forma específica para operaciones tácticas y envía a algunos profesionales prehospitalarios seleccionados a una escuela de formación en medicina táctica reconocida a nivel nacional. Los profesionales se entrenan con el equipo SWAT una vez al mes y están preparados para responder a la llamada la próxima vez que «un oficial de policía esté herido». ■

## Bibliografía

1. Llewellyn CH: The antecedents of tactical emergency medical support, *Top Emerg Med* 25(4): 274, 2003.
2. De Lorenzo RA, Porter RS: *Tactical emergency care*, Upper Saddle River, NJ, 1999, Prentice-Hall.
3. Carmona RH: The history and evolution of tactical emergency medical support and its impact on public safety, *Top Emerg Med* 25(4): 277, 2003.
4. Vayer JS, Schwartz RB: Developing a tactical emergency medical support program, *Top Emerg Med* 25(4):282, 2003.
5. Rooker N: The San Francisco shootings, *JEMS*, 18:74, 1993.
6. McArdle DQ, Rasumoff D, et al: Integration of emergency medical services and special weapons and tactics team: the emergence of the tactically trained medic, *Prehosp Disaster Med* 7:285, 1992.
7. *Sams v Oelrich*, 717 So2d 1044 (1998), Court of Appeal of Florida, First District.
8. *Shepherd v Washington County*, AR, 962 SW2d 779 (1998), Supreme Court of Arkansas.
9. Kolman JA: *A guide to the development of special weapons and tactics teams*, Springfield, Ill, 1982, Charles C Thomas.
10. Campbell JP, Gratton MC, Salomone JA III, et al: Ambulance arrival to patient contact: the hidden component of prehospital response time intervals, *Ann Emerg Med* 22:1254, 1993.
11. Kanable R: Peak performance: well-trained tactical medics can help the team perform at its best, *Law Enforcement Technology*, August 1999.
12. Jagoda A, Pietrzak M, Hazen S, et al: Prehospital care and the military, *Mil Med* 157:11, 1992.
13. Bellamy RF: The causes of death in conventional land warfare: implications for combat casualty care research, *Mil Med* 149:55, 1984.
14. Vayer JS, Ten Eyck RP, Cowan ML: New concepts in triage, *Ann Emerg Med* 15:927, 1986.
15. *Emergency medical technician: tactical course manual*, ed 15, Bethesda, Md, 2000, Uniformed Services University of the Health Sciences.
16. Arishita GI, Vayer JS, Bellamy RF: Cervical spine immobilization of penetrating neck wounds in a hostile environment, *J Trauma* 29:332, 1989.
17. Zajtchuk R, Jenkins DP, Bellamy RF, et al, editors: *Combat casualty care guidelines for Operation Desert Storm*, Washington, DC, 1991, Office of the Army Surgeon General.
18. Butler FK, Hagmann JH, Butler EG: Tactical combat casualty care in special operations, *Mil Med* 161(suppl 1):3, 1996.
19. Rosemurgy AS, Norris PA, Olson SM, et al: Prehospital traumatic cardiac arrest: the cost of futility, *J Trauma* 38:468, 1998.
20. Yoon RY, Harling M, Feldman JA, et al: Penetrating thoracic trauma: prehospital resuscitation for all? Minneapolis, 1993, Ninth Annual Conference and Scientific Assembly of National Association of EMS Physicians (abstract of scientific papers).
21. Hogan DE, Waeckerle JF, Dire DJ, Lillibridge SR: Emergency department impact of the Oklahoma City terrorist bombing, *Ann Emerg Med* 34:160, 1999.
22. Boehm TM, James JJ: The medical response to the La Belle Disco bombing in Berlin, 1986, *Mil Med* 153:235, 1988.
23. Lavergne GM: *A sniper in the tower*, New York, 1997, Bantam.
24. Stewart RD: Tactile orotracheal intubation, *Ann Emerg Med* 13:175, 1984.
25. Hardwick WC, Bluhm D: Digital intubation, *J Emerg Med* 1:317, 1984.
26. Counter Narcotics and Terrorism Operational Medical Support (CONTOMS) Database System, Bethesda, Md, 2004, Uniformed Services University of the Health Sciences, .
27. Lorenz PH, Steinmetz B, Lieberman J, et al: Emergency thoracotomy: survival correlates with physiologic status, *J Trauma* 32:780, 1992.
28. Stein M, Hirshberg A: Trauma care in the new millennium: medical consequences of terrorism, *Surg Clin North Am* 79:1538, 1999.
29. Hogan DE, Waeckerle JF, Dire DJ, et al: Emergency department impact of the Oklahoma City terrorist bombing, *Ann Emerg Med* 34:160, 1999.
30. Stratton SJ, Brickett K, Crammer T: Prehospital pulseless, unconscious penetrating trauma victims: field assessments associated with survival, *J Trauma Injury Infect Crit Care* 45:96, 1998.
31. Kellerman AL, Hackman BB, Somes G: Predicting the outcome of unsuccessful prehospital advanced cardiac life support, *JAMA* 270:1433, 1993.
32. Bonnin MJ, Pepe PE, Kimball KT, et al: Distinct criteria for termination of resuscitation in the out-of-hospital setting, *JAMA* 270:1457, 1993.
33. Wound Data and Munitions Effectiveness Team Study, Vols I-III, Final Report, Joint Technical Coordinating Group for Munitions Effectiveness, Alexandria, Va, 1970, Defense Technical Information Center.
34. Cloonan C: In *Proceedings of the Third International Conference on Tactical Emergency Medical Support*, Bethesda, Md, 1999, Uniformed Services University of the Health Sciences, p 97.
35. US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention: Bioterrorism alleging use of anthrax and interim guidelines for management—United States, 1998, *MMWR* 48(4):69, 1999.
36. MacIntyre AG, Christopher GW, Eitzen E, et al: Weapons of mass destruction events with contaminated casualties, *JAMA* 283:242, 2000.
37. Federal Response Plan, Terrorism Incident Annex, 2003, Federal Emergency Management Agency, <http://www.fema.gov/rrr/frp/frpterr.shtm>.

- 38. Carmona R, Prince K: Trauma and forensic medicine, *J Trauma* 29:1222, 1989.
- 39. Smialek JE: Forensic medicine in the emergency department, *Emerg Med Clin North Am* 1:693, 1983.
- 40. Orris KC, Lantz PE: *Interpretation of fatal multiple and exiting gunshot wounds by trauma specialists*, Boston, 1993, American Academy of Forensic Sciences.
- 41. US Department of Defense: *Emergency medical technician: tactical advanced student manual*, Bethesda, Md, 1998, Uniformed Services University of the Health Sciences.
- 42. Okumura T, Takasu N, Ishimatsu S, et al: Report on 640 victims of the Tokyo subway sarin attack, *Ann Emerg Med* 28:129, 1996.
- 43. Downey R: Terrorism and the fire service: preparing for today's threats, *Fire Engineering*, August 1996.

## Objetivos del capítulo

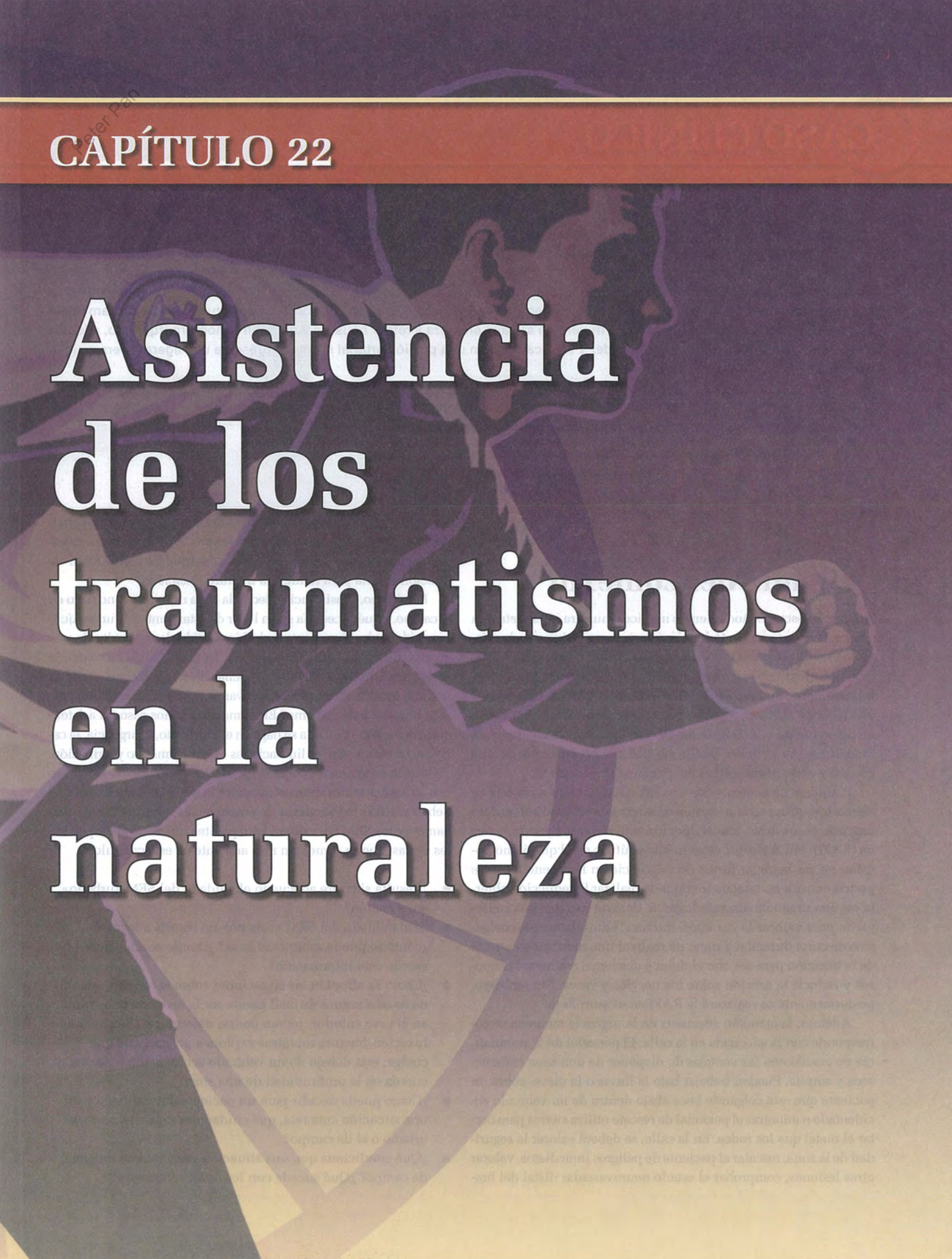
---

*Al finalizar este capítulo, el lector  
deberá ser capaz de:*

- ✓ Enumerar cuatro factores que distingan las situaciones de SEM en la «naturaleza» y en la «calle».
- ✓ Dada una situación y ubicación concreta de un paciente, enumerar cuatro factores que afecten a la decisión de si resulta mejor una asistencia en la «naturaleza» o en la «calle».
- ✓ Describir los métodos utilizados para una evacuación improvisada en la naturaleza.
- ✓ Describir los métodos para afrontar las necesidades de eliminación durante la evacuación y las posibles consecuencias médicas si no se hace así.
- ✓ Explicar las razones de la frase «todos los pacientes en la naturaleza están hipotérmicos, hipoglucémicos e hipovolémicos, salvo que se demuestre lo contrario».
- ✓ Explicar el significado del término «FPS» (factor de protección solar).
- ✓ Describir las formas convencionales de tratar una herida sangrante en el campo.
- ✓ Describir las razones, indicaciones específicas y las técnicas de irrigación de las heridas.
- ✓ Explicar cuándo en la naturaleza puede resultar adecuado un intento de RCP y cuándo no.

## CAPÍTULO 22

# Asistencia de los traumatismos en la naturaleza





## CASO CLÍNICO

Un equipo de búsqueda y rescate en la naturaleza lleva una camilla hacia un paciente siguiendo un camino pedestre cuando uno de los miembros, una mujer de 26 años sana, se resbala y se cae. Sólo sufre una caída de 0,3-0,6 m, pero se golpea en el abdomen contra una roca y se queda sin respiración 1-2 minutos. Después, ella se levanta y vuelve a transportar la camilla, insistiendo en que se encuentra bien. Tras recoger al paciente, que ha sufrido una fractura de tobillo pero está bien, a un kilómetro del sendero aproximadamente, el equipo empieza a regresar por el sendero hacia la carretera. El plan es llevar al paciente a la ambulancia que le espera y trasladarlo a la urgencia más próxima de un hospital comunitario, situado aproximadamente a 1 hora de trayecto. Durante el traslado la mujer que se cayó empieza a referir náuseas y dolor en el hombro izquierdo, además de mareo. A la exploración muestra palidez y taquicardia, con una presión arterial normal y presenta una ligera hipersensibilidad en el cuadrante superior izquierdo.

**¿Qué lesiones podría haber sufrido esta profesional? ¿Cómo debería dividir sus esfuerzos el equipo para atender a dos pacientes? ¿Qué disposiciones adicionales se deben adoptar para trasladarlos a ambos? ■**

### El cuidado adecuado depende del contexto

Aunque nuestros conocimientos médicos, nuestra interpretación y la tecnología cambian todos los meses, los principios de la asistencia médica cambian poco con los años. «El paciente con lesiones críticas debe ser trasladado lo más rápido posible, sin retrasarse para explorar de forma detallada o tratar los trastornos no críticos»<sup>1</sup>. Una asistencia adecuada depende en cierta medida del contexto y la definición de «exploración detallada» y de «trastornos no críticos» puede ser distinta en una calle de una ciudad y en la profundidad de una sima (figura 22-1).

Plantéese un paciente con una luxación-fractura compleja en el hombro. ¿Cuál sería la asistencia adecuada en el quirófano? En muchos casos sería una reducción abierta con fijación interna (RAFI). Sin embargo, estas medidas útiles en el quirófano podrían no ser la mejor forma de asistencia en la urgencia. *No* se podría considerar adecuado tratar de realizar la reducción abierta en una urgencia. En este lugar se debería realizar una radiografía para valorar la luxación-fractura, administrar un analgésico de corta duración y tratar de realizar una reducción *cerrada* de la luxación para mejorar el dolor y el edema, realinear los huesos y reducir la presión sobre los nervios y vasos. Sin embargo, posteriormente se realizará la RAFI en el quirófano.

Además, la atención adecuada en la urgencia tampoco se corresponde con la adecuada en la calle. El personal de la ambulancia no cuenta con las ventajas de disponer de una zona caliente, seca y amplia. Pueden trabajar bajo la lluvia o la nieve, sobre un paciente que está colgando boca abajo dentro de un vehículo accidentado o mientras el personal de rescate utiliza sierras para cortar el metal que los rodea. En la calle, se deberá valorar la seguridad de la zona, rescatar al paciente de peligros inmediatos, valorar otras lesiones, comprobar el estado neurovascular distal del bra-

zo, inmovilizar el hombro, posiblemente administrar algunos analgésicos y trasladar con rapidez a la urgencia. En la calle *no* se podría considerar una asistencia adecuada tratar de realizar una reducción abierta para reducir la fractura-luxación.

Por último, la asistencia adecuada en la calle puede no serlo en el campo. ¿Qué sucedería si, en lugar de estar dentro de un vehículo accidentado, el paciente se hubiera caído desde lo alto de una cuerda mientras descendía dentro de una sima en la montaña, lo que supone una evacuación de muchas horas por los pasadizos de la sima, seguida de un traslado de varias horas en un vehículo hasta el hospital más próximo? En la mayoría de los casos la asistencia adecuada es la misma se haga en el quirófano, la urgencia, la calle o el campo, según las limitaciones de equipamiento y formación.

Sin embargo, en un pequeño pero relevante número de trastornos existen grandes diferencias entre la asistencia adecuada que deben realizar los servicios de emergencias médicas (SEM) «urbanos» y los SEM del campo. Esto plantea una serie de importantes dudas, que se comentan más adelante en este capítulo:

- ¿Resulta siempre adecuado el cuidado del SEM «urbano» en el campo?
- Si el cuidado del SEM «urbano» no resulta adecuado, ¿cómo se puede saber *cuál* lo es? ¿Dónde se encuentra por escrito esta información?
- ¿Cómo se afrontan las situaciones sobre el terreno, cuando no se está seguro de cuál puede ser la lesión? Por ejemplo, en el caso anterior, ¿cómo podría determinar si existe una luxación-fractura mientras explora a un paciente que cuelga, está debajo de un vehículo accidentado o de una cuerda en la profundidad de una sima?
- ¿Cómo puede decidir para un paciente determinado y en una situación concreta, qué cuidado es *más* adecuado, el urbano o el de campo?
- ¿Qué condiciona que una situación se considere urbana o de campo? ¿Qué sucede con los casos intermedios?



**FIGURA 22-1** La asistencia de los traumatismos en la naturaleza se ve dificultada a menudo por unas condiciones atmosféricas adversas, por la presencia de barro o maleza y por los espacios cerrados.

Recuerde el caso del paciente con una fractura-luxación del hombro y estas preguntas cuando lea este capítulo. No es posible darle respuestas definitivas a todas estas preguntas, porque con frecuencia la correcta sería «depende», pero al menos le podremos aportar información fundamental buena para que los profesionales puedan responder sus dudas en la situación concreta de un paciente según necesidad. La filosofía del soporte vital en el trauma prehospitalario (PHTLS) siempre ha sido que los profesionales prehospitalarios, como los técnicos de emergencias médicas (TEM), son capaces de adoptar decisiones razonadas acerca del tratamiento del paciente si reciben una buena base de conocimientos y principios fundamentales.

Este capítulo analiza varios aspectos de la asistencia en el campo, elegidos porque resultan esenciales para una asistencia adecuada de estos pacientes o porque se trata de situaciones frecuentes en el campo, cuyo tratamiento es distinto del empleado en contextos «urbanos».

Algo que resulta más importante es que este capítulo resume muchos aspectos implicados en las emergencias médicas en entornos naturales. Los profesionales prehospitalarios que vayan a trabajar en entornos naturales deberían recibir formación específica para el tratamiento de estos pacientes. Además la dirección médica por parte de un médico experto debería formar parte integral de las actividades médicas en la naturaleza.

## El contexto del «SEM salvaje»

Se utilizan muchos términos para las zonas alejadas de la civilización: campo, regiones remotas, mundo salvaje, zonas aisladas. Los profesionales del SEM suelen agrupar estos términos y hablar de «salvaje» o «SEM salvaje». La definición que el diccionario da de salvaje es la siguiente<sup>2</sup>:

1. a (1): Una zona o región que no es cultivada ni habitada por seres humanos.  
 (2): Una zona básicamente no modificada por la actividad humana y su comunidad vital desarrollada de forma natural.  
 b: Una zona o región vacía y sin senderos.  
 c: Una parte de un jardín destinada al crecimiento salvaje.
2. Estado de no cultivo o salvaje.
3. a: Una masa o multitud confusa; una cantidad o número grande e indefinido.  
 b: Una situación sorprendente.

Nuestro uso de «salvaje» es distinto a lo que define el diccionario porque nos estamos planteando la *asistencia de un paciente*. Nuestra definición corresponde en realidad a la respuesta a una pregunta: ¿Cuándo se debe pensar en un SEM «salvaje»? Es decir, ¿cuándo se debe pensar y trabajar de forma distinta a la empleada en las calles?

La respuesta a esta pregunta supera la mera geografía e implica las siguientes consideraciones:

- Acceso al lugar.
- Tiempo atmosférico.
- Luz del día.
- Terreno.
- Necesidades de manejo y traslado especiales.
- Tiempo de acceso y traslado.
- Personal disponible.
- Comunicaciones.

Después de un terremoto en una ciudad puede ser muy difícil acceder a las personas que han sido heridas o quedado atrapadas, puede no haber una carretera para el transporte y los sistemas de SEM locales pueden estar fuera de servicio. En esta situación es probable que los pacientes tengan que quedarse en el mismo sitio durante mucho tiempo. En este caso se encontrarán en las mismas condiciones de asistencia que un caminante que se ha caído en la montaña y se encuentra a horas, o días, de un hospital.

Una persona que se cae en un terraplén suburbano a última hora de la tarde en medio de una tormenta de hielo tiene los mismos riesgos que un accidentado en la naturaleza. El paciente puede necesitar un equipo de rescate con cuerdas, hachas y crampones para el hielo y médicos capaces de anticiparse y afrontar problemas como la hipotermia, las necesidades de aseo, la prevención de las úlceras por presión, el tratamiento de las heridas y las necesidades de líquidos y alimentos.

Con frecuencia se habla del «SEM salvaje», pero en realidad todos los SEM se encuentran en un espectro. En un extremo del mismo estaría la atención a un incidente a medio bloque de distancia de un centro de atención al trauma de nivel I y en el otro la cima del Monte Everest o la parte más profunda del sistema de simas Mammoth-Flint Ridge en Kentucky.

Por tanto, en el análisis final ¿dónde empieza el entorno «salvaje» y acaba el urbano? La respuesta será «depende». Depende de la distancia de la ambulancia (y de la urgencia), depende del clima, depende del terreno.

Incluso de forma más importante, depende de la naturaleza de la lesión o la enfermedad y de la capacidad del personal del SEM y de rescate sobre el terreno. Se volverá a comentar este aspecto al final del capítulo.

## Patrones de las lesiones en el campo

Como se comentó en el capítulo 1, la muerte por traumatismos sigue una distribución trimodal (con tres picos). *El primer pico de muerte* se produce segundos a minutos tras la lesión. Las muertes que suceden en este período suelen ser consecuencia de laceraciones en el cerebro, el tronco del encéfalo, la médula espinal proximal, el corazón, la aorta o los grandes vasos y se deben tratar mediante medidas preventivas, como cascos o cinturones de seguridad. Sólo se podrán salvar unos pocos pacientes y exclusivamente en áreas urbanas grandes en las que se disponga de sistemas de traslado de emergencias rápidos. *El segundo pico de mortalidad* se produce minutos a pocas horas tras la lesión. **La evaluación rápida y la reanimación tratan de reducir este segundo pico de muertes traumáticas.** Las muertes ocurridas en este período se deben en general a hematomas subdurales o epidurales, a hemo neumotórax, a rotura de bazo, a laceraciones hepáticas, a fracturas pélvicas o a lesiones múltiples con pérdida importante de sangre. Los principios básicos que se han aprendido en este curso se pueden aplicar mejor a estos pacientes. *El tercer pico de muertes* sucede días a semanas tras la lesión inicial y casi siempre se debe a sepsis o fracaso multiorgánico.

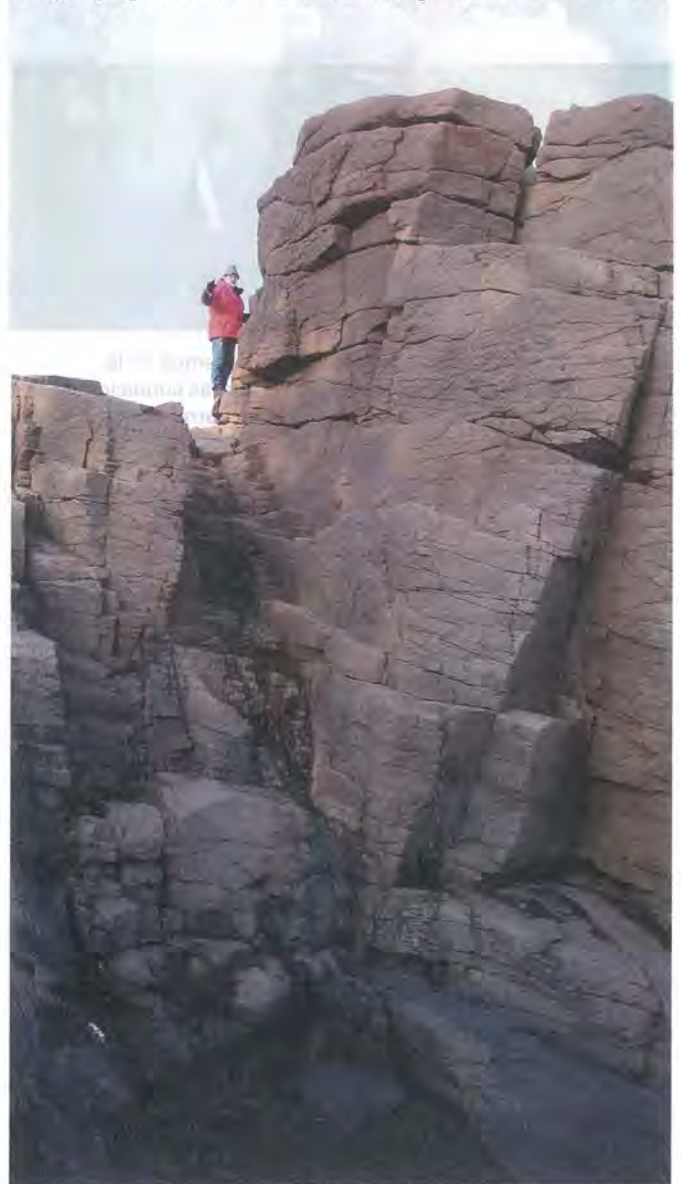
El curso PHTLS se centra sobre todo en salvar a los pacientes del segundo «pico» de esta distribución trimodal. Sin embargo, en el campo la mayor parte de los pacientes que sobreviven hasta el rescate han superado el primero y segundo picos de este gráfico de muerte trimodal. Por tanto, en el campo nos debemos centrar mucho más en qué se puede hacer hoy para evitar que el paciente muera *mañana*. Nos debemos asegurar de que el enfermo no desarrolle problemas, como una insuficiencia renal por deshidratación, una infección abrumadora por falta de resistencia tras el ayuno, embolia pulmonar por una trombosis venosa profunda (coágulos en las piernas que se sueltan y se desplazan hasta los pulmones) e infecciones secundarias al decúbito (úlceras por presión).

## Seguridad

La seguridad del lugar es vital en el campo, incluso más que en entornos urbanos. Un rescatador herido o muerto ya no puede

ayudar a nadie. Las consideraciones de seguridad del lugar «urbanas» se pueden aplicar en el campo (un accidente de aviación civil en el campo puede plantear los mismos problemas que un accidente de coche), pero se deben tener en consideración otros aspectos. En el campo los riesgos del lugar suelen resultar menos evidentes que en la calle y muestran tendencia a «abalanzarse» sobre los rescatadores confiados de forma lenta.

El profesional y el paciente están expuestos al clima y los cambios del mismo, como un frente de aire frío con lluvias heladas, pueden complicar una operación e incluso causar lesiones o la muerte del profesional o el enfermo. Si el rescate dura horas, la falta de alimentos y agua puede provocar debilitamiento. El terreno suele ser irregular y la asistencia del paciente se puede complicar por la existencia de plantas venenosas y animales salvajes (figura 22-2). Los profesionales deben conocer los riesgos propios del entorno, como desprendimientos de rocas,



**FIGURA 22-2** Una pendiente muy inclinada y un suelo irregular son riesgos en los rescates en la naturaleza.

riesgo de avalanchas, avenidas de agua, exposición a altura, aire inadecuado y remolinos en la base de las cascadas.

## El entorno salvaje está en todas partes

En el resto del capítulo se hablará de «SEM salvaje» o en la naturaleza y de pacientes en la naturaleza. Sin embargo, recuerde que la naturaleza salvaje puede estar a pocos kilómetros de una carretera si el tiempo es malo y es de noche o incluso *en* la carretera si un desastre ha determinado que no resulte practicable o los hospitales próximos no puedan admitir más pacientes.

## Toma de decisiones en el SEM: valoración de los riesgos y beneficios

Los TEM y los médicos con experiencia (e incluso los enfermeros) saben que algunos procedimientos como el control de la vía aérea y el tratamiento de las heridas son la parte más sencilla de la medicina. La parte difícil es saber *cuándo* se debe hacer una intervención y *cuál* elegir: la toma de decisiones. En los entornos salvajes tiene todavía más importancia que en los urbanos valorar los riesgos frente a los posibles beneficios.

Para *este* paciente concreto en *esta* situación y con *estos* recursos concretos y con *esta* probabilidad de que llegue *esta* ayuda en *este* momento, ¿cuáles son los riesgos?, ¿cuáles los beneficios? El SEM salvaje es un arte de compromiso entre los riesgos y beneficios determinados para cada caso.

Para ilustrar el proceso de toma de decisiones en los SEM salvajes, seguimos con el comentario sobre el tratamiento de la posible lesión medular presentada en el capítulo 9.

### «Resolución» de la columna cervical en la naturaleza

Una mujer de 24 años sana se cayó mientras escalaba rocas a lo largo de una garganta de un río desde una altura de 18 m. Todos sus anclajes (que había introducido en las grietas de las piedras) se fueron soltando uno a uno y se cayó hasta el suelo, aunque lentamente porque se retenía hasta que se soltaba el anclaje. Llevaba casco, pero sufrió un golpe en la cabeza y perdió el conocimiento de forma breve. Cuando usted y su compañero llegaron al lugar, tras una hora de ascenso a pie por la garganta del río desde el final de la carretera donde habían dejado aparcada la ambulancia, la paciente estaba consciente y alerta, sin síntomas, con una exploración neurológica y física normales. Era la última hora de la tarde y estaba oscureciendo. El lugar para aterrizar un helicóptero más cercano se encontraba a una hora de distancia en dirección a la carretera y la previsión atmosférica indicaba que se levantarían vientos por la noche. ¿Es necesario inmovilizar a la enferma? ¿Debería llamar a un equipo con una camilla Stokes y una tabla larga? ¿Puede caminar la enferma?

### Historia del tratamiento «urbano» de la columna cervical

La inmovilización de la columna en pacientes con traumatismos graves se convirtió en la asistencia convencional hace décadas. Aunque las fracturas de la columna cervical inestables eran poco frecuentes en los pacientes traumatológicos conscientes y aunque no se disponía de pruebas de que la inmovilización vertebral previniera de forma eficaz la parálisis en estos pacientes, parecía poco probable que atar a una persona sobre una tabla pudiera causar daño alguno. Por tanto, durante 30 años los profesionales prehospitalarios utilizaron la inmovilización vertebral cada vez en más pacientes. Desde entonces se ha venido reconociendo que los pacientes sufren un dolor progresivo por la tabla larga. Los estudios indican que el dolor es moderado en 30 minutos y grave en 45 minutos<sup>3</sup>.

Conforme los equipos de búsqueda y rescate en el campo empezaron a emplear cada vez más la formación del TEM, la práctica de colocar a todo el mundo en una tabla después de un accidente dejó de tener sentido, sobre todo si el paciente estaba en la ladera de una montaña en medio de una ventisca y la tabla más próxima estaba a 5 km de distancia o 3000 m más abajo. Por eso, los equipos de búsqueda y rescate y los médicos que colaboran con ellos desarrollaron normas según la bibliografía disponible para decidir cuándo *no* inmovilizar a los pacientes traumatizados en el campo<sup>4</sup>.

Como se comenta en el capítulo 9, un importante estudio multidisciplinario de gran tamaño llamado NEXUS demostró que es posible evacuar a muchos pacientes sin realizarles una radiografía, si se aplican los siguientes criterios de selección:

- Ausencia de hipersensibilidad en la línea media posterior de la columna cervical.
- Ausencia de deficiencia neurológica focal.
- Nivel de alerta normal.
- Ausencia de intoxicación.
- Ausencia de dolor aparente que pueda distraer al enfermo del dolor vertebral cervical.

Muchos sistemas de SEM han aplicado variantes de estos criterios. Unos pocos estudios sugieren algunas dificultades por la aplicación de estos criterios sobre el terreno. La terminología «protocolos de inmovilización vertebral selectiva» utilizada por algunos SEM desvía la atención de forma significativa respecto de la terminología previa y plantea la duda de si realmente reflejan los criterios NEXUS. Sin embargo, en general se acepta que la correcta aplicación de los criterios NEXUS es una buena guía para decidir qué pacientes no necesitan ser colocados sobre un atabla, tanto en la calle como en el campo.

Sin embargo, el problema no resulta tan sencillo en el campo. ¿Qué sucede si el paciente no cumple los criterios NEXUS? ¿Quiere esto decir que *debe* ser inmovilizado?

Como se ha comentado antes, el SEM salvaje practica el arte del compromiso y en ninguna situación es tan evidente como en la toma de decisiones sobre la inmovilización vertebral.

¿Qué sucede cuando el paciente tiene una posible lesión vertebral, está a 2 horas caminando de la carretera más cercana y no se dispone de ningún sistema para la inmovilización vertebral? ¿Sería preciso pedir a alguien que vaya a la ambulancia a por uno afrontando cuatro horas de caminata?

¿Qué se debe hacer cuando el paciente está en una sima y el nivel del agua sube sin parar? ¿Podría ocurrir que se bloquee una vía de escape y los rescatadores y el paciente fallecieran ahogados si el equipo se retrasa?

¿Qué sucede en las montañas, lejos de una ambulancia, cuando se acerca una tormenta? ¿Qué riesgos existen para el paciente y los equipos de rescate si se ven obligados a hacer noche en la montaña?

En todas estas situaciones, los profesionales prehospitalarios implicados tienen dos opciones:

- Quedarse y esperar a que llegue el sistema de inmovilización vertebral.
- Comenzar una evacuación improvisada sin inmovilización vertebral.

Ninguna de estas opciones es ideal, pero los profesionales deben elegir. Para realizar una elección inteligente, se deben planear y resolver las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los riesgos de realizar una evacuación improvisada sin inmovilización vertebral y cuáles los de esperar la llegada del equipo de inmovilización *en este paciente concreto*?
- ¿Cuáles son los beneficios de moverse sin esperar a la inmovilización vertebral y de esperar la llegada del equipo *en este paciente concreto*?

Los beneficios de la inmovilización vertebral dependen de la probabilidad de que este paciente concreto tenga una lesión vertebral inestable.

En el estudio NEXUS las personas que *no* satisfacían los criterios NEXUS y que no podían ser «evacuadas» seguían teniendo un riesgo muy bajo de presentar una fractura vertebral inestable, según lo siguiente:

- Sólo un 2% de los pacientes que *no cumplían* el protocolo de «evacuación» NEXUS tenían fracturas con importancia clínica.
- Sólo una pequeña fracción de este 2% necesitaban tratamiento específico.
- De esta pequeña fracción, sólo otra menor tenía lesiones que pudieran poner en riesgo su médula espinal si no se inmovilizaba y la mayor parte de estos pacientes tenían fracturas mayores múltiples y lesiones con riesgo para la vida.

Por tanto, parece probable que los pacientes con traumatismos ocurridos en el campo que sobreviven bastante tiempo como para ser rescatados, tengan una incidencia de lesiones vertebrales inestables inferior a un 1%.

Los profesionales prehospitalarios sobre el terreno deberán valorar estos posibles riesgos y beneficios para adoptar una decisión informada.

## Evacuaciones improvisadas

Cuando se han analizado los traumatismos vertebrales en la naturaleza, se ha mencionado la opción de empezar una evacuación improvisada en lugar de esperar a la camilla y el equipo de inmovilización vertebral (figura 22-3).

Transportar a los pacientes en el campo resulta extremadamente difícil, consume mucho tiempo y a veces resulta peligroso para el paciente y los responsables del traslado. Las personas que no tiene experiencia en operaciones de búsqueda y rescate (BYR) suelen infraestimar el tiempo y la dificultad de una evacuación en el campo al menos a la mitad y en ocasiones hasta 5 veces menos en las evacuaciones difíciles, sobre todo en rescates de simas.

Si una persona sin experiencia en BYR dice: «Vamos a tardar 2 horas en sacar al paciente de ahí», multiplique la cifra por tres y asuma que se tardarán 6 horas o más cuando el paciente esté en una sima, el equipo tenga poca dotación de personal, el terreno plantee especiales dificultades o el clima sea adverso. Es importante recordar esta información cuando se aproxime la noche o el tiempo esté empeorando.

Casi siempre resulta *mucho* más rápido que el paciente salga caminando, aunque sea ayudado por dos personas. Si el paciente empieza a moverse *en ese momento*, en lugar de esperar a la camilla o la inmovilización vertebral, la evacuación será muchísimo más veloz. Si el paciente no puede caminar (p. ej., por tener fracturado un tobillo), siempre se podrá trasladar en brazos o elaborar una camilla improvisada con cuerdas y palos.



**FIGURA 22-3** Dada la irregularidad del terreno, se necesita creatividad y habilidad técnica para el rescate con seguridad durante la evacuación de pacientes fuera de los bosques.

# Asistencia de los pacientes en la naturaleza

## Necesidades de eliminación

La verdad que se describe en el cuento infantil popular llamado *Everyone Poops*<sup>5</sup> se puede aplicar también a los pacientes en el campo. En entornos urbanos el transporte se realiza en relativamente poco tiempo, de forma que los pacientes no suelen tener necesidad de defecar u orinar. Los pacientes traumatológicos casi nunca lo hacen. Sin embargo, cuando usted atiende a un paciente que lleva todo un día en el campo y tarda varias horas en acceder a él, es *mucho* más probable que el enfermo tenga necesidad de defecar u orinar.

Disponer de un equipo de asistencia al paciente que incluya «paños absorbentes azules» para poder colocarlos debajo del enfermo, disponer de papel higiénico e incluso detenerse para que el paciente pueda defecar u orinar se consideran opciones razonables (figura 22-4).

Las mujeres y los hombres pueden orinar aunque estén inmovilizados en una camilla de Stokes con una férula de vacío de cuerpo entero siempre que se haya planificado bien al colocarla y se deje un extremo de la camilla elevado. En las mujeres será necesario un pequeño dispositivo que suelen llevar en el equipo.

Sin embargo, las personas que permanecen tumbadas de espalda mucho tiempo suelen desarrollar úlceras por decúbito (presión), que pueden acabar precisando cirugía y prolongan el ingreso hospitalario. Algunos enfermos llegan a fallecer por las infecciones y otras complicaciones derivadas de las úlceras.

Permanecer mucho tiempo tumbado sobre las propias heces y orina (horas, ni siquiera días) puede aumentar la probabilidad de que se desarrollen úlceras por presión. Si la asistencia del paciente sólo dura unos pocos minutos durante el traslado, la orina y las heces no representarán un problema importante. Sin embargo, si un profesional lleva horas atendiendo al paciente y luego traslada al enfermo a la urgencia sobre sus propias heces, los enfermeros podrían (de forma justificada) protestar por el nivel de asistencia.



FIGURA 22-4 Dispositivos para la eliminación.

## Necesidades de agua y alimento

Todos los pacientes en el campo tienen frío, hambre y sed, es decir, están hipotérmicos, tiritando y deshidratados, o si usted lo prefiere para recordarlo mejor a pesar de una ligera pérdida de precisión *hipotérmico, hipoglucémico e hipovolémico*.

El ayuno causa mucho más que hipoglucemia (baja concentración de azúcar en sangre) y no todos los pacientes que están en ayuno sufren una hipoglucemia importante. La deshidratación no sólo es hipovolemia, que alude exclusivamente al volumen intravascular dentro del sistema vascular. Los pacientes que están deshidratados han perdido también agua de sus células y de los espacios intersticiales entre las células.

En la calle los pacientes *no* suelen recibir alimentos o agua. Existen buenos motivos para no alimentar a los pacientes en la calle. El paciente no se muere o deshidrata en pocos minutos. Si el paciente tiene que entrar en quirófano, resultará perjudicial que tenga alimentos o líquidos dentro del estómago; aumenta la probabilidad de que se produzcan vómitos o, más posiblemente, una regurgitación pasiva durante la anestesia.

Sin embargo, el estómago sólo debe estar vacío durante unas horas antes de la anestesia. Si un paciente rescatado del campo tiene que entrar al quirófano, casi siempre se tardará unas horas en prepararlo en cualquier caso.

Como se ha comentado antes, en los pacientes encontrados en entornos naturales se debe asegurar que el paciente no va a morir *mañana*. Dejar al paciente ayunar no suele resultar beneficioso y alimentarlo hoy hará que se sienta mejor mañana. Por tanto, aporte alimentos y agua a cualquier paciente encontrado en el campo con un nivel de consciencia razonable.

Los vómitos y la aspiración siempre representan un problema y siempre es fundamental prestar atención a la vía aérea del enfermo (p. ej., tumbarlo de lado para los traslados prolongados, incluso si se necesita la inmovilización vertebral). Sin embargo, los equipos de rescate deben tratar de administrar alimentos y líquidos a los enfermos encontrados en la naturaleza, aunque hayan vomitado una o dos veces, siempre que tengan protegida la vía aérea.

## Pacientes lesionados sobre tablas largas

Otras medidas preventivas importantes para los pacientes encontrados en el campo, sobre todo cuando la evacuación se prevea prolongada, incluyen las orientadas a evitar las úlceras por presión (decúbito), según sigue:

- Permita (y ayude) al paciente girarse de un lado a otro en la camilla.
- Mantenga el sacro (nalgas) del paciente seco y limpio.

Si el paciente necesita una inmovilización vertebral de verdad, la prevención de las lesiones por decúbito será todavía más importante, aunque también más difícil. Las técnicas para evitar los decúbitos en la inmovilización vertebral incluyen las siguientes:

- Coloque al paciente en una férula de vacío de cuerpo entero en lugar de sobre una tabla larga. Los colchones de

vacío consiguen una excelente inmovilización vertebral y tienen muchas menos probabilidades de provocar decúbitos<sup>6-9</sup>.

- Si no se cuenta con una férula de vacío de cuerpo entero, almohadille bien la tabla y ponga soportes bajo la columna lumbar, las rodillas y el cuello. Los estudios demuestran que la inmovilización en tablas no almohadilladas produce un dolor lancinante incluso en personas no lesionadas en 45 minutos y necrosis de la piel (muerte celular) en unos 90 minutos<sup>3,10-13</sup>.
- Transporte la camilla primero por un lado y luego por el otro, de forma que la presión se alterne entre las dos caderas, en lugar de actuar siempre sobre el sacro.

Para la prevención de la trombosis venosa profunda y la embolia pulmonar, deberá hacer lo siguiente:

- Coloque a los pacientes de forma que puedan mover las piernas; no los ate con demasiada fuerza.
- Plantee paradas para descansar para que los pacientes puedan bajarse de la camilla y estirar las piernas.

Si existe un grado leve de sospecha de lesión cervical, pero no lumbar, puede resultar adecuado permitir que el paciente consciente se baje de la camilla, llevando el collarín cervical puesto, y permitirle estirar las piernas y orinar, si se cuenta con muchas manos entrenadas par ayudarlo. Si se plantea esta opción, puede resultar tranquilizador comentarlo con el médico que está en contacto con el SEM salvaje.

## Protección frente al sol

Otros riesgos que se pueden encontrar en el campo incluyen caídas de rocas, avalanchas e inundaciones de las corrientes de simas. Sin embargo, merece la pena comentar de forma detallada la protección solar.

Los rayos de luz ultravioleta (UV) pueden dañar la piel, en ocasiones de forma grave. Las quemaduras solares de segundo y tercer grado se encuentran a veces en víctimas expuestas y estas quemaduras tan graves pueden ocasionar *shock* o muerte. Las quemaduras solares también aumentan el riesgo de desarrollar un cáncer de piel.

La luz ultravioleta se emite en dos frecuencias, A y B (UVA y UVB). Antes se consideraba que la UVA era inocua, pero ahora se sabe que actúa de forma sinérgica con la UVB para producir quemaduras solares. Por tanto, los dispositivos o cremas que bloquean el sol deben bloquear tanto los UVA como los UVB para ser eficaces.

La protección solar se mide con el *factor de protección solar* (FPS) (figura 22-5). El FPS es una medida numérica del grado en el que la ropa o la crema aumentan la dosis mínima de luz UV que enrojece la piel. Por ejemplo, una loción solar con un valor FPS de 45 consigue una protección frente a las quemaduras 45 veces mayor que la que se observa sin ella.

Para comprobar el FPS de la ropa, se debe sostener una prenda frente a una bombilla de luz. Si la imagen del bulbo se ve a



FIGURA 22-5 Pantallas solares.

su través, el FPS será ligeramente inferior a 15. Si se ve luz, pero no la imagen del bulbo, el FPS estará entre 15 y 60.

Se deben aplicar lociones protectoras con un FPS mínimo de 15 en la piel para reducir las posibles lesiones derivadas de la exposición al sol. Cuando se suda mucho, se debería reaplicar con frecuencia la loción.

Las quemaduras solares se tratan como cualquier quemadura de otro tipo y los cuidados son iguales en la naturaleza que en el entorno urbano. La principal diferencia es que en el campo el profesional prehospitalario debe conocer y tratar las posibles pérdidas de líquidos, la deshidratación y en ocasiones hasta el *shock* y reconocer que los enfermos con quemaduras solares tienen más riesgo de desarrollar una hipotermia.

## Aspectos específicos de los SEM rurales

En esta sección se revisan algunas de las situaciones más importantes en las que la asistencia al trauma en el campo se diferencia de la urbana.

### Tratamiento de las heridas

El tratamiento de las heridas comprende los siguientes aspectos:

- Hemostasis (detener la hemorragia).
- Antisepsia (prevenir las infecciones).
- Recuperar la función (normalizar la función protectora de la piel y recuperar la función normal del miembro o de otra parte del cuerpo).
- Estética (aspecto agradable).

En el campo la prevención de las infecciones y la recuperación de la función adquieren una gran importancia.

## Hemostasia

El control de la hemorragia forma parte de la valoración primaria. En la calle la hemorragia arterial puede causar la muerte, pero en el campo incluso la venosa puede hacerlo si persiste durante suficiente tiempo. Todos los hematófagos tienen importancia. Por eso, el control de la hemorragia con medidas convencionales, como la presión directa y la elevación, son importantes o más importantes en el campo.

Sin embargo, en ocasiones identificar un punto sangrante para poder aplicar presión digital directa sobre el «sangrante» (vaso responsable de la hemorragia) no resulta tan sencillo. La aplicación de presión digital directa durante 10-15 minutos es mucho mejor que los vendajes compresivos para controlar los sangrantes.

Por eso, algunos protocolos de SEM salvajes sugieren utilizar los puntos de presión o un manguito de presión arterial proximal (PA) como torniquete durante 1-2 minutos para controlar la hemorragia inicialmente. Después se deja que el manguito de PA pierda presión con cuidado y así se pone de manifiesto el vaso sangrante con facilidad y se puede utilizar un dedo enguantado con una gasa (para que no se deslice) para ocluirlo durante 10-15 minutos. Si el sangrante comienza a sangrar de nuevo, la presión digital directa durante otros 10-15 minutos casi siempre consigue detener la hemorragia.

Observe que estamos sugiriendo utilizar un torniquete con el manguito de PA sólo unos pocos minutos. Es importante *desinflar el manguito de PA* y no utilizarlo de forma aislada para controlar la hemorragia; si no se hace así, los miembros podrían sufrir lesiones permanentes.

Diversas empresas han comercializado vestidos y polvos especiales y otros dispositivos para detener la hemorragia venosa (véase capítulo 7).

## Prevención de las infecciones

Cuando se produce una lesión en el campo puede pasar mucho tiempo antes de que la herida reciba un tratamiento definitivo en urgencias. El cuidado habitual de la herida en urgencias incluye una limpieza adecuada para prevenir las infecciones. Las heridas contaminadas por suciedad o producidas por la penetración de un objeto sucio se limpian con irrigación a alta presión. Las heridas no contaminadas se limpian con irrigación a baja presión.

La irrigación a alta presión provoca edema de las heridas, pero cuando se trata de una lesión contaminada llena de suciedad y bacterias, los beneficios de eliminar las bacterias superan a los riesgos derivados del edema de la herida<sup>14,15</sup>. Las infecciones pueden desarrollarse con rapidez. Cuando una herida lleva abierta unas 8 horas, las bacterias se habrán diseminado desde la piel a la parte profunda. Pasadas 8 horas, es posible que suturar una herida ocasione una infección profunda. Las infecciones profundas pueden generar presión, lo que impide entrar a los leucocitos, la defensa normal del organismo frente a las infecciones.

El tratamiento habitual de las heridas en la «calle» no incluye lavado de la herida porque tiene sentido retrasar este lavado durante los pocos minutos que el paciente tarda en llegar a la

urgencia, porque aquí se dispone de mejores medios para limpiarla y valorar al enfermo. En la urgencia se puede determinar si el paciente sufre una laceración de un nervio o un tendón, una fractura asociada, una laceración del bazo o un hematoma subdural craneal.

Retrasar el cuidado de las heridas *carece* de sentido en el campo, ya que se tarda horas en llegar a la urgencia y se debe irrigar la herida. En las regiones muy alejadas la herida se podría infectar antes de que el enfermo llegue a la urgencia pasados varios días.

Los estudios demuestran que la irrigación precoz es esencial para eliminar las bacterias y reducir las infecciones de las heridas<sup>16-18</sup>. No es preciso ni práctico transportar soluciones estériles para irrigar las heridas. No es necesario añadir antisépticos al agua<sup>19</sup>. El agua que resulta lo bastante buena para beberla también lo es para irrigar la herida. El agua de corrientes o procedente de la nieve derretida puede tratarse con cualquiera de los tratamientos convencionales usados en el campo para el agua potable<sup>14,20-24</sup>.

Cuando se limpia una herida no contaminada, como una laceración derivada de un golpe en la frente contra un casco de un compañero de equipo, sólo es necesario «introducir un poquito de agua dentro de la herida». Algunas recomendaciones aconsejan utilizar una jeringa con bulbo azul, que suele estar disponible en las urgencias, pero con volcar una botella de agua sería suficiente.

Si la herida está contaminada, se deberá irrigar con suficiente presión para eliminar las bacterias. Los estudios originales demostraron que una jeringa de 35 ml con una aguja de 18 G consigue una presión suficiente (5-15 psi)<sup>25-27</sup>. Introduzca el agua, a alta presión, dentro de la herida. Sin embargo, esto supone un elevado riesgo de transmisión de patógenos por la sangre y es preciso protegerse frente a las salpicaduras de sangre cuando se irriga la herida. Reaplique una venda limpia al menos cada día.

Si la herida está abierta, una venda húmeda impedirá las lesiones tisulares por desecación; se debe cambiar o volver a mojar con agua limpia varias veces diarias. Sin embargo, en la mayor parte de los casos como la herida estará cerrada en el momento de aplicar el vendaje, se debería aplicar una venda seca.

## Recuperación de la función y la estética: cierre de las heridas en el campo

Dada la falta de una buena iluminación, de radiografías y de un lugar seco y cálido para trabajar, no tiene sentido realizar el cierre definitivo de la herida en el campo. Sin embargo, se puede limpiar sencillamente la herida, vendarla, cuidarla durante 4 días y realizar un *cierre primario tardío*. A los 4 días, siempre que la herida no se haya infectado, será más seguro proceder al cierre de la herida como si se acabara de producir. Aunque las bacterias entran en la herida poco después de la lesión, al final se producirá la entrada de suficientes defensas del organismo (es decir, leucocitos) para que el cierre resulte seguro. Este cierre se suele producir a los 4 días de la lesión.

Como se puede realizar un cierre primario tardío, no existen presiones para suturar las heridas en el campo. Si existe un

cirujano o un profesional experto en suturar heridas, se puede realizar la sutura sobre el terreno. Sin embargo, sigue siendo razonable limitarse a irrigarla, vendarla y cubrirla y permitir que se produzca el cierre más adelante.

Suturar una herida en el campo puede resultar importante en una situación: cuando no se consigue controlar la hemorragia por otros métodos. Estas situaciones son infrecuentes y suelen corresponder a laceraciones del cuero cabelludo. Por este motivo, algunos profesionales del SEM en la naturaleza están entrenados en el uso de grapadoras quirúrgicas desechables para reparar las heridas del cuero cabelludo. Sin embargo, la reparación de la herida es compleja y no se debe intentar realizarla sin una formación y experiencia suficientes.

## Luxaciones

Un varón de 20 años sano estaba practicando kayak en una corriente de agua cuando la parte superior del kayak se golpeó contra una rama de árbol que estaba a baja altura. Ahora tiene el hombro derecho hinchado y deformado y percibe dolor. No puede cruzar el brazo derecho por delante del tórax. Los pulsos distales, el relleno capilar, la sensibilidad y el movimiento están conservados. Desde la ambulancia, usted y el TEM que le acompaña caminan por entre los setos medio kilómetro dentro de la montaña para llegar a la corriente. ¿Deberían inmovilizar la lesión «como está»? ¿Deberían tratar de reducir una lesión que parece una luxación anterior del hombro?

La asistencia convencional de las fracturas y luxaciones en zonas urbanas es «inmovilizar como está» y trasladar para el tratamiento definitivo. La única excepción sería el paciente sin pulsos palpables.

Aunque la regla «inmovilizar como está» es buena en general en zonas urbanas, en las zonas rurales «tratar de ponerla como parezca normal» se considera una regla mejor. Esta regla es claramente adecuada para las fracturas y las luxaciones cuando el transporte se retrasa.

Existen muchos tipos de luxaciones, en los dedos de los pies y de las manos, el hombro, la rodilla, el codo, la cadera, el tobillo y la mandíbula, y todos ellos se han reducido con éxito en el campo, algunos con mayor facilidad que otros. En general resulta muy sencillo reducir una luxación de tobillo (casi siempre fracturas-luxaciones), rótula y dedos de manos y pies, salvo la articulación interfalángica proximal del índice en algunos casos. Las luxaciones de codo, rodilla y cadera son difíciles en general. Todas estas reducciones resultan más sencillas con el entrenamiento y la práctica y sobre todo se necesita experiencia y formación para diagnosticar sin una radiografía cuando es probable que la articulación esté luxada para tratar de reducirla.

Los cursos de TEM y paramédicos no suelen formar acerca de la reducción de las luxaciones. Sin embargo, como las luxaciones son tan frecuentes en el campo, este aspecto se aborda en casi todos los cursos de primeros auxilios, primera respuesta y TEM para la naturaleza. Se recomienda a los profesionales que puedan trabajar en SEM en entornos salvajes o que viajen de forma regular al campo que sigan uno de estos cursos.

## Reanimación cardiopulmonar en el campo

### Parada traumática en el campo

Unos pocos signos se pueden considerar de forma inequívoca datos de imposibilidad de supervivencia, como:

- Decapitación.
- Amputación del tronco.
- Paciente con una congelación tan intensa que no se puede aplicar masaje torácico.
- Temperatura rectal muy fría e igual a la ambiental.
- Descomposición evolucionada (véase comentario posterior).

Los siguientes signos sospechosos de muerte se pueden utilizar en el ambiente prehospitalario, aunque ninguno resulta fiable de forma aislada:

- *Rigor mortis*. La rigidez posmórtem es un signo bien conocido, pero no existe siempre y se puede encontrar una rigidez parecida en pacientes hipotérmicos y semiconscientes.
- *Livideces en decúbito*. Es frecuente encontrarlas en cadáveres, pero también se asocian a la necrosis por presión y a la congelación en algunos pacientes expuestos a los elementos durante mucho tiempo.
- *Descomposición*. Suele resultar evidente.
- *Falta de signos de vida*. La hipotermia se puede confundir con la muerte porque los pulsos no se palpan y las respiraciones no se pueden detectar. Además, estos pacientes tienen pupilas midriáticas arreactivas y no tienen signos de conciencia. Sin embargo, algunos de estos enfermos tan hipotérmicos se han podido reanimar con recuperación neurológica completa.

Se sabe que la parada cardíaca traumática «urbana» tiene mal pronóstico cuando se debe al traumatismo, incluso si el lugar donde se produce se encuentra a pocos minutos de un centro de atención al trauma de nivel I. Ninguna persona sobrevive más de unos minutos de reanimación cardiopulmonar (RCP) tras una parada cardíaca<sup>28-31</sup>. Esto se reconoce en muchos protocolos de los SEM, en los siguientes aspectos:

- Si se produce una parada cardíaca traumática, inicie la RCP con estabilización de la columna cervical cuando:
  1. La parada cardíaca se produzca en presencia de personal del SEM.
  2. La víctima de un traumatismo abierto tenga signos de vida en los 15 minutos desde la llegada del personal del SEM.

Por eso, en la atención en entornos salvajes la RCP resulta inapropiada para la parada cardíaca. Sería adecuado que los profesionales prehospitalarios y los profesionales de los equipos de rescate en alta montaña exploren al paciente y después informen con firmeza y suavidad a sus compañeros de la muerte del enfermo y de que no se va a intentar la reanimación. Los pro-

fesionales prehospitalarios y los profesionales del equipo de alta montaña deberían afrontar las reacciones esperadas de duelo y negación comprobando la seguridad del lugar, sobre todo si la oscuridad inminente puede dificultar la salida de la zona de los compañeros del fallecido agotados a nivel físico y mental.

### Parada médica en el campo

Una parada médica indica un paciente con dolor torácico, que sufre de repente una parada cardíaca. En la naturaleza las probabilidades de sobrevivir son pocas o nulas cuando el paciente está en PCR más de unos pocos minutos antes de la defibrilación<sup>32-37</sup>. Es posible que el equipo de rescate se encuentre transportando al paciente con dolor torácico cuando sufre la parada. Sin embargo, el cociente utilidad-peso de los desfibriladores es tan bajo que los equipos de rescate en la naturaleza casi nunca los llevan consigo.

Existen diversas causas de parada cardíaca en el campo y en el ejemplo previo, es posible una parada cardíaca por fibrilación ventricular (FV) secundaria a la hipotermia o una parada cardíaca secundaria a una embolia pulmonar. Sin embargo, en este tipo de situaciones la supervivencia todavía resulta menos probable que cuando se trata de un infarto de miocardio.

Sin embargo, las paradas cardíacas «no traumáticas» que suceden en el campo pueden sobrevivir en las siguientes circunstancias:

- Hipotermia<sup>38</sup>.
- Semiahogamiento en agua fría<sup>39-42</sup>.
- Golpe de un rayo<sup>43</sup>.
- Electrocuación.
- Sobredosis de drogas.
- Enterramiento tras una avalancha<sup>44</sup>.

En todos estos casos el paciente parece encontrarse en una parada cardíaca, pero se le puede reanimar con una RCP básica. En el caso de la hipotermia existe una frase según la cual «el paciente no está muerto hasta estar caliente y muerto» (véase capítulo 16). Una minoría importante de las personas que parecen muertas por los mecanismos antes descritos puede ser reanimada. En estas situaciones existen algunas consideraciones especiales; por ejemplo, la seguridad del lugar de las personas que han sufrido una electrocuación y siguen pegadas a una línea de tensión eléctrica en el campo o saber que el masaje cardíaco externo puede inducir una parada cardíaca por FV en los pacientes hipotérmicos, cuyo corazón está latiendo sólo lo justo para mantenerlo vivo<sup>45-48</sup>. Aunque es adecuado para un curso de TEM en la naturaleza, una discusión exhaustiva sobre estos temas queda fuera del alcance de este capítulo.

Sin embargo, dos normas convencionales para la asistencia mediante RCP en la naturaleza son las siguientes<sup>34</sup>:

- Si parece que el paciente está en parada cardíaca por causas no traumáticas, intente la RCP durante 15-30 minutos; si no se consigue reanimarlo, interrumpa la RCP y considere que el paciente ha fallecido.
- Sin embargo, *nunca* inicie la RCP si va a suponer un riesgo para el equipo de rescate y reducir sus posibilidades de

retirarse del lugar con seguridad por la escasez de luz ambiental, el terreno, el clima y la disponibilidad de refugios próximos.

### Picaduras y mordeduras

Las picaduras y mordeduras son problemas frecuentes en el campo. El tipo exacto de picaduras y mordeduras que se pueden encontrar en cada caso dependen de la región.

#### Picaduras de abejas

La picadura más frecuente, generalizada y mortal es la de la abeja común, al menos en las personas alérgicas. La mayor parte de las reacciones frente a estas picaduras son un dolor local intenso (aunque de corta duración) y en ocasiones edema y enrojecimiento local durante 1-2 días; es posible que estas reacciones se deban a una toxina inyectada, más que a una alergia.

Algunas personas que sufren una picadura desarrollan en pocos minutos una reacción alérgica generalizada. Esta reacción puede oscilar desde una urticaria a una reacción anafiláctica florida. Aunque el espectro concreto de la reacción alérgica generalizada depende del contenido de la toxina inyectada (que varía según las distintas especies de abejas y avispa) y de los antecedentes alérgicos del paciente, se suelen encontrar una o más de las siguientes:

- Urticaria (habones) (figura 22-6).
- Edema de los labios.
- Ronquera o estridor.
- Sibilancias, disnea o ambos.
- Dolores cólicos abdominales, vómitos o diarrea.
- Taquicardia o bradicardia.
- Hipotensión arterial.
- Síncope.
- *Shock* hipovolémico franco.

Los pacientes con antecedentes de reacciones alérgicas generalizadas frente a una picadura tienen más probabilidades de su-



**FIGURA 22-6** Urticaria alérgica.

(Tomado de Forbes CD, Jackson WF: *World atlas and text of clinical medicine*, ed 3, London, 1993, Mosby-Year Book Europe Limited.)

frir otra reacción generalizada ante la siguiente. Sin embargo, los venenos son lo bastante distintos de una especie a otra como para que el paciente pueda no sufrir una reacción generalizada, a pesar de tener antecedentes de alguna previa.

Un paciente que sufre una urticaria leve tras una picadura posiblemente evolucionará bien. Si un paciente que desarrolla habones tras la picadura evoluciona hacia una anafilaxia real, el mejor signo precoz será la ronquera. La principal causa de muerte tras la alergia a las abejas es la obstrucción de la vía aérea por los habones que se forman en la misma y la ronquera suele ser el primer signo del edema de la vía. Cualquier paciente con una reacción generalizada frente a una picadura de abeja precisa tratamiento inmediato.

Las intervenciones de soporte vital básico (SVB) incluyen mantener al paciente plano o con las piernas levemente elevadas, realizar un control convencional de la vía y administrar oxígeno.

Una intervención sencilla, pero útil, es quitar el aparato picador bien. Aunque sólo un pequeño porcentaje de las picaduras de abeja tienen el aparato picador dentro del paciente, a menudo se necesitan buenos ojos e iluminación o una lupa de aumentos para poder encontrarlo, ya que una mala extracción podría causar la muerte. Exprimir el aparato picador con una pinza o tenazas puede liberar más veneno dentro de la piel. Por el contrario, emplear una tarjeta de crédito o raspar *cuidadosamente* con una hoja de bisturí el aparato picador puede sacarlo sin liberar más veneno.

Es importante extraer los aparatos picadores lo más pronto posible, porque el saco del veneno sigue liberándolo incluso cuando la abeja ya no está.

Los principales medicamentos para tratar las picaduras de abeja incluyen:

1. Adrenalina. Aunque la adrenalina sólo actúa unos pocos minutos, puede salvar la vida.
2. Antihistamínicos (p. ej., difenhidramina). Cualquier persona que necesita adrenalina por una picadura de abeja que le induce alergia debería recibir un antihistamínico.
3. Esteroides (p. ej., prednisona). La mayor parte de las personas que necesitan adrenalina precisan esteroides también.

Algunos equipos de BYR en la naturaleza llevan fármacos para la alergia frente a las picaduras de abejas dentro de sus equipos médicos; los TEM de la naturaleza tienen una formación especial para usarlos. Además, algunas personas con antecedentes de alergia a la picadura de abeja tienen estos medicamentos en su propio botiquín privado.

El fármaco más importante es la adrenalina, que se comercializa como un autoinyector en forma de pluma, que con frecuencia se prescribe a pacientes con alergia generalizada frente a las picaduras de abeja. Estos autoinyectores se encuentran en muchos botiquines de primeros auxilios en entornos naturales.

## Mordedura de serpiente

Existen muchas especies de serpientes venenosas. Unas pocas se encuentran en latitudes norte, mientras que la mayoría corres-



**FIGURA 22-7** Serpiente de coral.

(Tomado de Sanders M: *Mosby's paramedic textbook*, ed 3, St Louis, 2006, Mosby.)



**FIGURA 22-8** Serpiente de cascabel.

(Tomado de Sanders M: *Mosby's paramedic textbook*, ed 3, St Louis, 2006, Mosby.)

ponden a zonas tropicales y muchas resultan mortales. Aunque muchas serpientes cuentan con glándulas de veneno, en América del Norte sólo existen dos especies cuyo veneno es suficientemente potente como para ocasionar algo más que una mera irritación a las personas.

Las *serpientes de coral* son pequeñas y se encuentran en las regiones localizadas al sur de América del Norte. Tienen un veneno neurotóxico, es decir, que produce parálisis (figura 22-7). Sin embargo, las serpientes son pequeñas, tienen unos colmillos pequeños, no pueden abrir la boca tanto como una serpiente grande y tienen que mascar para que el veneno pueda entrar.

Las *víboras* (figura 22-8) se encuentran por extensas regiones de América del Norte e incluyen especies de *serpiente de cascabel* de varios tipos, *cabezas de cobre* (figura 22-9) y *mocasines de agua* o *bocas de algodón* (figura 22-10). La mayor parte de las mordeduras de las víboras no se producen en el campo, sino más bien en regiones rurales o suburbanas e incluso en entornos urbanos. Un ejemplo clásico es el borracho que estaba besando a la serpiente de cascabel que tenía como mascota cuando le mordió en la lengua.



**FIGURA 22-9** Serpiente cabeza de cobre.

(Tomado de Auerbach PS: *Wilderness medicine: management of wilderness and environmental emergencies*, ed 4, St Louis, 2001, Mosby.)



**FIGURA 22-10** Serpiente mocasín de agua (boca de algodón).

(Tomado de Auerbach PS: *Wilderness medicine: management of wilderness and environmental emergencies*, ed 4, St Louis, 2001, Mosby.)

Las mordeduras de serpientes no son tan infrecuentes como se podría pensar. Esto se complica por la diversidad de tratamientos prehospitalarios que intentan aplicar los pacientes, testigos e incluso el personal del SEM. El único tratamiento con eficacia demostrada para las mordeduras de serpientes venenosas es el antídoto, que es muy caro (miles de dólares cada dosis) y que no se suele encontrar en los botiquines de primeros auxilios. El único tratamiento «de calle» con eficacia demostrada es el traslado al hospital.

1. Lo primero que se debe hacer para tratar una mordedura de serpiente es *vigilar signos de envenenamiento*. En realidad sólo un porcentaje de las mordeduras de víbora se traducen en un envenenamiento real (se inyectó veneno) y los signos de este cuadro son bastante claros. Aunque los signos y síntomas de envenenamiento se suelen desarrollar en pocos minutos, en ocasiones se retrasan 6-8 horas o incluso más, de forma que resulta correcto empezar el traslado al hospital ante una sospecha de mordedura de este tipo. Los signos de envenenamiento incluyen los siguientes:
  - a. Edema local grave, hematomas y dolor.
  - b. Hemorragia persistente en el lugar de la mordedura.

- c. Parestesias en los dedos de manos y pies (las parestesias son sensaciones extrañas, en general por alteraciones de los nervios o bioquímicas; una frecuente es la sensación de que te «clavan agujas»).
- d. Sabor metálico en la boca.
- e. Ansiedad intensa («catástrofe inminente»).
- f. Náuseas, vómitos y dolor abdominal.

Los siguientes tratamientos se han recomendado, aunque la bibliografía no los confirma:

1. *Reposo*. Algunas recomendaciones insisten en que las personas que han sido mordidas deben evitar siempre agotarse. Las muertes por las mordeduras de serpientes norteamericanas son muy poco frecuentes<sup>49</sup> y es muy poco probable que el agotamiento de caminar para huir del campo enferme demasiado al paciente mordido. Si es posible llevarse a la víctima, sería ideal hacerlo. Sin embargo, si esperar a un equipo de transporte se traduce en un retraso de la llegada al hospital del enfermo, sería mejor que caminara para el traslado, aunque fuera con ayuda.
2. *Capture a la serpiente y llévala al hospital*. Hay numerosos informes de testigos que trataron de capturar a la serpiente que se creía venenosa y sufrieron la correspondiente mordedura durante el intento. Sólo se emplea un antídoto para todas las picaduras de víboras venenosas domésticas y el tratamiento se basa en el grado clínico de afectación, según los signos y síntomas descritos antes. Por tanto, identificar una serpiente doméstica tiene menos importancia si se contrasta con los riesgos de tratar su captura. Una fotografía digital de la serpiente puede ser útil, pero la identificación no justifica el riesgo de una mordedura más.
3. *Aspiración*. La aspiración, con o sin corte, se ha demostrado inútil en las mordeduras de serpientes venenosas. Los equipos para este tipo de incidente que tienen dispositivos de aspiración no deben llevarse en los botiquines de primeros auxilios y nunca se deben emplear<sup>50,51</sup>.
4. *Shock eléctrico*. El *shock* eléctrico, aplicado a la serpiente o al lugar de la mordedura, ha resultado totalmente ineficaz y nunca se debe intentar<sup>52,53</sup>.
5. *Compresas frías*. Las compresas frías aumentan las lesiones tisulares derivadas de la mordedura de una víbora norteamericana y no se deben aplicar<sup>54</sup>.
6. *Inmovilización, torniquetes arteriales o venosos, constrictores linfáticos o vendajes elásticos*. Aunque se recomiendan de forma generalizada, ninguno de estos tratamientos ha resultado eficaz y pueden empeorar las lesiones locales en la región de la mordedura<sup>55,56</sup>.

## El contexto de los «SEM salvajes» revisitado

Al principio de este capítulo nos preguntábamos *cuándo* el SEM se debe considerar de tipo «salvaje»: «¿Cuándo debemos pen-

sar en el SEM salvaje, es decir, cuándo debemos pensar y trabajar de forma distinta a como se hace en la calle?».

Tras leer este capítulo, el lector podrá responder de forma breve: «Depende».

El tiempo, la distancia, el clima y el terreno son los factores que deben considerarse en la decisión. La decisión de que un paciente determinado, en una situación concreta, con un conjunto de lesiones específicas necesita una asistencia médica «salvaje» más que de «calle» es una decisión médica y la deberá adoptar el profesio-

nal prehospitalario responsable de la atención del caso. Si el responsable sobre el terreno puede contactar con un médico que tenga conocimientos de SEM, sobre todo en terrenos naturales, sería muy útil solicitar su consejo. En último término, la decisión dependerá del profesional prehospitalario presente en el lugar.

PHTLS siempre ha mantenido que, con una buena base de conocimientos y principios fundamentales, los profesionales prehospitalarios, el personal del SEM y los TEM pueden adoptar decisiones razonadas para la asistencia del enfermo.

# RESUMEN

El SEM «salvaje» es igual que el «urbano», aunque tiene diferencias. Los principios de la asistencia al trauma son idénticos en ambos contextos. El entorno salvaje, que incluye *mucho más* que las regiones salvajes definidas, implica que el cuidado convencional *se modifica* en algunas lesiones.

Las situaciones clínicas en las cuales la asistencia en la naturaleza es distinta incluyen la inmovilización de la columna cervical, la irrigación de las heridas, la reducción de las luxaciones y la interrupción de la RCP. Los principios generales en los pacientes encontrados en la naturaleza incluyen aspectos de la eliminación, la prevención de los decúbitos y la prevención de la trombosis venosa profunda y la embolia pulmonar. Un principio básico es que todos los pacientes están hipotérmicos, hipoglucémicos e hipovolémicos en la naturaleza, es decir que

estos pacientes tienen frío, sed y hambre y los equipos de rescate deben tratar estas necesidades corporales básicas de forma agresiva.

Los SEM salvajes deben adoptar decisiones; más que nada se trata de un arte de compromiso, de valorar los riesgos y beneficios para cada situación concreta del paciente. Los enfermos en la naturaleza casi nunca necesitan más intervenciones invasivas, sino que en general precisan de unos profesionales prehospitalarios con buen criterio. Un buen profesional prehospitalario debería explorar con detenimiento al paciente, volver a explorarlo de forma regular, plantearse qué le sucede, realizar los diagnósticos correctos sobre el terreno o incluso una lista de diagnósticos diferenciales y emplear esta información para adoptar las decisiones pertinentes.

## El contexto de los «SEM salvajes» revisitado

Al principio de este capítulo nos preguntábamos cuándo el SEM se debe considerar de tipo «salvaje»... «¿Cuándo debemos par-

El primero que se hizo notar fue: «¿Qué tipo de morbilidad de emergencia se ve en el entorno de emergencia? En realidad, solo un porcentaje de las morbilidades de «calle» se producen en un entorno salvaje (en la mayoría de casos) y los signos de vida están son bastante claros. A menudo los signos y síntomas de emergencia se ven en el entorno salvaje en pocas ocasiones, en ocasiones se ven en el entorno salvaje en forma que resulta bastante obvia, al menos en algunas de las morbilidades de «calle» que se ven en el entorno salvaje. El movimiento incluye los signos de emergencia y dolor.

# RESOLUCIÓN DEL CASO

El paramédico del equipo, un TEM en la naturaleza básico, explora rápidamente a la paciente y sospecha correctamente que puede sufrir una hemorragia esplénica. El paramédico comenta el caso con el jefe del equipo. Siguiendo el consejo del paramédico, el jefe del equipo indica a otro miembro del grupo, también un TEM básico, que se quede con el paciente que sufre la fractura de tobillo y lo vigile. El jefe llama a la base del equipo de BYR y realiza las disposiciones para que acuda un helicóptero de evacuación médica a la base, en lugar de usar la ambulancia para el traslado. El equipo utiliza después una camilla para transportar al miembro del equipo herido hacia el helicóptero, que está aterrizando cuando llegan a la base. Otros miembros del equipo serán enviados por el camino con otra litera para evacuar al enfermo de la fractura de tobillo.

En esta situación no se dispone de técnicas avanzadas, sólo de algunos conocimientos sobre los traumatismos, sobre los SEM en la naturaleza, sobre las búsquedas y rescates y cierta habilidad para realizar exploraciones físicas, todos los cuales se deben aplicar en una situación difícil tratando de compen-

sar los riesgos y beneficios. En este caso la capacidad de toma de decisiones del TEM en la naturaleza salva la vida de un miembro del equipo. Mientras la enferma es llevada a un centro de atención al trauma de nivel I, recibiendo líquidos IV durante el vuelo en el helicóptero, su presión arterial de repente desciende. Cuando llegan a la urgencia, la paciente es reanimada de forma inmediata con más líquidos y sangre, se le realiza una ecografía urgente del abdomen que confirma la presencia de líquido libre y es llevada con urgencia al quirófano, donde se repara la laceración esplénica.

El objetivo del SEM es «conseguir que el paciente llegue al hospital». Las limitaciones de personal y equipo, además del entorno, suponen una limitación para lo que se considera un «cuidado adecuado», tanto en entornos urbanos como en el campo. Sin embargo, el personal prehospitalario con sus conocimientos y experiencia puede tener un impacto positivo muy importante en el destino final de los pacientes traumáticos en la naturaleza, aunque no dispongan de técnicas avanzadas. ■

## Bibliografía

- Demarest JH: *Pre-hospital trauma life support*, Akron, Ohio, 1986, Emergency Training.
- Merriam-Webster's collegiate dictionary*, ed 10, Springfield, Mass, 1996, Merriam-Webster, Inc.
- Chan D, Goldberg R, Tascone A, et al: The effect of spinal immobilization on healthy volunteers, *Ann Emerg Med* 23(1):48, 1994.
- Conover K: EMTs should be able to clear the cervical spine in the wilderness, *J Wild Med* 3(4):339, 1992 (editorial).
- Gomi T: *Everyone poops*, Brooklyn, NY, 1993, Kane/Miller Book Publishers.
- Goldberg R, Chan D, Mason J, Chan L: Backboard versus mattress splint immobilization: a comparison of symptoms generated, *J Emerg Med*, 14(3):293, 1996.
- Hamilton RS, Pons PT: The efficacy and comfort of full-body vacuum splints for cervical-spine immobilization, *J Emerg Med* 14(5):553, 1996.
- Johnson DR, Hauswald M, Stockhoff C: Comparison of a vacuum splint device to a rigid backboard for spinal immobilization, *Am J Emerg Med* 14(4):369, 1996.
- Lovell ME, Evans JH: A comparison of the spinal board and the vacuum stretcher, spinal stability and interface pressure, *Injury* 25(3):179, 1994.
- Cordell WH, Hollingsworth JC, Olinger ML, et al: Pain and tissue-interface pressures during spine-board immobilization, *Ann Emerg Med* 26(1):31, 1995.
- Delbridge TR, Auble TE, Garrison HG, Menengazzi JJ: Discomfort in healthy volunteers immobilized on wooden backboards and vacuum mattress splints, *Prehosp Disaster Med* 8(suppl 2), 1993.
- Linares HA, Mawson AR, Suarez E: Association between pressure sores and immobilization in the immediate post-injury period, *Orthopedics* 10:571, 1987.
- Mawson AR, Bundo JJ, Neville P: Risk factors for early occurring pressure ulcers following spinal cord injury, *Am J Phys Med Rehab* 67:123, 1988.
- Edlich RF, Rodeheaver GT, Morgan RF, et al: Principles of emergency wound management, *Ann Emerg Med* 17(12):1284, 1988.
- Edlich RF, Thacker JG, Buchanan L, Rodeheaver GT: Modern concepts of treatment of traumatic wounds, *Adv Surg* 13:169, 1979.
- Bhandari M, Thompson K, Adili A, Shaughnessy SG: High and low pressure irrigation in contaminated wounds with exposed bone, *Int J Surg Invest* 2(3):179, 2000.
- Bhandari M, Adili A, Lachowski RJ: High pressure pulsatile lavage of contaminated human tibiae: an in vitro study, *J Orthop Trauma* 12(7):479, 1998.
- Bhandari M, Schemitsch EH, Adili A, et al: High and low pressure pulsatile lavage of contaminated tibial fractures: an in vitro study of bacterial adherence and bone damage, *J Orthop Trauma* 13(8):526, 1999.
- Anglen JO: Wound irrigation in musculoskeletal injury, *J Am Acad Orthop Surg* 9(4):219, 2001.
- Valente JH, Forti RJ, Freundlich LF, et al: Wound irrigation in children: saline solution or tap water? *Ann Emerg Med* 41(5):609, 2003.
- Backer HD: Field water disinfection. In Auerbach PS, Geehr EC, editors: *Wilderness medicine: management of wilderness and environmental emergencies*, ed 2, St Louis, 1989, Mosby.

22. Griffiths RD, Fernandez RS, Ussia CA: Is tap water a safe alternative to normal saline for wound irrigation in the community setting? *J Wound Care* 10(10):407, 2001.
23. Moscati R, Mayrose J, Fincher L, Jehle D: Comparison of normal saline with tap water for wound irrigation, *Am J Emerg Med* 16(4):379, 1998.
24. Moscati RM, Reardon RF, Lerner EB, Mayrose J: Wound irrigation with tap water, *Acad Emerg Med* 5(11):1076, 1998.
25. Rodeheaver GT, Pettry D, Thacker JG, et al: Wound cleansing by high pressure irrigation, *Surg Gynecol Obstet* 141(3):357, 1975.
26. Edlich RF, Reddy VR: Revolutionary advances in wound repair in emergency medicine during the last three decades: a view toward the new millennium, 5th Annual David R. Boyd, MD Lecture, *J Emerg Med* 20(2):167, 2001.
27. Singer AJ, Hollander JE, Subramanian S, et al: Pressure dynamics of various irrigation techniques commonly used in the emergency department, *Ann Emerg Med* 24(1):36, 1994.
28. Fulton RL, Voigt WJ, Hilakos AS: Confusion surrounding the treatment of traumatic cardiac arrest, *J Am Coll Surg* 181:209, 1995.
29. Pasquale MD, Rhodes M, Cipolle MD, et al: Defining "dead on arrival": impact on a Level I trauma center, *J Trauma* 41:726, 1996.
30. Mattox KL, Feliciano DV: Role of external cardiac compression in truncal trauma, *J Trauma* 22:934, 1982.
31. Shimazu S, Shatney CH: Outcomes of trauma patients with no vital signs on admission, *J Trauma* 23(3):213, 1983.
32. Forgey WW, Wilderness Medical Society: *Practice guidelines for wilderness emergency care*, ed 2, Guilford, Conn, 2001, Globe Pequot Press.
33. Goth P, Garnett G, Rural Affairs Committee, National Association of EMS Physicians: Clinical guidelines for delayed/prolonged transport. I. Cardiorespiratory arrest, *Prehosp Disaster Med* 6(3):335, 1991.
34. Bowman WD: CPR and wilderness rescue: when and when not to use it, *Response*, 1987.
35. Eisenberg MS, Bergner L, Hallstrom AP: Cardiac resuscitation in the community: importance of rapid provision and implications of program planning, *JAMA* 241:1905, 1979.
36. Kellermann AL, Hackman BB, Somes G: Predicting the outcome of unsuccessful prehospital advanced cardiac life support, *JAMA* 270(12):1433, 1993.
37. Bonnin MJ, Pepe PE, Kimball KT, Clark PS: Distinct criteria for termination of resuscitation in the out-of-hospital setting, *JAMA* 270(12):1457, 1993.
38. Leavitt M, Podgorny G: Prehospital CPR and the pulseless hypothermic patient, *Ann Emerg Med* 13:492, 1984.
39. Keatinge WR: Accidental immersion hypothermia and drowning, *Practitioner* 219:183, 1977.
40. Olshaker JS: Near drowning, *Emerg Med Clin North Am* 10(2):339, 1992.
41. Bolte RG, Black PG, Bowers RS, et al: The use of extracorporeal rewarming in a child submerged for 66 minutes, *JAMA* 260(3):377, 1988.
42. Orłowski JP: Drowning, near-drowning, and ice-water drowning, *JAMA* 260(3):390, 1988 (editorial).
43. Cooper MA: Lightning injuries. In Auerbach PS, Geehr EC, editors: *Wilderness medicine: management of wilderness and environmental emergencies*, ed 2, St Louis, 1989, Mosby.
44. Durrer B, Brugger H: Recent advances in avalanche survival. Presented at the Second World Congress on Wilderness Medicine, Aspen, Colo, 1995.
45. Steinman AM: Cardiopulmonary resuscitation and hypothermia, *Circulation* 74(6, pt 2):29, 1986.
46. Zell SC: Epidemiology of wilderness-acquired diarrhea: implications for prevention and treatment, *J Wild Med* 3(3):241, 1992.
47. Lloyd EL: *Hypothermia and cold stress*, Rockville, Md, 1986, Aspen Systems.
48. Maningas PA, DeGuzman LR, Hollenbach SJ, et al: Regional blood flow during hypothermic arrest, *Ann Emerg Med* 15(4):390, 1986.
49. Curry SC, Kunkel DB: Death from a rattlesnake bite, *Am J Emerg Med* 3(3):227, 1985.
50. Bush SP: Snakebite suction devices don't remove venom: they just suck, *Ann Emerg Med* 43(2):187, 2004.
51. Alberts MB, Shalit M, LoGalbo F: Suction for venomous snakebite: a study of "mock venom" extraction in a human model, *Ann Emerg Med* 43(2):181, 2004.
52. Davis D, Branch K, Egen NB, et al: The effect of an electrical current on snake venom toxicity, *J Wild Med* 3(1):48, 1992.
53. Howe NR, Meisenheimer JL Jr: Electric shock does not save snakebitten rats, *Ann Emerg Med* 17(3):254, 1988.
54. Gill KA Jr: The evaluation of cryotherapy in the treatment of snake envenomation, *South Med J* 63:552, 1968.
55. Norris RL: A call for snakebite research, *Wilderness Environ Med* 11(3):149, 2000.
56. Stewart ME, Greenland S, Hoffman JR: First-aid treatment of poisonous snakebite: are currently recommended procedures justified? *Ann Emerg Med* 10(6):331, 1981.

## Lecturas recomendadas

Auerbach PS, editor: *Wilderness medicine: management of wilderness and environmental emergencies*, ed 4, St Louis, 2001, Mosby.

Goth P, Garnett G: Clinical guidelines for delayed or prolonged transport: II. Dislocations. Rural Affairs Committee, National Association of Emergency Medical Services Physicians, *Prehosp Disaster Med* 8(1):77, 1993.

Goth P, Garnett G: Clinical guidelines for delayed or prolonged transport: IV. Wounds. Rural Affairs Committee, National Association of Emergency Medical Services Physicians, *Prehosp Disaster Med* 8(3):253, 1993.



# Glosario

- acetábulo** Cavidad con forma de copa de la cadera en la superficie lateral de la pelvis, que alberga la cabeza del fémur.
- acidosis** Acumulación de ácidos y disminución del pH de la sangre.
- acidosis metabólica** Acidosis producida por el aumento de las concentraciones de ácidos distintos al ácido carbónico.
- adolescente** Joven con el tamaño corporal y el desarrollo físico normales en los niños de 13 a 16 años de edad. Agrupamiento arbitrario de los niños mayores basado en unas características físicas similares comunes a estas edades cercanas a la del adulto.
- adulto** Persona (habitualmente, de 16 años o más) que ha alcanzado la madurez corporal y concluido su progresión por las fases de crecimiento y desarrollo pediátricos.
- agotamiento por calor** Consecuencia de una pérdida excesiva de líquidos y electrolitos a través del sudor sin aporte adecuado de líquidos cuando un paciente está expuesto a una elevada temperatura ambiental durante un período prolongado, en general de varios días.
- agujero occipital** Apertura de la base del cráneo.
- agujero intervertebral** Hendidura por la que pasan los nervios en la cara lateral inferior de las vértebras.
- agujero vertebral** Apertura en los cuerpos vertebrales.
- airbag** Bolsa que se infla de forma automática para amortiguar el impacto. La bolsa absorbe la energía lentamente, incrementando la distancia de parada del cuerpo. Esta bolsa sólo sirve para amortiguar el movimiento hacia delante en el impacto inicial, pero están diseñadas para ser usadas con el cinturón de seguridad.
- alternativa/vía aérea retrógrada** Dispositivo para la vía aérea que se utiliza cuando la intubación endotraqueal normal ha fracasado; en general se coloca a ciegas y logar cierto nivel de aislamiento de la vía aérea
- alvéolos** Lugares donde el aparato respiratorio se encuentra con el circulatorio y se produce el intercambio gaseoso.
- amnesia** Pérdida de la memoria.
- amnesia anterógrada** Amnesia para los acontecimientos que se producen después del traumatismo desencadenante; incapacidad para crear nuevos recuerdos.
- amnesia retrógrada** Pérdida de la memoria de los acontecimientos y situaciones que precedieron inmediatamente al momento de la lesión o la enfermedad del paciente (período prelesional inmediato). También, pérdida de la memoria de los acontecimientos pasados.
- amputación** Parte seccionada o parte que, quirúrgica o patológicamente, se separa por completo del resto del cuerpo.
- aneurisma traumático** Dilatación anormal con posible estallido o rotura de un vaso sanguíneo importante (generalmente, una arteria), a causa de una lesión o en relación con ella.
- angina (angina de pecho)** Dolor torácico opresivo en la línea media causado por la anoxia del miocardio. Suele irradiarse a uno de los brazos, sobre todo al izquierdo, y se asocia a una sensación de asfixia y muerte inminente.
- anisocoria** Pupilas de tamaño desigual.
- anterocaudal** Hacia delante y hacia los pies.
- anticoagulante** Sustancia o fármaco que evita o retrasa la coagulación de la sangre o la formación de coágulos sanguíneos.
- antihipertensivo** Fármaco que reduce la presión arterial elevada (hipertensión). Algunos medicamentos que aumentan la producción de orina (diuréticos) reducen la presión arterial mediante la disminución del volumen sanguíneo.
- dispositivo de mascarilla-válvula-bolsa (MVB)** Dispositivo de reanimación mecánica consistente en una bolsa autoinflable fabricada con plástico o goma y una o varias válvulas. Cuando la bolsa se aprieta, se produce una ventilación con presión positiva que se transmite a la mascarilla o al tubo endotraqueal. Puede usarse con o sin oxígeno suplementario.
- aparato respiratorio** Vía para el movimiento del aire entre el exterior y los alvéolos; está formado por la cavidad nasal, la cavidad oral, la faringe, la laringe, la tráquea, los bronquios y los pulmones.
- apnea** Ausencia de respiración espontánea.
- apófisis espinosas** Estructuras en forma de cola situadas en la parte posterior de las vértebras.
- apófisis odontoides** Prominencia en forma de diente situada en la superficie superior de la segunda vértebra (axis) y alrededor de la cual gira la primera vértebra (atlas), permitiendo la rotación de la cabeza en un arco de unos 180°.
- aracnoides (membrana aracnoidea)** Membrana transparente similar a una telaraña, situada entre la duramadre y la piamadre. La membrana intermedia de las tres que rodean al encéfalo.
- arcos cigomáticos** Huesos que forman la región superior de las mejillas. Lateralmente, por encima de los maxilares, se extienden más anteriormente que estos últimos, proporcionando a cada persona una estructura facial peculiar; comúnmente llamados pómulos.
- arcos neurales** Los dos lados curvos de las vértebras.
- arritmia (cardíaca)** Ritmo cardíaco anormal, alterado o desordenado.
- asfixia traumática** Lesiones contusas y de aplastamiento del tórax y el abdomen con importante aumento de la presión intravascular, que provoca la rotura de los capilares.
- asistencia definitiva** Asistencia que cura la enfermedad o lesión del paciente una vez establecido el diagnóstico definitivo. Asistencia clara y final que un paciente determinado necesita sin ninguna duda para tratar un problema concreto.

- atelectasia** Colapso de los alvéolos o de una parte del pulmón.
- aterosclerosis** Estrechamiento de los vasos sanguíneos, cuadro en el que aumenta el grosor de la capa interna de la pared arterial por acumulación de depósitos de grasa en la misma.
- atlas** Primera vértebra cervical (C1); el cráneo reposa sobre ella.
- avulsión** Arrancamiento o rasgadura de una parte; colgajo o tejido o parte parcialmente separados.
- axis** Segunda vértebra cervical (C2); su forma permite el amplio arco de movimientos de la cabeza.
- barorreceptor** Terminación nerviosa sensitiva que se estimula con los cambios de presión. Los barorreceptores se encuentran en las paredes de la aurícula del corazón, la vena cava, el cayado aórtico y el seno carotídeo.
- bóveda craneal** Parte cóncava del cráneo.
- bradicardia** Frecuencia cardíaca inferior a 60 latidos por minuto.
- bronquiolos** Divisiones más pequeñas de los tubos bronquiales.
- Broselow Resuscitation Tape** Sistema comercial para calcular la posología de la medicación pediátrica y el tamaño de los instrumentos según la talla del paciente.
- bulbo raquídeo** Parte del tronco del encéfalo. El bulbo es el centro regulador principal del control autónomo del aparato cardiovascular.
- caída** Movimiento de extremo sobre extremo. Las balas suelen caer cuando el borde de penetración encuentra resistencia.
- calambres por calor** Espasmos agudos dolorosos de los músculos voluntarios después de un esfuerzo físico en un ambiente cálido, sobre todo si no se está aclimatado a la temperatura.
- capa subcutánea** Capa de la piel situada inmediatamente por debajo de la dermis y formada por una combinación de tejido elástico y fibroso, así como por depósitos de grasa.
- capacidad pulmonar total** Volumen total de aire que se encuentra en los pulmones tras una inspiración forzada.
- capilares** Los vasos sanguíneos de menor tamaño. Vasos sanguíneos diminutos que tienen sólo el diámetro de una célula y que permiten los procesos de difusión y ósmosis a través de sus paredes.
- capnografía (monitorización del dióxido de carbono al final del volumen corriente) kiómetro** Monitorización que mide la presión parcial de dióxido de carbono en una muestra de gas. Se puede correlacionar estrechamente con la presión parcial de dióxido de carbono ( $P_{aCO_2}$ )
- cardiovascular** Referente al conjunto del corazón y los vasos sanguíneos.
- catarata** Cristalino lechoso que bloquea y distorsiona la entrada de la luz en el ojo, produciendo una visión borrosa.
- catecolaminas** Grupo de sustancias químicas formadas en el cuerpo y que actúan como importantes transmisores nerviosos. Las principales catecolaminas producidas por el organismo son la dopamina, la adrenalina y la noradrenalina. Forman parte del mecanismo de defensa simpática del organismo, al que preparan para la acción.
- catéter de almendra** Catéter rígido de aspiración que se usa para la extracción rápida de grandes cantidades de líquido, vómito, sangre y restos de la boca y la faringe para evitar su aspiración.
- catéter flauta** Catéter blando usado para aspirar la cavidad nasal, la orofaringe o la sonda endotraqueal; permite una aspiración intermitente controlada. Su nombre deriva de la apertura (flauta) que se encuentra en el lado del extremo proximal del catéter. La aspiración en el extremo distal sólo ocurre cuando el operador cubre el agujero con sus dedos, produciendo un sistema cerrado hasta el orificio distal.
- caudal** Hacia la cola (cóccix).
- cavitación** Desplazamiento forzado de los tejidos del organismo desde su posición normal; creación de una cavidad temporal o permanente (p. ej., cuando una bala penetra en el organismo, la aceleración de las partículas del tejido que se separan del proyectil produce una zona de lesión con una gran cavidad temporal).
- cefálico** Hacia la cabeza (alejándose de la cola).
- células quimiorreceptoras** Células que producen impulsos nerviosos cuando reaccionan ante estímulos químicos. Algunas células quimiorreceptoras controlan la frecuencia respiratoria.
- centro cardioacelerador** Centro encefálico activador de la respuesta simpática que incrementa la frecuencia cardíaca.
- centro cardioinhibidor** Una parte del bulbo raquídeo que lentifica o inhibe la actividad cardíaca.
- cerebelo** Porción del encéfalo que ocupa una posición dorsal al bulbo raquídeo e interviene en la coordinación de los movimientos.
- cerebro** La parte más voluminosa del encéfalo; es el responsable del control de las funciones intelectuales, sensitivas y motoras específicas.
- cianosis** Coloración azul de la piel, las mucosas o los lechos ungueales. Indica falta de oxigenación de la hemoglobina y una concentración inadecuada de oxígeno en la sangre; suele ser secundaria a una ventilación insuficiente o a una disminución de la perfusión.
- cifosis** Curvatura anterior, en forma de joroba, de la columna que suele asociarse al envejecimiento. La cifosis puede deberse al envejecimiento, el raquitismo o la tuberculosis de la columna vertebral.
- cilios** Prolongaciones en forma de pelo que impulsan las partículas extrañas y el moco de los bronquios hacia el exterior.
- cinemática** Procesos de investigación de los mecanismos de lesión en un incidente para determinar las lesiones que pueden haber producido las fuerzas, los movimientos y los cambios de movimiento implicados. Ciencia del movimiento.
- cizallamiento** Fuerza de cambio de velocidad que provoca el corte o el desgarrado de partes del cuerpo.

- clasificación o triage** Proceso en el que un grupo de pacientes se clasifican según las prioridades de la asistencia que necesitan. Si el número de pacientes es limitado, la clasificación significa cubrir primero las prioridades más importantes de los pacientes, para después prestar atención a las prioridades menos importantes. En las catástrofes con muchas víctimas y un gran número de pacientes, la clasificación se hace determinando tanto la urgencia como las posibilidades de supervivencia.
- columna cervical** Región de la columna vertebral correspondiente al cuello y formada por siete vértebras (C1-C7).
- columna coccígea** Porción más caudal de la columna vertebral, formada por las tres a cinco vértebras que constituyen el cóccix.
- columna dorsal** Parte de la columna vertebral situada entre la columna cervical (por arriba) y la lumbar (por abajo); está formada por 12 vértebras dorsales (D1-D12). Los 12 pares de costillas se articulan con las vértebras dorsales.
- columna lumbar** Parte de la columna vertebral que ocupa la porción inferior de la espalda, por debajo de la columna dorsal, y que está formada por las cinco vértebras lumbares (L1-L5).
- columna sacra** Parte de la columna vertebral situada por debajo de la lumbar y que está formada por las cinco vértebras sacras (S1-S5) unidas por articulaciones inmóviles, formando así el *sacro*. Este hueso es la base de carga del peso de la columna vertebral y forma parte del cinturón pélvico.
- complicación** Dificultad añadida que se produce como consecuencia de una lesión, enfermedad o tratamiento. También, enfermedad o incidente superpuesto a otro y que, sin que exista una relación específica, influye o modifica el pronóstico de la enfermedad original.
- compresión** Tipo de fuerza que interviene en impactos en los que un tejido, un órgano u otra parte del cuerpo queda comprimido entre dos o más objetos o partes del organismo.
- compresión medular** Presión sobre la médula espinal causada por la tumefacción, que puede provocar isquemia del tejido y que en algunos casos puede necesitar descompresión para evitar la pérdida permanente de la función.
- cóndilos occipitales** Dos elevaciones redondeadas, en forma de nudillo, situadas en el extremo del hueso occipital en la parte posterior de la cabeza.
- conducción** Transferencia de calor entre dos objetos que mantienen contacto directo entre sí.
- congelación** Congelación real del tejido orgánico debida a la exposición a temperaturas iguales o inferiores al punto de congelación.
- conmoción** Diagnóstico que se hace cuando un paciente traumatizado tiene una alteración de la función neurológica, sobre todo una pérdida de conciencia, sin anomalía intracraneal identificable en la tomografía computarizada (TC).
- conmoción medular** Consecuencia de la pérdida temporal de las funciones de la médula espinal distales a la lesión.
- consumo de oxígeno** Volumen de oxígeno consumido por el organismo en 1 minuto.
- contraindicación** Cualquier signo, síntoma, impresión clínica, enfermedad o circunstancia que indica que un tratamiento o ciclo terapéutico determinado es incorrecto y, por tanto, ajeno a la práctica médica aceptada. La *contraindicación relativa* suele considerarse como una contraindicación que el médico puede obviar en determinadas circunstancias y en casos concretos, siguiendo la práctica médica aceptada.
- contralateral** En el lado opuesto.
- contusión** Hematoma o hemorragia.
- contusión medular** Hematoma o hemorragia en el tejido de la médula espinal que también puede dar lugar a una pérdida temporal de las funciones medulares distales a la lesión.
- contusión miocárdica** Hematoma del corazón o del músculo cardíaco.
- contusión pulmonar** Hematoma de los pulmones. Puede deberse a un traumatismo contuso o penetrante.
- convección** Calentamiento del agua o el aire en contacto con un cuerpo, eliminación de ese aire (p. ej., por el viento) o el agua y calentamiento del nuevo aire o agua que sustituye al primero.
- cráneo** Varios huesos distintos que se fusionan en una sola estructura durante la infancia.
- crepitación** Sonido crepitante producido por los extremos óseos que se rozan entre sí.
- cricotiroidotomía quirúrgica** Procedimiento para abrir una vía aérea en el paciente que debe ser considerado como el «último recurso». Se efectúa cortando una hendidura en el cartílago cricoides del cuello para abrir una vía aérea hacia la tráquea.
- crisis hipertensiva** Aumento grave y brusco de la presión arterial por encima de 200/120 mm Hg.
- cuadriplejía** Parálisis de las cuatro extremidades.
- cuero cabelludo** Cubierta más externa de la cabeza.
- cuerpo vertebral** Región de las vértebras que soporta la mayor parte del peso de la columna.
- densidad** Número de partículas en un zona determinada de tejido.
- dermis** Capa de la piel situada inmediatamente por debajo de la epidermis y constituida por una red de tejido conjuntivo con vasos sanguíneos, terminaciones nerviosas, glándulas sebáceas y glándulas sudoríparas.
- diafisario** Perteneciente o relativo al tallo de un hueso largo.
- diástole** Relajación ventricular (llenado ventricular).
- difusión** Movimiento de los solutos (sustancias disueltas en agua) a través de una membrana.
- difusión pulmonar** Movimiento del oxígeno desde los alvéolos a través de la membrana capilar alveolar hasta llegar a los hematíes o el plasma.
- dirección médica extemporánea** Protocolos escritos que pueden dirigir la mayoría de la asistencia prehospitalaria.

- dirección médica inmediata** Órdenes médicas que permiten al profesional de la asistencia prehospitalaria hablar sobre la asistencia del paciente por radio o por teléfono mientras se encuentra en la escena del suceso.
- disartria** Dificultad para hablar.
- disco intervertebral** Discos cartilagosos que se encuentran entre los cuerpos de cada dos vértebras y que actúan absorbiendo la energía de los golpes.
- distensión** Lesión del tejido blando o espasmo muscular que se produce alrededor de una articulación en cualquier lugar de la musculatura.
- distensión de la vena yugular (DVY)** Aumento retrógrado de la presión en el lado derecho del corazón que produce la acumulación de sangre venosa y la distensión de las venas del cuello, por disminución del llenado del corazón izquierdo y reducción del gasto cardíaco de ese lado.
- dolor fantasma** Sensaciones que parecen proceder de la parte o miembro perdidos tras una amputación.
- duramadre** Membrana externa que cubre la médula espinal y el encéfalo; la más externa de las tres capas meníngeas.
- edema** cuadro local o generalizado en el que algunos tejidos del organismo contienen una cantidad excesiva de líquido; en general, produce tumefacción del tejido.
- edentulismo** Ausencia de dientes.
- electrolitos** Sustancias que se separan en iones cargados cuando se disuelven en una solución.
- elevación de la barbilla** Método para abrir la vía aérea de los pacientes en los que se sospecha una posible alteración de la columna cervical. Adaptación de la maniobra de elevación de la barbilla con inmovilización manual de la cabeza en una posición neutra.
- elevación de la barbilla en los traumatismos** Esta maniobra permite aliviar distintas obstrucciones de la vía aérea anatómica en los pacientes que respiran espontáneamente. Se efectúa cogiendo la barbilla y los incisivos inferiores y elevándolos tirando de la mandíbula hacia fuera.
- eminencia hipotenar** Porción carnosa de la palma de la mano situada en el borde cubital.
- empuje de la mandíbula en los traumatismos** Maniobra que permite abrir la vía aérea sin que la cabeza y la columna cervical se muevan o lo hagan sólo muy levemente. Se tira de la mandíbula hacia delante, colocando los pulgares en los arcos cigomáticos y los dedos índice y medio bajo la mandíbula y tirando, en el mismo ángulo, de la mandíbula hacia delante.
- empuje mandibular** Maniobra que permite abrir la vía aérea de un paciente mientras la cabeza y la columna cervical se mantienen manualmente en posición neutra.
- energía cinética (EC)** Energía disponible procedente del movimiento. Función del peso de un objeto y de su velocidad. Es igual a la mitad de la masa multiplicada por el cuadrado de la velocidad.
- energía mecánica** Forma de energía relativa al movimiento.
- enfermedad de Alzheimer** Forma de enfermedad cerebral que se asocia habitualmente a demencia senil prematura.
- epidermis** Capa más externa de la piel, formada en su totalidad por células epidérmicas, sin vasos sanguíneos.
- epifisario** Terminación del hueso largo.
- equimosis** Mancha o zona irregularmente azulada o violácea que se forma como consecuencia de una hemorragia situada bajo la piel.
- escala del coma de Glasgow (GCS)** Escala para valorar y cuantificar el grado de conciencia o inconsciencia mediante la determinación de las mejores respuestas que puede dar el paciente ante estímulos normalizados.
- escala de traumatismos pediátricos (ETP)** Sistema de puntuación clínica que se basa en la información clínica que se sabe permite predecir la gravedad de la lesión y que puede usarse en el proceso de clasificación de los pacientes.
- escala traumatológica revisada** Método para puntuar y cuantificar la gravedad de los traumatismos de los niños.
- escarotomía** Extirpación del tejido necrosado que se forma en la piel y el tejido subyacente en las zonas que sufrieron quemaduras graves.
- escena** Ambiente en el que se produjo la lesión y que se debe valorar. En un accidente de tráfico incluye la valoración del número de vehículos implicados, las fuerzas que actuaron sobre cada uno de ellos y el grado y tipo de lesión de cada uno.
- esguince** Lesión en la que los ligamentos se distienden o incluso se desgarran parcialmente.
- espacio epidural** Espacio potencial situado entre la duramadre que rodea el encéfalo y el cráneo. Contiene las arterias meníngeas.
- espacio pericárdico** Espacio potencial situado entre el músculo cardíaco (miocardio) y el pericardio.
- espacio peritoneal** Espacio del interior de la cavidad abdominal en el que se encuentran el intestino, el bazo, el hígado, el estómago y la vesícula biliar. El espacio peritoneal está revestido por el peritoneo.
- espacio retroperitoneal** Espacio de la cavidad abdominal posterior en el que se encuentran los riñones, los uréteres, la vejiga, los órganos de la reproducción, la vena cava inferior, la aorta abdominal, el páncreas, una parte del duodeno, el colon y el recto.
- espacio subaracnoideo** Espacio situado entre la piamadre propiamente dicha y la aracnoides; contiene al líquido cefalorraquídeo y las venas meníngeas. El espacio subaracnoideo es un lugar frecuente de hematomas subdurales.
- estenosis raquídea** Estrechamiento del canal raquídeo.
- eucapnia** Concentración normal de dióxido de carbono en la sangre.
- evaluación primaria** Valoración inicial de la vía aérea, la respiración, la circulación, la discapacidad y el ambiente/exposición para identificar y tratar cualquier lesión potencialmente mortal.
- evaluación secundaria** Valoración de la cabeza a los pies de los pacientes traumatizados. Esta valoración sólo se hace después de haber completado la revisión primaria y cuando no hay ya problemas que supongan una amenaza mortal inmediata; suele hacerse durante la evacuación de los pacientes urgentes.
- evaporación** Cambio de líquido a vapor.

**evisceración** Cuando una parte del intestino u otro órgano abdominal se desplazan a través de una herida abierta y sobresalen hacia el exterior, saliendo de la cavidad abdominal.

**exanguinación** Pérdida de la totalidad del volumen sanguíneo que produce la muerte.

**exploración sensitiva** Exploración de la capacidad y la respuesta sensorial para determinar la presencia o ausencia de pérdida de sensibilidad en cada una de las cuatro extremidades.

**extrasístole ventricular** Contracción prematura e irregular de los ventrículos debida a un estímulo ectópico, causante de una contracción que no sigue a un estímulo procedente del marcapasos normal. Es la segunda causa de alteración del ritmo cardíaco por orden de frecuencia.

**faringe** La garganta; estructura tubular que constituye el paso tanto para el aparato respiratorio como para el digestivo.  
*Orofaringe:* zona de la faringe posterior a la boca;  
*nasofaringe:* zona de la faringe situada por detrás de las aperturas nasales posteriores.

**fase de acontecimiento** Fase que se inicia en el momento del impacto entre un objeto móvil y un segundo objeto. Ocurrencia de un incidente.

**fase posterior al acontecimiento** Esta fase se inicia inmediatamente después de que se absorba la energía del choque, cuando el paciente ha sufrido ya el traumatismo. Es la fase de la asistencia prehospitalaria en la que se incluye el tiempo de respuesta o «período dorado» y esencial de un aviso.

**fase previa al acontecimiento** Esta fase abarca todos los acontecimientos que preceden al incidente (p. ej., ingestión de fármacos y alcohol) y los trastornos previos al mismo (p. ej., enfermedades médicas agudas o preexistentes). También abarca la prevención y la preparación para la lesión.

**FiO<sub>2</sub>** Fracción de oxígeno en el aire inspirado expresada de forma decimal. Una FiO<sub>2</sub> de 0,85 significa que 85 centésimas o el 85% del aire inspirado es oxígeno.

**fisiopatología** Estudio de los mecanismos por los que la enfermedad o la lesión alteran los procesos fisiológicos normales.

**flexión** Movimiento de inclinación alrededor de una articulación que reduce el ángulo entre los huesos que la forman. En la región cervical es un movimiento de inclinación hacia delante de la cabeza, que aproxima la barbilla al esternón.

**flexión cervical** Rotación de la cabeza hacia delante o hacia abajo, que provoca la inclinación del cuello.

**forámenes** Pequeños agujeros (singular, foramen).

**fórmula de Parkland** Fórmula para calcular el aporte de líquidos a los pacientes quemados.

**fractura** Hueso roto. Una *fractura simple* es cerrada, sin desgarro ni herida de la piel. En la *fractura abierta* la lesión inicial o los extremos óseos producen una herida abierta en el lugar o próxima al foco de fractura. Una *fractura comminuta* tiene uno o más segmentos de hueso separados que flotan libremente.

**fractura abierta** Fractura ósea con rotura de la piel.

**fractura de la base del cráneo** Fractura del suelo del cráneo.

**fractura cerrada** Fractura de un hueso sin rotura de la piel.

**fractura de Colles** Un tipo de fractura de la muñeca. Si la víctima cae hacia delante sobre las manos extendidas para parar la caída, puede producirse una «deformidad en tenedor».

**fuerza G (fuerza gravitacional)** Fuerza real de aceleración o desaceleración o fuerza centrífuga.

**función pulmonar** Vía aérea permeable, ventilación, difusión y perfusión controladas que permiten el transporte de la cantidad de oxígeno adecuada para el metabolismo aerobio en la sangre arterial y una concentración de dióxido de carbono adecuada para mantener el equilibrio acidobásico de los tejidos.

**gasto cardíaco** Volumen de sangre bombeado por el corazón con cada contracción (se expresa en litros por minuto).

**geriátrico** Relativo al envejecimiento y al diagnóstico y tratamiento de las lesiones y enfermedades que afectan a los ancianos.

**giro en bloque** Método para girar a una persona con una posible lesión de la columna de un lado a otro o por completo, al tiempo que se protege manualmente la columna de movimientos excesivos y peligrosos. Se usa para colocar en la tabla larga a los pacientes con sospecha de columna inestable.

**golpe de calor** Reacción aguda y peligrosa a la exposición al calor, caracterizada por una elevada temperatura corporal.

**hematocrito** Medida del volumen de los hematíes como porcentaje del volumen sanguíneo total.

**hematoma epidural** Hemorragia arterial que se acumula entre el cráneo y la duramadre.

**hematoma subdural** Colección de sangre entre la duramadre y la aracnoides.

**hemianestesia** Pérdida de la sensibilidad en un lado del cuerpo.

**hemiparesia** Debilidad limitada a un lado del cuerpo.

**hemiplejía** Parálisis de un lado del cuerpo.

**hemoglobina** Molécula que se encuentra en los eritrocitos de la sangre y que transporta el oxígeno.

**hemopericardio** Acumulación de sangre en el interior del espacio pericárdico que puede provocar un taponamiento cardíaco.

**hemorragia** También sangrado; pérdida de una gran cantidad de sangre en un período de tiempo corto, tanto hacia el exterior como hacia el interior del cuerpo.

**hemorragia subaracnoidea** Hemorragia en el espacio que ocupa el líquido cefalorraquídeo.

**hemotórax** Presencia de sangre en el espacio pleural.

**hernia tentorial** En condiciones normales, el cerebro es supratentorial. Cuando una parte del mismo se ve empujada hacia abajo a través de la incisura por una hipertensión intracraneal, se produce una hernia tentorial.

**hipercapnia** Aumento de la concentración de dióxido de carbono en el organismo.

**hipercloremia** Aumento de la concentración de cloro en la sangre.

- hiperextensión** Extensión extrema o anormal. Posición de máxima extensión. La hiperextensión del cuello ocurre cuando la cabeza se extiende por detrás de la posición neutra y puede producir una fractura o una luxación de las vértebras o una lesión de la médula espinal en los pacientes con columna inestable.
- hiperflexión** Flexión anormal o extrema. Posición de máxima flexión. La flexión excesiva del cuello puede dar lugar a fractura o luxación de las vértebras o a una lesión de la médula espinal en los pacientes con columna inestable.
- hiperpotasemia** Aumento del potasio en la sangre.
- hipertensión** Presión arterial superior a los límites máximos del intervalo normal. En general, se admite su existencia cuando la sistólica supera 150 mm Hg.
- hipertensión intracraneal** Aumento de la presión intracraneal.
- hipertermia** Temperatura corporal muy superior a la normal.
- hipertónico** Presión osmótica superior a la del suero o el plasma.
- hiperventilación neurógena central** Patrón de ventilación patológico, rápido y superficial, asociado a una lesión craneoencefálica con aumento de la presión intracraneal.
- hipofaringe** Porción inferior de la faringe que se abre a la laringe por delante y al esófago por detrás.
- hipoglucemia** Disminución de la glucosa en la sangre.
- hipoperfusión** Perfusión insuficiente de las células por una sangre bien oxigenada.
- hipotensión** Presión arterial inferior a la mínima normal aceptable.
- hipotermia** Temperatura central corporal inferior al límite mínimo normal, establecido en general entre 26 °C y 32 °C.
- hipotónica** Solución con una presión osmótica inferior a la de otra. También, presión osmótica menor que la normal del suero o el plasma.
- hipovolemia** Volumen sanguíneo líquido inadecuado (inferior al normal).
- hipoxia (hipoxemia)** Deficiencia de oxígeno. Disponibilidad inadecuada de oxígeno. Pérdida de la oxigenación adecuada de los pulmones debida a un volumen minuto insuficiente (intercambio de aire en los pulmones) o a una disminución de la concentración de oxígeno en el aire inspirado. La *hipoxia celular* es la insuficiencia de oxígeno disponible para las células.
- homeostasis** Medio interno constante y estable. Equilibrio necesario para los procesos vitales saludables.
- impacto de rotación** Cuando un vehículo golpea el frente o la trasera de otro haciendo que gire y se aleje del punto de impacto. También, cuando la esquina de un vehículo choca con un objeto inmóvil o que se mueve a menos velocidad o en dirección opuesta, haciendo que el vehículo rote.
- incidente de mortalidad masiva (múltiple, IMM)** Un incidente (p. ej., la caída de un avión, el hundimiento de un edificio o un incendio) que produce un gran número de víctimas debidas a un solo mecanismo, en un mismo lugar y al mismo tiempo.
- incisura (incisura tentorial)** Apertura en la tienda del cerebelo en la unión del mesencéfalo y el cerebro. El tronco del encéfalo se encuentra por debajo de la incisura.
- índice de estrés calórico** Combinación de la temperatura y la humedad relativa ambientales.
- infraclasificación** Problema que surge cuando pacientes con lesiones graves no son reconocidos como tales y se trasladan erróneamente a centros no traumatológicos.
- intervalo lúcido** Período de funcionamiento mental normal entre períodos de desorientación, inconsciencia o enfermedad mental.
- intraóseo** Dentro de la sustancia de los huesos.
- intubación** Introducción de un tubo en una apertura del cuerpo. La *intubación endotraqueal* es la introducción de una sonda de respiración a través de la boca o la nariz hasta la tráquea para establecer una vía aérea por la que administrar oxígeno o un gas anestésico.
- intubación endotraqueal** Introducción de un tubo de calibre amplio en la tráquea para proporcionar ventilación directa desde el exterior del cuerpo. Es el método aconsejado para establecer un control definitivo de la vía aérea en los pacientes traumatizados.
- intubación de secuencia rápida (ISR)** Método de preparación del paciente para la intubación que abarca el uso de fármacos sedantes y relajantes musculares.
- ipsolateral** Del mismo lado.
- isquemia** Deficiencia local y temporal de la irrigación sanguínea debida a una obstrucción de la circulación en una parte o tejido del organismo.
- lactante** Niño de 7 semanas a 1 año de edad.
- lesión** Acontecimiento dañino debido a la liberación de formas concretas de energía física o de barreras al flujo normal de la energía.
- lesión cerebral primaria** Traumatismo encefálico directo con lesiones vasculares asociadas.
- lesión cerebral secundaria** Una extensión de la gravedad de la lesión cerebral primaria, debida a factores que favorecen la extensión y persistencia de los defectos neurológicos.
- lesión por contragolpe** Lesión de partes del encéfalo localizadas en el lado opuesto del que recibe la lesión primaria.
- lesión por golpe** Lesión encefálica localizada en el mismo lado en que se produce el impacto.
- lesiones por compresión** Lesiones causadas por fuerzas de aplastamiento y cizallamiento graves; pueden afectar a estructuras externas del organismo o a órganos internos.
- lesiones primarias por explosiones** Lesiones producidas por la onda de presión de una explosión (p. ej., hemorragia pulmonar, neumotórax, perforación del aparato digestivo).
- lesiones secundarias en las explosiones** Lesiones que se producen cuando la víctima recibe los golpes de vidrios que vuelan, hormigón que cae y otros restos procedentes de la explosión.
- lesiones terciarias en las explosiones** El tercer grupo de lesiones que se producen en una secuencia (o patrón) de acontecimientos que provocan lesiones, como son las explosiones. Lesiones que se producen cuando la víctima se convierte a su vez en proyectil y resulta lanzada contra algún objeto. Estas lesiones son similares a las que se

producen en expulsiones de vehículos, caídas desde alturas considerables o cuando la víctima es lanzada contra un objeto por la onda de fuerza provocada por una explosión. Las lesiones terciarias suelen ser evidentes.

- leyes del movimiento** Leyes científicas relativas al movimiento. *Primera ley de Newton del movimiento*: un cuerpo en reposo permanecerá en reposo y un cuerpo en movimiento permanecerá en movimiento hasta que actúe sobre él alguna fuerza externa.
- ligamento** Banda de tejido fibroso fuerte que conecta un hueso con otro.
- ligamento arterioso** Resto de la circulación fetal y punto de fijación del cayado aórtico.
- líquido cefalorraquídeo (LCR)** Líquido que se encuentra en el espacio subaracnoideo y en la vaina de la duramadre; actúa absorbiendo los golpes y protege al encéfalo y a la médula espinal frente a los impactos adversos.
- líquido intersticial** Líquido extracelular localizado entre las paredes celulares y las paredes capilares.
- líquido intracelular** Líquido del interior de las células.
- líquido pleural** Líquido que genera tensión superficial entre las dos membranas pleurales, haciendo que se mantengan unidas.
- líquido sinovial** Líquido existente en el interior de las articulaciones.
- masa** El peso de la víctima.
- maskarilla con reservorio sin reinhalación (NRR)** Maskarilla de oxígeno con una bolsa reservorio y válvulas que impiden la reinhalación del aire, pero permiten la salida del aire espirado. Administra concentraciones elevadas de oxígeno (85%-100%) cuando se conecta a una fuente de oxígeno de alto flujo.
- mecanismos de desaceleración rápida** Serie de tres colisiones que se producen cuando se detiene bruscamente el movimiento hacia delante de un vehículo: 1) el vehículo; 2) el ocupante dentro del vehículo, y 3) los órganos internos del ocupante.
- mediastino** Porción media de la cavidad torácica en la que se encuentran el corazón, los grandes vasos, la tráquea, los bronquios principales y el esófago.
- membrana semipermeable** Membrana que permite el paso de líquidos (disolventes) pero no de las sustancias disueltas en ellos.
- meninges** Tres membranas que cubren al tejido encefálico y a la médula espinal.
- metabolismo** La suma de todas las modificaciones químicas y físicas que tienen lugar en el organismo; toda la energía y transformaciones materiales que ocurren en el interior de las células vivas.
- metabolismo aerobio** Metabolismo basado en el oxígeno, que es el principal proceso de combustión del organismo.
- metabolismo anaerobio** Metabolismo que no utiliza oxígeno.
- miocardio** Capa media y más gruesa de la pared del corazón; está formada por músculo cardíaco.
- movimiento acelerado** Oleada o aumento brusco del movimiento (p. ej., debido a la transferencia del

movimiento en una colisión con impacto posterior); se produce cuando un objeto estacionario o que se mueve a menos velocidad recibe un golpe desde atrás.

- movimiento paradójico** Movimiento causado por la combinación de la presión intratorácica más baja y la presión atmosférica más alta fuera del tórax que hace que, durante la inspiración, un segmento frágil se mueva hacia dentro en lugar de hacia fuera.
- nasofaringe** Porción superior de la vía aérea; se encuentra por encima del paladar blando.
- necrosis tubular aguda (NTA)** Lesión aguda de los túbulos renales, generalmente debida a la isquemia asociada al *shock*.
- nervio oculomotor** Tercer par craneal (PC III); controla la constricción de la pupila.
- nervio vago** Décimo par craneal (PC X); su estimulación reduce la frecuencia cardíaca, con independencia de la concentración de catecolaminas. Posee funciones motoras y sensitivas y su distribución es más amplia de la de cualquier otro par craneal.
- neumotórax** Lesión en la que se acumula aire en el espacio pleural; habitualmente se asocia al colapso del pulmón. El neumotórax puede ser abierto, con paso a través de la pared torácica hacia el exterior, o cerrado y debido a un traumatismo contuso o a un colapso espontáneo.
- neumotórax abierto** Herida penetrante en el tórax que provoca una rotura de la pared del tórax, con una vía preferencial para el paso del aire desde la atmósfera hacia el interior del tórax en exceso. Llamada también herida torácica aspirante.
- neumotórax a tensión** Situación en la que la presión del aire en el espacio pleural supera a la presión atmosférica exterior y el aire no puede salir. El lado afectado se infla en exceso y comprime al pulmón de ese lado y al mismo tiempo desvía al mediastino, que colapsa parcialmente al pulmón del lado opuesto. El neumotórax a tensión suele ser progresivo y es un cuadro que supone una amenaza mortal inmediata.
- niño en edad escolar** Niño cuyo tamaño corporal y desarrollo físico es el que normalmente presentan los niños de 6 a 12 años. Agrupación arbitraria de los niños según unas características físicas similares comunes a estas edades.
- nódulo sinoauricular** Nódulo situado en la unión de la vena cava superior y la aurícula derecha del corazón; considerado como el marcapasos o punto de inicio de los latidos cardíacos. En las personas sanas, los impulsos que salen de este nódulo producen la contracción auricular y, a continuación, la contracción de los ventrículos.
- obnubilación** Disminución de la conciencia.
- ojos de mapache (equimosis periorbitaria)** Zona equimótica muy bien delimitada alrededor de cada ojo, limitada por los bordes de la órbita.
- orificios nasales** Aperturas de la nariz que permiten el paso del aire desde el exterior hacia la garganta. Los orificios anteriores son los vestíbulos. Las posteriores son un par de aperturas situadas por detrás de la cavidad nasal, por las que esta se comunica con la parte superior de la garganta.

**orofaringe** Porción central de la faringe situada entre el paladar blando y la parte superior de la epiglotis.

**osmosis** Movimiento del agua (u otros disolventes) a través de una membrana desde una zona hipotónica a otra hipertónica.

**osteoporosis** Pérdida de la densidad ósea normal, con adelgazamiento del tejido óseo y formación de pequeños agujeros en el hueso. Este trastorno puede producir dolor (sobre todo en la parte inferior de la espalda), fracturas frecuentes de los huesos, disminución de la talla y deformaciones de varias partes del cuerpo. En general, forma parte del proceso normal del envejecimiento.

**palpación** Proceso exploratorio que consiste en la aplicación de las manos o los dedos sobre la superficie externa del cuerpo para detectar signos de enfermedad, anomalías o lesiones subyacentes.

**pantalón neumático antishock (PNAS)** Pantalón diseñado para ejercer presión en la parte inferior del cuerpo y evitar la acumulación de sangre en el abdomen y la pelvis. También llamado pantalón médico o militar *antishock* (PMAS).

**paraanestesia** Pérdida de la sensibilidad en las extremidades inferiores.

**paraplejía** Parálisis de las extremidades inferiores.

**paresia** Debilidad anormal y localizada o parálisis parcial (menos que total) relacionada en algunos casos con inflamaciones o lesiones de los nervios.

**pediátrico** Relativo a los niños; relativo a las lesiones y enfermedades que afectan a los niños (desde el nacimiento a los 16 años).

**perfusión** Líquido que pasa por un órgano o una parte del cuerpo. También, baño de un tejido o célula por la sangre o por su porción líquida.

**pericardio** Membrana fuerte, fibrosa, flexible pero no elástica, que rodea al corazón.

**pericardiocentesis** Procedimiento para extraer la sangre acumulada en el interior del espacio pericárdico.

**periodo de oro** Período de tiempo en el que el paciente ha de recibir la asistencia definitiva para que el resultado final sea el mejor posible.

**peristaltismo** Movimientos musculares de propulsión del intestino.

**peritoneo** Revestimiento de la cavidad abdominal.

**peritonitis** Inflamación del peritoneo.

**piamadre** Fina membrana vascular íntimamente adherida al encéfalo, la médula espinal y las porciones proximales de los nervios. La más interna de las tres membranas meníngeas que cubren al encéfalo.

**pies-libras de fuerza** Medida de la fuerza mecánica que se tiene que soportar; la fuerza equivale a la masa multiplicada por la aceleración o desaceleración.

**PINR** Pupilas isocóricas y normorreactivas. Término usado cuando se estudian los ojos de los pacientes para determinar si las pupilas son iguales, redondeadas, de aspecto normal y reaccionan de manera adecuada a la luz o si, por el contrario, son anormales o no responden. En general, en este término se incluye la presencia del reflejo consensuado.

**pleura** Fina membrana que reviste la superficie interna de la cavidad torácica y los pulmones. La parte que recubre la cavidad torácica se llama *pleura parietal* y la que cubre los pulmones, *pleura visceral*.

**pleura parietal** Fina membrana que reviste la superficie interna de la cavidad torácica.

**pleura visceral** Fina membrana que recubre la superficie externa de cada pulmón.

**poscarga** Presión contra la que el ventrículo izquierdo ha de bombear la sangre en cada latido.

**posición de olfateo** Posición anterior y ligeramente superior de la parte media de la cara.

**posición de Trendelenburg** Descenso de la cabeza del paciente mientras se elevan sus piernas. Suele hacerse colocando los pies de una cama plana o una tabla larga a una altura superior a la del cabecero. En esta posición (con el abdomen más alto que el tórax), el peso del contenido abdominal presiona contra el diafragma produciendo cierta dificultad respiratoria. La posición de Trendelenburg modificada, con la cabeza y el tronco horizontales y sólo las piernas elevadas, minimiza los problemas de ventilación.

**postura de decorticación** Postura patológica característica de un paciente con hipertensión intracraneal; cuando se produce un estímulo doloroso, el paciente se mantiene rígido, con la espalda y las extremidades inferiores extendidas, mientras que los brazos se flexionan y los puños se cierran.

**postura de descerebración** Postura característica que presentan las personas con rigidez por descerebración. Ante los estímulos dolorosos, las extremidades se mantienen rígidas y extendidas y la cabeza se retrae. Una de las posturas (respuestas) patológicas que suelen asociarse a la hipertensión intracraneal.

**precarga** Volumen y presión de la sangre que llega al corazón desde el aparato circulatorio sistémico (retorno venoso). Proceso externo al corazón que ocurre en la vena cava.

**prescolar** Niño con un tamaño corporal y un desarrollo físico normal para una edad de entre 2 y 6 años. Forma arbitraria de agrupar a los niños según unas características físicas similares comunes a estas edades.

**presbiacusia** Disminución gradual de la audición.

**presbiopía** Vista cansada (presbicia).

**presión arterial diastólica** Presión de reposo entre las contracciones ventriculares que se mide en milímetros de mercurio (mm Hg).

**presión arterial media** Tensión media en el aparato vascular; se calcula sumando un tercio de la presión de pulsación a la tensión diastólica.

**presión arterial sistólica** Presión arterial máxima producida por la fuerza de la contracción (sístole) de los ventrículos cardíacos.

**presión oncótica** Presión que determina la cantidad de líquido existente en el interior del espacio vascular.

**presión de perfusión cerebral (PPC)** Diferencia entre la presión arterial media (PAM) y la presión intracraneal (PIC).

- presión de pulsación** Aumento de la presión que se crea cada vez que una nueva oleada de sangre sale del ventrículo izquierdo. También, diferencia entre las tensiones arteriales sistólica y diastólica (tensión sistólica menos tensión diastólica igual a presión de pulsación).
- priapismo** Situación en la que el pene permanece erecto, en general durante un largo período. Puede deberse a un cálculo urinario o a una lesión de la parte inferior de la columna vertebral.
- pulsioxímetro** Dispositivo que mide la saturación arterial de oxihemoglobina a través del cociente de absorción de la luz roja e infrarroja que atraviesa el tejido.
- pulso paradójico** Situación en la que la presión arterial sistólica de un paciente disminuye más de 10 a 15 mm Hg durante cada inspiración; suele deberse al efecto del aumento de la presión intratorácica.
- quemadura química** Quemadura que se produce cuando la piel entra en contacto con diversos agentes cáusticos.
- quemaduras de espesor completo (tercer grado)** Quemaduras que afectan a la epidermis, la dermis y el tejido subcutáneo (y, posiblemente, a tejidos más profundos). La piel puede aparecer carbonizada o con aspecto de cuero, con posible hemorragia.
- quemaduras de espesor parcial (segundo grado)** Quemaduras que afectan a la epidermis y a la dermis. La piel presenta áreas enrojecidas, ampollas o heridas abiertas que exudan.
- quemaduras superficiales (primer grado)** Quemaduras que sólo afectan a la epidermis; piel roja, dolorosa e inflamada.
- quimiorreceptor** Terminación nerviosa sensitiva que se estimula y reacciona ante determinados estímulos químicos; estas terminaciones se encuentran fuera del sistema nervioso central. Los quimiorreceptores están localizados en las grandes arterias del tórax y el cuello, las papilas gustativas y las células olfatorias de la nariz.
- radiación** Transferencia directa de energía desde un objeto caliente a otro más frío mediante la radiación infrarroja.
- reacción parasimpática aguda al estrés** Lentificación de las funciones del organismo que puede dar lugar a un síncope.
- reacción simpática aguda al estrés** Respuesta de «lucha o huida» en la que las funciones orgánicas aumentan y se enmascara el dolor.
- recién nacido** Niño desde el nacimiento a las 6 semanas de vida.
- reflejo consensuado** Constricción refleja de una pupila cuando se proyecta una luz intensa en el otro ojo. Se considera que la falta de reflejo consensuado es un signo positivo de lesión encefálica u ocular.
- regla de los nueve** División topográfica del cuerpo (sobre todo en partes de 9% o 18%) que permite calcular la cantidad de superficie corporal afectada por una quemadura.
- reptante** Niño cuyo tamaño corporal y desarrollo físico es el que normalmente presentan los niños de entre 1 y 2 años.
- resistencia vascular sistémica (RVS)** Resistencia al flujo sanguíneo a través de los vasos. Aumenta cuando los vasos se contraen. Cualquier cambio en el diámetro o en la elasticidad de los vasos puede influir en la magnitud de la RVS.
- respiración** Todas las etapas de la ventilación y la circulación que intervienen en el intercambio de oxígeno y dióxido de carbono entre la atmósfera exterior y las células del organismo. A veces, en medicina, se utiliza en sentido más limitado para referirse a los pasos de la ventilación.
- respiración atáxica** Respiración errática sin ritmo. Se asocia habitualmente a una lesión craneoencefálica con hipertensión intracraneal.
- respiración de Cheyne-Stokes** Patrón patológico de la ventilación, con períodos de respiración lenta y superficial que van aumentando hasta una respiración rápida y profunda para volver a la lenta y superficial, a la que sigue un breve período de apnea. Suele asociarse a lesiones craneoencefálicas traumáticas y al aumento de la presión intracraneal.
- respiración externa** Transferencia de moléculas de oxígeno desde la atmósfera a la sangre.
- respiración interna** Movimiento o difusión de las moléculas de oxígeno desde los hematíes a las células de los tejidos.
- respuesta de lucha o huida** Respuesta de defensa dependiente del sistema nervioso simpático en la que el corazón late de forma más rápida y fuerte, las arterias se contraen para que la presión arterial se eleve y aumenta la frecuencia respiratoria.
- revisión global** Revisión simultánea del estado del paciente que se hace en 15 a 30 segundos; se centra en el estado respiratorio, circulatorio y neurológico inmediato del paciente.
- rotura aórtica** Rotura completa o parcial de una o varias capas del tejido de la aorta.
- rotura diafragmática (hernia diafragmática)** Rotura o desgarro del diafragma que elimina la separación de las cavidades torácica y abdominal, permitiendo que el contenido abdominal penetre en la cavidad torácica. Suele ser consecuencia de un aumento de la presión intrabdominal con rotura del diafragma.
- rotura medular** Lesión que se produce cuando se rasga o corta el tejido de la médula espinal.
- SAR** *Search and rescue* (Búsqueda y rescate).
- SDRA** Véase *síndrome de dificultad respiratoria aguda*.
- sección medular completa** Interrupción de todos los haces medulares, con pérdida de todas las funciones distales al lugar de la lesión.
- sección medular incompleta** Sección de la médula espinal en la que algunos haces y funciones sensitivas o motoras permanecen intactos.
- seguridad** Valoración de todos los peligros posibles y garantía de que no existen amenazas o riesgos excesivos.
- senectud** Proceso de envejecimiento.
- sensibilidad isquémica** Sensibilidad de las células de un tejido a la falta de oxígeno; utilidad del metabolismo anaerobio antes de que se produzca la muerte celular.
- sepsis** Infección generalizada.
- shock** Pérdida generalizada de la perfusión de los tejidos por hematíes oxigenados que conduce al metabolismo anaerobio y a la disminución de la producción de energía.

- shock cardiogénico** *Shock* que se debe a la insuficiencia de la actividad de bomba del corazón; sus causas pueden dividirse en intrínsecas, como consecuencia directa de una lesión del propio corazón, o *extrínsecas*, relacionadas con un problema ajeno al corazón.
- shock compensado** Perusión periférica insuficiente que se manifiesta por signos de disminución de la perfusión de los órganos, pero con una presión arterial normal.
- shock distributivo** *Shock* que se produce cuando el contenido vascular aumenta sin incremento proporcional del volumen de líquido.
- shock hipovolémico** *Shock* causado por la pérdida de sangre.
- shock medular** Lesión de la médula espinal que determina la pérdida temporal de sensibilidad y función motora.
- shock neurógeno** *Shock* que se produce cuando una lesión de la columna cervical daña a la médula espinal por encima de la salida de los nervios del sistema simpático.
- shock psicógeno** *Shock* neurógeno temporal debido a un estrés psicológico (desvanecimiento).
- shock séptico** *Shock* que se produce por la acción de hormonas de actividad local secundarias a una infección sistémica generalizada y que alteran las paredes de los vasos sanguíneos, provocando tanto vasodilatación periférica como pérdida de líquido desde los capilares hacia el espacio intersticial.
- signo de Battle** Alteración del color de la parte posterior y ligeramente inferior del oído externo, debida a una hemorragia en el tejido subcutáneo secundaria a una fractura occipital de la base del cráneo.
- síndrome de Brown-Séquard** Trastorno causado por una lesión penetrante con hemisección de la médula espinal que afecta a uno solo de sus lados.
- síndrome compartimental** Isquemia y compromiso de la circulación que pueden producirse a consecuencia de una lesión vascular. El edema celular provoca un aumento de la presión en un compartimiento aponeurótico u óseo cerrado.
- síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA)**  
Insuficiencia respiratoria debida a una lesión del revestimiento de los capilares del pulmón que origina la salida de líquido hacia los espacios intersticiales y los alvéolos.
- síndrome de Don Juan** Patrón que suele producirse cuando la víctima cae o salta desde una altura y aterriza sobre sus pies. Es frecuente que este síndrome se asocie a una fractura bilateral del calcáneo (hueso del talón). Cuando el pie aterriza y cesa de moverse, el cuerpo se ve forzado a la flexión, debido al peso de la cabeza, el tronco y la pelvis, que siguen moviéndose. Puede causar fracturas por compresión de la columna vertebral en las regiones dorsal y lumbar.
- síndrome de hipotensión supina** Caída de la presión arterial debida a la compresión de la vena cava por el útero.
- síndrome medular anterior** Una consecuencia de fragmentos óseos o presión en las arterias vertebrales.
- síndrome medular central** Suele producirse en la hiperextensión de la región cervical.
- sistema inmunitario** Grupo de respuestas relacionadas de distintos órganos del cuerpo que protegen a este frente a los microorganismos patógenos, otras sustancias extrañas y los cánceres. Los componentes fundamentales del sistema inmunitario son la médula ósea, el timo, los tejidos linfáticos, el bazo y el hígado.
- sistema nervioso parasimpático** Parte del sistema nervioso que mantiene las funciones orgánicas normales.
- sistema nervioso simpático** Parte del sistema nervioso que produce la respuesta de lucha o huida.
- sístole** Contracción ventricular.
- situación** Sucesos, relaciones y funciones de todas las partes que, con el paciente, se ven implicados en un aviso. La situación (p. ej., disputa doméstica, choque de un único vehículo sin razón aparente, anciano que vive solo, un disparo) es importante para la valoración de la escena.
- sobreclasificación** El problema de que pacientes sin lesiones o con lesiones mínimas sean trasladados a un centro de atención al trauma.
- sujeción anatómica** «Sujeción» anatómica del cuerpo sobre una tabla larga o una camilla, en decúbito supino y asegurando al paciente a la superficie.
- superficie corporal (SC)** Superficie externa del cuerpo cubierta por la piel. Porcentaje del área de la superficie total del cuerpo representada por cualquier parte del mismo. Se utiliza como parámetro para determinar el tamaño de las quemaduras.
- taponamiento pericárdico** Compresión del corazón por una colección de sangre en el saco pericárdico que rodea al músculo cardíaco (miocardio); también llamado a veces *taponamiento cardíaco*.
- taquicardia** Frecuencia anormalmente rápida de los latidos cardíacos; se define como una frecuencia superior a 100 latidos por minuto en el adulto.
- taquipnea** Aumento de la frecuencia respiratoria.
- tendón** Banda de tejido fibroso fuerte y no elástico que une un músculo a un hueso.
- tiempo de respuesta** Intervalo desde que se produce un incidente hasta la llegada de los servicios médicos y de urgencia a la escena del suceso.
- tienda del cerebelo (tentorio)** Repliegue de la duramadre que forma una cubierta sobre el cerebelo. La tienda forma parte del suelo del cráneo superior y se halla situada inmediatamente por debajo del cerebro.
- tórax (cavidad torácica)** Cilindro hueco sostenido por los 12 pares de costillas que se articulan por detrás con la columna dorsal y, 10 de ellas, por delante con el esternón. Los dos pares inferiores sólo están sujetos por detrás (a las vértebras), por lo que se llaman *costillas flotantes*. La cavidad torácica está limitada por abajo por el diafragma.
- tórax batiente (volet costal)** Tórax con un segmento inestable producido por múltiples fracturas costales en dos o más lugares o que incluye una fractura del esternón.
- toxemia** Distribución por todo el organismo de productos tóxicos producidos por bacterias (toxinas) que crecen en un foco o lugar.

**traumatismo contuso o cerrado** Traumatismo no penetrante que ocurre cuando se produce una cavidad temporal en el organismo, debida a un objeto de movimiento rápido y con una proyección frontal pequeña que concentra la energía en una zona.

**traumatismo penetrante** Traumatismo en el que un objeto penetra en la piel. En general, produce cavidades tanto temporales como permanentes.

**trayectoria ascendente y por arriba** Movimiento del cuerpo hacia delante sobre el volante de conducción; el tórax o el abdomen suelen chocar contra el volante y la cabeza golpea con el parabrisas. En la posición semisentada habitual de los pasajeros de un vehículo, cuando acaba el movimiento hacia abajo y debajo y el salpicadero detiene a las rodillas, el cuerpo sigue con un movimiento hacia arriba y adelante. En algunos choques, cuando el conductor está sentado recto, con los pies en los pedales, el movimiento inicial puede ser hacia arriba y adelante.

**trayectoria descendente y por debajo** Cuando un vehículo cesa en su movimiento hacia delante, el ocupante suele desplazarse hacia abajo en dirección al asiento y hacia delante, en dirección al salpicadero o la columna de dirección.

**tronco del encéfalo** La porción del encéfalo en forma de tallo que conecta los hemisferios cerebrales con la médula espinal.

**vagal** Relativo a la estimulación del nervio vago (décimo par craneal). Respuesta del sistema parasimpático que reduce la frecuencia cardíaca y la fuerza de las contracciones, manteniendo al organismo dentro de límites tolerables. En condiciones normales, esta respuesta puede contrarrestar la liberación de sustancias químicas por el sistema nervioso simpático, manteniendo la frecuencia cardíaca dentro de límites aceptables. Sin embargo, la estimulación vagal accidental puede provocar una bradicardia indeseable que reduce el gasto cardíaco y la circulación del paciente.

**vaina dural** Membrana fibrosa que cubre al encéfalo y que se prolonga en sentido descendente, hasta la segunda vértebra sacra.

**velocidad** Rapidez del movimiento; por ejemplo, la velocidad de una masa en movimiento.

**ventilación** Movimiento del aire de entrada y salida, por ejemplo de una masa que se desplaza a los pulmones mediante el proceso normal de respiración. Proceso mecánico por el que el aire pasa desde la atmósfera al interior del organismo a través de la boca, la nariz, la faringe, la tráquea, los bronquios y los bronquiolos y entra y sale de los alvéolos. Ventilar a un paciente significa

proporcionar unas inspiraciones con presión positiva con un aparato de ventilación, por ejemplo, una bolsa con válvula y mascarilla, y después permitir que se produzca una espiración pasiva alterna; se usa en pacientes con apnea o que no pueden lograr una ventilación adecuada por sí mismos.

**ventilación gástrica** Aire que, de forma inadvertida, se fuerza hacia abajo por el esófago hasta el estómago en lugar de hacerlo penetrar en los pulmones.

**ventilación transtraqueal percutánea (VTP)** Procedimiento en el que se introduce una aguja de calibre 16 o mayor, por la que se ventila al paciente directamente en la luz de la tráquea a través de la membrana cricotiroides o de la propia pared de la tráquea.

**vértebra** Cualquiera de los 33 segmentos óseos de la columna vertebral.

**vía aérea con mascarilla laríngea (VML)** Dispositivo alternativo para conseguir soporte de la vía aérea cuando no se tiene éxito con la intubación endotraqueal o no se puede realizar; consta de una mascarilla de silicona inflable y un tubo de conexión de goma; se introduce a ciegas en la faringe, formando un sello de bajo presión alrededor de la entrada a la laringe.

**vía aérea nasofaríngea** Vía aérea que se inicia a partir de los vestíbulos nasales, continuando por el suelo de la cavidad nasal directamente hacia la nasofaringe. Los pacientes con reflejo faríngeo suelen tolerarla bien.

**vía aérea no permeable** Vía aérea obstruida.

**vía aérea orofaríngea** Vía aérea que, cuando se coloca en la orofaringe por encima de la lengua, mantiene a esta en posición adelantada, facilitando su apertura continua. Sólo se usa en pacientes que no tienen reflejo faríngeo.

**vía aérea permeable** Vía aérea abierta y no obstruida de tamaño suficiente para permitir un intercambio gaseoso de volumen normal.

**volumen corriente** Volumen normal de aire que se intercambia en cada respiración. En un adulto sano en reposo se intercambian unos 500 ml de aire entre los pulmones y la atmósfera.

**volumen minuto** Cantidad de aire que se intercambia cada minuto; se calcula multiplicando el volumen de cada respiración (volumen corriente) por el número de respiraciones en un minuto (frecuencia).

**volumen residual** Aire que queda atrapado en los alvéolos y bronquios y que no puede expulsarse con una espiración forzada.

**volumen sistólico** Volumen de sangre bombeada en cada contracción (latido) del ventrículo izquierdo.

# Índice alfabético

Nota: Los números de la página seguidos de f se refieren a figuras; los seguidos de c a cuadros.

- A**  
A  
Abandono. Véanse Malos tratos y abandono en ancianos; Malos tratos y abandono infantil.  
«Abanico español», 181  
ABCDE en la evaluación primaria, 94, 100, 484  
Abdomen  
anatomía, 298-299, 300f  
exploración, 106  
Abordaje  
manos dentro/manos fuera en el lugar de un delito, 73  
«mirar, oír y tocar», 101-102, 104  
Abrusiones  
en los accidentes de motocicleta, 47f  
por airbags, 45f  
en los malos tratos infantiles, 377f, 378  
Abuso  
financiero, 397, 398c  
sexual, 378c, 398c  
Acceso vascular  
kit, 539c  
para el *shock*, 185, 190  
para los traumatismos pediátricos, 368-369  
*Accidental Death y Disability: the Neglected Disease of Modern Society* (NAS/NRC), 7, 14  
Accidente  
definido, 5, 20  
con reactores nucleares, 520-521  
Acetazolamida, 472t, 473-474, 475  
Acetilcolina, 513  
Ácido  
acetilsalicílico, 474  
fluorhídrico, 348  
Acidosis  
hipotermia y, 429  
metabólica, 169  
*shock* y, 169  
traumatismos torácicos y, 272  
Aclimatación  
altitud, 470  
calor, 407, 416c, 418-419, 421, 422c  
beneficios, 421c  
normas, 416c, 422c  
sexo y, 407  
ACS. Véase *American College of Surgeons* (ACS).  
Acticoat, vendaje, 340f  
Actividad eléctrica sin pulso (AESP), 112, 284, 483  
Adenosina trifosfato (ATP), 169, 482  
ADM. Véase Armas de destrucción masiva.  
Adrenalina, 170, 556  
Aerosoles  
precauciones, 516  
propiedades, 511-512  
Agente(s)  
asfixiantes, 511, 514  
bacterianos, 515, 516-518  
biológicos, 515-520  
clasificación, 515  
control de la infección, 515-516  
equipo de protección personal, 515c, 516c  
evaluación del lugar, 506-507  
seleccionados, 516-520  
terrorismo, 498-499, 506, 515  
explosivos, 508-510  
artefactos secundarios, 81-82, 506-507  
lesiones por estallido, 51-52  
muertes, 498-499, 506, 508  
valoración del lugar, 506, 507  
hemostáticos, tópicos, 182  
incapacitantes, 511  
incendiarios, 511  
inductores del vómito, 511  
lacrimógenos, 511  
nerviosos, 511, 513-514  
neutralizantes para quemaduras químicas, 348  
paralizantes  
para la intubación, 129, 130c, 131t  
para los traumatismos craneoencefálicos, 216  
en el proceso lesional, 19-20, 21t  
químicos, 511-515  
clasificación, 347, 511  
descontaminación, 81, 349-350  
equipo de protección personal, 512  
evaluación y tratamiento, 512  
propiedades, 511-512  
seleccionados, 512-515  
terrorismo que afecta, 498-499  
transporte, 512  
valoración del lugar, 506  
vesicantes, 349, 511, 514-515  
virales, 515, 518-519  
Agotamiento por calor, 410t, 411  
algoritmo, 415f  
índice de estrés por calor, 417f  
Agua  
corporal, 167-168  
desequilibrios, 408, 413  
pérdidas insensibles, 406-407  
peso, 167, 168f, 408  
descontaminación, 80-81  
normas para beber, 419c  
para pacientes en entornos naturales, 551  
Agujero(s)  
del cráneo, 196, 197f  
occipital  
herniación, 202, 203  
localización, 196, 197f  
vertebral, 225, 226f, 227f, 229f  
Ahogamiento  
en agua  
dulce, 448-449  
salada, 448-449  
«húmedo», 448, 449  
«en seco», 448, 449  
o semiahogamiento, 446-452  
definido, 446  
epidemiología, 447  
factores de riesgo for, 447-448  
mecanismo de las lesiones, 448-449  
muertes, 15f, 16c, 446  
prevención, 447, 452  
relacionados con el buceo con oxígeno, 459  
resumen, 451t, 475  
supervivencia, 446-447, 449, 450  
traslado prolongado, 474  
tratamiento, 450-451  
valoración, 449-450, 451t  
Airbags, lesiones, 45, 46, 358c  
Albúmina, 186  
Alcohol, consumo  
ahogamiento y, 448  
enfermedad de las grandes alturas y, 470  
muertes por colisiones y, 5, 448  
Alergias  
antecedentes, 104  
picadura de abeja, 555-556  
Almohadillado  
para asegurar al paciente en una tabla larga, 240, 269  
para las férulas, 321  
para mantener la posición alineada neutra, 239, 240, 269  
para el paciente geriátrico, 396, 399  
pediátrico, 361, 366f, 370  
Altitud. Véase también Enfermedad de las grandes alturas.  
aclimatación, 470  
elevada, niveles, 469-470  
estado de la oxigenación y, 470t  
Alturas muy elevadas, 469  
Alvéolos  
anatomía, 119f, 120, 121f  
cambios por edad, 387, 388f  
intercambio de gases, 121, 122f, 273  
Ambulancia(s)  
colocación, 72  
historia, 7  
«volante» 7  
Amenaza de bomba, distancias de evacuación, 81t  
*American Academy of Pediatrics*, 358c  
*American College of Sports Medicine* (ACSM), 418, 419c, 420c  
*American College of Surgeons* (ACS), 7, 111, 342, 356

- American Heart Association*, 433-434, 435f, 437  
*American National Standards Institute* (ANSI), 72  
 Amoniaco, 514  
 AMPLÉ, historia, 104, 488. Véase también Historia.  
 Ampollas  
   congelación, 427f  
   quemaduras, 336-337  
 Amputaciones, 326-327  
 Analgesia. Véase Tratamiento del dolor.  
 Analgésicos opiáceos. Véase Narcóticos.  
 Análisis estadístico, 10  
 Anamnesis médica y quirúrgica, previa, 104. Véase también Historia.  
 Ancianos, 384-385, Véase también Traumatismos geriátricos.  
   agresiones, 392  
   cambios relacionados con la edad, 385-391  
   hematoma subdural, 211-212  
   identificación de los trastornos con riesgo para la vida, 484  
   *shock*, 178  
 Anemia, lesión cerebral y, 205  
 Aneurisma aórtico, 54  
 Anhidrosis, 412  
 Anisocoria, 107, 207  
 Antibióticos  
   para el carbunco, 517  
   para fracturas abiertas, 330  
   para quemaduras, 340  
 Anticoagulantes, 212, 394  
 Antidiabéticos, 394  
 Antídotos  
   agente nervioso, 513-514  
   cianuro, 344-345, 513  
   lewisita, 514-515  
 Antihistamínicos, 556  
 Antiveneno, 557  
 Años de vida potencial perdidos, 4f, 15  
 Aorta, 166  
   lesiones por cizallamiento, 54, 55f, 286, 287f  
   quimiorreceptores, 273-274, 275f  
 Aparato  
   cardiovascular, 164-168  
   envejecimiento, 387-388, 394  
   hipotermia y, 430-431  
   regulación nerviosa, 168-169  
   traumatismos penetrantes, 61-62  
 de respiración autocontenida (SCBA), 507, 523  
   respiratorio, 118  
   anatomía, 118-120, 121f, 272, 273f  
   envejecimiento, 386-387, 388f, 394  
   fisiología, 121-122, 273-275  
   fisiopatología, 123, 275-276  
 Aplicación de la tabla larga en bipedestación, 255-257  
 Apnea, 95  
 Apófisis  
   espinosa, 225, 226f, 227f, 229f  
   transversas, 225, 226f, 227f, 229f  
 Apoptosis, 201  
 Aprendizaje independiente para la preparación frente a un desastre, 500-501  
 Arcos neurales, 225  
 Área de la superficie frontal  
   intercambio de energía y, 35-36  
   de los misiles, 56-57, 58f  
 Armas  
   de destrucción masiva (ADM), 79-82, 506-527. Véase también Desastres.  
   artefactos secundarios como, 81-82  
   biológicas, 515-520  
   clasificación, 508  
   descontaminación, 80-81, 499, 508  
   equipo de protección personal, 507-508  
   explosivas, 508-510  
   incendiarias, 511  
   químicas, 511-515  
   radiológicas, 520-525  
   sistema de mando para el incidente, 82-83, 84f-85f, 506-507  
   terrorismo y, 498-499, 506  
   valoración del lugar, 79, 506-507  
   zonas de control, 80  
 de fuego  
   lesiones causadas, 58-60, 61f, 276  
   muerte, 5f  
   de mano, 58-59  
   niveles de energía, 58-59, 60f  
   nucleares, 346-347, 520. Véase también Desastres radiológicos.  
 Arrancamiento, 326  
 Arritmias  
   en la conmoción cardíaca, 286  
   en la hipotermia, 431, 433, 434  
   en las lesiones por el rayo, 456, 457  
   en la parada cardiopulmonar, 112  
   en el semiahogamiento, 450  
   *shock* cardiogénico y, 173  
   en los traumatismos  
     cardíacos cerrados, 284  
     geriátricos, 388  
 Arterias  
   y arteriolas, 166-167  
   carótidas  
     lesiones, 210, 214  
     quimiorreceptores, 273-274, 275f  
 Articulaciones  
   inestabilidad, 319  
   luxación, 323-324  
     acetabular, 40, 41f  
     en la naturaleza, 554  
 Asesoramiento, prevención sobre el terreno, 26-27  
 Asfixia traumática, 288, 289f  
 Asfixiantes, 344-345  
 Asherman, sello torácico, 280  
 Asientos de seguridad infantiles, 5, 46, 358c  
 Asistencia  
   a los traumatismos, 4-7. Véase también Asistencia traumatológica prehospitalaria.  
   contexto adecuado, 546-547, 557-558  
   coste, 4-5, 535  
   fases, 5-7, 20, 21t  
   traumatológica prehospitalaria  
     adecuada, contexto, 546-547, 557-558  
     algoritmo, 488  
     «periodo de oro», 6, 92-93, 482-483, 487  
     principios  
       básicos, 7-8, 482  
       de oro, 483-489  
 Aspectos  
   legales de la asistencia de los ancianos, 396  
   psicosociales en los traumatismos pediátricos, 357-358  
 Aspiración  
   para mordeduras de serpientes, 557  
   vía aérea, 124, 126  
 Ataques  
   contra el *World Trade Center*, 493f, 498, 506  
   suicidas con bombas, 52  
   terroristas con bombas en Madrid, 498f  
 Atelectasia, 277  
 Aterosclerosis, 387  
 Atlas, 227  
 Atletismo, lesiones, 49-51  
 ATP. Véase Adenosina trifosfato (ATP).  
 Atragantamiento  
   arma de fuego, 62  
   cardiopulmonar, 465, 466t  
 «Atragantamiento» cardiopulmonar, 465, 466t  
 Atropina  
   para agentes nerviosos, 513, 514  
   para intubación, 130c, 131t  
 Audición, envejecimiento y, 389, 393, 394  
 Aurículas cardíacas, 164-165  
 Auscultación, 104  
   del murmullo vesicular, 105-106, 277  
   de sonidos intestinales, 303  
 Autorregulación del flujo sanguíneo cerebral, 200-201  
 Autovías, seguridad del tráfico, 71-72  
 Axis cervical, 227  
 Ayuda voluntaria, 494  
 Ayuno en la naturaleza, 551  
**B**  
*Bacillus anthracis*, 516-517  
 Balas expandibles, 57c  
 Banks, Sam, 7  
 Barorreceptores, 275  
 Barotrauma, 461-464  
   en el ascenso, 462-463  
   por buceo con oxígeno, 459-460  
   en el descenso, 461-462  
   hiperinflación pulmonar, 462t, 463-464  
     oxígeno hiperbárico, 467, 468c  
   tipos, 463-464  
   del oído externo, 462t  
   oxígeno hiperbárico, 467, 468c  
   sinusal, 463  
   tipos, 462t  
   valoración, 465-466  
 Bases (álcalis), quemaduras, 347, 348-349  
 Batas, 75, 515c, 516c

- Battle, signo, 208  
 Bebidas deportivas, 417c, 419c  
 Beck, triada, 285  
 Benzodiacepinas  
   narcóticos y, 112  
   traumatismos  
   osteomusculares, 325  
   pediátricos, 370, 372  
 Bibliografía  
   informatizada, búsqueda, 9c  
   lectura por los SEM, 8-10  
 Bloqueantes  
   beta-adrenérgicos, 178-179, 394  
   de los canales del calcio, 178-179, 394  
 Bocas de algodón, 556, 557f  
 Bolsas de arena para inmovilización, 240  
 Bombas. *Véase también* Agentes explosivos.  
   expansibles, 57c  
   en Oklahoma City, 506, 509  
   «sucias», 498, 506, 520  
 Botulismo  
   de las heridas, 520  
   por inhalación, 520  
   intestinal, 520  
   transmitido por alimentos, 520  
 Boyle, ley, 460, 469  
 Bradiasistolia, 112  
 Bradicardia en la hipotermia, 430-431  
 Bradipnea, 95, 96t  
*Braen Trauma Fundación*, 187-188  
 Brazo, inmovilización, 241  
*British anti-lewisite (BAL)*, 514-515  
 Bronquiolos, 119f, 120  
 Bronquios  
   anatomía, 119f, 120, 121f  
   rotura, 287-288  
 Brown-Séquard, síndrome, 232  
 Buco con oxígeno  
   buena forma médica, 458, 467, 469c  
   vuelos, 467-468, 469c  
 Bulbo raquídeo  
   función, 198c, 199  
   lesiones, 203  
 Bullas hemorrágicas, 427f  
 Búsqueda y rescate, 495-496  
**C**  
 Cabeza  
   anatomía, 105f, 196-199  
   estabilización alineada manual, 138-139,  
   237, 247-248, 486-487  
   exploración, 104  
   inmovilización, 240  
   mantenimiento de posición alineada,  
   239-240, 269  
 Cafeína, 416c  
 Caídas, 49, 50f  
   en ancianos, 385, 390, 391  
   distancia de detención, 35  
   hematoma subdural, 211-212  
   muertes, 15f, 16c  
   en niños, 356, 357t  
   razonamiento crítico, 65  
 Calambres  
   por calor, 409-410, 417f  
   musculares, 409-410  
 Calor  
   producción y disipación, 405-406  
   «pruriginoso», 407, 409  
 Cámaras hiperbáricas, portátiles, 475  
 Cambios  
   celulares  
   en el *shock*, 169, 482, 483  
   en los traumatismos craneales, 201  
   microcirculatorios en el *shock*, 169, 170f  
 Cáncer, 4f, 387t  
 Cánula nasal, 134t  
 Capacidad  
   inspiratoria (CI), 275c  
   pulmonar total (CPT), 275c  
   residual funcional (CRF), 275c  
   vital (CV), 275c  
 Capilares  
   difusión a través, 166, 167f, 273  
   flujo de líquido a través, 168f  
 Capnografía, 135-136  
   para comprobar el tubo endotraqueal,  
   130-131, 159  
   pediátrica, 367  
 Cara  
   estructura, 105f  
   lesiones, 208-209  
 Carburnco, 498, 506, 515, 516-517  
   cutáneo, 517  
   digestivo, 517  
   por inhalación, 517  
 Cardiopatía, 4f, 387t  
 Cargas axiales, 231  
 Cascos  
   legislación, 5, 46  
   retirada, 266-268  
 Cataratas, 389  
 Catéteres intravenosos, 100-101, 185  
 Cavidad  
   abdominal, 298, 299f, 300f  
   peritoneal, 298, 299f, 300f  
 Cavitación, 36-37, 59, 60f  
   permanente, 36-37, 59, 60f  
   temporal, 36-37, 59  
 CDC. *Véase Centers for Disease Control and Prevention (CDC)*.  
 Cemento, quemaduras, 348  
*Centers for Disease Control and Prevention (CDC)*, 20-22, 74  
 Centro(s)  
   termorregulador, 405  
   traumatológicos  
   pediátricos, 372-373  
   tiempo hasta el quirófano/cuidado  
   definitivo, 7f  
   transporte, 7, 8, 487  
 Cerebelo, 198c, 199  
 Cerebro, 198c, 199  
 Cheyne-Stokes, ventilaciones, 203  
 Cianatos, 344-345, 511, 512-513  
 Cianocobalamina, 345  
 Cianosis  
   en el neumotórax a tensión, 282  
   en el *shock*, 176  
   en traumatismos torácicos, 277  
 Cianuro de hidrógeno, 512  
 Cicló del desastre, 492-493  
 Ciencia forense, clínica, 532, 538  
 Cierre  
   de las heridas en el campo, 553-554  
   primario tardío de la herida, 553-554  
 Cifosis, 389-390  
   aplicación de collarín cervical, 396  
   problemas ventilatorios, 387, 388f  
 Cinco P en el síndrome compartimental, 327  
 Cinchas pélvicas, 323, 324c  
 Cinemática, 32. *Véase también*  
   Mecanismos de la lesión.  
   definida, 33  
   evaluación, 64  
   de las lesiones cerebrales traumáticas,  
   205-206  
   principios  
   general, 32-38  
   mecánicos para traumatismos, 38-64  
   cerrados, 38-56  
   penetrantes, 56-64  
   reconocimiento, 64-65, 484  
   de los traumatismos  
   abdominales, 302  
   pediátricos, 357  
 Cinturones de seguridad, 44-45, 358c  
 Circulación, 164-168, 275  
   cerebral, 199-200  
   pulmonar, 166  
   sistémica, 166  
   tratamiento  
   para quemaduras, 341  
   para *shock*, 180-182  
   para los traumatismos  
   craneoencefálicos, 214-215  
   geriátricos, 395  
   pediátricos, 367-369  
   traumatismo torácico y, 273  
   valoración, 96-98  
   para los traumatismos  
   craneoencefálicos, 206  
   geriátricos, 392  
   pediátricos, 363-364  
 Cizallamiento, definido, 38  
 Clasificación, 84-86  
   definida, 84, 496  
   esquema de decisiones finales sobre el  
   terreno, 108-110  
   evitación, situaciones, 497  
   «inversa» para lesiones por el rayo, 457,  
   474  
 JumpSTART, 373-374, 375, 376f  
   algoritmos, 375f, 376f  
   pediátrica, 373-377  
   primaria, 374-376  
   resumen y beneficios, 377  
   secundaria, 375f, 376-377  
 orden de prioridad, 70  
 START, 86, 87c-88c  
   para las armas de destrucción masiva,  
   508  
   para los desastres, 496-497  
   para los traumatismos  
   geriátricos, 397  
   osteomusculares, 314, 316  
 Clavícula, fracturas, 42f  
 Cloro, 514

- Cloruro de pralidoxima (2-PAM cloruro), 513, 514
- Clostridium botulinum*, 519-520
- CO<sub>2</sub> telespiratorio, 135-136  
para comprobar el tubo endotraqueal, 130-131, 159  
pediátrico, 367
- Coagulopatía  
de consumo, 174  
hipotermia y, 429, 486  
*shock* y, 174
- Cobertura y ocultación, 533
- Cóccix, 225, 226f, 227
- Colisión(es), 32  
de ambulancia, matriz de Haddon, 20, 21t  
fases, 20, 21t, 32-33  
«hueso T», 42  
leyes de la energía y movimiento, 33-35  
entre motocicletas, 5f, 45-47  
con vehículos a motor (CVM), 38-45  
airbags y, 45  
en ancianos, 384, 391-392  
cinturones de seguridad y, 44-45  
energía, 33-35  
fases, 20, 21t, 32-33  
impacto y patrones de la lesión, 38-43, 44f  
incompatibilidad de los vehículos, 43-44  
lesiones vertebrales, 234  
muertes, 5f, 15f, 16c, 32  
prevención, 5  
seguridad del lugar, 71-72, 73f  
terminología, 20  
traumatismos  
abdominales, 302  
pediátricos, 46, 356, 357t, 358c  
valoración del lugar, 33
- Collarines cervicales  
cifosis y, 396  
rígidos, normas, 237-238  
para los traumatismos craneoencefálicos, 213, 215
- Colocación de los vehículos en el lugar de un accidente, 72
- Color y temperatura de la piel  
*shock* y, 172t, 176, 177t  
valoración, 97
- Columna  
cervical, 225-229  
estabilización, 95, 484-485  
alineación manual, 138-139, 237, 247-248, 486-487  
indicaciones, 230-231  
traumatismos  
geriátricos, 395-396  
pediátricos, 361, 366  
mantenimiento de la posición  
alineada, 239-240, 269  
traumatismos cerrados, 41f, 43f, 53f  
«valoración» en el campo, 549-550  
lumbar, 225-229  
torácica, 225-229  
vertebral  
anatomía, 225-229, 230f  
cambios relacionados con la edad, 387, 388f, 389-390  
deformidad anatómica, 236  
traumatismos, 224  
cerrados, 41f, 43f, 49, 50f, 53f  
fisiopatología, 230-232
- Combat Aplicación Tourniquet (C-A-T)*, 181
- Combitube*, 148-149, 368c
- Complacencia, 27
- Compresibilidad, 49
- Compresión  
anterior-posterior fracturas de pelvis, 320f, 321c, 324c  
conmoción, contusión o laceración medular, 232  
definida, 38
- Comunicación(es)  
barreras, 236  
durante la evaluación, 110-111  
con el paciente anciano, 393-394  
respuesta a los desastres, fracaso, 494, 507  
seguridad, 538
- Concentración de oxígeno en los dispositivos para ventilación, 134t
- Condiciones climáticas/luminosas en el lugar, 71
- Conducción, 406  
bajo los efectos del alcohol, 5
- Congelación, 426-428  
de cuarto grado, 428  
local, 424-425  
de primer grado, 427  
prevención, 436-437  
profunda, 428  
de segundo grado, 427  
superficial, 428  
de tercer grado, 427-428  
traslado prolongado, 438
- Conmoción  
cardíaca, 286  
cerebral, 210  
medular, 232
- Consentimiento para la asistencia, 396
- Conservación de la energía, ley, 33-34
- Consultas médicas para los profesionales de la ley, 531
- Consumo y distribución del oxígeno, 122, 769
- Contaminación  
primaria, 511  
secundaria, 511-512
- Control  
de la hemorragia, 485-486  
en la evaluación primaria, 96-97  
factores temporales, 6-7, 92-93  
para las fracturas, 320  
en la naturaleza, 553  
pantalones neumáticos *antishock*, 182, 183-185, 486  
para el *shock*, 180-182, 189-190  
para los traumatismos  
craneoencefálicos, 206, 214  
geriátricos, 395  
osteomusculares, 318-319  
pediátricos, 363, 367  
manual de la vía aérea, 95, 124, 126f, 140-141
- Contusión(es)  
cardíaca, 284  
cerebrales, 212-213  
pulmonar, 276, 278-279
- Convección, 406
- Convulsiones en la lesión cerebral, 205, 369-370
- Corazón, 164-166, 275  
cambios relacionados con la edad, 387, 388, 394  
efectos  
de la hipotermia, 430-431  
del *shock*, 483  
lesiones, 61-62, 105, 173, 283-284
- Corriente «en fognazo», 455
- Corticoesteroides, 474
- Coste  
de la asistencia de los traumatismos, 4-5, 535  
de las lesiones, 15, 18  
de la prevención de las lesiones, 20-22
- Costillas, 272, 273f
- Cowley, R. Adams, 6, 92, 482
- Cráneo  
anatomía, 105f, 196, 197f  
traumatismos penetrantes, 60-61
- Crepitantes, 318
- Cricotirotomía quirúrgica, 133, 535
- Crimen, víctimas ancianas, 385, 392
- Criterios NEXUS para inmovilización vertebral, 549-550
- Cuadranes abdominales, 299, 300f
- Cuello  
anatomía, 105f  
exploración, 104-105
- Cuerdas vocales, 120f
- Cuero cabelludo, 196
- Cuerpos extraños en la vía aérea, 123
- Cuidado(s)  
«en la calle» frente al «campo», 546-547, 557-558  
definitivo  
sobre el terreno, 107-110  
tiempo de transporte, 6-7, 8  
de la herida  
para quemaduras, 340, 341-342  
en la naturaleza, 552-554
- Cullen, signo, 303
- Curry, George J, 7
- Curvatura vertebral, 389-390  
aplicación de collarín cervical, 396  
problemas ventilatorios, 387, 388f
- D**
- Decúbito, prevención, 551-552
- Defensa  
involuntaria, 303  
del paciente, 530, 540  
voluntaria, 303
- Defibrilación  
para la conmoción cardíaca, 286  
para la hipotermia, 434  
para la parada cardiopulmonar, 112
- Densidad(es)  
del tejido, 35  
agua, 35

- Densidad(es) (*cont.*)  
 del aire, 35  
 corporales, 35  
 sólida, 35  
 tisulares, 35
- Dentaduras postizas, 386, 395
- Derivadores, armas de fuego, 62
- Dermatomas, 229, 231f
- Dermis, 335, 405
- Desastres, 492. *Véanse también* Armas de destrucción masiva (ADM); Grandes catástrofes (GC).  
 fases, 492-493  
 radiológicos, 520-525  
 efectos médicos, 520-522, 523t, 524t  
 equipo de protección personal, 523-524  
 terrorismo y, 498-499, 506, 522c  
 traslado, 525  
 tratamiento, 521c, 524  
 respuesta, 492  
 control de una gran catástrofe, 493-494  
 educación y formación, 495, 500-501  
 errores., 494-495, 507  
 médica, 495-499  
 psicológicos, 499-500  
 sistema de mando del incidente, 82-83, 84f-85f, 493-494
- Descarga axial, 237
- Descompresión  
 del neumotórax a tensión, 112, 282-283, 294-295  
 torácica con aguja, 282-283, 294-295
- Descontaminación  
 en desastres, 499  
 para la exposición a radiación, 347, 524c  
 principios, 80-81, 508  
 para las quemaduras químicas, 347-348, 349-350
- Desecación por cemento, 348
- Deshidratación  
 normas de hidratación, 170-171, 418, 419c  
 en pacientes en la naturaleza, 551  
 prevención de la relacionada con el trabajo, 416c-417c  
 relacionada  
 con el calor, 408-409, 410t  
 con el frío, 424  
 «voluntaria», 408
- Desmayo(s)  
 en aguas poco profundas, 447  
 asociado al agotamiento, 411
- Desnaturalización de las proteínas, 335
- Desplazamiento mediastínico, 281f
- Desviación traqueal, 282
- Detección selectiva de la encarceración, 532, 538, 540
- Detector de CO<sub>2</sub> colorimétrico, 130-131, 159
- Dexametasona, 474, 475
- Dextrano, 186
- Diacepam, 513-514
- Diafragma, 119f, 273f  
 inervación, 229  
 posición espiratoria, 105, 106f, 301f  
 en el proceso de ventilación, 272, 273, 274f  
 rotura, 54-55, 288-289, 301
- Diástole, 165
- Dióxido de carbono  
 difusión, 167f  
 intercambio alveolar, 121, 122f, 273  
 quimiorreceptores, 273-274
- Disbarismo, 458-459
- Discapacidad  
 neurológica  
 en ancianos, 392-393, 394  
 en la enfermedad por descompresión, 465, 466t  
 en el golpe de calor, 412  
 inmovilización vertebral, 234, 235f, 236  
 ventilación y, 123  
 poslesional, 14, 358  
 tratamiento  
 para las quemaduras, 341  
 para el *shock*, 183  
 para los traumatismos craneoencefálicos, 215  
 valoración, 98-99  
 para el *shock*, 176-177  
 para los traumatismos craneoencefálicos, 206-207  
 geriátricos, 392-393  
 pediátricos, 364
- Disciplina  
 para la luz y el ruido, 537  
 sonora, 537
- Discos intervertebrales, 229, 230f
- Disparo del tambor, 62
- Dispositivo(s)  
 de advertencia para el lugar de una colisión, 72, 73f  
 de detección esofágica, 130-131, 159  
 de dispersión de la radiación (DDR), 520, 521, 522  
 de extracción de tipo chaleco, 258-261  
 para ordenación del tráfico, 72, 73f  
 ventilatorios  
 de activación manual, 134  
 alimentados con oxígeno, 134
- Distancia de frenado en una colisión, 34-35
- Distensión gástrica en niños, 363, 364
- Distracción vertebral, 231
- Diuresis  
 inducida por el frío, 424  
 quemaduras y, 343f, 350, 371  
*shock* y, 170, 171t, 190
- Divers Alert Network* (DAN), 459  
 información para entrar en contacto, 467c, 468c, 474  
 recomendaciones para la forma física y el vuelo, 469c
- Doctrina  
 Monro-Kellie, 201-202  
 de la rutina diaria, 533
- Documentación  
 de la asistencia, 110-111  
 de los malos tratos infantiles, 372, 378c  
 papel para la prevención de las lesiones, 27
- Dolor  
 en la enfermedad por descompresión, 465, 466t  
 fantasma, 326
- inmovilización, 236  
 percepción, 389  
 en el síndrome compartimental, 327  
 torácico, 276-277  
 vertebral, 234, 236c
- Donación de órganos, 216-217
- Don Juan, síndrome, 49
- Duramadre, 196, 197f, 198
- E**
- EAM. *Véase* Enfermedad aguda de las montañas (EAM).
- ECGA. *Véase* Edema cerebral de las grandes alturas (ECGA).
- Eclampsia, 307
- Ecografía para hemorragia intrabdominal, 304
- Economía  
 de la asistencia de los traumatismos, 4-5, 535  
 de las lesiones, 15, 18  
 de la prevención de las lesiones, 20-22
- Edad  
 ahogamiento y, 447, 448, 449  
 avanzada, 384, 385. *Véase también* Ancianos.  
 enfermedad  
 por calor y, 407  
 de las grandes alturas y, 470  
*shock* y, 178
- EDC. *Véase* Enfermedad por descompresión (EDC).
- Edema. *Véanse también* Edema cerebral; Edema pulmonar.  
 por calor, 409  
 cerebral, 203-204  
 de las grandes alturas (ECGA), 472  
 enfermedad aguda de las montañas y, 471  
 epidemiología, 468, 469  
 profilaxis, 473-474  
 traslado prolongado, 475  
 reanimación con líquidos, 359-360  
 por congelación, 427f  
 pulmonar  
 cardiogénico frente a no cardiogénico, 173-174  
 de las grandes alturas (EPGA), 472t, 473  
 epidemiología, 468, 469  
 profilaxis, 474  
 resumen, 472t  
 traslado prolongado, 475  
 relacionado con el calor, 409
- Edentulismo, 386
- Edetato de dicobalto, 345
- Educación y entrenamiento  
 asistencia prehospitalaria, 4, 7, 482  
 desastres, 495, 500-501  
 materiales peligrosos, 76  
 prevención de las lesiones, 22, 24, 26-27, 28
- Efecto  
 de la bolsa de papel, 54  
 de mama, 201-203, 204  
 muscarínicos de los agentes nerviosos, 513  
 nicotínicos de los agentes nerviosos, 513

- EGA. Véase Embolia gaseosa arterial (EGA)
- Ejercicio  
de campo para la preparación frente a un desastre, 501  
desmayo, 411  
enfermedad de las grandes alturas y, 470-471  
hipertermia y, 407  
normas de hidratación, 419c  
prácticos para la preparación ante un desastre, 495, 501  
recomendaciones, 418, 420c-421c
- Elasticidad, cavitación y, 37
- Elevación  
de la barbilla para los traumatismos, 124, 126f, 141  
para control de la hemorragia, 97, 181
- Embarazo, 306-308  
cambios fisiológicos, 306-307  
identificación de los procesos con riesgo vital, 484  
shock y, 178  
traumatismos abdominales, 307-308
- Embolia  
gaseosa, 210  
arterial (EGA), 462t, 464  
epidemiología, 459  
ley de Boyle y, 460  
oxígeno hiperbárico, 467, 468c  
valoración, 465-466  
pulmonar, prevención, 552
- Emergency Incident Rehabilitation* (USFA), 421, 423c
- Emergency Medical Services Agenda for the Future*, 15, 26
- Emergency Response Guidebook* (DOT), 76, 78f
- Empaquetado, 100, 107-108
- Encéfalo  
anatomía, 196-199  
efectos de la hipotermia, 431  
envejecimiento, 388-389  
fisiología, 199-201  
herniación, 201-203, 216
- Energía  
cinética, 34, 56, 65  
eléctricas, 19  
formas, 18-19  
intercambio, 35-36  
lesiones producidas, 32, 37-38, 276  
leyes, 33-35, 56  
liberación incontrolada, 19  
mecánica, 18, 34  
en los procesos metabólicos, 482, 483  
química, 18  
de la radiación, 19  
térmica, 18-19  
conversión de movimiento, 34  
intercambio, 406f  
en los traumatismos penetrantes, 56, 58-59, 60f
- Enfermedad(es)  
aguda de las montañas (EAM), 471-472  
epidemiología, 468  
profilaxis, 473-474  
traslado prolongado, 475
- cardiovascular, 4f, 387  
por descompresión (EDC), 464-465, 466t  
cutánea, 465, 466t  
dolor de miembro, 465, 466t  
epidemiología, 459  
factores relacionados, 465c  
linfática, 465, 466t  
mecánica de la presión, 459, 461  
oxígeno hiperbárico, 467, 468c  
valoración, 465-466
- de las grandes alturas, 446, 468-474  
epidemiología, 468-469  
factores relacionados, 470-471  
hipoxia hipobárica, 469-470  
prevención, 473-474  
«reglas de oro», 473  
resumen, 472t, 475  
tipos, 471-473  
traslado prolongado, 475
- lesión como, 19-20  
prevención, 14, 25  
previas  
ahogamiento y, 448, 449  
enfermedad por calor y, 407, 408c  
estadística, 386t, 387t  
grandes alturas y, 471c  
influencia, 385-386  
shock y, 178
- pulmonar, 387t  
obstructiva crónica (EPOC), 395  
relacionada con el calor, 409, 410t  
en ancianos, 393, 396  
deshidratación y, 408-409  
epidemiología, 404  
factores de riesgo, 407-408  
índice de estrés por calor, 417f  
mayores, 411-414  
menores, 409-410  
prevención, 414-421, 422c-423c  
traslado prolongado, 437-438
- Enfisema  
mediastínico, 463  
subcutáneo, 462t, 463-464
- Enfriamiento, 425, 428
- Entorno. Véase también  
Exposición/ambiente  
austero, 493  
prevención de la enfermedad por calor, 414-418  
en el proceso lesional, 19-20, 21t  
salvajes  
definidos, 547, 549  
patrones de las lesiones, 548  
seguridad, 548-549  
«urbanos» frente a «en el campo»  
546-547, 557-558
- Entrenamiento. Véase también Educación y entrenamiento.  
de grupo para desastres, 501  
operativo para materiales peligrosos, 76
- Envejecimiento, anatomía y fisiología, 385-391. Véanse también Ancianos; Traumatismos geriátricos.
- Envenenamiento, signos, 557
- Environmental Protection Agency* (EPA), 80, 349
- EPGA. Véase Edema pulmonar de las grandes alturas (EPGA).
- Epidermis, 335, 405
- Epiglotis, 120
- EPP. Véase Equipo de protección personal (EPP).
- Equilibrio térmico, 406
- Equimosis periorbitaria, 208, 377f
- Equipo(s)  
de atención médica, 498  
deportivo, retirada, 268c  
de eliminación de explosivos (*Explosive Ordnance Disposal* [EOD]), 531  
de primera respuesta en los desastres, 495  
de protección personal (EPP), 507-508  
para agentes  
biológicos, 515-516  
químicos, 512  
colocación y retirada, 515c, 516c  
para desastres radiológicos, 523-524  
para enfermedades hematógenas, 75  
para materiales peligrosos, 80  
reducción del estrés por calor, 414-415, 417c
- Escala  
del coma de Glasgow (GCS), 98f, 206t  
componentes, 98-99  
escala del trauma, 108f  
para los traumatismos  
craneoencefálicos, 206-207, 215  
pediátricos, 364, 369  
para el tamaño de las quemaduras (BSS), 337-338, 339t  
del trauma revisada (*Revised Trauma Score* [RTS]), 108, 364  
verbal pediátrica, 364t
- Escalduras, malos tratos, 345, 346f, 372, 377f, 378
- Escarotomías, 344
- Escena  
asesoramiento sobre prevención de las lesiones, 26-27  
barreras para el acceso, 533  
intervención limitada, 100, 487  
prioridades al llegar, 70, 93  
tiempo, 93  
mortalidad y, 6, 7f  
para los pacientes traumatológicos críticos, 100, 101c, 484c, 487  
shock y, 179  
valoración y clasificación, 84-86, 87c-88c
- «Escuadrones de bombas» 531
- Esguinces, 328
- Esófago, 120
- Espacio  
epidural, 197f, 198  
muerto, 118, 121, 275c  
retroperitoneal, 298, 300f  
subaracnoideo, 197f, 198  
subdural, 197f, 198
- Espalda, exploración, 106
- Especialista, materiales peligrosos, 76
- Espiración, 273, 274f
- Esqueleto  
huesos, 314-315  
pediátrico, 357, 365, 371

- Esquema  
de clasificación sobre el terreno, 108-110  
de decisiones de clasificación, 108-110
- Estabilización manual alineada de la cabeza, 138-139, 237, 247-248, 486-487
- Estado  
atlético y *shock*, 178  
mental  
alterado, inmovilización, 234  
en ancianos, 389, 392-393, 394  
en el golpe de calor, 412  
nutricional en ancianos, 391, 394
- Estatutos, prevención de las lesiones, 24-25
- Estenosis vertebrales, 390
- Estética, heridas, 553-554
- Estrategias de prevención  
activa, 22, 25  
pasiva, 22, 25
- Estrés  
del trabajador, 500  
postraumático, 499
- «Estrujamiento». Véase Barotrauma.  
de los dientes, 461, 462t  
digestivo, 463  
por la mascarilla, 461, 462t  
del oído medio, 461, 462t  
«de la piel» 465, 466t  
sinusal, 461, 462t
- Estudios  
controlados doble ciego aleatorizados.  
8-9, 10  
de investigación  
pruebas, 8-9  
evaluación, 9-10
- Etiquetas de clasificación, 86f, 496
- Etomidato, 131t
- Eupnea, 96
- Evacuación  
para amenazas de bomba, 81t  
improvisada en la naturaleza, 550  
para las lesiones por buceo, 467, 474-475  
del lugar de un bombardeo, 82
- Evaluación. Véase Evaluación del paciente.  
AVPU, 99  
en la clasificación JumpSTART,  
375-376  
para los traumatismos pediátricos, 364  
dirigida de los traumatismos con  
ecografía, 304, 304c-305c  
de la escena, 70-71  
para las armas de destrucción masiva,  
80-82, 506-507  
aspectos de seguridad, 71-78  
para las colisiones, 32-33  
para los crímenes, 78-79  
para los desastres, 495  
para determinar las necesidades de  
recursos, 484  
sistema de mando del incidente,  
82-83, 84f-85f  
terminología, 93t  
inicial. Véase Valoración primaria.  
médica  
para la buena forma durante el buceo,  
458, 467, 469c  
para el estrés por calor, 423c  
del paciente, 92-93. Véanse también  
Clasificación; *tipo específico de traumatismo*.  
algoritmo, 102-103  
cinemática, 64  
comunicación de datos, 110-111  
conservación de las pruebas forenses,  
78-79, 82, 100c, 538  
consideraciones especiales, 111-113  
establecimiento de prioridades, 93  
del lugar y, 70  
mantenida, 110  
para la muerte cerebral, 216  
en la naturaleza, 548  
rápida y a distancia, 537  
simultánea, 100  
terminología, 93t  
valoración  
primaria, 93-99, 100c  
secundaria, 101-107  
secundaria, 92, 101-107  
algoritmo, 103  
aproximación «mirar, oír y tocar»,  
101-102, 104  
exploración  
física, 104-107  
neuroológica, 107  
historia AMPLE, 104  
principios, 488  
para las quemaduras, 341-342  
para el *shock*, 177-178  
signos vitales, 104  
terminología, 93t  
para los traumatismos  
abdominales, 302-303  
craneoencefálicos, 207  
geriátricos, 393-394  
osteomusculares, 314, 317-318  
pediátricos, 365  
simultánea, 100
- Evaporación, 406-407
- Evisceración, 306
- Exantema por calor, 407, 409
- Exhalación, 273, 274f
- Exploración(es)  
física, 101-107  
para los traumatismos  
abdominales, 302-303  
geriátricos, 393-394  
pediátricos, 365  
torácicos, 277  
neuroológica, 107  
en la clasificación JumpSTART,  
375-376  
para los traumatismos  
pediátricos, 360, 364, 369  
vertebrales, 233  
seriadas para los traumatismos  
craneoencefálicos, 207
- Explosión  
de misil, 57  
subacuática, 51
- Explosivos  
de alto orden, 509  
de bajo orden, 509
- Explotación de ancianos, 398c
- Exposición  
ambiente, 99, 100c  
para las quemaduras, 341  
para el *shock*, 177, 183  
para los traumatismos  
craneoencefálicos, 207  
geriátricos, 393  
pediátricos, 364  
frío, enfermedad de las grandes alturas, 471  
mucocutánea a la sangre, 74, 76, 77c  
percutánea a sangre, 74, 76, 77c  
profesional a patógenos hematógenos,  
76, 77c
- Extremidades  
amputación o arrancamiento, 326-327  
dolor por descompresión, 465, 466t  
exploración, 106-107  
inmovilización, 240-241  
lesiones, 314. Véase también  
Traumatismos osteomusculares.  
cerradas, 39-40, 41f, 45f, 47, 48f  
en pacientes traumatizados en  
situación crítica, 314, 325  
penetrantes, 62
- Extremos térmicos, almacenamiento de  
fármacos, 421, 424
- Extricación rápida, 261-266
- F**
- Factores de riesgo, identificación, 26
- Faringe, 118, 119f, 120f
- Fármacos  
antiinflamatorios no esteroideos (AINE),  
179, 394, 413  
esteroideos, 242, 474, 556
- Farrington, J.D., 7
- Fascia, 327
- Fase  
de colisión, 33  
de estasis del *shock*, 169, 170f, 483  
de impacto del desastre, 493  
del incidente, 6  
estrategias de prevención, 22  
matriz de Haddon, 20, 21t  
posterior  
al impacto, 33  
al incidente, 6-7  
estrategias de prevención, 22  
matriz de Haddon, 20, 21t  
de recuperación del desastre, 493  
de rescate en los desastres, 493  
previa  
al impacto, 32-33  
al incidente, 5  
estrategias de prevención, 22  
matriz de Haddon, 20, 21t  
prodrómico del desastre, 493
- Federal Emergency Management Agency  
(FEMA), 498, 538
- Federal Response Plan, 538
- Fémur  
fracturas, 319f  
inmovilización, 486  
pérdidas de sangre, 178t, 318t, 320  
tratamiento, 323  
traumatismo cerrado, 40, 41f, 42-43

- Fenómeno  
de Cushing, 203  
de sobrepresión, 509
- Fentanilo  
para la intubación, 131t  
para los traumatismos  
osteomusculares, 325-326  
pediátricos, 372
- Férulas  
adaptables, 322c  
rígidas, 322c  
de tracción, 322c, 323
- Feto, 307f, 308
- Fiabilidad de la exploración del paciente,  
236, 303
- Fibrilación  
auricular, 431, 433  
ventricular, 112, 431, 433
- Fick, principio, 169
- Fiebre, 407
- Filosofía «trate mientras realiza el  
traslado», 99, 484
- Fire Ground Command System*, 82
- FIRESCOPE, 82
- Flujo sanguíneo cerebral (FSC)  
autorregulación, 200-201  
hipotensión y, 201, 204  
presiones, 199-200
- Fontanelas, 196, 369
- Formación de la conciencia, materiales  
peligrosos, 76
- Fosgeno, 514
- FRA. Véase Fracaso renal agudo (FRA)
- Fracaso renal agudo (FRA), 173, 431
- Fracturas, 319-323, 324c  
abiertas, 319, 320  
cerradas frente, 319f  
tratamiento, 320-323  
acetabulares, 43f, 321c  
en ancianos, 391, 394  
de la base del cráneo, 208  
de cadera, 389, 391  
cerradas, 319-320  
abiertas frente, 319f  
tratamiento, 320-323  
clasificación, 319  
en las colisiones de vehículos a motor,  
40, 41f, 42-43  
por compresión  
pélvicas, 320f, 321c, 324c  
vertebrales, 49, 50f, 230  
costales  
en niños, 365  
exploración, 105, 106f  
*flail chest*, 54, 278  
lesiones pulmonares, 276  
pérdida de sangre, 178t, 318t  
tratamiento, 277  
craneales, 52, 53f, 207-208  
deprimida, 207, 208f  
faciales, 208-209  
hemorragia interna, 178, 182, 320  
inmovilización, 107-108, 486  
anatómica, 314  
en la naturaleza, 554  
pantalones neumáticos *antishock*, 184, 486  
tipos de férulas, 322c
- laríngeas, 209-210  
Le Fort, 209  
lineales de cráneo, 207  
mandibulares, 208  
nasales, 209  
en niños, 365, 371  
pélvicas, 321c  
en anillo, 321c, 324c  
por cizallamiento vertical, 321c  
hemorragia, 97, 298-299, 301  
pantalones neumáticos *antishock*, 184,  
323, 486  
pérdida de sangre, 178t, 318t, 320  
tratamiento, 323, 324c  
traumatismo cerrado, 42-43, 56  
pérdida de sangre, 178t, 318t, 486  
piramidal, 209  
de radio/cúbito, 178t, 318t  
de rama, 321c  
relacionadas con osteoporosis, 389-390  
«en tallo verde», 371  
del tercio medio facial, 209  
de tibia y peroné, 178t, 318t, 319f  
tratamiento, 320-323, 330  
valoración, 319-320  
vertebrales, 49, 50f, 230
- Fragmentación de proyectiles, 57, 58f
- Frecuencia  
cardíaca. Véase también Pulso.  
en el embarazo, 307  
envejecimiento y, 388, 392  
gasto cardíaco y, 166  
en el *shock* hemorrágico, 170, 171t  
del pulso en pacientes pediátricos, 363t  
respiratoria, 95. Véase también  
Frecuencia ventilatoria.  
ventilatoria, 95-96. Véase también  
Hiperventilación.  
en ancianos, 392  
en la clasificación JumpSTART, 374,  
375f, 376f  
control de la vía aérea basado, 96t  
escala de valoración traumatológica,  
108f  
en niños, 362t  
en el *shock* hemorrágico, 170, 171t  
para el tratamiento de los  
traumatismos craneoencefálicos,  
214, 216  
valoración, 104  
para el *shock*, 175, 177  
para los traumatismos pediátricos,  
362  
volumen por minuto y, 121
- FSC. Véase Flujo sanguíneo cerebral (FSC).
- Fuegos, muertes, 15f, 16c
- Función  
motora, valoración, 317, 318  
sensitiva  
cambios relacionados con la edad,  
389, 393, 394  
valoración, 317, 318
- G**
- GA. Véase Gasometría arterial (GA).
- Gafas, 75, 515c, 516c
- Garganta, envejecimiento, 386
- Gas  
lacrimógeno, 349  
propiedades, 511-512
- Gasometría arterial (GA)  
altitud y, 470t  
para los traumatismos craneoencefálicos,  
214
- Gasto cardíaco (GC), 166  
en el embarazo, 307  
envejecimiento y, 387  
situación del oxígeno y, 169
- GCS. Véase Escala del coma de Glasgow  
(GCS).
- Gelofusina, 186
- Ginkgo biloba, 474
- Giro de una pieza, 43, 44f, 249-253
- Glucosa  
metabolismo, 169, 482  
suero, traumatismos craneales y, 205
- Glucosado en agua (D<sub>5</sub>W), 186, 359-360
- Golpe de calor, 410t, 411-413  
agotamiento por calor frente, 411  
algoritmo, 415f  
clásico, 412  
frente a esfuerzo, 412t  
de esfuerzo, 412  
índice de estrés por calor, 417f  
procedimientos de enfriamiento, 410t,  
412-413, 437  
traslado prolongado, 437
- Gradiente gástrico, 406
- Gran altura, definidas, 469-470
- Grandes catástrofes. Véase también Armas  
de destrucción masiva (ADM);  
Desastres.  
clasificación, 84-86, 87c-88c  
pediátrica, 373-377  
prioridades, 70, 93  
reanimación cardiopulmonar, 536  
tratamiento, 492, 493-494
- Gray (Gy), 521, 523t
- Grupo de clasificación  
en catástrofes, 508  
expectante, 86, 87c, 88c, 508  
inmediato, 86, 87c, 88c  
menor, 86, 87c, 88c  
no urgente/ambulatorio, 508  
tardía, 86, 87c, 88c  
urgente, 508
- Guantes, 75, 515c, 516c
- H**
- Habones, 425, 555f
- Haddon, matriz, 20, 21t, 22
- Haddon, William J., 20
- Health Insurance Portability and  
Accountability Act* (HIPAA), 398c
- Heimlich, maniobra, 451
- Hematoma(s)  
epidural, 198, 210-211  
intracerebrales, 204, 212  
intracraneales, 210-213  
efecto de masa, 204  
identificación, 201  
localizaciones, 198

- Hematoma(s) (*cont.*)
- en traumatismos
    - pediátricos, 369
    - geriátricos, 392
  - en los malos tratos infantiles, 377f, 378
  - subdural, 211-212
    - en ancianos, 392
    - localización, 198
- HemCon, vendaje, 182
- Hematuria, 308
- Hemoderivados, 185, 186-187
- Hemodinámica, 164-169
- Hemoptisis, 463
- Hemorragia. *Véase también* Hematomas
- intracraneales.
    - arterial, 96-97
    - capilar, 96
    - clasificación, 170
    - externa, tipos, 96-97
    - interna
      - por fracturas, 178, 182, 318t, 320, 486
      - pantalones neumáticos antishock, 184
      - reanimación con líquidos, 187, 188
      - traslado, 487
      - tratamiento, 97, 182
      - en traumatismos osteomusculares, 318
      - valoración, 174
  - intrabdominal, 298-299
    - en el embarazo, 307, 308
    - exploración dirigida, 304, 304c-305c
    - signos, 302, 303
    - tratamiento, 184, 305, 486
  - intraperitoneal, 184, 486
  - reanimación con líquidos, 187, 188
  - retroperitoneal, 298-299
    - pantalones neumáticos antishock, 184, 486
    - signos, 303
  - riesgo de los ancianos, 395
  - shock en relación, 169-170, 174
  - subaracnoidea, 198-199, 213
    - traumática (HSAt), 213
  - torácica, 276
  - traslado, 487
  - en traumatismos
    - genitourinarios, 308
    - osteomusculares, 318
    - pediátricos, 359-360
    - valoración, 174, 175
    - venosa, 96
- Hemostasia. *Véase* Control de la hemorragia.
- Hemotórax, 276, 283
- Henry, ley, 461, 464, 470
- Hepatitis viral, 74
  - frecuencia de infección, 75
  - profilaxis, 76, 77c
  - tasa de infección, 75
- Hepatocarcinoma, 74
- Hepatopatías, 387t
- Herida(s)
- por arma(s)
    - blanca
      - del abdomen, 299, 301, 302
      - evaluación, 58, 59f
      - de fuego
        - del abdomen, 299, 301, 302
        - clasificación, 62-64
        - por contacto, 63, 64
        - a corta distancia, 63, 64
        - a distancias intermedias, 63, 64
        - entrada y salida, 59-60, 61f
        - estrellada, 60
        - niveles de energía, 58-59, 60f, 276
        - patrones de lesión, 57, 58f, 63t
        - pistola, 57, 58f, 62-64
      - de bala. *Véase también* Herida por arma de fuego; Traumatismos penetrantes.
        - a larga distancia, 63-64
        - por cuchillos, 58, 59f, 276
        - «de tórax absorbente», 279
      - «Heridos que caminan», clasificación, 86, 87c, 88c, 496
    - Hernia del cingulo, 202-203
    - Herniación
      - amigdalár, 203
      - cerebral, 201-203, 216
      - del uncus, 202, 203
    - Hidratación normal, 408
    - Hidrocarburos, 348
    - Hielo
      - para el golpe de calor, 413
      - para las quemaduras, 335, 340
    - Hígado, laceración, 55-56
    - Hipercapnia (hipercapnia), 205, 272
    - Hiperextensión vertebral
      - lesiones, 41f, 231
      - prevención, 239f, 361
    - Hiperflexión vertebral
      - lesiones, 231
      - prevención, 239f, 240, 361
    - Hiperglucemia, daño cerebral y, 205
    - Hiperhidratación, 408, 419c
    - Hiperrotación vertebral, 231
    - Hipersensibilidad por rebote, 303
    - Hipertensión, 387t
      - envejecimiento e, 387-388
      - intracraneal, 204, 369
    - Hipertermia, 407
      - en ancianos, 393, 396
      - en el golpe de calor, 411
      - riesgos, 404
    - Hipertrofia miocárdica, 388
    - Hiperventilación, 122
      - neurogénica central, 203
      - presión intracraneal y, 200-201
      - profiláctica o terapéutica, 214, 216, 369
    - Hipocapnia, lesión cerebral e, 205
    - Hipofaringe, 118, 120f
    - Hipoglucemia
      - lesión cerebral y, 205
      - en pacientes en la naturaleza, 551
    - Hipohidratación, 408
    - Hiponatremia
      - de esfuerzo, 410t, 413-414, 415f, 437-438
      - algoritmo, 415f
      - traslado prolongado, 437-438
      - ingesta de agua y, 419c
    - Hipopperfusión celular, 164, 174
    - Hipotálamo, 405

Hipotensión

    - efectos protectores, 187
    - en el embarazo, 307
    - lesiones cerebrales y, 201, 204
    - ortostática, 411
    - pantalones neumáticos antishock, 184, 486
    - pérdida de sangre y, 177-178
    - reanimación con líquidos, 187-188

Hipotermia

    - accidental, 428-429
    - acidosis, coagulopatía y, 429, 486
    - ahogamiento y, 448, 449
    - en ancianos, 391, 393
    - características fisiológicas, 432t
    - definida, 407, 428
    - epidemiología, 404
    - inmersión, 429-433
    - en niños, 357
    - onda J, 431f
    - en el paciente en el entorno natural, 551, 554, 555
    - pautas de tratamiento, 433-434, 435f
    - prevención, 99, 486
      - para las quemaduras, 341
      - para el shock, 183, 190
      - para los traumatismos geriátricos, 396, 399
    - primaria, 429
    - riesgos, 404
    - secundaria, 429
    - traslado prolongado, 438

Hipoventilación, 121-122, 123

Hipovolemia

    - en pacientes en entornos naturales, 551
    - presión arterial y, 177-178
    - relativa, 171, 172

Hipoxemia, 123

Hipoxia, 123
 
    - celular, 169
      - shock y, 169
    - hipobárica, 469-470
    - lesiones orgánicas, 168-169
    - en niños, 359, 362
    - traumatismo(s)
      - craneal y, 201, 204-205
      - torácicos, 272

Historia

    - AMPLE, 104, 488
    - en la enfermedad de las grandes alturas, 470
    - previa a la colisión/de la colisión, 32-33
    - para los traumatismos
      - abdominales, 302
      - craneocéfálicos, 207
      - geriátricos, 393-394
      - osteomusculares, 317
      - torácicos, 276-277

Homeostasia térmica, 357, 407

Homeotermos, 405

Homicidio, 5f, 16c, 17f, 384

Hora

    - de oro, 6, 92, 482
    - punta, 47f

- Hospitales, tiempo de traslado, 7f, 8
- Huesos, 315f, *Véase también* Fracturas.  
cambios por la edad, 389-390, 394  
categorías, 314-315  
cortos, 314  
inestabilidad, 319  
largos, 314  
en niños, 357, 365, 371  
planos, 314-315  
sesamoideos, 315  
de las suturas, 315
- Huésped en los procesos de lesiones,  
19-20, 21t
- Humedad relativa, 415, 417f
- Húmero, fracturas, 178t, 318t
- I**
- Ibuprofeno, 438
- Ictus, 387
- Impacto  
angular, 46, 47f  
de cabeza. *Véase* Impacto frontal  
frontal, 38f  
en colisiones  
de motocicletas, 46  
de vehículos a motor, 38f, 39-40,  
41f  
lesiones vertebrales, 234  
lateral, 42-43  
posterior, 41-42  
rotacional, 43  
tras eyección, 44, 46
- Incidentes  
con múltiples víctimas, 70, 93. *Véase  
también* Grandes catástrofes (GC).  
por sumersión, 446. *Véase también*  
Ahogamiento o semiahogamiento,  
en agua fría, supervivencia, 446-447,  
449  
factores de riesgo, 447-448  
hipotermia, 428-429
- Inclinación lateral de la columna, 231
- Índice  
de enfriamiento por el viento, 436f  
de estrés por calor, 415, 416c, 417f  
de masa corporal, enfermedad por calor  
y, 407  
de temperatura con globo húmedo  
(WBGT), 415, 416c, 418
- Infarto de miocardio, 387
- Infección bacteriana, prevención, 76, 77c
- Informe  
de la asistencia prehospitalaria (PCR),  
110-111  
verbal, 111
- Infraclasificación, 108
- Infusión intraósea  
pediátrica, 368c, 372  
para el *shock*, 185
- Ingeniería y legislación en la prevención  
de las lesiones, 22, 24-25, 28
- Inhalación, 273, 274f  
de humo, 334, 344-345  
en niños, 371  
reanimación con líquidos, 340  
de vapor, 344
- Inmersión  
accidental en agua fría, 448  
sumersión en agua fría  
accidental, 448  
hipotermia, 428-433  
supervivencia, 446-447, 449
- Inmovilización. *Véase también* Férulas.  
anatómica, 314  
de las fracturas, 320-323  
de las luxaciones, 324  
para las mordeduras de serpiente, 557  
en la naturaleza, 554  
pantalones neumáticos *antishock*, 184  
principios, 486  
sentado, 258-261  
tipos de férulas, 322c  
vertebral  
determinación de la necesidad, 233-234  
en entornos naturales, 549-550,  
551-552  
errores frecuentes, 241  
habilidad, 247-269  
evaluación, 241c  
indicaciones, 234-236  
método general, 237-241  
principios, 236-237, 486-487  
en el soporte médico de emergencias  
tácticas, 536  
para los traumatismos  
craneoencefálicos, 213, 215  
geriátricos, 395-396, 399  
pediátricos, 361, 366, 370
- Inspiración, 273, 274f
- Insuficiencia  
hematológica, 174  
hepática, 74, 174  
aguda fulminante, 74  
multiorgánica, 174, 482, 483  
orgánica, múltiple, 174, 482, 483  
renal  
en la hipotermia, 431  
en la lesión por aplastamiento, 328  
en las quemaduras eléctricas, 343  
en el *shock*, 173  
ventilatoria, 276, 362
- INTC. *Véase* Intubación nasotraqueal a  
ciegas (INTC).
- Inteligencia  
mando, 83  
médica, 538
- Intervalo lúcido, 210
- Intervención  
«limitada sobre el terreno», 100, 487  
primaria, 22
- Intestino, lesiones por explosiones, 509
- Intoxicación(es)  
por agentes nerviosos, 513  
con agua, 413  
inmovilización, 236  
por monóxido de carbono, 344  
muertes, 15f, 16c
- Intubación  
ayudada con fármacos, 129  
fármacos, 131t  
pediátrica, 367c  
protocolo, 130c
- cara-a-cara, 129, 154-156  
digital (táctil), 132, 535  
endotraqueal, 127-131  
beneficios y riesgos, 127-128  
equipo, 127f  
habilidades, 150-159  
indicaciones, 485  
métodos alternativos, 128-129, 130c,  
131t  
para las quemaduras, 341, 349, 371  
en el soporte médico para emergencias  
tácticas, 535-536  
técnicas de refuerzo, 132  
para traumatismos  
craneoencefálicos, 213-214  
pediátricos, 361, 367c, 368c, 371  
torácicos, 289
- nasotraqueal, 128-129  
a ciegas (INTC), 128-129, 157-158  
para los traumatismos pediátricos, 361
- oro-traqueal, 128  
cara a cara, 154-156  
colocación alternativa, 153  
para los traumatismos pediátricos, 361  
visualizada, 150-152
- retrograda (IR), 132  
de secuencia rápida (SIR), 129  
fármacos, 131t  
pediátrica, 367c  
protocolo, 130c  
táctil (digital), 132
- Irradiación corporal total, 521-522, 523t
- Irrigación  
herida, 553  
ocular, 347, 348f
- Isquemia  
cerebral, herniación y, 203  
daños causados, 483  
sensibilidad, 168-169  
tolerancia de los órganos, 169t
- J**
- Jefatura de área, 83
- Jefe del incidente (JI), 83, 507
- K**
- Katrina, huracán, 496f
- Kennedy, Robert, 7
- Kit  
de acceso intravenoso, 539c  
para controlar la vía aérea, 539c  
dental, 539c  
farmacológico, 539c  
«Lilly» 344-345  
Mark-1, 514  
ocular, 539c  
para los traumatismos tácticos, 539c
- L**
- Laceración  
hepática, 55-56  
medular, 232
- Lactantes  
ahogamiento, 447  
deshidratación, 409  
lesión cerebral, 369

- Lactantes (*cont.*)  
*shock*, 178  
 signos vitales, 362t, 363t  
 talla y peso, 360t  
 tamaño de las quemaduras, 337f, 338f  
 ventilación con mascarilla-bolsa-válvula, 363
- Lactato de Ringer (RL), 100  
 para las quemaduras, 339-340  
 para el *shock*, 185  
 para los traumatismos pediátricos, 367, 369
- Laringe, 119f, 120
- Laringoscopia, 535, 536
- Larrey, Dominick Jean, 7
- Lavado de manos, 76
- LCR. Véase Líquido cefalorraquídeo (LCR)
- Lejía, 81, 348-349
- Lengua, obstrucción de la vía aérea, 123, 124
- Lesión(es)  
 en la arteria poplítea, 39-40  
 por buceo  
 evacuación del aire, 467, 474-475  
 con oxígeno, 446, 458-468  
 efectos de la presión, 459-461  
 epidemiología, 459  
 información de contacto DAN, 467c  
 oxígeno hiperbárico, 468c  
 prevención, 467-468, 469c  
 resumen, 475  
 tipos, 461-465, 466t  
 traslado prolongado, 474-475  
 tratamiento, 466-467  
 valoración, 465-466
- cerebrales, 210-213. Véase también  
 Traumatismo craneoencefálico (TCE).  
 en la enfermedad por descompresión, 466t  
 primarias, 177, 201  
 secundarias, 177, 201-205  
 traumatismos cerrados, 52-53
- por cizallamiento  
 del abdomen, 55-56, 301, 302  
 de la aorta, 286, 287f  
 cervicales, 43f, 53  
 craneales, 52-53  
 del tórax, 54, 55f
- por compresión  
 del abdomen, 54-55, 56f, 301, 302  
 del cráneo, 52, 53f  
 del cuello, 53  
 de la médula espinal, 232  
 del tórax, 54, 55f, 105, 106f
- por congelación por contacto, 424-425  
 por contragolpe, 213  
 cortantes, prevención, 76  
 cuaternarias por estallido, 52, 509  
 en el cuero cabelludo, 207, 208f, 214  
 cutáneas localizadas por frío, 425  
 deportivas, 49-51  
 por desplazamiento, 52  
 eléctricas por alto voltaje, 455t  
 esofágicas, 62  
 por explosiones, 51-52, 509-510  
 nucleares, 520  
 razonamiento crítico, 65
- por fragmentación, 51-52  
 por el frío, 424-438. Véase también  
 Hipotermia.  
 deshidratación y, 424  
 distintas de la congelación (LFDC), 425-426  
 epidemiología, 404  
 gélido. Véase Congelación.  
 mayores, 425-433  
 menores, 424-425  
 pautas de tratamiento, 433-434  
 prevención, 434-437  
 traslado prolongado, 438
- genitourinarias, 308
- del hombro en colisiones, 42f
- intencionadas, 5, 17f, 20
- involuntarias, 5, 17f, 20
- medulares, 224  
 en la enfermedad por descompresión, 465, 466t  
 fisiopatología, 232-233  
 lesiones vertebrales y, 230-231  
 reanimación con líquidos, 188  
 valoración, 233
- por misiles. Véanse Heridas por armas de fuego; Traumatismos penetrantes.
- musculares cardíacas, 173
- en peatones, 47-49  
 en ancianos, 391-392  
 intercambio de energía, 35  
 en niños, 356, 357t
- peneanas, 308f
- primarias por estallido, 51, 52, 509, 510
- pulmonares por explosiones, 51, 52, 509, 510
- quinarias por estallido, 52
- por el rayo, 446, 452-453  
 categorías, 455-456  
 epidemiología, 453-454  
 lesiones eléctricas frente, 455t  
 mecanismos, 454-455  
 prevención, 457-458  
 resumen, 456t, 475  
 traslado prolongado, 474  
 tratamiento, 456t, 457  
 valoración, 456-457
- secundarias por estallido, 51-52, 509
- terciarias por estallido, 52, 509
- de la vena yugular, 210, 214
- vesicales, 308
- Lewisita, 514-515
- Leyes  
 casco de las motocicletas, 5, 46  
 cinturón de seguridad, 44  
 de conservación de la energía, 33-34  
 de energía y movimiento, 33-35  
 prevención de las lesiones, 5, 24-25  
 «Libro blanco» de la *National Academy of Sciences/National Research Council*, 7, 14
- Lidocaína, 130c, 131t
- Life Support for Trauma and Transport* (LSTAT), 190
- Ligamentos, 315
- Líquido(s)  
 cefalorraquídeo (LCR), 199  
 en la columna vertebral, 230  
 efecto masa sobre, 201-202  
 prueba del «halo», 207  
 corporales, 167-168  
 extracelular, 167, 168f  
 intersticial, 166, 167, 168f  
 intracelular, 167, 168f  
 intravascular, 167-168  
 propiedades, 511-512
- Lóbulo  
 frontal, 198c  
 occipital, 198c  
 parietal, 198c  
 temporal, 198c
- Lugares del crimen, 78-79, 100c
- Lund-Browder, tabla, para las quemaduras, 337, 338f
- Luxaciones, 323-324  
 articulación acetabular, 40, 41f  
 fractura, 323  
 inestabilidad, 319  
 en la naturaleza, 554
- Luz ultravioleta, 552
- M**
- Maceración, 426
- Mal por descompresión (MDC), 465
- Malos tratos  
 y abandono  
 de ancianos, 396-398  
 notificación, 398c  
 signos, 398c, 398f  
 valoración, 392, 393-394
- infantil, 377-378  
 ahogamiento, 448  
 documentación, 378c  
 quemaduras, 334, 345-346, 372  
 signos, 377f, 378c
- domésticos, 392
- físicos  
 en ancianos, 397, 398f  
 infantiles, 378c
- psicológicos, 397
- Manguito de tensión arterial, hemostasia usando, 553
- Manitol, 216, 369
- Masa, energía cinética y, 34
- Mascarilla(s)  
 de cara o bolsillo, 134  
 colocación y retirada, 515c, 516c  
 con filtro de alta eficiencia para partículas del aire (HEPA), 516
- N-95, 524  
 normas, 75, 516  
 sin retorno con reservorio, 134t
- Materiales peligrosos, 76-77. Véase también  
 Armas de destrucción masiva (ADM).  
 descontaminación, 80-81, 499  
 libro guía, 78f  
 propiedades físicas, 511-512  
 quemaduras, 347-349  
 sistema de mando del incidente, 82-83, 84f-85f  
 zonas de control, 80, 349, 507-508

- Mecanismos de la lesión. Véase también  
Cinémática.  
ahogamiento, 448-449  
explosivos, 509  
rayos, 454-455  
traumatismos  
  geriátricos, 391-392  
  osteomusculares, 317  
  vertebrales, 224-225, 231-232, 233-234
- Mediastino, 273
- Medicaciones. Véase también Tratamiento del dolor.  
para los agentes nerviosos, 513-514  
para alergia a la picadura de abeja, 556  
almacenamiento, 421, 424  
cambios en los signos vitales y, 392  
enfermedad  
  por calor y, 407-408  
  de las grandes alturas y, 470, 472t, 473-474, 475  
para la hipotermia, 434  
historia AMPLE, 104  
para la intoxicación por cianuro, 344-345, 513  
para la intubación, 129, 130c, 131t  
para las lesiones por buceo con botellas de oxígeno, 474  
profilácticos tras la exposición, 77c  
quemaduras tóxicas, 340  
*shock* y, 178-179  
para los traumatismos craneoencefálicos, 216, 369-370  
uso en los ancianos, 212, 394-395
- Medicina  
de centros, 531  
de emergencias  
  con materiales peligrosos, 531  
  tácticas, 531  
marítima, 531  
de protección, 530-532  
  ejecutiva, 531-532
- Medida de resultado en un estudio, 10
- Medios de comunicación, colaboración, 495
- Medline, 9c
- Médula espinal, 229-230, 231f
- Membrana  
aracnoidea, 197f, 198  
celular, 166, 167f, 168  
cricotiroidea, 133
- Meninges, 196, 197f, 198
- Meperidina, 326
- Mesencéfalo, 198c
- Metabolismo  
aerobio, 118, 121, 122  
anaerobio, 94, 118, 169  
basal, 405  
en estado estacionario, 405  
producción  
  de calor, 405-406  
  de energía, 482
- Metahemoglobina, 344-345
- Metilprednisolona, 242
- Metodología de valoración rápida y a distancia (RAM), 534, 537
- Metropolitan Medical Response System (MMRS), 495, 498
- Midazolam, 131t
- Miliaria rubra, 407, 409
- Minas terrestres, 51
- Mioglobina, liberación, 327-328, 343
- Mioglobinuria, 343
- Miosis, 513
- Mocasines de agua, 556, 557f
- «Momento de enseñanza», 26
- Monitorización y revaloración, 110  
  terminología, 93t  
  para los traumatismos craneoencefálicos, 207
- Mordeduras  
humanas, 377f, 378  
de serpiente, 556-557
- Morfina, 112  
para el dolor por congelación, 438  
para los traumatismos  
  osteomusculares, 325  
  pediátricos, 372
- Morgan, lentes, 347, 348f
- Mortalidad. Véase Muerte.
- Mostazas, 514  
de azufre, 514  
nitrogenadas, 349
- Movimiento  
leyes, 33-35  
paradójico de la pared torácica, 278f
- Moyer, solución, 347
- Muerte  
cerebral, 216-217  
por enfermedades previas, 387t  
grupo de clasificación, 86, 87c, 88c, 496  
«negra», 517  
principales causas, 4  
signos de sospecha, 451, 554  
por traumatismos, 4  
  causas, 5f, 15, 16c, 17f, 32, 482-483  
  enfermedades previas y, 386t  
  fases, 6, 548  
  en personal de los SEM, 18  
  prevención, 5, 8f, 14  
  *shock* y, 164
- Murmullo vesicular  
auscultación, 105-106, 277  
en el neumotórax a tensión, 282
- Músculos, 315, 316f  
envejecimiento, 390, 394  
esquelético, 315  
intercostales, 272, 273f, 274f  
respiratorios, 272, 273f, 274f
- N**
- Narcóticos, 112  
para el dolor de la congelación, 438  
intubación usando, 129, 131t  
para los traumatismos  
  osteomusculares, 325-326, 330  
  pediátricos, 372
- Nariz, envejecimiento, 386
- Nasofaringe, 118, 120f
- National Association of EMS Physicians (NAEMSP), 111, 324, 325, 437
- National Center for Injury Prevention and Control (NCIPC), 20-22
- National Disaster Medical System, 498
- National Fire Protection Association (NFPA), 72, 82
- National Incident Management System (NIMS), 83
- National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH), 80, 349
- National Library of Medicine, 9
- National Trauma Databank (NTDB), 356
- NDC. Véase Nivel de conciencia (NDC).
- Necesidades  
de agua y líquidos en la naturaleza, 551  
de eliminación en la naturaleza, 551  
de equipos y suministros para los desastres, 494-495
- Necrosis  
coagulativa, 347  
por licuefacción, 347  
tubular aguda (NTA), 173
- Nefropatía, 387t
- Negligencia contribuidora, 41
- Nervio(s)  
frénico, 229  
medulares, 229, 230f, 231f  
motores vertebrales, 229  
sensitivos medulares, 229, 231f
- Neumotórax  
abierto, 280, 281f  
  definido, 279  
  descompresión, 294-295  
exploración, 105, 106f  
fisiopatología, 276  
signos, 282, 289  
simple, 279-280  
a tensión, 281-282  
  por barotrauma, 462t, 464  
  definido, 279  
  descompresión, 112, 282-283, 294-295  
  desplazamiento mediastínico, 281f  
  fisiopatología, 276  
  *shock* y, 173  
  cardiogénico y, 173  
tipos, 279-283  
en los traumatismos pediátricos, 363, 367  
ventilación con presión positiva y, 280, 287f
- Neutrones, irradiación, 521
- Newton, primera ley del movimiento, 33, 34f, 56
- Nifedipina, 472t, 474, 475
- Niños. Véase también Traumatismos pediátricos.  
ahogamiento, 447, 448, 449  
altura y peso, 360t  
cuidado de las quemaduras, 337f, 338f, 340, 372  
deshidratación, 409  
esqueleto, 357, 365, 371  
homeostasia térmica, 357  
identificación de los procesos que amenazan la vida, 484  
inmovilización, 239f, 240, 255  
lesiones  
  en peatones, 47-48, 49f  
  vertebrales, 233  
muertes relacionadas, 15, 356, 358, 372  
*shock*, 178, 359  
signos vitales, 362t, 363t, 366c  
vía aérea, 361f

- Nitrato  
de amilo, 344-345, 513  
sódico, 344-345, 513
- Nitrógeno en la enfermedad por descompresión, 464, 465
- Nivel  
de conciencia (NDC)  
alterado  
hipotermia y, 432  
inmovilización vertebral, 234, 235f  
*shock* y, 172t  
ventilación y, 123  
valoración, 98-99  
para el *shock*, 176-177  
para los traumatismos craneoencefálicos, 206-207  
pediátricos, 364-365
- de forma física  
enfermedad  
por calor y, 407  
de las grandes alturas y, 470-471  
mejoría, 418, 420c-421  
*shock* y, 178
- de quiescencia en el desastre, 492
- Noradrenalina, 170
- Normas  
de asistencia cardiovascular de emergencia (ECC) para la hipotermia, 433-434, 435f
- de hidratación  
*Emergency Incident Rehabilitation*, 423c  
para la prevención de la enfermedad por calor, 415, 416c-417c  
para reducir la deshidratación, 408-409, 418, 419c
- de *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA)  
para los equipos de protección personal, 80  
para patógenos hematógenos, 74, 75-76, 77c  
para la ropa reflectante, 72
- de reposo/trabajo, 423c  
para el entrenamiento en climas cálidos, 418t  
para la prevención de la enfermedad por calor, 415
- NPA. Véase Vía aérea nasofaríngea (NPA).
- NTA. Véase Necrosis tubular aguda (NTA).
- O**
- Obesidad, 387t  
enfermedad por calor y, 407  
técnicas de transporte, 247-242
- Objetos empalados  
en el abdomen, 306  
control de las hemorragias, 180
- Oficial de clasificación, 496
- Oído(s)  
envejecimiento, 386, 389  
interno  
barotrauma, 461-462  
descompresión, 466t
- Ojos  
cambios por la edad, 389  
descontaminación, 347, 348f, 508  
«de mapache», 208, 377f
- OMS. Véase Organización Mundial de la Salud (OMS).
- Onda(s)  
expansiva en las lesiones por estallido, 51f, 509  
J (de Osborne) en la hipotermia, 431f  
de presión en las lesiones por estallido, 51f, 509
- OPA. Véase Vía aérea orofaríngea (OPA).
- Operaciones  
contraterroristas médicas, 537-538, 540  
especiales, representantes de la ley, 532, 533
- Organización Mundial de la Salud (OMS), 347, 492
- Orientación, valoración, 393
- Orofaringe, 118, 120f
- Osmosis, 168
- Osmoterapia para los traumatismos craneoencefálicos, 216, 369
- Osteofisis, 390
- Osteomielitis, 320
- Osteoporosis, 389-390, 394
- Óxidos de nitrógeno, 514
- Oxigenación  
inadecuada, *shock* y, 169, 483  
proceso, 122, 273
- Oxígeno  
difusión, 166, 167f  
intercambio alveolar, 121, 122f, 273  
en los procesos metabólicos, 169, 482  
quimiorreceptores, 273-274, 275f  
suplementario  
para la aspiración, 124, 126  
dispositivos, 133-134  
para la enfermedad de las grandes alturas, 470, 472, 473, 475  
para la hipotermia, 433  
indicaciones, 95, 96  
para la intubación, 130c, 131t  
para las lesiones por buceo con oxígeno, 466-467, 468c, 474  
mediante mascarilla-bolsa-válvula, 141  
principios, 485  
para el semiahogamiento, 450, 451t, 474  
para el *shock*, 179-180  
para los traumatismos craneoencefálicos, 214  
geriátricos, 395  
pediátricos, 362-363, 367
- P**
- Paciente(s)  
bariátricos, 241-242, 387t, 407  
o exploración poco fiables, 236, 303  
impresión general, 94  
con traumatismos  
críticos  
lesiones de las extremidades, 314, 325  
transporte, 100, 108, 487  
trastornos con riesgo vital, 101c, 484c  
multisistémicos, 93, 94c  
hipotermia, 429  
principios de la asistencia, 483-489  
en un solo sistema, 93, 94c
- Palpación, 104  
del abdomen, 106, 303  
de la pelvis, 106  
del tórax, 277
- PAM. Véase Presión arterial media (PAM).
- Pancuronio, 131t
- Pantalones neumáticos antishock (PNAS), 183-185, 486  
aplicación, 184-185  
contraindicaciones, 184  
desinflado, 185  
fisiología, 183-184  
para las fracturas de fémur o pelvis, 323  
para la hemorragia interna, 182  
para el *shock* hemorrágico, 171, 184  
para los traumatismos abdominales, 62, 302, 305  
geriátricos, 398-399
- Parada  
cardíaca. Véase Parada cardiopulmonar.  
cardiopulmonar  
en el campo, 554-555  
conmoción cardíaca y, 286  
lesiones por el rayo y, 456, 457  
reanimación sobre el terreno, 534, 536  
traumática  
en el campo, 554-555  
normas, 111-112
- Parálisis, 327, 520
- Pares craneales, 199f
- Parestesias, 327, 465
- Parkland, fórmula, 339-340, 342
- Partículas  
alfa, 521, 522  
beta, 521, 522
- Patógenos hematógenos, 74-76  
exposición profesional, 76, 77c  
precauciones convencionales, 75-76, 483
- Patrón en *spray* (disperso) de las heridas por arma de fuego, 62, 63f, 63t
- PEARL, 99
- Pediatric Trauma Score* (PTS), 364-365
- Pelvis  
exploración, 106, 303  
traumatismo cerrado, 40, 41f, 42-43, 56
- Percusión  
de abdomen, 303  
del tórax, 277, 282
- Pérdida(s)  
de agua insensibles, 406-407  
de conocimiento, aguas poco profundas, 447  
de dientes, 386
- Perfil de los misiles, 57
- Perfluorocarbonos (PFC), 186
- Perfusión  
celular, *shock* y, 164, 174  
cerebral, 199, 200  
valoración, 96, 97-98  
«Período de oro», 92-93, 482-483, 487
- Peritonitis, 299, 302c, 303
- Pernio, 425
- Perniosis, 425
- Personal de la ley  
investigación del lugar del crimen, 78-79  
operaciones especiales, 532, 533

- para la prevención de las lesiones, 22, 24-25, 28  
soporte médico, 530-540
- Peso**  
agua corporal, 167, 168f, 408  
estado de hidratación y, 419c  
pediátrico, 360t, 366c
- Peste**, 517-518  
bubónica, 517  
neumónica, 517
- Píamadre**, 197f, 198
- PIC**. Véase Presión intracraneal (PIC).
- Picaduras**  
de abeja, 555-556  
y mordeduras, 555-557
- Pie**  
de inmersión, 425-426  
de trinchera, 425-426
- Piel**  
anatomía, 335, 405  
descontaminación, 80-81, 347-348, 508  
envejecimiento, 390-391  
*Pediatric Trauma Score*, 365  
valoración, 97
- Piernas**  
impacto del vehículo, 47, 48f  
inmovilización, 240-241
- Placa aterosclerótica**, 387
- Placenta**  
desprendimiento, 307  
lesiones, 307
- Planes de acción para el incidente (PAI)**, 83-84
- Planos declive, livideces**, 554
- Platino**, 10 minutos, 487
- Pleura**  
parietal, 273  
visceral, 273
- Pliegues vestibulares**, 120
- PNAS**. Véase Pantalones neumáticos antishock (PNAS).
- Población de pacientes en estudio**, 10
- Politraumatismos**, 483
- Pólvora**, disparo de arma, 62
- Poscarga**, 166
- Posición**  
abrazada, 429f  
alineada neutra  
almohadillado para mantener, 269  
mantenimiento de la cabeza, 239-240  
movimiento de la cabeza, 237  
para vía aérea pediátrica, 361  
«de husmear», 128f, 361  
para reducir la pérdida de calor (HELP), 429f  
de *shock*, 183  
de Trendelenburg, 183, 464
- Postura**  
de decorticación, 99, 203, 207  
de descerebración, 99, 203, 207
- Potasio**  
alimentos ricos, 416c  
liberación en el músculo, 328, 343
- PPC**. Véase Presión de perfusión cerebral (PPC).
- Precarga**, 166
- Precauciones**  
de contacto, 516  
para gotículas, 516  
universales  
para agentes biológicos, 516  
normas, 75-76, 483
- Preeclampsia**, 307
- Prehospital Trauma Life Support (PHTLS)**, programa, 4, 8, 482
- Preparación(es)**  
para los desastres, 495, 500-501  
de herbolario, 394-395
- Presbiacusia y presbiopía**, 389
- Presión**  
arterial  
en ancianos, 387-388, 392  
diastólica, 165, 199-200  
en el embarazo, 307  
escala para el trauma, 108f  
pediátricos, 365f  
mantenimiento, 87c  
media (PAM), 166, 199-200  
en niños, 363t  
presión de perfusión cerebral y, 200  
en el *shock*, 170, 171t 172t  
sistólica, 199  
escala traumatológica, 108f  
mínimo valor aceptable pediátrico, 366c  
*Pediatric Trauma Score*, 365  
perfusión cerebral y, 200  
presión  
arterial media y, 199-200  
del pulso y, 165, 200  
en el *shock* hemorrágico, 170, 171t  
valoración, 104  
para el *shock*, 175-176, 177-178  
para los traumatismos pediátricos, 363, 365, 366c  
atmosférica, 459, 470  
barométrica, 470t  
capilar, 168f  
coloidosmótica, 168f  
del plasma, 168f  
directa, 97, 180-181, 485, 553  
aplicación, 97, 485  
para la homeostasia en la naturaleza, 553  
principios, 180-181  
efectos mecánicos, 459-461  
hidrostática, 168  
intracraneal (PIC)  
aumentada  
en la lesión cerebral, 204  
signos, 107, 216  
tratamiento, 216  
en los traumatismos pediátricos, 369  
efecto de masa, 202f  
hiperventilación y, 200-201  
monitorización, 204  
presión de perfusión cerebral y, 200  
intratorácica, 273, 274f  
del líquido intersticial, 168f  
oncótica, 168  
osmótica, 168f
- de perfusión cerebral (PPC), 199, 200  
positiva telespiratoria (PEEP), 134  
del pulso, 165, 200  
subacuática, 460t  
transmural, hemorragia y, 180
- Prevención**  
basada en la comunicación, estrategias, 14-15, 25-26, 27  
de la infección  
para agentes biológicos, 515-516  
para heridas en el campo, 553  
para patógenos hematógenos, 75-76, 77c, 483  
de las lesiones, 14-15  
abordaje de salud pública, 25-26  
economía, 20-22  
estrategias, 22-25  
intervenciones  
de base comunitaria, 27  
una a una, 26-27  
legislación, 5, 24-25, 44, 46  
para motociclistas, 46-47  
objetivo, 22  
oportunidades, 22  
papel del SEM, 26  
para los profesionales del SEM, 27-28  
las tres «E», 22, 24-25, 28
- Principios mecánicos**  
de la presión, 459-461  
de los traumatismos, 32, 38-64
- Prisioneros**, traslado, 532, 538, 540
- Procedimientos de recalentamiento**  
para la congelación, 427, 428, 438  
para la hipotermia, 430, 433, 434, 438  
para las lesiones por frío sin congelación, 426
- Profesionales prehospitalarios**. Véase también Servicios de emergencias médicas (SEM).  
garantía de la seguridad, 70-71, 483  
lesiones, 71  
prevención de la enfermedad por calor, 414-421, 422c-423c  
responsabilidades, 4, 5-7
- Profilaxis postexposición (PPE)**, 76, 77c
- Profundidad ventilatoria**, 96
- Programa PHTLS**. Véase *Prehospital Trauma Life Support (PHTLS)*, programa.
- Propiedades físicas de los materiales peligrosos**, 511-512
- Protección**  
ocular, 75, 515c, 516c  
del sol y quemaduras solares, 552  
Protectores faciales, 75, 515c, 516c  
Protuberancia, 198c
- Pruebas**  
forenses, conservación, 78-79, 82, 100c, 538  
de laboratorio para las enfermedades hematógenas, 77c  
médicas, evaluación, 8-10  
«Pulmón estallado» 463-464
- Pulmones**  
anatomía y fisiología, 119f, 120-122, 273-275

*Shock (cont.)*

traumatismo(s)  
 abdominales, 302, 305  
 cerebral, 206, 215  
 geriátricos, 388, 398-399  
 pediátricos, 359, 364, 367-369,  
 371-372  
 torácicos, 272  
 valoración, 174-179  
 vasogénico, 164, 171-173  
 vasovagal, 172-173  
 SIDA. Véase Síndrome de  
 inmunodeficiencia adquirida (SIDA).  
 Sievert (Sv), 521  
 Signo(s)  
 «del cinturón de seguridad», 303, 370f  
 de la intoxicación para agentes  
 nerviosos, 513  
 peritoneales, 302c  
 vitales  
 en ancianos, 388, 392  
 en el embarazo, 307  
 pediátricos, 362t, 363t  
 normas cuantitativas, 366c  
 valoración, 362, 363, 364  
 en el *shock*, 172t  
 hemorrágico, 171t  
 hipovolémico, 177t  
 revaloración, 190  
 valoración, 175-176, 177-178  
 valoración, 104  
 Simulaciones para la preparación ante un  
 desastre, 501  
 Síncope  
 calor, 410-411  
 vasovagal, 172  
 Síndrome  
 de aplastamiento, 327-328  
 compartimental, 327  
 de dificultad respiratoria aguda (SDRA),  
 173-174  
 de inmunodeficiencia adquirida (SIDA),  
 75  
 medular  
 anterior cord, 232  
 central, 232  
 por hiperpresión pulmonar (POPS),  
 463-464  
 posconmoción, 210  
 por radiación agudo, 347, 522, 523t  
 respiratorio agudo grave (SRAG), 506  
 Sistema  
 inmunitario, envejecimiento, 391  
 de mando  
 del incidente (SMI)  
 estructura, 83, 84f-85f  
 objetivo, 493-494, 507  
 unificado, 83  
 osteomuscular  
 anatomía y fisiología, 314-315, 316f  
 envejecimiento, 389-390, 394  
 nervioso  
 autónomo, 168  
 central. Véase Encéfalo; Médula  
 espinal.  
 envejecimiento, 388-389, 394

parasimpático, 168  
*shock* y, 168-169  
 simpático, 168-169  
 renal  
 efectos de la hipotermia, 431  
 envejecimiento, 389, 394  
 reticular activador (SRA), 198c, 199  
 Sístole, 165  
 SMI. Véase Sistema de mando del  
 incidente.  
 Sobreclasificación, 108  
 Sodio  
 plasma, hiponatremia y, 410t, 413, 437  
 reposición, 416c, 419c  
 Sólidos, propiedades, 511-512  
 Soluciones  
 coloides sintéticas, 186  
 cristaloides, 100  
 calentamiento, 187, 190, 487  
 hipertónicos  
 para el *shock*, 186  
 para los traumatismos  
 craneoencefálicos, 215, 360  
 hipotónicas, 186, 359-360  
 isotónicas  
 para el *shock*, 185-186  
 para los traumatismos craneales  
 pediátricos, 359-360  
 para las quemaduras, 339-340  
 para el *shock*, 171, 185-186, 190  
 para los traumatismos pediátricos,  
 359-360, 367, 369  
 de hipoclorito, 81, 348-349  
 intravenosas, 100-101  
 calentamiento, 187, 190, 487  
 para las quemaduras, 339-340  
 para el *shock*, 171, 185-187, 190  
 para los traumatismos pediátricos,  
 359-360, 367, 369  
 de rehidratación orales, 170-171, 347  
 Soporte  
 para las emergencias médicas tácticas  
 (SEMT), 530  
 acceso al lugar, 533  
 beneficios, 532-533  
 defensa del paciente, 540  
 definida, 530  
 doctrina de la rutina diaria, 533  
 kits traumatológicos, 539c  
 medicina de protección, 530-532  
 operaciones  
 contraterroristas, 537-538, 540  
 especiales, 532  
 reducción del rendimiento, 540  
 SEM frente, 535-537  
 zonas de cuidado, 533-535  
 veterinario, 531  
 vital  
 avanzado (SVA), 112, 433-434  
 traumatológico (SVAT), 93  
 básico (SVB), 111-112, 433-434  
*Special Operations Force Tactical  
 Tourniquet (SOFTT)*, 181  
 Starling, ley, 166  
 Sublimación de los sólidos, 511  
 Subluxación vertebral, 230

Succinilcolina, 131t, 349  
 Sudoración  
 deshidratación y, 408  
 golpe de calor y, 412  
 pérdida de calor y agua, 406-407  
 Suicidio, 5f, 15f, 16c, 17f  
 Sulfato de cobre, 511  
 Superficie de contacto, intercambio de  
 energía y, 35-36

## T

Tablas largas  
 almohadillado, 269  
 evacuación prolongada, 551-552  
 giro de una pieza, 249-253  
 inmovilización sobre  
 aplicación en bipedestación, 255-257  
 método general, 237-241  
 posición supina, 253-255  
 principios, 236-237, 486-487  
 para pacientes obesos, 242  
*Tactical Combat Casualty Care (TCCC)*,  
 533, 534  
 Taponamiento cardíaco, 284-286  
*shock* y, 173  
 signos, 105, 106  
 Taquicardia ventricular sin pulso, 112  
 Taquipnea, 96  
 en niños, 362  
 en el *shock*, 175  
 TCE. Véase Traumatismo craneoencefálico  
 (TCE).  
 Técnica de la capnografía de la vía  
 principal, 135  
 Técnicos de materiales peligrosos, 76  
 Tejidos subcutáneos, 405  
 Temperatura  
 agua, hipotermia y, 429, 449  
 ambiental  
 almacenamiento de fármacos en  
 extremos, 421, 424  
 índice  
 de bulbo mojado, 415, 416c, 418  
 de estrés por calor, 415, 417f  
 respuesta fisiológica, 405  
 central, 405-407  
 en el golpe de calor, 411, 413  
 en la hipotermia, 428  
 mínima registrada, 430, 449  
 corporal. Véase también Hipertermia;  
 Hipotermia.  
 ancianos y, 393, 396  
 golpe de calor y, 411, 412, 413  
 hipotermia y, 428, 431, 433  
 mínima central registrada, 430, 449  
 niños y, 357  
 recuperación y mantenimiento, 486  
 regulación, 405-407  
 neutra del agua, 429  
 de la piel  
*shock* y, 172t, 176, 177t  
 valoración, 97  
 de los rayos, 455  
 rectales  
 para el golpe de calor, 412  
 para la hipotermia, 431, 433

- Tendones, 315
- Termita, 511
- Temperregulación, 405-407  
en ancianos, 393, 396  
fisiológica, 405  
golpe de calor y, 411  
en niños, 357  
por la piel, 405
- Terrorismo  
agentes  
biológicos, 515  
explosivos, 51, 52, 508  
químicos, 511, 513  
amenaza, 498-499, 506  
dispositivos nucleares, 520, 522c  
operaciones contraterroristas, 537-538, 540
- Tetania, 343, 409  
por calor, 409
- Thermal Angel, 190
- Tiempo  
de relleno capilar  
en el *shock*, 172t  
valoración, 98, 176  
de respuesta, SEM  
promedio, 6, 7f  
*shock* y, 179
- Tiosulfato sódico, 345, 513
- Tiritona, 405-406, 438
- Tiro  
de pájaro, 62  
de piedra, 62
- Tolerancia de los órganos a la isquemia, 169t
- Tomografía computarizada (TC) para los hematomas intracraneales, 201, 210, 211f, 212f
- Tonos intestinales, auscultación, 303
- Toracostomía  
con aguja, 282-283, 294-295  
con tubo, 272, 282, 289-290
- Toracotomía, 272
- Tórax  
anatomía, 272-273  
exploración, 105-106  
fisiología, 273-275  
movimiento paradójico, 278f  
percusión, 277, 282
- Torniquetes, 181-182  
eficacia, 97, 485  
límite temporal, 182  
militar de emergencia (EMT), 181  
para las mordeduras de serpiente, 557  
en la naturaleza, 553  
protocolos, 182c  
de tipo corbata, 181  
en transporte prolongado, 189-190
- Toxemia del embarazo, 307
- Tóxicos pulmonares, 511, 514
- Toxídrome(s)  
agentes químicos, 512  
por gases irritantes, 512
- Toxídromo  
por asfixiantes, 512  
colinérgico, 512
- Toxina(s)  
biológicas, 515, 519-520  
botulínica, 519-520
- Trabajo respiratorio, 275c
- Tracción de la mandíbula en traumatismos, 124, 126f, 140
- Transportadores de oxígeno basados en la hemoglobina (HBOC), 186-187
- Transporte, 108-110  
para las amputaciones, 326-327  
al centro apropiado, 6-7, 8  
para desastres, 497  
radiológicos, 525  
duración, 92-93, 110, 487  
*shock* y, 179  
supervivencia y, 6, 7f  
para la exposición a sustancias químicas, 512  
para las lesiones por estallido, 510  
método, 8, 110  
de los pacientes  
gestantes, 308  
obesos, 242  
con traumatismos en estado crítico, 100, 487  
de prisioneros, 532, 538, 540  
prolongado, 113  
control de la vía aérea, 136  
para la enfermedad de las grandes alturas, 475  
para las lesiones  
por buceo con oxígeno, 474-475  
por el rayo, 474  
para las quemaduras, 349-350  
para el semiahogamiento, 474  
para el *shock*, 188-190  
para los traumatismos  
craneales, 215-216  
geriátricos, 398-399  
osteomusculares, 330  
pediátricos, 373  
térmicos, 437-438  
torácicos, 289-290  
vertebrales, 242  
protocolo de decisión para la clasificación, 108-110  
para las quemaduras, 342  
*Revised Trauma Score*, 108  
para el *shock*, 183, 185, 187  
para los traumatismos  
abdominales, 305  
craneales, 215  
pediátricos, 372-373, 379
- Tráquea, 119f, 120, 121f
- Traqueostomía con aguja, 133, 160-161
- Traslado en helicóptero, factores temporales, 8
- Trastorno(s)  
por estrés postraumático (TEPT), 499  
neurológicos, 387t
- Tratamiento  
del dolor, 112  
para la congelación, 438  
para la enfermedad aguda de las montañas, 475  
para las fracturas costales, 277  
para las lesiones por buceo con oxígeno, 474  
para las quemaduras, 340c  
para los traumatismos  
osteomusculares, 325-326, 330  
pediátricos, 372  
con oxígeno hiperbárico (TOH), 466-467, 468c, 474  
de recompresión, 466-467, 468c, 474
- Trauma Score (TS), 108
- TraumaDex, 182
- Traumatismo(s). Véanse también Lesión(es); tipos específicos.  
abdominales, 298  
cerrados, 39, 42-43, 44, 45f, 54-56  
consideraciones especiales, 306-308  
exploraciones especiales, 303-304, 304c-305c  
fisiopatología, 299, 301  
pediátricos, 370-371  
penetrantes, 62, 64  
signos, 301c, 305  
tratamiento, 305  
valoración, 301-303  
cardíacos  
cerrados, 283-284  
indicación, 105  
*shock* y, 173  
cerrados, 38-56  
abdominales, 301, 302  
en las caídas, 49, 50f  
cardíacos, 283-284  
en las colisiones  
de motocicletas, 45-47  
de vehículos motorizados, 38-45  
en el deporte, 49-51  
efectos regionales, 52-56  
en explosiones, 51-52  
frente a penetrantes, 37-38  
fuerzas, 38  
lesiones producidas, 37-38  
medulares, 233-234, 235f, 236  
en niños, 356  
en peatones, 47-49  
razonamiento crítico, 65  
torácicos, 272, 276  
cervicales, 209-210  
cerrados, 53  
en colisiones de vehículos a motor, 39, 41, 43  
cinemática. Véase Cinemática.  
craneal, 196. Véase también Traumatismo craneoencefálico (TCE).  
cerrado, 39, 40f, 41f, 43, 48, 52-53  
fisiopatología, 201-205  
lesiones específicas, 207-213  
muerte cerebral y donación de órganos, 216-217  
penetrantes, 60-61  
tratamiento, 213-216, 217  
valoración, 205-207  
craneoencefálico (TCE), 196  
en ancianos, 392  
categorías, 201  
fisiopatología, 201-205  
hipotensión, 178, 187-188  
muerte cerebral y donación de órganos, 216-217

## Traumatismo(s) (cont.)

- en niños, 359-360, 369-370
- reanimación con líquidos, 187-188, 487
- tipos específicos, 210-213
- tratamiento, 213-216, 217
- valoración, 99, 205-207
- definidos, 18
- economía, 4-5, 15, 18
- como enfermedad, 19-20
- estadística, 4, 5f, 15-18
- fases, 5-7, 20, 21t
- geriátricos, 384-385. *Véase también*
  - Ancianos.
  - consideraciones legales, 396
  - derivación, 397
  - epidemiología, 384-385
  - por malos tratos, 396-398
  - proceso de envejecimiento y, 385-391
  - traslado prolongado, 398-399
  - tratamiento, 395-396
  - valoración, 391-395
- intencionados frente a no intencionados, 5, 20
- laríngeos, 209-210
- mecanismos. *Véase* Mecanismos de la lesión.
- miocárdicos, 61-62, 173, 283-284
- osteomusculares
  - algoritmo, 329
  - consideraciones especiales, 325-328
  - fracturas y luxaciones, 319-324
  - hemorragia, 178, 318-319
  - pediátricos, 371
  - traslado prolongado, 330
  - tratamiento, 314, 330, 486
  - valoración, 316-318
- pediátricos, 356. *Véanse también*
  - Lactantes; Niños.
  - aspectos psicosociales, 357-358
  - cinemática y patrones de lesión, 357
  - por cinturones de seguridad y *airbags*, 46, 358c
  - clasificación, 373-377
  - demografía, 356-357
  - fisiopatología, 358-360
  - por malos tratos, 334, 345-346, 372, 377-378, 448
  - muertes, 15, 356, 358, 372
  - recuperación y rehabilitación, 358
  - tratamiento, 366-373
  - valoración, 360-365, 366c
- penetrantes, 56-64
  - abdominal, 299, 301, 302
  - por arma de fuego, 62-64
  - cavitación, 36-37
  - efectos regionales, 60-62
  - física, 56-57, 58f
  - heridas de entrada y salida, 59-60, 61f
  - lesiones
    - y nivel de energía, 58-59, 60f
    - producidas, 37-38
  - en niños, 356
  - razonamiento crítico, 65
  - torácicos, 184, 272, 275-276
  - vertebrales, 234, 235f
- en los profesionales del SEM, 18

- térmicos
  - anatomía y fisiología, 405-407
  - epidemiología, 404
  - relacionada
    - con el calor, 404, 407-421, 422c-423c
    - con el frío, 404, 424-437
  - traslado prolongado, 437-438
- torácicos, 272
  - cerrados, 39, 40f, 42, 53-54, 55f
  - fisiopatología, 272, 275-276
  - habilidades, 294-295
  - pantalones neumáticos *antishock*, 184
  - pediátricos, 370
  - penetrantes, 61-62, 64
  - traslado prolongado, 289-290
  - tratamiento, 277-289
  - valoración, 276-277
- transferencia de energía, 18-19
- con vehículos. *Véanse* Colisiones con vehículos de motor (CVM); Lesiones en peatones.
- vertebrales, 224-225
  - en ancianos, 390
  - fisiopatología, 230-233
  - en niños, 360, 370
  - signos y síntomas, 236c
  - tratamiento, 236-242
    - esteroides, 242
    - habilidad, 247-269
    - métodos de inmovilización, 236-241
    - en la naturaleza, 549-550
    - obesidad y, 242
    - durante el transporte prolongado, 242
  - valoración, 233-236
- Tríada
  - epidemiológica, 19-20, 21t
  - «mortal», 429
- Triángulo de las lesiones, 15, 18f
- Trombosis venosa profunda, prevención, 552
- Tronco
  - del encéfalo, 198c, 199, 273-274
  - inmovilización, 238-239
- Trunkey, Donald, 6
- Tubo(s)
  - endotraqueal (ET), 127f
  - aseguramiento, 131
  - aspiración, 124, 126
  - comprobación de la posición, 129-131, 159
  - de tórax, 272, 282, 289-290
- Turner, signo, 303

## U

- Úlceras de presión, prevención, 551-552
- Uncus, 202
- Unidad de cuidados de quemados, lesiones, 342c
- United States Pharmacopeia* (USP), 424
- Uréteres, lesiones, 308
- Urticaria, 425, 555f
  - por frío, 425
- U.S. Department of Transportation Emergency Response Guidebook*, 76, 78f
- U.S. Fire Administration* (USFA)
  - Emergency Incident Rehabilitation*, 421, 423c

- Uso de fármacos. *Véase también* Medicamentos.
- ahogamiento y, 448
- enfermedad de las grandes alturas y, 470
- Útero, lesiones, 307, 308

## V

- Vacunación
  - carbunco, 517
  - hepatitis B, 74, 77c
  - viruela, 519
- Validez del estudio, 10
- Valoración primaria, 93-99, 100c
  - algoritmo, 102-103
  - circulación, 96-98
  - discapacidad, 98-99
  - exposición/ambiente, 99, 100c
  - impresión general, 94
  - pasos, 94, 100c
  - principios, 484
  - prioridades, 92, 93-94
  - para quemaduras, 340-341
  - respiración, 95-96
  - para el *shock*, 175-177
  - terminología, 93t
  - para los traumatismos
    - abdominales, 302
    - craneocencefálicos, 06-207
    - geriátricos, 392-393
    - osteomusculares, 314, 316, 317-318
    - pediátricos, 360-365, 366c
    - vía aérea y columna cervical, 95
- Válvula aórtica, rotura, 55, 56f
- Vapor, propiedades, 511-512
- Varicela, 518, 519c, 519f
- Vasokonstricción y vasodilatación
  - inducidas por el frío, 427
- Vasodilatación inducida por el frío (VIF), 427
- Vasos
  - cervicales, lesiones, 210
  - sanguíneos, 166-167
  - efectos de la presión directa, 180
  - traumatismos penetrantes, 61-62
- Vecuronio, 131t
- Vehículos de emergencia, colocación, 72
- Velocidad, energía cinética y, 34
- Vena(s), 166-167
  - cava
    - inferior, 275
    - superior, 275
  - del cuello, distendidas, 282
- Vendaje(s)
  - antimicrobianos, 340
  - compresivos
    - improvisados, 97, 180-181, 485
    - para el transporte prolongado, 189-190
    - oclusivo para el neumotórax, 280, 282, 294
- Vendas
  - compresivas, 180-181, 189-190, 485
  - elásticas para las picaduras de serpiente, 557
  - para evisceración, 306
  - hemostáticas, 182
  - para heridas en el campo, 553
  - para el neumotórax, 280, 282, 294
  - para quemaduras, 340, 341-342