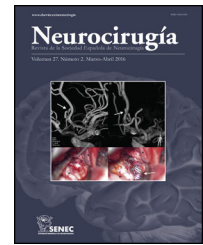




NEUROCIRUGÍA

www.elsevier.es/neurocirugia


Investigación clínica

Fundamentos y complicaciones del abordaje anterolateral extrapleural-retroperitoneal en fracturas inestables toracolumbares: experiencia en 86 pacientes consecutivos



Pedro David Delgado-López^{a,*}, Antonio Rodríguez-Salazar^a, Vicente Martín-Velasco^a, Javier Martín-Alonso^a, José Manuel Castilla-Díez^a, Ana Galacho-Harriero^a y Elena Araús-Galdós^b

^a Servicio de Neurocirugía, Hospital Universitario de Burgos, Burgos, España

^b Servicio de Neurofisiología Clínica, Hospital Universitario de Burgos, Burgos, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 10 de diciembre de 2016

Aceptado el 17 de enero de 2017

On-line el 23 de marzo de 2017

Palabras clave:

Fractura toracolumbar

TLICSS

Abordaje extrapleural

Abordaje anterior

Cifosis

Complicaciones

RESUMEN

Objetivos: Describir los fundamentos, las ventajas, los inconvenientes y las complicaciones del abordaje anterolateral extrapleural-extraparitoneal en fracturas toracolumbares inestables (TLICSS > 4).

Pacientes y métodos: Se evalúan retrospectivamente datos clínicos y radiológicos, resultados y complicaciones de una cohorte intervenida mediante dicho abordaje. Todos los pacientes fueron intervenidos exclusivamente por 5 neurocirujanos entrenados en cirugía de columna.

Resultados: Un total de 86 pacientes fueron intervenidos entre junio de 1999 y diciembre de 2015 (mediana de edad 42 años y nivel más frecuente L1). El 32,5% presentaban defecto neurológico preoperatorio. Tras la intervención (duración media: 275 min), el 75,6% quedaron sin secuelas neurológicas y solo un tercio de pacientes precisó transfusión. La estancia media postoperatoria fue de 7 días. La corrección de la cifosis se consideró correcta y subóptima pero aceptable en el 91 y el 9% de los casos, respectivamente. Ocurrieron complicaciones en 36 pacientes, la gran mayoría transitorias. Se constataron 2 fallos de material (colapso de caja expansible y extrusión de tornillo de bloqueo). No ocurrieron infecciones, lesiones vasculares, lesiones viscerales, empeoramiento neurológico permanente ni mortalidad durante el ingreso. Un paciente precisó estabilización posterior tardía por persistencia del dolor. El seguimiento mediano fue de 252 días (27,9% pérdidas).

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: pedrodl@yahoo.com (P.D. Delgado-López).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.neucir.2017.01.006>

1130-1473/© 2017 Sociedad Española de Neurocirugía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Conclusiones: El abordaje extrapleural-extraperitoneal proporciona una estabilización anterior sólida, permite una amplia descompresión del canal y una corrección adecuada y duradera de la cifosis. Las tasas de infección, fallo del material, necesidad de reoperación y lesiones vasculares o viscerales son mínimas.

© 2017 Sociedad Española de Neurocirugía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Rationale and complications of the anterior-lateral extrapleural retroperitoneal approach for unstable thoracolumbar fractures: Experience in 86 consecutive patients

A B S T R A C T

Keywords:

Thoracolumbar fracture

TLICS

Extrapleural approach

Anterior approach

Kyphosis

Complications

Objectives: To describe the rationale, pros and cons, and complications of the anterior-lateral extrapleural retroperitoneal approach for unstable (TLICS > 4) thoracolumbar fractures.

Patients and methods: Clinical and radiological data and outcomes from a cohort treated surgically via said approach were retrospectively reviewed. All patients were operated on exclusively by 5 neurosurgeons trained in spine surgery.

Results: Between June 1999 and December 2015, 86 patients underwent surgery (median age 42 years, most common level: L1). Approximately 32.5% presented with a preoperative neurological defect. After surgery (mean duration: 275 minutes), 75.6% presented with no neurological sequelae and only one-third required blood transfusion. Median postoperative stay was 7 days. Correction of kyphosis was considered adequate and suboptimal but acceptable in 91% and 9% of the patients, respectively. Complications occurred in 36 patients, the majority being transient. We observed failure of the construct in 2 cases (collapse of an expandable cage and extrusion of a locking screw). No infections, vascular or visceral lesions, permanent neurological worsening or mortality occurred during hospitalisation. One patient ultimately needed additional posterior fixation due to persistence of pain. Median follow-up was 252 days (27.9% was lost to follow-up).

Conclusions: The extrapleural extraperitoneal approach provides solid anterior reconstruction, allows wide decompression of the spinal canal, and permits adequate and long-lasting correction of kyphosis. The rates of infection, construct failure, need for reoperation and vascular or visceral lesions are minimal.

© 2017 Sociedad Española de Neurocirugía. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

Se estima que al menos el 60% de todas las fracturas de la columna vertebral ocurren en la unión toracolumbar (TL), es decir, en el segmento T10 a L2, probablemente por ser esta la zona de transición entre la cifosis torácica, relativamente rígida, y la lordosis lumbar, mucho más móvil^{1,2}. Estas fracturas pueden ser de etiología traumática, osteoporótica o secundaria a otras patologías, como procesos inflamatorios, infecciosos o tumorales³. Las fracturas estallido vertebrales (*burst fractures*) son las más frecuentes y comprenden el 10-20% de todos los casos⁴.

Las fracturas inestables de la unión TL ocurren generalmente en el contexto de traumatismos de alta energía y pueden asociarse a otras lesiones osteomusculares graves o a lesiones viscerales potencialmente mortales⁵. Sin embargo, en ocasiones son la única manifestación del evento traumático, especialmente cuando ocurren tras caídas de cierta altura⁶. Es habitual que se manifiesten como dolor dorsolumbar intenso, frecuentemente con irradiación en cinturón, con o sin patrón radicular, que dificulta o impide los movimientos del tronco⁴.

Desde el punto de vista neurológico puede aparecer un abanico de lesiones, desde la ausencia de déficit hasta la lesión medular completa con paraplejía, nivel sensitivo y afectación esfinteriana de forma completa y permanente.

Como norma general, el tratamiento de una fractura TL inestable consiste en la descompresión del tejido nervioso seguida de una fijación interna rígida que, clásicamente, se ha realizado mediante un abordaje posterior (abierto o percutáneo) con tornillos pediculares y fusión de las vértebras adyacentes, o mediante una vía anterolateral, a través de un abordaje extendido tipo toraco-freno-laparotomía^{3,4,7}.

La indicación quirúrgica de las fracturas TL está condicionada por la morfología de la fractura, por el grado de lesión ligamentosa asociado y por la presencia o no de afectación neurológica^{8,9}. Sin embargo, la elección del tipo de abordaje muchas veces se basa en las preferencias individuales del cirujano, dado que la literatura no aclara de forma inequívoca qué abordaje es el óptimo para este tipo de lesiones, y cada procedimiento presenta ventajas e inconvenientes específicos^{1,10}.

Las fracturas de la unión TL que se consideran subsidiarias de descompresión del canal raquídeo y estabilización de la columna anterior se han intervenido mediante una vía

anterolateral centrada en la confluencia toracoabdominal¹¹. Esta técnica se realiza a través del lecho de la novena o décima costilla, seccionando los pilares del diafragma y abriendo y comunicando la cavidad pleural y el espacio retroperitoneal^{12,13}. Estos abordajes *transpleurales* proporcionan una exposición amplia de los niveles vertebrales de la unión TL pero asocian una morbilidad pulmonar no desdeñable, debido a la necesidad de abrir la pleura parietal, de inducir el colapso pulmonar homolateral y la obligada colocación de un tubo torácico para el manejo postoperatorio¹³.

Una alternativa a esta técnica, que obvia la mayor parte de la morbilidad pulmonar del abordaje transpleural, es el denominado abordaje *extrapleural-extraperitoneal* (o retroperitoneal) puro, que generalmente se realiza por el lado izquierdo del paciente a través del lecho de la décima o undécima costillas^{12,14-16}. En comparación con la fijación pedicular posterior, presenta una tasa menor de infección, una mejor corrección de la cifosis segmentaria, un mejor acceso y descompresión del canal y permite una estabilización de la columna anterior inmediata y muy sólida^{12,15}. La publicación en 1997 de la serie de Kaneda et al.¹⁷, sobre 155 pacientes con fracturas TL y déficit neurológico intervenidas por vía anterior, se considera la experiencia pionera y el modelo sobre el que se han ido diseñando y perfeccionando los abordajes anteriores y los tipos de injerto y placa empleados en la fijación interna, inspirados en el llamado *Kaneda device*.

Estudios biomecánicos experimentales avalan la reconstrucción y estabilización anterior, pues proporciona descompresión directa del canal y una mayor estabilidad mecánica en comparación con el abordaje posterior¹⁸. Sin embargo, se ha criticado que el abordaje anterior es técnicamente más complejo, requiere más tiempo quirúrgico, la pérdida hemática es mayor, asocia riesgo potencial de daño vascular y pulmonar, y suele requerir cooperación por parte de cirujanos de otras especialidades que ayuden a proporcionar una exposición adecuada^{12,15,19,20}.

En las ocasiones en las que, de entrada, se considera necesario realizar un abordaje combinado anterior y posterior, una opción interesante es el denominado *abordaje lateral extracavitario* (*lateral extracavitary approach* [LECA]), que permite a la vez una descompresión anterior y una estabilización posterior en un único tiempo quirúrgico²¹. Este procedimiento se considera más complejo que los anteriores y, aunque proporciona mayor estabilidad a largo plazo y evita la realización de dos abordajes secuenciales, asocia una tasa de complicaciones relativamente alta²².

En este trabajo discutimos los fundamentos del abordaje extrapleural-retroperitoneal para el manejo de las fracturas inestables de la unión TL y las ventajas e inconvenientes respecto a otros procedimientos. Así mismo, describimos los resultados y las complicaciones que ocurrieron en una serie larga de pacientes tratados mediante esta técnica.

Pacientes y métodos

Selección de pacientes, evaluación y seguimiento

Se realizó una revisión retrospectiva de datos clínicos, a partir de la base de datos informatizada del centro, de una serie

consecutiva de pacientes a los que se les había realizado un abordaje quirúrgico *anterolateral extrapleural-retroperitoneal* por fractura inestable, de causa traumática, que afectase a alguno de los niveles desde T10 a L2.

Se obtuvieron radiografías laterales y tomografía axial computarizada (TAC) del segmento afectado con reconstrucciones sagitales y coroneales en todos los pacientes. Ocasionalmente se obtuvieron imágenes de resonancia magnética (RM) dirigidas principalmente a valorar el grado de afectación del complejo ligamentoso posterior y el daño medular. Todos los pacientes fueron operados en los días siguientes al traumatismo, en general no antes de 24-48 h, y en función del estado general del paciente y de las lesiones acompañantes, así como de la disponibilidad de quirófano y material de artrodesis. Todas las intervenciones fueron realizadas por 5 neurocirujanos pertenecientes a nuestro servicio.

Los pacientes susceptibles de ser tratados mediante esta técnica quirúrgica fueron remitidos desde el área de referencia correspondiente a nuestro centro (Burgos, Soria y La Rioja), con una población de referencia estimada en unos 750.000 habitantes. Los pacientes finalmente seleccionados presentaban una fractura de un único nivel considerada inestable, con una puntuación en el *ToracoLumbar Injury Classification Severity Score* (TLICSS)⁸ de 4 o mayor. Cuando no se dispuso de imágenes de RM, se estimó la lesión ligamentosa a partir del grado de conminución de la fractura en la TAC. En los pacientes con TLICSS 4 o mayor pero con comorbilidad grave pulmonar previa o concomitante, fracturas vertebrales multinivel contiguas o no, aquellas sin pérdida significativa de la altura del cuerpo vertebral (al menos del 50%), y en fracturas sin conminución ni invasión significativa del canal espinal, se empleó un abordaje clásico posterior con fijación transpedicular y fusión dos niveles por encima y por debajo del nivel lesional. Sin embargo, dado que estos criterios de indicación no son estrictos, la decisión final sobre el tipo de abordaje fue tomada por el cirujano responsable del paciente en cada caso. Los pacientes con una puntuación TLICSS de 3 o menos se trataron de forma conservadora, en general, con ortesis semirígida, tipo corsé de Jewett o similar, y analgesia a demanda o únicamente analgesia. En la [tabla 1](#) se muestra la clasificación y puntuación TLICSS y se recuerda la clasificación morfológica AO Spine.

Se consideró *evolución favorable* en todo aquel paciente en el que su estado neurológico mejoró o se mantuvo estable tras el procedimiento, se alivió o desapareció el dolor y no se evidenciaron signos ni síntomas de inestabilidad clínica ni radiológica durante el seguimiento posterior. Se midieron pre y postoperatoriamente los ángulos de *cifosis segmentaria* de acuerdo al método propuesto por Ulmar et al.²³ (ángulo entre el platillo inferior de la vértebra fracturada y el platillo superior de la vértebra suprayacente), utilizando la radiografía lateral o la reconstrucción sagital de la TAC. Se consideró *óptima* una corrección que dejara la cifosis menor de 10-20 grados. Se consideró relevante una deformidad cifótica residual postoperatoria si persistía el dolor local o radicular o en los pacientes que precisaron ulteriores cirugías de estabilización. Dado que no existe consenso respecto a la deformidad residual tolerable, esta se consideró *aceptable* en pacientes con una corrección de la cifosis *subóptima* (aunque siempre menor de 30°) pero que no presentaban dolor postoperatorio

Tabla 1 – Clasificaciones AO Spine y TLICSS de las fracturas vertebrales toracolumbares

Clasificación AO Spine		
Tipo A Lesiones por compresión	Lesión del cuerpo vertebral:	
	A0: Lesión menor no estructural	
	A1: Acuñaamiento anterior	
	A2: Acuñaamiento afecta a ambos platillos	
	A3: Estallido incompleto	
Tipo B Lesiones por distracción	A4: Estallido completo	
	Lesión de la banda de tensión	
	Lesión posterior:	
	B1: Disrupción ósea monosegmental pura (fractura de Chance)	
	B2: Disrupción osteoligamentosa	
Tipo C Lesiones por traslación	Lesión anterior:	
	B3: Hiperextensión	
	En todos los casos existe desplazamiento lateral o dislocación sagital. Siempre inestables	
Puntuación TLICSS		
Morfología (se evalúa con radiografía o TAC; informa sobre la estabilidad inmediata)	Compresión	1
	Estallido vertebral	2
	Traslación/rotación	3
	Distracción	4
Integridad ligamentosa posterior (se confirma con RM y se sospecha con TAC; informa sobre la estabilidad a largo plazo)	Intacto	0
	Sospecha lesión	2
	Lesión	3
Déficit neurológico (se evalúa con la exploración clínica)	Intacto	0
	Raíz nerviosa	2
	Médula completa	2
	Médula incompleta	3
	Cauda equina	3
Las fracturas con una puntuación TLICSS de 0-3 se consideran no quirúrgicas, las TLICSS 4 pueden o no intervenir en función de las preferencias del cirujano, y las TLICSS > 4 se consideran quirúrgicas.		

ni afectación neurológica, y en los que las pruebas de imagen sucesivas no mostraban inestabilidad.

Se realizó una recogida prospectiva de las complicaciones intraoperatorias y de la morbilidad postoperatoria a lo largo del período de estudio. Los pacientes fueron seguidos en la consulta externa de neurocirugía hasta la resolución o estabilización de los síntomas y hasta la confirmación clínica y radiológica (mediante radiografías y TAC) de estabilización de la columna afectada. Se realizó un análisis estadístico descriptivo de la cohorte garantizando en todo momento la confidencialidad de los datos clínicos de los pacientes. El estudio fue aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica de nuestro centro (Ref. CEIC 1610).

Técnica quirúrgica empleada: abordaje anterolateral extrapleural-retroperitoneal

Realizamos la técnica siguiendo el procedimiento genérico descrito en la literatura^{12,15,19} pero con ciertas modificaciones que, por cuestiones didácticas, describimos en detalle a continuación. El paciente es intubado con tubo endotraqueal de luz única, pues no se precisa desinflar el pulmón. Se coloca

en decúbito lateral derecho. La fractura se aborda por el lado izquierdo, pues así el hígado no interfiere en la exposición y existe menos probabilidad de dañar los vasos profundos venosos. Se flexionan la cadera y la rodilla de ambas piernas para mantener la estabilidad del paciente y relajar el músculo psoas. Se colocan almohadas protectoras y vendajes adhesivos para mantener la posición. El cirujano se coloca ventral al paciente y el ayudante enfrente. La incisión cutánea, de unos 8-10 cm, se realiza sobre la costilla que será preciso extirpar, generalmente la décima o undécima. Para su localización en relación a la fractura es necesario realizar una radiografía lateral. Aquella costilla que, en su segmento medio, atraviese el nivel de la fractura vertebral es la que, una vez seccionada, proporciona la exposición más directa al nivel lesional. En caso de duda es preferible elegir la costilla superior, pues se facilita la disección posterior. La incisión se realiza inmediatamente sobre el trayecto de la costilla, desde 5 a 10 cm lateral a la línea media posterior hasta la unión de la costilla con el cartílago costal.

Se seccionan la piel y tejido subcutáneo hasta alcanzar el músculo dorsal ancho. Se palpa a su través la costilla y se secciona toda la musculatura por encima de ella hasta descubrirla. En este momento, con el bisturí eléctrico, se desinsertan los músculos intercostales del borde superior e inferior de la costilla con cuidado de no lesionar la pleura, hasta dejarla libre de inserciones musculares. Posteriormente, con un disector, desde dicho borde superior de la costilla se identifica la interfase entre el hueso y el periostio y se despega por la cara interna de la costilla en toda su longitud, separándola de la pleura parietal. Una vez la costilla está aislada y perfectamente disecada, con una cizalla se seccionan los extremos posterior y anterior. Este corte debe ser cuidadoso para no alcanzar el paquete vasculonervioso que discurre junto al borde inferior de la costilla. La costilla se puede extirpar definitivamente y utilizarla como fuente de injerto óseo para la artrodesis o dejarla *in situ* y simplemente evertirla para reconstruir el abordaje durante el cierre.

Una vez seccionada la costilla, y si se decide conservarla *in situ*, con un disector se separa ligeramente de los músculos y del paquete vasculonervioso insertados en el borde inferior a un lado y al otro de las secciones costales. Evertimos la costilla alrededor de su pedículo neurovascular inferior y colocamos el separador costal tipo *Finochietto* entre el borde inferior de la costilla superior y el borde superior de la inferior. Abrimos el separador progresivamente según realizamos la disección del espacio extrapleural. Dicha disección se realiza de forma roma separando manualmente la pleura y el tejido retroperitoneal. Con ayuda de torundas y tijera se van eliminando las bridas que unen este tejido a las costillas inferiores y superiores. Progresamos superior, inferior y posteriormente hasta crear un espacio extrapleural-retroperitoneal y alcanzar la cara lateral de los cuerpos vertebrales. Es conveniente proteger el pulmón izquierdo con una compresa a la vez que se retrae sin colapsarlo con una valva ancha. A nivel de la mitad de cada cuerpo vertebral encontraremos la arteria y la vena segmentarias, que deben ser coaguladas. En las vértebras lumbares los cuerpos vertebrales están parcialmente cubiertos por el músculo psoas y ligeramente por el crus diafragmático. En estos niveles se debe alcanzar el borde lateral del músculo y desinsertarlo con el bisturí eléctrico del cuerpo vertebral,

movilizándolo lo suficiente como para exponer el cuerpo vertebral.

Una vez expuesta la cara lateral izquierda de la vértebra fracturada y la de las dos contiguas, se confirma la localización con radiografía lateral o mediante navegación. A continuación se realiza el corte de los discos y la corpectomía, con ayuda de escoplos, pinzas y curetas, extrayendo los fragmentos óseos fracturados. Se alcanza el muro posterior mediante curetas y laminotomos, hasta liberar el compromiso neurológico, evitando producir una fístula de líquido cefalorraquídeo (LCR). En este momento puede producirse un sangrado venoso importante debido a la rotura de vasos del plexo venoso epidural, que puede controlarse con coagulación bipolar y agentes hemostáticos. Dejaremos intactas las corticales anterior y derecha de la vértebra. Se deben realizar las discectomías lo más exhaustivas posible para favorecer la artrodesis. Una vez labrada una cavidad intraósea suficiente, se coloca en su interior el injerto intersomático, que hace de sustituto de cuerpo vertebral. Si no es expansible (jaulas de titanio, cajas apilables de carbono, autoinjerto óseo, etc.), previamente se realizará una distracción de los cuerpos vertebrales adyacentes que permita su introducción. Si es expansible, se introduce el injerto y se procede a su expansión, bajo control radiológico, hasta corregir la deformidad. Generalmente se precisa una altura final del injerto de unos 35 mm (aunque varía en función de la deformidad cifótica y del tamaño de las vértebras). En el interior y/o alrededor del injerto se colocan fragmentos óseos procedentes de la corpectomía o de la costilla si se extirpó.

Posteriormente se colocan los tornillos bicorticales (de unos 45 mm de longitud, pero variable en función del tamaño vertebral) a nivel de la porción superior y posterior de la cara lateral expuesta de los cuerpos vertebrales adyacentes, generalmente a la altura de los pedículos, sobre los que se fijará la placa lateral toracolumbar. En la porción anterior de la misma se colocan los tornillos de bloqueo, levemente convergentes hacia los tornillos bicorticales.

Siempre es recomendable dejar un drenaje aspirativo en el lecho quirúrgico. En caso de rotura de la membrana pleural, esta se puede suturar con Vicryl o colocar una plastia reabsorbible protegiendo la superficie lesionada. En los casos en los que se rasga la pleura de forma más amplia, el drenaje aspirativo que se deja en el lecho quirúrgico sirve de tubo pleural, siempre que se mantenga el vacío del sistema en todo momento durante el postoperatorio inicial, no siendo imprescindible el sello de agua. Posteriormente, se repone la costilla en su posición original y, tras realizar orificios en los extremos, la suturamos a nivel de las secciones. Se sutura el plano muscular, el subcutáneo y la piel.

Se obtienen radiografías postoperatorias (o TAC intraoperatoria) para verificar la correcta colocación de los injertos y tornillos, para valorar el grado de corrección de la deformidad y para descartar la presencia de neumotórax antes de extraer el drenaje. El paciente suele poder deambular al segundo o tercer día postoperatorio. Se prescriben analgésicos habituales, intentando evitar los opiáceos. Se insta al paciente a realizar ejercicios de fisioterapia respiratoria de forma precoz para minimizar la aparición de atelectasias o infecciones respiratorias. Empleamos inicialmente botas neumáticas y posteriormente heparina de bajo peso molecular para la prevención de la trombosis venosa profunda en el postoperatorio.

Se administra antibioterapia de amplio espectro al inicio de la intervención (cefalosporinas de segunda generación o vancomicina) que se mantiene 48-72 h o hasta la extracción del drenaje. En nuestro servicio, los neurocirujanos realizan este procedimiento sin precisar ayuda de cirujanos de otras especialidades.

Las [figuras 1 y 2](#) muestran los diversos pasos de la técnica descrita y ejemplos de materiales de artrodesis empleados.

Resultados

Entre junio de 1999 y diciembre de 2015 se intervinieron un total de 153 pacientes con fracturas inestables del segmento TL de causa traumática. Se realizaron fijaciones posteriores en 53 pacientes y abordajes combinados simultáneos anteriores-posteriores en 2 pacientes. Los pacientes intervenidos por abordaje anterolateral fueron 98. Doce pacientes mediante abordaje toracoabdominal *transpleural* y 86 mediante abordaje *extrapleural-retroperitoneal* (39,5% mujeres). La [tabla 2](#) resume las principales características clínicas de la cohorte intervenida por vía *extrapleural-retroperitoneal*. La mediana de edad fue de 42 años y el nivel más frecuentemente afectado fue L1 (55%). El tiempo quirúrgico medio fue de 279 min. No se registró cuantitativamente la pérdida hemática intraoperatoria aunque sí la necesidad de transfusión; el 37% precisó al menos una unidad intra o postoperatoriamente. Todos los pacientes presentaron una puntuación TLICSS de 4 o mayor y 28 pacientes (32,5%) presentaban algún tipo de defecto neurológico. Tras la cirugía, ocurrió deterioro neurológico transitorio en un paciente (1,2%), estabilización en 72 (83,7%) y mejoría en 13 (15,1%) pacientes. Sesenta y cinco pacientes (75,6%) se consideraron con evolución final favorable y 21 (24,4%) quedaron con secuelas neurológicas al final del seguimiento.

Ocurrieron complicaciones en 36 pacientes (41,8%). La [tabla 3](#) detalla todas las complicaciones intra y postoperatorias registradas. Las más comunes fueron derrame pleural, infección del tracto urinario, íleo transitorio, atelectasia transitoria y neuralgia intercostal transitoria. Un paciente precisó toracotomía urgente para tratar un hemotórax masivo tras la colocación de un tubo de tórax postoperatorio en la unidad de cuidados intensivos, que se recuperó sin secuelas. El síndrome del abultamiento del flanco por denervación segmentaria (*abdominal flank bulge syndrome*) apareció en dos pacientes. No se constató deterioro neurológico permanente postoperatorio ni lesión intraoperatoria de grandes vasos en la cohorte. No ocurrió ningún caso de infección profunda o superficial, lesión visceral o mortalidad durante el período de ingreso.

La mediana de estancia hospitalaria total fue de 14 días. El tiempo medio hasta la intervención fue de 6 días y la mediana de estancia postoperatoria fue de 7 días. Ningún paciente precisó reingreso por complicaciones relacionadas con la intervención. Tres pacientes necesitaron tubo de tórax en el postoperatorio y a todos se les retiró sin complicaciones tras la resolución del cuadro. La mediana de seguimiento fue de 252 días. Se perdieron 24 pacientes (27,9%) en el seguimiento, todos pertenecientes a otras áreas geográficas. La mortalidad de la cohorte al final del seguimiento fue del 4,7% (4 pacientes), aunque ningún fallecimiento ocurrió en el ingreso

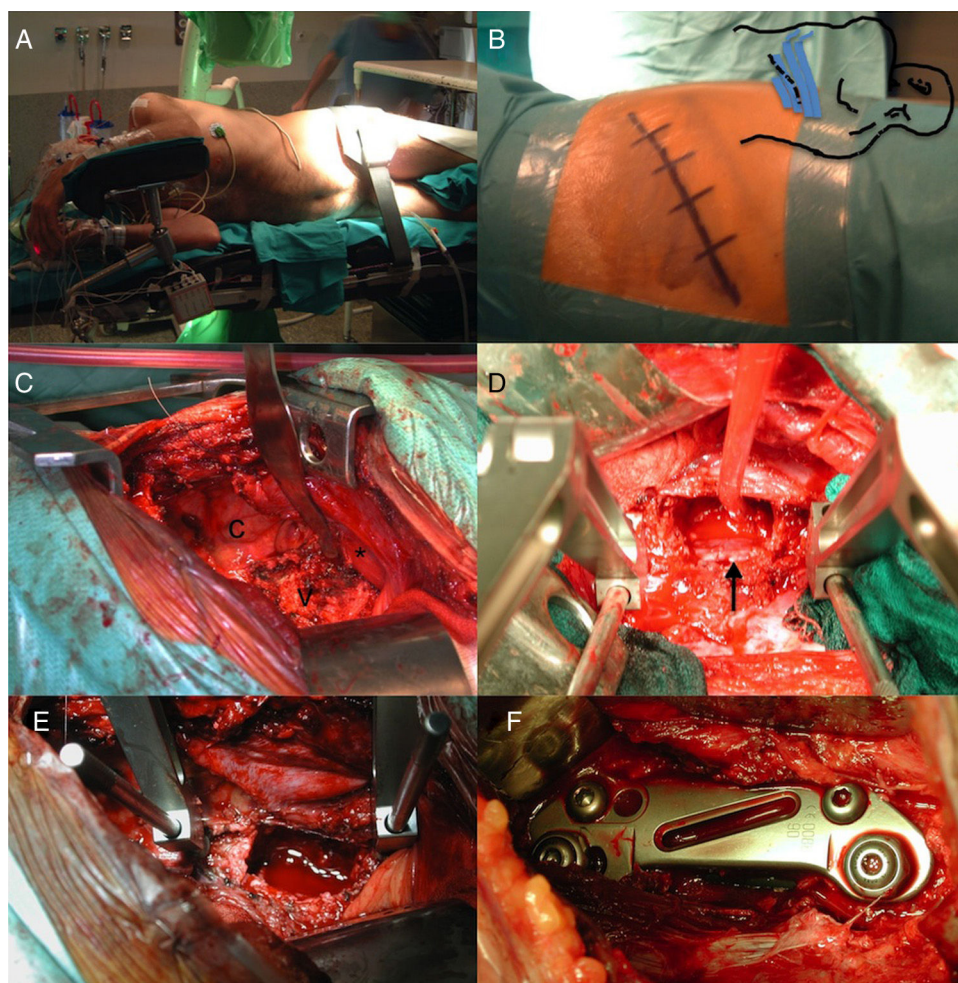


Figura 1 – Diversas etapas del abordaje extrapleural-extraperitoneal. A: Posición en decúbito lateral derecho con sujeciones para estabilizar al paciente. La mesa quirúrgica puede permanecer completamente horizontal o levemente deflexionada para favorecer el abordaje (en este caso se debe volver a colocar horizontal antes de fijar las vértebras definitivamente). B: La incisión cutánea se realiza sobre el trayecto de la undécima costilla entre la unión al cartilago costal y la porción más proximal unos 4-5 cm de la línea media posterior. C: Vista del espacio extrapleural-retroperitoneal creado al comprimir parcialmente el pulmón izquierdo (valva ancha). Puede verse la cara lateral izquierda de las vértebras (v), la pared costal posterior (c) y el músculo psoas izquierdo (*) parcialmente rechazado por la valva estrecha. D: Una vez hecha la corpectomía y descomprimido el canal puede verse el saco dural completamente libre (flecha). E: Con un distractor anclado a los tornillos bicorticales principales puede hacerse distracción del espacio antes de colocar el injerto. F: Aspecto de la artrodesis una vez colocado el injerto intersomático y la placa lateral atornillada.

que motivó la intervención. Se realizó un único procedimiento de fijación posterior en una paciente previamente intervenida por vía extrapleural-retroperitoneal, debido a fallo del material (extrusión de tornillo de bloqueo inferior de la placa lateral) y persistencia de dolor. No ocurrieron reingresos como consecuencia de complicaciones relacionadas con el ingreso que motivó la intervención.

Se consideró adecuada la corrección de la cifosis en el 91% de los casos y subóptima pero aceptable en el resto. El ángulo cifótico segmentario medio varió desde 17,7 grados preoperatoriamente a 5,06 grados postoperatoriamente (medidas obtenidas sobre 23 pacientes con imágenes de calidad suficiente). Adicionalmente, en 11 pacientes se obtuvo dicha medición al final del seguimiento, con una pérdida de la corrección de 1,02 grados (rango -7,55 a +3,05). Ningún

paciente con corrección aceptable de la deformidad cifótica precisó cirugía tardía debido a inestabilidad o dolor crónico.

La [figura 3](#) muestra un ejemplo de fractura inestable intervenida por esta técnica donde se obtuvo una descompresión adecuada del canal y una corrección óptima de la cifosis post-traumática. La [figura 4](#) muestra otra fractura intervenida en la que la corrección sagital y la descompresión del canal son adecuadas, mientras que la corrección de la deformidad en el plano coronal es subóptima.

Discusión

De acuerdo con las conclusiones del panel de consenso del *Spine Trauma Study Group*, publicado por Vaccaro et al.¹⁰ en

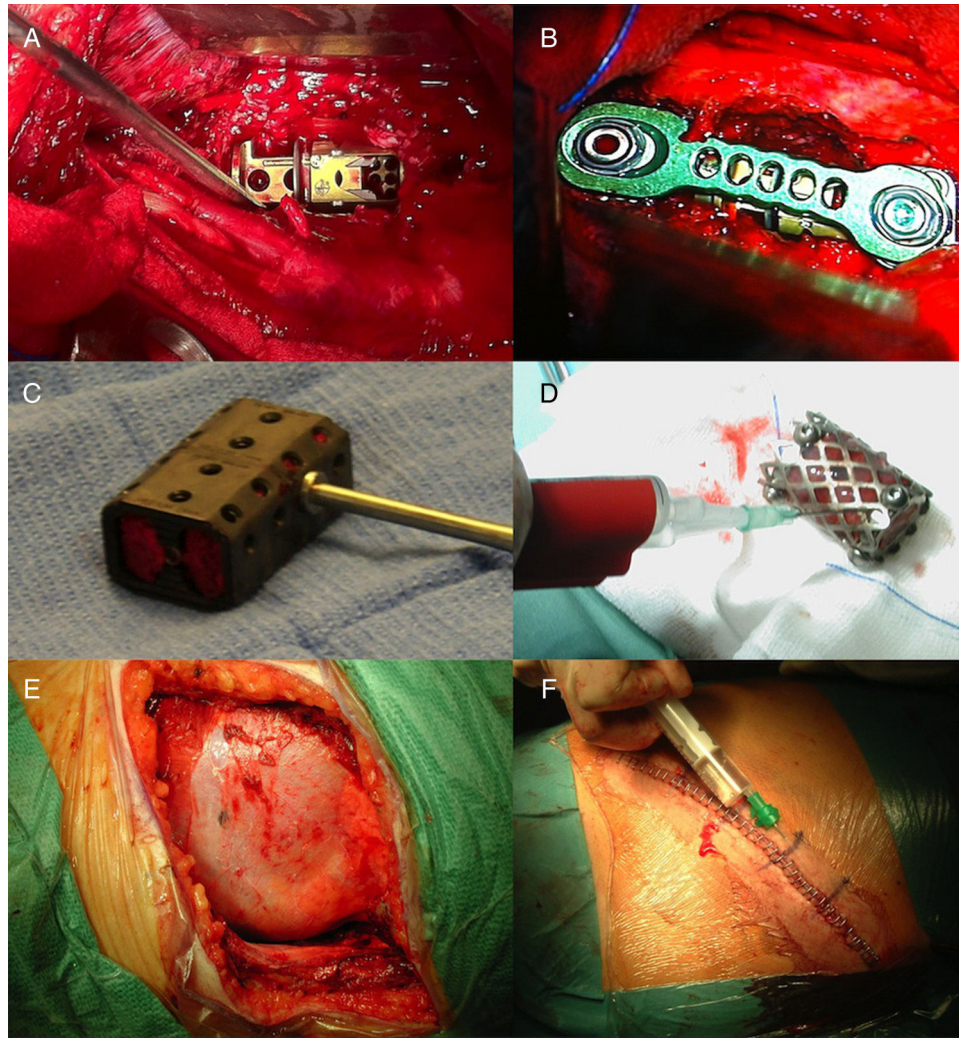


Figura 2 – A: Colocación de injerto intersomático expandido en la cavidad de la corpectomía. **B:** Placa lateral con anclaje superior e inferior únicos sin tornillo de bloqueo. **C:** Cajas apilables de carbono-PEEK rellenas de injerto óseo autógeno procedente de la costilla y de la corpectomía. Este tipo de sustitutos de cuerpo vertebral proporcionan una gran estabilidad anterior aunque precisan distracción previa a su introducción. **D:** Las jaulas de titanio son otra opción para estabilizar la fractura y pueden rellenarse de hueso autógeno y fibrina. **E:** Aspecto del abordaje una vez terminado y retirado el separador costal. Puede identificarse la membrana pleural íntegra en toda su extensión una vez que se retira la valva anterior. **F:** Sutura de la herida e infiltración de la misma con anestésico local para minimizar el dolor postoperatorio inicial y favorecer la dinámica respiratoria.

2006, la literatura no aclara cuál es el abordaje quirúrgico óptimo o de elección para las fracturas TL inestables. En dicha reunión de consenso se remarcó la importancia que la opinión de los expertos proporciona en cuanto al marco clínico-epidemiológico sobre el que guiar el tratamiento de estas lesiones y sobre el que desarrollar la investigación clínica. Debido a que no existe evidencia de clase I que privilegie un tipo de abordaje frente a otro, las preferencias individuales del cirujano continúan siendo un factor relevante a la hora de la toma de decisión quirúrgica.

Resulta notable la variabilidad en la indicación de artrodesis entre diferentes centros que intervienen pacientes con fracturas toracolumbares, siendo mayor en los centros urbanos con docencia asociada, respecto a los que no la poseen²³. Esta diferencia llega a ser de hasta 5,8 veces mayor entre

centros de alto volumen en lo que respecta a fracturas sin lesión neurológica, y de hasta 1,8 veces en los mismos centros pero en pacientes con déficit neurológico²³.

Estas diferencias se pueden hacer extensivas a la indicación de la estabilización anterior, posterior y circunferencial, como demostró el interesante estudio de Pishnamaz et al.²⁴ comparando las tasas de indicación quirúrgica y los tipos de abordaje en dos países deferentes (Alemania y Países Bajos). En este estudio no se constataron discrepancias en el manejo de fracturas más graves clasificadas como AO tipos B y C con déficit neurológico, pero sí en estallidos vertebrales AO tipo A, sobre todo en lo que respecta a la indicación del abordaje posterior (Alemania 96,6%; Países Bajos 41,2%; $p < 0,05$) y en la estabilización circunferencial (Alemania 53,4%; Países Bajos 0%; $p < 0,05$). Globalmente, los cirujanos alemanes fueron más

Tabla 2 – Características clínicas de la cohorte intervenida mediante abordaje anterolateral extrapleural-extraperitoneal

Número de pacientes (% mujeres)	86 (34 mujeres; 39,5%)
Edad (mediana y rango) (media y desviación)	41 años (15-75) (41 años $\pm$ 14)
Nivel lesional	T10: 0 p T11: 4 p D12: 25 p L1: 47 p L2: 10 p
Clínica de presentación	Dolor local: 79 p. Dolor local + irradiado: 7 p
Defecto neurológico preoperatorio	No defecto: 58 (67%) Sensitivo: 10 p. Motor: 21 p. Esfinteriano: 17 p
Clasificación TLICSS	TLICSS 4: 38 p. TLICSS 5: 21 p. TLICSS 6: 6 p. TLICSS 7: 15 p. TLICSS 8: 6 p
RM preoperatoria en	12 p
Duración de la intervención (minutos)	Mediana: 275 (130-480); Media: 279 $\pm$ 59
Necesidad de transfusión (unidades)	No transfusión: 54 (63%). 1 unidad: 10 p. 2 unidades: 18 p. 3 unidades: 2 p. 4 unidades 1 p. 7 unidades: 1 p
Defecto neurológico postoperatorio	No defecto: 63 (73,2%) Sensitivo: 5 p. Motor: 15 p. Esfinteriano: 12 p.
Complicaciones postoperatorias	36 pacientes (41,8%)
Cifosis segmentaria preoperatoria, postoperatoria y tardía (grados)	Cifosis preoperatoria (n = 23): 17,7 (7,88 a 32,63) Cifosis postoperatoria (n = 23): 5,06 (1,25 a 25,19) Variación cifosis tardía (n = 11): -1,02 (-7,55 a +3,05)
Resultado final	Sin secuelas neurológicas: 65 (75,6%) Con secuelas neurológicas: 21 (24,4%)
Tiempo de seguimiento (mediana y rango)	Mediana 252 días (1-3.713)
Pacientes perdidos en el seguimiento	24 (27,9%)
Mortalidad precoz y tardía	Precoz: 0 (0%) Tardía: 4 (4,6%)

p: pacientes.

Tabla 3 – Complicaciones postoperatorias ocurridas en la cohorte de pacientes intervenidos

Derrame pleural (no precisó drenaje)	15
Infección del tracto urinario	10
Íleo (transitorio)	3
Atelectasia postoperatoria (transitoria)	3
Neuralgia intercostal (transitoria)	3
Derrame pleural (precisó drenaje)	2
Abdominal flank bulge syndrome ³⁶	2
Infección respiratoria (antibioterapia)	1
Neumotórax postoperatorio (precisó tubo de tórax)	1
Fallo del instrumental (colapso de caja intersomática expansible y fractura de tornillos inferiores)	1
Fallo del instrumental (extrusión de tornillo de bloqueo inferior)	1
Trombosis venosa profunda y TEP (anticoagulación 6 meses)	1
Fístula de LCR (resuelta en 5 días con drenaje lumbar)	1
Empeoramiento motor de miembro inferior izquierdo (resuelto en 3 meses)	1
Hemotórax masivo (tras colocación de tubo torácico que precisó toracotomía)	1
Vólvulo colónico (precisó laparotomía)	1

propensos a intervenir las fracturas TL que los holandeses (Alemania 87% vs. Países Bajos 30%; $p < 0,05$) previa constatación de concordancia en la forma de clasificar las fracturas entre ambos.

A lo largo de las últimas 5-6 décadas, las fracturas TL se han clasificado de acuerdo a criterios anatómicos, morfológicos y por el mecanismo lesional. La mayoría de estos esquemas

presentan problemas debido a su complejidad, grado de utilización y/o escasa reproducibilidad/fiabilidad²⁵. Como regla general, una fractura se considera más inestable cuanto mayor es el grado de conminución del cuerpo vertebral, mayor es la deformidad que provoca y mayor es el daño neurológico constatado. La clasificación TLICSS⁸ es actualmente el sistema de puntuación más exhaustivo, dado que incorpora características de escalas previas y es fácilmente reproducible y aplicable⁹. TLICSS tiene en cuenta la morfología de la fractura, la presencia de lesión del complejo ligamentoso posterior y el grado de afectación neurológica. Sin embargo, no proporciona información sobre el mecanismo lesional. Según esta clasificación, los pacientes con una puntuación de 4 o mayor serían susceptibles de tratamiento quirúrgico.

En la serie que presentamos existe una proporción alta de pacientes con fracturas TL inestables intervenidos a través de la vía anterolateral en comparación con la posterior. El motivo podría ser que en nuestra serie se constató una sobrerrepresentación de fracturas TLICSS 4 o más con importante compresión del canal raquídeo y lesión neurológica asociada (33%). La política de nuestro servicio en cuanto a la decisión del abordaje tiende a favorecer la vía anterior en las fracturas de un único nivel con marcada deformidad cifótica, sobre todo si se constata estenosis del canal por la conminución ósea del cuerpo. Por el contrario, no consideramos de inicio quirúrgicas aquellas fracturas con escasa deformidad sin afectación neurológica si el arco posterior no presenta lesión significativa, incluso en los casos de estallido vertebral (*burst fracture*). Pensamos que la mayoría de estos casos pueden manejarse de forma conservadora, aunque entendemos

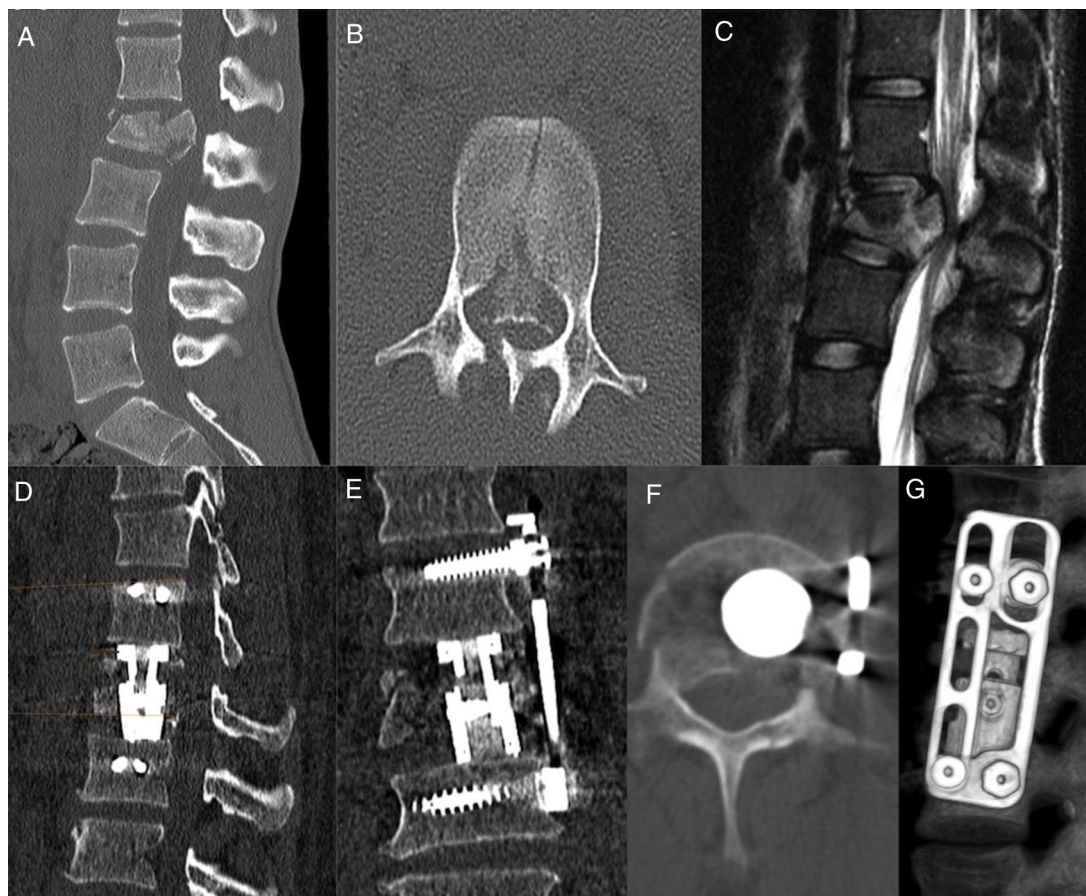


Figura 3 – Ejemplo de fractura TLICSS 2 + 3 + 2 = 7. A: Reconstrucción sagital preoperatoria donde se evidencia la conminución del cuerpo y la ocupación parcial del canal por retropulsión del muro posterior. B: Corte axial de TAC donde se evidencia la invasión del canal. C: Imagen de RM sagital que confirma la extensión de la lesión y la compresión de la cola de caballo. D: TAC postoperatoria en visión sagital donde se evidencia una adecuada descompresión del canal y una corrección óptima de la cifosis postraumática. E: Visión coronal de la fijación. F: Visión axial de la fijación donde se comprueba la descompresión del canal y la caja intersomática y placa lateral. G: Visión tridimensional de TAC que muestra la caja y la placa lateral.

que puedan ser considerados quirúrgicos por otros cirujanos. En general, consideramos que un estallido vertebral TL, en ausencia de lesión significativa del complejo ligamentoso posterior, es una lesión vertebral inherentemente estable que no requiere cirugía, quizá ni siquiera corsé²⁶.

La literatura no aclara el papel de la cirugía en los estallidos vertebrales sin déficit neurológico. Una revisión Cochrane publicada en 2013 no pudo demostrar superioridad de la cirugía frente al tratamiento conservador en términos de resultados clínicos, y sugirió que el tratamiento quirúrgico parecía aumentar la morbilidad precoz, la necesidad de reintervención y los costes iniciales²⁷. De igual forma, según el metaanálisis de Gnanenthiran et al.²⁸ el tratamiento quirúrgico parece mejorar la cifosis residual pero no proporciona beneficio en cuanto a dolor y función tras una media de 4 años de seguimiento, y sin embargo asocia mayor morbilidad y costes. Conclusiones similares se extraen de la reciente revisión sistemática publicada por Ghobrial et al.²⁹ para fracturas estallido TL con o sin defecto neurológico. En un estudio de coste-efectividad en fracturas estallido, el tratamiento quirúrgico tampoco parece proporcionar ventaja económica significativa respecto al tratamiento conservador³⁰.

Respecto al *timing* de la cirugía, parece que la estabilización precoz (en las primeras horas) de las fracturas TL inestables proporciona cierta ventaja en lo relativo a estancia hospitalaria, estancia en UCI, morbilidad general y respiratoria, días dependiente de ventilador y costes hospitalarios^{31,32}, especialmente cuando la lesión afecta preferentemente a la columna dorsal, aunque no existe una evidencia definitiva que relacione el *timing* quirúrgico con la mortalidad o resultados funcionales a largo plazo³³. En nuestro caso los pacientes se intervinieron tras una mediana de 6 días tras el traumatismo. Aunque no hemos registrado cuantitativamente la pérdida hemática, hemos constatado que el sangrado intraoperatorio es menor cuando la cirugía se realiza de forma diferida unos días respecto a la cirugía muy precoz. De hecho, en nuestra serie solo el 37% precisó transfusión intra o postoperatoriamente por anemia inducida por el sangrado intraoperatorio. Por supuesto, la necesidad de transfusión también está influenciada por las complicaciones hemorrágicas concomitantes al traumatismo, por los niveles previos de hemoglobina y por la propia duración de la intervención. El impacto del *timing* de la cirugía sobre la recuperación neurológica en nuestra serie no puede calcularse debido al

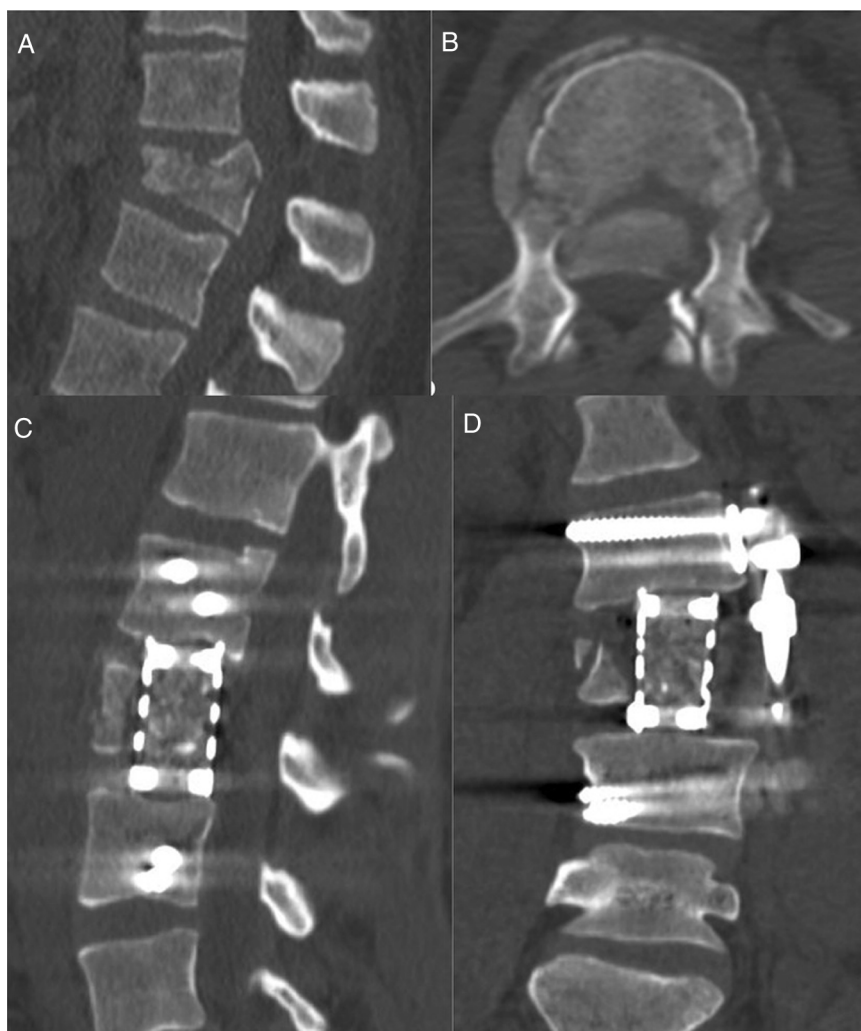


Figura 4 – Ejemplo de fractura TLICSS 2 + 0 + 2 = 4. A: Fractura estallido con retropulsión del muro posterior y deformidad cifótica. B: Ocupación parcial del canal por fragmentos óseos del muro posterior. C: Corrección óptima de la cifosis y de la ocupación del canal medular. D: Corrección subóptima de la deformidad en el plano coronal.

escaso porcentaje de pacientes intervenidos de forma precoz.

Fundamentos y efectividad del abordaje extrapleural-retroperitoneal comparado con el abordaje clásico toracoabdominal transpleural

El abordaje clásico toracoabdominal transpleural se ha empleado en las fracturas TL inestables con resultados clínicos favorables^{34,35}. Proporciona un campo quirúrgico amplio y un acceso fácil a los cuerpos vertebrales, discos y canal medular. Sin embargo, este abordaje implica la desinserción de los pilares del diafragma de la pared torácica de forma que, necesariamente, tanto la cavidad intrapleural como el espacio retroperitoneal se exponen y comunican entre sí. Este gesto añade cierta probabilidad de complicaciones pulmonares en forma de neumonías, insuficiencia respiratoria, intubación prolongada o neumotórax que precise drenaje pleural de forma prolongada¹². Todos los pacientes precisan además tubo de tórax postoperatorio, lo que implica cierta

restricción a la movilización precoz del paciente, además de una posible fuente de infecciones³⁶.

Existen en la literatura algunas descripciones técnicas de los abordajes transpleurales mencionados, aunque las series que proporcionan resultados clínicos son escasas^{11,13,34,35}. En nuestra opinión, el abordaje extrapleural-retroperitoneal presenta diversas ventajas frente a la vía transpleural. La más importante es que, dado que no es necesario entrar en la cavidad pleural ni colapsar el pulmón, no se precisa tubo torácico y se reduce la morbilidad pulmonar. Este hecho es muy relevante en el contexto de pacientes politraumatizados graves. Además, no es necesario desinsertar el pilar izquierdo del diafragma de las caras laterales de los cuerpos vertebrales (o precisa una mínima desinserción del mismo), de forma que la reconstrucción del abordaje es relativamente fácil y no se prevé disfunción respiratoria por afectación funcional diafragmática, lo que parece asociarse a una menor tasa de atelectasias postoperatorias¹². Además, el procedimiento extrapleural-extraperitoneal no precisa exposición ni movilización de los grandes vasos, ni

manipulación de vísceras intraabdominales o retroperitoneales.

El abordaje extrapleural puede realizarse a través del lecho de la décima, undécima y duodécima costillas, cuestión todavía sujeta a debate. Kim et al.¹² recomiendan emplear la undécima costilla en su publicación sobre una serie de 26 pacientes con diversas patologías TL, incluidas 13 fracturas. En su estudio concluyen que aunque este abordaje precisa un manejo cuidadoso de la pleura y prolonga levemente el tiempo quirúrgico, la excelente exposición, la baja tasa de morbilidad y los resultados clínicos indican que se trata de una buena alternativa a los abordajes transpleurales clásicos. Otros autores abogan por la ruta a través de la duodécima costilla¹⁹. Aunque es teóricamente factible alcanzar incluso el nivel T10, el abordaje a través de la duodécima costilla es preferible para artrodesar fracturas del segmento T11-L1³⁶. En general, nosotros preferimos el abordaje a través de la undécima costilla porque permite una amplia exposición de toda la unión TL y la disección tanto craneal como caudal, apropiada para cada caso. Los pacientes con fracturas de L2 y musculatura del psoas muy desarrollada, donde se prevé una disección de las caras laterales de las vértebras más laboriosa, pueden beneficiarse del abordaje a través de la duodécima costilla. La inclinación o la verticalidad de las costillas en cada individuo en particular también condicionan la elección de la costilla de abordaje, de forma que los sujetos más delgados y con costillas más verticales suelen precisar abordajes a través de costillas más altas, generalmente la décima costilla.

Ventajas e inconvenientes del abordaje extrapleural-retroperitoneal en comparación con el abordaje posterior

La práctica clínica constata que la gran mayoría de las fracturas TL pueden intervenir de forma satisfactoria tanto por una vía anterolateral como por una vía posterior. Las principales ventajas de la vía anterolateral son la baja tasa de infecciones, la sólida estabilización del muro anterior y una mejor y más fácil descompresión del canal raquídeo. Las posibles desventajas serían la mayor dificultad técnica, la posibilidad de lesión visceral o vascular y la necesidad de cooperación de otros cirujanos torácicos, cardiorráquicos o vasculares para obtener una adecuada exposición del campo quirúrgico³⁷. A nuestro juicio, esta necesidad puede ser fruto de la falta de experiencia del equipo quirúrgico en este tipo de abordajes o motivada por cuestiones medicolegales. Las técnicas modernas de reconstrucción anterior permiten una estabilización anterior sólida que no afecta apenas a la movilidad de los segmentos lumbares ni precisa obtener injerto óseo de cresta de forma obligatoria³⁸.

La tasa de infecciones del abordaje anterolateral (0,7-0,9%) es significativamente menor que la del abordaje posterior (al menos del 2-5%) según diversos estudios^{11,34}. Por el contrario, la incidencia de lesión visceral o vascular es mayor aunque infrecuente^{39,40}. El abordaje extrapleural a través de la undécima costilla está concebido para ser realizado por un cirujano de columna (tanto un neurocirujano como un cirujano traumatólogo) sin, a priori, necesidad de ayuda de otro especialista, dado que no se precisa la movilización de grandes vasos y el campo se debe mantener extraperitoneal y

extrapleural en todo momento. Las roturas de pleura que acontecen con frecuencia durante la disección pueden suturarse, en general, sin dificultad. Desgarros mayores de la pleura precisan la colocación de un tubo torácico para el postoperatorio (muy fácilmente insertable desde el campo expuesto) y sutura plano por plano de la herida quirúrgica. Cuando se siguen los pasos quirúrgicos antes descritos de forma cuidadosa y concienzuda, la probabilidad de lesión visceral o de grandes vasos es mínima. Únicamente debemos encontrar los vasos segmentarios (que se originan directamente de ramos aórticos y discurren por el tercio medio de la cara lateral de los cuerpos vertebrales) durante la exposición de las vértebras y en la disección del psoas cuando es preciso. Es necesario identificar precozmente y coagular adecuadamente estos vasos, pues pueden producir sangrados profusos durante la disección o en el postoperatorio.

La [tabla 4](#) resume las ventajas y desventajas de los abordajes anterior y posterior en las fracturas TL inestables. La [tabla 5](#) revisa las tasas específicas de complicaciones relacionadas con ambos abordajes según la revisión de la literatura^{11,13,15,19,28,29,31,33-35,37-41}.

Morbilidad del abordaje anterolateral extrapleural-retroperitoneal

En esta cohorte de pacientes hemos constatado un 41,8% de complicaciones globales acumuladas ([tabla 3](#)), aunque afortunadamente la mayoría transitorias. Entre estas destacaron por su frecuencia el derrame pleural, la infección urinaria, el íleo transitorio, la atelectasia postoperatoria y la neuralgia intercostal. Todas pudieron ser solucionadas en el postoperatorio inicial sin secuelas permanentes. Dos pacientes presentaron debilidad de la pared muscular del flanco abdominal con abultamiento del mismo, en lo que se denomina *abdominal flank bulge syndrome*. Esta paresia muscular de la pared abdominal ocurre por denervación de la musculatura provocada por afectación de la inervación intercostal ipsilateral al abordaje⁴¹ (fundamentalmente proveniente de T11 y T12). Esta complicación es poco frecuente aunque infradiagnosticada en pacientes sometidos a cirugía mediante este abordaje y puede evitarse con una disección intercostal cuidadosa teniendo en cuenta el trayecto anatómico de los nervios como describen Fahim et al.⁴¹ en un interesante estudio anatómico y neurofisiológico. En nuestra serie se produjo la recuperación completa de ambos casos a los 5 y 7 meses, respectivamente.

Constatamos un caso de fallo del material metálico implantado a los 4 meses de la cirugía (colapso de caja intersomática expansible y subsiguiente fractura de los tornillos inferiores) que no precisó reintervención, pues la fractura ya se había estabilizado y no producía dolor, progresión de la deformidad ni defecto neurológico ([fig. 5](#)). Así mismo, se produjo la extrusión de uno de los tornillos de bloqueo varios años tras el procedimiento, en una paciente intervenida ulteriormente mediante una fijación posterior debido a persistencia del dolor y en la que, a pesar de que no se extrajo dicho tornillo, la paciente se encuentra asintomática y sin problemas neurológicos ([fig. 6](#)). Únicamente en un paciente empeoró su función neurológica (debilidad de miembro inferior) en el postoperatorio inicial, que a los 6 meses se recuperó completamente. Un caso de fístula de LCR se solucionó con la colocación de un

Tabla 4 – Ventajas y desventajas de los abordajes anterolateral (extrapleural-extrapertitoneal) y posterior (fijación transpedicular) para el tratamiento de las fracturas TL inestables

	Abordaje anterolateral (extrapleural-retroperitoneal)	Abordaje posterior (fijación pedicular)
Ventajas	Permite una descompresión directa del canal Se minimiza el número de segmentos a fijar Permite mejor corrección de la cifosis y del desequilibrio sagital La reconstrucción anterior proporciona estabilidad sólida e inmediata Menos complicaciones relacionadas con la instrumentación Menos infecciones de lecho quirúrgico No se provoca daño en los músculos paraespinales	Los cirujanos de columna están habituados a este abordaje (no precisa asistencia de otros cirujanos) Evita la manipulación o exposición de áreas anatómicas relacionadas con vísceras o estructuras vasculares Permite reoperaciones más sencillas y fáciles Permite fijar múltiples niveles fracturados Menor duración de la cirugía y en general menor sangrado Posibilidad de descompresión del canal vía transpedicular o vía costotransversectomía
Desventajas	Se considera una cirugía más compleja desde el punto de vista técnico (curva de aprendizaje) Posibilidad de daño vascular, visceral o neurológico (rara vez fatal) Contraindicación relativa en enfermedades graves pulmonares o torácicas y en obesidad mórbida Contraindicada en fracturas de múltiples niveles Alarga el tiempo quirúrgico Puede requerir asistencia por parte de otros especialistas Posibilidad de sangrado profuso proveniente de arterias segmentarias	Peor corrección de la deformidad cifótica y del equilibrio sagital (aunque no parece correlacionar con el resultado funcional o la persistencia del dolor) No proporciona estabilidad anterior. Descompresión indirecta del canal Precisa fijar múltiples niveles (al menos dos por encima y debajo de la fractura) Mayor tasa de fallo del material y de infección de la herida Mayor incidencia de progresión de la deformidad cifótica de forma tardía (aunque leve y sin aparentemente repercusión funcional en la mayoría de los pacientes)

Tabla 5 – Resumen de las tasas de complicaciones en los abordajes anterolateral y posterior en el tratamiento de las fracturas TL inestables, según la revisión de la literatura^{11,13,15,19,28,29,31,33-35,37-41}

Complicaciones	Abordaje extrapleural-retroperitoneal	Abordaje posterior
Infección	0,7-0,9%	2-5%
Malposición del implante (pre-navegación)	0,4%	1,7%
Lesión visceral	5-15% (pulmonar en el abordaje transpleural) 1-5% (otras)	— —
Lesión de raíz nerviosa	1-2%	0-0,5%
Lesión medular	0,5%	0,7%
Lesión vascular grave	1-2%	—
Sangrado intraoperatorio habitual	1,3 l	0,5-1 l
Inestabilidad	1%	1-2%
Insuficiente corrección de la cifosis	1%	5-20%
Pseudoartrosis	—	—
Dolor crónico	8-12%	5-20%
Enfermedad del segmento adyacente	—	2-10% (segmento superior)
Necesidad de reintervención	0-1% 0-0,5%	2-5,8% 0-0,7%
Fístula de LCR	—	—
Morbilidad global	30%	14%
Mortalidad	0-1%	0-1%

drenaje lumbar con sistema de aspiración continuo y controlado.

Es de destacar que no se produjo ninguna lesión visceral ni de grandes vasos durante el procedimiento. En la literatura se comunica hasta un 1-2% de lesiones graves vasculares y viscerales en este tipo de abordajes^{11,39,40}. En nuestra opinión, cuando se realiza la disección pleural y del espacio retroperitoneal de forma roma y cuidadosa, la posibilidad de producir daño arterial o venoso grave es mínima. Así mismo, este abordaje no precisa exponer vísceras intraabdominales ni obliga al colapso pulmonar unilateral, por lo que no creemos necesario contar, de forma rutinaria o presencial, con cirujanos vasculares o cardiorrespiratorios para su realización.

Resulta notable la ausencia de infecciones en la cohorte intervenida por vía anterolateral. La literatura confirma la ventaja de este procedimiento frente a la fijación posterior en términos de curación de la herida y de infecciones del lecho^{15,19,39}. En la vía anterolateral, el campo es más profundo y mejor vascularizado, a la vez que precisa menor cantidad de material metálico de fijación, factores que podrían relacionarse con la menor tasa de infecciones.

En nuestra serie solo han precisado transfusión sanguínea el 37% de los pacientes (la gran mayoría uno o dos concentrados de hemátis únicamente), teniendo en cuenta que la mediana de duración de las intervenciones ha sido de 275 min. Este hecho es interesante, pues una de las principales críticas que se achacan a este abordaje es su mayor duración y sangrado intraoperatorio¹². En el estudio de Kim et al.¹² se constató una duración media de la intervención de 294 min, similar a la nuestra aunque lejos de los 181 min de la serie de McDonnell et al.¹³ pero también de la de Danisa et al.²⁰, con un promedio de 438 min. En nuestra opinión, realizar este tipo de intervenciones de forma diferida varios días tras el traumatismo (unos 6 días de media en nuestra serie) disminuye marcadamente el

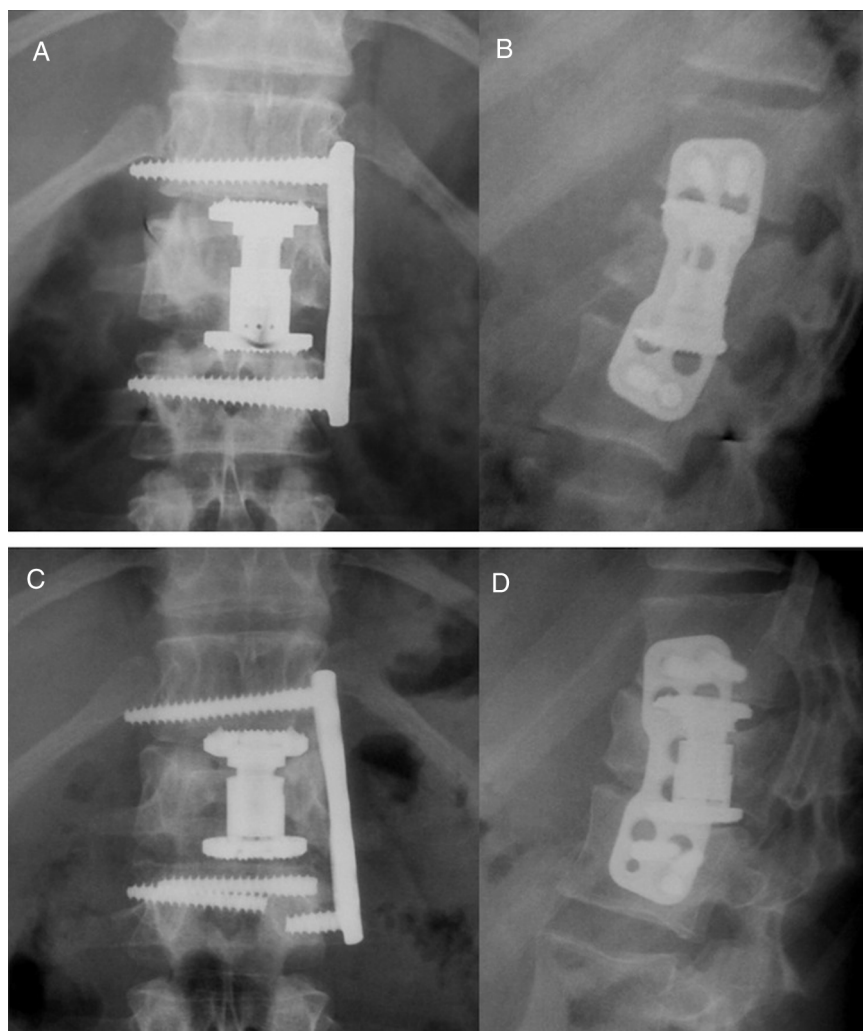


Figura 5 – Ejemplo de fallo del material de instrumentación. A y B: Radiografía anterior y lateral postoperatoria inmediata con adecuada colocación del sistema de fijación. C y D: Controles radiográficos a los 4 meses de la intervención que evidencian la fractura de los tornillos inferiores, probablemente como consecuencia del colapso de la caja expansible.

sangrado intraoperatorio y, por tanto, la necesidad de transfusión, hecho que también hemos constatado en los abordajes posteriores.

En nuestro servicio hemos empleado la monitorización neurofisiológica en los últimos 48 casos intervenidos por esta vía. En ninguno de ellos se ha producido lesión neurológica sin repercusión neurofisiológica (falsos negativos de la técnica), ni lo contrario, indemnidad neurológica con afectación de potenciales (falsos positivos). En nuestra opinión, su utilización no prolonga el tiempo quirúrgico de forma sustancial, aporta seguridad durante el acto quirúrgico y proporciona constatación objetiva del grado de lesión neurológica, cuestión muchas veces con implicación medicolegal. Así mismo, hemos podido emplear la navegación espinal guiada por tomografía (O-Arm de Medtronic, EE. UU.) en los últimos 15 casos. A nuestro juicio, la navegación es útil para localizar el nivel, localizar el límite del muro posterior antes de acceder al canal y colocar con precisión los tornillos bicorticales y de bloqueo. En nuestra experiencia, su uso no alargó de forma relevante el

tiempo quirúrgico y proporcionó seguridad en la implantación del material de fijación.

Recientemente se ha sugerido que, de cara a minimizar la aparición de complicaciones, el mero acto de registrar prospectivamente los errores cometidos en todo el proceso terapéutico ya es beneficioso y reduce su incidencia⁴². En el tratamiento de las fracturas TL inestables creemos que, de acuerdo con Knop et al.³⁹, se pueden identificar 4 fuentes posibles de error y subsiguiente complicación: el *paciente*, por inadecuada selección del mismo, indicación equivocada, comorbilidad previa grave y complicaciones sistémicas concomitantes; la *técnica quirúrgica*, por un abordaje inadecuado, insuficiente descompresión del canal, insuficiente corrección de la deformidad o necesidad de abordaje combinado; el *cirujano*, por errores humanos durante la intervención, insuficiente entrenamiento o experiencia, errores relacionados con la curva de aprendizaje, y el *equipamiento*, por la falta de disponibilidad de cierta tecnología que ayuda en la intervención, como la navegación guiada por TAC, la monitorización

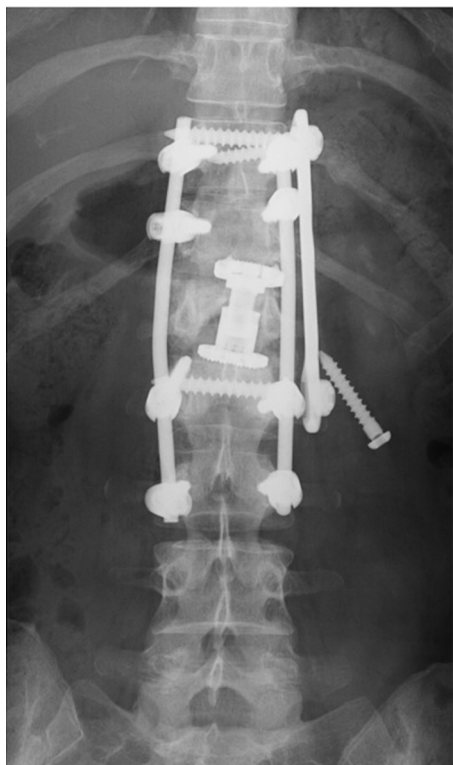


Figura 6 – Ejemplo de extrusión de un tornillo de bloqueo inferior en la única paciente de la serie que precisó instrumentación posterior tardía tras un abordaje anterior por persistencia de dolor.

neurofisiológica intraoperatoria o instrumental y los implantes apropiados. La toma en consideración de estos factores y la observación de todas las medidas de precaución quirúrgicas aplicables deben suponer una reducción significativa de la morbilidad quirúrgica.

Áreas de controversia

Descompresión del canal raquídeo y recuperación neurológica

Aunque la vía anterior permite una descompresión del canal medular más amplia que la vía posterior⁴³, y una corrección de la deformidad angular mejor y más duradera⁴⁴, su efecto sobre la recuperación del déficit neurológico es todavía controvertido⁴⁵. Ante un daño medular completo no existe evidencia sólida que respalde la necesidad de realizar una descompresión anterior del canal de forma urgente¹¹. Tampoco podemos afirmar que una paraplejia incompleta se beneficie de una descompresión urgente frente a una descompresión no urgente, aunque la tendencia actual es recomendar la cirugía lo más precoz posible en función de las posibilidades del centro y del equipo quirúrgico³⁷. Ni siquiera está claramente definido el umbral de estenosis a partir del cual se recomienda una descompresión del canal, aunque frecuentemente se habla del 50% a nivel lumbar y del 30-40% a nivel torácico⁴⁶. Según Mohanty et al.⁴⁷, el grado de estenosis medio presente en los pacientes con fracturas TL con déficit

neurológico es del 50%, mientras que en aquellos sin déficit es del 36%.

Es interesante destacar el papel creciente que los abordajes mínimamente invasivos empiezan a jugar en el manejo de fracturas TL inestables con déficit neurológico. En 2016 se ha publicado el primer estudio de cohortes prospectivo y aleatorizado que compara la descompresión posterior con fijación pedicular tipo MIS contra cirugía abierta también por vía posterior, en fracturas TL con déficit neurológico⁴⁸. El grupo MIS obtuvo resultados neurológicos y radiológicos similares a la cirugía abierta, con menos dolor residual, pero precisó mayor irradiación y presentó una curva de aprendizaje más larga. Hasta la fecha no existen estudios prospectivos similares que comparen la técnica MIS posterior con el abordaje anterior.

Grado de corrección de la deformidad cifótica

El papel de la corrección de la deformidad cifótica sobre la persistencia de dolor de forma crónica o en el desarrollo de futura siringomielia postraumática es también objeto de debate. El grado de cifosis postraumática aceptable (quizá entre 15-30 grados) no está claramente definido y parece depender del nivel: menor en segmentos más lordóticos y mayor en los menos lordóticos⁴⁹. El grado de corrección de la deformidad necesario tampoco está claramente definido¹¹, aunque parece que una deformidad cifótica mayor de 30 grados podría predisponer a dolor crónico según el estudio de Glassman et al.⁴⁹. En el subgrupo más reciente de nuestra serie (n=23 pacientes), la mediana de corrección de la cifosis segmentaria fue de 10,58 grados, teniendo en cuenta una cifosis mediana preoperatoria y postoperatoria de 17,7 y 5,06 grados, respectivamente.

En comparación con la vía anterior, los pacientes intervenidos por vía posterior con fijaciones de un solo segmento por encima y debajo de la fractura desarrollan un aumento significativo de la cifosis debido no al incremento del acunamiento vertebral, sino al colapso de los discos adyacentes a la vértebra fracturada⁵⁰. El grado de angulación postoperatorio inmediato parece ser el marcador más fiable de progresión de la cifosis a lo largo del tiempo, por lo que debe procurarse realizar una corrección de la deformidad lo más cercana posible a la situación fisiológica⁵⁰. Cuando se compara la vía anterior contra la posterior de segmento corto, la pérdida de corrección sagital a medio y largo plazo es de 1,8 grados en la primera respecto a 8,1 grados en la segunda⁵¹. Otros autores han obtenido resultados similares o incluso más extremos: 4,5 grados versus 9,8 grados en el estudio de Hitchon et al.⁴⁴ y 3-12 grados versus 1 grado en el estudio de Parker et al.⁵². El estudio multicéntrico del grupo de trabajo de columna de la *German Association of Trauma Surgery*⁵³ constató, sobre una serie de 733 fracturas TL intervenidas, que la menor deformidad cifótica residual se obtuvo mediante el abordaje combinado anterior y posterior, aunque el resultado clínico y subjetivo fue mejor en la cohorte intervenida por vía posterior.

En nuestra serie hemos constatado un porcentaje relativamente alto (9%) de pacientes con corrección subóptima de la cifosis segmentaria pero sin repercusión funcional ni persistencia de dolor. Tampoco sabemos con certeza qué relevancia clínica tiene esa leve progresión de la cifosis tras la cirugía, que en el subgrupo de nuestra serie estudiado fue de 1,41 grados de media (rango, 7,05 a -3,05 grados). No está demostrado que una corrección quirúrgica subóptima de la cifosis

predisponga a dolor crónico o siringomielia en base a los trabajos publicados^{54,55}. Es interesante que tanto en los pacientes que se intervienen como en los que no, el ángulo cifótico progresa levemente a lo largo del tiempo (en torno a 1-5 grados) independientemente del tipo de abordaje, sin que esto se traduzca en inestabilidad ni dolor crónico⁵⁶.

Finalmente, no podemos afirmar, según nuestra experiencia ni por estudios comparativos, si existen diferencias significativas, en términos de estabilidad o evolución clínica, entre los diferentes materiales e implantes disponibles en el mercado. Hemos utilizado cajas apilables de carbono, mallas de titanio, injertos óseos autólogos e injertos expansibles con resultados aparentemente equivalentes, aunque debemos hacer notar que los únicos fallos del sistema ocurrieron en pacientes con injertos expansibles.

Este estudio presenta las limitaciones inherentes a todas las series de casos retrospectivas, a pesar de que la morbilidad se recogió de forma prospectiva. No se proporciona una cohorte de pacientes control intervenida mediante otra técnica diferente con la que comparar la morbilidad y los resultados. Además, una proporción alta de pacientes (27,9%) se perdieron en el seguimiento, debido fundamentalmente a su pertenencia a otras áreas geográficas y que recibieron el tratamiento quirúrgico en nuestro centro en el momento agudo, lo que limita la validez de los resultados clínicos. Durante el período de estudio se emplearon diversos materiales e implantes de varias casas comerciales, lo que introduce cierta heterogeneidad en la serie. El reducido número de cirujanos participantes minimiza, aunque no elimina, la variabilidad personal en la realización de la técnica quirúrgica. Finalmente, cierto sesgo de selección en los candidatos a cirugía es esperable, dado que no existen criterios de indicación quirúrgica estrictos aplicables a este tipo de fracturas.

Conclusiones

Nuestra política es tender a favorecer el abordaje extrapleural-retroperitoneal en las fracturas TL inestables de un único nivel con deformidad y conminución significativa, debido a la baja tasa de infecciones (ninguna en nuestra serie), la baja tasa de fallo del material, la capacidad de realizar una estabilización anterior sólida e inmediata, una mejor corrección de la deformidad cifótica y la necesidad de fijar menos segmentos, en comparación con el abordaje posterior.

En nuestro departamento empleamos la clasificación TLICSS como guía principal a la hora de tomar la decisión de indicar un tratamiento quirúrgico en una fractura TL, teniendo en cuenta que las fracturas estallido vertebrales sin déficit ni disminución significativa de la altura del cuerpo vertebral no se benefician claramente de la cirugía. Tampoco parece demostrado que las fracturas con déficit neurológico parcial mejoren más significativamente mediante un abordaje que mediante otro⁵⁷.

No obstante, no propugnamos sustituir el abordaje posterior por el anterior en todos los casos. Creemos que la vía anterolateral es efectiva, segura y puede realizarse por cirujanos de columna entrenados adecuadamente sin la ayuda de otros especialistas. Esta técnica puede aprenderse de forma relativamente fácil, y aunque implica algo más

de tiempo quirúrgico, proporciona estabilidad demostrada a medio y a largo plazo, y un riesgo quirúrgico asumible.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

BIBLIOGRAFÍA

1. Wood KB, Bohn D, Mehbod A. Anterior versus posterior treatment of stable thoracolumbar burst fractures without neurologic deficit: A prospective, randomized study. *J Spinal Disord Tech.* 2005;18 Suppl:S15-23.
2. Wood KB, Li W, Lebl DR, Ploumis A. Management of thoracolumbar spine fractures. *Spine J.* 2014;14:145-64.
3. Zhu Q, Shi F, Cai W, Bai J, Fan J, Yang H. Comparison of anterior versus posterior approach in the treatment of thoracolumbar fractures: A systematic review. *Int Surg.* 2015;100:1124-33.
4. Xu GJ, Li ZJ, Ma JX, Zhang T, Fu X, Ma XL. Anterior versus posterior approach for treatment of thoracolumbar burst fractures: A meta-analysis. *Eur Spine J.* 2013;22:2176-83.
5. Katsuura Y, Osborn JM, Cason GW. The epidemiology of thoracolumbar trauma: A meta-analysis. *J Orthop.* 2016;13:383-8.
6. Bensch FV, Kiuru MJ, Koivikko MP, Koskinen SK. Spine fractures in falling accidents: Analysis of multidetector CT findings. *Eur Radiol.* 2004;14:618-24.
7. Phan K, Rao PJ, Mobbs RJ. Percutaneous versus open pedicle screw fixation for treatment of thoracolumbar fractures: Systematic review and meta-analysis of comparative studies. *Clin Neurol Neurosurg.* 2015;135:85-92.
8. Vaccaro AR, Lehman RA Jr, Hurlbert RJ, Anderson PA, Harris M, Hedlund R, et al. A new classification of thoracolumbar injuries: the importance of injury morphology, the integrity of the posterior ligamentous complex, and neurologic status. *Spine (Phila Pa 1976).* 2005;30:2325-33.
9. Joaquim AF, de Almeida Bastos DC, Jorge Torres HH, Patel AA. Thoracolumbar injury classification and injury severity score system: A literature review of its safety. *Global Spine J.* 2016;6:80-5.
10. Vaccaro AR, Lim MR, Hurlbert RJ, Lehman RA Jr, Harrop J, Fisher DC, et al. 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.
11. Allain J. Anterior spine surgery in recent thoracolumbar fractures: An update. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2011;97:541-54.
12. Kim M, Nolan P, Finkelstein JA. Evaluation of 11th rib extrapleural-retroperitoneal approach to the thoracolumbar junction. Technical note. *J Neurosurg.* 2000;93 1 Suppl:168-74.
13. McDonnell MF, Glassman SD, Dimar JR 2nd, Puno RM, Johnson JR. Perioperative complications of anterior procedures on the spine. *J Bone Joint Surg Am.* 1996;78:839-47.
14. Littré CF, Duntze J, Benhima Y, Eap C, Malikov S, Pech-Gourg G, et al. Anterior minimally invasive extrapleural retroperitoneal approach to the thoraco-lumbar junction of the spine. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2013;99:94-8.
15. Barone GW, Eidt JF, Webb JW, Hudec WA, Pait TG. The anterior extrapleural approach to the thoracolumbar junction revisited. *Am Surg.* 1998;64:372-5.
16. Jain AK, Dhammi IK, Jain S, Kumar J. Simultaneously anterior decompression and posterior instrumentation by extrapleural retroperitoneal approach in thoracolumbar lesions. *Indian J Orthop.* 2010;44:409-16.

17. 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.
18. Shono Y, McAfee PC, Cunningham BW. Experimental study of thoracolumbar burst fractures. A radiographic and biomechanical analysis of anterior and posterior instrumentation systems. *Spine (Phila Pa 1976).* 1994;19:1711-22.
19. Mirbaha MM. Anterior approach to the thoraco-lumbar junction of the spine by a retroperitoneal-extrapleural technic. *Clin Orthop Relat Res.* 1973;91:41-7.
20. Danisa OA, Shaffrey CI, Jane JA, Whitehill R, Wang GJ, Szabo TA, et al. Surgical approaches for the correction of unstable thoracolumbar burst fractures: A retrospective analysis of treatment outcomes. *J Neurosurg.* 1995;83:977-83.
21. Resnick DK, Benzel EC. Lateral extracavitary approach for thoracic and thoracolumbar spine trauma: Operative complications. *Neurosurgery.* 1998;43:796-802, discussion 802-3.
22. Foreman PM, Naftel RP, Moore TA 2nd, Hadley MN. The lateral extracavitary approach to the thoracolumbar spine: A case series and systematic review. *J Neurosurg Spine.* 2016;24:570-9.
23. Ulmar B, Brunner A, Gühring M, Schmälzle T, Weise K, Badke A. Inter- and intraobserver reliability of the vertebral, local and segmental kyphosis in 120 traumatic lumbar and thoracic burst fractures: Evaluation in lateral X-rays and sagittal computed tomographies. *Eur Spine J.* 2010;19:558-66.
24. Pishnamaz M, Curfs I, Balosu S, Willems P, van Hemert W, Pape HC, et al. Two-nation comparison of classification and treatment of thoracolumbar fractures: An internet-based multicenter study among spine surgeons. *Spine (Phila Pa 1976).* 2015;40:1749-56.
25. Sethi MK, Schoenfeld AJ, Bono CM, Harris MB. The evolution of thoracolumbar injury classification systems. *Spine J.* 2009;9:780-8.
26. Bailey CS, Dvorak MF, Thomas KC, Boyd MC, Paquett S, Kwon BK, et al. Comparison of thoracolumbosacral orthosis and no orthosis for the treatment of thoracolumbar burst fractures: Interim analysis of a multicenter randomized clinical equivalence trial. *J Neurosurg Spine.* 2009;11:295-303.
27. Abudou M, Chen X, Kong X, Wu T. Surgical versus non-surgical treatment for thoracolumbar burst fractures without neurological deficit. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013;6:CD005079.
28. Gnanenthiran SR, Adie S, Harris IA. Nonoperative versus operative treatment for thoracolumbar burst fractures without neurologic deficit: A meta-analysis. *Clin Orthop Relat Res.* 2012;470:567-77.
29. Ghobrial GM, Maulucci CM, Maltenfort M, Dalyai RT, Vaccaro AR, Fehlings MG, et al. Operative and nonoperative adverse events in the management of traumatic fractures of the thoracolumbar spine: A systematic review. *Neurosurg Focus.* 2014;37:E8.
30. Aras EL, Bunker C, Hansen ES, Sogaard R. Cost-effectiveness of surgical versus conservative treatment for thoracolumbar burst fractures. *Spine (Phila Pa 1976).* 2016;41:337-43.
31. Cengiz SL, Kalkan E, Bayir A, Ilik K, Basefer A. Timing of thoracolumbar spine stabilization in trauma patients; impact on neurological outcome and clinical course. A real prospective (rct) randomized controlled study. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2008;128:959-66.
32. Xing D, Chen Y, Ma JX, Song DH, Wang J, Yang Y, et al. A methodological systematic review of early versus late stabilization of thoracolumbar spine fractures. *Eur Spine J.* 2013;22:2157-66.
33. Bellabarba C, Fisher C, Chapman JR, Dettori JR, Norvell DC. Does early fracture fixation of thoracolumbar spine fractures decrease morbidity or mortality? *Spine (Phila Pa 1976).* 2010;35 9 Suppl:S138-45.
34. Clohisy JC, Akbarnia BA, Bucholz RD, Burkus JK, Backer RJ. Neurologic recovery associated with anterior decompression of spine fractures at the thoracolumbar junction (T12-L1). *Spine (Phila Pa 1976).* 1992;17 8 Suppl:S325-30.
35. Kostuik JP. Anterior fixation for burst fractures of the thoracic and lumbar spine with or without neurological involvement. *Spine (Phila Pa 1976).* 1988;13:286-93.
36. Fallon WF Jr, Wears RL. Prophylactic antibiotics for the prevention of infectious complications including empyema following tube thoracostomy for trauma: Results of meta-analysis. *J Trauma.* 1992;33:110-6, discussion 116-7.
37. 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.
38. Oskouian RJ Jr, Johnson JP. Vascular complications in anterior thoracolumbar spinal reconstruction. *J Neurosurg.* 2002;96 1 Suppl:1-5.
39. Knop C, Bastian L, Lange U, Oeser M, Zdichavsky M, Blauth M. Complications in surgical treatment of thoracolumbar injuries. *Eur Spine J.* 2002;11:214-26.
40. Samudrala S, Khoo LT, Rhim SC, Fessler RG. Complications during anterior surgery of the lumbar spine: An anatomically based study and review. *Neurosurg Focus.* 1999;7:e9.
41. Fahim DK, Kim SD, Cho D, Lee S, Kim DH. Avoiding abdominal flank bulge after anterolateral approaches to the thoracolumbar spine: Cadaveric study and electrophysiological investigation. *J Neurosurg Spine.* 2011;15:532-40.
42. Oremakinde AA, Bernstein M. A reduction in errors is associated with prospectively recording them. *J Neurosurg.* 2014;121:297-304.
43. Esses SI, Botsford DJ, Kostuik JP. Evaluation of surgical treatment for burst fractures. *Spine (Phila Pa 1976).* 1990;15:667-73.
44. Hitchon PW, Torner J, Eichholz KM, Beeler SN. Comparison of anterolateral and posterior approaches in the management of thoracolumbar burst fractures. *J Neurosurg Spine.* 2006;5:117-25.
45. Boerger TO, Limb D, Dickson RA. Does 'canal clearance' affect neurological outcome after thoracolumbar burst fractures? *J Bone Joint Surg Br.* 2000;82:629-35.
46. Okuyama K, Abe E, Chiba M, Ishikawa N, Sato K. Outcome of anterior decompression and stabilization for thoracolumbar unstable burst fractures in the absence of neurologic deficits. *Spine (Phila Pa 1976).* 1996;21:620-5.
47. Mohanty SP, Bhat NS, Abraham R, Ishwara Keerthi C. Neurological deficit and canal compromise in thoracolumbar and lumbar burst fractures. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2008;16:20-3.
48. Zhang W, Li H, Zhou Y, Wang J, Chu T, Zheng W, et al. Minimally invasive posterior decompression combined with percutaneous pedicle screw fixation for the treatment of thoracolumbar fractures with neurological deficits: A prospective randomized study versus traditional open posterior surgery. *Spine (Phila Pa 1976).* 2016;41 Suppl 19:B23-9.
49. Glassman SD, Bridwell K, Dimar JR, Horton W, Berven S, Schwab F. The impact of positive sagittal balance in adult spinal deformity. *Spine (Phila Pa 1976).* 2005;30:2024-9.
50. Wang XY, Dai LY, Xu HZ, Chi YL. Kyphosis recurrence after posterior short-segment fixation in thoracolumbar burst fractures. *J Neurosurg Spine.* 2008;8:246-54.
51. Sasso RC, Renkens K, Hanson D, Reilly T, McGuire RA Jr, Best NM. Unstable thoracolumbar burst fractures: Anterior-only versus short-segment posterior fixation. *J Spinal Disord Tech.* 2006;19:242-8.

52. Parker JW, Lane JR, Karaikovic EE, Gaines RW. Successful short-segment instrumentation and fusion for thoracolumbar spine fractures: A consecutive 41/2-year series. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000;25:1157-70.
53. Reinhold M, Knop C, Beisse R, Audigé L, Kandziora F, Pizanis A, et al. Operative treatment of 733 patients with acute thoracolumbar spinal injuries: comprehensive results from the second, prospective, Internet-based multicenter study of the Spine Study Group of the German Association of Trauma Surgery. *Eur Spine J*. 2010;19:1657-76.
54. Oskouian RJ Jr, Shaffrey CI, Whitehill R, Sansur CA, Pouratian N, Kanter AS, et al. Anterior stabilization of three-column thoracolumbar spinal trauma. *J Neurosurg Spine*. 2006;5:18-25.
55. Shen WJ, Liu TJ, Shen YS. Nonoperative treatment versus posterior fixation for thoracolumbar junction burst fractures without neurologic deficit. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001;26:1038-45.
56. Wood K, Buttermann G, Mehbod A, Garvey T, Jhanjee R, Sechriest V. Operative compared with nonoperative treatment of a thoracolumbar burst fracture without neurological deficit. A prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85-A:773-81.
57. Oner FC, Wood KB, Smith JS, Shaffrey CI. Therapeutic decision making in thoracolumbar spine trauma. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010;35 21 Suppl:S235-44.