

NÚMERO 1 • 2008

MONOGRAFÍAS

AAOS – SECOT

# Traumatismos del raquis

Coordinadores:

*A. Ghanayem y M. T. Ubierna Garcés*

*American Academy of Orthopaedic Surgeons*

*Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología*



AAOS

AMERICAN ACADEMY OF  
ORTHOPAEDIC SURGEONS



EDITORIAL MEDICA  
**panamericana**

**Monografías AAOS – SECOT**

**Traumatismos del raquis**

Esta monografía se ha editado con la autorización de la *American Academy of Orthopaedic Surgeons* y la Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología.

La *American Academy of Orthopaedic Surgeons* no participó en la traducción, del inglés al español, de ninguno de los capítulos de esta monografía y no es responsable de cualquier error, omisión y/o posibles fallos en la traducción.

La medicina es una ciencia en permanente cambio. A medida que las nuevas investigaciones y la experiencia clínica amplían nuestro conocimiento, se requieren modificaciones en las modalidades terapéuticas y en los tratamientos farmacológicos. Los autores de esta obra han verificado toda la información con fuentes confiables para asegurarse que esta sea completa y acorde con los estándares aceptados en el momento de la publicación. Sin embargo, en vista de la posibilidad de un error humano o cambios en las ciencias médicas, ni los autores, ni la editorial, o cualquier otra persona implicada en la preparación o la publicación de este trabajo, garantizan que la totalidad de la información aquí contenida sea exacta o completa y no se responsabilizan de errores u omisiones o de los resultados obtenidos del uso de esta información. Se aconseja a los lectores confirmarla con otras fuentes. Por ejemplo, y en particular, se recomienda a los lectores revisar el prospecto de cada fármaco que planean administrar para cerciorarse de que la información contenida en este libro sea correcta y que no se hayan producido cambios en las dosis sugeridas o en las contraindicaciones para su administración. Esta recomendación cobra especial importancia con respecto a fármacos nuevos o de uso infrecuente.

Los Editores han hecho todos los esfuerzos para localizar a los titulares del copyright del material fuente utilizado por el autor. Si por error u omisión no se ha citado algún titular, se subsanará en la próxima reimpresión.

Esta monografía es producto del esfuerzo de profesionales como usted, o de sus profesores, si usted es estudiante. Tenga en cuenta que fotocopiarlo es una falta de respeto hacia ellos y un robo de sus derechos intelectuales.



Visite nuestra página web:

<http://www.medicapanamericana.com>

#### ARGENTINA

Marcelo T. de Alvear 2.145 (C 1122 AAG) - Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina  
Tel.: (54-11) 4821-5520/2066 / Fax: (54-11) 4821-1214  
e-mail: [info@medicapanamericana.com](mailto:info@medicapanamericana.com)

#### COLOMBIA

Carrera 7a A N° 69-19 - Santa Fe de Bogotá DC - Colombia.  
Tel.: (57-1) 235-4068 / Fax: (57-1) 345-0019  
e-mail: [infomp@medicapanamericana.com](mailto:infomp@medicapanamericana.com)

#### ESPAÑA

Alberto Alcocer, 24, 6.º piso - 28036 Madrid, España  
Tel.: (34-91) 1317800 / Fax: (34-91) 1317805  
e-mail: [info@medicapanamericana.es](mailto:info@medicapanamericana.es)

#### MÉXICO

Hegel 141, 2.º piso  
Col. Chapultepec Morales - Deleg. Miguel Hidalgo - 11570 - México D.F. - México  
Tel.: (52-55) 5262-9470 / Fax: (52-55) 2624-2827  
e-mail: [infomp@medicapanamericana.com.mx](mailto:infomp@medicapanamericana.com.mx)

#### VENEZUELA

Edificio Polar, Torre Oeste, Piso 6, Of. 6-C  
Plaza Venezuela, Urbanización Los Caobos,  
Parroquia El Recreo, Municipio Libertador - Caracas Depto. Capital - Venezuela  
Tel.: (58-212) 793-2857/6906/5985/1666  
Fax: (58-212) 793-5885  
e-mail: [info@medicapanamericana.com.ve](mailto:info@medicapanamericana.com.ve)

ISBN: 978-84-7903-744-4 (Número 1)

ISBN: 978-84-7903-728-8 (Obra completa)



Todos los derechos reservados. Este libro o cualquiera de sus partes no podrán ser reproducidos ni archivados en sistemas recuperables, ni transmitidos en ninguna forma o por ningún medio, ya sean mecánicos, electrónicos, fotocopias, grabaciones o cualquier otro, sin el permiso previo de Editorial Médica Panamericana, S. A.

© 2008, EDITORIAL MÉDICA PANAMERICANA, S. A.

Alberto Alcocer, 24 - 28036 Madrid

Depósito Legal: M. 27.272-2008

Impreso en España



Inspirados por el éxito de las Neurociencias durante la Década del Cerebro (1990-2000), un grupo de más de 50 Organizaciones clínicas y de pacientes se reunieron en Lund (Suecia) en abril de 1999 para proponer los próximos diez años como "La Década del Hueso y las Articulaciones".

El objetivo fue lanzar una campaña tendente a mejorar la calidad de vida de los pacientes afectados por enfermedades del aparato locomotor, mediante la identificación de las categorías de afecciones más frecuentes y la promoción de la investigación básica para un mejor diagnóstico y tratamiento.

Esta edición de Monografías AAOS-SECOT número 1-2008 «Traumatismos del raquis» ha sido producida con la autorización de la *American Academy of Orthopaedic Surgeons* (AAOS). Los productos anunciados en esta edición no están necesariamente aprobados para su uso por la *United States Food and Drug Administration* (Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos de América), ni han sido necesariamente reconocidos, conocidos, aprobados, utilizados o endosados por la AAOS.

# Monografías AAOS – SECOT

## Traumatismos del raquis

---

número 1 • 2008

---

Coordinadores:  
A. Ghanayem  
M. T. Ubierna Garcés

**AAOS**  
AMERICAN ACADEMY OF  
ORTHOPAEDIC SURGEONS



Sociedad Española de  
Cirugía Ortopédica  
y Traumatología

EDITORIAL MEDICA  
**panamericana**

BUENOS AIRES - BOGOTÁ - CARACAS - MADRID -  
MÉXICO - PORTO ALEGRE

[www.medicapanamericana.com](http://www.medicapanamericana.com)

# AAOS

AMERICAN ACADEMY OF  
ORTHOPAEDIC SURGEONS

## COMITÉ EDITORIAL DE LA AAOS (2007-2008)

Peter C. Amadio, MD

Michael J. Archibeck, MD

Jeffrey Evan Budoff, MD

Miguel E. Cabanela, MD

Bruce V. Darden II, MD

Daniel J. Downey, MD

Evan L. Flatow, MD

Theodore J. Ganley, MD

Letha Y. Griffin, MD

Thomas J. Moore, MD

Michael L. Pearl, MD

William A. Phillips, MD

Vincent James Sammarco, MD

Joaquín Sánchez-Sotelo, MD, PhD

Scott P. Steinmann, MD

James B. Stiehl, MD

James E. Tibone, MD

Steven Bennett Weinfeld, MD



## Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología

### COMITÉ EDITORIAL DE LA SECOT (2006-2008)

#### Director

Francisco Forriol Campos, MD

#### Vocales

Andrés Carranza Bencano, MD

Francisco Gomar Sancho, MD

Daniel Hernández Vaquero, MD

Francisco Maculé Beneyto, MD

Carlos Rodríguez Merchán, MD

Carlos Villas Tomé, MD

Coordinadores:

**Alexander Ghanayem, MD**

*Profesor Adjunto. Jefe de División de Cirugía de Columna. Departamento de Cirugía Ortopédica y Rehabilitación. Loyola University Medical Center. Maywood, Illinois. EE.UU.*

**María Teresa Ubierna Garcés, MD**

*Médico Adjunto. Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital «Germans Trias i Pujol». Profesora Asociada. Universidad Autónoma de Barcelona. España.*

Colaboradores:

**Paul A. Anderson, MD**

*Profesor Adjunto. Departamento de Ortopedia y Rehabilitación. University of Wisconsin. Universidad de Wisconsin. Madison. Wisconsin. EE.UU.*

**Alicia Bartolomé Villar, MD**

*Servicio de Radiología. Centro de Prevención y Rehabilitación FREMAP de Majadahonda. Madrid. España.*

**Shay Bess, MD**

*Profesor Auxiliar de Ortopedia. Departamento de Cirugía Ortopedia. University of Utah. University Orthopaedic Center. Salt Lake City. Utah. EE.UU.*

**Andrew K. Brown, MD**

*Investigador en Ortopedia de Columna Vertebral. Rothman Institute. Philadelphia. Pennsylvania. EE.UU.*

**Claudio Cano Gómez, MD**

*Médico Adjunto. Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Universitario «Puerta del Mar». Cádiz. España.*

**Daniel R. Cooperman, MD**

*Profesor Auxiliar de Ortopedia. Departamento de Cirugía Ortopedia. Case Western Reserve University. Rainbow Babies and Children's Hospital. University Hospitals of Cleveland. Cleveland. Ohio. EE.UU.*

**Jason David Eubanks, MD**

*Médico Residente. Departamento de Ortopedia. Case Western Reserve University. University Hospitals of Cleveland. Cleveland. Ohio. EE.UU.*

**Francisco Forriol Campos, MD**

*Director del Servicio de Investigación Osteoarticular. Centro de Prevención y Rehabilitación FREMAP de Majadahonda. Madrid. España.*

**Allison Gilmore, MD**

*Profesor Auxiliar de Ortopedia. Departamento de Ortopedia. Case Western Reserve University. Rainbow Babies and Children's Hospital. University Hospitals of Cleveland. Cleveland, Ohio. EE.UU.*

**Felipe López-Oliva Muñoz, MD**

*Servicio de Traumatología. Centro de Prevención y Rehabilitación FREMAP de Majadahonda. Madrid. España.*

**John S. Kirkpatrick, MD**

*Profesor y Jefe. Departamento de Orthopedica y Rehabilitación. University of Florida-College of Medicine. Jacksonville. Florida. EE.UU.*

**Julio Rodríguez de la Rúa Fernández, MD**

*Jefe de Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Profesor Titular de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Facultad de Medicina. Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Universitario «Puerta del Mar». Cádiz. España.*

**Gordon H. Stock, MD**

*Investigador en Ortopedia. Departamento de Ortopedia. Thomas Jefferson University. Rothman Institute. Philadelphia. Pennsylvania. EE.UU.*

**María Teresa Ubierna Garcés, MD**

*Médico Adjunto. Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital «Germans Trias i Pujol». Profesora Asociada. Universidad Autónoma de Barcelona. España.*

**Alexander R. Vaccaro, MD**

*Profesor de Ortopedia y Neurocirugía. Departamento de Ortopedia. Thomas Jefferson University. Rothman Institute. Philadelphia. Pennsylvania. EE.UU.*

**Tomás Vela Panes, MD**

*Médico Adjunto. Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Universitario «Puerta del Mar». Cádiz. España.*

# Prefacio

La incidencia anual de traumatismos de la columna vertebral no es nada despreciable. A pesar de que los jóvenes entre 18 y 30 años son la población diana, ya que practican actividades que conllevan velocidad y riesgo, puede producirse una fractura vertebral a cualquier edad. En los últimos años, el aumento de las expectativas de vida de la población ha incrementado el número y la morbilidad de los pacientes que acuden a nuestras consultas con fracturas vertebrales debidas a osteoporosis.

La zona toracolumbar es la región que se ve afectada con más frecuencia. Sus características anatómicas de área de transición entre la columna dorsal menos móvil y protegida por la caja torácica al área lumbar con un recorrido de flexo extensión, la convierten en un territorio vulnerable frente a los traumatismos de alta energía. El doctor J. S. Kirkpatrick expone el tratamiento quirúrgico por vía anterior de estas lesiones muy inestables, resaltando las ventajas e inconvenientes de este controvertido tema.

La columna cervical ocupa el segundo lugar en frecuencia, pero es la localización con mayor incidencia de lesión neurológica asociada. El doctor J. R. de la Rúa, que tiene mucha experiencia en el tratamiento de traumatismos cervicales, nos habla de la clasificación y de las opciones de tratamiento en lesiones de la columna, a través de la revisión de su larga serie de casos.

El doctor López-Oliva, especialista en diagnóstico por la imagen, nos ayuda a interpretar en la resonancia magnética la complejidad de las lesiones de partes blandas, estructuras nerviosas y disco ligamentosas, actualmente de gran importancia en el momento de valorar la inestabilidad de las lesiones agudas, como las fracturas vertebrales.

Desgraciadamente, a pesar de la frecuencia en que se presentan estas lesiones y de los resultados de la literatura, surgen puntos de discusión cuando enfocamos el manejo global de la fractura vertebral. La mayoría de las clasificaciones descritas no están diseñadas para guiar la indicación terapéutica. La indicación quirúrgica se relaciona con el concepto de inestabilidad aguda y, en muchos casos, es difícil identificar el grado de inestabilidad. Las indicaciones quirúrgicas han ido aumentando a medida que ha mejorado la versatilidad de los implantes y la experiencia de los equipos quirúrgicos con las diferentes vías de abordaje, pero no existe ninguna evidencia sobre cuál es la mejor técnica en cada ocasión.

Hoy en día, no es fácil contestar a nuestros residentes cuando nos preguntan: ¿hay que operar esta fractura?, ¿hay que fusionar?, ¿que niveles incluimos?, ¿hay que hacer descompresión del canal medular?, ¿qué vía de abordaje utilizaremos?, ¿por qué no hacer un doble abordaje?

Esta monografía es el resultado del esfuerzo y la cooperación de varios profesionales especializados en la patología traumática vertebral. Su objetivo es esclarecer algunas de las dudas que afectan al tratamiento de las fracturas vertebrales más habituales, mejorar el conocimiento de problemas menos frecuentes, como los traumatismos cervicales en niños (doctor J. Eubanks *et al.*) o la fijación occipitoatlantoidea (doctor F. Stock *et al.*) y llamar la atención sobre un problema futuro no resuelto, como son las fracturas osteoporóticas complicadas con lesión neurológica.



Quiero agradecer a la *American Academy of Orthopaedic Surgery* y a la Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología la oportunidad de editar esta monografía compartiendo su coordinación con A. Ghayem, que en todo momento ha colaborado y facilitado la elaboración de los capítulos.

Esperamos que el resultado sea de utilidad para residentes y especialistas jóvenes, de manera que los conceptos que aportamos enriquezcan su conocimiento, estimulen su pensamiento y les despierten el interés de investigar.

**M. T. Ubierna Garcés**

# Índice

■ 1 Fijación occipital posterior actual. <i>G. H. Stock, A. R. Vaccaro, A. K. Brown, P. A. Anderson..</i>	<b>1</b>
– Introducción .....	1
– Evolución de la fijación occipitocervical .....	1
– Sistemas occipitocervicodorsales universales actuales .....	3
– Fijación occipital .....	3
– Fijación de la columna cervical .....	5
– Componentes longitudinales .....	6
– Otros componentes de los sistemas de fijación .....	8
– Conclusión .....	8
– Resumen .....	8
– Bibliografía .....	8
■ 2 Evaluación traumatológica de la columna cervical pediátrica. <i>J. D. Eubanks, A. Gil- mone, S. Bess, D. R. Cooperman .....</i>	<b>11</b>
– Introducción .....	11
– Características de la lesión .....	11
– Evaluación de la columna cervical pediátrica .....	12
– Elaboración de un protocolo de evaluación .....	15
– Evaluación clínica .....	21
– Resumen .....	22
– Comentarios de la bibliografía .....	22
– Bibliografía .....	22
■ 3 Traumatismos graves del raquis cervical bajo C3–D1, en el adulto. <i>J. Rodríguez de la Rúa Fernández, C. Cano Gómez, T. Vela Panes .....</i>	<b>25</b>
– Introducción .....	25
– Concepto, etiopatogenia y clínica del traumatismo cervical grave .....	25
– Nueva clasificación de traumatismos C3–D1 .....	26
– Estadística de nuestro servicio .....	26
– Lesiones de la columna anterior .....	27
– Lesiones de la columna lateral .....	28
– Lesiones de la columna posterior y otras lesiones .....	30
– Tetraperjía y SCIWORA .....	31
– Comentarios finales .....	33
– Conclusiones .....	34
– Bibliografía .....	34
■ 4 El valor de la imagen por resonancia magnética en las fracturas toracolumbares. <i>F. López-Oliva Muñoz, A. Bartolomé Villar, F. Forriol Campos .....</i>	<b>35</b>
– Introducción .....	35
– Estabilidad vertebral postraumática .....	35
– La imagen de la inestabilidad .....	35
– Resonancia magnética de la columna vertebral fracturada .....	36
– Lesiones ligamentosas .....	37
– Lesiones discales .....	38
– Lesiones óseas .....	39
– Valor clasificador de la imagen por resonancia magnética .....	40
– Valor pronóstico de la imagen por resonancia magnética .....	41
– Agradecimientos .....	41
– Bibliografía .....	41

■ 5 Tratamiento de las fracturas dorsolumbares: abordaje anterior. <i>J. S. Kirkpatrick</i> .....	<b>43</b>
– Introducción .....	43
– Evaluación del paciente .....	43
– Clasificación de la lesión .....	43
– Indicaciones .....	44
– Contraindicaciones .....	44
– Momento .....	45
– Reconstrucción .....	45
– Biomecánica de la reconstrucción anterior .....	46
– Resultados clínicos .....	47
– Técnica quirúrgica .....	48
– Complicaciones .....	49
– Conclusión .....	49
– Resumen .....	49
– Bibliografía .....	50
■ 6 Fractura vertebral osteoporótica con compromiso neurológico. <i>M. T. Ubierna Garcés</i> ..	<b>51</b>
– Epidemiología .....	51
– Formas de presentación .....	51
– Consecuencias de la fractura vertebral osteoporótica .....	52
– Manejo de la fractura vertebral osteoporótica con compromiso neurológico .....	52
– Bibliografía .....	57

# Fijación occipital posterior actual

G. H. Stock, A. R. Vaccaro, A. K. Brown y P. A. Anderson

## INTRODUCCIÓN

En toda la columna, los cuerpos vertebrales están separados entre sí por discos intervertebrales. Éstos confieren resistencia entre segmentos adyacentes y limitan el movimiento al resistir las fuerzas de compresión, rotación y cizallamiento impuestas a la columna. Por el contrario, las articulaciones muy móviles occipitocervicales (atlóidooccipital y atlóidoaxoidea) son articulaciones sinoviales que carecen de un disco intervertebral y están sostenidas, en cambio, por inserciones capsuloligamentosas. Esta región es la porción más móvil de la columna cervical, y casi la mitad de la flexoextensión y la rotación cervicales tiene lugar a través de estas articulaciones cartilaginosas. Sin embargo, las estructuras anatómicas que permiten esta mayor movilidad también predisponen a cierta inestabilidad articular.

La etiología de la inestabilidad occipitocervical es amplia e incluye traumatismos, artritis reumatoidea, infecciones, tumores, deformidad congénita y procesos degenerativos. La inestabilidad de esta región puede ser asintomática o se puede manifestar por dolor, disfunción de pares craneales, paresia, parálisis e, incluso, muerte súbita. Por lo tanto, es primordial que el cirujano conozca perfectamente la anatomía compleja de la unión occipitocervical, la presencia de inestabilidad y sus consecuencias, y que esté familiarizado con los numerosos métodos actuales empleados para estabilizar la articulación occipitocervical.

Los objetivos de la cirugía de esta unión son decomprimir las estructuras neurológicas si es necesario, normalizar la alineación y lograr estabilidad inmediata para promover la anquilosis ósea. Estudios anatómicos y biomecánicos recientes han aportado datos que han posibilitado elaborar estrategias de fijación más eficientes y que causan menos morbilidad, lo que permite una movilización más precoz y una participación más activa en la rehabilitación.

Para comprender mejor los sistemas de implantes actuales utilizados para estabilizar la unión occipitocervical ayuda revisar los sistemas de instrumentación más antiguos y sus ventajas y desventajas.

## EVOLUCIÓN DE LA FIJACIÓN OCCIPITOCERVICAL

La estabilización occipitocervical fue descrita ya en la década de 1920 por Foerster, quien utilizó un injerto de peroné para fijar la articulación occipitocervical<sup>1</sup>. Esto fue seguido de un injerto óseo por aposición *in situ* con fijación mediante alambres e intentos de emplear metilmetacrilato, con fijación interna o no, para estabilizar la unión occipitocervical. Estas estructuras conferían cierto sostén, pero se asociaban con una alta tasa de fracaso por su incapacidad de mantener la alineación occipitocervical hasta que se podía producir la anquilosis ósea, si es que se lograba. En la mayoría de los casos se requería una tracción esquelética prolongada durante más de cuatro semanas<sup>2-4</sup>. En presencia de lesión ligamentosa postraumática, las fuerzas de distracción y translación asociadas con los cambios de posición durante la inmovilización con un halo-chaleco u ortesis a veces resultaban perjudiciales<sup>5</sup>.

En 1978 Luque<sup>6</sup> introdujo barras de acero moldeadas fijadas a la lámina con alambres para columna dorsal y lumbar. Más adelante, este concepto se adaptó para reforzar las artrodesis de la columna cervical y la unión occipitocervical<sup>7</sup>. Las barras se podían moldear para alcanzar la alineación deseada, y también conferían mejor estabilidad que la alcanzada con métodos de fijación *in situ* previos. Lamentablemente, se requería una inmovilización externa posoperatoria prolongada y molesta para mejorar las bajas tasas de anquilosis, de lo contrario inaceptables. Más aún, los implantes sólo se fabricaban en acero inoxidable, lo que imposibilitaba el diagnóstico por imágenes posoperatorio. Apostolides et al.<sup>8</sup> introdujeron un dispositivo que permitía moldear barras de titanio, que después se fijaban al occipital y a los elementos posteriores de la columna cervical mediante cables. Treinta y siete de los 39 pacientes tratados con este método presentaron anquilosis ósea sin requerir inmovilización con halo-chaleco.

Para pacientes con artritis reumatoidea, Ransford et al.<sup>9</sup> desarrollaron un asa contorneada que se fija al occipital y

a la columna cervical con alambres. El asa comprime C2 con el objetivo de mantener la alineación vertical entre el occipital y la columna cervical. Estos autores no intentaban de manera sistemática la artrodesis con injerto óseo cuando utilizaban este dispositivo. Una revisión de los resultados a largo plazo de 150 pacientes sugirió que el injerto óseo para intentar inducir una anquilosis no mejoraba los resultados respecto de los obtenidos con fijación sola<sup>10</sup>.

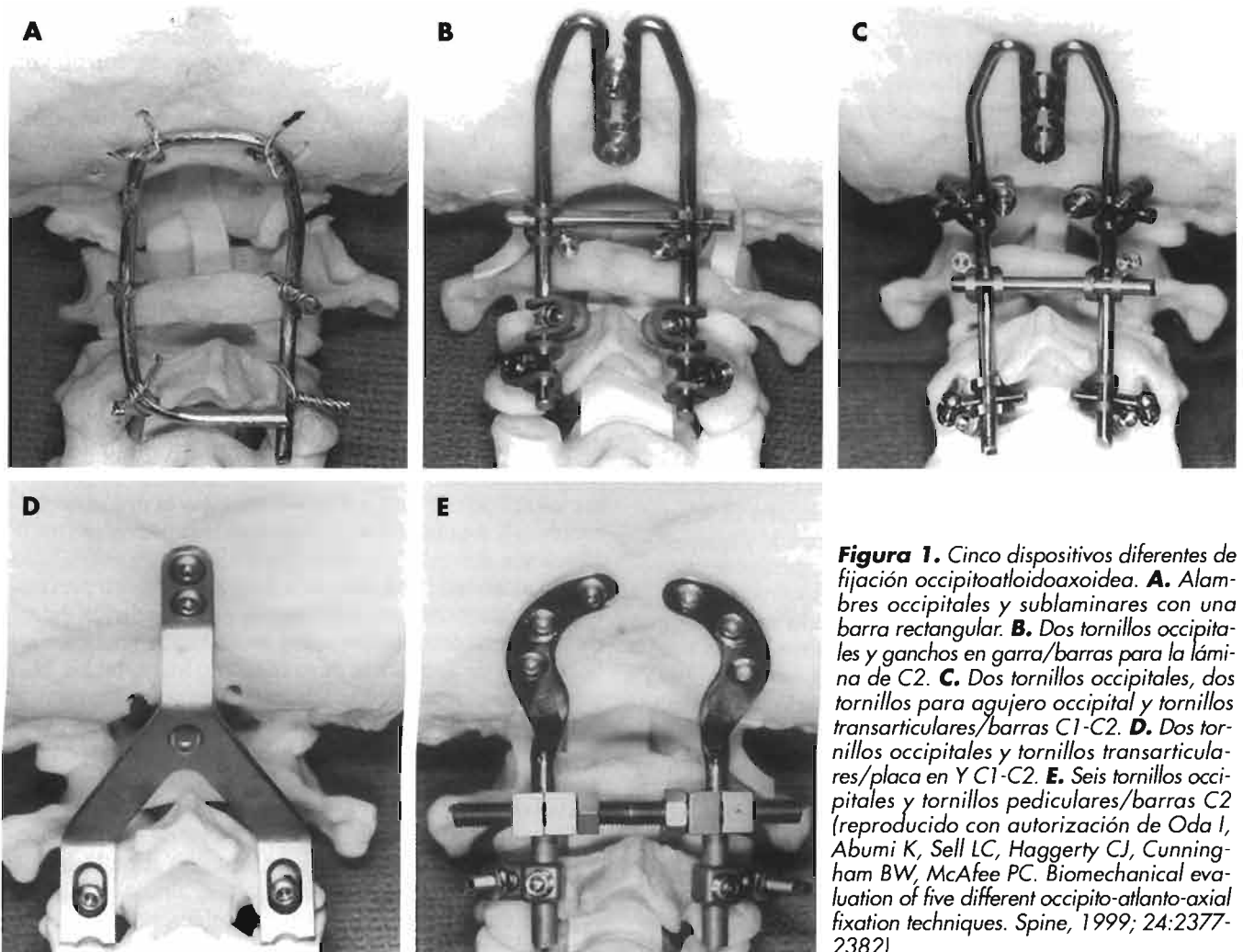
Con ulterioridad, se adaptó la fijación pelviana con placa y tornillos para la fijación interna segmentaria de la columna cervical<sup>11-14</sup>. Este método confería rigidez inmediata a los elementos posteriores y evitaba, muchas veces, la necesidad de inmovilización posoperatoria con halo-chaleco. No era necesario pasar alambres sublaminares, de manera que se obviaba la parte más riesgosa de la técnica de Luque. De todos modos, la fijación con placa y tornillos tenía, aun así, varias limitaciones: las placas tienen una distancia fija entre los orificios, que a veces impide la colocación óptima del tornillo, el implante de fijación finalizado deja muy poco espacio para material de injerto, y las placas tienen limitada capacidad de comprimir o distraer a través de espacios intervertebrales individuales.

Los tornillos permitían fijación excelente, pero las placas eran menos aceptables. Por lo tanto, los componente

longitudinales de fijación evolucionaron a barras que permitían colocación superior e inferior ilimitada de tornillos, mayor espacio por debajo de la barra para injerto óseo y posibilidad de comprimir o distraer entre segmentos vertebrales según se deseara.

En 1999 Oda et al.<sup>15</sup> efectuaron un análisis biomecánico en cadáveres que comparó la estabilidad de cinco tipos diferentes de sistemas de fijación occipitoatloideoaxoidea (Fig. 1) y extrajeron varias conclusiones importantes. Primero, mostraron que los tornillos transpediculares C2 y transarticulares C1-C2 aumentaban de manera significativa el efecto estabilizador de un implante occipitocervical respecto del conferido por barras y ganchos o alambres sublaminares ( $p < 0,05$ ). Segundo, la estructura con mayor estabilidad fue un sistema combinado de placa occipital-barra subaxoidea con seis tornillos occipitales y tornillos pediculares C2 (Fig. 1 E). Su hipótesis de que esta mayor estabilidad induciría tasas de anquilosis más altas fue avallada por un estudio clínico independiente en el que 24 pacientes tratados con fijación interna rígida e injerto óseo presentaron anquilosis ósea<sup>16</sup>.

Una consideración importante al seleccionar un sistema es la rigidez de los implantes. Hace poco, Anderson et al.<sup>17</sup> demostraron que el rendimiento biomecánico se corre-



**Figura 1.** Cinco dispositivos diferentes de fijación occipitoatloideoaxoidea. **A.** Alambres occipitales y sublaminares con una barra rectangular. **B.** Dos tornillos occipitales y ganchos en garra/barras para la lámina de C2. **C.** Dos tornillos occipitales, dos tornillos para agujero occipital y tornillos transarticulares/barras C1-C2. **D.** Dos tornillos occipitales y tornillos transarticulares/placa en Y C1-C2. **E.** Seis tornillos occipitales y tornillos pediculares/barras C2 (reproducido con autorización de Oda I, Abumi K, Sell LC, Haggerty CJ, Cunningham BW, McAfee PC. Biomechanical evaluation of five different occipito-atlanto-axial fixation techniques. *Spine*, 1999; 24:2377-2382).

lacionaba con la cantidad de material metálico y con su distribución, definida por el momento de inercia del área. Por lo general, éste es del doble o del triple en las placas que en las barras. El momento de inercia del área guarda una correlación directa con la rigidez biomecánica. En las barras, este momento varía con la cuarta potencia del diámetro. Por ende, incluso aumentos relativamente pequeños del tamaño de la barra pueden tener efectos sustanciales. Por ejemplo, un cambio de diámetro de 3,2 a 3,5 mm duplica la rigidez de la barra. Se considera que es más beneficiosa la mayor rigidez.

Hace poco, se introdujeron en el mercado sistemas de fijación con placas occipitales que no tienen fijación rígida al componente cervical, pero que pueden ser unidas a éste con un mecanismo de tornillo de bloqueo (Figs. 2 y 3). Esto evita la necesidad de moldear la placa o la barra longitudinal entre la columna subaxoidea y el occipital, y ha facilitado la construcción del implante en el momento de la cirugía.

En la actualidad sigue habiendo diversos métodos de fijación para estabilizar la unión occipitocervical<sup>18</sup>. Hay muchos factores por considerar al elegir qué implante utilizar. El desafío reside en hallar un equilibrio apropiado entre el deseo de estabilización rígida inmediata y el aumento de la complejidad y el riesgo quirúrgicos<sup>19</sup>.

Además de los métodos de fijación espinal posterior, Dvorak et al. publicaron recientemente una técnica de reconstrucción occipitocervical anterior que utiliza fijación con tornillos entre la masa lateral de C1 y los cóndilos occipitales<sup>20,21</sup>. Aunque este método confirió estabilidad en la rotación axial y la incurvación lateral, resultó inferior a los métodos de fijación posterior actuales en su capacidad de resistir la flexoextensión. Esta fijación anterior tendrá sólo aplicación limitada, pero puede ser útil en algunas circunstancias clínicas singulares donde las técnicas de fijación posterior no son posibles o ya han fracasado.

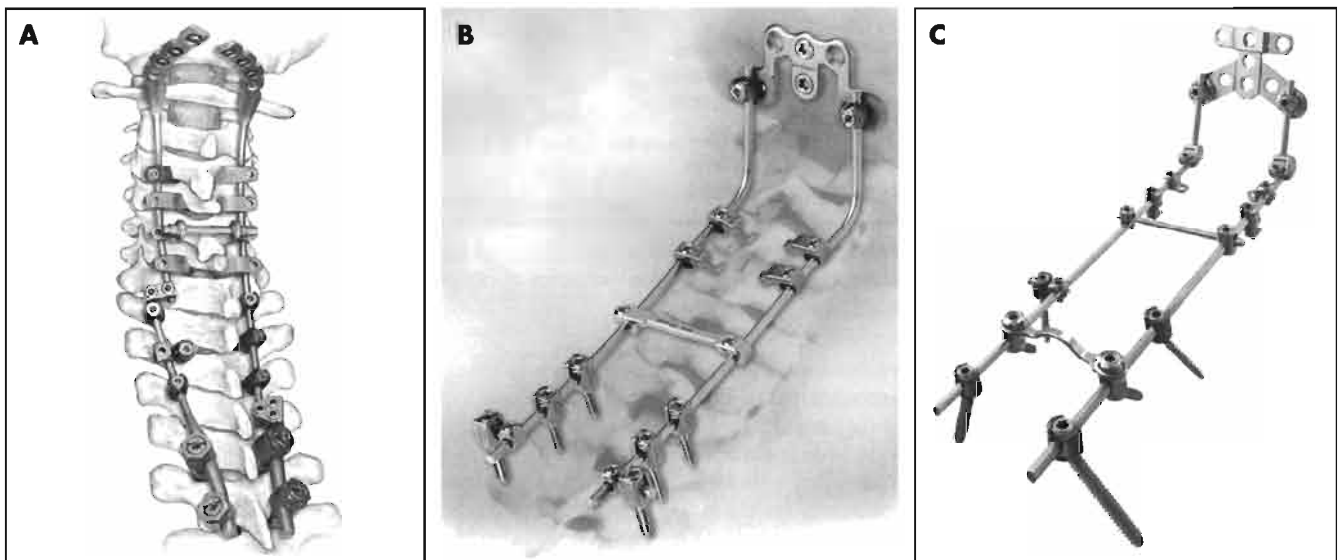
## SISTEMAS OCCIPITOCERVICODORSALES UNIVERSALES ACTUALES

Algunos de los componentes de los dispositivos analizados en esta sección no han sido aprobados por la *Food and Drug Administration* de los Estados Unidos.

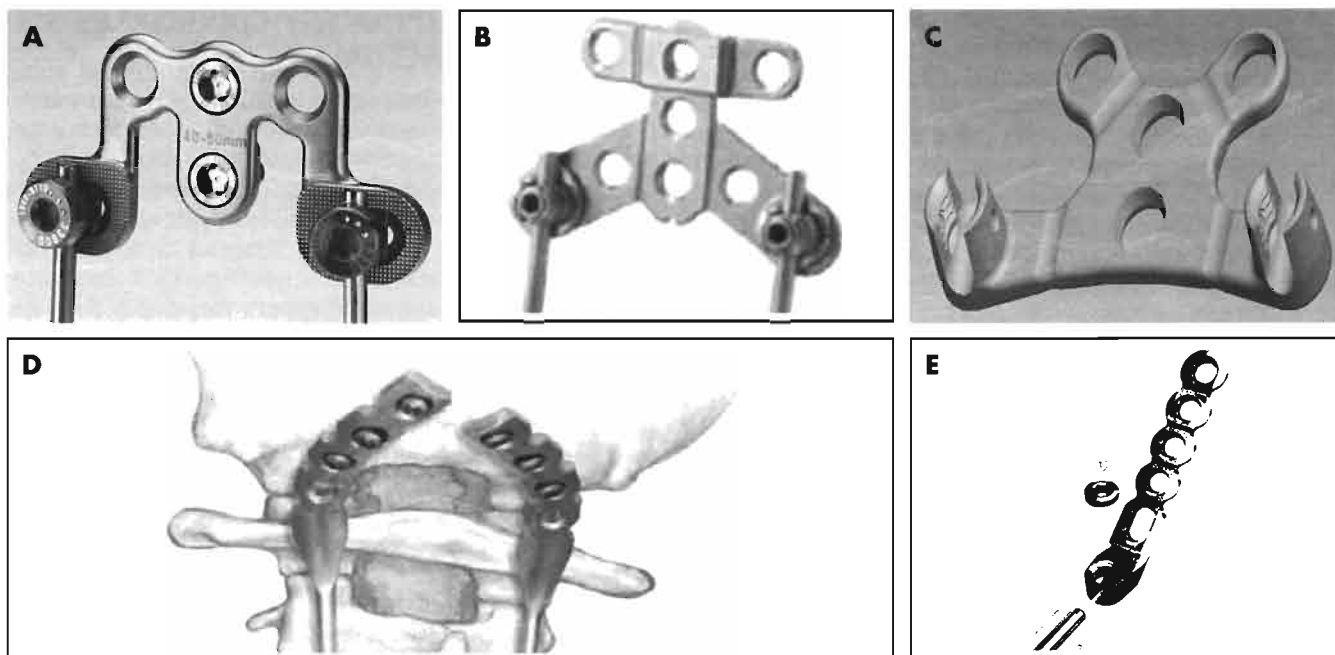
En la actualidad hay dos métodos populares de fijación espinal occipitocervicodorsal: sistemas dobles de barra (subaxoidea)-placa (occipital) y sistemas de barra subaxoidea-placa occipital independiente (Figs. 2 y 3). La mayoría de los nuevos diseños incorporan variaciones de estos temas con componentes que son todos de diseño similar para cumplir la misma tarea. En la columna cervical subaxoidea y superior se requiere que los anclajes esqueléticos (tornillos o ganchos) establezcan una conexión rígida con los componentes longitudinales (barras) del sistema de implante. Esta conexión entre los anclajes espinales y los componentes longitudinales puede ser directa o se puede establecer con un conector lateral o variable para permitir la máxima flexibilidad en la localización medial-lateral del tornillo o el gancho. Además, según la conformación sagital de la anatomía de un determinado paciente, debe ser posible adaptar la superficie de contacto entre el componente longitudinal y los anclajes espinales a angulaciones sustanciales de los tornillos, cuando sea necesario.

## FIJACIÓN OCCIPITAL

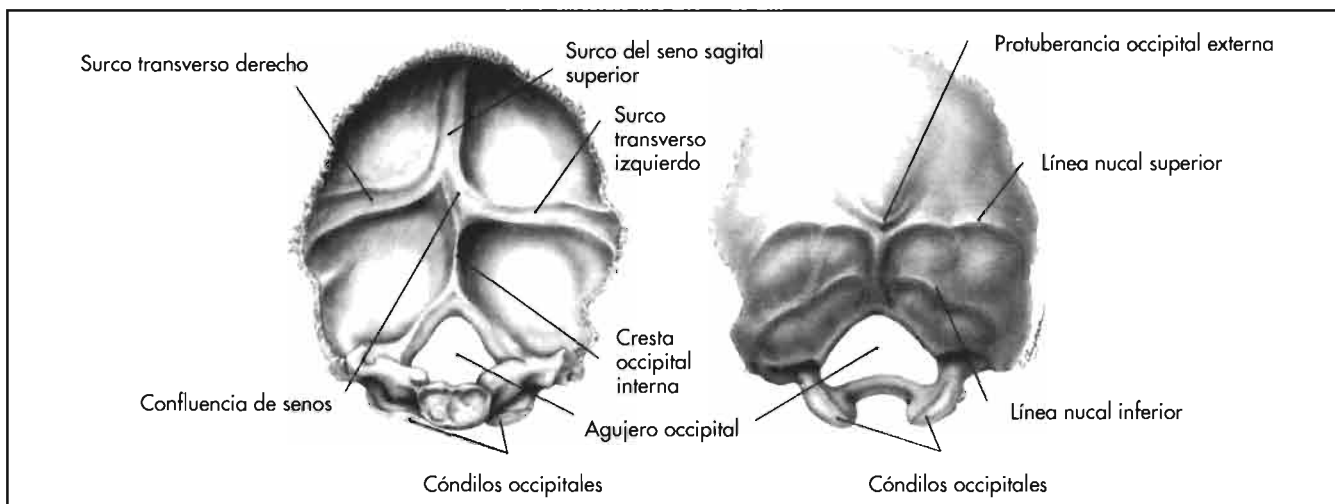
Para colocar de manera segura los anclajes occipitales, es importante conocer la anatomía ósea del occipital en términos de espesor en diversas regiones y localización de los senos vasculares subyacentes<sup>22</sup> (Fig. 4). La protuberancia occipital externa es el reparo óseo posterior más prominente del occipital. Está localizada en la línea media del occipital en la confluencia de la línea nucal superior y la región occipital media. Desde la protuberancia occipital externa se palpan varias crestas óseas. La línea nucal superior se extiende en sentido lateral desde la protuberancia



**Figura 2.** Sistemas representativos de fijación posterior universal. **A.** Axon System (reproducido con autorización de Synthes USA, West Chester, PA). **B.** Altius M-INI OCT System (reproducido con autorización de EBI Spine, Parsippany, NJ). **C.** Mountaineer OCT Spinal System (reproducido con autorización de DePuy Spine, Raynham, MA).



**Figura 3.** Diversos diseños de placas occipitocervicales independientes y bilaterales. **A.** Altius M-INI OCT System (reproducido con autorización de EBI Spine, Parsippany, NJ). **B.** Mountaineer OCT Spinal System. Se muestra la placa occipital con la arandela lateral opcional (reproducido con autorización de DePuy Spine, Raynham, MA). **C.** Vertex Max (reproducido con autorización de Medtronic Sofamor Danek USA, Memphis, TN). **D.** Axon System (reproducido con autorización de Synthes USA, West Chester, PA). **E.** Oasys (reproducido con autorización de Stryker, Mahwah, NJ).



**Figura 4.** Anatomía ósea interna y externa de la cara posterior del occipital (reproducido con autorización de Roberts DA, Doherty BJ, Heggeness MH. Quantitative anatomy of the occiput and the biomechanics of occipital screw fixation. Spine, 1998; 23:1100-1108).

occipital externa, mientras que la línea nucal medial desciende por la línea media hasta el agujero occipital. Por último, la línea nucal inferior se extiende en sentido inferolateral bilateralmente desde el centro de la línea nucal medial. En la superficie interna del occipital hay relieves óseos, o surcos, que contienen los grandes senos venosos.

Ebraheim et al.<sup>23</sup>, en su estudio anatómico del hueso occipital, proyectaron el curso de los grandes senos venosos internos sobre la superficie externa del occipital. La línea nucal superior transcurre sobre los senos transversos a ambos lados, mientras que el seno sagital superior des-

ciende por la línea media desde la cara superior del cráneo hasta la prensa torcular de Herófilo, o confluencia sinusal. La prensa torcular de Herófilo se localiza inmediatamente por debajo de la protuberancia occipital externa. Estas estructuras venosas están expuestas a lesión penetrante durante la perforación o la colocación de tornillos en lugares donde sólo la duramadre separa el hueso de la luz de los senos duros.

Además de mapear los grandes senos venosos, Ebraheim et al.<sup>23</sup> midieron el espesor del hueso occipital y utilizaron esos datos para sugerir los puntos de inserción idea-

les de los tornillos. Observaron que el hueso occipital tiene su máximo espesor en la protuberancia occipital externa y es de alrededor de 11-15 mm, en los varones, y de 10 a 12 mm, en las mujeres. Los cortes en los cadáveres mostraron que el hueso adyacente a la protuberancia occipital externa era el más grueso y más denso, y que el espesor óseo disminuía en sentido lateral e inferior. Se pueden utilizar tornillos de 10 a 12 mm cerca de la protuberancia occipital externa y se pueden colocar sin riesgos tornillos de 8 mm por fuera y por debajo de esta protuberancia.

En un estudio distinto sobre morfología occipital Zipnick et al.<sup>24</sup> también observaron que el occipital tenía espesor máximo en la protuberancia occipital externa y que el espesor disminuía en forma radiada. Las tablas externa y media contribuían, ambas, al 45% del espesor óseo global, mientras que la tabla interna representaba sólo alrededor del 10%. Estudios biomecánicos han mostrado que la resistencia al arrancamiento de los tornillos está relacionada con el espesor del hueso y con el agarre unicortical o bicortical del tornillo. Haher et al.<sup>25</sup> informaron que, aunque los tornillos occipitales unicorticales presentaban menor resistencia al arrancamiento que los tornillos bicorticales en la protuberancia occipital externa, esta resistencia era similar en otras localizaciones. Se han investigado tornillos de cortical y de esponjosa en el hueso occipital, pero no se detectó ninguna diferencia significativa de su resistencia al arrancamiento<sup>22</sup>.

El temor a perforar una vena durante la fijación con tornillos bicorticales limita su colocación a la zona inferior a la línea nucal superior, pero el trabajo de Zipnick et al.<sup>24</sup> sugiere que el agarre de los tornillos unicorticales en la línea nucal superior y por encima de ésta es suficiente, porque la contribución de la tabla interna al espesor óseo es mínima, y que la fijación unicortical reduce el riesgo de penetración venosa intracraneal.

Dado que el hueso que desciende por la línea nucal medial es más grueso, la resistencia al arrancamiento de los tornillos colocados en la línea media es mayor que la de los de ubicación más lateral. Este hallazgo ha sido aprovechado en diseños de fijación, como la placa en Y, que consiste en una sola serie longitudinal de anclajes de tornillos occipitales en la línea media (Fig. 1 D). Aunque los tornillos colocados en la línea media tenían mayor resistencia al arrancamiento, se observó que la resistencia a la torsión era mucho más débil en este diseño particular (sin sostén lateral) que en diseños con tornillos occipitales en la línea media y de localización lateral<sup>26</sup>. Este hallazgo instó a desarrollar otros diseños que incorporaban puntos de fijación lateral en el occipital o, incluso, empleaban sólo fijación lateral, sin tornillos en la línea media.

Estudios anatómicos y biomecánicos han mostrado que, en comparación con los tornillos de ubicación lateral, la fijación con tornillos en la línea media confiere un agarre más largo de los tornillos, pero menor resistencia a la torsión<sup>17</sup>. En teoría, los tornillos de posición lateral resisten mejor las fuerzas de rotación como consecuencia del agarre bilateral. En un estudio biomecánico, Anderson et al.<sup>17</sup> demostraron que los tornillos laterales tenían una resistencia ligeramente mayor respecto de la flexión y la rotación, pero no en flexoextensión. Esta diferencia era mucho más pequeña que la relacionada con cambios del diáme-

tro de la barra<sup>17</sup>. Una combinación de tornillos en la línea media y laterales parece ser la disposición óptima para garantizar fijación occipital rígida. Por lo tanto, la mayoría de las placas actuales tienen puntos de fijación mediales y laterales en su diseño (Fig. 3).

Para lograr fijación occipital máxima, los tornillos occipitales difieren de los tornillos para hueso cortical y esponjoso que se utilizan en otras localizaciones; tienen mayor diámetro y menor paso. Esta diferencia de diseño adquiere especial importancia en el plano lateral, donde el hueso occipital es más delgado y donde se requieren tornillos más cortos con un paso mucho más pequeño para la fijación óptima.

Pait et al. publicaron una alternativa a la fijación occipital tradicional con tornillos<sup>27</sup>. Describieron la técnica interna-externa, en la que primero se crea una ranura en el occipital. Después, se desliza la cabeza de un tornillo occipital por el orificio creado, con la cabeza plana del tornillo en el espacio epidural y la rosca hacia fuera. Luego, se asegura una placa ósea occipital al occipital con una tuerca. Múltiples estudios<sup>27,28</sup> han mostrado que este método también es seguro y eficaz para la fijación occipital.

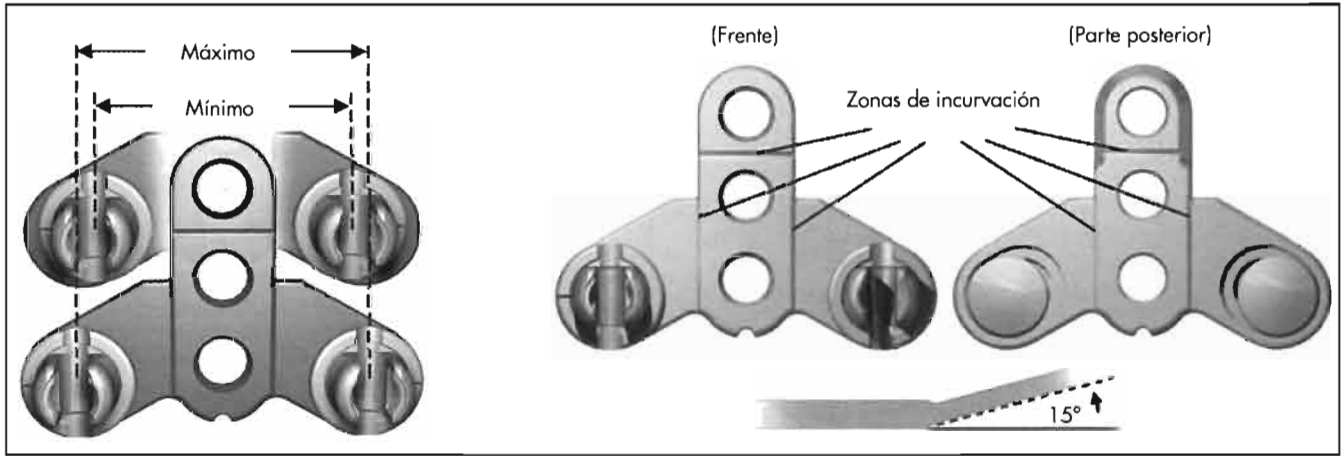
Un problema de todos los dispositivos de fijación occipital es la protrusión del implante. Las placas occipitales modernas son de bajo perfil y están premoldeadas para que se adapten a la forma aproximada del occipital. En algunos diseños de placas también se han agregado zonas de incurvación para facilitar la manipulación intraoperatoria de la placa a fin de lograr una aproximación aun mayor entre ésta y el hueso occipital. Esto está representado por la placa de la figura 5, pero también se puede observar en la figura 3 C y E. En los diseños de barra-placa, las placas occipitales bilaterales se pueden moldear tanto en el plano sagital como en el coronal para una mejor aproximación medial al hueso occipital (Fig. 3 D y E).

En diseños que tienen una barra como componente longitudinal conectada a una placa occipital, la barra puede ser un componente único que se transforma en una placa en la región occipital (Fig. 3 D) o puede ser un diseño en dos piezas en el que la placa occipital y la barra se conectan mecánicamente durante la cirugía (Fig. 3 E). En este último tipo de diseño, lo más común es conectar la barra con la placa mediante un conector ranurado para que haya flexibilidad respecto de la posición medial-lateral de la barra. Algunas de las conexiones ranuradas tienen una orientación fija (Fig. 3 C), mientras que otras permiten medializar o lateralizar la barra e incluso rotar la articulación para facilitar la fijación de la placa a la barra longitudinal; esto se observa con suma claridad en la figura 3 A, donde es posible un ajuste medial-lateral de hasta 5 mm y cualquier grado de rotación.

## FIJACIÓN DE LA COLUMNA CERVICAL

Hay varias técnicas para obtener fijación de columna cervical superior y subaxoidea. Un anclaje vertebral cervical superior o subaxoideo sólido es la clave de una estructura occipitocervical rígida. El anclaje vertebral se puede lograr con tornillos (pediculares, de masa lateral o transarticulares), ganchos laminares o alambres sublaminares. Los tornillos confieren el anclaje espinal más rígido. Algu-





**Figura 5.** Opciones de tamaño y zonas de incurvación variables para facilitar el moldeado intraoperatorio de la placa occipital Mountaineer (reproducido con autorización de DePuy Spine, Raynham, MA).

nos estudios han mostrado que los tornillos se pueden colocar de manera segura en la masa lateral y los pedículos cervicales, aunque la variabilidad de la morfometría y la orientación de los pedículos y las masas laterales requiere evaluación preoperatoria muy cuidadosa<sup>29,30</sup>. Cuando los tornillos se colocan en forma correcta, permiten evitar los riesgos neurológicos reconocidos asociados con la fijación intraconducto mediante ganchos laminares, alambres o cables sublaminares.

Además de la ventaja de no violar el espacio del conducto medular, los tornillos correctamente colocados ofrecen varios otros beneficios respecto de los ganchos laminares, lo que los vuelve preferibles para la estabilización posterior.

Debido a que los ganchos hacen presa sólo de la parte posterior de la lámina, pueden conferir únicamente fijación semirrígida. Por el contrario, un tornillo en la masa lateral de C1 o el pedículo de C2 puede permitir la fijación sólida de las tres columnas. A menudo, la creación de una estructura más rígida reduce la cantidad de niveles que requieren artrodesis.

Como parte de la versatilidad del diseño de los sistemas occipitocervicodorsales actuales, los anclajes óseos de la columna cervical —en especial, los que están más limitados en su colocación anatómica, como los tornillos de C1 y C2— son los que se suelen colocar primero. Una vez colocados, estos anclajes se pueden utilizar como guía para elegir una placa occipital del tamaño apropiado.

En sistemas previos, la localización de los tornillos se veía limitada y constreñida mecánicamente por el sistema de implante. En cambio, con los implantes más modernos, la gran variedad de diseños de tornillos y conectores permite que el cirujano coloque los tornillos donde impone la anatomía del paciente y después aproveche las características del diseño del tornillo y el conector para facilitar la fijación de los anclajes a las barras con mínimo moldeado de éstas (Fig. 6).

En la actualidad los sistemas presentan tornillos de eje variable o poliaxiales, lo que significa que hay cierto grado de libertad entre el tornillo óseo y la cabeza del tornillo o la montura de conexión que lo fija a las barras longitudi-

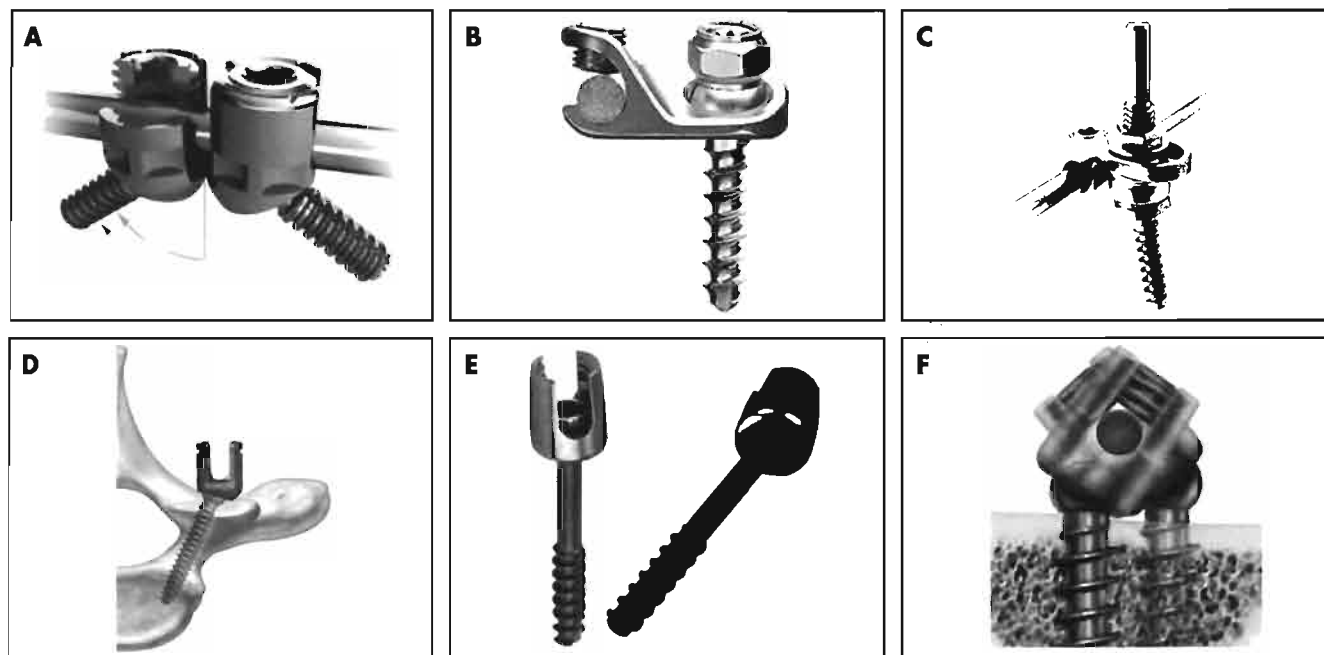
nales. Algunos tornillos presentan un cono de angulación que permite cualquier posición dentro de ese cono, mientras que otros tornillos son más constreñidos con menores grados de libertad, a veces con movimiento en un solo plano. Los tornillos representados en la figura 6 tienen diversos grados de libertad entre el cuerpo y la cabeza del tornillo. Otras características del diseño, como tornillos de ángulo sesgado y tornillos modulares con múltiples opciones de conectores, también facilitan la inserción barra-anclaje.

## COMPONENTES LONGITUDINALES

Hay diferencias de forma y de tamaño entre los sistemas de barra-placa y los sistemas de placa occipital independiente. En un sistema de barra-placa, las opciones de conectores longitudinales existentes dependen de si la barra y la placa están integradas (Figs. 2 A y 3 D) o son dos componentes separados (Fig. 3 E). Los sistemas de barra-placa integradas evitan el acoplamiento mecánico adicional de la barra y la placa durante la operación, pero por su diseño limitan más al cirujano respecto de la localización de los anclajes cervical u occipital, debido a la falta de flexibilidad entre un implante occipital fijo y el componente longitudinal unido.

Un sistema modular de barra-placa es un diseño intermedio entre un diseño de barra-placa puro y un diseño de placa occipital independiente. Un sistema de este tipo ofrece al cirujano la flexibilidad de cambiar la barra durante la cirugía sin necesidad de retirar los tornillos de la porción placa occipital del sistema barra-placa. Sin embargo, la superficie de contacto de ángulo fijo entre la placa y la barra agrega otra limitación al implante. Por ejemplo, la conexión entre la barra y la placa occipital de un sistema se fija en 110° (Fig. 3 E). Si bien puede haber moldeado adicional menor de la barra y la placa intraoperatoriamente, este diseño de ángulo fijo requiere que la anatomía del paciente esté cerca de este ángulo para que el dispositivo se adapte bien.

El sistema de placa occipital independiente permite flexibilidad final en la colocación de la placa, que es independiente de la localización de la barra cervical. Este dise-

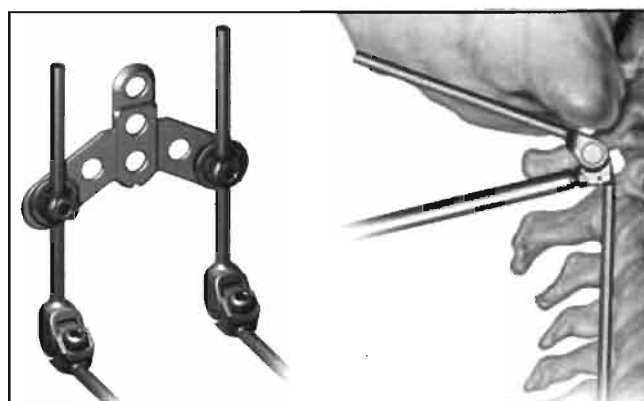


**Figura 6.** Características de los diseños actuales de tornillos y conectores para facilitar la unión de los anclajes a las barras con mínimo moldeado. **A.** Tornillo poliaxial de ángulo sesgado Oasys (reproducido con autorización de Stryker, Mahwah, NJ). **B.** Tornillo Starlock (reproducido con autorización de Synthes USA, West Chester, PA). **C.** Tornillo de ángulo variable Altius sobre conector lateral (reproducido con autorización de EBI, Parsippany, NJ). **D.** Tornillo Mountaineer OCT (reproducido con autorización de DePuy Spine, Raynham, MA). **E.** Tornillo multiaxial Vertex en montura de pivote (reproducido con autorización de Medtronic Sofamor Danek USA, Memphis, TN). **F.** Detalle del implante que muestra la versatilidad de la colocación del anclaje (reproducido con autorización de Medtronic Sofamor Danek USA, Memphis, TN).

ño de implante permite intercambiar o reposicionar la barra sin retirar la placa occipital. En los sistemas de placas occipitales independientes, las barras se pueden presentar precurvadas para que se asemejen a la anatomía de la unión occipitocervical; después, se efectúan ajustes intraoperatorios menores para adaptar más el implante al contorno del plano sagital de un determinado paciente (Fig. 2 B).

Hace poco, se ha introducido una barra ajustable (Fig. 7) que presenta una articulación de la barra en el nivel de la unión occipitocervical. Este diseño innovador permite alcanzar un rango completo de angulación en un solo plano dentro de la barra. Esto ofrece varias ventajas. Primero, disminuye el tiempo de cirugía, porque la angulación de la barra se puede refinar durante el desarrollo de la estructura. Además, como en otros sistemas de barra-placa, las barras se pueden cambiar durante la operación sin retirar la placa occipital. Por último, según la resistencia biomecánica del diseño, se puede minimizar el fracaso por fatiga a largo plazo, pues no hay necesidad de curvar la barra ni de transferencia de fuerzas, requeridas tradicionalmente en esta superficie de contacto.

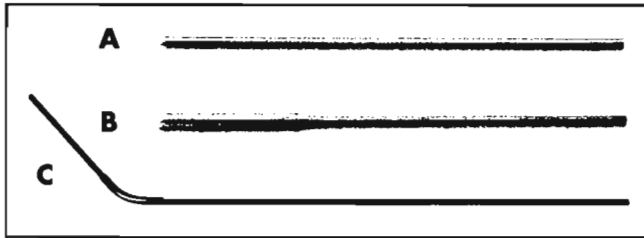
Hay varios otros diseños occipitocervicales (Fig. 8), como una barra estándar, una barra afinada y una barra de transición. La mayoría de los sistemas utilizan barras con una superficie transversal constante que han sido premoldeada para que se adapten al ángulo occipitocervical (Fig. 8 A). Aunque hay cierta variación en el diámetro de las barras, la mayoría de los sistemas emplean barras cervicales de 3,5 mm de diámetro.



**Figura 7.** Barra occipitocervical ajustable (Mountaineer OCT Spinal System). La articulación permite un rango de angulación completo en un solo plano; los ángulos se pueden modificar durante la operación sin retirar la barra (reproducido con autorización de DePuy Spine, Raynham, MA).

La barra afinada es un diseño alternativo con un diámetro diferente en cada extremo, separados por una zona de transición (Fig. 8 B). El mayor diámetro añade resistencia al sistema, sobre todo en la transición entre el occipital y la columna cervical.

El tercer diseño corresponde a la barra de transición (Fig. 8 C). Esta barra tiene 3 mm de diámetro en cada extremo, pero 4 mm en el vértice del codo premoldeado en el nivel de la unión occipitocervical. Esto confiere mayor resistencia al implante en el vértice del codo, donde las fuer-



**Figura 8.** Diseños convencional, afinado y de transición de barras. **A.** Barra estándar Axon System (reproducido con autorización de Synthes USA, West Chester, PA). **B.** Barra afinada Axon System (reproducido con autorización de Synthes USA, West Chester, PA). **C.** Barra de transición Summit Spinal System (reproducido con autorización de DePuy Spine, Raynham, MA).

zas mecánicas son máximas, mientras que minimiza el tamaño y el peso en otros segmentos de la barra.

## OTROS COMPONENTES DE LOS SISTEMAS DE FIJACIÓN

Para estabilizar más la estructura mecánica, cada sistema incluye barras de conexión horizontal o conexiones transversales para estabilizar las dos barras por debajo del occipital. Los conectores horizontales se fijan directamente en la barra o en las cabezas de los tornillos poliaxiales (conectores horizontales directos). La distancia entre las barras sin duda varía en cada paciente, de modo que cada conector tiene características de diseño que le permiten ser fijado con facilidad a las barras, cualquiera sea la distancia entre ellas. Algunos conectores permiten ajustes en el punto de conexión horizontal con la barra longitudinal, mientras que otros utilizan una unión ajustable dentro del conector propiamente dicho (Figs. 1 y 2). La región óptima de unión de este conector es justo por debajo de la curva occipitocervical de la barra o en la unión cervicodorsal para estructuras más largas, a fin de evitar el posible contacto con la duramadre prominente en la columna subaxoidea.

## CONCLUSIÓN

La fijación occipitocervical es técnicamente exigencias. El cirujano debe tener un conocimiento perfecto de la anatomía y de la biomecánica de la instrumentación espinal, y estar familiarizado con las técnicas de estabilización y los implantes. El carácter de la lesión, la anatomía del paciente y la calidad del hueso huésped determinan, finalmente, cuál es la forma de fijación óptima.

Aunque a primera vista los sistemas modulares actuales parecen aumentar de manera sustancial la complejidad quirúrgica, los diseños en realidad simplifican el proceso al permitir que el cirujano coloque los anclajes espinales en localizaciones anatómicas ideales y, aun así, conecte las barras longitudinales con mínimo moldeado intraoperatorio. Esta flexibilidad de colocación de los anclajes optimiza la probabilidad de obtener una estructura rígida, lo que evita la necesidad de inmovilización externa engorrosa. En el último siglo ha habido una modificación drástica de los diseños y las técnicas para lograr artrodesis, que seguirán evolucionando a medida que se introduzcan innovaciones en los diseños.

## RESUMEN

La fijación occipitocervical es técnicamente exigente pero necesaria en muchos en los cuales hay inestabilidad funcional de la articulación occipitocervical. El cirujano debe tener un conocimiento acabado de la anatomía asociada, la biomecánica de la instrumentación espinal y estar familiarizado con la cantidad siempre creciente de técnicas de estabilización e implantes. El carácter de la lesión, la anatomía del paciente y la calidad del hueso huésped determinan, finalmente, cuál es la forma de fijación óptima. Aunque a primera vista los sistemas modulares actuales parecen aumentar de manera sustancial la complejidad quirúrgica, los diseños en realidad simplifican el proceso al permitir que el cirujano coloque los anclajes occipitales y espinales en ubicaciones anatómicas ideales.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Foerster O. Die leitungsbahnen des schmerzgefühls und die chirurgische behandlung der schmerzzustände. Berlin, Alemania, Urban and Schwarzenberg, 1927.
2. Elia M, Mazzara JT, Fielding JW. Onlay technique for occipitocervical fusion. Clin Orthop Relat Res, 1992; 280:170-174.
3. Grantham SA, Dick HM, Thompson RC Jr, Stinchfield FE. Occipitocervical arthrodesis: Indications, technic and results. Clin Orthop Relat Res, 1969; 65:118-129.
4. Hamblen DL. Occipito-cervical fusion: Indications, technique and results. J Bone Joint Surg Br, 1967; 49:33-45.
5. Vaccaro AR, Lim MR, Lee JY. Indications for surgery and stabilization techniques of the occipito-cervical junction. Injury, 2005; 36 (suppl. 2):B44-B53.
6. Luque ER. The anatomic basis and development of segmental spinal instrumentation. Spine, 1982; 7:256-259.
7. Itoh T, Tsuji H, Katoh Y, Yonezawa T, Kitagawa H. Occipito-cervical fusion reinforced by Luque's segmental spinal instrumentation for rheumatoid diseases. Spine, 1988; 13:1234-1238.
8. Apostolides PJ, Dickman CA, Golfinos JG, Papadopoulos SM, Sonntag VK. Threaded Steinmann pin fusion of the craniovertebral junction. Spine, 1996; 21:1630-1637.
9. Ransford AO, Crockard HA, Pozo JL, Thomas NP, Nelson IW. Craniocervical instability treated by contoured loop fixation. J Bone Joint Surg Br, 1986; 68:173-177.
10. Moskovich R, Crockard HA, Shott S, Ransford AO. Occipitocervical stabilization for myelopathy in patients with rheumatoid arthritis: Implications of not bone-grafting. J Bone Joint Surg Am, 2000; 82:349-365.
11. Grob D, Dvorak J, Panjabi M, Froehlich M, Hayek J. Posterior occipitocervical fusion: A preliminary report of a new technique. Spine, 1991; 16 (3 suppl.):S17-S24.
12. Lieberman IH, Webb JK. Occipitocervical fusion using posterior titanium plates. Eur Spine J, 1998; 7:308-312.
13. Sasso RC, Jeanneret B, Fischer K, Magerl F. Occipitocervical fusion with posterior plate and screw instrumentation: A longterm follow-up study. Spine, 1994; 19:2364-2368.
14. Smith MD, Anderson P, Grady MS. Occipitocervical arthrodesis using contoured plate fixation: An early report on a versatile fixation technique. Spine, 1993; 18:1984-1990.
15. Oda I, Abumi K, Sell LC, Haggerty CJ, Cunningham BW, McAfee PC. Biomechanical evaluation of five different occipito-atlanto-axial fixation techniques. Spine, 1999; 24:2377-2382.
16. Abumi K, Takada T, Shono Y, Kaneda K, Fujiya M. Posterior occipitocervical reconstruction using cervical pedicle screws and plate-rod systems. Spine, 1999; 24:1425-1434.
17. Anderson PA, Oza AL, Puscak TJ, Sasso R. Biomechanics of occipitocervical fixation. Spine, 2006; 31:755-761.
18. Menezes AH. Complications of surgery at the craniovertebral junction: Avoidance and management. Pediatr Neurosurg, 1991; 17:254-266.
19. Singh SK, Rickards L, Apfelbaum RJ, Hurlbert RJ, Maiman D, Fehlings MG. Occipitocervical reconstruction with the Ohio Medical Instruments Loop: Results of a multicenter evaluation in 30 cases. J Neurosurg, 2003; 98 (suppl. 3):239-246.
20. Dvorak MF, Fisher C, Boyd M, Johnson M, Greenhow R, Oxland TR. Anterior occiput-to-axis screw fixation: Part I. A case report, description of a new technique, and anatomical feasibility analysis. Spine, 2003; 28:E54-E60.
21. Dvorak MF, Sekeramayi F, Zhu Q, et al. Anterior occiput to axis screw fixation: Part II. A biomechanical comparison with posterior fixation techniques. Spine, 2003; 28:239-245.
22. Roberts DA, Doherty BJ, Heggeness MH. Quantitative anatomy of the occiput and the biomechanics of occipital screw fixation. Spine, 1998; 23:1100-1108.

23. Ebraheim NA, Lu J, Biyani A, Brown JA, Yeasting RA. An anatomic study of the thickness of the occipital bone: Implications for occipitocervical instrumentation. *Spine*, 1996; 21:1725-1730.
24. Zipnick RI, Merola AA, Gorup J, et al. Occipital morphology: An anatomic guide to internal fixation. *Spine*, 1996; 21:1719-1724.
25. Hafer TR, Yeung AW, Caruso SA, et al. Occipital screw pullout strength: A biomechanical investigation of occipital morphology. *Spine*, 1999; 24: 5-9.
26. Sutterlin CE III, Bianchi JR, Kunz DN, Zdeblick TA, Johnson WM, Rapoff AJ. Biomechanical evaluation of occipitocervical fixation devices. *J Spinal Disord*, 2001; 14:185-192.
27. Pait TG, Al-Mefty O, Boop FA, Armutovic KI, Rahman S, Ceola W. Inside-outside technique for posterior occipitocervical spine instrumentation and stabilization: Preliminary results. *J Neurosurg*, 1999; 90 (suppl. 1):1-7.
28. Sandhu FA, Pait TG, Benzel E, Henderson FC. Occipitocervical fusion for rheumatoid arthritis using the inside-outside stabilization technique. *Spine*, 2003; 28:414-419.
29. Ebraheim N, Rollins JR Jr, Xu R, Jackson WT. Anatomic consideration of C2 pedicle screw placement. *Spine*, 1996; 21:691-695.
30. Jones EL, Heller JG, Silcox DH, Hutton WC. Cervical pedicle screws versus lateral mass screws. Anatomic feasibility and biomechanical comparison. *Spine*, 1997; 22:977-982.

# Evaluación traumatológica de la columna cervical pediátrica

J. D. Eubanks, A. Gilmore, S. Bess y D. R. Cooperman

## INTRODUCCIÓN

La lesión de la columna cervical pediátrica es infrecuente, pero la falta de diagnóstico o un diagnóstico tardío pueden provocar consecuencias gravísimas. Por lo tanto, después de un traumatismo es importante evaluar la columna cervical del niño. Son problemas frecuentes hacer que el niño colabore con el examen, la anatomía propia complejidad de la columna cervical pediátrica, la falta de acuerdo sobre las modalidades de estudios por la imagen definitivos y la coordinación de múltiples especialidades médicas. Agilizar la evaluación de la columna cervical pediátrica requiere un enfoque multidisciplinario organizado. Los procedimientos sistematizados en el departamento de urgencias y una metodología clara para revisar las radiografías en el momento del examen físico del niño puede evitar la falta o demora diagnóstica. Este algoritmo tiene en cuenta la adecuación de las imágenes, la alineación de los elementos óseos y las partes blandas, la determinación de los intervalos cervicales y la presencia de angulación anormal. Combinado con el tratamiento convencional, este protocolo facilita la evaluación eficaz y rápida de la columna cervical.

La lesión de la columna cervical en la población pediátrica es rara y tiene una incidencia estimada del 1 al 2% del total de víctimas pediátricas de traumatismos<sup>1,2</sup>. Si bien estas lesiones son infrecuentes, no diagnosticarlas o hacerlo en forma tardía puede provocar consecuencias devastadoras. La mortalidad por lesión cervical en niños traumatizados varía del 4 al 41%<sup>3-5</sup>, y la mayoría de los estudios informan una tasa del 16 al 17%<sup>1,2,6</sup>. Por lo tanto, el infrecuente contacto de los médicos con niños que presentan lesión de la columna cervical y las posibles consecuencias gravísimas de un diagnóstico erróneo complican el proceso de evaluación de la columna cervical pediátrica.

## CARACTERÍSTICAS DE LA LESIÓN

Las dos series más grandes y recientes sobre lesiones de la columna cervical pediátrica indican que la edad pro-

medio de los pacientes traumatizados es de 10 a 11 años; alrededor del 60% de las víctimas son varones<sup>1,2</sup>. El mecanismo de lesión varía, a menudo con la edad. Las colisiones de vehículos a motor son la causa global más común de lesión (44-68%)<sup>1,2,5,7</sup>. Sin embargo, las lesiones relacionadas con los deportes, las lesiones de peatones y las colisiones de bicicletas representan una cantidad significativa de lesiones en niños de más de nueve años<sup>1</sup>. Los niños de uno a tres años están predispuestos a lesión cervical por caídas debidas al tamaño desproporcionadamente grande de la cabeza y a que el centro de gravedad está alto, así como a la falta de coordinación<sup>6</sup>.

La correlación entre edad y mecanismo de lesión se extiende también al nivel de lesión observado. Hay coincidencia casi universal en que las lesiones de la columna cervical superior (C1-C3) son más comunes en niños menores de ocho años<sup>1,2,7,8</sup>, en gran medida por la anatomía de la columna cervical pediátrica<sup>9-11</sup>, que comienza a adquirir las características de estabilidad adultas a los siete-ocho años. Entre otros cambios, las sincondrosis neurocentrales del atlas y la sincondrosis odontocentral del axis se suelen cerrar a esa edad, y los cuerpos vertebrales pierden su configuración en cuña. Las características típicas del niño más pequeño son una cabeza grande asentada sobre un punto de apoyo de movimiento alto (C2-C3), con musculatura cervical poco desarrollada, mayor amplitud de movimiento del cuello, laxitud ligamentosa relativa y orientación horizontal de las carillas articulares.

Estas características son reemplazadas de manera gradual por relaciones de tensión y óseas de tipo adulto<sup>6,9,11</sup>. Por esto los niños menores de ocho años presentan patrones de lesión singulares. Una serie informó que el 87% de las lesiones de niños menores de ocho años se localizaban en C3 o por encima de este nivel<sup>8</sup>. Más aún, la tasa de mortalidad parece correlacionarse con el nivel de la lesión, y varió del 17% en C3 al 3,7% en C4. Si bien la columna cervical superior parece ser la más afectada en niños pequeños, Givens et al.<sup>5</sup> advierten que no se deben descuidar las lesiones de la columna cervical más baja. Observaron que

no hay predilección por las lesiones de columna cervical superior en los niños y hallaron 10 de 20 menores de ocho años con lesión significativa por debajo de C4.

Nitecki y Moir<sup>8</sup> intentaron extraer conclusiones básicas respecto del patrón de lesión en niños pequeños. Las lesiones por subluxación eran frecuentes: 45% de los niños menores de ocho años, cuando se consideraban todos los niveles cervicales. Los patrones de lesión específicos diagnosticados en los niveles cervicales altos (C1-C2) consistían en fractura de C1 en las sincondrosis neurocentral y posterior (fractura de Jefferson), fractura del arco de C1, fractura de la odontoides, fractura bilateral del pedículo de C2 (fractura del ahorcado), fractura laminar de C2, ruptura ligamentosa posterior C1-C2 y luxación por rotación de C1-C2.

Eleraky et al.<sup>6</sup> observaron cuatro patrones radiográficos generales en su serie retrospectiva de 102 casos de lesión de la columna cervical. El primer patrón, fracturas vertebrales, fue el más frecuente (33%), seguido de fracturas con subluxación (27%), subluxación sin fractura (22%) y lesión de la médula espinal sin anormalidad radiográfica (LMESAR) (18%). Los autores detectaron una aparente correlación entre la edad y el tipo de lesión. Los niños menores de nueve años tendían a presentar una incidencia más alta de lesión aislada de las partes blandas, como subluxación (39%) y LMESAR (30%). En niños mayores, cuyas columnas se asemejan más a las de los adultos, el 80% tenía evidencia de fractura sola o fractura asociada con subluxación.

La cantidad aparentemente alta de lesiones sin anormalidad radiográfica observada por Eleraky et al.<sup>6</sup> es similar a los hallazgos de otras series. Un estudio<sup>12</sup> informó la presencia de LMESAR en el 67% de los traumatismos de columna cervical pediátrica. Esta marcada incidencia de lesión de la médula espinal refleja el escaso desarrollo de la columna pediátrica. La mayor elasticidad y movimiento de los elementos cervicales permiten desplazamientos intersegmentarios transitorios, que pueden lesionar la médula sin dejar signos radiográficos característicos<sup>12</sup>. La columna vertebral inmadura se puede estirar hasta 5 cm sin romperse, mientras que la médula espinal se rompe con sólo 5-6 mm de tracción<sup>13</sup>. Esta inelasticidad relativa de la médula espinal se debe a la fijación cefálica, por el encéfalo y el plexo braquial, y caudal, por la cola de caballo. La consiguiente disparidad de elongación hace que la médula espinal sea muy vulnerable a lesiones por diversos mecanismos, como hiperextensión, flexión, estiramiento e isquemia<sup>12</sup>.

El resultado puede ser significativo, desde lesiones incompletas hasta completas e incluso la muerte. Hay que destacar que aunque un niño tenga radiografías normales de la columna cervical sin déficit neurológico evidente en la presentación, puede haber LMESAR. Un estudio informó sobre la aparición de síntomas hasta cuatro días después de la lesión<sup>12</sup>. Los únicos heraldos de deterioro latente pueden ser síntomas transitorios, como parestesias y sensaciones «de tipo *shock*»<sup>7</sup>. En estos casos, Brown et al.<sup>7</sup> recomiendan finalmente solicitar una resonancia magnética (RM). En este contexto, la RM puede ser útil para delinear las lesiones de las partes blandas, como inestabilidad

ligamentosa o edema medular que, de lo contrario, podrían pasar inadvertidas y no ser tratadas, lo que expone al niño a una lesión neurológica adicional. El pronóstico es mucho mejor en los niños cuya presentación inicial es menos grave que en aquellos con déficit importantes en el momento de la presentación<sup>12</sup>.

## EVALUACIÓN DE LA COLUMNA CERVICAL PEDIÁTRICA

La evaluación de la columna cervical implica excluir cualquier lesión ósea o ligamentosa que pueda estar causando inestabilidad de la columna que, de pasar inadvertida, puede provocar un daño adicional de la médula espinal o las raíces nerviosas. Si bien el concepto es bastante simple, el proceso real es multifacético.

### FACTORES DE RIESGO

Para determinar la posibilidad de riesgo de lesión de la médula espinal en el niño traumatizado hay que evaluar los antecedentes, la presentación y el examen físico. En un estudio reciente, Lee et al.<sup>14</sup> intentaron encarar esta cuestión delineando 10 factores para orientar la toma de decisiones clínica (Tabla 1). Se consideró que los niños con cualquiera de estos factores de riesgo estaban expuestos a

**TABLA 1**  
**FACTORES DE RIESGO DE LESIÓN**  
**DE LA COLUMNA CERVICAL**

#### Razones de inmovilización y diagnóstico por la imagen

1. Paciente inconsciente
2. Mecanismo de lesión sugestivo de LCC: colisión a alta velocidad en vehículos con motor, caída desde altura mayor que la del cuerpo, accidente de bicicleta o de tránsito, lesión por hiperextensión forzada, lesión por aceleración-desaceleración que compromete la cabeza
3. Dolor en el cuello
4. Dolor focal a la palpación del cuello o imposibilidad de evaluar el dolor cervical debido a una lesión que desvía la atención
5. Hallazgos anormales en el examen neurológico (examen motor, sensitivo, reflejo)
6. Antecedentes de síntomas neurológicos transitorios sugestivos de LMESAR (por ejemplo, debilidad, parestesias o sensación fulgurante/urente a lo largo de la columna/miembro o relacionada con el movimiento del cuello)
7. Signos físicos de traumatismo del cuello (por ejemplo, equimosis, abrasión, deformidad, tumefacción, dolor a la palpación)
8. Examen no fiable debido a abuso de sustancias
9. Traumatismo craneoencefálico o facial significativo
10. Niño inconsolable

LCC: lesión de la columna cervical; LMESAR: lesión de la médula espinal sin anormalidad radiográfica.

Adaptado con autorización de Lee SL, Seno M, Greenholz SK, Fiederman M. A multidisciplinary approach to the development of a cervical spine clearance protocol: Process, rationale, and initial results. *J Pediatr Surg*, 2003; 38:358-362.

lesión de la columna cervical, y se indicó inmovilización y diagnóstico por la imagen. Además, se ha sugerido que cualquier niño que presente inestabilidad o paro cardiorespiratorio sin causa reconocida puede tener una lesión de la columna cervical y debe ser evaluado de la manera apropiada<sup>8</sup>. Scarrow et al.<sup>15</sup> observaron que varios factores muestran correlación estadísticamente significativa con una lesión de la columna cervical, como la alteración del sensorio, puntuación < 14 de la escala de coma de Glasgow, déficit neurológico asociado con lesión de la médula o las raíces nerviosas cervicales y dolor a la palpación del cuello.

### INDICACIONES DE INMOVILIZACIÓN

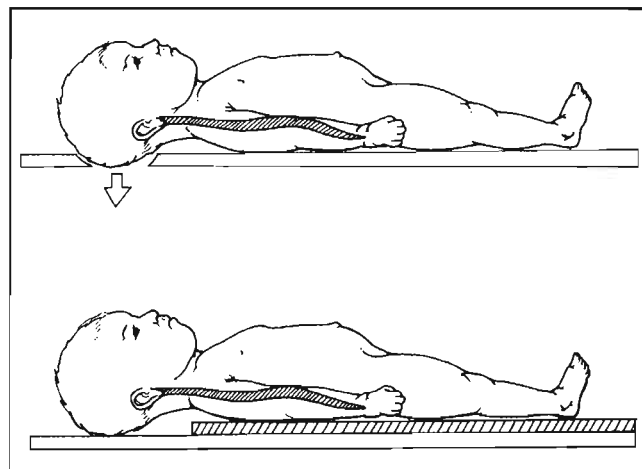
El niño con presunta lesión de la columna cervical debe ser inmovilizado durante el proceso de evaluación. La inmovilización correcta comprende una combinación de cuello ortopédico rígido, tabla de extricación, bloques para cabeza y cuello, y cinta para garantizar la máxima estabilidad. Se ha observado que la cabeza grande y el tórax relativamente pequeño de los niños lleva a la cabeza y el cuello a una posición de cifosis y angulación anterior<sup>16</sup>. Esta posición de flexión puede exponer al niño inmovilizado a lesiones adicionales. Por esto se recomienda con firmeza utilizar tablas con una depresión occipital o un acojinado doble debajo del cuerpo para elevar el tórax y ayudar a que el cuello no quede flexionado (Fig. 1). La mejor manera de lograr la posición neutra de la columna cervical es mediante un acojinado de alrededor de  $27 \pm 7$  mm de espesor para niños menores de cuatro años o de  $22 \pm 4,2$  mm para niños mayores de cuatro años<sup>17</sup>.

Durante el proceso de evaluación los médicos deben saber la duración de la inmovilización con tabla. Se deben hacer todos los esfuerzos para retirar al niño de la tabla lo antes posible para reducir el riesgo de escaras. También se debe retirar el cuello ortopédico en cuanto sea posible. Davis et al.<sup>18</sup> observaron mayor incidencia de erupciones cutáneas, maceración de la piel y escaras debajo del cuello ortopédico en pacientes obnubilados.

Un enfoque estandarizado multidisciplinario puede facilitar de manera eficaz la evaluación rápida de la columna cervical, en un promedio de 7,5 horas en el paciente no intubado, y de 19,4 horas en el niño intubado<sup>14</sup>.

### DIAGNÓSTICO POR LA IMAGEN

Los niños con una presunta lesión de la columna cervical deben ser inmovilizados, pero no se ha esclarecido tan bien si se deben tomar radiografías cervicales en todos los pacientes pediátricos traumatizados o sólo en aquellos con alta sospecha de lesión. Un gran estudio retrospectivo indicó que el 83% de los niños con lesión de la columna cervical presentaban anomalías óseas reconocidas en los estudios por la imagen<sup>2</sup>. En cambio, Lally et al.<sup>19</sup> argumentan que las radiografías sistemáticas de columna cervical en niños traumatizados tienen un bajo rendimiento. En su estudio de 2,5 años de 187 niños, las radiografías sistemáticas sólo revelaron una fractura. Jaffe et al.<sup>20</sup> elaboraron un algoritmo para la toma de decisiones que consiste en ocho variables clínicas: dolor cervical espontáneo, dolor a la manipulación del cuello, limitación de la movilidad del cuello,



**Figura 1.** La inmovilización apropiada del niño pequeño requiere una tabla modificada con una depresión occipital (arriba) o acojinado con colchón (abajo) (reproducido de Copley LA, Dormans JP. Cervical spine disorders in infants and children. *J Am Acad Orthop Surg*, 1998; 6:204-214).

antecedentes de traumatismo cervical, y anomalías de los reflejos, la fuerza, la sensibilidad o el sensorio. Jaffe et al.<sup>20</sup> aplicaron estos criterios a su estudio y señalaron que su utilización podría haber reducido la cantidad de radiografías realizadas en un 38% y aun así se hubiesen detectado anomalías en 58 de 59 niños con lesiones de la columna cervical.

Un estudio multicéntrico prospectivo más reciente aplicó una regla de toma de decisiones similar. La presencia o ausencia de dolor a la palpación en la línea media cervical, alteración del sensorio, evidencia de intoxicación, anomalía neurológica y lesión por estiramiento permitió la correcta identificación de todas las lesiones de columna pediátrica en una serie de más de 3.000 niños traumatizados<sup>21</sup>. Sin embargo, la debilidad de este Estudio *National Emergency X-Radiography Utilization Study*, NEXUS, es el pequeño número de lactantes y niños de uno-tres años incorporados al estudio. La evaluación clínica puede ser sumamente difícil en este grupo, y se ha observado que los niños sin capacidad de comunicación verbal o de expresión del dolor cervical tienen una probabilidad 23 veces más alta de que no se le diagnostiquen lesiones cervicales<sup>22</sup>.

Después de determinar que el niño requerirá estudios por la imagen, el siguiente paso es decidir cuáles son apropiados. Varios estudios grandes sobre traumatismos han demostrado que las series de tres proyecciones (anteroposterior [AP], lateral, de odontoides) de la columna permiten una detección fiable de las lesiones de la columna cervical<sup>23,24</sup>. Dietrich et al.<sup>4</sup> observaron que la radiografía de perfil sola era diagnóstica de fractura en el 98% de los niños con lesión de la columna cervical. Estos resultados, combinados con la dificultad de tomar una proyección transoral de odontoides en pacientes pediátricos, cuestionan la utilidad de esta placa. Buhs et al.<sup>25</sup> hallaron lesiones de la columna cervical en el 87% de los niños menores de ocho años en las radiografías de frente y perfil solas (13/15 pacientes), y la proyección de odontoides no fue diagnóstica de lesión de la columna cervical en ninguno de los casos. Los autores argumentan que esta proyección es un

examen engorroso que compromete el manejo del paciente. En su lugar, se debe recurrir a la tomografía computarizada (TC) de la columna cervical superior, cuando se estime necesario por la clínica.

De modo similar, en la etapa aguda hay pocas indicaciones de radiografías en flexión y en extensión. Ralston et al.<sup>26</sup> señalaron que es improbable que estas proyecciones muestren hallazgos anormales en ausencia de alteraciones en las proyecciones AP y lateral de rigor. Más aún, en la etapa aguda el espasmo muscular puede limitar la toma de radiografías en flexión y en extensión. Estas proyecciones pueden ser más apropiadas más adelante, a los 14-28 días de la presunta lesión<sup>27</sup>.

Aún después de haber tomado las radiografías apropiadas, el tratamiento eficaz exige una evaluación sistemática. En una serie de 300 pacientes con lesiones significativas de la columna cervical, el diagnóstico se demoró de dos días a seis meses en 100 casos<sup>28</sup>. Otro estudio indicó que la ausencia de diagnóstico o el diagnóstico tardío en el contexto de trauma se debe a errores fundamentales de la evaluación clínica. Estos errores provocaron consecuencias muy graves en el 5% de los pacientes (de 18 a 76 años) con lesión de la columna cervical<sup>29</sup>. Dietrich et al.<sup>4</sup> comunicaron que hubo una demora inapropiada del tratamiento hasta en el 22% de los niños con lesión de la columna cervical. Si bien los resultados de estas demoras fueron más benignos que los informados por Davis et al.<sup>29</sup>, lesiones «triviales» evaluadas de manera inadecuada enmascararon fracturas de columna cervical subyacentes en el 86% de estos casos de niños traumatizados con diagnóstico tardío<sup>4</sup>.

Parte del fracaso cuando no se arriba al diagnóstico o éste se debe a la ausencia de una revisión sistemática de los estudios por la imagen. La revisión eficaz exige familiaridad con las variaciones anatómicas observadas en los niños. La columna cervical pediátrica es singular en com-

paración con la de los adultos, lo que revela cambios morfológicos madurativos<sup>9</sup> (Tabla 2). Desde el punto de vista radiográfico, estas particularidades han sido evaluadas y divididas clásicamente por Cattell y Filtzer<sup>30</sup> en tres categorías: variaciones del desplazamiento, de la curvatura y de los centros de osificación.

Las variaciones de desplazamiento son más notorias en el nivel C2-C3. Hay pseudosubluxación de la segunda o de la tercera vértebra en el 19% de niños sanos de uno a siete años seleccionados al azar. Se pueden reconocer relaciones similares, aunque menos frecuentes, en el nivel C3-C4. Cuando el cuello está en extensión, se puede observar aparente superposición del arco anterior del atlas sobre la apófisis odontoides en el 20% de las radiografías de perfil. Por último, es posible visualizar un intervalo atloidoaxoideo > 3 mm en el 20% de los niños<sup>30</sup>.

En el paciente pediátrico puede haber variaciones de la curvatura. Mientras que la columna adulta típica tiene una suave curva lordótica, el 14% de los niños no tienen lordosis<sup>30</sup>. Las radiografías de perfil tomadas en flexión pueden mostrar una marcada angulación en un solo espacio intervertebral. Este hallazgo puede ser secundario a laxitud relativa de los ligamentos interespinoso, interlaminar y longitudinal posterior.

Por último, muchos niños pueden presentar variaciones de los centros de osificación. Al revisar radiografías de perfil, los centros de osificación se deben evaluar específicamente según la edad. El platillo cartilaginoso basilar de la odontoides puede no estar osificado hasta por lo menos los cinco años. De modo similar, la epífisis odontóidea apical rara vez se observa en las proyecciones laterales, y Cattell y Filtzer<sup>30</sup> destacan que hay que tener cuidado de no confundirla con una lesión traumática.

La morfología del cuerpo vertebral también cambia a medida que madura la columna cervical. Con la edad, el

**TABLA 2**  
**DESARROLLO RADIOGRÁFICO DE LA COLUMNA CERVICAL EN LOS NIÑOS**

Edad	Cambio madurativo
6 meses	Cuerpo de C1 no visible Todas las sincondrosis abiertas
1 año	Cuerpo de C1 visible
3 años	Se cierran las sincondrosis de las apófisis espinosas localizadas en el plano posterior
3-6 años	Se cierran las sincondrosis neurocentrales Se cierra la sincondrosis entre la odontoides y el cuerpo de C2 Aparece el centro de osificación apical en el extremo superior de la odontoides Se resuelve la cuña anterior de los cuerpos vertebrales
8 años	Se resuelve la pseudosubluxación y el ensanchamiento del espacio preodontóideo La columna asume un aspecto más lordótico
Pubertad	Aparecen centros de osificación secundarios en los extremos de las apófisis espinosas Aparecen los anillos epifisarios superior e inferior Se cierra el centro de osificación apical de la odontoides
25 años	Se cierran los centros de osificación secundarios de los extremos de las apófisis espinosas Los anillos epifisarios superior e inferior se fusionan con la parte principal del cuerpo

Adaptado con autorización de Fesmire FM, Luten RC. The pediatric cervical spine: Developmental anatomy and clinical aspects. J Emerg Med, 1989; 7:133-142.



desarrollo de los cuerpos vertebrales adopta cuatro tipos básicos: oval, inmaduro (tipo I), ángulo superior redondeado (tipo II), cuña anterior (tipo III) y rectangular, maduro (tipo IV)<sup>31</sup> (Fig. 2). Dada la hiper movilidad de la columna cervical en los niños, sobre todo en el nivel C2-C3, puede haber una cuña anterior de C3. Es probable que esta cuña se deba a fuerzas de impactación crónicas, repetitivas, sobre la porción anterosuperior del cuerpo vertebral de C3<sup>31</sup>. El resultado de estas fuerzas no se debe confundir con una fractura; esta conformación es una variación normal en lactantes y niños pequeños.

### TÉCNICAS AVANZADAS DE DIAGNÓSTICO POR LA IMAGEN

Aunque la radiografía simple de la columna cervical sigue siendo el examen de investigación sistemática de elección, las técnicas avanzadas de estudios por la imagen están ganando cada vez mayor popularidad. No hay consenso respecto de cuándo ni con qué frecuencia realizar una TC durante el proceso de evaluación. Una buena serie radiográfica de trauma, evaluada correctamente, detectará la mayoría de las lesiones. Sin embargo, los autores de un estudio recomendaron uso liberal de TC, debido a la limitada sensibilidad de la serie de trauma para detectar lesiones de la columna cervical<sup>32</sup>. Sugirieron realizar una TC cuando las radiografías simples no permiten visualizar completamente la columna cervical, cuando persiste dolor cervical o déficit neurológico focal pese a radiografías normales y cuando éstas no confirman cuál es una fuente de una tumoración de partes blandas sin causa evidente. También se ha recomendado efectuar una TC para evaluar el espacio C1-C2 en el niño pequeño, debido a la cuestionable eficacia de la proyección de odontoides en estos pacientes<sup>25</sup>. En el niño traumatizado, la TC craneoencefálica debe

incluir cortes que se extiendan hasta el espacio C1-C2<sup>14,25</sup>. Cuando se utiliza la TC junto con una serie de trauma para evaluar zonas sospechosas o de visualización inadecuada en poblaciones adultas y pediátricas mixtas, la tasa de falsos negativos es < 0,1%<sup>33</sup>.

La RM ha ganado popularidad debido a su superioridad para evaluar las partes blandas. Un estudio realizó RM a 52 niños con síntomas persistentes o sin causa reconocida, signos de lesión e inestabilidad no explicada por radiografías y TC normales<sup>34</sup>. La RM detectó lesión previamente inadvertida en el 31% de los casos. Aunque las lesiones predominantes detectadas eran anomalías del complejo ligamentoso posterior y las partes blandas, 6 de los 16 hallazgos positivos mostraban evidencia de lesión significativa, como lesión del ligamento longitudinal, protrusiones agudas contenidas de discos y contusión de la médula espinal. De todos modos, no se ha esclarecido la importancia clínica de signos sutiles en la RM<sup>35</sup>.

Teniendo en cuenta el potencial significativo de la LME-SAR, los hallazgos radiográficos o clínicos sutiles en presencia de antecedentes apropiados pueden ser muy relevantes. Algunos autores sugieren que hay que tener en cuenta la RM en cualquier niño que refiere antecedentes de síntomas neurológicos transitorios después de un episodio traumático<sup>7</sup>. La RM ha ayudado a delinear una correlación entre los mecanismos de LMESAR y tres tipos generales de lesión ligamentosa y de las partes blandas:





1. Ruptura del ligamento longitudinal anterior, así como protrusión anterior del disco y separación de la parte anterior de platillo vertebral asociadas, que son compatibles con un mecanismo de hiperextensión.
2. Ruptura del ligamento longitudinal posterior y protrusión posterior del disco, que se correlaciona con lesiones por flexión lateral-rotación.
3. Cizallamiento entre cuerpos vertebrales, que es compatible con un mecanismo de hiperflexión<sup>36</sup>.

La RM es el estudio de elección para evaluar lesiones en un niño obnubilado o comatoso. En ausencia de un buen examen neurológico, la RM es rentable y eficaz. Puede ayudar a disminuir el tiempo de evaluación cervical, así como la necesidad de cuidados intensivos y la hospitalización global. Sin embargo, la RM no es una panacea en el proceso de evaluación, pues hay irregularidades óseas que se reconocen mejor en la TC<sup>35</sup>. Además, se ha observado que la ausencia de signos de lesión ligamentosa en la RM en la etapa aguda no excluye hallazgos latentes ni los hallazgos positivos predicen inestabilidad tardía<sup>36</sup>.

### ELABORACIÓN DE UN PROTOCOLO DE EVALUACIÓN

#### EXPERIENCIA DE UN CENTRO DE TRAUMA PEDIÁTRICO DE NIVEL I

No se ha desarrollado ningún protocolo de consenso nacional para evaluar la columna cervical pediátrica. Los protocolos para adultos aportan un marco de trabajo valioso como punto de partida, pero el cumplimiento estricto de estas normas suele ser difícil en niños pequeños<sup>37</sup>. En cambio, se propone un enfoque flexible que se base más

<b>Tipo I</b> Oval, inmaduro	
<b>Tipo II</b> Ángulo superior redondeado	
<b>Tipo III</b> Cuña anterior	
<b>Tipo III</b> Rectangular, maduro	

**Figura 2.** Los cuatro tipos de configuración del cuerpo vertebral observados en la columna cervical pediátrica (adaptado con autorización de Swischuk LE, Swischuk PN, John SD. *Wedging of C-3 in infants and children: Usually a normal finding and not a fracture. Radiology, 1993; 188:523-526*).

en la evaluación clínica que en normas estrictas de evaluación radiográfica. Browne et al.<sup>37</sup> informaron que más del 20% de los niños de todas las edades y el 40% de los menores de cinco años fueron evaluados clínicamente. Ninguna lesión de la columna cervical pasó inadvertida.

El mejor resultado clínico se obtiene con un protocolo que incorpora la evaluación clínica completa junto con uso de modalidades de diagnóstico por la imagen. La *Eastern Association of the Surgery of Trauma* ha propuesto normas generales de evaluación de la columna cervical<sup>33</sup>. Lee et al.<sup>14</sup> adaptaron estas normas a su población pediátrica y propusieron un enfoque multidisciplinario que ejemplificaba una conducta clínicamente sólida y temporalmente eficiente para la evaluación de la columna cervical pediátrica. El protocolo empleado en nuestro propio centro de trauma de nivel I tiene los mismos objetivos.

### **EVALUACIÓN INICIAL: PROTOCOLO PARA UN PACIENTE CONCIENTE**

La evaluación inicial de todo niño con sospecha de lesión de la columna cervical comienza con la inmovilización apropiada, que consiste en un cuello ortopédico rígido, una tabla de inmovilización adecuada con depresión occipital o cojínado, bolsas de arena o bloques a cada lado de la cabeza y cinta para fijar la cabeza. Cuando el niño ha sido correctamente inmovilizado, se procede a la evaluación de los ABC clásicos (es decir, vía aérea, respiración, circulación) del protocolo de trauma. En todo momento de la evaluación inicial, la apreciación correcta de la edad del niño y los antecedentes traumáticos favorecen la atención óptima. Se hace todo lo posible por comprender la presentación clínica dentro del marco del mecanismo de lesión. En ausencia de una buena anamnesis, la simple inspección del niño para detectar rasgos reveladores —por ejemplo, el clásico signo del cinturón de seguridad, o traumatismo craneoencefálico o facial significativos— puede aportar indicios vitales sobre una posible lesión subyacente<sup>11</sup>.

Una vez estabilizadas la vía aérea y el estado circulatorio, la columna cervical se convierte en la prioridad. La evaluación clínica comienza por la columna cervical en sí misma. Se realiza una tracción en línea y rotación, mientras se investiga dolor a la palpación y signos visibles o palpables de deformidad traumática de la columna. A continuación, se efectúa un examen neurológico cuidadoso, en el que se presta mayor atención a cualquier niño con antecedentes de síntomas neurológicos transitorios o persistentes. Sólo el 33% de los niños con lesión confirmada de la columna cervical pueden presentar evidencia de déficit neurológico<sup>2</sup>.

El examen neurológico se combina con un examen secundario completo para reconocer la presencia de lesiones dolorosas que desvía la atención. Por ejemplo, una fractura simultánea de un miembro puede provocar dolor significativo. Este dolor puede desviar la atención del niño de una posible lesión de la columna cervical. No hay consenso acerca de qué representa una lesión que desvía la atención ni de cuándo el dolor de una lesión de este tipo deja de ser un factor de distracción. Sin embargo, lo que parece evidente a partir de las normas del NEXUS y otras es que, en la etapa aguda, un examen clínico y radiográfico

completo en presencia de otra lesión dolorosa puede impedir que pasen inadvertidas lesiones significativas de la columna cervical<sup>21</sup>. Un estudio señala la relevancia de este concepto al observar que el 42% de los niños con lesión espinal presentaban lesión de otros sistemas orgánicos<sup>3</sup>. Además, la lesión de la columna cervical alta se correlacionaba con mayor incidencia de otras lesiones ortopédicas<sup>3</sup>. En caso de una fractura de miembro que puede desviar la atención, diferimos la evaluación de la columna cervical hasta haber estabilizado la fractura.

### **DIAGNÓSTICO POR LA IMAGEN**

De acuerdo con nuestro protocolo, la presencia en el examen de una lesión asociada que desvía la atención, dolor cervical o anomalía neurológica exige evaluación radiográfica de la columna cervical. Más aún, cualquier niño cuyo examen se vea comprometido por alteración del sensorio, intoxicación o comunicación ineficaz (por edad u otra circunstancia) es sometido a estudios por la imagen cervicales (Fig. 3). Estos consisten en radiografías de perfil con rayo horizontal y de frente, combinadas con una proyección de odontoides en niños con edad suficiente para cooperar con el examen. Se practica una TC de C1-C2 en niños demasiado pequeños para obtener una proyección de odontoides eficaz o en cualquier niño al que se le practica una TC craneoencefálica.

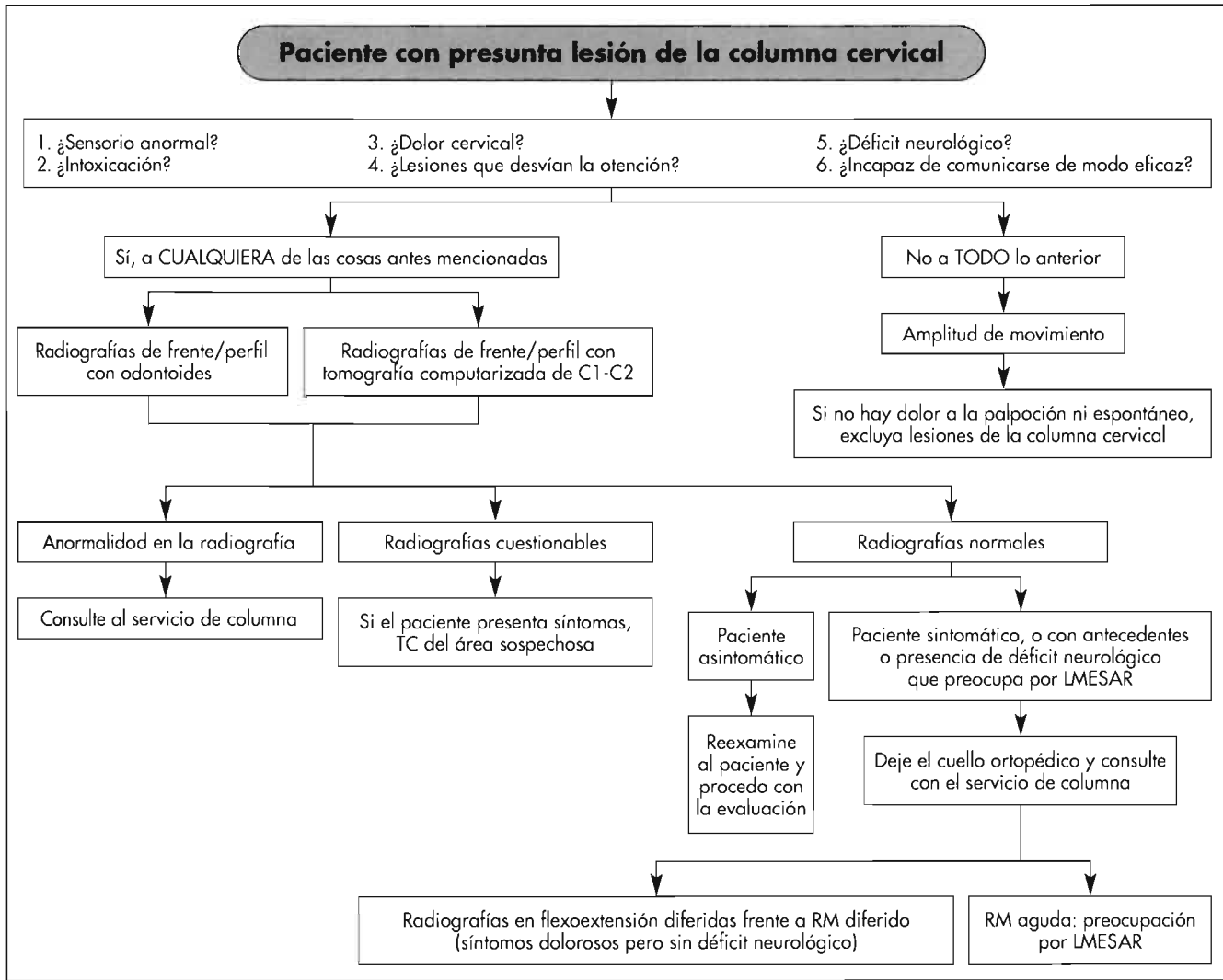
Después de efectuar los estudios radiológicos apropiados, se mantienen las precauciones respecto de la columna hasta que se haya llevado a cabo una revisión sistemática de las radiografías. Esta evaluación se ve facilitada por el acrónimo AAIA: adecuación, alineación, intervalos y angulación (Fig. 4).

### **ADECUACIÓN**

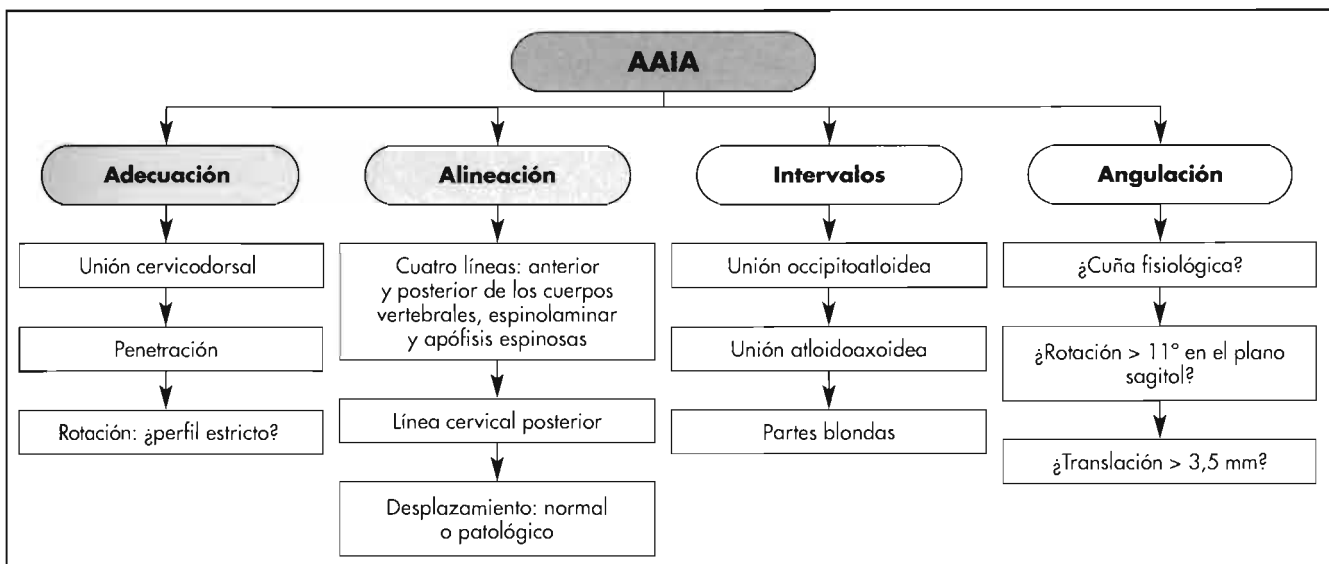
La adecuación del estudio por la imagen es el primer criterio por considerar en cualquier radiografía. Nuestros residentes están entrenados para insistir hasta lograr la visualización completa desde C1 hasta la unión C7-D1, en todas las radiografías de perfil (Fig. 5). Esto es de importancia capital. Un estudio comunicó que hasta el 25% de los niños tenían lesiones de la columna cervical inferior (C5-C7), y lo más común era que el nivel fracturado fuese C7. Una radiografía de perfil que omite la unión cervico-dorsal plantea el riesgo de que no se diagnostique una lesión significativa. La visualización adecuada puede exigir tracción en línea de los miembros superiores para que descendan los hombros, alejándose de la unión C7-D1; otra alternativa es obtener una proyección de nadador.

Además, se debe evaluar si la penetración de los estudios por la imagen es adecuada, aunque con el aumento del uso de películas digitalizadas y la posibilidad de aumentar el contraste, esto quizá sea menos importante en el futuro. No obstante, una radiografía que está poco o demasiado penetrada no permite evaluar de manera eficaz las lesiones de partes blandas, como los espacios retrofaríngeo o retrotraqueal, o los elementos óseos.

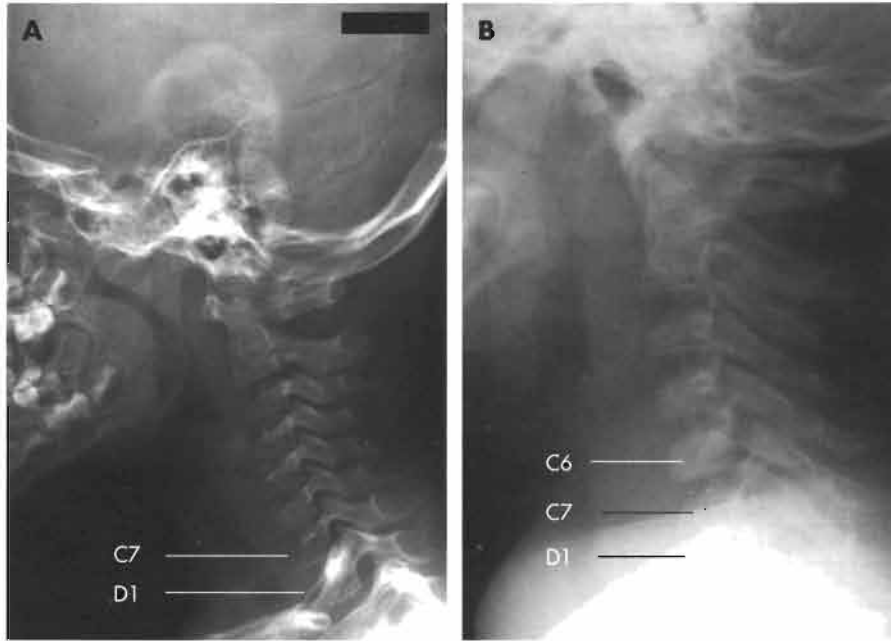
Por último, un estudio por la imagen adecuado también muestra ausencia de rotación. Una radiografía de perfil debe ser justamente eso, una proyección lateral. Cualquier oblicuidad demostrada, por ejemplo, por visualización



**Figura 3.** Protocolo de evaluación del niño conciente con presunta lesión de columna cervical. RM: Resonancia magnética; LMESAR: lesión de médula espinal sin anomalía radiográfica.



**Figura 4.** Protocolo para evaluar radiografías de perfil de la columna cervical.



**Figura 5.** La visualización adecuada de la columna incluye la unión C7-D1. **A.** Radiografía de perfil que muestra la unión. **B.** Proyección lateral inadecuada de columna cervical. La calidad de la placa es mala, lo que dificulta la evaluación apropiada de las relaciones óseas en la región occipital-C2. De modo similar, no permite visualizar eficazmente las uniones C6-C7 ni C7-D1.

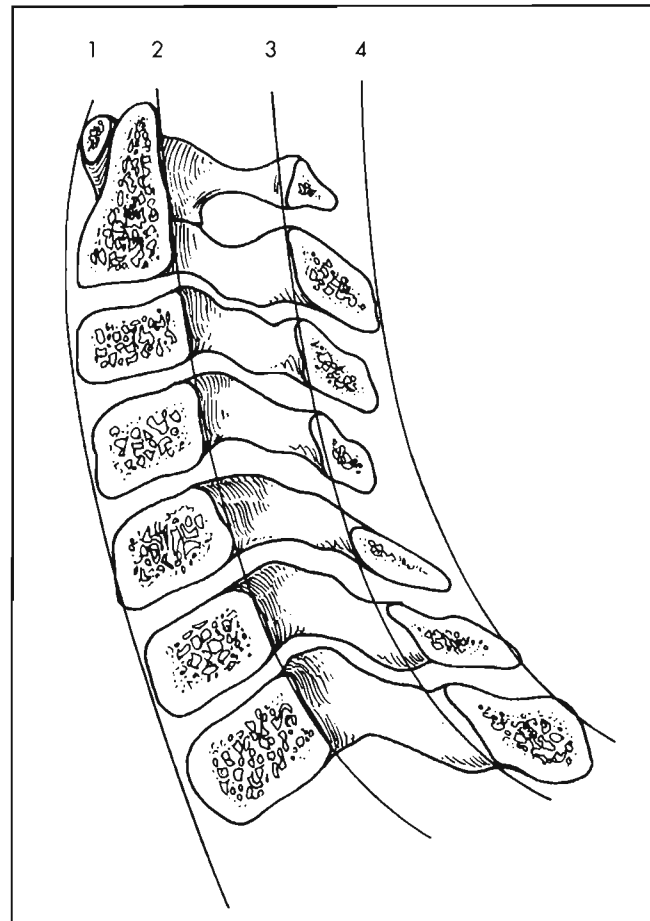
del anillo de C1 o duplicación de los platillos vertebrales, impide la determinación correcta del estado del paciente, como desplazamiento fisiológico frente a patológico<sup>38</sup>.

### ALINEACIÓN

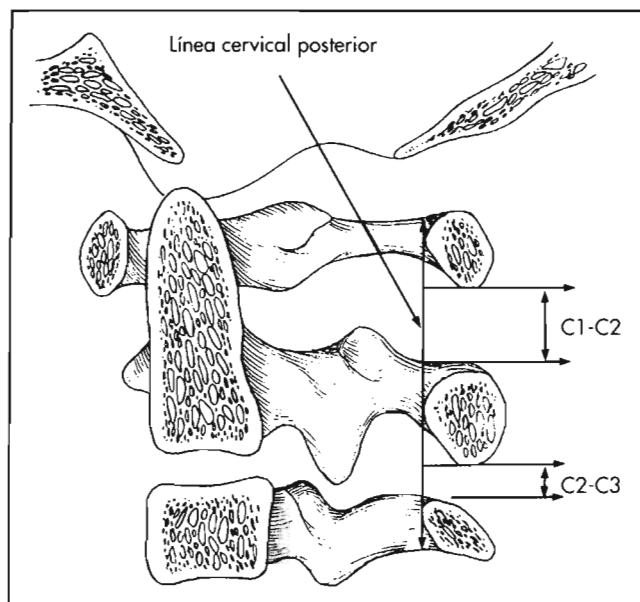
Una vez que se han obtenido las radiografías adecuadas, se procede a evaluar las imágenes y determinar la alineación dentro de la columna cervical. Tradicionalmente, se examinan cuatro líneas: la línea anterior de los cuerpos vertebrales, la línea posterior de los cuerpos vertebrales, la línea espinolaminar y la línea que conecta las apófisis espinosas (Fig. 6). Se debe observar cualquier desplazamiento de estas líneas. De todos modos, dada la incidencia significativa de seudosubluxación, el tema más importante es el desplazamiento fisiológico o patológico. La línea cervical posterior guía esta determinación<sup>38</sup>. Esta línea se traza desde la cortical del arco posterior de C1 hasta la cortical del arco posterior de C3. Por lo general, la cortical anterior del arco posterior de C2 se encuentra en esta línea o a 1 mm de ella (Fig. 7). Corresponde sospechar lesión de las partes blandas en caso de desplazamiento radiográfico  $\geq 1,5$  mm. Cuando esta distancia aumenta a 2 mm, hay que sospechar una fractura-luxación (Fig. 8).

### INTERVALOS

Después de evaluar la alineación, se investigan los intervalos de las radiografías. Varios factores, como laxitud ligamentosa, cabeza grande y musculatura poco desarrollada, predisponen a los niños pequeños a lesiones cervicales altas, por lo que identificar inestabilidad atloidoaxoidea y occipitoatloidea es de primordial importancia en este grupo etario. Un estudio comunicó que los niños tenían más del doble de probabilidad que los adultos de sufrir una luxación occipitoatloidea<sup>39</sup>. La inestabilidad de esta región se evalúa examinando la relación de Power<sup>40, 41</sup>, la regla del 12<sup>42</sup>, el intervalo basión-axis (IBA)<sup>42, 43</sup>, el intervalo basión-odontoides (IBO)<sup>42, 43</sup> y la relación C1-C2: C2-C3<sup>44</sup>.



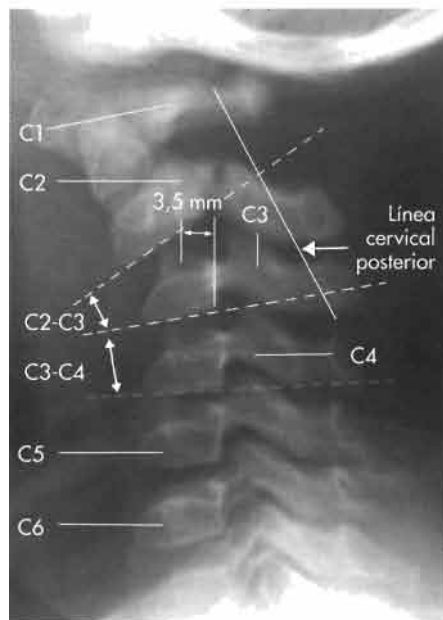
**Figura 6.** Relaciones lineales normales del perfil de la columna cervical. (1) Línea anterior de los cuerpos vertebrales; (2) línea posterior de los cuerpos vertebrales; (3) línea espinolaminar y (4) apófisis espinosas (reproducido de Copley LA, Dormans JP. Cervical spine disorders in infants and children. J Am Acad Orthop Surg, 1998; 6:204-214).



**Figura 7.** La línea cervical posterior se utiliza para investigar pseudosubluxación frente a desplazamiento patológico de C2-C3. La relación C1-C2:C2-C3 se emplea para evaluar lesiones occipitotlidoaxoideas. Esta relación mide la distancia entre la porción inferior del anillo posterior de C1 respecto de la cara superior de la apófisis espinosa de C2, así como la distancia de la cara inferior de la apófisis espinosa de C2 a la cara superior de la apófisis espinosa de C3. Una relación normal mide  $< 2,5$ ; una relación  $> 2,5$  indica lesión de la membrana tectoria.

La relación de Power es la distancia de la punta del basión al arco posterior del atlas dividida por la distancia del opistión a la cara posterior del arco anterior del atlas (Fig. 9 A). Hay que sospechar la existencia de una luxación occipitotlidoaxoidea si la relación de Power es  $> 1,0$ . Esta relación ha mostrado ser superior a la distancia odontoides-basión para determinar luxación occipitotlidoaxoidea<sup>40</sup>. Sin embargo, la relación de Power se limita a la luxación anterior, y puede ser  $< 1,0$  pulgadas en la luxación posterior o longitudinal<sup>41</sup>. Por esta razón, algunos autores han sugerido que la regla del 12 permite determinar con mayor exactitud la disociación occipitovertebral<sup>42</sup>. Esta regla evalúa la distancia entre el basión y el extremo rostral de la odontoides (IBO), así como la distancia entre el basión y la extensión rostral del borde cortical posterior del axis (IBA) (Fig. 9 B). En adultos y en niños mayores de 13 años, el IBO y el IBA deben medir, cada uno,  $< 12$  mm. En niños menores de 13 años, el IBO es una medición menos fiable debido a la variable edad de osificación de la odontoides. De todos modos, el IBA debe medir  $< 12$  mm en todos los niños<sup>43</sup>.

Otro método útil para evaluar la estabilidad de la región occipitotlidoaxoidea en la radiografía de perfil consiste en aplicar la relación C1-C2:C2-C3<sup>44</sup> (Fig. 7). En los niños, esta relación suele ser  $< 2,5$ . Sun et al.<sup>44</sup> mostraron que esta relación puede ser útil para detectar lesión de la membrana tectoria confirmada por RM cuando el valor numérico es  $> 2,5$  (sensibilidad: 0,86; especificidad: 1,0; valor predictivo positivo: 1; valor predictivo negativo: 0,98). En estos niños hay que sospechar lesión occipitotlidoaxoidea.

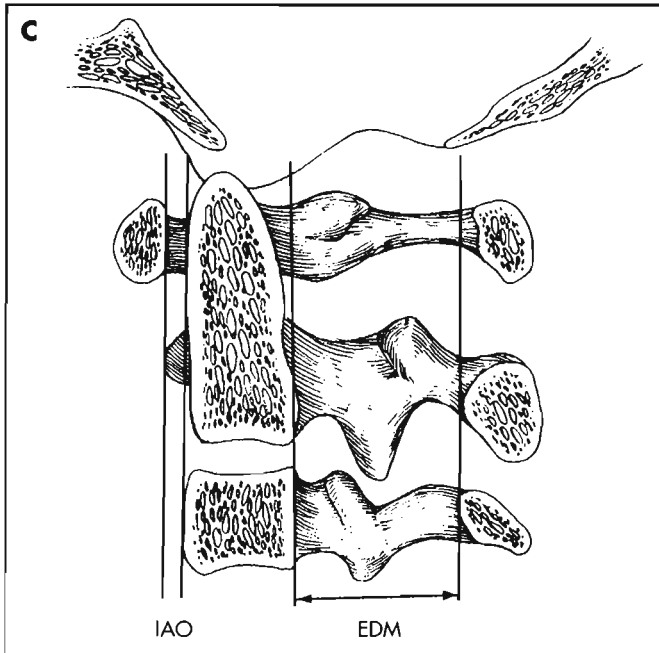
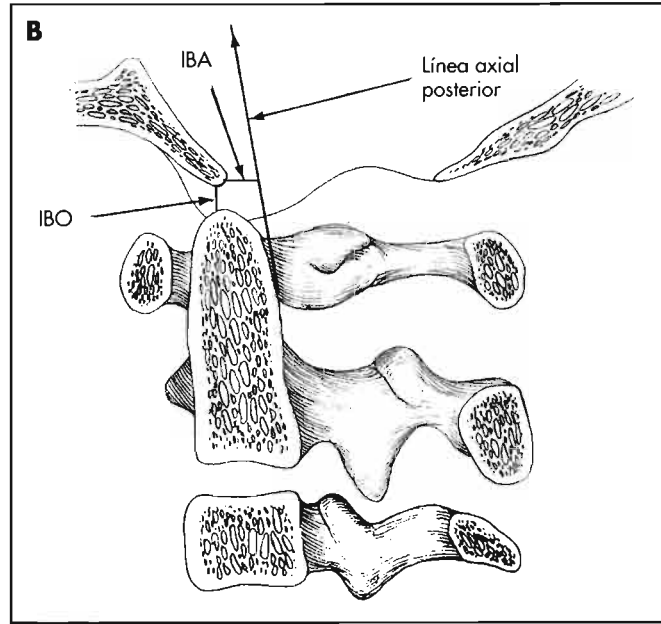
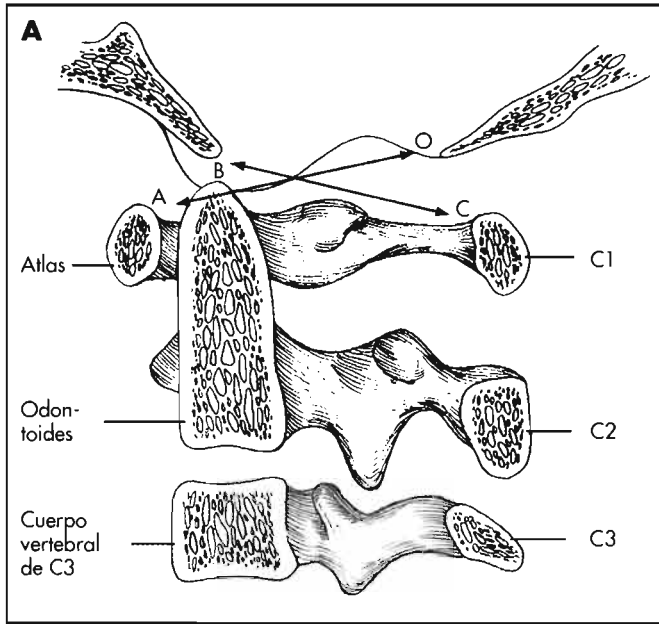


**Figura 8.** Radiografía de perfil que muestra una fractura del ahorcado. El arco posterior de C2 se encuentra fuera de la distancia fisiológica ( $< 1,0$  mm) de la línea cervical posterior. En el intervalo C2-C3, observe la translación ( $> 3,5$  mm) y la angulación ( $> 11^\circ$  en comparación con el nivel inferior, C3-C4) patológicas.

La mejor manera de investigar la estabilidad atlidoaxoidea en los niños es medir el intervalo atlidoaxoideo (IAO), que es la distancia entre la cortical posterior del arco anterior del atlas y la cortical anterior de la odontoides (Fig. 9 C). El límite superior normal del IAO en adultos y niños mayores es de 3 mm, pero puede alcanzar 5 mm en niños sanos<sup>45</sup>. Se debe presumir la presencia de inestabilidad atlidoaxoidea con un IAO  $> 5$  mm. El ligamento transverso del atlas es la primera estructura dañada en caso de lesión atlidoaxoidea. Con un IAO  $> 10-12$  mm, también hay que sospechar una lesión de los ligamentos alar (ligamento occipitotlidoaxoideo lateral) y odontoides apical (ligamento occipitotlidoaxoideo medio).

Se puede emplear la regla de los tercios para evaluar mejor la presencia de lesiones espinales en este nivel<sup>46</sup>. Mirando el nivel de la odontoides, la columna cervical se puede dividir en tercios. La odontoides ocupa un tercio del espacio, la médula espinal, otro tercio, y el resto representa espacio libre. El espacio disponible para la médula (EDM) corresponde al espacio ocupado por la médula espinal propiamente dicha y el «espacio libre» restante dentro del conducto raquídeo. Cuando la odontoides migra en sentido posterior  $> 30\%$  de su diámetro, se ha roto el ligamento transverso del atlas y hay una inestabilidad peligrosa. Si también se rompen los ligamentos alar y odontoides apical, la migración posterior de la odontoides es aun mayor y el EDM se torna insignificante, con la consiguiente compresión medular.

Se han descrito varias otras líneas para delimitar mejor la lesión de la columna cervical superior: por ejemplo las de McGregor, McRae, Chamberlain y Wackenheimer<sup>11</sup>. Sin embargo, recordar lo específico de estas relaciones e identificar con exactitud todos los reparos involucrados a menudo suele no ser realista durante un traumatismo. Al considerar los intervalos, no se pueden descuidar las partes blandas. En los niños, el espacio retrofaríngeo debe ser, por lo general,  $< 7$  mm, y el espacio retrotraqueal,  $< 14$  mm<sup>11</sup>. Como indicó Dormans<sup>11</sup>, este edema de partes blandas



**Figura 9.** Columna cervical superior y occipital (C1-C3). **A.** Relación Power = BC/AO. B: basión; C: arco posterior del atlas; A: arco anterior del atlas; O: opistión. **B.** El intervalo basión-odontoides (IBO) y el intervalo basión-axis (IBA) deben medir, cada uno, < 12 mm. **C.** Intervalo atlododontoideo (IAO) y espacio disponible para la médula (EDM). Hay que sospechar la existencia de inestabilidad atlododontoidea con un IAO > 5 mm. Si el IAO es  $\geq 10-12$  mm, el EDM se torna insignificante y se produce una compresión medular.

puede ser difícil de interpretar en el niño que llora. Por lo tanto, en una radiografía de perfil por lo demás normal, cualquier ensanchamiento retrofaríngeo o retrotraqueal (Fig. 10) debe hacer aumentar la sospecha de lesión subyacente de la columna cervical. El estudio cuidadoso de las radiografías en este contexto puede indicar hallazgos sutiles de lesión, como ensanchamiento del espacio interver-



**Figura 10.** Desplazamiento continuo y uniforme de la vía aérea causado por una tumoración prevertebral patológica. Compare esta imagen con el desnivel de partes blandas fisiológico creado entre la hipofaringe y la tráquea en la figura 5 A.

tebral, fracturas de las apófisis espinosas o aumento de la distancia interespinosa<sup>11</sup>.

### ANGULACIÓN

La detección de una angulación anormal es el último paso cuando se evalúa la radiografía de perfil de columna cervical. Las cuñas de las vértebras cervicales, a saber C3 y C4, pueden ser un fenómeno natural en niños pequeños<sup>31</sup>. Estas cuñas pueden provocar una angulación anterior anormal evidente. Si bien en los adolescentes esta angulación en el nivel de C4, C5 o C6 puede representar una lesión por hiperflexión, en los niños más pequeños, la angulación en C3 o C4 suele ser una variante normal y no debe ser confundida con una fractura<sup>47</sup>. Cuando hay alguna duda, se debe solicitar una TC para investigar la posibilidad de una fractura en el nivel en cuestión<sup>31</sup>.

Hay que sospechar la presencia de una inestabilidad de la columna cervical en caso de angulación relativa entre dos vértebras > 11° en el plano sagital o de translación rela-

tiva > 3,5 mm en el plano sagital<sup>48</sup>. Estas mediciones están basadas en proyecciones radiográficas en flexión y extensión, que son de cuestionable valor en la etapa aguda<sup>26, 27</sup>. Éstas pueden ser más útiles para determinar estabilidad de la columna cervical en forma diferida (10-14 días). Más aún, los niños pequeños suelen presentar marcada angulación en un solo espacio intervertebral en las radiografías en flexión sistemáticas, lo que se debe a la relativa laxitud de los ligamentos interespinoso, interlaminar y longitudinal posterior<sup>30</sup>. Aunque estas variables dificultan definir los límites absolutos de angulación, la angulación relativa > 11° en radiografías de perfil convencionales deben plantear la preocupación de una lesión cervical (Fig. 8) dado el cuadro clínico apropiado.

## EVALUACIÓN CLÍNICA

### PACIENTE CONSCIENTE

Cuando la revisión radiográfica sistemática no detecta ninguna anomalía, se reexamina al paciente con el propósito de evaluar clínicamente la columna cervical. Esto se realiza sólo cuando el niño tiene la edad suficiente para referir de manera efectiva el dolor, el sensorio es normal, no hay evidencia de intoxicación y no hay lesiones que desvíen la atención ni déficit neurológicos. En el paciente asintomático, en quien hay baja sospecha de lesión y se cumplen estos criterios, también se puede llevar a cabo la evaluación clínica sin un examen radiográfico. En cualquier caso, se debe examinar otra vez la columna cervical para investigar dolor a la palpación, deformidad y espasmo muscular. Si no hay dolor, se retira el cuello ortopédico y se evalúa con suavidad la amplitud de movimiento de la columna cervical (es decir, flexión, extensión, rotación lateral). A menos que esta maniobra de provocación cause anomalías, se pueden excluir clínicamente una lesión de la columna cervical (Fig. 3).

No se da por finalizada la evaluación cuando se sospecha lesión de la columna cervical y la revisión radiográfica revela hallazgos inadecuados o anormales en los estudios por la imagen. En caso de dolor a la palpación persistente o un déficit neurológico o antecedentes de éste, se pueden justificar otros estudios por la imagen (Fig. 3), como TC o RM de la zona sospechosa. Recomendamos la TC cuando hay dolor a la palpación ósea persistente. Si se presume una LMESAR, se puede solicitar una RM. En estos casos, la intencionalidad para observación permite evaluar el estado neurológico durante determinado período; se ha informado la aparición de un deterioro tardío en la LMESAR<sup>13</sup>. Pero en general no se realiza una RM durante la evaluación aguda, sino más bien para investigar lesiones de partes blandas y ligamentosas tras un período de observación.

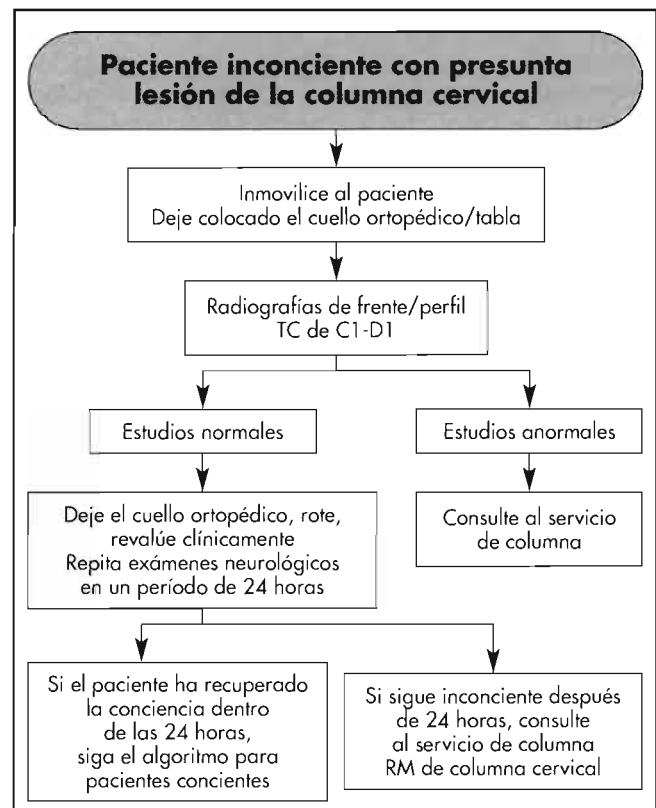
Si hay dolor a la palpación cervical persistente, pero con bajo índice de sospecha de lesión y no se planifica la hospitalización, se da el alta al niño con un cuello ortopédico rígido (por ejemplo, Miami J, Filadelfia, Aspen), con control programado a los 10-14 días. Cuando el niño regresa, recomendamos realizar un examen cervical reiterado y tomar radiografías en flexión/extensión o RM para ayudar a evaluar la columna cervical. Las proyecciones en flexión y extensión tomadas en forma diferida anulan el factor de confusión que representa el espasmo muscular agudo<sup>26</sup>. El

tratamiento de este tipo depende de una situación social viable y puede ser inapropiado en algunos casos.

### PACIENTE INCONSCIENTE

La evaluación de la columna cervical en el paciente inconsciente presenta su propia serie de variables. Si bien los principios siguen siendo los mismos que los que se aplican al niño consciente, se utiliza una vía más directa para el paciente inconsciente (Fig. 11). En todos los pacientes inconscientes, la inmovilización inmediata y el examen es seguido de estudios por la imagen. Se combinan TC craneoencefálicas con estudios simultáneos de la columna cervical. El paciente inconsciente que no presenta anomalías en los estudios por la imagen es retirado de la tabla, se mantienen las precauciones respecto de la columna y un cuello ortopédico rígido y se repite el examen neurológico durante las siguientes 24 horas. Si el paciente recupera la conciencia, se sigue el protocolo para pacientes conscientes. Cuando el paciente permanece inconsciente, se practica una RM si todavía no se ha hecho.

Se ha sugerido que se puede considerar que un paciente inconsciente con una serie normal de radiografías simples junto con una TC normal de columna cervical tiene una columna cervical estable<sup>33</sup>. Sin embargo, dado el riesgo significativo de LMESAR, preferimos realizar una RM antes de excluir lesiones de la columna cervical. La RM ha mostrado ser un medio eficaz para investigar la columna cervical en el niño obnubilado o intubado, lo que facilita su rápida evaluación<sup>49</sup>. No hay coincidencia sobre una ven-



**Figura 11.** Protocolo para evaluar al niño inconsciente con presunta lesión de la columna cervical. TC: Tomografía computarizada; RM: resonancia magnética.

tana definida para realizar la RM. Flynn et al.<sup>49</sup> realizan una RM dentro de las 72 horas y Lee et al.<sup>14</sup>, dentro de las 24 horas. Los beneficios de la RM temprana parecen evidentes porque permite la movilización precoz del paciente para evitar complicaciones pulmonares, irritación del piel y escaras, y disminuir la estadía en la unidad de cuidados intensivos y los costes hospitalarios globales<sup>14, 35</sup>. Una RM normal en el paciente inconsciente con radiografías simples y TC (C1-D1) sin signos positivos permiten excluir lesiones de la columna cervical. Recomendamos efectuar todos los intentos para lograr esto dentro de las primeras 24 horas.

## RESUMEN

La lesión de la columna cervical en la población pediátrica es infrecuente. Sin embargo, la falta de diagnóstico o el diagnóstico diferido puede tener consecuencias gravísimas. Así, la evaluación de la columna cervical exige un protocolo sistemático que aplique criterio clínico sólido y examen físico cuidadoso junto con una revisión radiográfica completa. El médico debe conocer las peculiaridades clínicas y radiográficas del paciente pediátrico y efectuar los ajustes necesarios. Dos de los ajustes consisten en usar una tabla con una depresión occipital o un cojín, y sustituir la proyección de odontoides por TC en el niño pequeño que no colabora. La evaluación radiográfica apropiada requiere estar familiarizado con la aparición de anomalías del desarrollo de la columna cervical pediátrica, así como con el paradigma estándar con el que estudiar estas radiografías. Para una revisión completa que minimice la probabilidad de no reconocer hallazgos importantes, el médico debe evaluar la adecuación de las placas y la alineación, los intervalos y la angulación de los elementos cervicales. Se deben efectuar todos los intentos para determinar la indemnidad de la columna cervical lo más rápido posible, porque la inmovilización prolongada, innecesaria, conlleva su propia morbilidad.

## COMENTARIOS DE LA BIBLIOGRAFÍA

*Medicina basada en la evidencia:* las referencias 21 y 42 corresponden a estudios prospectivos de nivel I y II. Las referencias restantes son series de casos u opiniones de expertos (niveles III, IV y V).

## BIBLIOGRAFÍA

- Kokoska ER, Keller MS, Rallo MC, Weber TR. Characteristics of pediatric cervical spine injuries. *J Pediatr Surg*, 2001; 36:100-105.
- Patel JC, Tepas JJ III, Mollitt DL, Pieper P. Pediatric cervical spine injuries: Defining the disease. *J Pediatr Surg*, 2001; 36:373-376.
- Cirak B, Ziegfeld S, Knight VM, Chang D, Avellino AM, Paidas CN. Spinal injuries in children. *J Pediatr Surg*, 2004; 39:607-612.
- Dietrich AM, Ginn-Pease ME, Bartkowski HM, King DR. Pediatric cervical spine fractures: Predominately subtle presentation. *J Pediatr Surg*, 1991; 26:995-998.
- Givens TG, Polley KA, Smith GF, Hardin WD Jr. Pediatric cervical spine injury: A three-year experience. *J Trauma*, 1996; 41:310-314.
- Eleraky MA, Theodore N, Adams M, Rekate HL, Sonntag VK. Pediatric cervical spine injuries: Report of 102 cases and review of the literature. *J Neurosurg*, 2000; 92 (1 suppl.):12-17.
- Brown RL, Brunn MA, Garcia VF. Cervical spine injuries in children: A review of 103 patients treated consecutively at a level 1 pediatric trauma center. *J Pediatr Surg*, 2001; 36:1107-1114.
- Nitecki S, Moir CR. Predictive factors of the outcome of traumatic cervical spine fracture in children. *J Pediatr Surg*, 1994; 29:1409-1411.
- Fesmire FM, Luten RC. The pediatric cervical spine: Developmental anatomy and clinical aspects. *J Emerg Med*, 1989; 7:133-142.
- Copley LA, Dormans JP. Cervical spine disorders in infants and children. *J Am Acad Orthop Surg*, 1998; 6:204-214.
- Dormans JP. Evaluation of children with suspected cervical spine injury. *J Bone Joint Surg Am*, 2002; 84:124-132.
- Pang D, Pollack IF. Spinal cord injury without radiographic abnormality in children: The SCIWORA syndrome. *J Trauma*, 1989; 29:654-664.
- Kriss VM, Kriss TC. SCIWORA (spinal cord injury without radiographic abnormality) in infants and children. *Clin Pediatr (Phila)*, 1996; 35:119-124.
- Lee SL, Sena M, Greenholz SK, Fledderman M. A multidisciplinary approach to the development of a cervical spine clearance protocol: Process, rationale, and initial results. *J Pediatr Surg*, 2003; 38:358-362.
- Scarrow AM, Levy EI, Resnick DK, Adelson PD, Scabassi RJ. Cervical spine evaluation in obtunded or comatose pediatric trauma patients: A pilot study. *Pediatr Neurosurg*, 1999; 30:169-175.
- Herzenberg JE, Hensinger RN, Dedrick DK, Phillips WA. Emergency transport and positioning of young children who have an injury of the cervical spine: The standard backboard may be hazardous. *J Bone Joint Surg Am*, 1989; 71:15-22.
- Nypaver M, Treloar D. Neutral cervical spine positioning in children. *Ann Emerg Med*, 1994; 23:208-211.
- Davis JW, Parks SN, Detlefs CL, Williams GG, Williams JL, Smith RW. Clearing the cervical spine in obtunded patients: The use of dynamic fluoroscopy. *J Trauma*, 1995; 39:435-438.
- Lally KP, Senac M, Hardin WD Jr, Haftel A, Kaehler M, Mahour GH. Utility of the cervical spine radiograph in pediatric trauma. *Am J Surg*, 1989; 158:540-542.
- Jaffe DM, Binns H, Radkowski MA, Barthel MJ, Engelhard HH III. Developing a clinical algorithm for early management of cervical spine injury in child trauma victims. *Ann Emerg Med*, 1987; 16:270-276.
- Viccellio P, Simon H, Pressman BD, et al. A prospective multicenter study of cervical spine injury in children. *Pediatrics*, 2001; 108:E20.
- Laham JL, Cotcamp DH, Gibbons PA, Kahana MD, Crone KR. Isolated head injuries versus multiple trauma in pediatric patients: Do the same indications for cervical spine evaluation apply? *Pediatr Neurosurg*, 1994; 21:221-226.
- Mower WR, Hoffman JR, Pollack CV Jr, et al. Use of plain radiography to screen for cervical spine injuries. *Ann Emerg Med*, 2001; 38:1-7.
- MacDonald RL, Schwartz ML, Mirich D, Sharkey PW, Nelson WR. Diagnosis of cervical spine injury in motor vehicle crash victims: How many X-rays are enough? *J Trauma*, 1990; 30:392-397.
- Buhs C, Cullen M, Klein M, Farmer D. The pediatric trauma c-spine: Is the «odontoid» view necessary? *J Pediatr Surg*, 2000; 35:994-997.
- Ralston ME, Chung K, Barnes PD, Emans JB, Schutzman SA. Role of flexion-extension radiographs in blunt pediatric cervical spine injury. *Acad Emerg Med*, 2001; 8:237-245.
- Pollack CV Jr, Hendey GW, Martin DR, Hoffman JR, Mower WR. Use of flexion-extension radiographs of the cervical spine in blunt trauma. *Ann Emerg Med*, 2001; 38:8-11.
- Bohman HH. Acute fractures and dislocations of the cervical spine: An analysis of three hundred hospitalized patients and review of the literature. *J Bone Joint Surg Am*, 1979; 61:1119-1142.
- Davis JW, Phreaner DL, Hoyt DB, Mackersie RC. The etiology of missed cervical spine injuries. *J Trauma*, 1993; 34:342-346.
- Cattell HS, Filtzer DL. Pseudosubluxation and other normal variations in the cervical spine in children: A study of one hundred and sixty children. *J Bone Joint Surg Am*, 1965; 47:1295-1309.
- Swischuk LE, Swischuk PN, John SD. Wedging of C-3 in infants and children: Usually a normal finding and not a fracture. *Radiology*, 1993; 188:523-526.
- Woodring JH, Lee C. Limitations of cervical radiography in the evaluation of acute cervical trauma. *J Trauma*, 1993; 34:32-39.
- Pasquale M, Fabian TC. Practice management guidelines for trauma from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. *J Trauma*, 1998; 44:941-956.
- Keiper MD, Zimmerman RA, Bilaniuk LT. MRI in the assessment of the supportive soft tissues of the cervical spine in acute trauma in children. *Neuroradiology*, 1998; 40:359-363.
- Frank JB, Lim CK, Flynn JM, Dormans JP. The efficacy of magnetic resonance imaging in pediatric cervical spine clearance. *Spine*, 2002; 27:1176-1179.
- Grabb PA, Pang D. Magnetic resonance imaging in the evaluation of spinal cord injury without radiographic abnormality in children. *Neurosurgery*, 1994; 35:406-414.
- Browne GJ, Lam LT, Barker RA. The usefulness of a modified adult protocol for the clearance of paediatric cervical spine injury in the emergency department. *Emerg Med (Fremantle)*, 2003; 15:133-142.
- Swischuk LE. Anterior displacement of C2 in children: Physiologic or pathologic? A helpful differentiation line. *Radiology*, 1977; 122:759-763.
- Buchholz RW, Burkhead WZ. The pathological anatomy of fatal atlantooccipital dislocations. *J Bone Joint Surg Am*, 1979; 61:248-250.
- Kenter K, Worley G, Griffin T, Fitch RD. Pediatric traumatic atlantooccipital dislocation: Five cases and a review. *J Pediatr Orthop*, 2001; 21:585-589.
- Labbe JL, Leclair O, Duparc B. Traumatic atlanto-occipital dislocation with survival in children. *J Pediatr Orthop B*, 2001; 10:319-327.
- Harris JH Jr, Carson GC, Wagner LK, Kerr N. Radiologic diagnosis of traumatic occipitovertebral dissociation: II. Comparison of three methods of detecting



- occipitovertebral relationships on lateral radiographs of the supine subjects. *AJR Am J Roentgenol*, 1994; 162:887-892.
43. Harris JH Jr, Carson GC, Wagner LK. Radiologic diagnosis of traumatic occipitovertebral dissociation: I. Normal occipitovertebral relationships on lateral radiographs of supine subjects. *AJR Am J Roentgenol*, 1994; 162:881-886.
44. Sun PP, Poffenbarger GJ, Durham S, Zimmerman RA. Spectrum of occipitotantoaxial injury in young children. *J Neurosurg*, 2000; 93:(1 suppl.):28-39.
45. Pennecot GF, Gouraud D, Hardy JR, Pouliquen JC. Roentgenographical study of the stability of the cervical spine in children. *J Pediatr Orthop*, 1984; 4:346-352.
46. Steel HH. Anatomical and mechanical considerations of the atlanto-axial articulation. *J Bone Joint Surg Am*, 1968; 50:1481-1482.
47. Swischuk LE. Normal cervical spine variations mimicking injuries in children. *Emergency Radiology*, 1999; 6:299-306.
48. White AA, Southwick WO, Panjabi MM. Clinical instability in the lower cervical spine: A review of past and current concepts. *Spine*, 1976; 1:15-27.
49. Flynn JM, Closkey RF, Mahboubi S, Dormans JP. Role of magnetic resonance imaging in the assessment of pediatric cervical spine injuries. *J Pediatr Orthop*, 2002; 22:573-577.

tana definida para realizar la RM. Flynn et al.<sup>49</sup> realizan una RM dentro de las 72 horas y Lee et al.<sup>14</sup>, dentro de las 24 horas. Los beneficios de la RM temprana parecen evidentes porque permite la movilización precoz del paciente para evitar complicaciones pulmonares, irritación del piel y escaras, y disminuir la estancia en la unidad de cuidados intensivos y los costes hospitalarios globales<sup>14, 35</sup>. Una RM normal en el paciente inconciente con radiografías simples y TC (C1-D1) sin signos positivos permiten excluir lesiones de la columna cervical. Recomendamos efectuar todos los intentos para lograr esto dentro de las primeras 24 horas.

## RESUMEN

La lesión de la columna cervical en la población pediátrica es infrecuente. Sin embargo, la falta de diagnóstico o el diagnóstico diferido puede tener consecuencias gravísimas. Así, la evaluación de la columna cervical exige un protocolo sistemático que aplique criterio clínico sólido y examen físico cuidadoso junto con una revisión radiográfica completa. El médico debe conocer las peculiaridades clínicas y radiográficas del paciente pediátrico y efectuar los ajustes necesarios. Dos de los ajustes consisten en usar una tabla con una depresión occipital o un cojín, y sustituir la proyección de odontoides por TC en el niño pequeño que no colabora. La evaluación radiográfica apropiada requiere estar familiarizado con la aparición de anomalías del desarrollo de la columna cervical pediátrica, así como con el paradigma estándar con el que estudiar estas radiografías. Para una revisión completa que minimice la probabilidad de no reconocer hallazgos importantes, el médico debe evaluar la adecuación de las placas y la alineación, los intervalos y la angulación de los elementos cervicales. Se deben efectuar todos los intentos para determinar la indemnidad de la columna cervical lo más rápido posible, porque la inmovilización prolongada, innecesaria, conlleva su propia morbilidad.

## COMENTARIOS DE LA BIBLIOGRAFÍA

*Medicina basada en la evidencia:* las referencias 21 y 42 corresponden a estudios prospectivos de nivel I y II. Las referencias restantes son series de casos u opiniones de expertos (niveles III, IV y V).

## BIBLIOGRAFÍA

- Kokoska ER, Keller MS, Rallo MC, Weber TR. Characteristics of pediatric cervical spine injuries. *J Pediatr Surg*, 2001; 36:100-105.
- Patel JC, Tepas JJ III, Mollitt DL, Pieper P. Pediatric cervical spine injuries: Defining the disease. *J Pediatr Surg*, 2001; 36:373-376.
- Cirak B, Ziegfeld S, Knight VM, Chang D, Avellino AM, Paidas CN. Spinal injuries in children. *J Pediatr Surg*, 2004; 39:607-612.
- Dietrich AM, Ginn-Pease ME, Bartkowski HM, King DR. Pediatric cervical spine fractures: Predominately subtle presentation. *J Pediatr Surg*, 1991; 26:995-998.
- Givens TG, Folley KA, Smith GF, Hardin WD Jr. Pediatric cervical spine injury: A three-year experience. *J Trauma*, 1996; 41:310-314.
- Eleraky MA, Theodore N, Adams M, Rekatte HL, Sonntag VK. Pediatric cervical spine injuries: Report of 102 cases and review of the literature. *J Neurosurg*, 2000; 92 (1 suppl):12-17.
- Brown RL, Brunn MA, Garcia VF. Cervical spine injuries in children: A review of 103 patients treated consecutively at a level 1 pediatric trauma center. *J Pediatr Surg*, 2001; 36:1107-1114.
- Nitecki S, Moir CR. Predictive factors of the outcome of traumatic cervical spine fracture in children. *J Pediatr Surg*, 1994; 29:1409-1411.
- Fesmire FM, Luten RC. The pediatric cervical spine: Developmental anatomy and clinical aspects. *J Emerg Med*, 1989; 7:133-142.
- Copley LA, Dormans JP. Cervical spine disorders in infants and children. *J Am Acad Orthop Surg*, 1998; 6:204-214.
- Dormans JP. Evaluation of children with suspected cervical spine injury. *J Bone Joint Surg Am*, 2002; 84:124-132.
- Pang D, Pollack IF. Spinal cord injury without radiographic abnormality in children: The SCIWORA syndrome. *J Trauma*, 1989; 29:654-664.
- Kriss VM, Kriss TC. SCIWORA (spinal cord injury without radiographic abnormality) in infants and children. *Clin Pediatr (Phila)*, 1996; 35:119-124.
- Lee SL, Sena M, Greenholz SK, Fledderman M. A multidisciplinary approach to the development of a cervical spine clearance protocol: Process, rationale, and initial results. *J Pediatr Surg*, 2003; 38:358-362.
- Scarrow AM, Levy EI, Resnick DK, Adelson PD, Scabassi RJ. Cervical spine evaluation in obtunded or comatose pediatric trauma patients: A pilot study. *Pediatr Neurosurg*, 1999; 30:169-175.
- Herzenberg JE, Hensinger RN, Dedrick DK, Phillips WA. Emergency transport and positioning of young children who have an injury of the cervical spine: The standard backboard may be hazardous. *J Bone Joint Surg Am*, 1989; 71:15-22.
- Nypaver M, Treloar D. Neutral cervical spine positioning in children. *Ann Emerg Med*, 1994; 23:208-211.
- Davis JW, Parks SN, Detlefs CL, Williams GG, Williams JL, Smith RW. Clearing the cervical spine in obtunded patients: The use of dynamic fluoroscopy. *J Trauma*, 1995; 39:435-438.
- Lally KP, Senac M, Hardin WD Jr, Haftel A, Kaehler M, Mahour GH. Utility of the cervical spine radiograph in pediatric trauma. *Am J Surg*, 1989; 158:540-542.
- Jaffe DM, Binns H, Radkowski MA, Barthel MJ, Engelhard HH III. Developing a clinical algorithm for early management of cervical spine injury in child trauma victims. *Ann Emerg Med*, 1987; 16:270-276.
- Viccellio P, Simon H, Pressman BD, et al. A prospective multicenter study of cervical spine injury in children. *Pediatrics*, 2001; 108:E20.
- Laham JL, Cotcamp DH, Gibbons PA, Kahana MD, Crone KR. Isolated head injuries versus multiple trauma in pediatric patients: Do the same indications for cervical spine evaluation apply? *Pediatr Neurosurg*, 1994; 21:221-226.
- Mower WR, Hoffman JR, Pollack CV Jr, et al. Use of plain radiography to screen for cervical spine injuries. *Ann Emerg Med*, 2001; 38:1-7.
- MacDonald RL, Schwartz ML, Mirich D, Sharkey PW, Nelson WR. Diagnosis of cervical spine injury in motor vehicle crash victims: How many X-rays are enough? *J Trauma*, 1990; 30:392-397.
- Buhs C, Cullen M, Klein M, Farmer D. The pediatric trauma c-spine: Is the «odontoid» view necessary? *J Pediatr Surg*, 2000; 35:994-997.
- Ralston ME, Chung K, Barnes PD, Emans JB, Schutzman SA. Role of flexion-extension radiographs in blunt pediatric cervical spine injury. *Acad Emerg Med*, 2001; 8:237-245.
- Pollack CV Jr, Hendey GW, Martin DR, Hoffman JR, Mower WR. Use of flexion-extension radiographs of the cervical spine in blunt trauma. *Ann Emerg Med*, 2001; 38:8-11.
- Bohlman HH. Acute fractures and dislocations of the cervical spine: An analysis of three hundred hospitalized patients and review of the literature. *J Bone Joint Surg Am*, 1979; 61:1119-1142.
- Davis JW, Phreaner DL, Hoyt DB, Mackersie RC. The etiology of missed cervical spine injuries. *J Trauma*, 1993; 34:342-346.
- Cattell HS, Filtzer DL. Pseudosubluxation and other normal variations in the cervical spine in children: A study of one hundred and sixty children. *J Bone Joint Surg Am*, 1965; 47:1295-1309.
- Swischuk LE, Swischuk PN, John SD. Wedging of C-3 in infants and children: Usually a normal finding and not a fracture. *Radiology*, 1993; 188:523-526.
- Woodring JH, Lee C. Limitations of cervical radiography in the evaluation of acute cervical trauma. *J Trauma*, 1993; 34:32-39.
- Pasquale M, Fabian TC. Practice management guidelines for trauma from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. *J Trauma*, 1998; 44:941-956.
- Keiper MD, Zimmerman RA, Bilaniuk LT. MRI in the assessment of the supportive soft tissues of the cervical spine in acute trauma in children. *Neuroradiology*, 1998; 40:359-363.
- Frank JB, Lim CK, Flynn JM, Dormans JP. The efficacy of magnetic resonance imaging in pediatric cervical spine clearance. *Spine*, 2002; 27:1176-1179.
- Grabb PA, Pang D. Magnetic resonance imaging in the evaluation of spinal cord injury without radiographic abnormality in children. *Neurosurgery*, 1994; 35:406-414.
- Browne GJ, Lam LT, Barker RA. The usefulness of a modified adult protocol for the clearance of paediatric cervical spine injury in the emergency department. *Emerg Med (Fremantle)*, 2003; 15:133-142.
- Swischuk LE. Anterior displacement of C2 in children: Physiologic or pathologic? A helpful differentiation line. *Radiology*, 1977; 122:759-763.
- Buchholz RW, Burkhead WZ. The pathological anatomy of fatal atlantooccipital dislocations. *J Bone Joint Surg Am*, 1979; 61:248-250.
- Kenter K, Worley G, Griffin T, Fitch RD. Pediatric traumatic atlantooccipital dislocation: Five cases and a review. *J Pediatr Orthop*, 2001; 21:585-589.
- Labbe JL, Leclair O, Duparc B. Traumatic atlanto-occipital dislocation with survival in children. *J Pediatr Orthop B*, 2001; 10:319-327.
- Harris JH Jr, Carson GC, Wagner LK, Kerr N. Radiologic diagnosis of traumatic occipitovertebral dissociation: II. Comparison of three methods of detecting

# Traumatismos graves del raquis cervical bajo C3-D1, en el adulto

J. Rodríguez de la Rúa Fernández, C. Cano Gómez y T. Vela Panes

## INTRODUCCIÓN

En nuestro medio se producen 30 traumatismos cervicales graves/millón de habitantes al año y de ellos 11 producen tetraplejía.

Los niveles C3-D1 se afectan en el 76,1% de los casos y en estos niveles bajos el porcentaje de tetraplejía es muy alto, alcanzando al 46,9% de los pacientes adultos de nuestra estadística.

Para desarrollar este capítulo, abordaremos los siguientes apartados:

1. Concepto, etiopatogenia y clínica.
2. Nueva clasificación de traumatismos C3-D1.
3. Estadística de nuestro servicio.
4. Lesiones de columna anterior.
5. Lesiones de columna media.
6. Lesiones de columna posterior y otras lesiones.
7. Tetraplejía y SCIWORA.
8. Comentarios finales.
9. Conclusiones.

## CONCEPTO, ETIOPATOGENIA Y CLÍNICA DEL TRAUMATISMO CERVICAL GRAVE

Es todo traumatismo, que por un mecanismo directo o indirecto afecta a la columna cervical y se considera grave cuando cursa con inestabilidad y lesión medular.

En lo que se refiere a la inestabilidad, en muchas ocasiones es fácil de diagnosticar, pero en otras no es así y hay que acudir a radiografías dinámicas cuando pasa la fase de contractura muscular.

Hablar de lesión medular a nivel cervical es hablar de tetraplejía y se considera como tal aquella lesión que compromete un mielómero desde C8 hacia arriba.

### ETIOPATOGENIA

La causa principal de los traumatismos graves cervicales son los accidentes de tráfico, siguiéndole los acciden-

tes deportivos. En países muy industrializados son estadísticamente significativos los accidentes laborales y no hay que olvidar los traumatismos por «zambullida» en aguas poco profundas<sup>1</sup>.

Los mecanismos de producción de las lesiones son básicamente la flexión y la extensión. A ellas se asocian con frecuencia las fuerzas de cizallamiento anteroposteriores y posteroanteriores, así como las compresivas, las rotatorias y la inclinación lateral.

### CLÍNICA

Los traumatizados cervicales se presentan, generalmente, con dolor cervical, contractura y rigidez. A veces hay tortícolis y, otras, sensación de inseguridad, lo que obliga al paciente a sujetar la cabeza con las manos.

Pero, en ocasiones, la clínica es muy anodina y las subluxaciones o incluso luxaciones francas pueden pasar desapercibidas, máxime si se asocian a traumatismos craneales o faciales. Todos los traumatizados inconscientes deben ser considerados portadores de lesión cervical, hasta que no se demuestre lo contrario.

También pueden asociarse lesiones radicales. Cuando se afectan las raíces cervicales bajas, que forman el plexo braquial, aparecen alteraciones motoras y sensitivas en los miembros superiores.

La afectación de las raíces cervicales proximales, que forman el nervio auricular mayor, el nervio cervical superficial y el nervio supraclavicular, puede dar lugar a alteraciones sensitivas, tipo hipoestésias o disestésias, en un lado de la cara o detrás de la oreja.

Otra manifestación clínica, que se presenta con frecuencia en los traumatismos graves, es la lesión medular con tetraplejía.

Como vemos, la clínica de un traumatismo grave cervical puede ir desde un cuadro anodino de alguna leve molestia en el cuello hasta el cuadro dramático de una tetraplejía completa.

## NUEVA CLASIFICACIÓN DE TRAUMATISMOS C3-D1

No existe ninguna clasificación universalmente aceptada. En general, todas se basan en el mecanismo, en los hallazgos morfológicos o en la inestabilidad.

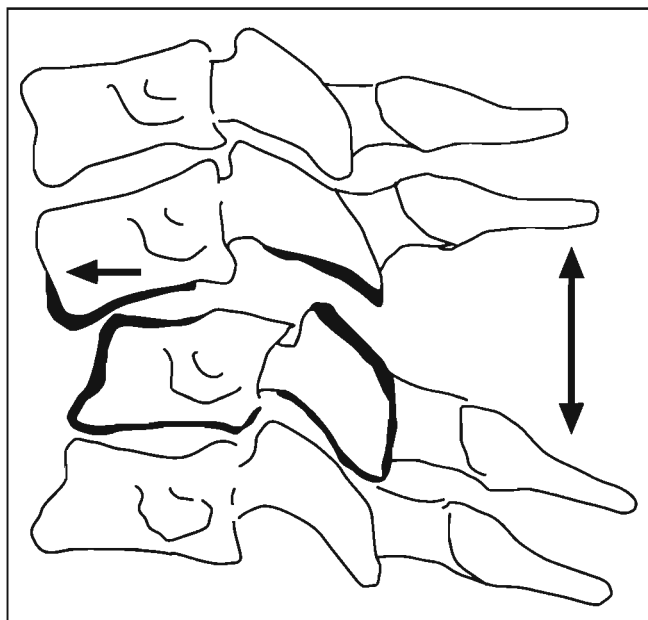
Recientemente, se ha publicado una nueva clasificación (*SLIC Classification System*), basada en la morfología lesional y que permite cuantificar la inestabilidad<sup>2,3</sup>. Al poder aplicar una «puntuación» a la inestabilidad, se facilita la decisión de tratar quirúrgicamente una lesión, lo que es muy importante para cirujanos con poca experiencia. En cualquier caso, y aún siendo interesante, la nueva clasificación debe desarrollarse más, ya que hasta el momento sólo se basa en estudios radiográficos y no en la RM.

Nosotros aplicamos desde hace muchos años criterios radiográficos de inestabilidad que han demostrado gran fiabilidad. Estos criterios son (Fig. 1):

- Listesis de más de 3 mm.
- Bostezo interespinoso.
- Descubrimiento de facetas articulares de más del 50%.
- Cifosis angular.
- Pérdida de lordosis armoniosa en la hiperextensión.

Cuando hay inestabilidad, estos signos (o alguno de ellos) se ven, generalmente, en las radiografías realizadas en urgencias (Fig. 2), pero, en otras ocasiones, hay que hacer radiografías dinámicas a los 7 y a los 21 días del accidente<sup>4</sup>, cuando ha cedido la contractura muscular.

También es obligatorio señalar que en las radiografías laterales se debe ver el espacio C7-D1, si hace falta recurriendo a la proyección «del nadador», con un miembro superior levantado y el otro a lo largo del cuerpo y un régimen de penetración de los rayos, como si de una columna lumbar se tratara. También puede ser útil traccionar de



**Figura 1.** Criterios de inestabilidad: cifosis angular; listesis mayor de 3 mm; descubrimiento de facetas > 50%; bostezo interespinoso.



**Figura 2.** Esguince grave C5-C6 con signos de inestabilidad.

los miembros superiores con esparadrapos anchos pegados desde los hombros. En nuestra experiencia tenemos 49 fracturas de C7 y 11 inestabilidades graves C7-D1, por lo tanto, es obligado ver siempre esos niveles bajos.

La nueva clasificación descrita por Moore<sup>2</sup>, divide a la columna vertebral en 4 zonas la columna anterior formada por los discos y cuerpos vertebrales, dos columnas laterales formadas por los macizos articulares y la columna posterior que corresponde a las láminas y apófisis espinosas. Según donde predominen las lesiones, se dividen en:

- Lesiones de la columna anterior:
  - Fracturas por compresión del cuerpo, acuñaamiento y estallido.
  - Fractura-luxación «en lágrima» («tear-drop»).
  - Lesiones por hiperextensión, con distracción discal.
  - Protrusión traumática discal.
- Lesiones de la columna lateral:
  - Esguince grave.
  - Fractura-luxación (esguince grave asociado a fractura de apófisis articular).
  - Luxación con acabalgamiento biarticular.
  - Luxación con acabalgamiento uniarticular.
  - Fractura separación de macizo articular (FSMA).
- Lesiones de la columna posterior:
  - Fractura de láminas, de apófisis espinosas.
- Otras lesiones:
  - Fractura en espondilitis anquilopoyética.
  - SCIWORA.
  - Lesiones por arma de fuego por arma cortante.

## ESTADÍSTICA DE NUESTRO SERVICIO

Desde 1978 hasta el 1 enero 2008.

Total:

- Traumatismos cervicales graves (14 casos, asociación de lesión C1-C2 con C3-D1): 683. De ellos:
  - C1-C2: 177.
  - C3-D1: 520.

- Tetraplégicos: 253. De ellos:
  - C1-C2: 17.
  - C3-D1: 236.
- Tetraplejía completa: 59 (23,3%).
- Tetraplejía incompleta: 194 (76,7%).
- Sciwora: 13.
- Niños (hasta 15 años): 36. De ellos:
  - C1-C2: 19.
  - C3-D1: 17.
- Operados: 340 (49,77% de los pacientes). De ellos:
  - C1-C2: 26.
  - C3-D1: 314.
- Vía de abordaje:
  - Vía anterior: 324.
  - Vía posterior: 17.
  - Doble vía: 1.
- En C1-C2:
  - Vía anterior 14.
  - Vía posterior 12.
- En C3-D1:
  - Vía anterior 310.
  - Vía posterior 5.
  - Doble vía 1.
- Nivel afectado C7: 49.
- Nivel afectado C7-D1: 11.
- Asociación con fractura dorsolumbar: 25.

## LESIONES DE LA COLUMNA ANTERIOR

### FRACTURA ACUÑAMIENTO-ESTALLIDO DEL CUERPO

Hemos tratado 54 casos, de ellos 13 tetraplégicos (24%).

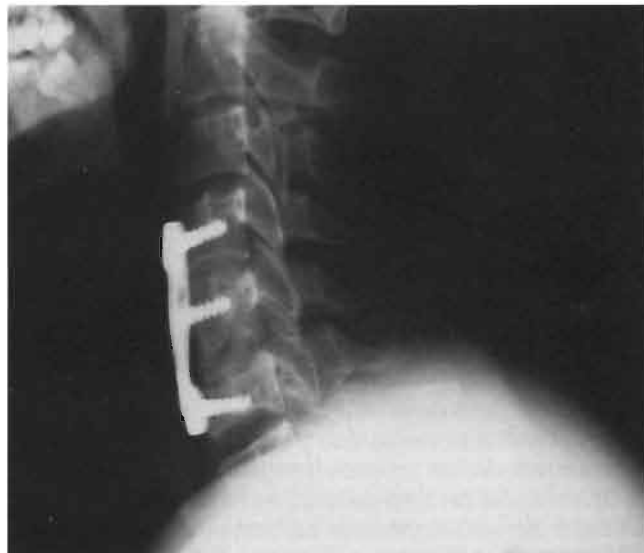
En estas lesiones predomina el mecanismo de compresión. El cuerpo vertebral está gravemente fracturado, pero no hay lesión ligamentaria posterior importante, no habiendo por ello listesis y, en ocasiones, hay cifosis.

El tratamiento, al ser una lesión de inestabilidad ósea, puede ser conservador, con tracción entre una-tres semanas con compás de Gardner y 5-7 kg de peso, seguido de minerva o *halo-jacket*.

En casos graves, con retroimpulsión del muro posterior, con lesión neurológica, con gran cifosis o en pacientes que no toleran el encamamiento, hacemos cirugía por vía anterior, con resección de los dos tercios anteriores del cuerpo vertebral, de los discos adyacentes y la colocación de un injerto tricortical de cresta ilíaca, más placa de osteosíntesis estabilizando los dos segmentos (Fig. 3). Posteriormente mantenemos al paciente con un collarín Philadelphia, durante dos-tres meses. En caso de lesión neurológica, la resección del cuerpo debe incluir el muro posterior para descomprimir la médula.

### FRACTURA-LUXACIÓN «EN LAGRIMA» (TEAR-DROP)

Tenemos 99 pacientes, de ellos 52 con tetraplejía (52,5%).



**Figura 3.** Artrodesis-osteosíntesis C4-C6.

Es una lesión producida por un mecanismo asociado de flexión-compresión. Precisa un traumatismo violento y, con frecuencia, se asocia a lesión neurológica, predominando el síndrome de Brown-Séquard. Aunque puede afectar a cualquier vértebra, la más expuesta para este tipo de lesión es la C5.

Se presenta como una fractura del ángulo anteroinferior del cuerpo vertebral («lágrima») y lo que la define, especialmente, es una retroposición del resto del soma (Fig. 4). Presenta graves lesiones del complejo ligamentoso posterior al mismo nivel o en el nivel superior siendo, por ello, inestable. En la TC se ve una fractura sagital del cuerpo.

El tratamiento es la colocación de un compás de tracción de Gardner, con 5-7 kg de peso. Posteriormente, se desarrolla la cirugía por vía anterior, con la misma técnica que en la fractura estallido.

Uno de los autores (JRR), en 1982, hizo una revisión de casos del profesor Sènègas, que habían sido tratados ortopédicamente, basándose en que la inestabilidad era mixta o sea, osteoligamentosa y que al consolidar la fractura, se estabilizaban. El resultado fue que las lesiones se estabili-



**Figura 4.** «Tear-drop» C5, con retroimpulsión del muro posterior.

zaron, pero con una cifosis inaceptable<sup>5</sup>. Somos por ello partidarios de la cirugía.

Recientemente, autores de prestigio<sup>6</sup>, han aconsejado una doble vía de abordaje, para estabilizar estas graves fracturas-luxaciones «en lágrima», pero nosotros pensamos que esto es un «sobret ratamiento», ya que nuestra experiencia con el abordaje anterior aislado es de un 98,98% de buenos resultados.

### LESIONES POR HIPEREXTENSIÓN CON DISTRACCIÓN DISCAL

Hemos atendido a 68 pacientes, de ellos 66 con tetraplejía (94,1%).

El mecanismo de la lesión es la hiperextensión, pero hay que tener en cuenta, que puede haber un rebote en flexión con todas las lesiones inestables asociadas.

En cualquier caso, en general, no hay fracturas ni lesiones ligamentosas importantes. En ocasiones, se ve fractura-arrancamiento del ángulo anteroinferior del cuerpo vertebral (no confundir con la fractura-luxación en «lágrima», pues en el síndrome de hiperextensión no hay cifosis angular) y, otras veces, se producen fracturas de facetas y arcos posteriores, por el apilamiento al hiperextenderse el cuello.

Estas lesiones se presentaron en pacientes artrósicos o con canal congénitamente estrecho, lo que fue la causa de la lesión medular. Un alto porcentaje presentó un síndrome centromedular de Schneider.

Estas lesiones por hiperextensión, salvo rebote violento en flexión, son lesiones estables y, por ello, las tratamos ortopédicamente. La lesión neurológica tiende a la mejoría gradual, y las operamos pasados unos meses, como si se tratara de una mielopatía cervicardrósica.

Otro cuadro diferente, aunque también por hiperextensión, es el «síndrome de latigazo cervical», muy frecuente, sin neurología medular asociada, que no ingresa en el Servicio y, por tanto, no incluyo en nuestra estadística. Aparte del dolor del cuello hacia omóplatos, suele presentar parestesias en MMSS y pueden aparecer cefaleas y mareos por alteración del sistema simpático, así como de los sistemas oculomotor y vestibular<sup>7</sup>. Los tratamos con unos días de inmovilización con un collarín blando, seguido de estudio con RX funcionales para descartar inestabilidad y posterior rehabilitación.

### PROTUSIÓN TRAUMÁTICA DISCAL

Hemos tratado dos casos, los dos con lesión medular (uno de ellos con tetraplejía transitoria).

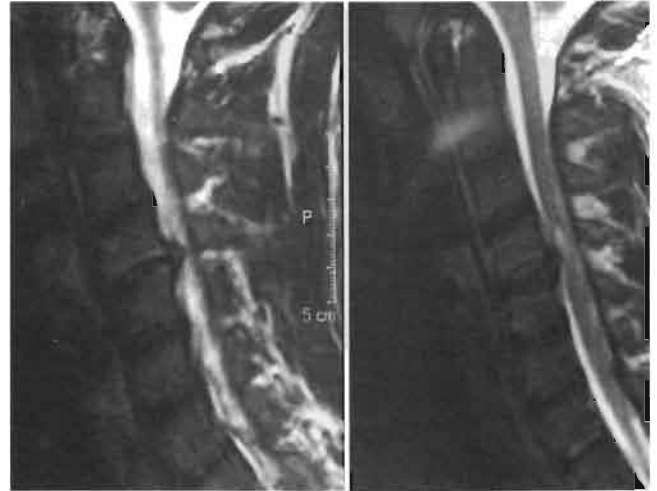
Posiblemente hay muchos más casos, sin afección neurológica y se tratan ambulatoriamente.

En nuestros casos, ambos pacientes tenían un canal cervical congénito estrecho, con un índice de Pavlov < 0,8 (Fig. 5).

Fueron operados, vía anterior, mediante discectomía y artrodesis.

### LESIONES DE LA COLUMNA LATERAL ESGUINCE GRAVE

Hemos tratado 45 casos, siete de ellos con tetraplejía (15,5%).



**Figura 5.** Hernia traumática del disco C4-C5.

Son lesiones bastante frecuentes y que es preciso reconocer de urgencia para evitar diagnósticos tardíos.

Para que se las pueda denominar lesiones graves, debe haber lesión de las cápsulas articulares, de los ligamentos inter-supraespinosos y, por supuesto, del disco, con afectación del LVCA y LVCP.

El mecanismo de producción, habitualmente, es la flexión, con traumatismo de cierta importancia. La clínica dolorosa empieza inmediatamente después del traumatismo.

El diagnóstico, aparte de en la anamnesis del tipo de traumatismo y de la clínica, se basa en criterios radiográficos de inestabilidad. Estos criterios son los indicados anteriormente (Fig. 1) y hacemos hincapié en que hay que saber buscarlos en las radiografías dinámicas, efectuadas a los 7 y 21 días del traumatismo.

Hemos tenido dos casos en los que las radiografías funcionales eran normales a los siete días y solamente se veían los signos de gravedad a los 21 días, cuando había cedido la contractura muscular.

También es fundamental que se visualice en las radiografías laterales el nivel C7-D1, ya que es frecuente que las lesiones de la charnela cervicotorácica pasen desapercibidas en un primer momento, debido a que las radiografías de urgencia no muestran esos niveles bajos<sup>8</sup>.

Hay que recordar, por otra parte, y para no cometer errores de sobrediagnóstico, que en las mujeres de cuello largo, hay una charnela «fisiológica» de flexión entre C4-C5 y en los niños, entre C2-C3, y en estos casos, aunque haya a ese nivel una cifosis angular no se asocia con el resto de criterios radiológicos de gravedad.

El tratamiento de los esguinces graves es la colocación de urgencia de un compás craneal de Gardner, con una tracción que varía entre 3 y 7 kg dependiendo de si son niveles altos C2-C3 o bajos C7-D1 y, pasados unos días, se hace tratamiento quirúrgico. Se procede a la artrodesis-osteosíntesis con placa atornillada por vía anterior<sup>9</sup>. Debo recalcar desde este momento que la artrodesis intercorpórea por vía anterior estabiliza de forma eficaz el segmento afectado, aunque haya graves lesiones ligamentosas de la columna posterior.

### **FRACTURA-LUXACIÓN (ESGUINCE GRAVE ASOCIADO A FRACTURA DE APÓFISIS ARTICULAR)**

Hemos atendido a 137 pacientes, 51 de ellos con tetraplejía (37,2%).

En esencia, son lesiones muy parecidas al esguince grave, asociándose, al desplazarse la vértebra superior en el momento del traumatismo, una fractura de las articulares o excepcionalmente, una «rebanada» de la parte superior del soma de la vértebra inferior.

Son lesiones inestables, en las que además de la hiperflexión, hay un componente rotacional.

En las radiografías hay listesis y se visualiza la fractura, que no siempre es fácil de interpretar (Fig. 6).

La TC muestra el signo de «triple imagen», viéndose, de delante a atrás, la articular fracturada, la articular indemne de la otra vértebra y, de nuevo, la articular fracturada.

El tratamiento es el mismo que en el caso de esguince grave. La tracción con compás reduce fácilmente la listesis y en días posteriores se hace la cirugía por vía anterior (Fig. 7).



**Figura 6.** Fractura-luxación C3-C4.



**Figura 7.** Fractura-luxación operada.

### **LUXACIÓN CON ACABALGAMIENTO BIARTICULAR**

Tenemos 28 casos, 22 de ellos tetrapléjicos.

Son lesiones, también parecidas a los esguinces graves, pero en las que el mecanismo de flexión no se agota con las lesiones ligamentosas, sino que continúa hasta producir una luxación de las articulares posteriores de ambos lados.

Con alta frecuencia se acompañan de lesión neurológica, que en el 45% de nuestros casos es tetraplejía completa.

El diagnóstico es fácil con radiología en el plano sagital, pero, una vez más, es fundamental no olvidar el concepto básico, de que la radiografía lateral debe mostrar hasta el espacio C7-D1 incluido.

El tratamiento, en primer lugar, es la reducción ortopédica. Nosotros lo hacemos con el paciente en una mesa de politraumatizados, en posición de antitrendelenburg con la cabeza en ligera flexión y con control de intensificador de imágenes vamos colocando pesos progresivos en el compás craneal. Se empieza con 6-8 kg y cada cinco minutos se añaden 2 kg más, hasta alcanzar como máximo un tercio del peso del paciente. Se hace con el paciente despierto, con ligera sedación (5-10 mg de diazepam) y vigilando la situación neurológica. Rara vez hay que alcanzar los 20 kg y en un elevado porcentaje de casos se consigue la reducción, disminuyendo en ese momento el peso en la tracción a 5-7 kg. En días sucesivos se hace cirugía con la misma técnica que empleamos en los esguinces graves.

Se han descrito extrusiones discales, a continuación de reducciones ortopédicas, en luxación con acabalgamiento biarticular. Por ello, en pacientes sin lesión neurológica, algunos autores hacen, de entrada, un estudio con RM y si se ve extruido el disco, realizan reducción abierta con cirugía por vía anterior, previa discectomía<sup>10</sup>.

En estas lesiones existe un criterio de cirugía de urgencia y en casos de luxación bilateral es irreducible ortopédicamente, con lesión neurológica incompleta. Es algo que ocurre excepcionalmente.

### **LUXACIÓN CON ACABALGAMIENTO UNIARTICULAR**

Tenemos 16 casos, de ellos cuatro tetraplejías (25%).

Es una lesión parecida a las anteriores, en la que se asocia a la flexión un mecanismo de rotación, con luxación uniarticular.

Para su diagnóstico en el estudio radiológico debemos sospecharla, cuando vemos en la radiografía lateral una listesis del cuerpo de, aproximadamente, una cuarta parte del tamaño del cuerpo vertebral. El diagnóstico se confirma con RX oblicuas a 30° o con TC.

El tratamiento es el intento de reducción ortopédica con compás y pesos progresivos. En estos casos, además de ligera flexión, hay que asociar giro de la cabeza hacia el lado contrario del macizo articular luxado. Es relativamente frecuente que no se consiga la reducción, pero manteniendo la tracción con 5-7 kg lo que sí se logra es una aceptable alineación de los cuerpos vertebrales y, como la listesis no es muy grande, ello descomprime en cierta manera el canal raquídeo.

El tratamiento definitivo, que puede realizarse días después, es la cirugía. Una vez anestesiado el paciente, si antes no se había logrado la reducción, intentamos hacerla con tracción manual en ligera flexión-rotación. Si se consigue reducir, hacemos la artrodesis-osteosíntesis por vía anterior. Si no se consigue hay dos actitudes: la primera es mediante vía anterior, hacer la discectomía y, en ese momento, provocar distracción con el distractor de Cloward intersomático (llevado bien hasta atrás y apoyándolo en los platillos vertebrales). Luego se empuja hacia atrás el cuerpo vertebral proximal, con el dedo en el lado que se corresponde con el macizo luxado. Ello puede conseguir la reducción completa, pero, si no es así, quedan las puntas de las articulares casi enfrentadas, la listesis casi totalmente corregida y, colocando un injerto intersomático alto, el foramen queda descomprimido. Para nosotros es suficiente y es lo que realizamos. La segunda actitud es hacer la vía posterior, reducción con maniobra de «desmonta-neumático» o facetectomía parcial y, luego, osteosíntesis. Diferentes estadísticas han demostrado que la vía posterior tiene riesgos asociados, como son más infecciones y agravación neurológica por el volteo del paciente. Nosotros evitamos la vía posterior, siempre que podemos.

### **FRACTURA SEPARACIÓN DEL MACIZO ARTICULAR (FSMA)**

Hemos atendido a 14 pacientes, dos de ellos con tetraplejía (14,28%).

Son lesiones producidas por un mecanismo de flexión e inclinación lateral. El macizo articular presenta una línea fracturaria por delante a nivel pedicular y otra posterior a nivel de la unión entre el macizo y la lámina. Ello permite que el macizo se horizontalice, perdiendo la congruencia con las articulares adyacentes superior e inferior.

Se acompaña, además, en casos graves, de lesión del complejo ligamentario posterior y de uno o dos discos, pudiendo haber inestabilidad a uno o dos niveles.

El diagnóstico se hace con las radiografías. En la lateral se ve horizontalización del macizo, que se puede acompañar o no de listesis<sup>11</sup>. En la radiografía AP se visualizan de forma inusual, las interlíneas articulares de ese macizo, al haberse horizontalizado (Fig. 8). La TC confirma el diagnóstico y las radiografías dinámicas indican si existe inestabilidad y si es a uno o dos niveles.

El tratamiento en los casos leves, sin inestabilidad, es conservador, con unos días de tracción seguido de minerva o *halo-jacket*. En los casos graves hacemos cirugía por vía anterior, estabilizando uno o dos niveles.

### **LESIONES DE LA COLUMNA POSTERIOR Y OTRAS LESIONES**

Hemos tenido siete fracturas de apófisis espinosas, siete fracturas de láminas, seis fracturas aisladas de articulares sin inestabilidad grave y sin neurología. Estos traumatismos, una vez descartada la inestabilidad, fueron tratadas definitivamente con un simple collarín. Otras muchas lesiones de la columna posterior se asociaron a graves lesiones predominantes de la columna media y anterior y, por ello, las hemos asimilado a esas patologías.



**Figura 8.** FSMA con horizontalización de macizo articular.

Hemos tenido cuatro pacientes con fracturas en espondilitis anquilopoyética y uno de ellos tenía tetraplejía completa. Al tratarse de un bloque rígido el raquis de estos pacientes, son lesiones de las tres columnas (Fig. 9), y se asocian con frecuencia a lesión medular. Es importante pensar en ellas, incluso ante traumatismos mínimos, si aparece dolor. Se diagnostican cuando no hay desplazamiento en las radiografías, por RM o por gammagrafía ósea. El decúbito supino hasta su tratamiento definitivo, así como durante su estancia en el servicio de Radiología, debe respetar la gran cifosis previa del raquis del paciente<sup>12</sup>. Tienen a la consolidación, con una buena inmovilización.

De nuestros casos, el que tenía lesión medular falleció. Dos fueron tratados con éxito, mediante *halo-jacket*. El último se curó, después de osteosíntesis por vía posterior. No se pudo hacer vía anterior, debido a la cifosis previa del paciente. Este caso fue tratado quirúrgicamente, ya que nos fue enviado tardíamente desde otro hospital, en fase de pseudartrosis (pseudoespondilodiscitis)<sup>13</sup>.

Hemos tenido cuatro traumatismos por arma de fuego, todos con tetraplejía completa. No precisaron cirugía, al ser lesiones estables bajo el punto de vista osteoarticular.



**Figura 9.** Fractura en espondilitis anquilopoyética.



Hemos tratado un paciente con tetraplejía completa nivel C1, por herida con arma cortante, teniendo además una lesión medular entre C6-C7.

En las lesiones medulares por herida penetrante, nuestro criterio es hacer tratamiento quirúrgico en el caso de tetraplejía incompleta, si persiste punta de cuchillo, cristal o fragmento de proyectil, intracanal<sup>14</sup>.

Finalmente hemos atendido a 11 SCIWORA en el nivel C3-D1, habiendo tenido otros dos casos en C1-C2.

## TETRAPLEJÍA Y SCIWORA

Concepto de tetraplejía.

Tratamiento de UCI y unidad de lesionados medulares.

Indicación y momento de la cirugía.

SCIWORA.

### CONCEPTO DE TETRAPLEJÍA

Es la lesión de la médula por encima del nivel D1. Por debajo de este nivel se habla de paraplejía. La mayoría del daño medular se produce, probablemente, en el momento del impacto, pero no siempre es así y ello obliga a un tratamiento muy protocolizado y aplicado con rigor.

Para definir el nivel de la tetraplejía, hay que referirse al último mielómero distal sano o con posibilidades de recuperación, aceptando, por ello, el nivel distal en el que la musculatura que de él depende se encuentra al menos a M3.

Los tipos de tetraplejía son la completa y la incompleta.

La tetraplejía completa es aquella en la que no hay nada motor ni sensitivo, distal a la lesión. Dado que las últimas vías en afectarse son las que están dispuestas más periféricas en la médula, es decir, las sacras, para afirmar que la lesión es completa debe explorarse el área genital, la contracción del esfínter anal, la sensibilidad perianal una vez que ha desaparecido la fase de *shock* medular o sea cuando ha reaparecido el reflejo bulbocavernoso en el hombre o el clitorioideoanal en la mujer.

La tetraplejía incompleta puede ser subtotal, anterior, central, Brown-Séquard, posterior, etc. según el área de la médula afectada.

La gran diferencia entre la completa y la incompleta es que la completa tiene muy mal pronóstico, con mortalidad alta y, por el contrario, la incompleta tiene posibilidades de recuperación.

En nuestra estadística, con un total de 253, hubo 59 tetraplejías completas y 194 tetraplejías incompletas.

El mecanismo que con mayor frecuencia produce la lesión es la flexión, produciéndose la compresión de la médula por fragmentos óseos o discales. Puede quedar compresión residual después de la reducción ortopédica.

En otros casos, el mecanismo es la extensión y la lesión de la médula se produce por un efecto «pinza» entre el ángulo posteroinferior de la vértebra proximal y el ligamento amarillo que se plica. También se puede afectar la médula, por una isquemia secundaria al estiramiento de la arteria espinal anterior. En estos mecanismos de extensión es habitual la coexistencia de un canal raquídeo estrecho, bien congénito o bien adquirido por osteofitos posteriores. En los mecanismos de extensión no existe compresión residual de la médula.

### Fisopatología

Precozmente, en el momento del impacto, se produce una necrosis centromedular hemorrágica, por la mayor vulnerabilidad de la sustancia gris. Secundariamente, en pocas horas se produce una autoagresión centrífuga de la sustancia blanca, por edema vasogénico secundario a la compresión mecánica mantenida y a diferentes factores bioquímicos proinflamatorios: fosfolipasa A2, enzimas lisosomales, peroxidación lipídica, serotonina, catecolaminas, etcétera.

Por ello es muy importante actuar rápidamente, para evitar en lo posible la autoagresión y ello se hace de dos maneras, por un lado reduciendo la lesión osteoarticular, con lo que se quita la compresión y, por otro, con tratamiento medicamentoso antiinflamatorio.

### Clínica

Se presentan problemas respiratorios, cardiocirculatorios, digestivos, urinarios, cutáneos, etcétera.

En el aparato respiratorio hay disminución de la CV, disminución de la distensibilidad pulmonar con atelectasias, falta de tos eficaz y retención de secreciones. Con frecuencia precisan intubación con respiración asistida, siendo ello la causa más frecuente de muerte.

Debido al predominio parasimpático bulbar (por inhibición del simpático dorsolumbar), se produce bradicardia, que si es grave puede provocar parada cardíaca.

En el aparato digestivo puede presentarse dilatación aguda de estómago, íleo intestinal y hemorragia digestiva por aumento del líquido segregado por la mucosa gástrica con disminución del pH.

Existe riesgo elevado de tromboflebitis y úlceras de decúbito. Hay retención urinaria.

### TRATAMIENTO EN UCI Y EN UNIDAD DE LESIONADOS MEDULARES

Nosotros seguimos un protocolo terapéutico, que elaboramos con UCI y Rehabilitación hace años y que actualizamos cada dos-tres años. Para su elaboración hicimos extensas búsquedas bibliográficas y nos apoyamos en nuestra experiencia después de la revisión de la evolución de los pacientes tratados.

En la ambulancia que transporta al paciente, si la bradicardia es menor de 55-60 pulsaciones se trata con 0,5-1 mg de atropina. Hay que hacer oxigenación eficaz con mascarilla a 6-9 l./minuto.

En un hospital no especializado hay que estabilizar el estado general del paciente e inmovilizar el resto de fracturas. Si se va a demorar el traslado a un hospital especializado, por otras patologías asociadas, hay que reducir la fractura-luxación con compás de Gardner. Si se recibe al paciente en las primeras ocho horas, se inicia corticoterapia, con metilprednisolona en dosis de 30 mg/kg de peso en bolo a pasar en 30 minutos, seguido de 5,4 mg/kg/hora durante las 23 horas siguientes. Se pauta suero fisiológico, valorando la presencia de otras lesiones que disminuyan la volemia, pero sin sobrecargar (puede producirse edema agudo de pulmón) ya que existe vasoplejía. Puede precisarse dopamina o noradrenalina para mantener la PA > 120.

En el hospital especializado se explora neurológicamente al paciente, haciendo ASIA al ingreso, cada hora durante las seis primeras horas y luego cada dos horas hasta las 24 horas, distanciando la exploración posteriormente. Se completa la corticoterapia.

Es fundamental la fisioterapia respiratoria, con tos asistida, oxigenoterapia, fluidificación de secreciones y drenaje postural, teniendo como objetivo prioritario evitar la intubación, ya que las complicaciones que de ello se derivan son la causa más frecuente de muerte.

Debe realizarse sondaje vesical, cuidando su fijación a abdomen, para evitar decúbitos en el ángulo peneescrotal y, pasada la fase poliúrica, se inicia el cateterismo intermitente con sonda de baja fricción más anestésico local o peneflex continuo.

Se mantiene sonda nasogástrica hasta que se ausculta peristaltismo y se administra omeprazol (20 mg) cada 12 horas, primeperan para aumentar la motilidad gástrica, dulcolaxo más glicerina en supositorios y duphalac por boca según la dureza de las heces.

Hay que hacer cambios posturales, tratamiento postural y movilizaciones pasivas analíticas de todas las articulaciones.

Se debe administrar heparina de bajo peso molecular y vendaje elástico de miembros inferiores, que se cambia dos veces al día.

## INDICACIÓN Y MOMENTO DE LA CIRUGÍA

Existe indicación de cirugía cuando hay inestabilidad y/o cuando persiste la compresión residual medular. En las lesiones inestables, la cirugía facilita los cuidados médicos y de enfermería, mejorando el porcentaje de supervivencia. La cirugía, al descomprimir, pone la médula en las mejores condiciones para su recuperación, aunque los estudios comparativos entre escuelas intervencionistas y no intervencionistas, no indican diferencias significativas respecto al pronóstico final. Sí hay más recuperaciones de raíces nerviosas con la cirugía y eso puede ser muy importante para un tetrapléjico, estando, por ello, justificada la cirugía.

En los traumatismos por hiperextensión con lesión neurológica, como se dijo antes, la mayoría presentan osteofitosis y estenosis de canal. Aunque pueden tener cualquier tipo de tetraplejía, casi siempre se trata de un síndrome centromedular de Schneider.

Habitualmente, salvo que haya un rebote en flexión, son lesiones estables. Por otro lado, no hay compresión residual más allá de la estenosis preexistente, salvo en algún caso excepcional en el que se produce fractura de arcos posteriores por apilamiento de los mismos, con desplazamiento intracanal de un fragmento de lámina. El tratamiento, por ello, no suele ser quirúrgico. Evolucionan hacia la mejoría y se puede plantear una descompresión quirúrgica reglada pasados unos meses, como en cualquier mielopatía cervical cervicartrosica.

Los traumatismos por hiperflexión y/o compresión que cursan con neurología, son principalmente inestables y además, ocasionalmente, persiste compresión después de la reducción ortopédica, necesitando por todo ello tratamiento quirúrgico.

El momento de la cirugía siempre se ha discutido<sup>10,15-18</sup>. Es interesante un metaanálisis<sup>19</sup>, que revisó 922 artículos y seleccionó 66 de ellos para un análisis detallado, y no encontró ninguna evidencia científica sobre si es mejor operar en las primeras 24 horas, a los cinco días, pasados ocho días, etcétera.

En una revisión de una muestra de nuestros pacientes<sup>20</sup>, encontramos que la cirugía de urgencia aumentaba la mortalidad. En 57 tetrapléjicos, operados entre enero de 1997 y octubre de 2003, comprobamos que la mortalidad de los operados en las primeras 24 horas (15 pacientes) fue del 26% y la de los operados tardíamente del 3%. Es interesante señalar que la cirugía en pacientes con una CVF menor de 700 ml/m<sup>2</sup> de superficie corporal, impide extubarlos después del gesto quirúrgico y esa intubación mantenida con las complicaciones que conlleva, es causa de muerte en muchas ocasiones. En nuestros casos, los pacientes que sobrevivieron tenían una CVF de 1.590 ml de media (intervalo 1.200-3.000 ml).

Nuestro criterio basado en el protocolo que elaboramos conjuntamente con UCI y RHB es el siguiente:

- En lesiones estables por hiperextensión, aplicar collarín cervical dos meses y tratamiento medicamentoso-rehabilitador.
- En lesiones inestables debe hacerse reducción ortopédica con compás siguiendo las normas que se explicaron anteriormente, tratamiento medicamentoso-rehabilitador y cirugía.

Hacemos cirugía cuando la «CV forzada» es mayor de 700 ml/m<sup>2</sup> de superficie corporal o mayor de 15 ml/kg de peso. Ello nos permite la extubación después de la cirugía. Realizamos cirugía de urgencia en dos supuestos:

1. Luxación bilateral irreducible ortopédicamente y con tetraplejía incompleta (al ser incompleta, la CVF está por encima de las cifras indicadas y la reducción de la luxación pone a la médula en las mejores condiciones para su recuperación).
2. Empeoramiento neurológico después de la reducción ortopédica con compresión residual demostrada por RM (el empeoramiento se debe al edema medular, sin compresión residual y no está indicada la cirugía urgente).

## SCIWORA

Es aquella tetraplejía que no muestra patología visible en las imágenes radiológicas. En nuestra estadística tenemos 13 casos (11 a nivel C3-D1 y 2 a nivel C1-C2) y es más frecuente en niños.

En la mitad de los casos se observan trastornos neurológicos de inmediato. En la otra mitad, se manifiestan desde pasados 30 minutos hasta varios días después, pero los pacientes ya manifestaron algún trastorno neurológico «pasajero» en el momento del impacto.

Estos pacientes, incluidos los que sólo tuvieron clínica pasajera, deben ser estudiados por RM, para valorar lesiones ligamentosas, hernia discal, fractura oculta, hematoma epidural, cambios de señal en médula, etcétera.

Si la RM demuestra compresión o inestabilidad potencial, se tratan con cirugía. Si no es así, y para evitar una

posible evolución catastrófica, se inmoviliza un mínimo de cuatro semanas y, posteriormente, se realizan radiografías funcionales de columna cervical. Se descarta, así, la inestabilidad secundaria.

### COMENTARIOS FINALES

Al final, podemos decir que hemos ingresado a adultos con 503 lesiones de C3-D1. Tenían tetraplejía 236 (46,9%). Ello da idea de la gravedad de estas lesiones y de lo importante que es el diagnóstico precoz y el tratamiento adecuado.

Hacemos tratamiento quirúrgico cuando hay inestabilidad y/o neurología con compresión residual. Hemos operado a 305 pacientes (60,6%), 302 de ellos por vía anterior y sólo tres por vía posterior. Ninguno precisó doble vía.

Todos los pacientes, tienen su raquis estabilizado y sólo cuatro precisaron reintervención (1,3%). Dos pacientes tuvieron arrancamiento de la placa de osteosíntesis, por no aceptar la inmovilización con collarín en el postopera-

torio. Un paciente tuvo una fractura de estrés de la placa a las seis semanas de haber sido operado, y resulta inexplicable, ya que se trataba de un tetrapléjico completo (A de ASIA), ingresado en la unidad de lesionados medulares. El cuarto paciente tuvo arrancamiento de la placa, por mala técnica del cirujano, ya que la osteosíntesis distal se hizo sobre una vértebra contigua, que también estaba fracturada.

Hemos tenido una sola infección (0,32%).

Somos partidarios a nivel C3-D1, de la vía anterior aislada, siempre que se complemente con collarín durante dos a tres meses. La doble vía aumenta la morbilidad y, por ello, un «sobretreatmento».

Respecto a los 236 tetrapléjicos, tuvimos una mortalidad del 21,7% en tetrapléjicos completos y del 3,5% en incompletos.

Revisamos la evolución a largo plazo de 145 tetrapléjicos, 54 con tetraplejía completa y 91 incompleta (Fig. 10). De los pacientes con tetraplejía completa, volvieron a deambular el 1,85% y de los pacientes con tetraplejía

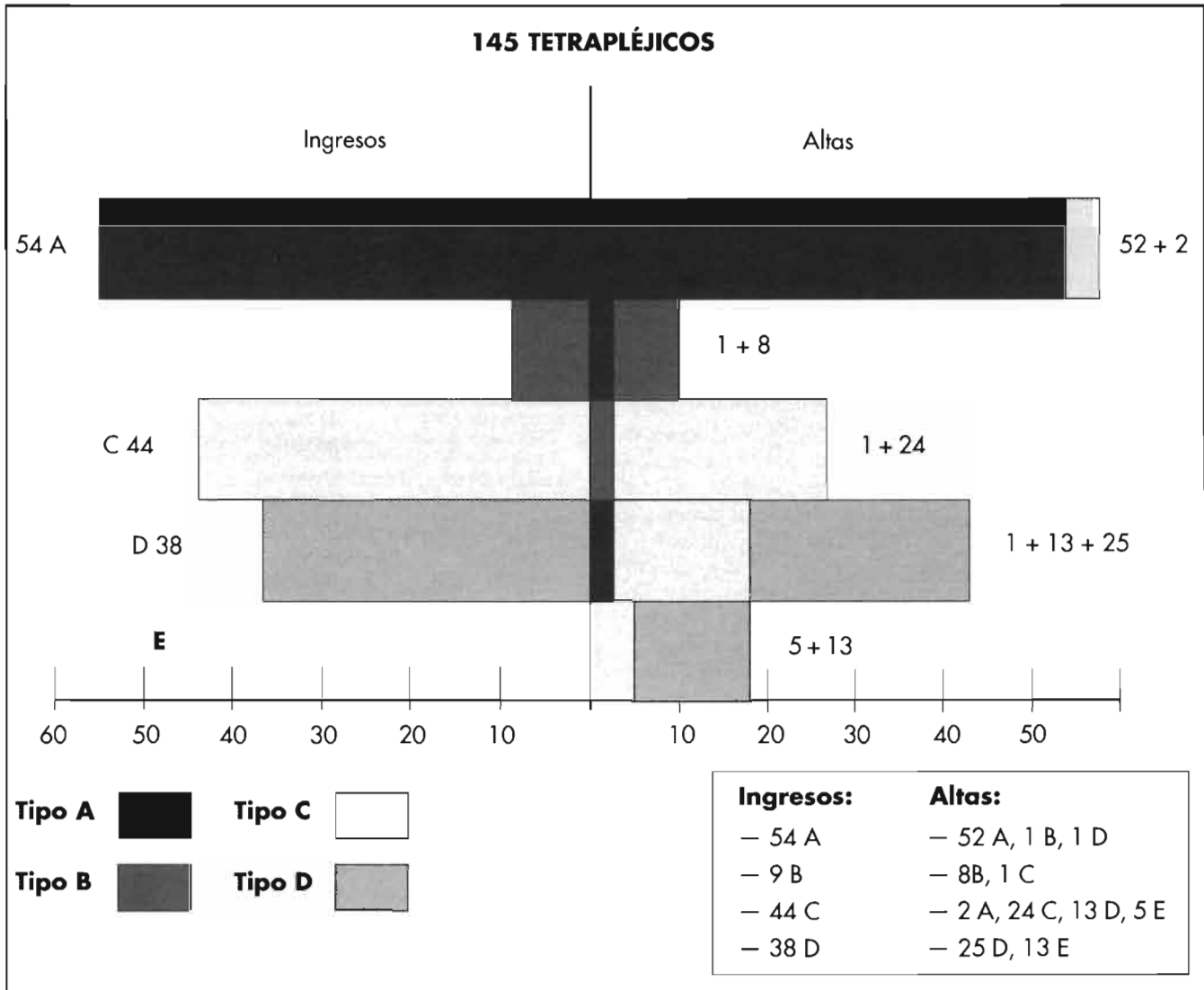


Figura 10. Resultados finales de 145 tetrapléjicos.

incompleta, el 62,6%. Es excepcional una recuperación que permita la deambulación en los de tipos A y B. En los de tipo C, la posibilidad de deambular es del 41% y en los de tipo D, del 100%. Hubo empeoramiento neurológico en dos pacientes (1,37%).

## CONCLUSIONES

Existen lesiones de C7 o del espacio C7-D1 en el 9% de los pacientes, siendo por ello imprescindible visualizar el espacio C7-D1 en las radiografías hechas en Urgencias, recurriendo a la tracción de los hombros con tiras anchas de esparadrapo o con la proyección del «nadador».

La inestabilidad, en ocasiones, no se hace patente en el estudio radiológico hasta pasadas tres semanas cuando, ha cedido mucho la contractura muscular; por ello, cuando el mecanismo traumático ha sido violento, aconsejamos hacer radiografías funcionales a los 7 y 21 días del accidente.

Indicamos cirugía en general, cuando hay inestabilidad y/o neurología con persistencia de compresión residual.

En el raquis cervical bajo C3-D1 somos muy partidarios de la vía anterior. Es excepcional la vía posterior y, mucho más, la doble vía.

En el tetrapléjico es fundamental evitar la intubación, ya que, debido a las complicaciones que conlleva, es la causa más frecuente de muerte. Para ello, es necesario hacer fisioterapia respiratoria intensiva y no hacemos cirugía hasta que la CV forzada es  $> 700 \text{ ml/m}^2$  de superficie corporal o hasta que no es  $> 15 \text{ ml/kg}$  de peso. Sólo así aseguramos, que el paciente podrá ser extubado después de la cirugía.

Hacemos cirugía de urgencia en dos supuestos:

1. Cuando recibimos una luxación biarticular no reductible ortopédicamente y con tetraplejía incompleta.
2. Cuando se presenta empeoramiento neurológico y existe compresión residual demostrada por RM, después de la reducción ortopédica.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Vital J, Rodríguez de la Rúa J, Kerboul B, Allard M, Baulny D, Senegas J. Epidemiologie et etiologie des traumatismes vertebro-médullaires. En: Chevais R, Senegas J. Prise en charge à la phase initiale des traumatismes vertébro-médullaires. Bordeaux: Université de Bordeaux II, 1983; 5-25.
2. Moore T, Vaccaro A, Anderson P. Classification of Lower Cervical Spine Injuries. Spine, 2006; 31:S37-S43.
3. Bono C, Vaccaro A, Fehlings M, Fisher CH, Dvorak M, Ludwig S, et al. Measurement Techniques for Lower Cervical Spine Injuries. Spine, 2006; 31:603-609.
4. Rodríguez de la Rúa J. Osteosíntesis vertebral en Traumatismos del Raquis Cervical (Jesis Doctoral). Cádiz: Universidad de Cádiz, 1990.
5. Rodríguez de la Rúa J, Julia J, Saras J, et al. Traumatismos graves de la columna cervical. Rev Ortop Traum, 1990; 34IB:190-196.
6. Dvorak M, Fisher CH, Fehlings M, et al. The Surgical Approach to Subaxial Cervical Spine Injuries: An Evidence-Based Algorithm Based on the SLIC Classification System. Spine, 2007; 32:2620-2629.
7. Storaci R, Manelli A, Schiavone N, Mangia L, Prigione G, Sangiorgi S. Whiplash injury and oculomotor dysfunctions: clinical-posturographic correlations. Eur Spine, 2006; 15:1811-1816.
8. Amin A, Saifuddin A. Fractures and Dislocations of the Cervicothoracic Junction. J Spinal Disord Tech, 2005; 18:499-505.
9. Senegas J. Techniques chirurgicales de routine. En: Chevais R, Senegas J. Prise en charge à la phase initiale des traumatismes vertébro-médullaires. Bordeaux: Université de Bordeaux II, 1983; 179-186.
10. Papadopoulos S, Selden N, Quint D, Patel N, Gillespie B, Grube S. Immediate Spinal Cord Decompression for Cervical Spinal Cord Injury: Feasibility and Outcome. J Trauma, 2002; 52:323-332.
11. Fuentes JM, Benzech B, Lussiez B, Vlahovitch B. La fracture-separation du massif articulaire du rachis cervical inférieur. Ses rapports avec la fracture dislocation en hyperextension. Rev Chir Orthop, 1986; 72:435-440.
12. Thobikat P, Harharan R, Ravichandran G, et al. Spinal Cord Injury in Patients With Ankylosing Spondylitis: A 10 year Review. Spine, 2007; 32:2989-2995.
13. Moussellard H, Pointillart V, Mangione P, et al. Pseudarthrose rachidienne spontanée sur Spondylartrite Ankylosante. A propos de 3 observations. Rev Chir Orth, 1996; 82:453-457.
14. Waters R, Adkiss R, Hu S, et al. Penetrating Injuries of the Spinal Cord: Stab and Gunshot Injuries. En: Frymoyer JW. The Adult Spine Tomo 1. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1997; 919-930.
15. Mizza S, Kregel W, Chapman J, et al. Early versus delayed surgery for Acute Cervical Spinal Cord Injury. Clin Orthop, 1999; 359:104-114.
16. Tator C, Fehling M, Thorpe K, et al. Current use and Timing of Spinal Surgery for the Management of Acute Spinal Cord Injury in North-America: results of a retrospective multicenter study. J Neurosurg, 1999; 91 (1 suppl.):12-18.
17. Vaccaro A, Daugherty R, Sheehan T, et al. Neurologic Outcome of early versus late surgery for Cervical Spinal Cord Injury. Spine, 1997; 22:2609-2613.
18. Campagnolo D, Esquieres R, Kopacz K. Effect of timing of Stabilization on length stay and medical complications following Spinal Cord Injury. J Spinal Cord Med, 1997; 20:331-334.
19. Fehlings M, Sekhon L, Tator CH. The Role and Timing of Decompression in Acute Spinal Cord Injury. What Do We Know? What Should We Do? Spine, 2001; 26:S101-S110.
20. Cano J, Rodríguez de la Rúa J, Juliá J, et al. Timing of Surgery in Patients with Traumatic Tetraplegia and its influence on Mortality. Eur Spine J, 2005; 14:110.

# El valor de la imagen por resonancia magnética en las fracturas toracolumbares

F. López-Oliva Muñoz, A. Bartolomé Villar y F. Forriol Campos

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad el médico teme más al error que al fracaso. Tanto uno como otro son dos acontecimientos de la práctica clínica cotidiana desfavorables y que no tienen por que aparecer siempre juntos. Mientras que el fracaso terapéutico se contempla como una circunstancia posible en el marco de la variabilidad propia de la medicina, el paciente y la sociedad no toleran de la misma forma el error diagnóstico.

Los avances en las pruebas de imagen que se han logrado en las últimas décadas proporcionan al facultativo la posibilidad de limitar al máximo el margen de error en la evaluación de la patología traumática del raquis. Esta ventaja también limita la tolerancia en la práctica clínica y dificulta el equilibrio entre medicina eficaz y medicina defensiva, en el que el médico, benefactor del paciente pero también garante del bien social y colectivo, tiene que moverse.

En este artículo, los autores pretenden, basándose en su experiencia y en la evidencia científica aportada hasta el momento, definir las ventajas que conlleva la imagen por resonancia magnética en el estudio de las fracturas toracolumbares. El conocimiento adecuado de las virtudes y limitaciones de esta prueba diagnóstica permitirá el justo manejo en la indicación e interpretación de la misma.

## ESTABILIDAD VERTEBRAL POSTRAUMÁTICA

El tratamiento de las fracturas toracolumbares ha sido muy controvertido a lo largo de la historia de la traumatología. En la actualidad, la mejora en diseños y la disponibilidad de implantes de osteosíntesis vertebral ha popularizado las técnicas quirúrgicas estabilizadoras en este tipo de fracturas. Sin embargo, es preciso reconocer que el límite entre un tratamiento conservador y quirúrgico o, lo que es lo mismo, establecer la indicación terapéutica, no está siempre bien establecido. Suele recomendarse tratamiento conservador, cada vez más orientado hacia lo funcional, en una mayoría de fracturas cuyo pronóstico parece claramente favorable y su tendencia a las complicaciones míni-

ma. El tratamiento quirúrgico debe indicarse en casos en los que las características de la fractura hacen temer una mala evolución. La progresión de la deformidad, la inestabilidad vertebral residual o, incluso, el empeoramiento neurológico, son las complicaciones más habituales que justifican la indicación quirúrgica en estas fracturas que llamamos, habitualmente, «inestables»<sup>1</sup>.

Pero la estabilidad vertebral es un concepto poco preciso. En la columna fracturada nada es absolutamente estable ni inestable, existen grados de inestabilidad y resulta difícil definir el grado límite que sirve de frontera entre lo conservador y lo quirúrgico.

También, en su dimensión temporal, la inestabilidad tiene gradaciones y evoluciona. De esta forma, y como principio válido en cualquier alteración traumática del organismo, las lesiones puramente óseas consolidarán con el tiempo, consiguiéndose una estabilidad secundaria que sólo precisa la contención transitoria de un corsé, mientras que las lesiones que afectan a los ligamentos no curan y generan inestabilidades a largo plazo.

Como en toda práctica médica, el «principio de la beneficencia» debe estar por encima de cualquier otra consideración y si lo que buscamos es el bien para el enfermo, nuestra obligación como médicos es ajustar al máximo las indicaciones de nuestros actos quirúrgicos y no añadir un daño y riesgo innecesarios al padecimiento del paciente. Por ello, operar una fractura «por si acaso» no es ético ni científico. Debemos intentar a ultranza conseguir los parámetros de inestabilidad que permitan diferenciar aquellas lesiones en las que sea previsible un fracaso del tratamiento conservador.

## LA IMAGEN DE LA INESTABILIDAD

El reconocimiento de la inestabilidad de una fractura toracolumbar se ha basado siempre en la evaluación del patrón o morfología de dicha lesión, exceptuando aquellos casos con «inestabilidad clínica» por un déficit neurológico asociado. Estos criterios de inestabilidad morfológica se han fundamentado en los estudios de imagen que el orto-

peda ha tenido a su disposición a lo largo de la historia. La radiografía simple (RX) ha sido uno de los pilares fundamentales en la evaluación de los traumatismos vertebrales. Hoy sigue siendo insustituible en el diagnóstico inicial, pero también proporciona información sobre las características de la fractura, además de determinar el nivel de la lesión o lesiones y la alineación de la columna. Sobre todo, en las fracturas graves, las primeras radiografías del paciente accidentado realizadas en urgencias suelen ser de mala calidad debido a la recomendación de no mover al lesionado, lo que limita, aun más, la información extraíble de la radiografía simple. Sin embargo, el especialista avezado puede detectar signos de alarma, muchas veces, indirectos, que indiquen inestabilidad, como la divergencia pedicular o de las apófisis espinosas, que resultan sospechosos de una lesión ligamentosa asociada<sup>2</sup>. Desafortunadamente, estos signos sugerentes de ruptura de ligamentos pueden desaparecer en una columna descargada y reducida cuando se coloca al paciente en decúbito (Fig. 1).

La tomografía computarizada (TC) ha sido durante muchos años la prueba de imagen de elección en la evaluación de las fracturas toracolumbares<sup>3</sup>. Su utilidad se

demuestra en la detección y diagnóstico diferencial de fracturas no evidentes en las radiografías simples, así como en la clasificación morfológica de la lesión ósea.

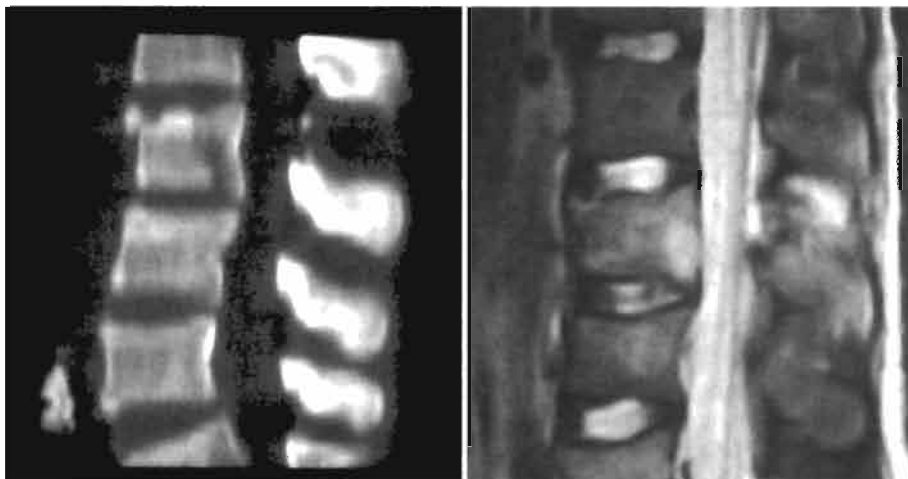
Basándose en las imágenes de RX y TC se han clasificado las fracturas vertebrales y definido los criterios de inestabilidad e indicación quirúrgica hasta hace poco tiempo.

Hoy sabemos que la afectación traumática del disco y de los ligamentos asociada a la fractura vertebral son los verdaderos protagonistas de la inestabilidad, tanto aguda como crónica<sup>4,5</sup>. Por ello, cuando hablamos de fracturas vertebrales, debemos emplear un término más genérico que englobe la verdadera extensión del problema, traumatismos o lesiones vertebrales, en las que se afectan tanto las estructuras óseas como las fundamentales partes blandas (Fig. 2). Este concepto de la columna fracturada vista como un conjunto de tejidos lesionados exige una prueba de imagen que refleje la situación de todos ellos.

## RESONANCIA MAGNÉTICA DE LA COLUMNA VERTEBRAL FRACTURADA

La resonancia magnética (RM) tiene enormes ventajas comparada con otros métodos de imagen en la evaluación

**Figura 1.** Radiografía lateral y RM en un mismo paciente. La imagen radiográfica puede aparentar una leve fractura por compresión cuando la RM muestra una grave lesión por flexión-distracción con rotura del complejo ligamentoso posterior.



**Figura 2.** La definición de las partes blandas es mejor en la imagen por RM mientras que la TC es mucho más descriptiva del patrón óseo de la fractura.

de la patología del raquis y, sin embargo, su empleo sistemático en la evaluación y diagnóstico de los traumatismos vertebrales está aún poco extendido<sup>6</sup>.

Permite realizar estudios en múltiples planos con una visión completa de la anatomía espinal, tanto en sus partes óseas como, sobre todo, en las partes blandas. Es en las lesiones de las partes blandas donde la RM ofrece más posibilidades que los estudios radiográficos convencionales. La RM no proporciona una buena descripción del patrón óseo de la fractura pero éste pasa a un segundo plano en las prioridades de la evaluación de la estabilidad de las lesiones vertebrales. Además, la RM permite una identificación perfecta de las lesiones discales y neurológicas asociadas al traumatismo, siendo el único método de imagen que permite la visión directa del parénquima medular.

El protocolo para la evaluación del raquis traumatizado difiere poco del convencional. Se obtienen imágenes en el plano sagital en secuencias spin-eco T1 y T2 y secuencias STIR (*short time inversion recovery*) y, en el plano axial, en spin-eco T2 (Fig. 3).

La imagen por RM de los ligamentos del raquis permite su identificación como áreas lineales de baja intensidad de señal, especialmente, en los cortes sagitales. La lesión de estas estructuras se aprecia como un aumento de señal en secuencias potenciadas en T2 debido al sangrado y edema locales o bien como una solución de continuidad de estas bandas lineales hipointensas<sup>7</sup> (Fig. 4). Se incluyen en el protocolo secuencias con supresión grasa para facilitar el diagnóstico de roturas sutiles del complejo ligamentoso posterior y, en concreto, del ligamento supraespinoso, por su proximidad a la grasa. Además, estas secuencias tienen una gran sensibilidad para detectar pequeñas lesiones en la médula ósea del cuerpo vertebral o del arco posterior<sup>8</sup> y permiten valorar el edema y la hemorragia paravertebral que frecuentemente coexisten.

## LESIONES LIGAMENTOSAS

Los tejidos blandos implicados en la estabilidad del raquis toracolumbar constituyen un complejo ligamentoso

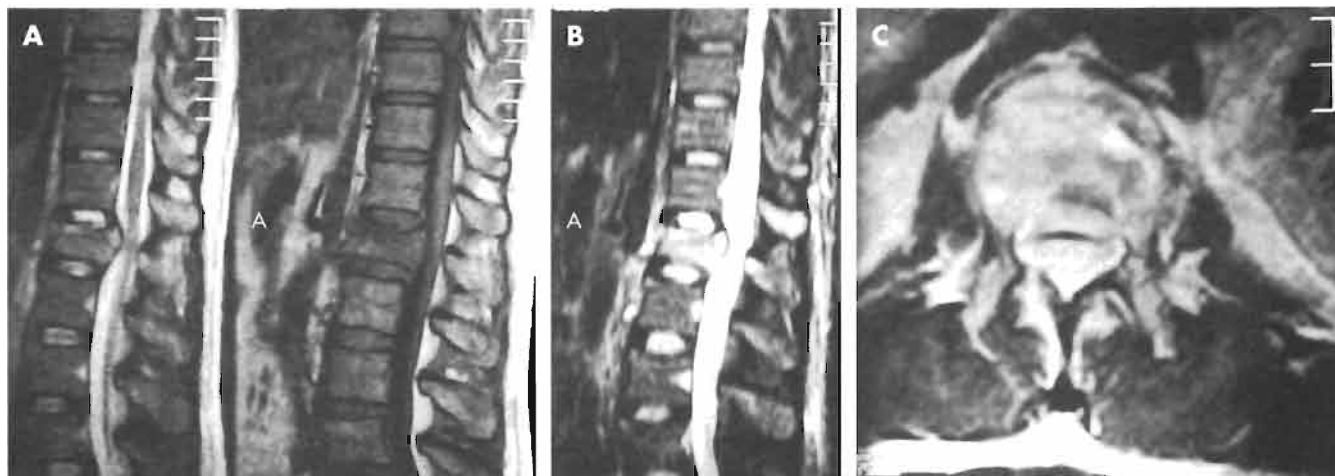


**Figura 4.** La lesión de los ligamentos se aprecia como un aumento de señal en secuencias potenciadas en T2 debido al sangrado y edema locales o bien como una solución de continuidad de estas bandas lineales hipointensas.

so que se lesiona en determinadas ocasiones, dependiendo del mecanismo de producción de la fractura. Los ligamentos son ligamento supraespinoso (LSE), ligamento interespinoso (LIE), ligamento interlaminar o amarillo (LA), ligamento longitudinal posterior (LLP), ligamento longitudinal anterior (LLA) y cápsulas facetarias (CF), que constituyen, exceptuando el LLA, el llamado complejo ligamentoso posterior.

Se ha demostrado que las imágenes de RM potenciadas en T2 con supresión grasa son indicadores fiables de rotura del complejo ligamentoso posterior.

La primera publicación sobre la utilidad de la RM para valorar los ligamentos del raquis fue realizada por Birghtman et al.<sup>9</sup> quienes destacaron el posible papel de la RM como prueba complementaria a la TC en la evaluación de las fracturas del raquis. Destacaron su sensibilidad para diagnosticar las roturas del LLP y su capacidad para definir el tipo de tratamiento quirúrgico según la integridad de este ligamento. Sorprendentemente, no mencionaron el complejo ligamentoso posterior.



**Figura 3.** Secuencias de RM habituales en el estudio de la columna toracolumbar fracturada. **A.** Imágenes en el plano sagital en secuencias spin-eco T1 y T2. **B.** Secuencia STIR (*short time inversion recovery*). **C.** En el plano axial en spin-eco T2.

Pasaría algún tiempo hasta que las imágenes ofrecidas por la RM de estas estructuras fueran valoradas en su justa medida. Con el fin de determinar la frecuencia de lesiones del complejo ligamentoso posterior en las fracturas toracolumbares, Trek et al.<sup>10</sup> estudiaron mediante RM a 68 pacientes con este tipo de lesión. El 53% de los casos presentaron algún grado de lesión de los ligamentos posteriores. Este hallazgo resultó más característico en las fracturas por flexión distracción y en las fracturas-luxaciones, en las que el complejo ligamentoso posterior estaba invariablemente roto. En las fracturas por estallido, el porcentaje de lesión fue del 42%, mientras que en las fracturas por compresión descendió al 24%. Los hallazgos de las pruebas de imagen fueron confirmados durante el acto quirúrgico en seis casos.

Realmente, la única forma de verificar la sensibilidad y especificidad de la RM en el diagnóstico de las lesiones de los ligamentos del raquis es la cirugía. Este método tiene grandes limitaciones, pues pocas de las fracturas toracolumbares requieren el tratamiento quirúrgico.

Lee et al.<sup>6</sup> analizaron a 34 pacientes con fracturas toracolumbares quirúrgicas en los que realizaron una evaluación mediante palpación clínica, radiografías y RM previamente a la intervención. En 14 de los pacientes se palpó una brecha interespinosa, en 21 pacientes se encontraron signos radiológicos de desorganización del complejo ligamentoso posterior y en 30, esta lesión fue detectada en el estudio por RM. En la cirugía pudieron comprobarse, prácticamente, todos los hallazgos sugeridos por la RM, concluyendo que ésta técnica de imagen presenta una elevada sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de estas lesiones.

La sensibilidad más elevada se consiguió en las rupturas del LIE y la más baja en las del LLA. La evaluación mediante RM de la rotura de las cápsulas articulares facetarias es realmente difícil, si bien, esta lesión puede diagnosticarse de forma indirecta por el grado de subluxación-luxación de las carillas articulares y, cuando tiene importancia, suele acompañarse de otras roturas de ligamentos más detectables.

La sospecha de lesión ligamentosa puede estar fundada en la definición del mecanismo de producción de la fractura. Los estudios de imagen más convencionales nos pueden orientar sobre el mecanismo del traumatismo raquídeo y establecer la acción de las fuerzas. Los traumatismos que someten la columna lumbar a esfuerzos en distracción son, teóricamente, más proclives a producir roturas ligamentosas que los que fuerzan el raquis en compresión. Sin embargo, la RM ha demostrado<sup>10-12</sup> que incluso en fracturas por estallido por mecanismo de compresión pueden producirse roturas de los ligamentos que condicionan el pronóstico de estas lesiones si se tratan de forma conservadora.

Los porcentajes publicados de lesión ligamentosa en fracturas por estallido oscilan entre el 33 y el 42%<sup>10-12</sup>. Esto no significa que todas las fracturas por compresión, que son las más frecuentes, deban ser operadas, sino que la RM es una herramienta diagnóstica extraordinariamente útil para evitar errores. Moon<sup>13</sup> propuso la ecografía en la evaluación de las lesiones ligamentosas traumáticas de la columna,

pero su empleo no está tan extendido ni resulta una exploración tan reproducible como la RM.

## LESIONES DISCALES

El disco intervertebral es una estructura con mayor resistencia biomecánica a los factores traumáticos que el cuerpo vertebral<sup>14</sup>. El núcleo pulposo constituye, de hecho, el «ariete» que fractura la porción central de la plataforma vertebral en los traumatismos por compresión o flexión. Esta lesión puede ser conminuta y separar el muro posterior, constituyendo una fractura por estallido. La invasión del cuerpo vertebral por parte del disco altera el continente de éste y lo deforma en las características hernias intraesponjosas.

La imagen por RM confirma estas lesiones detectables tanto por radiografías simples como por TC. Sin embargo, la RM mejora la visión del disco intervertebral en las fracturas toracolumbares, pues detecta cambios tanto morfológicos como bioquímicos, proporcionando una imagen más precisa y, según algunos autores<sup>15</sup>, de valor clínico pronóstico. Oner et al.<sup>16</sup> estudiaron mediante RM lesiones del disco intervertebral producidas en cadáveres. Todas las lesiones fueron detectadas por la RM. Tarr et al.<sup>17</sup> observaron mediante RM a 14 pacientes con fracturas toracolumbares, encontrando cinco con lesiones discales detectables. Por su parte, Battié et al.<sup>18</sup> clasificaron los cambios discales detectados por RM:

1. *Deseccación*. Disminución de la intensidad de la señal en T2.
2. *Herniación*. Alteración morfológica del disco que sobrepasa sus límites morfológicos habituales.
3. *Colapso*. Disminución de la altura discal evaluada en T1.

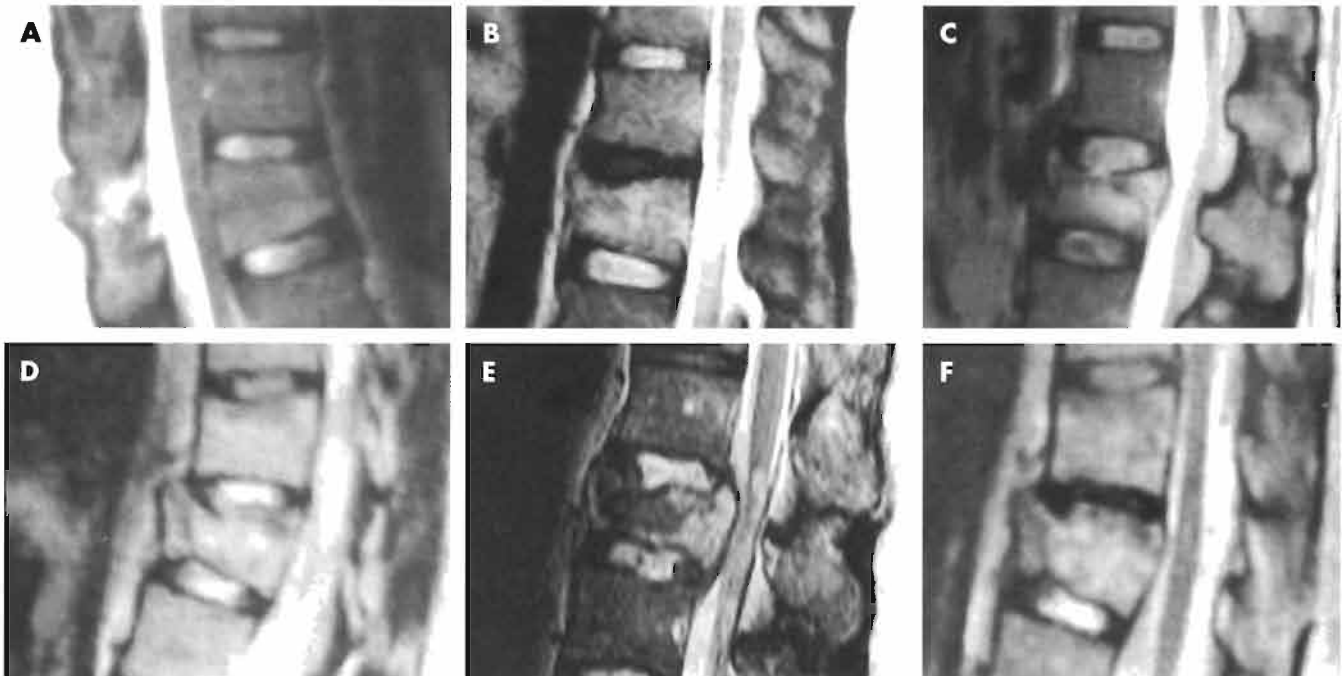
Ciertamente estos fenómenos se observan comúnmente en las fracturas toracolumbares, tanto en su presentación aguda como en la evolutiva.

La clasificación de Battié ha sido modificada y adaptada mejor a las lesiones traumáticas por Oner et al.<sup>19</sup>, en cuyo estudio sobre 75 casos identificaron seis tipos de lesión discal, basados en la imagen por RM, tanto morfológica como de intensidad de señal. Su clasificación considera (Fig. 5):

1. Disco intacto.
2. Disco negro por desecación pero morfológicamente intacto.
3. Hernia intraesponjosa sin pérdida de altura discal ni de intensidad de señal.
4. Colapso anterior del disco.
5. Hernia central masiva con pérdida de altura discal.
6. Disco degenerado con pérdida de altura y señal.

El estudio referido<sup>19</sup> no pudo relacionar los tipos de lesión discal con la evolución clínica o radiológica de los pacientes y no está demostrado que las lesiones discales constituyan un factor pronóstico importante en las fracturas toracolumbares, pues son cambios secundarios a la propia lesión ósea y deben ser considerados como un dato más junto con otros hallazgos de la RM referidos a otras estructuras anatómicas.





**Figura 5.** Oner et al. identificaron seis tipos de lesión discal basándose en la imagen por RM tanto morfológica como de intensidad de señal. **A.** Disco intacto. **B.** Disco negro por desecación pero morfológicamente intacto. **C.** Hernia intraespongiosa sin pérdida de altura discal ni de intensidad de señal. **D.** Colapso anterior del disco. **E.** Hernia central masiva con pérdida de altura discal. **F.** Disco degenerado con pérdida de altura y señal.

## LESIONES ÓSEAS

La conminución del cuerpo vertebral y las láminas limitantes es el segundo factor pronóstico más importante en las fracturas toracolumbares y se ha relacionado con el fracaso tanto del tratamiento conservador como el quirúrgico, fundamentalmente, en el aspecto radiológico y no tanto en el clínico<sup>19</sup>.

La RM y la TC desempeñan papeles complementarios en la evaluación de los traumatismos vertebrales. La elevada sensibilidad de la TC en la visualización de las estructuras óseas detecta mejor las pequeñas fracturas no desplazadas del cuerpo y, también, las fracturas de las apófisis, así como la localización de pequeños fragmentos óseos o discales que comprimen las estructuras neurales.

Aunque la RM no alcanza la definición de las lesiones óseas que proporcionan los modernos equipos de TC helicoidal, el cual se reserva, fundamentalmente, para pacientes con fracturas complejas<sup>20</sup>, en la mayoría de los casos, el estudio por RM puede describir, adecuadamente, las lesiones óseas y hacer innecesaria la TC.

La RM es imprescindible cuando existen dudas sobre la etiología patológica en la fractura vertebral<sup>21, 22</sup>. En la fase aguda, las fracturas benignas, puramente traumáticas o secundarias a osteoporosis, presentan alteraciones de señal muy parecidas a las patológicas. Sin embargo, existen una serie de patrones que pueden diferenciarlas. Así, debemos sospechar una infiltración neoplásica en los casos en los que la RM revele una afectación de los pedículos, cambios de señal en toda la médula ósea del cuerpo vertebral, masa paraespinal y epidural o un margen posterior convexo, entre otras (Fig. 6). Ante la duda, o en presencia de antecedentes de neoplasia, se debe realizar un

estudio con contraste paramagnético y un seguimiento repitiendo los estudios a los dos meses. Nuevos avances en la RM ayudarán también a esta diferenciación, como las técnicas de difusión.

La elevada sensibilidad de la RM en la identificación de las fracturas de los cuerpos vertebrales, incluso en lesiones sin repercusión radiográfica, la convierte en una prueba útil en dos circunstancias; la primera cuando la imagen por RM ayuda a resolver las dudas diagnósticas de fractura aguda por imágenes radiológicas compatibles como secuelas de epifisitis, cambios degenerativos o lesiones antiguas. En segundo término, la RM permite explorar de forma rápida y eficaz grandes segmentos del raquis y descartar la existencia de lesiones a varios niveles (Fig. 7).

Existen datos suficientes que recomiendan el empleo de la imagen por RM como principal indicador del tratamiento quirúrgico en los casos de dolor crónico postraumático tras fracturas osteoporóticas<sup>23</sup>. Para una gran mayoría de especialistas, la persistencia de alteraciones de la señal de la médula ósea del cuerpo vertebral, cuando el dolor se mantiene durante varios meses, es el mejor indicador de que el paciente se beneficiará de un procedimiento quirúrgico. Normalmente, salvo en casos de lesión neurológica, este procedimiento será mínimamente invasivo y consistirá en la suplementación mecánica del cuerpo vertebral mediante el relleno del mismo con cemento acrílico o biológico. Cuando este relleno se realiza a alta presión, se denomina vertebroplastia, y, si se ejecuta a baja presión tras crear una cavidad en la esponjosa aplastada del cuerpo, se tratará de cifoplastia. En lo que aún no hay un consenso claro es en el período natural de persistencia



**Figura 6.** Infiltración neoplásica con afectación de pedículos. Proyección sagital de columna lumbar en secuencias STIR y T1.



**Figura 7.** La RM puede ser muy útil para diagnosticar fracturas dudosas o a varios niveles.

de alteraciones de la señal, ni en las indicaciones adecuadas de ambos procedimientos quirúrgicos.

## VALOR CLASIFICADOR DE LA IMAGEN POR RESONANCIA MAGNÉTICA

La clasificación de los casos clínicos ha sido una tendencia natural y una necesidad en la medicina y, también,

se han publicado numerosas clasificaciones de las fracturas toracolumbares. La difusión y seguimiento de estas clasificaciones ha sido variable; algunas permanecen prácticamente desconocidas y otras resultan de uso corriente. Una buena clasificación debe buscar entre sus objetivos ser sencilla de manejar, aplicar y memorizar, reflejo de la anatomía patológica de la lesión y de su mecanismo de producción, aplicable a todos los casos que se pueden presentar y constituir, en sí misma, una guía de las indicaciones terapéuticas.

Las clasificaciones existentes de las fracturas toracolumbares están basadas, fundamentalmente, en el mecanismo de producción de la lesión y en los estudios radiográficos y por TC. Son, por tanto, únicamente, reflejo de los estudios de las partes óseas de la columna fracturada<sup>24</sup>. Las lesiones discologematosas asociadas, tan importantes en la evaluación y tratamiento de estas lesiones, sólo se deducen de manera indirecta por la observación de los patrones óseos de la lesión. Pero la llegada y difusión de la imagen por RM aporta una visión global y completa de la afectación ósea y de partes blandas de la columna fracturada. En nuestra opinión, la imagen por RM no invalida ninguna de las clasificaciones preexistentes a la difusión de su empleo en estas lesiones. Por el contrario, el conocimiento exacto de las estructuras dañadas permite definir cada caso de la manera más correcta, según su verdadera anatomía patológica y su mecanismo de producción.

El gran escollo ha sido diferenciar con los medios que teníamos las fracturas por compresión de las fracturas por flexión-distorsión, es decir, aplastamientos benignos frente a lesiones aparentemente iguales en la radiología, pero mucho más inestables y de pronóstico más grave. La RM permite detectar estas lesiones ocultas y clasificar correctamente el tipo de fractura, su mecanismo de producción y, por tanto, definir el tratamiento más indicado.

Únicamente, en el caso de las fracturas por estallido pensamos que la RM permitirá alterar las clasificaciones,

subdividiendo este grupo en fracturas con o sin lesión ligamentosa asociada. Ambas lesiones comparten su mecanismo de producción y la morfología de la fractura ósea, pero su pronóstico y tratamiento son completamente diferentes (Fig. 8).

El moderno consenso en el tratamiento de los traumatismos vertebrales<sup>1, 25-30</sup> basa la indicación terapéutica en tres características fundamentales: mecanismo de producción, situación neurológica e integridad del complejo ligamentoso posterior. No es el propósito de este capítulo analizar la idoneidad de los actuales protocolos de tratamiento, pero conviene destacar que sin la ayuda de la RM es imposible realizar una valoración completa de los aspectos antes mencionados de las lesiones vertebrales traumáticas.

## VALOR PRONÓSTICO DE LA IMAGEN POR RESONANCIA MAGNÉTICA

Hasta la llegada de la RM, la clínica carecía de parámetros pronósticos fiables que pudieran predecir el éxito o fracaso del tratamiento indicado en los casos de fractura toracolumbar. Los estudios clínicos y experimentales realizados han establecido que la RM es la prueba de imagen más sensible y específica para valorar tanto las lesiones discoligamentosas como el patrón óseo de la fractura, permitiendo una completa evaluación de su estabilidad y mecanismo de producción. Estos dos parámetros constituyen la verdadera base para establecer no sólo una indicación terapéutica, sino también hacer un pronóstico del resultado.

De todo el conjunto de lesiones detectables por la RM hay que diferenciar las lesiones discales, las ligamentosas y las óseas, pues cada una posee un valor pronóstico diferente.



**Figura 8.** La RM ha permitido demostrar la existencia, frecuente, de fracturas por estallido con lesión del complejo ligamentoso posterior. Este tipo de fracturas cuestionaría las clasificaciones actualmente vigentes.

Furderer et al.<sup>31</sup> estudiaron a 20 pacientes intervenidos en los que se retiró la fijación posterior que se había realizado previamente. Estudiados al inicio y al final del seguimiento no apreciaron cambios significativos en los discos lesionados en el traumatismo. Por tanto, los cambios de señal discal en sí mismos no condicionan un pronóstico desfavorable en cuanto a la imagen se refiere.

Oner et al.<sup>24</sup> realizaron un estudio prospectivo para conocer el potencial pronóstico de la imagen por RM, en el que 53 pacientes, con 71 fracturas, fueron evaluados mediante RM y tratados en función de los hallazgos de la imagen. Veinticuatro pacientes siguieron tratamiento conservador y 29 se sometieron a una intervención quirúrgica, de acuerdo con su propio protocolo terapéutico basado en la imagen por RM. Las conclusiones de este estudio fueron que, en los casos tratados de forma conservadora, la progresión de la cifosis y la presencia de dolor persistente se relacionan con hallazgos de la RM, como conminución de la placa limitante y del cuerpo vertebral. Por el contrario, en los casos quirúrgicos los fracasos se asociaron, además de con la conminución ósea, con la lesión del complejo ligamentoso posterior. Estos autores sugieren, basándose en este estudio, el desarrollo de una nueva clasificación fundamentada en la imagen por RM que aporte un mayor valor pronóstico.

La imagen por RM es la prueba diagnóstica de elección en las fracturas toracolumbares. Su principal problema, más allá del coste económico, es la disponibilidad en algunos centros sanitarios, pero creemos que sus enormes ventajas diagnósticas, pronósticas y de indicación terapéutica compensan sobradamente el esfuerzo de realizarla en cada paciente con una fractura toracolumbar potencialmente grave.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren destacar y agradecer la importante colaboración de Ana Leiva y Maribel Montero Tallón en la labor de documentación de éste artículo, así como expresar su agradecimiento a Javier Díaz Pinto, Iván Gómez Barranco y Carmen García Mariscal por su apoyo técnico y asistencial.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Vaccaro AR, Kim DH, Brodke DS, et al. Diagnosis and management of thoracolumbar spine fractures. *Instr Course Lect*, 2004; 53:359-373.
2. Verlaan JJ, Oner FC. Operative compared with nonoperative treatment of a thoracolumbar burst fracture without neurological deficit. *J Bone Joint Surg (Am)*, 2004; 86-A:649-650.
3. Blumenkopf B, Juneau PA 3<sup>rd</sup>. Magnetic resonance imaging (MRI) of thoracolumbar fractures. *J Spinal Disord*, 1988; 1:144-150.
4. Saifuddin A, Noordeen H, Taylor BA, Bayley I. The role of imaging in the diagnosis and management of thoracolumbar burst fractures: current concepts and a review of the literature. *Skeletal Radiol*, 1996; 25:603-613.
5. Sledge JB, Allred D, Hyman J. Use of magnetic resonance imaging in evaluating injuries to the pediatric thoracolumbar spine. *J Pediatr Orthop*, 2001; 21:288-293.
6. Lee HM, Kim HS, Kim DJ, et al. Reliability of magnetic resonance imaging in detecting posterior ligament complex injury in thoracolumbar spinal fractures. *Spine*, 2000; 25:2079-2084.
7. Katzberg RW, Benedetti PF, Drake CM, et al. Acute cervical spine injuries: prospective MR imaging assessment at a level 1 trauma center. *Radiology*, 1999; 213:203-212.
8. Benedetti PF, Fahr LM, Kuhns LR, Hayman LA. MR imaging findings in spinal ligamentous injury. *AJR*, 2000; 175:661-665.
9. Brightman RP, Miller CA, Rea GL, Chakeres DW, Hunt WE. Magnetic resonance imaging of trauma to the thoracic and lumbar spine. The importance of the posterior longitudinal ligament. *Spine*, 1992; 17:541-550.
10. Terk MR, Hume-Neal M, Fraipont M, et al. Injury of the posterior ligament complex in patients with acute spinal trauma: evaluation by MR imaging. *AJR Am J Roentgenol*, 1997; 168:1481-1486.

11. Petersilge CA, Pathria MN, Emery SE, Masaryk TJ. Thoracolumbar burst fractures: evaluation with MR imaging. *Radiology*, 1995; 194:49-54.
12. Ramieri A, Villani C, Nocente M, et al. Vertebral instability in non-neurologic thoracolumbar fractures: the predictive value of methods of measurement. *Chir Organi Mov*, 2000; 85:121-127.
13. Moon SH, Park MS, Suk KS, et al. Feasibility of ultrasound examination in posterior ligament complex injury of thoracolumbar spine fracture. *Spine*, 2002; 27:2154-158.
14. Roaf R. A study of the mechanics of spinal injuries. *J Bones Joint Surg (Br)*, 1960; 45-B:6-20.
15. Oner FC, van Gils AP, Faber JA, et al. Some complications of common treatment schemes of thoracolumbar spine fractures can be predicted with magnetic resonance imaging: prospective study of 53 patients with 71 fractures. *Spine*, 2002; 27:629-636.
16. Oner FC, van der Rijt RR, Ramos LM, et al. Correlation of MR images of disc injuries with anatomic sections in experimental thoracolumbar spine fractures. *Eur Spine J*, 1999; 8:194-198.
17. Tarr RW, Drolshagen LF, Kerner TC, et al. MR imaging of recent spinal trauma. *J Comput Assist Tomogr*, 1987; 11:412.
18. Battie MC, Haynor DR, Fisher LD, et al. Similarities in degenerative findings on magnetic resonance images of the lumbar spines of identical twins. *J Bone Joint Surg (Am)*, 1995; 77-A:1662-1670.
19. Oner FC, van der Rijt RR, Ramos LM, et al. Changes in the disc space after fractures of the thoracolumbar spine. *J Bone Joint Surg (Br)*, 1998; 80-B:833-839.
20. Wintermark M, Mouhsine E, Theumann N, et al. Thoracolumbar spine fractures in patients who have sustained severe trauma: depiction with multi-detector row CT. *Radiology*, 2003; 227:681-689.
21. An HS, Andreshak TG, Nguyen C, et al. Can we distinguish between benign versus malignant compression fractures of the spine by magnetic resonance imaging? *Spine*, 1995; 20:1776-1782.
22. Jung HS, Jee WH, McCauley TR, et al. Discrimination of metastatic from acute osteoporotic compression spinal fractures with MR Imaging. *Radiographics*, 2003; 23:179-187.
23. Kim DH, Vaccaro AR. Osteoporotic compression fractures of the spine; current options and considerations for treatment. *Spine J*, 2006; 6:479-487.
24. Oner FC, van Gils AP, Dhert WJ, Verbout AJ. MRI findings of thoracolumbar spine fractures: a categorisation based on MRI examinations of 100 fractures. *Skeletal Radiol*, 1999; 28:433-443.
25. Vaccaro AR, Zeiller SC, Hulbert RJ, et al. The thoracolumbar injury severity score: a proposed treatment algorithm. *J Spinal Disord Tech*, 2005; 18:209-215.
26. Wood KB, Khanna G, Vaccaro AR, et al. Assessment of two thoracolumbar fracture classification systems as used by multiple surgeons. *J Bone Joint Surg (Am)*, 2005; 87:1423-1429.
27. Vaccaro AR, Lim MR, Hurlbert RJ, et al. Spine Trauma Study Group. Surgical decision making for unstable thoracolumbar spine injuries: results of a consensus panel review by the Spine Trauma Study Group. *J Spinal Disord Tech*, 2006; 19:1-10.
28. Vaccaro AR, Baron EM, Sanfilippo J, et al. Reliability of a novel classification system for thoracolumbar injuries: the Thoracolumbar Injury Severity Score. *Spine*, 2006; 31(11 suppl.):S62-S69.
29. Bono CM, Vaccaro AR, Hurlbert RJ, et al. Validating a newly proposed classification system for thoracolumbar spine trauma: looking to the future of the thoracolumbar injury classification and severity score. *J Orthop Trauma*, 2006; 20:567-572.
30. Whang PC, Vaccaro AR, Poelstra KA, et al. The influence of fracture mechanism and morphology on the reliability and validity of two novel thoracolumbar injury classification systems. *Spine*, 2007; 32:791-795.
31. Furderer S, Wenda K, Thiem N, et al. Traumatic intervertebral disc lesion-magnetic resonance imaging as a criterion for or against intervertebral fusion. *Eur Spine J*, 2001; 10:154-163.

# 5

## Tratamiento de las fracturas dorsolumbares: abordaje anterior

J. S. Kirkpatrick

### INTRODUCCIÓN

Los objetivos del tratamiento de las fracturas dorsolumbares son preservar o restablecer las funciones neurológicas y biomecánicas de la columna vertebral. Tanto el tratamiento conservador como el quirúrgico desempeñan un papel quirúrgico. El tratamiento quirúrgico óptimo de las fracturas dorsolumbares exige conocer el estado clínico del paciente, la clasificación de la fractura, y los puntos fuertes y débiles de diversos abordajes y técnicas de estabilización.

El abordaje anterior se puede utilizar para tratar el déficit neurológico y restablecer la estabilidad de la columna. En la mayoría de los casos, el déficit neurológico se debe a impacto o compresión de la superficie ventral de la médula espinal. El abordaje anterior permite una exposición directa óptima para visualizar la cara ventral de la duramadre durante la descompresión quirúrgica<sup>1</sup>. Además, en patrones de fractura con marcada conminución y pérdida de sostén de las columnas anterior y media de la columna vertebral, el abordaje anterior posibilita una exposición excelente para la reconstrucción con injertos estructurales o implantes. Esto permite restablecer la altura y corregir la cifosis, y limita a la vez el número de segmentos móviles fusionados. Esto tiene especial utilidad en enfermos cuyo estado general impide la reducción posterior durante los primeros 7-10 días que siguen a la lesión. El abordaje anterior también evita lesiones adicionales de los músculos paravertebrales e interrupción de su inervación. Sin embargo, hay limitados estudios comparativos entre abordajes anteriores y posteriores. Por lo tanto, es difícil presentar evidencia objetiva de que un abordaje sea mejor que el otro, sobre todo en los primeros 7-10 días después de la lesión. Además, el tratamiento conservador, así como los abordajes anterior y posterior desempeñan sus papeles singulares en el tratamiento de pacientes con lesión de la columna dorsolumbar.

### EVALUACIÓN DEL PACIENTE

Una anamnesis y un examen físico completos, con particular atención a la evaluación neurológica, orientan el

tratamiento apropiado de los pacientes con lesiones dorsolumbares. La anamnesis debe investigar el mecanismo de lesión; la presencia de dolor, debilidad y pérdida de sensibilidad, y las enfermedades concomitantes. En el examen físico hay que rotar al paciente para inspeccionar y palpar la espalda y la columna vertebral. Se debe evaluar dolor a la palpación local, edema, hiatos entre las apófisis espinosas, deformidades gibosas y equimosis. El examen neurológico de los miembros inferiores y el periné es crucial, y debe investigar la sensibilidad, la función motora y los reflejos. Las radiografías, la tomografía computarizada (TC) y, en ocasiones, la resonancia magnética ayudan a delinear el carácter de la fractura y el grado de lesión<sup>2</sup>. La resonancia magnética está indicada en caso de déficit neurológico sin causa reconocida, deterioro progresivo o lesión importante de las partes blandas.

Los pacientes con fracturas y politraumatismos requieren consideraciones especiales. Por un abordaje anterior, la pérdida de sangre puede ser significativa (hasta 1.500 ml), lo que puede producir una coagulopatía o hipoperfusión si hay otras lesiones. Tanto el abordaje transdiafragmático como el torácico pueden alterar de modo transitorio la función pulmonar, con gran compromiso pulmonar, sobre todo en caso de contusiones torácicas. La lesión intraabdominal puede causar gran distensión, lo que dificulta la exposición retroperitoneal. A veces, es mejor asistir a los pacientes con múltiples fracturas de los miembros o la pelvis mediante reducción y estabilización de fracturas dorsolumbares inestables a través de un abordaje posterior, lo que permite una atención más eficiente de las otras lesiones. La evaluación de estos factores, además del patrón de fractura y el estado neurológico, son cruciales para seleccionar el tratamiento apropiado para el paciente con traumatismo dorsolumbar.

### CLASIFICACIÓN DE LA LESIÓN

La clasificación mecanicista de la fractura, según la modificación de McAfee et al.<sup>2</sup>, es el sistema de clasificación preferido para las fracturas toracolumbares, porque

puede aportar datos importantes sobre los mecanismos de reducción y las necesidades de estabilización, así como orientar al cirujano sobre el procedimiento quirúrgico apropiado<sup>3</sup>. Este esquema de clasificación incluye fracturas por compresión, por estallido estables y por estallido inestables; lesión por flexión-distracción y fractura-luxación. McAfee et al.<sup>2</sup> destacaron la importancia de la columna media de Denis y clasificaron las fracturas como fracaso de la columna media en compresión, distracción o traslación.

## INDICACIONES

En general el abordaje anterior está indicado para una fractura por estallido inestable de T10 a L3 (aun se lo puede utilizar hasta T5) asociada con déficit neurológico incompleto y compresión nerviosa demostrada por radiología<sup>1,4</sup>. Estudios recientes<sup>5,6</sup> han precisado las características radiológicas y clínicas de los pacientes con déficit incompletos en quienes está indicado el abordaje anterior. Estas características pueden consistir en retropulsión de un fragmento grande con marcado compromiso del conducto medular (>67%), conminución anterior y cifosis > 30° y más de cuatro días desde la lesión<sup>5</sup>. Los pacientes con reducción incompleta de la fractura después de un abordaje posterior pueden ser candidatos a descompresión anterior si la recuperación neurológica es incompleta y persiste una compresión residual.

Parker et al.<sup>6</sup> revisaron la experiencia en su institución con la clasificación de repartición de la carga compartida, que se basa en el grado de conminución y desplazamiento. Los pacientes que habían sufrido fracturas con alto grado de conminución, desplazamiento y cifosis tuvieron mejor resultado con estabilización anterior, porque ésta restableció más el sostén de la columna anterior que la fijación de un segmento corto con tornillos pediculares. Otros autores han informado que las estructuras para artrodesis posterior más largas confieren estabilidad adecuada.

Hay controversia respecto de si se justifica la descompresión además de la estabilización en caso de lesiones neurológicas completas. Los pacientes con paraplejía completa de nivel dorsal (por encima de T10) tienen mal pronóstico de recuperación, y el mejor tratamiento suele ser la estabilización posterior. Aquellos con compromiso de la unión dorsolumbar o compromiso lumbar que, al principio, parecen presentar lesión neurológica completa, pero

todavía están en *shock* medular, pueden ser tratados de manera más enérgica con cirugía inmediata. Ningún dato indica una diferencia de recuperación entre abordaje anterior o posterior cuando se logra la descompresión adecuada. Dada la falta de estudios definitivos que muestren una clara ventaja de un abordaje respecto de otro, se consideran ambos para el tratamiento en circunstancias apropiadas. La tabla 1 resume las indicaciones relativas del abordaje anterior.

El abordaje anterior es más difícil en fracturas lumbares bajas (es decir, L4 y L5) debido a limitaciones anatómicas, sobre todo para restablecer la alineación y lograr fijación satisfactoria. De todos modos, estas lesiones rara vez exigen cirugía y en general deben ser tratadas por vía posterior en pacientes que requieren estabilización. Dada la gran relación entre sí del conducto medular y el elemento nervioso las fracturas lumbares bajas se comportan de manera diferente de las fracturas lumbares superiores y suelen evolucionar bien con tratamiento conservador, excepto en casos de inestabilidad. En presencia de inestabilidad, es preferible el abordaje posterior.

Rara vez se practica descompresión anterior sola para lesiones distintas de fracturas por estallido. La mayoría de los otros tipos de fractura se tratan bien con medidas conservadoras (fracturas por compresión) a través de un abordaje posterior para restablecer la integridad de los elementos posteriores y prevenir la cifosis (lesiones por flexión-distracción). En ciertas circunstancias limitadas, estas lesiones pueden requerir una descompresión anterior adyuvante, debido a hernia de disco, marcada conminución de la columna media o preocupación acerca del desplazamiento adicional de fragmentos hacia el conducto medular. En estos casos se debe considerar un abordaje combinado. El abordaje posterior es la mejor manera de tratar la mayoría de las fracturas-luxaciones, dada su inestabilidad extrema. En las fracturas-luxaciones, la estabilidad de la columna vertebral después de la descompresión anterior, aun con fijación interna, es insuficiente; por lo tanto, se debe evitar este abordaje.

## CONTRAINDICACIONES

Las enfermedades médicas preexistentes y las lesiones traumáticas concurrentes del abdomen y el tórax pueden ser contraindicaciones relativas del abordaje anterior. Los pacientes con enfermedad pulmonar grave pueden tener

**TABLA 1**  
**INDICACIONES DEL ABORDAJE ANTERIOR**

Paraplejía incompleta con fractura por estallido estable o inestable
Fracturas con mala posibilidad de reducción a través de un abordaje posterior:
Retropulsión de un fragmento grande con compromiso > 67% <sup>5</sup>
Conminución anterior con cifosis > 30°
> 4 días desde la lesión <sup>5</sup>
Fracturas con inadecuada reducción del conducto medular y recuperación neurológica incompleta después de la estabilización posterior y recuperación neurológica subóptima
Reconstrucción de la columna anterior después de la estabilización posterior de un segmento corto
Hernia de disco traumática con lesión por flexión-distracción

una reserva limitada de la función pulmonar y quizá no toleren los abordajes torácicos o toracoabdominales. Asimismo, las lesiones torácicas o abdominales graves pueden limitar la reserva pulmonar o dificultar la exposición. La osteoporosis marcada de las vértebras adyacentes puede provocar una impactación del injerto y fracaso del agarre del tornillo, lo que causa pseudoartrosis o cifosis. La obesidad mórbida puede dificultar la exposición e impedir una visualización adecuada para una descompresión segura. En presencia de estos cuadros, el cirujano debe considerar los méritos relativos de los abordajes anterior y posterior para esa fractura específica.

## MOMENTO

El momento adecuado de la descompresión sigue siendo controvertido, y hay divergencia entre los resultados de estudios en animales y las publicaciones clínicas. Algunos datos de las ciencias básicas indican que la descompresión precoz determina una mejor recuperación neurológica. En un modelo canino de compresión medular quirúrgica, la recuperación neurológica fue mejor cuando se practicó la liberación en el término de una hora que después de períodos más prolongados<sup>7</sup>. Carlson et al.<sup>8</sup> estudiaron el flujo sanguíneo regional, la presión en la superficie de contacto entre la médula espinal y un pistón compresor y los potenciales evocados somatosensitivos en un modelo canino con descompresión a los cinco minutos y sin descompresión. El flujo sanguíneo regional se normalizó a las tres horas después del comienzo de la compresión. La viscoelasticidad de la médula permitió que la presión en la superficie de contacto disminuyera a < 20% del máximo en la primera hora de compresión y fue alrededor del 10% a las tres horas. Pese a estos cambios, los potenciales evocados somatosensitivos no mostraron mejoría, lo que indica el carácter multifactorial de la lesión de la médula espinal. Los autores sugirieron que el desplazamiento sostenido desencadenaba una fase secundaria de fenómenos fisiológicos. Más tarde, se informó una correlación entre la recuperación de los potenciales evocados y el flujo sanguíneo regional durante la compresión, lo que avala el concepto de un mecanismo isquémico de lesión secundaria<sup>9</sup>. Estos factores condujeron a pensar que hay una ventana de oportunidad limitada para obtener recuperación neurológica óptima en este tipo de lesiones. Lamentablemente, esta ventana parece ser demasiado breve para permitir el rescate clínico, la reanimación, el diagnóstico y la inducción de la anestesia para la descompresión de urgencia. La recuperación de lesiones de la cola de caballo o radicales no parece depender tanto del tiempo.

Los datos clínicos sobre el momento correcto para la descompresión medular son limitados y en su mayor parte están referidos a lesiones cervicales. Se ha observado que es posible la reducción cerrada precoz de una subluxación cervical ya a las dos horas de la lesión, sin que se atribuya directamente deterioro neurológico a la tracción y la reducción<sup>10</sup>. Hay pocas comparaciones entre descompresión precoz y diferida. Vaccaro et al.<sup>11</sup> efectuaron un estudio prospectivo, aleatorizado, de cirugía precoz (< 72 horas) frente a cirugía diferida (> 5 días) después de una lesión de la médula espinal. No observaron ningún beneficio signifi-

cativo respecto de la función neurológica, la duración de la hospitalización ni la duración de la rehabilitación en el grupo de cirugía precoz. Los autores de un estudio retrospectivo más reciente, que comparó la experiencia de dos instituciones diferentes, informaron que la cirugía precoz (dentro de las 72 horas de la lesión) no se asociaba con una tasa más alta de complicaciones<sup>12</sup>. También sugirieron que el grupo de cirugía precoz puede haber tenido una mejor recuperación neurológica pese a la reducción cerrada precoz en ambos grupos. Esta diferencia podrían haber obedecido a variaciones de los cirujanos, las instituciones, los métodos de evaluación neurológica y la función preoperatoria, pero se debe investigar más. Si bien estos estudios corresponden a lesiones cervicales, de hecho aportan cierto conocimiento sobre aspectos relacionados con el momento correcto para realizar la cirugía en las lesiones de la médula espinal. Hasta la fecha, no hay ninguna diferencia clara en los resultados en función al momento en que se realiza la cirugía.

El momento y el uso de un abordaje anterior en los pacientes politraumatizados exigen la coordinación entre los cirujanos del trauma y los cirujanos de columna. Se deben tratar primero las lesiones agudas potencialmente fatales, como fracturas inestables de la pelvis, lesiones craneoencefálicas, torácicas y abdominales y lesiones que amenazan los miembros como fracturas expuestas de huesos largos, y luego la columna vertebral. Es importante tener en mente que la descompresión precoz de lesiones incompletas de la médula espinal dentro de las 24-48 horas es un procedimiento de emergencia o de urgencia, antes de que empiecen las complicaciones pulmonares secundarias a las lesiones del paciente. Se ha observado que la descompresión precoz es segura y eficaz, y la principal diferencia entre el tratamiento urgente y el temprano es la magnitud de la hemorragia<sup>13</sup>. El tratamiento de las lesiones que causan déficit de la cola de caballo o radicales se planifica en cuanto el estado general del paciente es satisfactorio, en general dentro del mismo período, pero a veces hasta 7-10 días en caso de lesiones torácicas y abdominales potencialmente fatales.

Los pacientes sometidos a tratamiento conservador o a un abordaje posterior inicial y que presentan compresión medular persistente pueden ser candidatos a descompresión diferida, que puede inducir una mejoría clínica. El abordaje anterior puede usarse meses o años después de la lesión inicial<sup>1</sup>. Bohlman et al.<sup>14</sup> estudiaron a pacientes tratados por dolor o parálisis tardía después de una media de 4,5 años de la lesión (rango, tres meses-21 años). Observaron mejoría del dolor en 41 de 45 pacientes (91%) y mejoría de la función neurológica en 21 de 25 (84%).

## RECONSTRUCCIÓN

Los pacientes con fracturas por estallido presentan falla de la columna anterior en compresión, lo que provoca una deformidad cifótica e incapacidad de la columna vertebral para resistir la carga axial. Cuando se asocia con pérdida de la banda de tensión de la columna posterior, el resultado es una lesión sumamente inestable de la columna vertebral. La descompresión anterior de los elementos nerviosos desestabiliza aún más la columna vertebral al eli-

minar cualquier sostén anterior restante. Por lo tanto, el principio fundamental de la reconstrucción después de la descompresión anterior es restablecer la columna anterior, de manera que ésta pueda resistir la compresión axial. Si también ha fracasado la banda de tensión posterior, se puede requerir, a la vez, estabilización posterior.

Por lo general, la reconstrucción consta de dos componentes: estabilización inmediata y restablecimiento de la alineación normal. La estabilidad inmediata se puede obtener mediante una variedad de dispositivos: por ejemplo, jaulas, estructuras de barra y tornillo o de placa y tornillo, y ortesis externas. Al principio se utilizaba autoinjerto de cresta ilíaca para el injerto, pero más recientemente se ha empleado aloinjerto tibial o humeral<sup>15</sup>. Se han desarrollado jaulas ventrales que contienen autoinjerto esponjoso, pero ha habido pocos estudios sobre su eficacia. La estabilidad a largo plazo se puede lograr con artrodesis del injerto.

Los tipos de implante que se suelen utilizar por vía anterior para fracturas son estructuras de placa y tornillo y barras rígidas y no rígidas. La mayoría de los estudios informan el uso de estructuras rígidas de tornillo y barra<sup>16,17</sup> o de placa rígida<sup>18</sup>. Se han obtenido resultados satisfactorios con estructuras semirrígidas o dinamizadas que utilizan tornillos y barras<sup>19</sup>. Los implantes se deben colocar en el plano lateral para evitar el contacto con la aorta porque se ha informado que éstos causan ruptura vascular diferida y muerte<sup>20</sup>. Además, para evitar problemas con los vasos ilíacos, no se deben utilizar estructuras de placa y tornillo ni de barra y tornillo anteriores por debajo de L4.

## BIOMECÁNICA DE LA RECONSTRUCCIÓN ANTERIOR

Se ha estudiado la biomecánica de la reconstrucción anterior en diversos modelos, como animales (*in vivo* e *in vitro*), cadavéricos y biomecánicos sintéticos. Los dispositivos utilizados por vía anterior se pueden dividir en dos categorías: de interposición y de inmovilización. Los dispositivos de interposición, que reemplazan a las columnas anterior y media, suelen ser biológicos (por ejemplo, de cresta ilíaca). Los dispositivos de inmovilización se utilizan para estabilizar la estructura durante la incorporación biológica del dispositivo de interposición. El carácter multifactorial de las propiedades biomecánicas de estos dispositivos dificulta comparar distintos estudios. La resistencia y la rigidez de la estructura se ven afectadas por la variabilidad biológica de la contextura y la densidad ósea del paciente, la fuerza de agarre de los anclajes (en general, tornillos), la carga compartida con el injerto y las propiedades mecánicas de los implantes. Hay que considerar la variabilidad biológica entre distintos pacientes al planificar la reconstrucción tras la resección del cuerpo vertebral. Aunque se ha publicado poco acerca de la fuerza de agarre de los anclajes, la resistencia del tornillo a zafarse es mayor cuando éste toma las dos corticales que cuando toma una; sin embargo, el efecto es menos pronunciado cuando la densidad mineral ósea es baja<sup>21</sup>. Los modelos sintéticos estandarizados por la *American Society for Testing and Materials* son un método para comparar la rigidez y la resistencia a la fatiga de los implantes sin las variables de

confusión introducidas por la variabilidad biológica, la disponibilidad de especímenes y el fracaso del agarre del anclaje<sup>22</sup>.

La distribución de la carga del injerto puede contribuir a la estabilidad, lo que depende de la estructura elegida. Lee et al.<sup>23</sup> informaron que las diferencias de las pruebas de estabilidad dependían del método de reconstrucción anterior. Compararon un bloque de polimetilmetacrilato, un injerto óseo de cresta ilíaca, dos jaulas pequeñas y una jaula grande. La jaula grande fue superior en rotación axial y movimiento sagital; las dos jaulas pequeñas y el injerto óseo de cresta ilíaca fueron superiores en incurvación lateral. Los resultados fueron más o menos iguales con el bloque de PMMA y con el injerto óseo de cresta ilíaca en todos los modos investigados, salvo la incurvación lateral en que el PMMA mostró resultados inferiores.

Muchos cirujanos realizan la fijación interna además de la reconstrucción de la columna anterior. Se pueden combinar las propiedades de los dispositivos de interposición y de fijación interna para obtener mejor estabilidad general. En un estudio *in vitro* más antiguo, el dispositivo Kaneda (DePuy Acromed, Raynham, MA, ex Acromed) mostró restablecer la rigidez de torsión tan bien como una estructura Cotrel-Dubousset posterior<sup>24</sup> y mejor que las barras de Harrington o el fijador interno AO (ninguno de los cuales se sigue usando)<sup>25</sup>. Otros autores destacaron la importancia de conectar barras paralelas usadas en estructuras anteriores o posteriores<sup>26</sup>. En un estudio canino, la tasa de artrodesis fue más alta con el dispositivo de Kaneda e injerto (86%) que con injerto solo (29%) a las 24 semanas ( $p = 0,028$ )<sup>27</sup>. Se investigó la rigidez axial, de flexión y de torsión; sólo esta última resultó ser significativamente mayor ( $p < 0,05$ ) en las artrodesis instrumentadas. Otros estudios han comparado distintos dispositivos en modelos *in vitro* animales o cadavéricos, con resultados variables. Los modelos que usaron pruebas de estabilidad favorecieron el dispositivo de Kaneda respecto de las estructuras de placa y tornillos en general, sobre todo en torsión<sup>28-30</sup>. Los resultados de las pruebas de estabilidad con un modelo sintético han favorecido a las estructuras de placa frente a las de barra, con excepción de la placa Z (ZPLATE-ATL; Medtronic Sofamor-Danke, Memphis, TN), que tiende a ser la menos rígida de todas las estructuras investigadas<sup>31</sup>. Los modelos sintéticos tienden a favorecer los anclajes con tornillo respecto de los anclajes de tipo cerrojo, lo que puede haber incidido en los resultados.

El material empleado para fabricar los implantes afecta su rigidez y resistencia. Hay pocos datos de comparaciones directas. Kotani et al.<sup>31</sup> compararon dispositivos Kaneda de titanio y de acero inoxidable. Se supone que estos dispositivos tienen tolerancias dimensionales similares. Se observó que la resistencia a la incurvación y la rigidez son mayores en el implante de titanio que en el de acero inoxidable.

Aún no se ha determinado la importancia de diferencias sutiles de rigidez. Estudios clínicos de todos los dispositivos muestran altas tasas de artrodesis y buen rendimiento, lo que quizá implique que las diferencias sutiles de las propiedades biomecánicas no son importantes. Además, la rigidez necesaria en cada plano parece ser dife-



rente. Un estudio clínico de un implante que permitía la compresión axial dinámica mostró que ningún paciente presentó pseudoartrosis y que la cifosis aumentó sólo 4° en el seguimiento a largo plazo (media, 42 meses; rango, 24-84 meses)<sup>19</sup>. Si bien todavía no se ha esclarecido el grado de rigidez requerido, parece que cualquier técnica de reconstrucción que confiera rigidez rotatoria igual o superior a la de la columna vertebral indemne aportará una estructura estable que induce artrodesis.

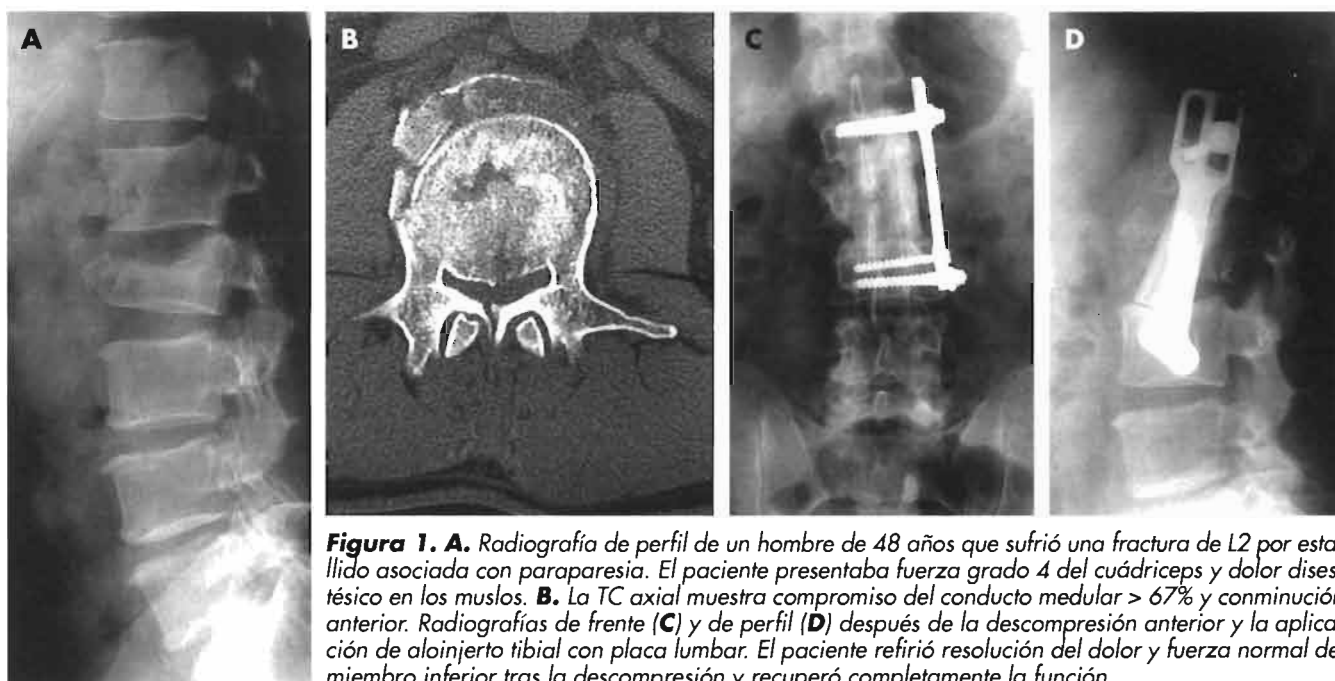
En pacientes jóvenes con buena calidad ósea, un fragmento biológico (por ejemplo, injerto de cresta ilíaca) es óptimo para sostener la columna anterior. Alternativamente, se puede recurrir a un aloinjerto del tamaño apropiado. Al preparar los platillos vertebrales se debe utilizar una cureta para reseca el platillo vertebral cartilaginoso hasta llegar a hueso sangrante. Esto elimina menos hueso subcondral y reduce, por lo tanto, la probabilidad de hundimiento del injerto. Si la calidad ósea es mala, o si el paciente prefiere evitar las molestias de la obtención del injerto, un aloinjerto tibial aporta una amplia base de contacto entre el injerto y la vértebra. Ambos tipos de injerto pueden ser complementados con hueso esponjoso de la vertebrectomía. Se coloca una estructura con placa de bajo perfil para aumentar la reconstrucción en el plano lateral, lejos de la aorta, lo que evita la posibilidad de erosión tardía de esta arteria (Fig. 1).

## RESULTADOS CLÍNICOS

Dada la naturaleza muy variable de las fracturas dorsolumbares por estallido y la falta de estudios prospectivos aleatorizados, es difícil comparar los resultados clínicos de la descompresión anterior directa con los de otras técnicas. Sin embargo, McAfee et al.<sup>1</sup> informaron que 37 de 42 pacientes tratados con descompresión anterior a una media de 60 días de la lesión inicial presentaron cierto

grado de mejoría neurológica. De los 37 pacientes, 30 tenían fuerza motora de grado 3 o menos antes de la operación. Catorce de estos 30 pacientes pudieron deambular sin impedimento; otros nueve recuperaron función adecuada para deambulación domiciliaria, aunque algunos requerían ortesis cortas de miembro inferior o muletas. Los resultados radiográficos indicaron que 12 de los 42 pacientes presentaron cifosis > 20° después de la cirugía. Kaneida et al.<sup>16</sup> publicaron una serie de 150 pacientes con fracturas por estallido e informaron resultados comparables en 78 con déficit neurológico sometidos a descompresión anterior complementada con fijación anterior. El tiempo transcurrido desde la lesión hasta la descompresión varió de < 48 horas a > 1 año. El 72% de los pacientes con compromiso neurológico (56/78) se recuperaron por completo. El 86% de los pacientes que habían estado empleados antes de la lesión (112/130) se reincorporaron a su trabajo<sup>16</sup>. El cuadro neurológico no se agravó en ningún paciente de ninguno de los dos estudios<sup>1, 16</sup>, y aquellos con los déficits neurológicos menores recuperaron un grado de Frankel o más. En ambos estudios, la TC realizada después de la descompresión mostró que ésta era adecuada en todos los casos, excepto en dos.

Los estudios comparativos entre abordaje anterior y posterior son escasos, utilizan varias técnicas quirúrgicas distintas y son pequeños. Esses et al.<sup>32</sup> compararon a 18 pacientes tratados mediante descompresión anterior, fragmento ilíaco y fijación anterior de Kostuik-Harrington con 22 pacientes sometidos a instrumentación de distracción posterior con fijador interno y artrodesis posterolateral. La TC posoperatoria mostró mejor descompresión del conducto medular con el abordaje anterior, pero esto no se correlacionó con la recuperación neurológica, que no difirió entre los grupos. Schnee y Ansell<sup>33</sup> compararon a 14 pacientes tratados con descompresión anterior, aloinjerto puntal y fijación con placa, con nueve pacientes someti-



**Figura 1.** **A.** Radiografía de perfil de un hombre de 48 años que sufrió una fractura de L2 por estallido asociada con paraparesia. El paciente presentaba fuerza grado 4 del cuádriceps y dolor disestésico en los muslos. **B.** La TC axial muestra compromiso del conducto medular > 67% y conminución anterior. Radiografías de frente (**C**) y de perfil (**D**) después de la descompresión anterior y la aplicación de aloinjerto tibial con placa lumbar. El paciente refirió resolución del dolor y fuerza normal del miembro inferior tras la descompresión y recuperó completamente la función.

dos a descompresión anterior y fijación posterior combinadas y dos pacientes tratados mediante descompresión transpedicular, artrodesis y fijación. En apariencia, la elección de la técnica dependió de la gravedad de la lesión de la columna vertebral. Los autores concluyeron que la descompresión anterior es crucial para el éxito del tratamiento de fracturas con destrucción vertebral significativa. Been y Bouma<sup>34</sup> estudiaron a 27 pacientes tratados con descompresión anterior y fragmento ilíaco combinados con fijación posterior y los compararon con 19 tratados con fijador interno AO para distracción y estabilización posterior. No hubo diferencias estadísticas entre ambos grupos; se observó recuperación neurológica de más de un grado Frankel en 10 de 10 pacientes del grupo anterior y 7 de 8 del grupo posterior. Se obtuvo recuperación vesical en 3 de 7 del grupo anterior y 1 de 3 del grupo posterior. El 85% del grupo anterior y el 79% del grupo posterior refirieron alivio del dolor. Sobrevinieron complicaciones en el 15% del grupo anterior y el 26% del grupo posterior.

## TÉCNICA QUIRÚRGICA

Se usa un abordaje derecho para las fracturas torácicas superiores por estallido a fin de evitar el cayado aórtico, la arteria carótida primitiva, el esófago y la tráquea. Las fracturas torácicas (de T6 a T11) pueden ser abordadas desde la derecha, aunque es posible un abordaje izquierdo porque resulta fácil movilizar la aorta. Se prefiere el lado izquierdo para las fracturas toracolumbares que requieren un abordaje toracoabdominal (T12-L1) o retroperitoneal (L2-3); esto evita que el hígado entorpezca el abordaje o tener que movilizar la vena cava. De todos modos, si es necesario, se puede utilizar un abordaje derecho para las fracturas toracolumbares. Por lo general, las fracturas lumbares bajas (L4 y L5) se abordan por vía posterior, aunque rara vez pueden requerir reconstrucción de la columna anterior a través de un abordaje retroperitoneal (L4) o transperitoneal (L5).

Se debe colocar al paciente en decúbito lateral estricto para ayudar al cirujano a mantener la orientación del cuerpo vertebral. La región de la fractura se ubica sobre el quiebre de la mesa de operaciones, porque al flexionar la mesa mejorará la exposición. Para una fractura de la unión dorsolumbar (T12-L2), se realiza una incisión oblicua a lo largo de la duodécima costilla (T12-L1) o justo por debajo de ésta (L1-L2) y se la extiende hacia el ombligo para un abordaje retroperitoneal. En las fracturas de T11 y algunas fracturas de T12, sobre todo cuando se planifica fijación interna, se utiliza un abordaje a través de la décima o la undécima costilla. Estas exposiciones exigen especial atención para mantenerse en el plano extrapleurales, y se requiere una reparación meticulosa cuando se incide el diafragma. Si esto es necesario, es importante dejar 1 ó 2 cm de tejido insertados a la pared torácica para la reparación. Se pueden poner puntos para marcar la ubicación anatómica normal alrededor de la periferia a fin de facilitar el cierre anatómico después de la reconstrucción. Para una exposición a través de la duodécima costilla, se reseca la costilla y se identifica el retroperitoneo donde la fascia transversal, la pleura y el diafragma se encuentran cerca del extremo de esta costilla. La incisión de los músculos abdomi-

nales permite acceder al retroperitoneo. Se reflejan en sentido anterior el peritoneo, la grasa retroperitoneal y los riñones mediante disección roma, lo que expone los músculos cuadrado lumbar y psoas. Se identifica el nivel de la fractura y se despega con suavidad el psoas de la porción anterior del cuerpo vertebral. Después, se identifican los vasos segmentarios de los espacios intervertebrales sobre el cuerpo vertebral, y se los liga y se los secciona. La disección subperióstica de estas estructuras permite que la exposición alcance casi el pedículo opuesto. Se coloca un separador costal de Finochietto u otro separador autoestático entre la undécima costilla y la cresta ilíaca.

La descompresión se practica con la ayuda de una lupa y fotóforo o frontoluz de fibra óptica. Se efectúa la discectomía por encima y por debajo de la vértebra fracturada, seguida de resección del cuerpo vertebral para la descompresión<sup>1</sup>. Se conserva el hueso resecado con las pinzas gubias para complementar el injerto con hueso esponjoso. La visión directa de la duramadre a través de los sitios de resección del pedículo y de la discectomía ayuda a evitar la penetración prematura de la pared posterior de la vértebra y la lesión de la duramadre. El ancho transversal del cuerpo vertebral, observado a través de los sitios de discectomía, sirve como guía para la extensión de la descompresión. La pared medial del pedículo contralateral es el reparo anatómico que indica una descompresión adecuada. Un error frecuente es no descomprimir a través del cuerpo vertebral hasta el pedículo contralateral. La duramadre recuperará su contorno normal después de la descompresión.

En las fracturas dorsales se requiere cierta modificación de esta técnica. A menudo, se utiliza un tubo endotraqueal de doble luz, porque algunos pacientes no toleran el empaquetamiento del pulmón para obtener exposición. Se puede emplear la costilla por encima de la fractura como reparo anatómico para el abordaje. Algunos cirujanos resecan la costilla; otros utilizan el espacio intercostal para la exposición. La resección costal tiene la desventaja de aumentar el dolor, pero aporta algo de autoinjerto local y permite una exposición mucho más amplia. Se reseca la inserción de la cabeza costal en la vértebra fracturada para exponer el pedículo y el agujero de conjunción.

Si la columna vertebral todavía no tiene la alineación sagital correcta después de la descompresión, la presión posterior sobre la piel en el nivel de la lesión o la distracción dentro del defecto de la resección del cuerpo vertebral, utilizando un gran separador laminar o el instrumental del implante, puede ayudar a restablecer la alineación normal. Se deben preparar los platillos vertebrales resecaando el patillo vertebral cartilaginoso con una cureta o una fresa. Se debe encontrar un equilibrio entre obtener hueso sangrante adecuado para la vascularización del injerto y no reseca tanto hueso subcondral como para disminuir el sostén mecánico del injerto. Algunos cirujanos prefieren practicar indentaciones u orificios de asentamiento en los cuerpos vertebrales para alojar los extremos del injerto, pero esto se debe combinar, en general, con sostén adicional (por ejemplo, fijación interna) para prevenir la impacción del injerto y la cifosis. Se mide la altura y el ancho del injerto, para modelar después el autoinjerto de cresta

ilíaca, el aloinjerto de tibia o de fémur, o el dispositivo de jaula. Se impacta el injerto en su posición bajo visión directa de la duramadre a fin de evitar compresión. Colocar la porción tricortical del injerto sobre el lado contralateral puede ayudar a prevenir el hundimiento y la deformidad coronal cuando se utiliza fijación interna. Después, se endereza la mesa de operaciones, lo que elimina la incurvación lateral inducida de la columna vertebral por la posición del paciente. Esto tiende a bloquear el injerto en el lugar e impide que la columna vertebral quede deformada en el plano coronal. Si se están utilizando implantes, se los aplica según las recomendaciones del fabricante. Tras la instrumentación, se debe controlar que el material de osteosíntesis no comprima estructuras vasculares ni viscerales.

Se practica el cierre anatómico de la herida después de la introducción de un drenaje adecuado o de un tubo de tórax. Si la exposición comprometió la cavidad pleural, se debe efectuar el control clínico y radiográfico para investigar la existencia de un neumotórax en el posoperatorio. Por lo general, los tubos de tórax se retiran si no hay neumotórax en la radiografía, pérdida de aire y de drenaje. En los pacientes con íleo posoperatorio se debe restringir la dieta o mantener la aspiración nasogástrica hasta la recuperación de los ruidos hidroaéreos. A menudo se indica sostén externo con una ortesis de contacto total o toracolumbosacra, y se inicia la deambulación una vez adaptada la ortesis (por lo general, a las 48 horas de posoperatorio). Unos tres meses después de la operación se comienza con ejercicios progresivos para rehabilitar los músculos lumbares y abdominales que, si es necesario, son seguidos de programas de trabajo de fortalecimiento.

## COMPLICACIONES

Las causas de complicaciones se pueden agrupar en tres categorías generales: abordaje quirúrgico, descompresión y estructurales (reconstrucción)<sup>35</sup>. Las complicaciones de un abordaje retroperitoneal o uno toracoabdominal de la columna vertebral son diferentes. El neumotórax, diagnosticado durante la cirugía o por las radiografías posoperatorias, se trata introduciendo un tubo de tórax. En el 3-5% de los pacientes puede haber atelectasia y, en ocasiones, neumonía posoperatoria, que se localizan en cualquiera de los pulmones<sup>35</sup>. Las infecciones superficiales o profundas de la herida son raras; la mayoría responde a la antibioticoterapia. Las infecciones que no se resuelven con el tratamiento antibiótico inicial pueden requerir desbridamiento quirúrgico, en general con conservación de la reconstrucción. En alrededor del 2 al 4% de los casos se observa lesión del nervio genitocrural, lesión por tracción de raíces nerviosas (por ejemplo, plexo lumbar) y lesión del plexo simpático<sup>1,16,35</sup>. Se ha informado cierta incidencia de laceración intraoperatoria de la vena cava inferior. La pérdida de sangre es variable, pero se debe prever la necesidad de transfusión. El íleo es común en caso de abordajes retroperitoneales, pero suele ceder dentro de las 24 horas. Las complicaciones informadas, aunque raras, son ingreso peritoneal, lesión del uréter, ruptura de los conductos linfáticos con el consiguiente quilotórax o fuga quilosa y ruptura esplénica. Las complicaciones tardías del abordaje

retroperitoneal también pueden ser eventración y tumoración abdominal permanente del lado del abordaje.

Las complicaciones relacionadas con la descompresión son relativamente infrecuentes. Las series grandes no informan lesiones neurológicas iatrogénicas, quizá debido a la seguridad derivada de la visión anterior directa del saco tecal. Las laceraciones iatrogénicas de la duramadre se deben aislar y cerrar, si es posible. Hay que considerar la colocación de un drenaje subaracnoideo en caso de filtración persistente de líquido cefalorraquídeo.

La cifosis y la pseudoartrosis son las principales complicaciones estructurales de la artrodesis anterior. Sin fijación interna, alrededor del 25% de los pacientes presentan cifosis<sup>4</sup>. No se ha considerado que esto perjudique la recuperación de la función neurológica, pues la cifosis se produce por un hundimiento del injerto pero sin compresión de los elementos nerviosos. La instrumentación puede reducir esta tasa de cifosis al 5-10%<sup>29</sup>. Por lo general, las tasas de pseudoartrosis son del 5 al 10% y parecen estar en el extremo inferior de este rango cuando se realiza la fijación<sup>16,17,32,35</sup>. Hay dolor del sitio donante en la cresta ilíaca en alrededor del 5% de los casos, aunque ésta puede ser una estimación artificialmente baja<sup>15,17,35</sup>.

Las complicaciones del implante están relacionadas con el dispositivo o con la técnica<sup>18</sup>. Las complicaciones relacionadas con el dispositivo son ruptura del tornillo o del cerrojo, y fracaso de la barra o de la interconexión, que se asocian ambos con cifosis progresiva. En una serie que utilizó el dispositivo Kaneda de primera generación en 20 pacientes, hubo tres fallas de tornillos y una pseudoartrosis<sup>17</sup>. Rara vez se informan complicaciones de la técnica de implante, pero hay preocupación respecto de la penetración del conducto medular y lesión vascular de los vasos contralaterales. La exposición inadecuada del platillo superior de la vértebra puede impedir que el tornillo o el cerrojo quede correctamente nivelado contra el cuerpo vertebral, lo que complica la colocación adecuada de la placa. Aunque la prominencia de los implantes es un problema potencial en la columna dorsal, la posición anterior de la aorta y el músculo psoas mayor suprayacente elimina esta preocupación en la unión dorsolumbar.

## CONCLUSIÓN

En las fracturas dorsolumbares el abordaje anterior puede ser preferible en pacientes con déficit neurológico incompleto secundario a fracturas por estallido sin lesión sustancial de los elementos posteriores. La excelente visión de la superficie anterior de la duramadre permite una descompresión segura e induce cierto grado de recuperación neurológica en la mayoría de los casos. Por lo general, la reconstrucción incluye el uso de injerto puntal de cresta ilíaca, jaulas o aloinjerto. La complementación con fijación interna puede mejorar la estabilidad biomecánica y determinar mejores tasas de artrodesis y reducción de la cifosis final. Las complicaciones son raras y, por lo general, no afectan la evolución a largo plazo.

## RESUMEN

El cirujano que asiste a pacientes con traumatismo de columna vertebral debe ser capaz de aplicar diversas téc-

nicas terapéuticas para ofrecer la atención óptima al paciente. El abordaje quirúrgico anterior es apropiado para algunas fracturas dorsolumbares por estallido en pacientes con déficit neurológico y sin lesión ligamentosa posterior. La mayoría de las veces la cirugía está indicada para casos de déficit incompleto, sobre todo aquellos con retropulsión de un fragmento grande, marcado compromiso del conducto medular, conminución anterior grave o cifosis > 30°. Este abordaje permite una excelente visión de la cara anterior de la duramadre para la descompresión. La reconstrucción del defecto de la parte anterior del cuerpo vertebral se puede practicar con autoinjerto, aloinjerto o una jaula. La complementación del injerto con fijación interna anterior ayuda a prevenir la cifosis. Los resultados clínicos muestran mejoría de la función neurológica en la mayoría de los pacientes, así como bajas tasas de pseudoartrosis. En los pacientes con déficit incompleto cabe esperar, por lo general, mejoría de la función neurológica con escasas complicaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

- McAfee PC, Bohlman HH, Yuan HA. Anterior decompression of traumatic thoracolumbar fractures with incomplete neurological deficit using a retroperitoneal approach. *J Bone Joint Surg Am*, 1985; 67:89-104.
- McAfee PC, Yuan HA, Fredrickson BE, Lubicky JP. The value of computed tomography in thoracolumbar fractures: An analysis of one hundred consecutive cases and a new classification. *J Bone Joint Surg Am*, 1983; 65:461-473.
- Mirza SK, Mirza AJ, Chapman JR, Anderson PA. Classifications of thoracic and lumbar fractures: Rationale and supporting data. *J Am Acad Orthop Surg*, 2002; 10:364-377.
- Bohlman HH. Treatment of fractures and dislocations of the thoracic and lumbar spine. *J Bone Joint Surg Am*, 1985; 67:165-169.
- McCullen G, Vaccaro AR, Garfin SR. Thoracic and lumbar trauma: Rationale for selecting the appropriate fusion technique. *Orthop Clin North Am*, 1998; 29:813-828.
- Parker JW, Lane JR, Karakovic EE, Gaines RW. Successful short-segment instrumentation and fusion for thoracolumbar spine fractures: A consecutive 4fi-year series. *Spine*, 2000; 25:1157-1170.
- Delamarter RB, Sherman J, Carr JB. Pathophysiology of spinal cord injury: Recovery after immediate and delayed decompression. *J Bone Joint Surg Am*, 1995; 77:1042-1049.
- Carlson GD, Warden KE, Barbeau JM, et al. Viscoelastic relaxation and regional blood flow response to spinal cord compression and decompression. *Spine*, 1997; 22:1285-1291.
- Carlson GD, Gorden CD, Nakazowa S, Wada E, Warden K, LaManna JC. Perfusion-limited recovery of evoked potential function after spinal cord injury. *Spine*, 2000; 25:1218-1226.
- Grant GA, Mirza SK, Chapman JR, et al. Risk of early closed reduction in cervical spine subluxation injuries. *J Neurosurg*, 1999; 90 (1 suppl.):13-18.
- Vaccaro AR, Daugherty RJ, Sheehan TP, et al. Neurologic outcome of early versus late surgery for cervical spinal cord injury. *Spine*, 1997; 22:2609-2613.
- Mirza SK, Krengel WF III, Chapman JR, et al. Early versus delayed surgery for acute cervical spinal cord injury. *Clin Orthop*, 1999; 359:104-114.
- McLain RF, Benson DR. Urgent surgical stabilization of spinal fractures in polytrauma patients. *Spine*, 1999; 24:1646-1654.
- Bohlman HH, Kirkpatrick JS, Delamarter RB, Leventhal M. Anterior decompression for late pain and paralysis after fractures of the thoracolumbar spine. *Clin Orthop*, 1994; 300:24-29.
- Finkelstein JA, Chapman JR, Mirza S. Anterior cortical allograft in thoracolumbar fractures. *J Spinal Disord*, 1999; 12:424-429.
- Kaneda K, Taneichi H, Abumi K, Hashimoto T, Satoh S, Fujiya M. Anterior decompression and stabilization with the Kaneda device for thoracolumbar burst fractures associated with neurological deficits. *J Bone Joint Surg Am*, 1997; 79:69-83.
- Kirkpatrick JS, Wilber RG, Likavec M, Emery SE, Ghanayem A. Anterior stabilization of thoracolumbar burst fractures using the Kaneda device: A preliminary report. *Orthopedics*, 1995; 18:673-678.
- Ghanayem AJ, Zdeblick TA. Anterior instrumentation in the management of thoracolumbar burst fractures. *Clin Orthop*, 1997; 335:89-100.

# Fractura vertebral osteoporótica con compromiso neurológico

M. T. Ubierna Garcés

## EPIDEMIOLOGÍA

La osteoporosis es una enfermedad muy frecuente, pero su prevalencia es difícil de establecer, debido a su comportamiento asintomático en múltiples ocasiones. Frecuentemente la aparición de una complicación de la enfermedad, como en el caso de la fractura vertebral, es lo que precipita su diagnóstico. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la prevalencia se estima en un 30% en mujeres caucásicas y en un 8% de los varones caucásicos mayores de 50 años, aumentando esta cifra hasta un 70% en las mujeres de más de 70 años<sup>1</sup>.

Actualmente, el aumento de edad media de la población y de la esperanza de vida convierte la osteoporosis en un problema de salud pública que afecta a más de 200 millones de personas en el mundo.

En España se estima que 3,5 millones de personas la padecen, la mayor parte de las cuales son mujeres. Afecta a un 35% de las mujeres españolas mayores de 50 años y el porcentaje se eleva a un 52% en las mayores de 70 años. Las cifras indican que cada año se producen más de 100.000 fracturas osteoporóticas<sup>2-4</sup>.

La estadística aportada por Estados Unidos demuestra que la osteoporosis es una de las mayores amenazas de la salud pública. Una de cada dos mujeres y uno de cada cuatro hombres padecerán una fractura osteoporótica. La osteoporosis es responsable de más de 1,5 millones de fracturas anuales; entre ellas, 700.000 (50%) son fracturas vertebrales. Un 25% de mujeres de más de 70 años padecerán una fractura vertebral y esta cifra aumenta hasta un 50% en mayores de 80 años<sup>5-7</sup>.

La incidencia de osteoporosis en la población americana es similar a la de Australia y superior a las cifras de Reino Unido y Canadá.

Constituye, pues, la osteoporosis, un problema de salud pública de gran magnitud por su alta frecuencia, por la elevada morbi-mortalidad que conlleva y por el enorme consumo de recursos que ocasiona.

El tipo de fractura osteoporótica más frecuente es el aplastamiento vertebral, casi tres veces más habitual que

la fractura de cadera. Constituye alrededor del 44% de las fracturas asociadas a osteoporosis. Su incidencia aumenta, gradualmente, después de la menopausia y continúa aumentando en relación con la edad (se multiplica de 15 a 30 veces entre los 50 y los 90 años). Comparativamente, este incremento es menos acusado que en la fractura de cadera, cuya incidencia aumenta 50 veces entre los 60 y 90 años. El riesgo estimado de presentar una fractura vertebral sintomática a partir de los 50 años es del 15,6% para las mujeres, y del 5% en los hombres<sup>5-7</sup>. La incidencia de fractura vertebral por osteoporosis (FVO) aumenta en relación al incremento de edad media de la población<sup>8,9</sup>.

## FORMAS DE PRESENTACIÓN

El diagnóstico de la FVO es difícil, ya que su aparición pasa desapercibida en muchas ocasiones. La sintomatología secundaria en muchas ocasiones es leve, lenta e insidiosa y hace que se confunda con el dolor óseo degenerativo esperado por la edad en estas pacientes. Se considera que sólo un 30% de las fracturas vertebrales son sintomáticas.

Podemos identificar dos formas de presentación. La forma aguda es un cuadro de dolor vertebral súbito, secundario a actividades de mínimo esfuerzo, como levantar un peso, toser, estornudar, inclinarse hacia delante o caer desde su propia altura. El paciente refiere dolor súbito de gran intensidad y desproporcionado en relación a la causa que lo ha provocado. Se acompaña de incapacidad funcional para la sedestación y para los cambios de posición. La forma crónica, no menos frecuente, es un dolor dorso-lumbar insidioso de características mecánicas y que, claramente, cede con el reposo; puede acompañarse de deformidad y limitación funcional progresiva. No suele haber una respuesta clara a la analgesia de primer o segundo grado y sí responde cuando el paciente está en posición de decúbito.

En ambas situaciones, la radiología permite diagnosticar la aparición de una fractura si tenemos una pérdida de altura vertebral de un 20% o de 4 mm a uno o varios nive-

# Fractura vertebral osteoporótica con compromiso neurológico

M. T. Ubierna Garcés

## EPIDEMIOLOGÍA

La osteoporosis es una enfermedad muy frecuente, pero su prevalencia es difícil de establecer, debido a su comportamiento asintomático en múltiples ocasiones. Frecuentemente la aparición de una complicación de la enfermedad, como en el caso de la fractura vertebral, es lo que precipita su diagnóstico. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la prevalencia se estima en un 30% en mujeres caucásicas y en un 8% de los varones caucásicos mayores de 50 años, aumentando esta cifra hasta un 70% en las mujeres de más de 70 años<sup>1</sup>.

Actualmente, el aumento de edad media de la población y de la esperanza de vida convierte la osteoporosis en un problema de salud pública que afecta a más de 200 millones de personas en el mundo.

En España se estima que 3,5 millones de personas la padecen, la mayor parte de las cuales son mujeres. Afecta a un 35% de las mujeres españolas mayores de 50 años y el porcentaje se eleva a un 52% en las mayores de 70 años. Las cifras indican que cada año se producen más de 100.000 fracturas osteoporóticas<sup>2-4</sup>.

La estadística aportada por Estados Unidos demuestra que la osteoporosis es una de las mayores amenazas de la salud pública. Una de cada dos mujeres y uno de cada cuatro hombres padecerán una fractura osteoporótica. La osteoporosis es responsable de más de 1,5 millones de fracturas anuales; entre ellas, 700.000 (50%) son fracturas vertebrales. Un 25% de mujeres de más de 70 años padecerán una fractura vertebral y esta cifra aumenta hasta un 50% en mayores de 80 años<sup>5-7</sup>.

La incidencia de osteoporosis en la población americana es similar a la de Australia y superior a las cifras de Reino Unido y Canadá.

Constituye, pues, la osteoporosis, un problema de salud pública de gran magnitud por su alta frecuencia, por la elevada morbi-mortalidad que conlleva y por el enorme consumo de recursos que ocasiona.

El tipo de fractura osteoporótica más frecuente es el aplastamiento vertebral, casi tres veces más habitual que

la fractura de cadera. Constituye alrededor del 44% de las fracturas asociadas a osteoporosis. Su incidencia aumenta, gradualmente, después de la menopausia y continúa aumentando en relación con la edad (se multiplica de 15 a 30 veces entre los 50 y los 90 años). Comparativamente, este incremento es menos acusado que en la fractura de cadera, cuya incidencia aumenta 50 veces entre los 60 y 90 años. El riesgo estimado de presentar una fractura vertebral sintomática a partir de los 50 años es del 15,6% para las mujeres, y del 5% en los hombres<sup>5-7</sup>. La incidencia de fractura vertebral por osteoporosis (FVO) aumenta en relación al incremento de edad media de la población<sup>8,9</sup>.

## FORMAS DE PRESENTACIÓN

El diagnóstico de la FVO es difícil, ya que su aparición pasa desapercibida en muchas ocasiones. La sintomatología secundaria en muchas ocasiones es leve, lenta e insidiosa y hace que se confunda con el dolor óseo degenerativo esperado por la edad en estas pacientes. Se considera que sólo un 30% de las fracturas vertebrales son sintomáticas.

Podemos identificar dos formas de presentación. La forma aguda es un cuadro de dolor vertebral súbito, secundario a actividades de mínimo esfuerzo, como levantar un peso, toser, estornudar, inclinarse hacia delante o caer desde su propia altura. El paciente refiere dolor súbito de gran intensidad y desproporcionado en relación a la causa que lo ha provocado. Se acompaña de incapacidad funcional para la sedestación y para los cambios de posición. La forma crónica, no menos frecuente, es un dolor dorso-lumbar insidioso de características mecánicas y que, claramente, cede con el reposo; puede acompañarse de deformidad y limitación funcional progresiva. No suele haber una respuesta clara a la analgesia de primer o segundo grado y sí responde cuando el paciente está en posición de decúbito.

En ambas situaciones, la radiología permite diagnosticar la aparición de una fractura si tenemos una pérdida de altura vertebral de un 20% o de 4 mm a uno o varios nive-

les<sup>6</sup>. Para establecer el tiempo de evolución de las lesiones identificadas es imprescindible realizar pruebas de imagen complementarias, como gammagrafía o resonancia magnética (RM).

Actualmente, existen diversas herramientas para el tratamiento de la fractura osteoporótica. La primera y la más importante es el seguimiento de cerca del comportamiento de la fractura para identificar precozmente la progresión de la deformidad y poder evitar complicaciones mayores; se aconseja un tiempo no inferior a un año para poder constatar la curación de la fractura. En segundo lugar, se debe dar tratamiento farmacológico del dolor en relación a la intensidad y suficiente como para permitir una movilización precoz del paciente. Se sabe que un reposo en cama de dos semanas puede implicar una pérdida de masa ósea del 10%. En tercer lugar hay que establecer medidas de contención externas en forma de ortesis toracolumbares; son de difícil tolerancia debido a la morfología y a la edad de las pacientes; su papel es limitar la flexión con el objetivo de evitar la progresión de la fractura. En cuarto lugar es adecuado confirmar o instaurar un tratamiento correcto de la osteoporosis mediante tratamiento antirresorción ósea o fármacos neoformadores de hueso. Para aquellos casos en los que no se consigue un buen control clínico, se han descrito en la última década técnicas mínimamente invasivas como la vertebroplastia o la cifoplastia de refuerzo óseo, que consiguen un alivio del dolor excelente en casi el 68% de los pacientes y una mejoría de la calidad de vida en un 74%<sup>11,12</sup>.

## CONSECUENCIAS DE LA FRACTURA VERTEBRAL OSTEOPORÓTICA

A pesar de que la mayoría de las FVO curan con tratamiento sintomático, la elevada frecuencia con que se presentan hace que el porcentaje de complicaciones no sea despreciable. Cooper<sup>4</sup> demostró que la incidencia de FVO relevantes aumentaba con la edad. Desde un 0,2 por 1.000 y por año en hombres y mujeres mayores de 45 años hasta 1,2-1,3 por 1.000 y por año para mujeres y hombres mayores de 85 años. Ello implica que el aumento de las expectativas de vida de la población media haga aumentar, directamente, el porcentaje de FVO y de sus complicaciones.

La consecuencia más frecuente es el dolor crónico residual que precisa tratamiento habitual en casi un 21,4% de pacientes en Estados Unidos. Su etiología multifactorial: fatiga muscular por cifosis angular, fatiga muscular por desequilibrio sagital, artrosis facetaria secundaria, microfracturas recurrentes, dolor radicular y fractura de estrés de los pedículos.

Sin embargo, la complicación más devastadora y de manejo más difícil es el compromiso neurológico.

## MANEJO DE LA FRACTURA VERTEBRAL OSTEOPORÓTICA CON COMPROMISO NEUROLÓGICO

La primera descripción de FVO con afectación neurológica se atribuye a Kempisky en 1958<sup>13</sup>, pero ha sido en las últimas décadas cuando han aparecido las primeras

publicaciones que describen el resultado del tratamiento quirúrgico de estas lesiones.

La frecuencia con la que se presenta el compromiso neurológico varía según las estadísticas, oscilando desde un 2% en la serie publicada por Lee en 1996<sup>3</sup>, en una revisión de 497 fracturas, hasta un 12,1% aportado por Shikata en 1990 en una serie de 58 pacientes de más de 70 años<sup>14</sup>.

## MORFOLOGÍA DE LA LESIÓN VERTEBRAL

Se han descrito tres patrones morfológicos de la fractura vertebral atendiendo a la imagen radiológica de fractura tipo 1: fractura en cuña en que sólo se ve afectada la columna anterior, y el muro posterior en un principio conserva su altura; la relación entre la altura anterior y la posterior del cuerpo vertebral es menor del 60%; en estos casos, el nivel de afectación neurológica suele ser a nivel proximal de la cortical posterior del cuerpo vertebral y suele ser la porción superior y posterior la que se proyecta en el canal. El tipo 2 corresponde a la fractura con colapso completo del cuerpo vertebral; en este caso, la pérdida de altura es a nivel de todo el cuerpo vertebral tanto de su cortical anterior como del muro posterior de la columna media; en este caso se comporta como una fractura tipo por estallido y son los fragmentos del cuerpo vertebral los que se proyectan en el canal. El tipo 3 es la fractura bicóncava con osteofito anterior y cambios escleróticos<sup>15</sup> (Fig. 1 A y B).

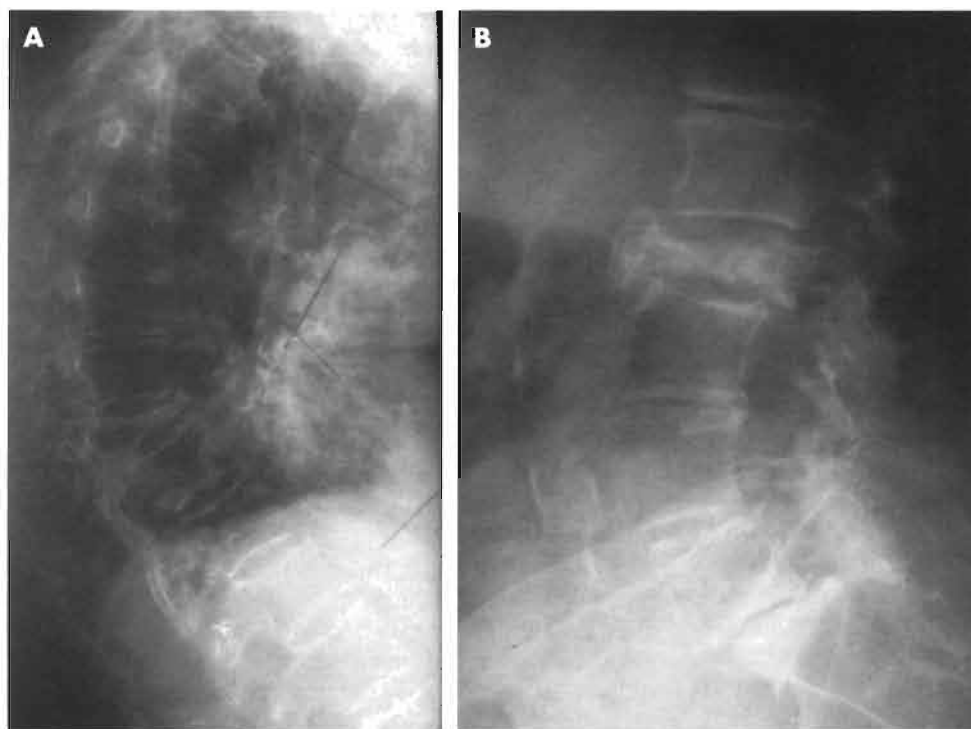
## FORMAS CLÍNICAS DE APARICIÓN

El compromiso neurológico puede aparecer de forma brusca o aguda, cuando el paciente puede recordar claramente el día de inicio del déficit motor. Este modo de presentación es poco frecuente y en la serie de Shikata corresponde a un 14,2 de sus pacientes. La forma más habitual de presentación es la forma en la que la clínica de deterioro neurológico aparece de forma lenta y progresiva; en estos casos, la incapacidad funcional que provoca queda infravalorada en el contexto de la edad del paciente, cuando se agrava la sintomatología es cuando se pone de manifiesto el compromiso neurológico. La aparición de un deterioro claro y progresivo en la capacidad funcional de un paciente debe ser un signo de alerta para los familiares o personas próximas al paciente, sobre todo, si no queda explicado por el estado de salud del paciente (Fig. 2 A, B y C).

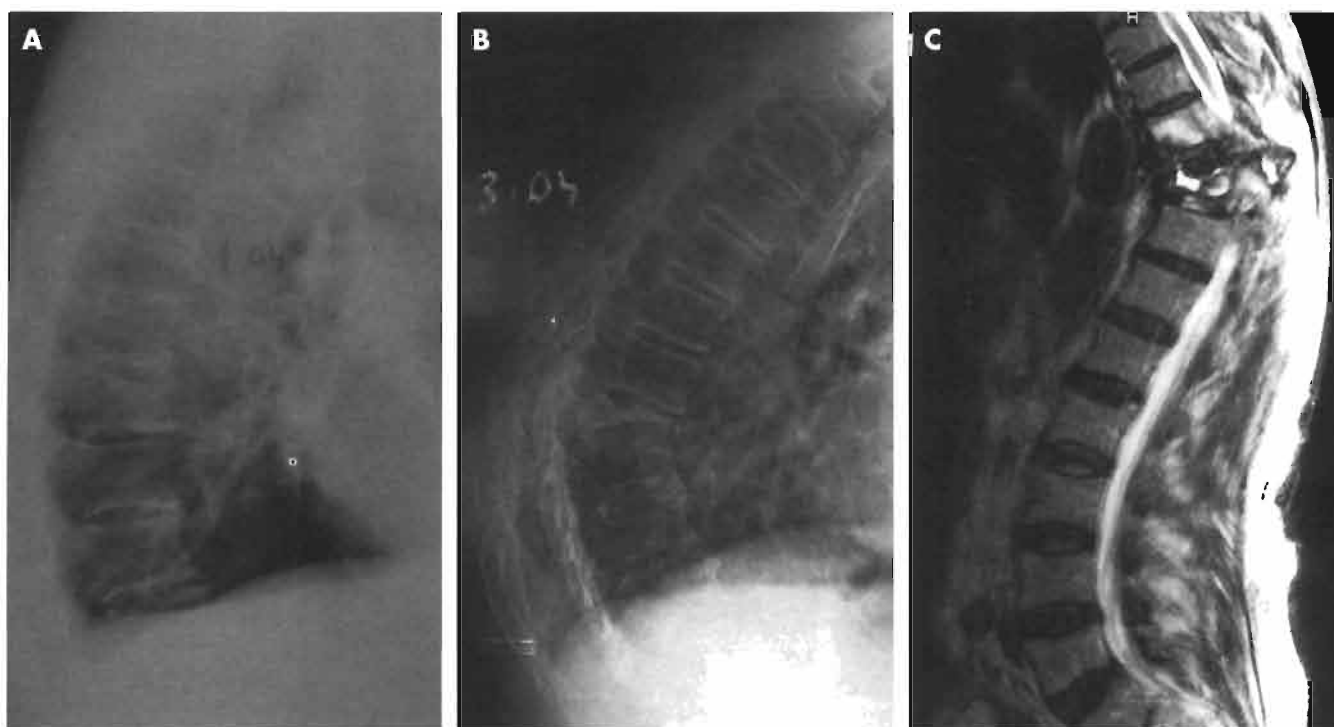
El tiempo medio hasta el diagnóstico de la afectación neurológica varía de semanas a 1,5 años desde la constatación de la fractura según las series. En algunos casos puede ser el primer síntoma para diagnosticar una fractura. A pesar de que, en la actualidad, existe un mejor conocimiento del comportamiento clínico de estas lesiones, el intervalo diagnóstico continua siendo excesivamente largo.

## VALORACIÓN CLÍNICA DEL PACIENTE

Se utiliza, habitualmente, la clasificación de Frankel para conocer el grado de afectación neurológica y la escala visual analógica del dolor. Un cuestionario de calidad de vida y un cuestionario de función permitirá conocer el grado de discapacidad y dependencia en que se encuentra el paciente. Se aconseja una valoración del estatus nutri-



**Figura 1. A.** Fractura vertebral osteoporótica tipo en cuña. La relación entre la altura del cuerpo vertebral anterior y la altura posterior es menor del 60%. **B.** Fractura vertebral osteoporótica tipo bicóncava. Se aprecia el osteofito anterior que actúa como estabilizador de la deformidad.



**Figura 2. A y B.** Evolución radiológica de una fractura vertebral osteoporótica con progresión hasta el colapso completo y la lesión neurológica en un período de tres meses. **C.** Resonancia magnética del mismo paciente donde se aprecia el compromiso neurológico secundario a la necrosis vertebral T10 postfractura.

cional del paciente antes de iniciar cualquier gesto quirúrgico, ya que su deterioro se relaciona con un aumento de la tasa de mortalidad postquirúrgica y con la disminución del potencial de reparación ósea. Se recomienda optimizar el estado nutricional antes del acto quirúrgico<sup>16</sup>.

### ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS

La radiología convencional en proyección anteroposterior y perfil son el punto de partida para clasificar la lesión. Interesará medir el grado de cifosis angular secundaria y de cifosis regional, la pérdida de soporte de la columna



anterior y el equilibrio sagital de la columna en bipedestación. Ambas cifras son de gran importancia para diseñar la estrategia quirúrgica.

La comparación de la deformidad en bipedestación y en decúbito pone de manifiesto, en algunas ocasiones, el concepto de movilidad del foco de fractura o de otro modo llamada pseudoartrosis de la fractura, mediante la identificación de zona de aire intrasomático que aparece con la extensión vertebral en decúbito supino. McKiernan encontró un 44% de casos con movilidad de la fractura vertebral al comparar preoperatoriamente las radiografías de perfil en decúbito y bipedestación. También comparó las radiografías en hiperextensión con radiografías en bipedestación y encontró que la altura de la vértebra móvil aumentaba un 68% de promedio en la posición dinámica<sup>17</sup>. Esta situación puede favorecer la reducción de la deformidad al posicionar al enfermo en la mesa quirúrgica (Fig. 3 A y B).

La comparación con radiografías anteriores que aporta el paciente nos confirma en muchas ocasiones el carácter progresivo del colapso vertebral y de la cifosis secundaria grave. El aumento del momento flexor por la cifosis angular, la insuficiencia ósea de la columna anterior y la falta de musculatura erectora de la columna en estos pacientes se han descrito como factores predisponentes a la evolutividad de la deformidad<sup>18</sup>. Kaneda teorizó acerca del colapso progresivo, atribuyéndolo a un proceso de necrosis del cuerpo vertebral debido a la disrupción de la microcirculación<sup>19</sup>.

Todas las series coinciden en que el área toracolumbar es la zona de mayor riesgo para la progresión de la deformidad y, en consecuencia, para la aparición de compromiso neurológico, por ser una zona de transición donde el equilibrio sagital es neutro. Suk<sup>20</sup> recoge, en su serie, un 70% de FVO con lesiones neurológicas localizadas entre

T12 y L1 y un 10% en los niveles T7 y T8. Lee en su serie encontró un 33% en L1 y un 20% en T12<sup>9</sup>.

La resonancia magnética (RM) es la exploración más sensible y específica para descartar otros diagnósticos que cursan con fractura patológica como son la enfermedad metastásica y la lesión secundaria a mieloma. Informa acerca del número de niveles afectados y de la gravedad del compromiso neurológico. Es la mejor herramienta para conocer si la fractura está en fase aguda, crónica con edema residual o bien en fase de curación.

La TC selectiva fundamentalmente muestra la cantidad de defecto óseo de la columna anterior, la ocupación ósea del canal medular y la posible fractura de pedículos que, en ocasiones, puede aparecer en el proceso de cifosis progresiva.

## TRATAMIENTO

### Enfoque terapéutico

Actualmente no hay ningún tratamiento conservador capaz de mejorar la situación de déficit neurológico o de impedir la progresión de la deformidad en pacientes con FVO. Por lo tanto, la única opción es el tratamiento quirúrgico. Su objetivo es la mejoría del dolor y de la función del paciente, estable a medio plazo y sin desencadenar problemas secundarios. El abordaje terapéutico de la FVO con lesión neurológica requiere una valoración multidisciplinaria del paciente, y una información familiar amplia y detallada, aportando expectativas reales, grado de complejidad y complicaciones posibles. Para el cirujano es un reto que empieza conociendo las limitaciones de la técnica y asumiendo resultados mediocres.

Las opciones quirúrgicas, sea cual sea la técnica, son conseguir la descompresión neurológica, la estabilización mecánica, el equilibrio sagital vertebral y la fusión final.



**Figura 3. A.** Cifosis secundaria a fractura osteoporótica a nivel T12 y L2 en bipedestación. **B.** Imagen de la misma paciente en decúbito supino donde se aprecia una marcada corrección de la cifosis y una imagen de aire en el interior del cuerpo vertebral; ambas situaciones sugieren la movilidad de la fractura.

## Limitaciones del tratamiento

Las limitaciones del tratamiento quirúrgico de la FVO con lesión neurológica dependen de las características intrínsecas del paciente: edad avanzada, comorbilidades, fragilidad ósea para el anclaje de los implantes, un balance sagital positivo que se opone a la banda de tensión posterior, insuficiente soporte en columna anterior, sobre todo, en las fracturas en cuña, debilidad de la musculatura paravertebral y abdominal para soportar las fuerzas cifosantes y, habitualmente, escasa colaboración del paciente en su recuperación final.

La disminución de la resistencia ósea al implante convierte al pedículo vertebral en el punto que ofrece mejor fijación, aunque la posibilidad de arranque es mayor que en el hueso normal.

## Técnica quirúrgica

Una vez desestimada la laminectomía descompresiva como gesto único, las técnicas habituales son: descompresión e instrumentación por la vía posterior, descompresión por la vía anterior o una combinación de ambos.

Resulta imposible con los datos que existen en la literatura delimitar las indicaciones para cada una de las técnicas. El cirujano deberá individualizar un plan quirúrgico para cada paciente, teniendo en cuenta la edad, las comorbilidades, tipo de deformidad y de fractura y la experiencia con la técnica.

## Abordaje anterior

Durante mucho tiempo ha sido la indicación de elección debido a que consigue, actuando directamente en el foco de la lesión, una descompresión anterior medular y permite la reconstrucción directa de la columna anterior y corregir la cifosis. Para el soporte de la columna anterior se dispone de diferentes materiales: hueso autólogo de cresta ilíaca, aloinjerto (anillo femoral), implante anterior de reconstrucción (cages) y cemento. En el momento de la elección hay que intentar determinar el módulo de elasticidad ósea del paciente para minimizar el riesgo de fracturas en niveles adyacentes. Posiblemente, el autoinjerto de cresta ilíaca proporciona mayor similitud. Kaneda<sup>19</sup> publicó una de las series más largas de la literatura que recoge los resultados de 22 pacientes tratados con descompresión anterior y fusión, utilizando el dispositivo de Kaneda y una prótesis de reconstrucción vertebral de cerámica. Todos los pacientes presentaban un cuadro de afectación neurológica retardada entre 1 y 12 meses, por lo que la cirugía también fue retardada. Se consiguió la mejoría neurológica en el 86% y fue de, al menos, un grado en la escala de Frankel; tres pacientes no obtuvieron ninguna mejoría. La deformidad se corrigió, aproximadamente en un 50%. Justifica la utilización de una prótesis de cerámica para la reconstrucción de la vía anterior argumentando menor impactación en los platillos vertebrales. Como efectos adversos, destaca el aumento de morbilidad secundario a la toracofrenolaparotomía, dado que una gran mayoría de FVO con lesión neurológica se producen a nivel toracolumbar.

## Abordaje posterior

La primera serie de tratamiento de las FVO con lesión neurológica fue la publicada por Shikata<sup>14</sup> en 1990, en la que utilizó instrumentación de Harrington más descompresión, consiguiendo la mejoría neurológica los siete casos. El abordaje posterior (Fig. 4 A y B) resulta ventajoso por ser el acceso más habitual para la gran mayoría de los cirujanos de columna y desde el punto de vista anatómico utiliza la fijación pedicular como punto de anclaje. Como desventaja, consigue una descompresión indirecta y limitada a la cara posterior de las estructuras nerviosas y no reconstruye la columna anterior, pudiendo ser un factor de riesgo para el fracaso de la banda de tensión posterior y para el arrancamiento de la instrumentación posterior. Los autores que utilizan la vía posterior aconsejan mayoritariamente instrumentaciones largas para disminuir el porcentaje de fracasos y no acabar los montajes en áreas de cifosis.

Con el objetivo de disminuir la morbilidad de la vía anterior y mejorar la capacidad de corrección y reequilibrio sagital desde un abordaje posterior, Saita<sup>21</sup> describió en 2000 una técnica que permite descompresión posterior y, a su vez acortamiento de la columna posterior a través de una osteotomía de sustracción pedicular. De esta manera corrige el desequilibrio sagital y mejora las condiciones biomecánicas de la columna y, así, proteger a la instrumentación posterior. Consigue una reducción de la cifosis de 26° a 4° sin fracaso de material de implante. El importante grado de corrección que consigue le permite utilizar instrumentaciones cortas, disminuyendo el riesgo de fractura en el segmento adyacente.

Otra técnica que potencia las ventajas de la vía posterior es la combinación de descompresión posterior con instrumentación posterior y técnicas de refuerzo de la columna anterior mediante vertebroplastia o cifoplastia abierta<sup>22-24</sup>. Los autores sugieren que la vertebroplastia o cifoplastia abierta permite una visualización directa de la pared posterior de la vértebra y, en consecuencia, una cementación segura; estabiliza la columna anterior y disminuye la necesidad de un doble abordaje (Fig. 5 A y B). Los resultados clínicos según la escala de MacNab son satisfactorios aunque la corrección sagital se limita a 1,7°. Matsuyama<sup>24</sup> utiliza instrumentación posterior y refuerzo óseo mediante cemento mineral óseo y consigue una mejoría del grado de aplastamiento vertebral pasando del 41 al 68% al final del seguimiento y una mejoría en la escala analógica visual de 8,6 puntos preoperatoriamente a 2 en el postoperatorio. Su serie es muy corta (cinco casos) por lo que se requiere un estudio más extenso y con mayor seguimiento para conocer mejor el comportamiento del cemento biológico.

## Abordaje combinado

El acceso por doble abordaje para el tratamiento quirúrgico de la FVO con lesión neurológica ofrecería ventajas importantes. Por un lado, descompresión anterior y reconstrucción directa de la columna anterior y, por otro lado, reconstrucción de la banda de tensión posterior e instrumentación pedicular de soporte. Globalmente, aporta mejor corrección de la deformidad, aumento de la estabilidad, disminuye el fracaso de la instrumentación y



**Figura 4. A y B.** Fractura de T12 con compromiso neurológico. Fue tratada con corrección de la deformidad, descompresión posterior e instrumentación posterior corta.

aumenta el porcentaje de fusión. Como desventaja, aumenta la morbilidad por ser una intervención de mayor duración, mayor sangrado y una demanda metabólica que no todos los pacientes de estas características pueden asumir.

### RESULTADOS DE LA BIBLIOGRAFÍA

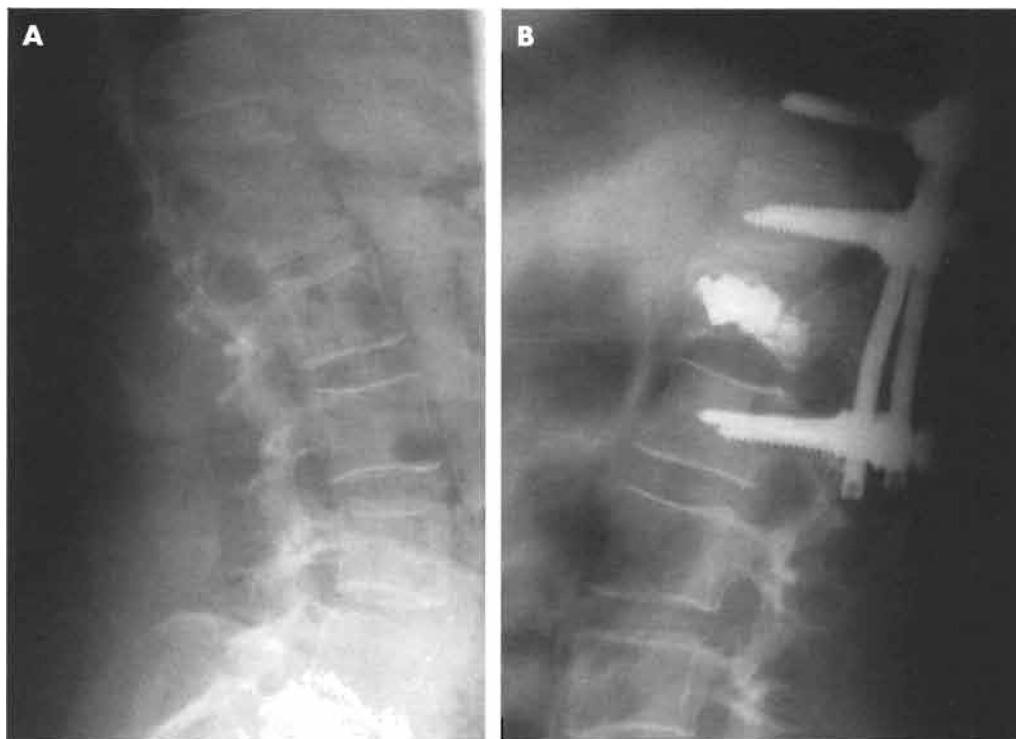
Son pocas las series en la literatura que aportan resultados acerca del tratamiento quirúrgico de la FVO con lesión neurológica. Mochida<sup>15</sup> en 2001 publicó la tercera serie encontrada con una muestra de 22 casos; 9 fueron tratados mediante vía anterior y según la técnica descrita por Kaneda y se compararon con 13 casos en que realizó la osteotomía de sustracción pedicular. Aconseja, en las fracturas tipo cuña, una descompresión e instrumentación por la vía anterior; y en los casos de fracturas con patrón bicóncavo o colapso completo aconseja abordaje posterior con osteotomía de resección pedicular e instrumentación corta. Observó menor porcentaje de fusión en el abordaje posterior; y la mejoría neurológica es parcial en ambas series y no hay diferencias estadísticamente significativas.

Nguyen<sup>25</sup> en 2003 publicó un trabajo sobre una serie de 10 pacientes con un ángulo de cifosis medio de 28°, compromiso de canal del 41% y pérdida de altura de la columna anterior de 59%. Un 60% mejoró parcialmente el estatus neurológico y un 10%, empeoró. El resultado funcional y el cuestionario de salud indicó valores de discapacidad grave en la mayoría de los casos. El porcentaje de complicaciones es del 80%.

Con la idea de conseguir los objetivos de la cirugía a través de un solo abordaje quirúrgico se han descrito técnicas de acortamiento de la columna posterior que son modificaciones de las ya descritas previamente por Smith Petersen, Heining (osteotomía en cáscara de huevo) y Thomansen<sup>26-28</sup>. Esta técnica aplicada a la FVO con compromiso neurológico permite corregir la deformidad, descomprimir las estructuras nerviosas y estabilizar la compresión favoreciendo la fusión. Los autores consideran que en estos pacientes, presenta menos dificultad, ya que no se trata de deformidades rígidas y la fragmentación existente del muro posterior facilita la manipulación.

Suk en 2003<sup>20</sup> publicó datos de una serie de 26 pacientes, comparando dos técnicas quirúrgicas; 11 pacientes tratados mediante doble abordaje y 15 pacientes a los realizó osteotomía de cierre posterior. Encontró una mejoría significativa en el tiempo quirúrgico y en la reducción del sangrado con la técnica posterior. Un 64% de los pacientes sometidos a doble abordaje mejoran el déficit neurológico y un 73% de los sometidos a osteotomía posterior. La considera como técnica exigente para el cirujano y el número de complicaciones es algo superior en el doble abordaje.

Uchida<sup>24</sup>, en una serie comparativa entre doble abordaje y osteotomía de resección posterior, también observó mejores resultados en el abordaje posterior. La mejoría neurológica según la escala de Frankel y la corrección de la cifosis es ligeramente superior con la técnica de osteotomía posterior, pero también se recogen mayores pérdidas de corrección. La incidencia de aflojamiento de material es similar en ambos procedimientos.



**Figura 5. A y B.** Fractura vertebral T11 en la que se ha realizado técnica de refuerzo vertebral abierta, junto a descompresión posterior y fijación para minimizar el riesgo de progresión de la deformidad.

### COMPLICACIONES DEL TRATAMIENTO QUIRÚRGICO

La incidencia de complicaciones varía según la técnica empleada y han ido disminuyendo con el paso de los años y la experiencia en el manejo de estos pacientes.

Entre las complicaciones más frecuentes se encuentran: pérdida de corrección, aflojamiento o desanclaje del material, cifosis proximal a la instrumentación o fracturas adyacentes al área de fusión. El porcentaje con que aparecen es difícil de estimar por la variedad de las técnicas estudiadas y por ser series demasiado cortas y no uniformes; sin embargo, su incidencia no es despreciable y, por encima de todo, su morbilidad, cuando aparecen, suele ser devastadora.

Como técnicas para prevenir el desanclaje del material se aconseja no acabar una instrumentación en un área de cifosis e intentar reequilibrar en el plano sagital la deformidad para disminuir el momento de fuerza en flexión. Otras opciones son repartir el anclaje en múltiples puntos de fijación vertebral, utilizar alambres sublaminares, utilizar tornillos autorroscables, combinar ganchos y tornillos en un mismo nivel para proteger al tornillo, limitar la corrección de la deformidad cementa el trayecto pedicular del tornillo. Disponemos también de tornillos expandibles y de tornillos troncocónicos, ambos diseñados para disminuir el efecto *pullout*. Los tornillos cónicos frente a los cilíndricos parecen aportar más fuerza frente al arranque debido a la compactación de hueso a su entrada, con mejor fijación ósea que los cilíndricos con una disposición triangular. El mantenimiento de la cortical en el punto de entrada también parece proporcionar también una mejor fijación. No obstante, la calidad ósea es el mejor seguro frente a la fuerza de fijación del tornillo y para ser conscientes de que la instrumentación debe actuar a modo de fijación mientras que la corrección se debe conseguir con la técnica quirúrgica y con la posición del paciente<sup>30</sup>.

Las fracturas adyacentes al área de fusión se han descrito en un porcentaje de alrededor de un 20% de casos y esto parece estar directamente relacionado con el grado de cifosis regional y con el equilibrio sagital del paciente. Algunos autores describen la vertebroplastia en el nivel adyacente a la fusión como técnica de prevención de la fractura. Es difícil saber qué pacientes pueden beneficiarse de este gesto quirúrgico.

### BIBLIOGRAFÍA

1. World Health Organization Study Group. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. Report, n.º 843. Geneva: World Health Organization, 1994.
2. Melton LJ. Epidemiology of spinal osteoporosis. *Spine*, 1997; 22 (suppl. 24):S2-S11.
3. Kanis JA, McCloskey EV. The epidemiology of vertebral osteoporosis. *Bone* 1992; 13 (suppl. 2):S1-S10.
4. Cooper C, Atkinson EJ, O'Fallon WM, et al. Incidence of clinically diagnosed vertebral fractures: a population based study in Rochester, Minnesota, 1985-1989. *J Bone Miner Res*, 1992; 7:221-227.
5. Dreinhofer KE, Feron JM, Herrera A, Hube R, Johnell O, Liden L, Miles K, Panarella L, Simpson H, Wallace WA. Orthopaedic surgeons and fragility fractures. A SURVEY BY THE Bone and Joint Decade and the International Osteoporosis Foundation. *J Bone J Surg Br*, 2004; 86 (7):958-961.
6. Audran M. Benefits, limitations and impact of osteoporotic risk factors identification. *Joint Bone Spine*, septiembre 2004; 71 (5):361-362.
7. Lin JT, Lane JM. Osteoporosis: a review. *Clin Orthop*, agosto 2004; (425):126-134.
8. Arciero Ra, Leung KYK, Pierce JH. Spontaneous unstable burst fracture of the thoracolumbar spine in osteoporosis. *Spine*, 1995; 14:114-117.
9. Lee YL, Yip KM. The osteoporosis spine. *Clin Orthop*, 1996; 323:91-97.
10. Black DM, Palermo L, Nevitt MC, Genant HK, Christensen L, Cummings SR. Defining incident, vertebral deformity: a prospective comparison of several approaches. The study of osteoporotic fractures Research Group. *J Bone Miner Res*, 1999; 14:90-101.
11. Barr JD, Barr MS, Lemley TJ, McCann RM. Percutaneous vertebroplasty for pain relief and spinal stabilization. *Spine*, 2000; 25:923-928.
12. Amar AP, Larsen WD, Esnaashari N, Albuquerque FC, Lavine SD, Teitelbaum GP. Percutaneous transpedicular polymethyl-methacrylate vertebroplasty for the treatment of the spinal compression fractures. *Neurosurgery*, 2001; 49:1105-1115.

13. Kempisky WH, Morgan PP, Boniface WR. Osteoporotic kyphosis with paraplegia. *Neurology*, 1958; 8:181-186.
14. Shikata J, Yamamuro T, Iida H, Shimizu K, Yoshikawa J. Surgical treatment for paraplegia resulting from vertebral fractures in senile osteoporosis. *Spine*, 1990; 15:485-489.
15. Mochida J, Toh E, Chiba M, Nishimura K. Treatment of osteoporotic late collapse of a vertebral body of thoracic and lumbar spine. *J of Spinal Disorders*, 2001; 14 (5):393-398.
16. Hu SS, Fontaine F, Kelly B, Bradford DS. Nutritional depletion in staged spinal reconstructive surgery. The effect of total parenteral nutrition. *Spine*, 1998; 23:1401-1405.
17. McKiernan F, Jensen R, Faciszewski T. The dynamic mobility of vertebral compression fractures. *J Bone Miner Res*, 2003; 18:29-39.
18. Roberson JR, Whitesides TE Jr. Surgical reconstruction of late posttraumatic of thoracolumbar kyphosis. *Spine*, 1985; 10:307-312.
19. Kaneda K, Asano S, Hashimoto T, et al. The treatment of osteoporotic posttraumatic vertebral collapse using the Kaneda device and bioactive ceramic vertebral prosthesis. *Spine*, 1992; 17:295-303.
20. Suk S, Kim JH, Lee SM, Chung ER, Lee JH. Anterior-posterior surgery versus posterior closing wedge osteotomy in posttraumatic kyphosis with neurologic compromised osteoporotic fracture. *Spine*, 2003; 18:2170-2175.
21. Saita K, Hoshino Y, Kikkawa I, Nakamura H. Posterior spinal shortening for paraplegia after vertebral collapse caused by osteoporosis. *Spine*, 2000; 25:2832-2835.
22. Boszczyk B, Bierschneider M, Potulski M, et al. Extended kyphoplasty indications for stabilization of osteoporotic vertebral compression fractures. *Unfallchirurg*, 2002; 105:952-957.
23. Singh K, Heller JG, Samartzis D, Scott Price J, An HS, Yoon T, Rhee J, Ledlie J, Phillips FM. Open vertebral cement augmentation combined with lumbar decompression for the operative management of thoracolumbar stenosis secondary to osteoporotic burst fractures. *J Spinal Disord Tech*, 2005; 18 (5):413-419.
24. Matsuyama Y, Goto M, Yoshihara H, Tsuji T, Sakai Y, Nakamura H, sato K, Kamiya M, Ishiguro N. Vertebral reconstruction with biodegradable calcium phosphate cement in the treatment of osteoporotic vertebral compression fracture using instrumentation. *J Spinal Disord Tech*, 2004; 17 (4):291-296.
25. Nguyen HV, Ludwig S, Gelg D. Osteoporotic vertebral burst fracture with neurologic compromise. *J Spinal Disord Tech*, 2003; 16 (1):10-19.
26. Smith-Petersen MN, Larson CB, Aufranc OE. Osteotomy of the spine for correction of flexion deformity in rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg*, 1945; 27:1-11.
27. Heining CF, Boyd BM. One stage vertebrectomy or eggshell procedure. *Orthop Trans*, 1985; 9:130.
28. Thomansen E. Vertebral osteotomy for correction of kyphosis in ankylosing spondylitis. *Clin Orthop*, 1985; 194:142-152.
29. Uchida K, Kobayashi S, Matsuzaki M, et al. *Eur Spine J*, 2006; 15:1759-1767.
30. Chang KW, Chen YY, Lin Ch, Hsu HL, Pai KC. Apical lordosating osteotomy and minimal segment fixation for the treatment of thoracic or thoracolumbar osteoporotic kyphosis. *Spine*, 2005; 30 (14):1674-1681.

Las fracturas vertebrales son traumatismos graves, habitualmente resultado de accidentes de alta energía y en menor frecuencia consecuencia de la fragilidad ósea en pacientes con osteoporosis. Independientemente de su etiología las consecuencias pueden ser devastadoras.

La *American Academy of Orthopaedic Surgeons* y la Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología han diseñado esta monografía con el objetivo de actualizar algunos de los aspectos más controvertidos de su diagnóstico y técnicas de tratamiento.

Los autores, especialistas en cirugía de la columna pertenecientes a ambas sociedades, abordan con claridad los conceptos básicos y los problemas más habituales que el residente y el cirujano ortopédico se encuentran en el manejo de los traumatismos de la columna vertebral.

ISBN: 978-84-7903-744-4



9 788479 037444

EDITORIAL MEDICA  
**panamericana**