

Descompresión transpedicular en las fracturas vertebrales por estallido

A. MARTIN BENLLOCH, A. G. SOLER HEREDIA, F. SEGURA LLOPIS y M. LAGUIA GARZARAN

Unidad de Traumatología y Ortopedia. Departamento de Cirugía. Facultad de Medicina y Odontología. Universidad de Valencia.

Resumen.—Se presentan 15 casos de fracturas vertebrales por estallido, a nivel toracolumbar y lumbar, tratadas mediante descompresión transpedicular y estabilización mediante instrumentación CD. Con un periodo mínimo de 1 año de seguimiento, se analiza la calidad de la descompresión del canal desde el punto de vista neurológico y la evolución de la reducción obtenida. Trece pacientes presentaban afectación neurológica incompleta, valorada según la escala de Frankel modificada por Bradford. Los casos se distribuyeron de la siguiente forma: T₈ (1) T₁₂ (1), L₁ (5), L₂ (3), L₃ (2), L₄ (1) y L₅ (2). La ocupación del canal, la reducción obtenida y su evolución se han evaluado mediante TAC pre y postoperatoria, tomando como referencia el nivel superior sano. Se valoran también los parámetros radiográficos: índice sagital pre y postoperatorio, porcentaje de altura perdido del soma y la reconstrucción conseguida. Salvo en 1 caso, todos los pacientes mejoraron al menos 1 grado en la escala de Frankel modificada. La ocupación media preoperatoria del canal fue de 56% (25-95%). La ocupación postoperatoria media fue del 22% (0-70). La evolución al año mostró pérdidas mínimas en dos casos, con una media del 24% de ocupación final. La vía traspedicular ofrece unos resultados efectivos desde el punto de vista neurológico. Permite reducir el muro posterior sin pérdida de masa ósea para la fusión, y realizar una buena reconstrucción del cuerpo vertebral. La instrumentación CD proporciona estabilidad a esta técnica con pérdidas mínimas de la reducción obtenida, tanto del muro posterior como del índice sagital.

TRANSPEDICULAR DECOMPRESION IN VERTEBRAL BURST FRACTURES

Summary.—We present 15 cases of thoracolumbar and lumbar burst fractures treated by decompression and stabilization with CD instrumentation. With a minimum of 1 year follow-up, the quality and the efficacy of the spinal canal decompression and the loss of reduction were evaluated. Thirteen patients presented incomplete neurological damage according to Frankel's score (modified by Bradford). The cases were distributed as follows: T₈ (1), T₁₂ (1), L₁(5), L₂ (3), L₃ (2), L₄ (1) and L₅ (2). The canal occupation and the reduction obtained were assessed pre- and postoperative by CT scan. The healthy level above the fracture was used as reference. The sagittal index (pre- and postop) and the height of the vertebral body were also evaluated by radiography. Except in one case, all the patients improved at least 1 grade (modified Frankel scale). The mean canal occupation was 56% (25-95%). The mean postoperative occupation was 22% (range 0-70); After 1 year follow up, these way minimum loss, (in 2 cases) with a mean 24% of final occupation. Transpedicular approach provides an efficient decompression from the neurological point of view, allowing reduction of the posterior wall without loss of the posterolateral structures for the fusion, as well as a sufficient reconstruction of the vertebral body. CD instrumentation permits enough stability with this technique, showing minimum loss of the reduction in the posterior wall and in the sagittal index.

INTRODUCCIÓN

El tratamiento de las fracturas vertebrales sigue

Correspondencia:

Dr. D. ANTONIO MARTIN BENLLOCH
Músico Ginés, 9 - pta. 43
46022 Valencia

siendo, en la actualidad, un tema controvertido; no obstante, existe un criterio prácticamente unánime sobre la necesidad de descompresión para los casos de fracturas vertebrales con compromiso neurológico (1-15). Este criterio ha sido cambiante a lo largo de la historia, posiblemente motivado por los malos resultados obtenidos con la laminectomía (desestabilizadora).

Desde que en 1983, Dennis (16) estableciera su teoría de las tres columnas, basándose en los datos aportados por el estudio mediante TAC, han surgido nuevas bases biomecánicas a la hora de enfocar el tratamiento de las fracturas vertebrales. Así, las fracturas vertebrales con retropulsión de fragmentos óseos hacia el canal medular (en su mayoría fracturas por estallido) son susceptibles de una descompresión quirúrgica de las estructuras nerviosas y de estabilización. La aparición y generalización del uso del TAC constituye una base objetiva de apoyo a esta tendencia.

Desde el punto de vista quirúrgico, podemos diferenciar tres tipos de enfoque. El primero de ellos, basado en la ligamentotaxis, pretende, mediante el uso de distintos sistemas, la reducción de los fragmentos protuidos sin actuación directa sobre ellos (3, 5, 8, 13, 17-20). En segundo lugar se encuentran los partidarios de un abordaje directo de la zona de compresión, mediante un abordaje anterior del soma vertebral (21-29). Esta técnica permite realizar una descompresión de los fragmentos óseos o de los restos discuales que ocupan el canal medular, proporcionando un ambiente óptimo para la recuperación de la función de las estructuras nerviosas. Además, permite la realización de una fusión-estabilización del nivel afecto.

Por otro lado, otros autores prefieren efectuar las maniobras de descompresión y estabilización mediante un abordaje posterior único (12, 30-33). Estos autores prefieren evitar el abordaje quirúrgico anterior, dadas las exigencias técnicas que conlleva, así como la morbilidad que puede presentar, al no ser un procedimiento habitual en cirugía ortopédica. En este último grupo entrarían aquellos que realizan una descompresión posterolateral del canal, con resección de parte de las estructuras óseas y ligamentosas posteriores hasta alcanzar los fragmentos óseos en el interior del canal y conseguir su extirpación o reducción. En la misma línea existe otro procedimiento alternativo que consiste en la descompresión del canal utilizando la vía transpedicular (30, 36).

Presentamos un estudio retrospectivo que recoge nuestra experiencia en el tratamiento de pacientes con fracturas vertebrales por estallido con compresión neurológica intervenidos mediante técnica de descompresión transpedicular.

MATERIAL Y MÉTODO

Se incluyeron en esta revisión un total de 15 pacientes intervenidos en el periodo de enero de 1988

a abril de 1991, con seguimiento mínimo de un año. La edad media de los pacientes fue de 35 años (rango 19-53), siendo la distribución por sexos de 12 varones y 3 mujeres. La etiología más frecuente fue la precipitación (Fig. 1). Como lesiones asociadas más frecuentes encontramos fracturas de los huesos del tarso (astrágalo, calcáneo) y traumatismos cráneo-encefálicos.

La distribución por niveles se muestra en la Figura 2. En 5 casos (35%) se asociaban lesiones vertebrales a otros niveles. Un solo caso precisó estabilización quirúrgica.

El estado neurológico inicial de los pacientes resultó ser, según la escala de Frankel modificada (34), 7 estadios E (5 de ellos con radiculopatía), 6 D₃ y 2 B (Fig. 3).

La valoración anatómica de las lesiones se basó en los siguientes parámetros (Fig. 4):

- *Altura residual del soma:* Porcentaje del soma considerando la altura teórica previa como la media entre la altura de los somas superior e inferior al soma lesionado (siempre que estén sanos) en una Rx simple de perfil. La altura residual media obtenida fue 57%.

- *Índice sagital:* En una Rx de perfil se traza una tangente al platillo superior e inferior de las vértebras adyacentes, midiéndose el ángulo que forman las perpendiculares a estas líneas.

- *Grado de ocupación del canal,* mediante TAC: Relación existente entre el diámetro antero-posterior del canal medular residual de la vertebral afecta (35) (en el corte de máxima ocupación) respecto del diámetro normal de referencia, medido en la vertebral del soma adyacente, modificando a Garfin (34) y Bradford (35) (Fig. 5). La media obtenida fue 56% (rango 95-25%). Se consideró signo de mayor gravedad la existencia de ocupación de los recesos.

El tiempo medio desde el accidente hasta la intervención fue 11 días (rango de 8 horas a 29 días), variando en función de la clínica neurológica y su evolución, así como de la existencia de lesiones asociadas.

La técnica quirúrgica empleada en todos los casos se describe a continuación:

- 1) Posición del enfermo y vía de abordaje: Enfermo en decúbito prono sobre trineo con caderas y rodillas flexionadas, cuidando que no exista compresión

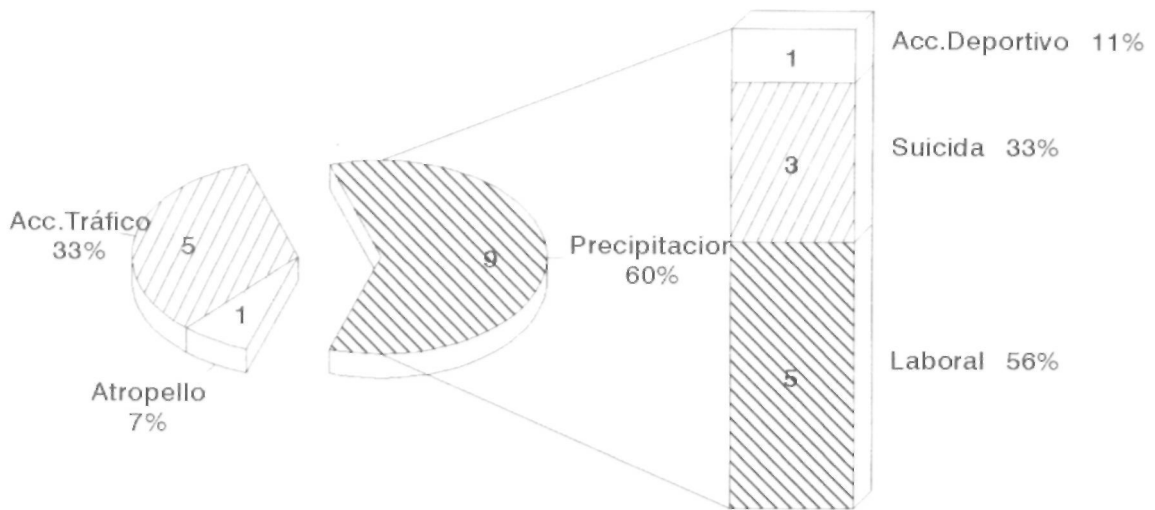


Figura 1. ETIOLOGÍA. Distribución etiológica.

abdominal ni dificultad circulatoria en mm.ii. por el apoyo. Abordaje posterior sobre línea media a nivel de la fractura.

2) Técnica de descompresión transpedicular: una vez identificadas las estructuras vertebrales posteriores, se efectúa una flavectomía y la regularización de la lámina lesionada y de los restos del ligamento amarillo de la lámina superior; confeccionándose una ventana al canal medular cuya amplitud dependerá de la información obtenida mediante TAC. Con las mismas referencias que empleamos para la colocación de tornillos transpediculares localizamos y perforamos longitudinalmente ambos pedículos vertebrales. Bajo control radioscópico, se introducen cucharillas rectas o curvas, progresivamente de mayor tamaño, hasta el soma vertebral (Fig. 6), estrayéndose tejido esponjoso del mismo, o efectuando su redistribución en el soma (que se halla parcialmente reexpandido

por la posición en la mesa operatoria), hasta lograr una cavidad lo suficientemente grande para permitir la impactación del fragmento del muro posterior protruido. Con gran precaución se introduce una espátula curva o bien un impactor en L a través de la ventana entre la dura y el fragmento protruido, impactando éste hacia el espacio previamente creado. Dependiendo del modelo de lesión del muro posterior, esta maniobra puede efectuarse uni o bilateralmente.

3) Técnica de estabilización: En todos nuestros casos se utilizó instrumentación corta tipo CD o CCD (excepto en un caso con fractura inestable a tres niveles T₇-T₈, T₁₁ y L₂, que requirió instrumentación CD larga). Se instrumentan las vértebras superior e inferior al nivel lesionado mediante tornillos transpediculares, excepto cuando nos encontramos por arriba de T₁₂ si los pedículos son de muy pequeño tamaño, en cuyo caso se utilizarán sistemas de cerrojo con uña pedicular y trans-

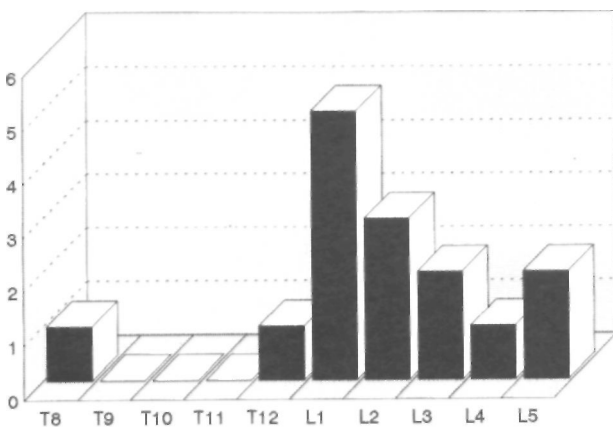


Figura 2. Niveles de lesión.

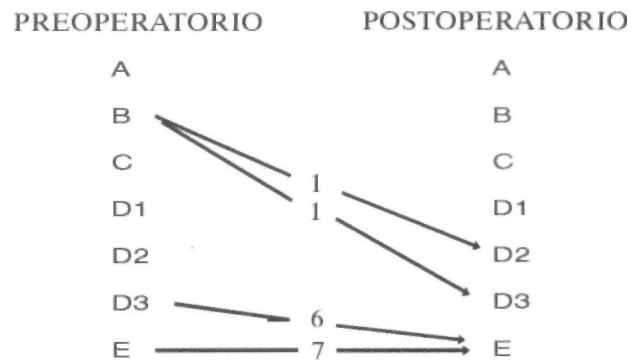


Figura 3. Escala neurológica de Frankel modificada por Bradford.

	Altura soma		índice sagital		Ocupación canal	
	Preoperatoria	Postoperatoria	Preoperatoria	Postoperatoria	Preoperatoria	Postoperatoria
T ₈	80%	80%	5°	-10°	40%	15%
T ₁₂	43%	75%	28°	15°	50%	15%
L ₁	50%	85%	-16°	4°	40%	15%
L ₁	60%	89%	-10°	5°	54%	20%
L ₁	50%	80%	-11°	4°	50%	10%
L ₁	55%	90%	-20°	4°	55%	7%
L ₁	55%	95%	-25°	0°	40%	0%
L ₂	50%	100%	-5°	6°	50%	20%
L ₂	50%	90%	-10°	10°	95%	75%*
L ₂	55%	80%	-5°	0°	35%	20%
L ₃	50%	50%	-5°	12°	55%	23%
L ₃	60%	90%	5°	5°	85%	55%
L ₄	55,5%	83,3%	-30°	0°	80%	10%
L ₅	65,8%	80%	-10°	16°	80%	30%
L ₅	50%	50%	-25°	21°	80%	30%
L ₅	50%	50%	-20°	10°	25%	15%

* Caso en que se asoció vía anterior, resultado definitivo 0%.

Figura 4. Valoración morfológica.

versaría. Si se precisa fijación a sacro se utiliza doble tornillo. En todos los casos el sistema debe ser lordosante.

En todos los casos se asoció una fusión posterolateral con injerto de cresta ilíaca.

En el manejo postoperatorio de los pacientes se permitió la deambulacion inmediata con el apoyo externo de un corsé durante un periodo mínimo de 6

meses. La deambulacion puede retrasarse por la existencia de lesiones en miembros inferiores o de lesión neurológica. En todos los enfermos se siguió un programa de rehabilitación en función de las necesidades.

Para valorar los resultados clínicos obtenidos añadimos a la valoración neurológica y de los parámetros anatómicos una valoración funcional según la

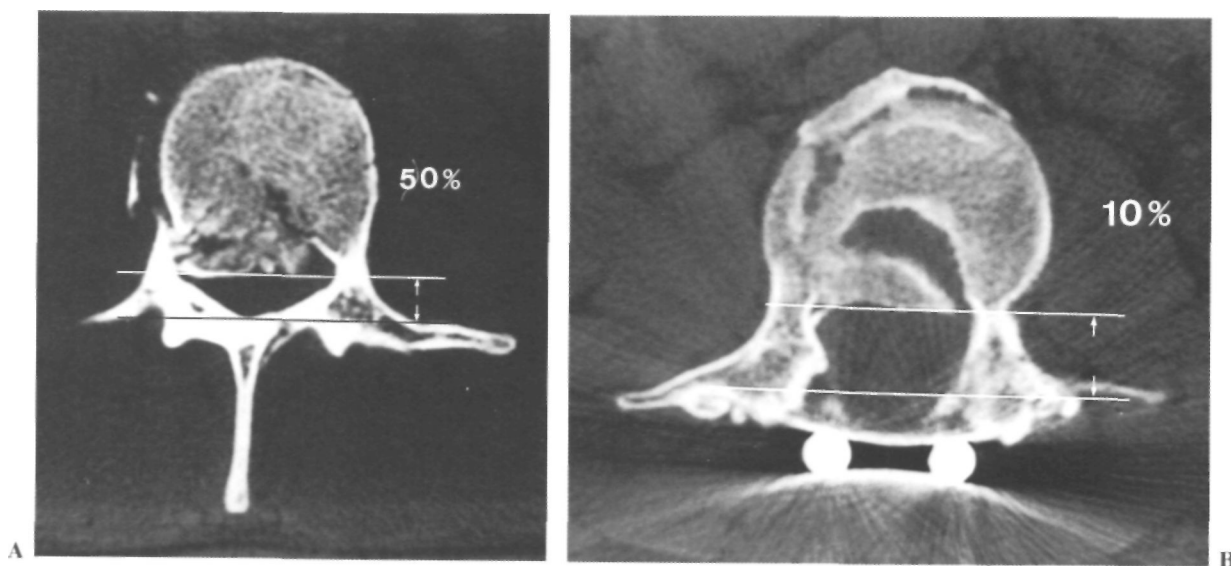


Figura 5. Fractura estallido L₁: A) TAC preoperatorio con ocupación del canal del 50%. B) Post-operatorio un año de evolución. Porcentaje de ocupación 10%. Persistencia de parte del defecto creado para la reducción.

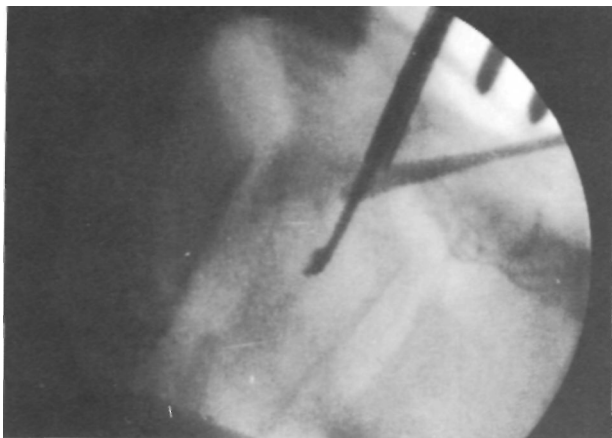


Figura 6. Imagen radioscópica peroperatoria del vaciado transpedicular del cuerpo vertebral.

existencia o no de dolor y la capacidad para la reincorporación al trabajo habitual.

RESULTADOS

Respecto a la situación neurológica de los pacientes (Fig. 3), sólo en un caso se produjo un empeoramiento del estado neurológico, que condicionó la relación de una descompresión por vía anterior (Fig. 7), con estabilización mediante injerto tricortical. En los casos en que hubo lesión radicular, si ésta fue una sección completa no mejoró, y si no su recuperación fue lenta.

La valoración anatómica se muestra en conjunto en la Figura 4. En todos los casos se realizó un control con TAC al año de evolución. Excepto en un caso en que se produjo una discreta pérdida de la reducción, en el resto se comprobó el mantenimiento de los valores obtenidos en el postoperatorio inmediato.

En 8 casos se consiguió recuperar una actividad igual a la previa, sin dolor o con molestias mínimas. En los tres casos psiquiátricos (precipitación suicida) la actividad posterior quedó condicionada por su problema de base. En otros 3 casos se consiguió una actividad menor a la previa, sobre todo por la presencia de dolor ante esfuerzos físicos. En el único caso que tras la intervención inicial desarrolló un Síndrome del Cono Medular por reprotusión del material óseo al canal, la situación clínica tras la segunda intervención le ha permitido el retorno a la actividad previa habitual (no consistía en una actividad física violenta).

Cabe añadir que en 5 ocasiones se presentaron problemas técnicos que no tuvieron repercusión clí-

nica ni efecto sobre la fusión posterolateral. Estos problemas consistieron en: Malposición de un tornillo y dos uñas; rotura de dos tornillos cuando la consolidación ósea ya había tenido lugar; y DTT de insuficiente tamaño en un caso.

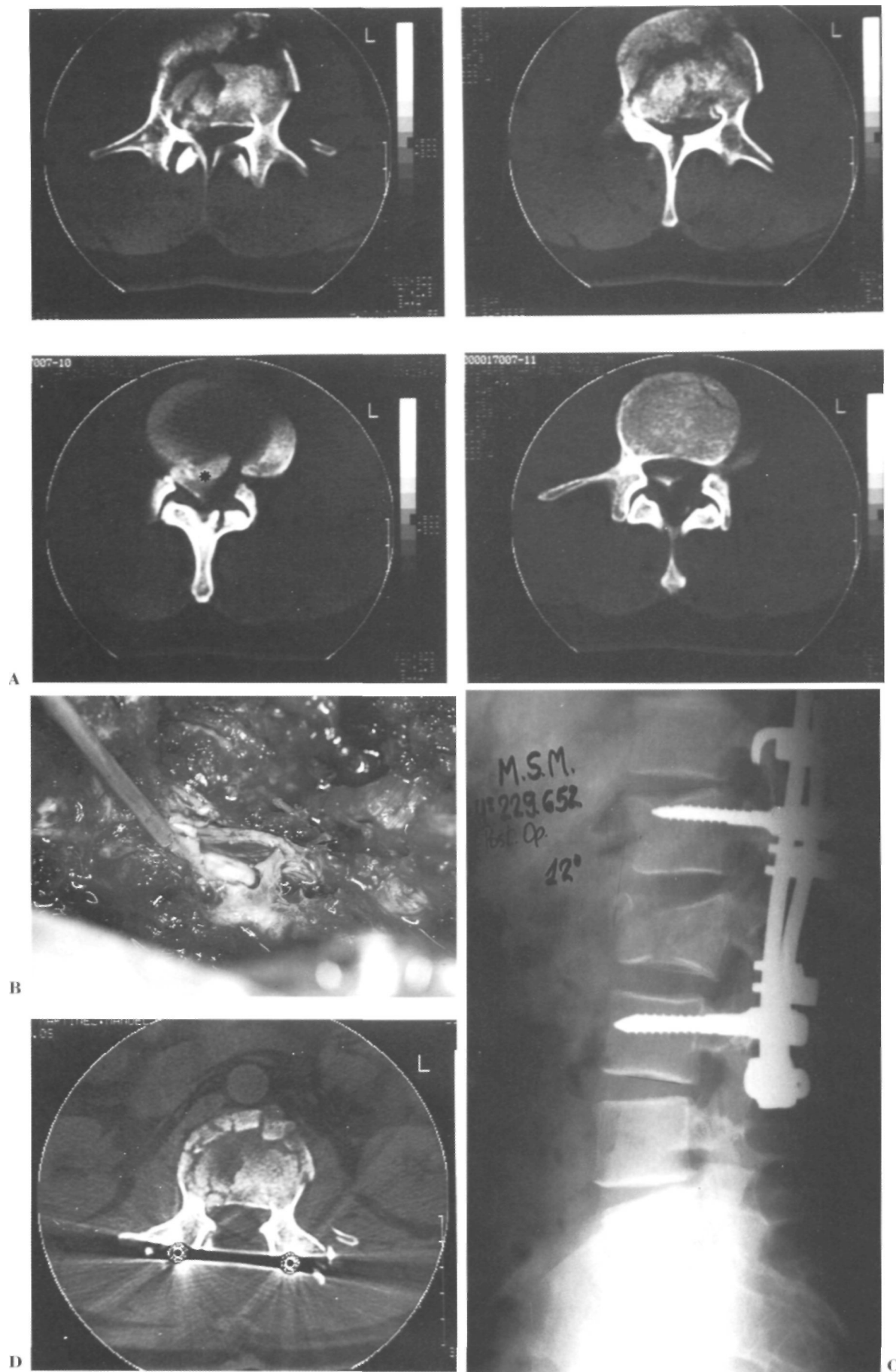
DISCUSIÓN

Para la valoración de la efectividad de la técnica de descompresión transpedicular hemos de considerar si se han conseguido los fines que proponemos al principio del tratamiento (30): a) Descompresión del canal neural; b) Reducción y estabilización suficiente del segmento fracturado.

a) Descompresión del canal: Mediante modelos experimentales Delamarter y cols. (37) y Bolesta y cols. (38) defendieron que «el tiempo desde la producción de la fractura hasta la descompresión quirúrgica es un factor insignificante para la recuperación final». Por otro lado Bolesta y cols. (38) postularon que «la persistencia de secuelas neurológicas está directamente condicionada por el grado de ocupación inicial del canal, de tal forma que, incluso si se lograba una reducción anatómica, en aquellos casos que la invasión fue superior al 50%, quedaban secuelas residuales». En su serie Bradford y McBride (35) obtiene resultados marcadamente superiores usando una vía de descompresión anterior; sin embargo distintos estudios posteriores comparando ambas vías de abordaje no han conseguido demostrar diferencias estadísticas (39-43).

La técnica de descompresión transpedicular ha conseguido resultados satisfactorios como han demostrado numerosos autores (6, 7, 12). Aportaciones posteriores sugieren la posible presencia de fragmentos óseos residuales en el canal tras técnicas de descompresión posterolateral unilaterales (1, 23, 44, 45) dada la gran dificultad técnica que conlleva su extracción. Por ello Hardaker y cols. (30) en 1992 aconsejan la utilización de la técnica bilateral. A pesar de todo la descompresión posterolateral supone la destrucción de la columna posterior siendo por lo tanto bastante desestabilizadora desde el punto de vista mecánico, y provocando un defecto de material óseo importante.

En nuestra serie mostramos unos buenos resultados mediante descompresión transpedicular bilateral, ya que, si bien, no es capaz de conseguir una reducción 100% de las dimensiones del canal, sí se consigue una reducción desde el punto de vista funcional suficiente. En el caso en que se desarrolló un



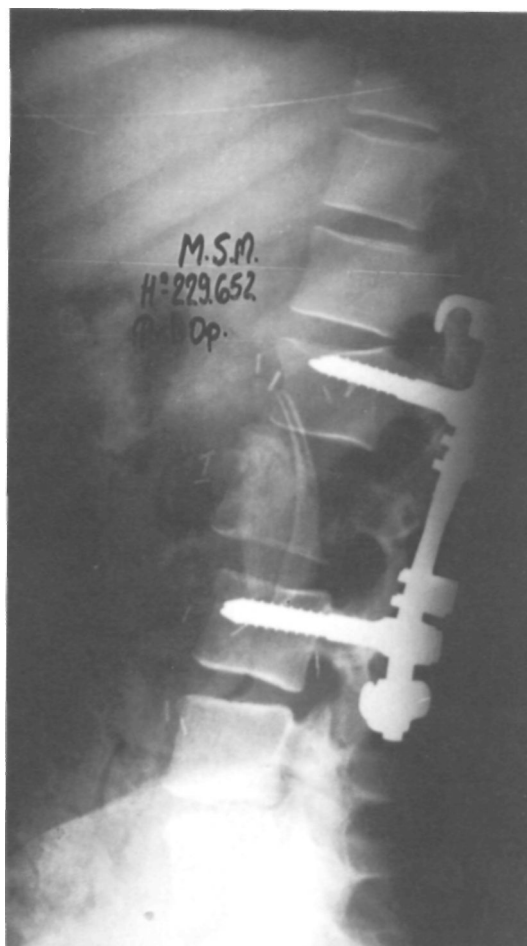
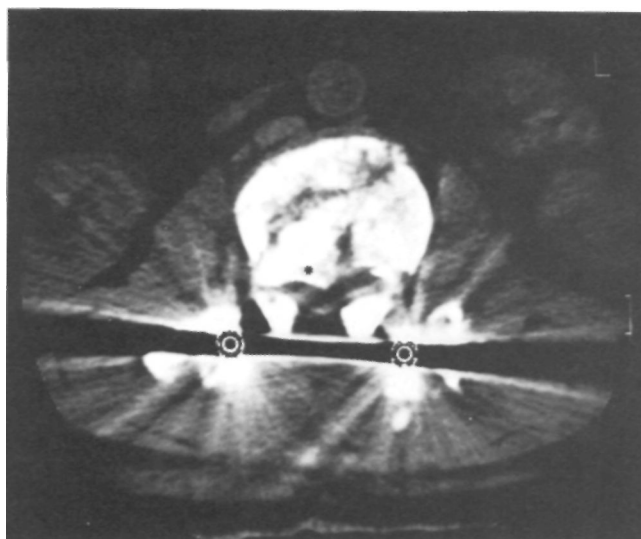


Figura 7. Crush-Cleavage fracture de L₂ con radiculopatía intensa de miembro inferior derecho. Durante el abordaje posterior se evidenció el atrapamiento de raíces nerviosas a nivel de la fractura de la lámina, observándose tras la laminectomía la lesión amplia del saco dural. Se efectuó una reducción traspedicular de fragmentos, siendo ésta satisfactoria. Tres días después el paciente, mejorado de su radiculopatía, presenta una alteración esfinteriana, así como un cuadro de anestesia en silla de montar; el estudio mediante TAC reveló la retropulsión de un fragmento inferior. Se efectuó la fusión anterior y estabilización con injerto tricortical y costilla. El paciente recuperó en dos meses de forma completa la sintomatología. A) TAC preoperatorio, cortes a distintos niveles de la vértebra. B) Imagen peroperatoria, se observa atrapamiento de las raíces (flecha). C) Perfil raquis lumbar tras primera intervención. D y E) TAC post-intervención: buena reducción del 1/3 superior, pérdida de reducción en 1/3 inferior. F) Perfil radiográfico tras segunda intervención.

compromiso neurológico postquirúrgico debido a reinvasión del canal, la existencia de una gran conminución de todo el muro posterior dificultaba el mantenimiento de la reducción obtenida. Pensamos, por tanto, que una gran conminución, especialmente de la porción inferior del soma supone una contraindicación a esta técnica. Estamos de acuerdo con Hardaker y cols. (30) en que para conseguir con seguridad este fin se debe utilizar una técnica bilateral.

Las pérdidas de reducción del muro posterior en nuestra casuística han sido prácticamente nulas, conservándose al año la reducción obtenida.

b) Reducción y estabilización: Algunos autores (46, 47), refieren buenos resultados tanto con instrumentación anterior como posterior; en cuanto a restaurar la resistencia a la sobrecarga axial, en torsión y flexión. Ha her (48), sin embargo, demostró en cadáveres que usando una instrumentación anterior se puede restaurar a una posición más fisiológica el eje instantáneo de rotación (IAR). Hardaker (30) utiliza con aceptables resultados un sistema de fijación con Ba-

rras de Harrington y alambrados sublaminares (Harrington-Luque). El uso de sistemas con uñas múltiples o tornillos intrapediculares (49, 53) ofrece resistencia equiparable con menor morbilidad quirúrgica.

En nuestra experiencia el uso de sistemas de estabilización CD cortos, excepto en el caso de fractura múltiple, permite una estabilización suficiente del segmento fracturado. Esto, junto con el apoyo de un sistema externo (corsé) que proteja el montaje del estrés en flexión, ofrece una estabilización suficiente hasta la consecución de la fusión ósea.

De forma global hemos de considerar que la descompresión transpedicular asociada a una fusión posterolateral con sistema de tornillos pediculares es una técnica que evita la morbilidad de la vía anterior (41, 54, 55), y facilita la visión del saco dural con la posibilidad de actuación sobre lesiones a dicho nivel (como en alguno de nuestros casos). Las pérdidas mínimas del índice sagital se producen por el proceso degenerativo, generalmente del disco superior a la vértebra fracturada, y no por pérdida de altura del soma vertebral.

En conclusión, y apoyados en nuestra corta experiencia, pensamos que el método de descompresión por vía transpedicular ofrece la posibilidad de reducción de los fragmentos óseos protuidos en el canal en las fracturas por estallido, excepto en los casos en los que existe conminación excesiva de la columna media. Esta técnica permite, además, el diagnóstico y reparación de lesiones del

saco dural. Por otra parte, en caso de descompresión insuficiente no cierra el paso a una descompresión anterior con un raquis ya estabilizado. Paralelamente, el sistema de instrumentación CD proporciona una estabilización suficiente del segmento fracturado, comprobándose a lo largo de la evolución mínimas pérdidas de la reducción obtenida inicialmente.

Bibliografía

1. **Akbarnia BA, Fogarty JP, Tayob AA.** Contoured Harrington instrumentation in the treatment of unstable spinal fractures. *Clin Orthop* 1984; 189: 186-94.
2. **Bohler J.** Operative treatment of fractures of the dorsal and lumbar spine. *J Trauma* 1970; 10: 1019-122.
3. **Bryant CE, Sullivan JA.** Management of thoracic and lumbar spine fractures with Harrington distraction rods supplemented with segmental wiring. *Spine* 1983; 8: 532-7.
4. **Dewald RL.** Burst fractures of the thoracic and lumbar spine. *Clin Orthop* 1984; 189: 150-61.
5. **Dickson JH, Harrington PR, Erwin WD.** Results of reduction and stabilization of the severely fractured thoracic and lumbar spine. *J Bone Joint Surg* 1978; 60A: 799-805.
6. **Erickson DL, Leider Jr LL, Brown WE.** One-stage decompression-stabilization for thoracolumbar fractures. *Spine* 1977; 2: 53-6.
7. **Flesch JR, Leider LL, Erickson DL, Chou SN, Bradford DS.** Harrington instrumentation and spine fusion for unstable fractures and fracture-dislocations of the thoracic and lumbar spine. *J Bone Joint Surg* 1977; 59A: 143-53.
8. **Gaines RW, Breedlove RF, Munson G.** Stabilization of thoracic and thoracolumbar fracture-dislocations with Harrington rods and sublaminar wires. *Clin Orthop* 1984; 189: 195-203.
9. **Jacobs RR, Asher MA, Snyder RK.** Thoracolumbar spine fractures, a comparative study of conservative and operative treatment in 100 patients. *Spine* 1980; 5: 463-77.
10. **Jacobs RR, Casey MP.** Surgical management of thoracolumbar spine fractures. *Clin Orthop* 1984; 189: 22-35.
11. **Luque ER, Cassis N, Ramírez-Wiella G.** Segmental spinal instrumentation in the treatment of fractures of the thoracolumbar spine. *Spine* 1982; 7: 312-7.
12. **McAfee PC, Yuan HA, Lasda NA.** The unstable burst fracture. *Spine* 1982; 7: 365-73.
13. **Sullivan JA.** Sublaminar wiring of Harrington distraction rods for unstable thoracolumbar spine fractures. *Clin Orthop* 1984; 189: 178-85.
14. **Whitesides Jr TE.** Traumatic kyphosis of the thoracolumbar spine. *Clin Orthop* 1977; 128: 78-92.
15. **Yosipovitch Z, Robin GC, Mayer M.** Open reduction of unstable thoracolumbar injuries and fixation with Harrington rods. *J Bone Joint Surg* 1977; 59A: 1003-15.
16. **Denis F.** The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine* 1983; 8: 817-31.
17. **Coder JM, Vernace JV, Michalski JA.** The use of Harrington rods in thoracolumbar fractures. *Orthop Clin North Am* 1986; 17: 87-103.
18. **Denis F, Ruiz H, Searls K.** Comparison between square-ended distraction rods and standard round-ended distraction rods in the treatment of thoracolumbar spinal injuries. *Clin Orthop* 1984; 189: 162-7.
19. **Willen J, Lindahl S, Nordwall L.** Unstable thoracolumbar fractures. *Spine* 1985; 10: 111-21.
20. **Crutcher Jr JP, Anderson PA, King HA, Montesano PX.** Indirect spinal canal decompression in patients with thoracolumbar burst fractures treated by posterior distraction rods. *J Spinal Disord* 1991; 4: 39-48.
21. **Bohlman HH.** Treatment of fractures and dislocations of the thoracic and lumbar spine. *J Bone Joint Surg* 1985; 67A: 165-9.
22. **Dunn HK.** Anterior stabilization of thoracolumbar injuries. *Clin Orthop* 1984; 189: 116-24.
23. **Dunn HK.** Anterior spine stabilization and decompression for thoracolumbar injuries. *Orthop Clin North Am* 1986; 17: 113-9.
24. **Johnson JR, Leatherman KD, Holt RT.** Anterior decompression of the spinal cord for neurological deficit. *Spine* 1983; 8: 396-405.
25. **Kaneda K, Kuneyoshi A, Feyeya M.** Burst fractures with neurological deficits of the thoracolumbar-lumbar spine. *Spine* 1984; 9: 788-95.
26. **Kostuik JP.** Anterior fixation for fractures of the thoracic and lumbar spine with or without neurologic involvement. *Clin Orthop* 1984; 189: 103-15.
27. **McAfee PC, Bohlman HH, Yuan HA.** Anterior decompression of traumatic thoracolumbar fractures with incomplete neurological deficit using a retroperitoneal approach. *J Bone Joint Surg* 1985; 67A: 89-104.
28. **Paul RL, Michael RH, Dunn JE, Williams JP.** Anterior transthoracic surgical decompression of acute spinal cord injuries. *J Neurosurg* 1975; 43: 299-307.
29. **Yunkama B, Brooks WH, Tibbs PA.** Anterior decompression and fusion for thoracolumbar fractures with neurological deficits. *Acta Neurochir* 1981; 57: 287-98.

30. **Hardaker Jr WT, Cook Jr WA, Friedman AH, Fitch RD.** Bilateral transpedicular decompression and Harrington rod stabilization in the management of severe thoracolumbar burst fractures. *Spine* 1992; 17: 162-71.
31. **Flesch JR, Leider LL, Erickson OL, Chou SN y Bradford DS.** Harrington instrumentation and spine fusion for unstable fractures and fracture-dislocations of the thoracic and lumbar spine. *J Bone Joint Surg* 1977; 59A: 143-53.
32. **Jelsma RK, Kirsch PT, Jelsma LF, Ramsey WC, Rice JF.** Surgical treatment of thoracolumbar fractures. *Surg Neurol* 1982; 18: 156-66.
33. **Garfin SR, Mowery CA, Guerra Jr J, Marshall LF.** Confirmation of the posterolateral technique to decompress and fuse thoracolumbar spine burst fractures. *Spine* 1985; 10: 218-23.
34. **Frankel HL, Hancock DO, Hyslop G, Melzak J, Michaels LS, Ungar GH, et al.** Devalue of postural reduction in the initial management of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia. *Paraplegia* 1969; 7: 179.
35. **Bradford D, McBride G.** Surgical management of thoracolumbar spine fractures with incomplete neurologic deficits. *Clin Orthop* 1987; 218: 201-16.
36. **Heing CF.** Eggshell procedure. Segmental spinal instrumentation. Edited by ER Luque. New Jersey. Slack 1984; 221: 34.
37. **Delamarter B, Shemman J, Carr J.** Cauda equina syndrome: Neurological recovery following immediate, early or late decompression. Proceedings of the 6nd North American Spine Society meeting. Keyston 1991.
38. **Bolesta M, Bohlman H et al.** Decompression of the conus medullaris: A canine model. Proceedings of the 6nd North American Spine Society meeting. Keyston 1991.
39. **Gertzbein S.** Report of the spine fracture study. Proceedings of the 24nd Scoliosis Research Society meeting. Amsterdam 1990.
40. **Gertzbein S.** Anterior surgery as the primary treatment for thoracolumbar fractures. *Seminars in spine surgery* 1990; 2: 31-4.
41. **Esses S, Botsford D, Kostuik J.** Evaluation of surgical treatment for burst fractures. *Spine* 1990; 15: 667-75.
42. **Gertzbein S, Brown C, Marks P.** The neurological outcome following surgery for spinal fractures. *Spine* 1988; 13: 641-4.
43. **Hu S, Capen D, Rimoldi R, et al.** The effect of surgical decompression on neurologic outcome after lumbar fractures. Proceedings of the 6nd North American Spine Society meeting. Keyston 1991.
44. **Eismont FJ, Green BA, Burkowitz BM, et al.** The role of intra-ultrasonography in the treatment of thoracic and lumbar spine fractures. *Spine* 1984; 9: 782-7.
45. **McEvoy RD, Bradford DS.** The management of burst fractures of the thoracic and lumbar spine. *Spine* 1985; 10: 631-7.
46. **Gurr K, McAfee P, Shih C.** Biomechanical analysis and posterior instrumentation systems after corpectomy. *J Bone Joint Surg* 1988; 70A: 1182-91.
47. **Becker G, Jacobs R.** Improved correction and stability in anterior fusion with internal fixation. Proceedings of the 21nd Scoliosis Research Society meeting. Baltimore 1987.
48. **Hafer TR, Perrier G, O'Brien M, et al.** The effect of the three columns of the spine on the instantaneous axis of rotation in flexion. Proceedings of the 6nd North American Spine Society meeting. Keyston 1991.
49. **Mann K, Found E, Yuan H, et al.** Biomechanical evaluation of the effectiveness of the anterior spinal fixation systems. Proceedings of the orthopaedic research society meeting, 1987.
50. **Ashman R, Birch G, Bone L, et al.** Mechanical testing of spinal instrumentation. *Clin orthop* 1988; 227: 113-25.
51. **Aebi M, Etter C, Kehl T, Thalgott J.** Stabilization of the lower thoracic and lumbar spine with internal spinal skeletal fixation system. *Spine* 1987; 12: 544-51.
52. **Olerud S, Karstrom G, Sjostrom L.** Transpedicular fixation of thoracolumbar vertebral fractures. *Clin Orthop* 1988; 227: 44-51.
53. **Steffee AD, Biscup RS, Sitkowski DJ.** Segmental spine plates with pedicle screw fixation. *Clin Orthop* 1988; 203: 45-53.
54. **Westfall S, Akbarnia B, Merenda J, et al.** Exposure of the anterior spine. *Am J Surg* 1987; 154: 700-704.