

En los últimos 20 años la evaluación y manejo de las fracturas vertebrales tipo estallido de la columna toraco-lumbar (“**burst fracture**” en la literatura anglosajona) ha cambiado drásticamente. El avance en las técnicas de imagen, tales como la Tomografía Axial Computerizada (TAC) y la introducción de la Resonancia Magnética Nuclear (RMN), permiten una mejor comprensión de los patrones de fractura, afectación neurológica y valoración de la inestabilidad vertebral. La rápida evolución de los sistemas de instrumentación, permiten a los cirujanos descomprimir y estabilizar la columna vertebral por diferentes vías.<sup>167,234</sup> Pero en la actualidad, el tratamiento de la fractura estallido de la columna toraco-lumbar es una de las áreas más controvertidas en la cirugía moderna de la columna.<sup>10,20,48,195,235,257,262,269</sup> La fusión temprana con instrumentación es un método de tratamiento aceptado para los pacientes con lesiones inestables y déficit neurológico; con ello se consigue una movilización precoz y una menor incidencia de complicaciones debidas al reposo prolongado. El tratamiento óptimo para los pacientes que presentan una deformidad media / moderada, déficit neurológico incompleto y compromiso de canal es actualmente desconocido, y las indicaciones precisas para el tratamiento quirúrgico están todavía siendo definidas.<sup>234</sup> Una revisión de la literatura revela un amplio rango de recomendaciones y resultados conflictivos, la mayoría de los estudios clínicos pueden ser criticados en base a su diseño retrospectivo, población de estudio heterogénea, estrategias de tratamiento, limitado seguimiento en el tiempo y medidas pobres para definir los resultados.<sup>269</sup>

### 1.1. EPIDEMIOLOGÍA

La incidencia global de las fracturas del raquíis no es elevada, situándose entorno a las 15.000 lesiones torácicas y lumbares al año en Estados Unidos<sup>89</sup> y 10.000 en Francia.<sup>12</sup>

En los pacientes politraumatizados las lesiones en la columna vertebral normalmente afectan a más de un segmento, con una incidencia entre el 5% y 20%.<sup>5,13,32,39,121,123,137,144,156,173,184,260,263</sup>

La mayor parte de las lesiones raquídeas se localizan alrededor de la unión tóraco-lumbar.<sup>12,39,66,67,80,138,155,156,173,178,241,259,278</sup> Su importancia reside en la elevada morbilidad residual.<sup>177,281</sup> Los extremos superiores e inferiores de la columna torácica y lumbar, así como el nivel T10, son las áreas frecuentemente menos lesionadas.<sup>173</sup>

## 1. Introducción

---

En las diferentes series analizadas la incidencia de la fractura vertebral a nivel de la unión tóraco-lumbar es similar (segmentos vertebrales de T11 a L2). Frankel y cols. presentan una incidencia del 52% en su serie de 423 fracturas.<sup>99</sup> 43% sobre 412 en la serie de Denis.<sup>66</sup> 63% en la serie de McAfee y cols. sobre 100 fracturas.<sup>178</sup> Aglietti y cols. presentan una incidencia del 61% en su serie de 275 fracturas.<sup>5</sup> 69% sobre 52 en la serie de Denis y cols.<sup>68</sup> 85% sobre 111 casos en el trabajo de Dick.<sup>75</sup> 78% de los 41 casos que consta la serie en Mumford y cols.<sup>196</sup> Magerl y cols. presentan una incidencia del 62% sobre 1445 casos.<sup>173</sup> Argenson y Lassale en su estudio multicéntrico sobre 1360 fracturas el 77% de ellas se localiza en la unión tóraco-lumbar.<sup>12</sup>

La incidencia de la fractura estallido a nivel de la unión tóraco-lumbar representan el 1,5% (6/394) en Frankel y cols.<sup>99</sup> 9% (36/412) en el trabajo de Denis.<sup>66</sup> 28% (404/1445) del total de las fracturas raquídeas descrita por Magerl y cols. (tipo A3); dentro del grupo A estas representan el 42%.<sup>173</sup> 15% según Müller y cols.<sup>195</sup> 46% en el estudio de Argenson y Lassale, 626 sobre 1360 fracturas.<sup>12</sup> 46% en Knop y cols.<sup>144</sup> 73% (115/157) de las tratadas quirúrgicamente en la serie de Wessberg y cols.<sup>278</sup> 51% de las fracturas tóraco-lumbares tratadas quirúrgicamente en el trabajo de Leferink, Nijboer y cols.<sup>155</sup>

La fractura estallido es más frecuente por debajo de T12. La fractura estallido con hendidura sagital solo es vista por debajo de T11.<sup>173</sup>

En relación al sexo existe un predominio de los hombres sobre las mujeres en las diferentes series revisadas en la bibliografía.<sup>22,39,68,75,87,90,165,195,196,268,284</sup> Se observa una tendencia en mujeres, jóvenes y de poco peso a tener lesiones más significativas. Las mujeres tienden a presentar lesiones en el área L1-L2, a diferencia de los varones a nivel T11-T12 y L3-L5.<sup>196</sup> Ser mujer mayor de 40 años tiene más riesgo de sufrir un colapso y desarrollar un déficit neurológico tras sufrir una fractura estallido.<sup>68</sup>

La edad de los pacientes en el momento de sufrir la lesión se sitúa entre la tercera y cuarta década de la vida.<sup>8,66,67,87,89,93,177,196,240,242,244,247,250,254,274,278,284</sup>

La incidencia de lesión neurológica aumenta cuanto mayor es la severidad de la lesión raquídea.<sup>12</sup> Existe una clara relación entre el mecanismo de lesión, tipo de fractura y déficit

neuroológico.<sup>66,67,112</sup> Magerl y cols. presentan en su serie de 1212 pacientes un 22% de déficits neurológicos. Representando el 14% en el tipo A, el 32% en el tipo B y el 55% en el tipo C.<sup>173</sup> La fractura estallido es la causa más frecuente de lesión neurológica a nivel de la unión tóraco-lumbar.<sup>12,178,265,281</sup> La incidencia de la lesión neurológica varía en función de las diferentes series. 47% (28/59) en el estudio de Denis.<sup>66</sup> 41% (24/59) según McAfee y cols.<sup>178</sup> 72% (38/53) en la serie de McEvoy y Bradford.<sup>184</sup> Atlas y cols. presentan una incidencia del 65% (45/69).<sup>13</sup> 47% en la serie de Aebi y cols.<sup>3</sup> 16% (3/19) en el estudio de Esses y cols.<sup>89</sup> 71% (37/52) en la serie de Willen y cols.<sup>284</sup> 29% (11/38) en la casuística de Carl y cols.<sup>39</sup> Wessberg y cols. presentan una incidencia del 23% (26/115).<sup>278</sup> 16% (15/95) en la serie de Leferink y cols., representando el tipo A3.1 el 16% (9/55) del grupo, el tipo A3.2 el 12% (3/25) y el tipo A3.3 el 20% (3/15).<sup>155</sup>

## 1.2. DEFINICIÓN DE LA ZONA ANATÓMICA A ESTUDIAR

### 1.2.1. Columna torácica

La columna torácica tiene una cifosis fisiológica debido al acunamiento anterior de las vértebras y discos torácicos. Esta alineación cifótica hace que la columna torácica sea más estable en flexión.<sup>280</sup> La caja torácica formada por las costillas añaden un importante factor estabilizador. Los ligamentos costo-transversos y radiados fijan las costillas a sus respectivas vértebras aumentando la estabilidad de la columna torácica. La caja torácica aumenta las dimensiones transversales de la columna y con ello aumenta el momento de inercia de las estructuras; el resultado es el aumento de la resistencia a la inclinación frontal y sagital así como a la rotación axial.<sup>280</sup> De forma adicional también aumenta la estabilidad axial de la columna al ayudar a disipar las cargas axiales. La orientación frontal de las articulaciones facetarias disminuye la movilidad de la columna torácica aumentando su estabilidad. El ligamento longitudinal vertebral común anterior (LLVCA), disco intervertebral y el ligamento longitudinal vertebral común posterior (LLVCP) son estabilizadores importantes de la columna torácica, mientras que la cápsula articular de las facetas no contribuye a la estabilidad tanto como a nivel cervical y lumbar.<sup>280</sup> Todos estos factores hacen que la localización de las fracturas estallido cranealmente a la unión toraco-lumbar sea extremadamente rara. El diámetro sagital del canal medular es menor en la zona torácica superior que en la zona lumbar, diferencia que permite un mayor riesgo de lesión neurológica cuando se afecta la columna torácica.

## 1. Introducción

---

### 1.2.2. Columna lumbar

La columna lumbar tiene una lordosis fisiológica. En esta región, el anillo fibroso forma entre el 50 y 70% del área total del disco intervertebral y actúa como un estabilizador mayor.<sup>280</sup> Las articulaciones facetarias están orientadas en el plano sagital permitiendo más movilidad a la columna lumbar, a costa de sacrificar estabilidad. En esta zona la cápsula articular de las facetas está muy desarrollada contribuyendo de forma crucial en su estabilidad. El ligamento supraespinoso también juega un papel mayor en la estabilidad de la columna lumbar. Los músculos paraespinales, abdominales y psoas también son unos importantes estabilizadores dinámicos de la columna lumbar. El diámetro sagital en esta zona es mayor que en la zona torácica, pudiéndose acomodar mejor los fragmentos óseos retropulsados intracanal sin producir déficit neurológico, en el caso de existir una fractura estallido. También contribuye a esta menor incidencia el hecho de que la médula espinal termina normalmente en el borde inferior del cuerpo vertebral de L1, aunque en algunas personas se extiende caudalmente a L2.

### 1.2.3. Unión tóraco-lumbar

Es la región anatómica comprendida entre los cuerpos vertebrales de T11 a L2 (Figura 1.1).<sup>41,52,56,137,139,218,224,233,239,240,254,282</sup> Es la región de localización más frecuente de la fractura estallido, como resultado de la concentración de las diferentes fuerzas. Esta zona es un área de transición entre la columna torácica muy estable y menos móvil, hacia la móvil y relativamente inestable columna lumbar.<sup>11</sup> Las vértebras T11 y T12 tienen normalmente la articular superior con forma torácica y la articular inferior con forma lumbar. En estas vértebras también falta la articulación costotransversa que actúa como factor estabilizador. Las costillas en el área de T10-12 solo están asociadas con el cuerpo vertebral en la parte posterior y no se articulan anteriormente con el esternón.



**Figura 1.1.** Visión sagital de la columna vertebral. Se destaca la unión tóraco-lumbar transición entre la cifótica columna dorsal y la lordótica columna lumbar.

En resumen la cifosis en la estable columna torácica y la lordosis en la móvil columna lumbar sirven para absorber y disipar las cargas axiales, mientras que en la recta unión toraco-lumbar la capacidad de absorción es menor, siendo más frecuente el número de lesiones en esta zona.

### 1.3. PATOGÉNESIS DE LA FRACTURA ESTALLIDO

Son fracturas que se producen como consecuencia de cargas axiales de alta energía aplicadas sobre la columna vertebral.<sup>41,242</sup> Los accidentes de tráfico (57,4% en la serie de Willen y cols.;<sup>284</sup> 59% en Mumford y cols.;<sup>196</sup> 65% en Escriba y cols.<sup>87</sup>) o caídas de altura (31,4% en Willen y cols.;<sup>284</sup> 34% en Mumford y cols.;<sup>196</sup> 35% Escriba y cols.<sup>87</sup>) son los responsables de la mayoría de este tipo de lesiones. Las fuerzas axiales aplicadas sobre la columna vertebral producen un fallo en compresión de la columna anterior y media del cuerpo vertebral.<sup>66</sup>

## 1. Introducción

---

Existen dos teorías sobre el modo de producción del estallido. La primera propone que la aplicación repentina de una carga axial supra-fisiológica produce una fractura del platillo vertebral superior y/o inferior, introduciéndose el disco intervertebral a través de ella y produciendo el estallido de la vértebra.<sup>126,242</sup> La segunda teoría se fundamenta en que las cargas axiales producen un repentino aumento de la presión interna del cuerpo vertebral produciendo el estallido. Esta segunda teoría ha demostrado ser incorrecta.<sup>199</sup> Los estudios biomecánicos de Roaf demuestran en pacientes con discos intactos, que las fuerzas se transmiten de una vértebra a otra a través del disco, especialmente del anillo fibroso. Observa que una fuerza de suficiente magnitud produce una fractura del platillo y herniación del núcleo pulposo en el interior.<sup>222</sup> Perey observa que cuando un segmento móvil normal se somete a fuerzas axiales, el núcleo pulposo se fractura preferentemente a través del platillo vertebral en lugar de herniarse a través del anillo fibroso. Debido a la introducción del núcleo pulposo en el cuerpo vertebral, los fragmentos óseos son forzados desde el centro hacia fuera siguiendo un patrón radial, produciendo un colapso en diferentes grados del cuerpo vertebral.<sup>214</sup> Heggeness y Doherty describen la anatomía trabecular de las vértebras tóraco-lumbares en relación a su implicación en las fracturas estallido. Describen que la cortical del canal vertebral se adelgaza cerca de la base del pedículo creando lo que puede ser una concentración de estrés. Este cambio en el grosor de la cortical puede explicar el frecuentemente observado fragmento óseo trapezoidal que es retropulsado en el interior del canal en las fracturas estallido.<sup>124</sup> En la misma línea, otros autores demuestran que en la base del pedículo se concentran las grandes fuerzas de compresión y tensión, indicando que la base del pedículo es el lugar de inicio de la fractura.<sup>58,127,154</sup>

McAfee y cols. controlan pacientes tratados de forma ortopédica por fracturas estallido con más de un 50% de pérdida de altura del cuerpo vertebral y sin lesión neurológica. Observan una tendencia en estos pacientes, tras meses o años, a desarrollar un colapso progresivo del cuerpo vertebral, aumento de la cifosis y estenosis del canal postraumática. La pérdida de altura del cuerpo vertebral causa un mayor acuñamiento anterior, que condiciona un mayor brazo de palanca de la columna cranealmente a la lesión, aumentando el momento de inclinación en el lugar de la fractura. El aumento del momento de inclinación puede producir una deformidad cifótica adicional.<sup>177</sup> En la columna lumbar, la

lordosis normal puede contrarrestar la deformidad cifótica y hacer las lesiones en esta zona estables, mientras que deben ser consideradas inestables en la columna torácica.<sup>280</sup>

#### 1.4. CLASIFICACIÓN DE LAS FRACTURAS TÓRACO-LUMBARES

Una clasificación es un instrumento que por medio de un algoritmo sencillo basado en características clínicas y en imágenes fácilmente reconocibles nos permite la identificación de una lesión. Toda clasificación debe proporcionarnos una terminología concisa y descriptiva e información acerca de la severidad de la lesión. Nos debe de servir de guía en la elección del método de tratamiento, y debería proporcionarnos una estimación del resultado previsible.<sup>173</sup> Antes de su publicación y uso generalizado debería ser validada mediante la investigación de su concordancia interna y externa, esto es, la reproductibilidad de las observaciones por el mismo observador y entre distintos observadores.<sup>289</sup> Hasta la fecha las distintas clasificaciones propuestas para las fracturas estallido del raquis toraco-lumbar no han cumplido este último requisito.

##### 1.4.1. Clasificación de Nicoll<sup>197</sup>

En 1949 propone la primera clasificación aceptada de las lesiones toraco-lumbares. Esta clasificación se basa en 166 lesiones que él trata en mineros del carbón. Define cuatro tipos de lesiones: fracturas con acuñaamiento anterior, fracturas con acuñaamiento lateral, fracturas-luxaciones y fracturas del arco neural. Define las fracturas con acuñaamiento anterior y conminución que más tarde se conocerán como fracturas estallido. Nicoll observa que este tipo de lesión casi siempre se asocia con lesión del disco intervertebral, ligamento interespinoso o ambos. Reconoce que en la evolución el colapso de las fracturas acuñaamiento conminutas en ciertos grados de cifosis es inevitable. Clasifica las fracturas con acuñaamiento anterior y conminución como lesiones estables.

##### 1.4.2. Clasificación de Holdsworth<sup>125,126</sup>

En 1963 define por primera vez el término de **fractura estallido**, para describir una lesión producida por una fuerza de compresión vertical. La fuerza de compresión axial produce una fractura del platillo vertebral, con la introducción y ruptura del disco intervertebral en el interior del cuerpo vertebral, produciéndose la explosión o estallido del mismo.

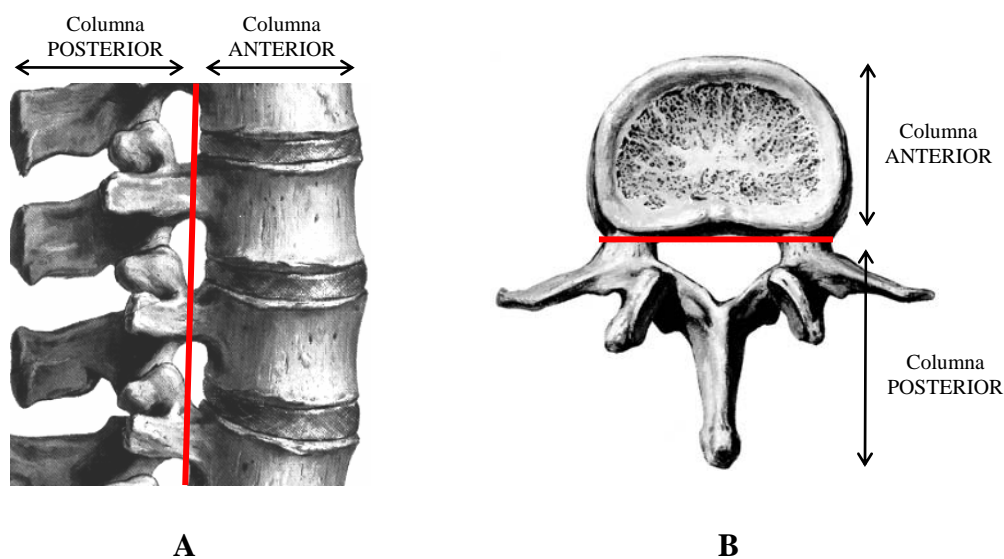
Su clasificación se basa en el mecanismo de lesión y divide las lesiones de la columna en estables e inestables. Las lesiones **estables** son: fractura por compresión-acuñaamiento y la

## 1. Introducción

fractura por compresión-estallido. Las lesiones **inestables** son: luxaciones, fractura-luxación por extensión y fractura-luxación por rotación. Holdsworth cree que la estabilidad de la columna después de una lesión se basa en la integridad del complejo ligamentoso posterior (CLP), formado por las facetas articulares, arco neural, ligamento interespinoso, supraespinoso y amarillo. Mantiene que la tracción longitudinal directa a lo largo de las fibras de los ligamentos posteriores raramente produce su ruptura, pero con la introducción de un momento de torsión y tracción, estos ligamentos posteriores se rompen. Este autor cree que las fracturas estallido al ser producidas por una compresión vertical pura, el CLP esta intacto y esta lesión es **estable**.

### 1.4.3. Clasificación de Kelly y Whitesides<sup>139</sup>

Basados en la clasificación de Holdsworth,<sup>125,126</sup> exponen que la columna vertebral funciona como **dos columnas** (Figura 1.2). Una **columna anterior** formada por el cuerpo vertebral, disco, ligamento longitudinal vertebral común anterior (LLVCA) y ligamento longitudinal vertebral común posterior (LLVCP), y una **columna posterior** formada por el complejo ligamentoso posterior (CLP). Estos autores modifican la clasificación de Holdsworth, incluyendo las fracturas estallido en la categoría de **lesiones inestables**, cuando existe lesión neurológica por ruptura del complejo ligamentoso posterior. Esta clasificación también se basa en el mecanismo de lesión, para definir el tipo de lesión.



**Figura 1.2.** Columnas según la clasificación de Kelly y Whitesides.<sup>139</sup> **A:** imagen sagital. **B:** imagen axial.



---

#### 1.4.4. Clasificación de McAfee y cols.<sup>177</sup>

Resaltan que Holdsworth<sup>125,126</sup> en su clasificación no incluye las fracturas estallido asociadas con ruptura del complejo ligamentoso posterior, que ellos llaman **fractura estallido inestable**. Estos autores reconocen el potencial de este tipo de fractura para desarrollar una inestabilidad tardía, que se caracteriza por una disminución de la altura vertebral, laxitud posterior y cifosis progresiva. Sus criterios para definir la inestabilidad se basan en el déficit neurológico, ruptura del CLP, deformidad y compromiso del canal (Tabla 1.1).

---

#### Factores indicativos de inestabilidad en las fracturas compresión-estallido de la unión toraco-lumbar

---

1	Déficit neurológico progresivo
2	Ruptura del complejo ligamentoso posterior (CLP)
3	Cifosis progresiva de 20° o más con presencia de déficit neurológico
4	Perdida de altura del cuerpo vertebral mayor del 50% con subluxación de las facetas articulares
5	Presencia de fragmentos óseos libres que condicionan un compromiso del canal asociado con un déficit neurológico incompleto

---

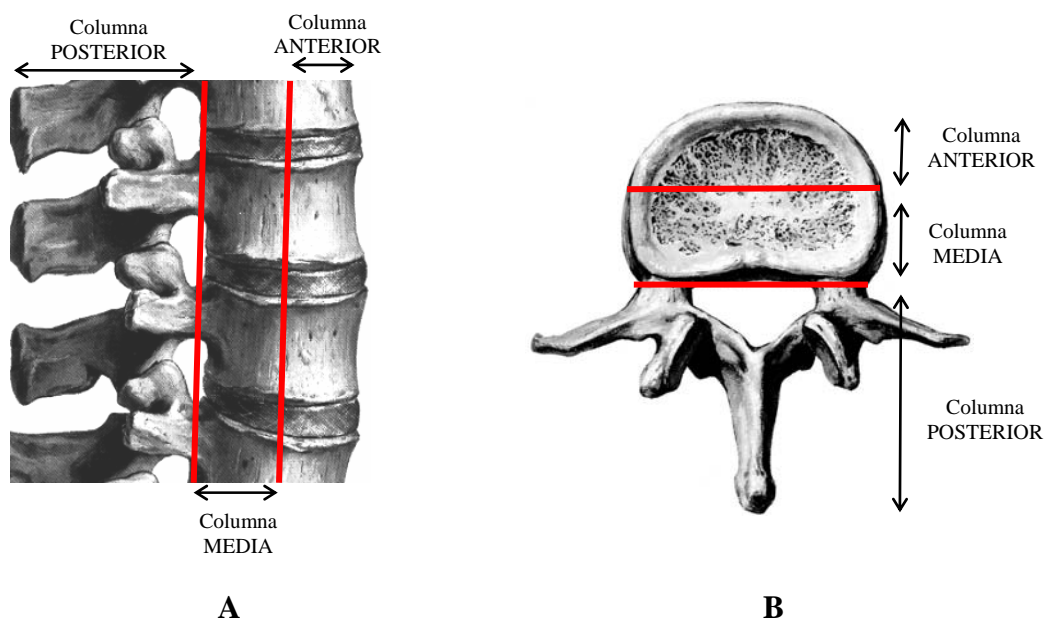
**Tabla 1.1.** Factores indicativos de inestabilidad en las fracturas compresión-estallido según McAfee y cols.<sup>177</sup>

Estos datos apoyan las observaciones previas de Bradford y cols.<sup>30</sup> y Whitesides.<sup>281</sup> McAfee y cols. observan que los pacientes con fractura estallido inestable tratados conservadoramente tienden a desarrollar estenosis de canal postraumática, aumento de la cifosis con dolor mecánico de espalda y aumento del déficit neurológico.<sup>177</sup>

## 1. Introducción

### 1.4.5. Clasificación de Denis<sup>66</sup>

Propone la teoría de las **tres columnas** en el plano sagital y altera la clasificación de Holdsworth<sup>125,126</sup> al incluir las lesiones por flexión-distracción (“*del cinturón de seguridad*”). Divide la columna anterior de Holdsworth en dos partes; la nueva **columna anterior** incluye el LLVCA, la mitad anterior del cuerpo vertebral y disco intervertebral; la **columna media** incluye la mitad posterior del cuerpo vertebral y disco y el LLVCP; la **columna posterior** es el anteriormente descrito como CLP (Figura 1.3). La teoría de las tres columnas demuestra que la inestabilidad se produce solo después de romperse la columna media, añadido a la columna anterior y/o posterior. De tal manera, que una columna media rota asociada a la lesión de la columna anterior y/o posterior la convierte en inestable con riesgo de luxación y paraplejia.



**Figura 1.3.** Columnas según la clasificación de Denis.<sup>66</sup> **A:** imagen sagital. **B:** imagen axial.

Denis propone una clasificación morfológica de la lesión y divide las fracturas tóraco-lumbares en: fractura por compresión (I), **fractura estallido (II)**, fractura por flexión-distracción (III) y fractura-luxación (IV), en función del número de columnas involucradas y modo de fallo de la misma (Tabla 1.2).

Tipo de fractura	Columna		
	Anterior	Media	Posterior
<b>Compresión</b>	Compresión	Nada	Nada o distracción (severa)
<b>Estallido</b>	Compresión	Compresión	Nada
<b>Flexión-distracción</b>	Nada o compresión	Distracción	Distracción
<b>Fractura-luxación</b>	Compresión, rotación o cizallamiento	Distracción, rotación o cizallamiento	Distracción, rotación o cizallamiento

**Tabla 1.2.** Clasificación de las fracturas toraco-lumbares según la teoría de las tres columnas de Denis.<sup>66</sup>

La fractura estallido se define como una lesión producida por una fuerza de compresión axial afectando la columna anterior y media, con retropulsión de un fragmento de hueso en el canal medular y sin afectación de la columna posterior. El fragmento retropulsado es la marca de la fractura estallido y la causa principal del déficit neurológico asociado.<sup>66,67</sup>

Denis subdivide la **fractura estallido (II)** en 5 subtipos:

- **Tipo II-A:** se produce una fractura de los dos platillos vertebrales por un mecanismo de compresión axial pura. Afecta principalmente a la columna lumbar baja y no produce cifosis.
- **Tipo II-B:** el más frecuente. Se produce una fractura del platillo vertebral superior por un mecanismo de compresión axial y flexión.
- **Tipo II-C:** se produce una fractura del platillo vertebral inferior por un mecanismo de compresión axial y flexión.
- **Tipo II-D:** se produce un estallido rotacional por un mecanismo de compresión axial y rotación. Afecta típicamente a la columna lumbar media. Es un subtipo que se infradiagnostica al confundirla con una fractura luxación debido a la alteración rotacional de la columna.
- **Tipo II-E:** se produce un estallido con flexión lateral por un mecanismo de compresión axial y flexión lateral.

## 1. Introducción

---

Los subtipos A, B y C se diagnostican principalmente en la radiología lateral, y los tipos D y E en la radiología antero-posterior. Un aspecto beneficioso de la subdivisión de las fracturas estallido, es que esta centrada en el área de mayor compresión neurológica, indicándonos el lugar preciso para la descompresión de los elementos neurales si fuese necesario. Pero más estudios serán necesarios para determinar la utilidad clínica de la subclasificación de las fracturas estallido (Figura 1.4).<sup>178,234</sup>



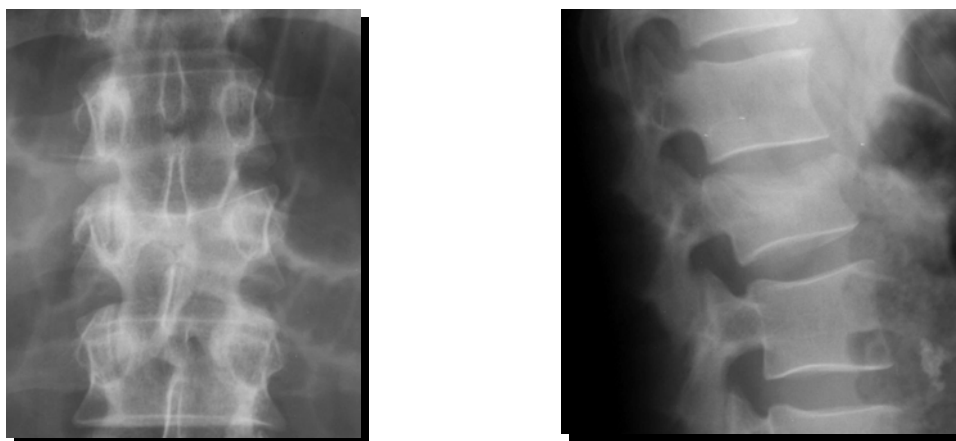
1. Tipo II-A



2. Tipo II-B



3. Tipo II-D



4. Tipo II-E

**Figura 1.4.** Subdivisión de la fractura estallido según la clasificación de Denis.<sup>66</sup> 1: Tipo II-A. 2: Tipo II-B. 3: Tipo II-D. 4: Tipo II-E.

Denis, en su clasificación, divide las lesiones en estables e inestables. Las lesiones **estables** son las producidas por compresión mínima o moderada con una columna posterior intacta. Define tres tipos de **inestabilidad**:

- **Inestabilidad mecánica (de primer grado):** se produce en las fracturas por compresión severa y en las fracturas por flexión distracción.
- **Inestabilidad neurológica (de segundo grado):** se produce en las fracturas estallido con o sin déficit neurológico. Este tipo de fracturas son de riesgo porque:
  - la columna media esta rota por una fuerza de compresión axial.
  - el déficit neurológico se produce inicialmente por el impacto traumático y después por la compresión continua del fragmento de la columna media contra los elementos neurales, cuando este continua obstruyendo el canal.
  - la deambulación precoz favorece la compresión axial a pesar de que el paciente lleve una ortesis de contención (la ortesis protege contra la flexión, extensión, rotación, pero no contra la carga axial).
  - el pequeño aumento de la distancia interpedicular en bipedestación frente al decúbito supino, explica la posibilidad de un déficit neurológico progresivo en el seguimiento de los pacientes tratados de forma ortopédica (6 de los 29 pacientes en la serie, 20'3%).

## 1. Introducción

---

- **Inestabilidad combinada mecánica y neurológica (de tercer grado):** se produce en las fracturas estallido severas con déficit neurológico y en las fracturas luxaciones.

### 1.4.6. Clasificación de McAfee y cols.<sup>178</sup>

Intentan combinar los méritos individuales de la clasificación morfológica de Denis<sup>66</sup> y los aspectos biomecánicos propuestos por White y Panjabi.<sup>280</sup> Formulan una clasificación simplificada de acuerdo con el tipo de fallo de la columna media, usando la interpretación del TAC. Esta clasificación esta formada por seis tipos de lesiones: fractura por compresión-acuñamiento, fractura estallido estable, fractura estallido inestable, fractura tipo Chance, lesión por flexión-distracción y lesión por translación. Las **fracturas estallido estables** son aquellas donde la columna anterior y media fallan por una compresión axial, sin perdida de la integridad de los elementos posteriores. A diferencia de las **fracturas estallido inestables** donde la columna anterior y media fallan por una compresión axial y con una columna posterior rota. La columna posterior puede fallar en compresión, flexión lateral o rotación, con el desarrollo de una cifosis postraumática y síntomas neurológicos progresivos.<sup>30,177</sup> Debido a que la columna anterior y media fallan en compresión, la columna posterior no puede fallar en distracción.

### 1.4.7. Clasificación de Ferguson y Allen<sup>94,95</sup>

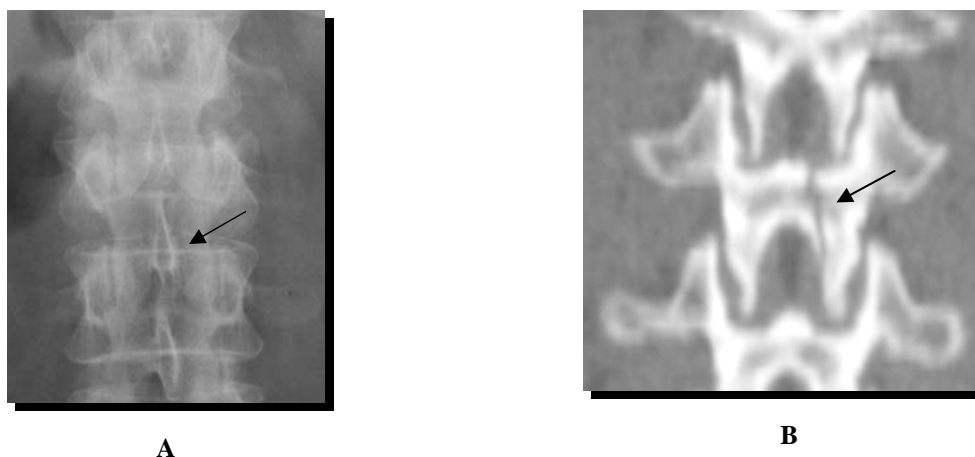
Proponen una clasificación mecanicista, que también esta basada en la teoría de las tres columnas de la inestabilidad vertebral. Este tipo de clasificación es algo compleja para clasificar las fracturas estallido porque tres de las siete categorías incluyen lesiones con patrones de fractura estallido (compresión flexión patrón tipo III, flexión lateral y compresión vertical).

### 1.4.8. Clasificación de Magerl y cols.<sup>173</sup>

Presentan la clasificación comprensiva de las fracturas vertebrales torácicas y lumbares. Esta clasificación se basa en las características pato- morfológicas y mecánicas de la lesión. Permite, a partir del examen de las imágenes radiográficas definir el mecanismo de lesión. Esta clasificación retoma la noción de las dos columnas de Kelly y Whitesides.<sup>139</sup> Enfatiza el análisis detallado de las lesiones osteo-ligamentarias del arco posterior para determinar la inestabilidad. Utiliza el organigrama de la AO para la clasificación de todas las fracturas del esqueleto.<sup>194</sup> Las fracturas se agrupan en tres tipos (A, B y C), dividido

cada uno en tres grupos (.1, .2 y .3) y cada grupo en tres subgrupos (..1, ..2 y ..3). Las lesiones están jerarquizadas según la gravedad de menor a mayor, tanto en los tipos, grupos y subgrupos. Esta clasificación refleja una escala progresiva de daño morfológico, por el cual se determina el grado de inestabilidad y tratamiento a seguir. El **Tipo A** incluye las fracturas por compresión del cuerpo vertebral. El **Tipo B** incluye las lesiones de los elementos anteriores y posteriores con distracción. Y el **Tipo C** incluye las lesiones de los elementos anteriores y posteriores con rotación. Las lesiones **Tipo A** se producen por una compresión axial con o sin flexión, y afectan casi exclusivamente al cuerpo vertebral. La altura del cuerpo vertebral esta disminuída, y el complejo ligamentoso posterior está intacto. Solo se afecta la columna anterior de Kelly y Whitesides.<sup>139</sup> No se producen translaciones en el plano sagital.

La fractura que nos interesa a nosotros sería la clasificada como **A.3.**—fractura estallido o “*burst fracture*”—, donde la continuidad vertical del muro posterior del cuerpo vertebral se pierde, a diferencia de los tipos A.1 y A.2. El cuerpo vertebral esta parcial o totalmente conminuto con extrusión centrífuga de los fragmentos. Los fragmentos de la pared posterior son retropulsados en el canal medular, y son la causa de la lesión neurológica. El complejo ligamentoso posterior (CLP) está intacto. La lesión del arco posterior, si está presente, es siempre una hendidura vertical a través de la lámina o el proceso espinoso (Figura 1.5). La contribución de este tipo de lesión a la inestabilidad vertebral es insignificante. Sin embargo, las fibras de la cola de caballo extruidas a través de un desgarró dural pueden llegar a ser atrapadas en la fractura de la lámina.<sup>37,70</sup>



**Figura 1.5.** Fractura vertical de la lámina señalada con flechas. **A:** radiografía simple antero-posterior. **B:** reconstrucción coronal en el TAC.

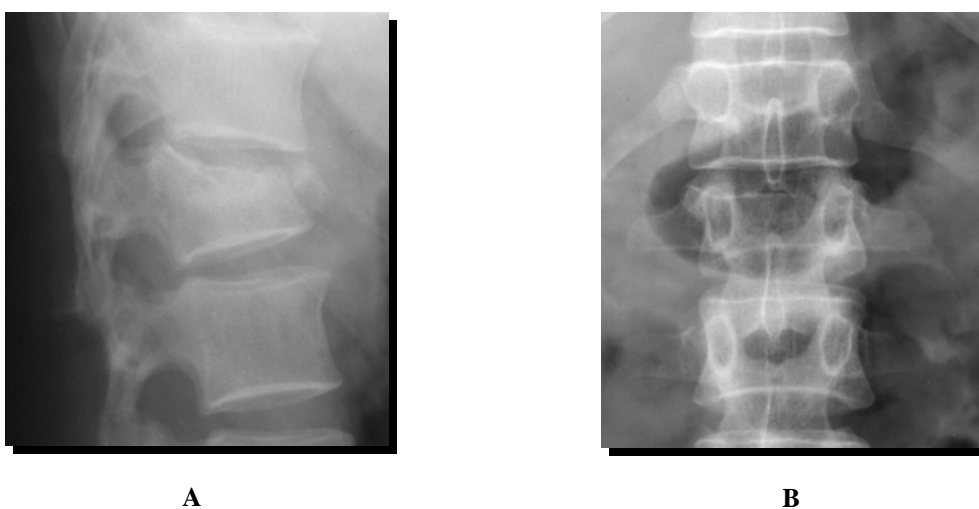
## 1. Introducción

---

Los diferentes grupos y subgrupos se enumeran a continuación:

- A3.1.: fractura estallido incompleta (“*incomplete burst fracture*”)
  - .1: fractura estallido incompleta superior
  - .2: fractura estallido incompleta lateral
  - .3: fractura estallido incompleta inferior
- A3.2.: fractura estallido con hendidura (“*burst-split fracture*”)
  - .1: fractura estallido superior con hendidura
  - .2: fractura estallido lateral con hendidura
  - .3: fractura estallido inferior con hendidura
- A3.3.: fractura estallido completa (“*complete burst fracture*”)
  - .1: fractura estallido completa en pinza o tenaza (“*pincer burst*”)
  - .2: fractura estallido completa en flexión (“*flexion burst*”)
  - .3: fractura estallido completa axial (“*axial burst*”)

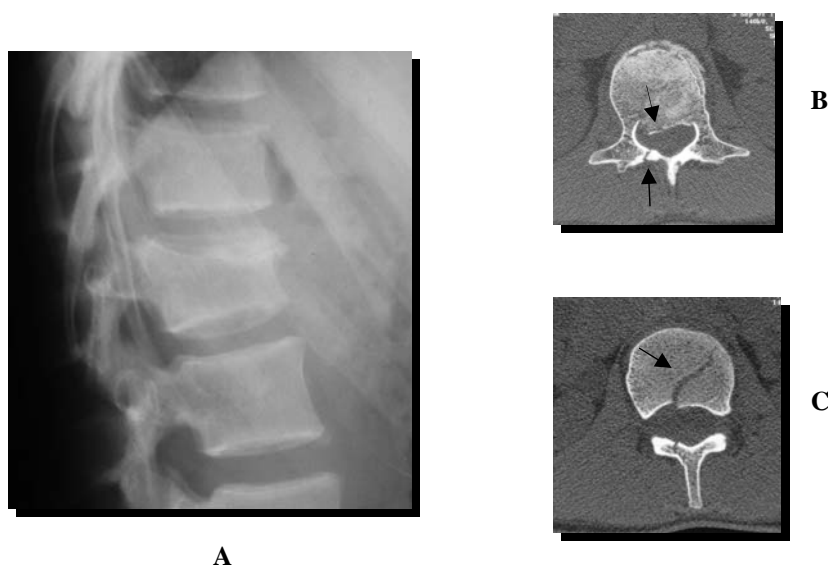
En el grupo **A3.1.** –*fractura estallido incompleta*– la mitad superior o inferior del cuerpo vertebral esta estallido, mientras que la otra mitad permanece intacta (Figura 1.6). La estabilidad de estas lesiones es reducida en flexión-compresión. Los fragmentos de la pared posterior del cuerpo vertebral pueden ser repulsados en el canal medular cuando la lesión se expone a flexión-compresión.<sup>281</sup>



**Figura 1.6.** Fractura estallido tipo A3.1.1. **A:** imagen lateral. **B:** imagen antero-posterior.



En las lesiones **A3.2.** *-fractura estallido con hendidura-* mencionadas por Denis<sup>66</sup> y descrita ampliamente por Lindahl y cols.,<sup>164</sup> la mitad de la vértebra (más frecuentemente la mitad superior) esta estallada, mientras que la otra mitad tiene una fractura hendidura en el plano sagital (Figura 1.7). La lámina o el proceso espinoso tienen una fractura lineal vertical. Las fracturas estallido con hendidura son mas inestables en flexión-compresión, y se acompañan mas frecuentemente de lesión neurológica que las fracturas estallidos incompletas.



**Figura 1.7.** Fractura estallido tipo A3.2.1. **A:** radiografía lateral. **B:** corte axial en el TAC donde se objetiva la fractura de la lámina y la afectación de la columna media (flecha). **C:** corte axial de la mitad inferior de la vértebra fracturada donde se objetiva la hendidura sagital (flecha).

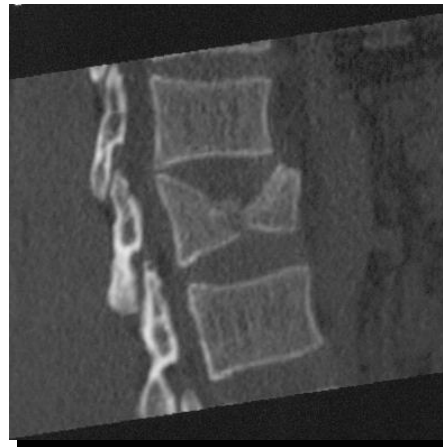
En las **A3.3.** *-fractura estallido completa-* la totalidad del cuerpo vertebral está estallado. Estas fracturas son inestables en flexión-compresión. La flexión y compresión pueden producir una pérdida adicional de la altura vertebral. El canal espinal está normalmente muy estrechado por los fragmentos de la pared posterior, y la frecuencia de lesiones neurológicas es alta. El subgrupo **A3.3.1** *-fractura estallido completa en pinza-* la parte central del cuerpo vertebral esta aplastado y relleno con contenido discal. El fragmento principal esta desplazado anteriormente (Figura 1.8). La resistencia a la flexión-compresión es reducida, y la pseudoartrosis es frecuente que suceda por la interposición discal en el foco de fractura.<sup>132</sup>

## 1. Introducción

---



A



B

**Figura 1.8.** Fractura estallido tipo A3.3.1. **A:** radiografía lateral. **B:** reconstrucción de TAC donde se objetiva el desplazamiento anterior y la introducción del material discal en el interior del cuerpo vertebral.

El **A3.3.2** -*fractura estallido completa en flexión*- el conminuto cuerpo vertebral tiene forma de cuña, produciendo una angulación cifótica de la columna. La lámina o proceso espinoso tienen una fractura lineal vertical (Figura 1.9).



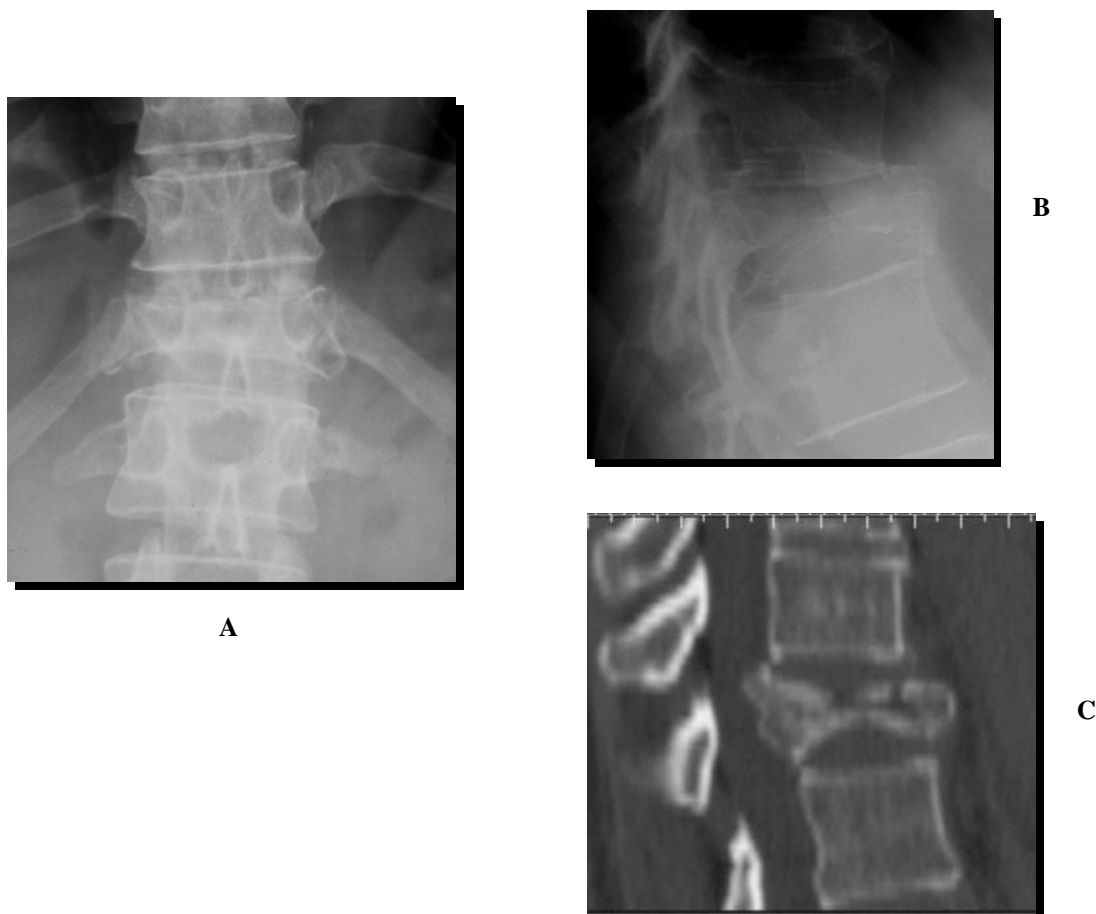
A



B

**Figura 1.9.** Fractura estallido tipo A3.3.2. **A:** radiografía lateral donde se objetiva la fractura completa del cuerpo vertebral y la forma de cuña. **B:** radiografía antero-posterior.

El **A3.3.3** -*fractura estallido completa axial*- la altura del cuerpo vertebral conminuto esta más o menos regularmente reducida (Figura 1.10). La lámina o proceso espinoso también presentan una fractura lineal vertical.



**Figura 1.10.** Fractura estallido tipo A3.3.3. **A:** radiografía antero-posterior donde se objetiva la disminución global de altura del cuerpo vertebral. **B:** radiografía lateral donde se objetiva el aplastamiento completo del cuerpo vertebral. **C:** imagen de TAC en el plano sagital con ocupación del canal medular y aplastamiento completo del cuerpo vertebral

Las clasificaciones de Denis y Magerl son las más utilizadas en la actualidad.<sup>289</sup> La clasificación de Denis<sup>66</sup> ha sido empleada de un modo generalizado en el mundo anglosajón pero en las publicaciones recientes está siendo sustituida por la de Magerl.<sup>173</sup> Muchos cirujanos también utilizan los criterios de McAfee y cols.,<sup>177,178</sup> para subclasificar las fracturas estallido en lesiones estables e inestables (Tabla 1.1).

## 1. Introducción

---

### 1.5. CONCEPTO DE INESTABILIDAD

Una vez clasificada la fractura, la estabilidad de la columna vertebral debe ser valorada.<sup>269</sup> White y Panjabi definen la inestabilidad clínica como “la pérdida de la capacidad de la columna sometida a sollicitaciones fisiológicas, para mantener las relaciones entre las vértebras de manera que no exista lesión inicial ni tardía de la médula espinal ni de las raíces nerviosas y, además, no se desarrolle una deformidad incapacitante ni dolor debido a los cambios estructurales”.<sup>280</sup> Desafortunadamente, la extrapolación práctica de esta definición a las guías clínicas no se ha producido.

La valoración de la estabilidad de las fracturas estallido es controvertida. Diferentes sistemas son propuestos para determinar la estabilidad clínica de la columna, pero todos son complejos para su uso habitual<sup>177</sup>:

- Holdsworth cree que las fracturas estallido son estables porque el complejo ligamentoso posterior esta intacto.<sup>125,126</sup>
- Whitesides<sup>281</sup> y McAfee y cols.<sup>177</sup> describen las fracturas estallido como lesiones inestables como consecuencia de sus complicaciones tardías, describiendo unos factores indicativos de inestabilidad (Tabla 1.1).
- Denis describe la teoría de las tres columnas, según la cual cualquier fractura estallido es inestable, porque por definición están incluidas en la lesión al menos la columna media y anterior. Denis destaca que aunque no exista lesión neurológica, los fragmentos óseos intracanal pueden lesionar las estructuras neurales, como consecuencia de la deformidad cifótica progresiva.<sup>66</sup> Panjabi y cols. presentan un estudio biomecánico sobre fracturas estallido producidas en modelos de columna de cadáver que confirman la asociación de la lesión de la columna media con la inestabilidad mecánica en las fracturas estallido;<sup>208</sup> y también la inestabilidad multidireccional, principalmente en rotación axial.<sup>207</sup>
- McAfee y cols. diferencian las fracturas estallido estables de las inestables, en función de la integridad o no de los elementos posteriores.<sup>178</sup> James y cols. demuestran en laboratorio que, la integridad de la columna posterior proporciona la mayor resistencia a la deformidad cifótica progresiva y la poca estabilidad que proporciona la columna media.<sup>131</sup> Tropiano y cols. demuestran que la inestabilidad ligamentosa posterior se asocia con más dolor y peor resultado funcional.<sup>266</sup> Sin embargo, Chow y cols. sugieren que la lesión de los ligamentos posteriores no tiene un impacto negativo

sobre el resultado final en las fracturas tóraco-lumbares tratadas de forma ortopédica mediante corsé y deambulacion precoz.<sup>49,239</sup>

- Louis define dos tipos de estabilidad de la columna. La estabilidad vertical toma importancia cuando las fuerzas axiales actúan sobre la columna vertebral. La estabilidad horizontal actúa cuando las fuerzas se aplican perpendicularmente a la columna. Al producirse las fracturas estallido por cargas axiales, el modelo de estabilidad vertical se aplica a este tipo de lesiones. El modelo vertical de Louis divide la columna vertebral en tres columnas, diferentes al modelo de Denis. La primera columna esta formada por el LLVCA, LLVCP, cuerpo vertebral y disco intervertebral. Las otras dos columnas están formadas por los elementos posteriores. Los pedículos y láminas forman los estabilizadores transversos. Louis propone un complejo sistema de puntuación basado en este concepto para determinar la inestabilidad clínica en las diferentes lesiones.<sup>168</sup>
- Según Magerl y cols. el término inestabilidad por si mismo es de poca utilidad si no se relaciona con los parámetros que definen la carga mas allá de la cual una estructura física falla, siguiendo la filosofía de White y Panjabi (1990).<sup>280</sup> Establecen una clasificación que refleja una escala progresiva de daño morfológico, según la cual se determina el grado de inestabilidad de la lesión y el tratamiento a seguir.<sup>173</sup>

En la actualidad los factores más aceptados, por los diferentes autores, que nos indican una fractura estallido inestable de la unión toraco-lumbar son: déficit neurológico progresivo, deformidad cifótica progresiva, evidencia radiográfica de lesión de la columna posterior y pérdida de la altura del cuerpo vertebral >50% en asociación con cifosis importante.<sup>269</sup> Se proponen diferentes números absolutos para definir que porcentaje de pérdida de altura del cuerpo vertebral indica la existencia de una fractura estallido inestable. El 50% sea popularizado después de un estudio clínico que sugiere que, pacientes con una pérdida de la altura del cuerpo vertebral igual o mayor al 50% tratados de forma ortopédica, tienden a desarrollar una cifosis progresiva tardía y estenosis del canal medular.<sup>177</sup>

## 1.6. DIAGNÓSTICO

La mayoría de los pacientes que sufren una fractura estallido de la columna toraco-lumbar son pacientes politraumatizados. La evaluación de urgencias de estos pacientes incluye dos aspectos principales, la valoración clínica y radiológica.

## 1. Introducción

---

### 1.6.1. Diagnóstico clínico

Los avances en la atención pre-hospitalaria mejoran los resultados a corto y largo plazo de los pacientes politraumatizados. La evacuación y transporte de los pacientes traumáticos en tablas rígidas de inmovilización en decúbito supino y la aplicación del protocolo de Soporte Vital Traumático Avanzado (SVTA), contribuyen en la mejora de los resultados.

Existe un alto porcentaje de lesiones asociadas a nivel visceral y óseo (66% en Trafton y Boyd;<sup>265</sup> 27% en la serie de Willen y cols.;<sup>284</sup> 60% en Mumford y cols.;<sup>196</sup> 53% en Tasmiroglu y Tibbs;<sup>260</sup> 50% en la serie de Escriba y cols.<sup>87</sup>). En los pacientes en estado de coma, que sufren un accidente de alta energía, siempre hay que sospechar la existencia de una fractura raquídea, y el paciente debe ser tratado de forma adecuada.<sup>253</sup> La exploración de un paciente con sospecha de una fractura raquídea comienza con la inspección visual de la espalda. La inflamación posterior y el hematoma subcutáneo no se observan hasta que la lesión de la columna posterior, si esta presente, afecta a los tejidos blandos de alrededor. El acñamiento anterior significativo del cuerpo vertebral produce un gibus visible clínicamente en la parte dorsal del paciente.<sup>173</sup> El segundo paso es la palpación de la zona en busca de dolor local, aumento de la sensibilidad que nos orientan sobre el nivel de fractura, en la mayoría de los casos.

Dentro de la exploración clínica general, es fundamental el examen neurológico.<sup>18</sup> Debe incluir la valoración de la función de la médula espinal, integridad de las vías nerviosas y los nervios periféricos. La médula espinal termina normalmente en el borde inferior del cuerpo vertebral de L1. Debido a ello, las fracturas de la unión toraco-lumbar se pueden presentar con diferentes cuadros de lesión neurológica, desde lesión de la médula espinal, cono medular, cola de caballo y raíces nerviosas.<sup>126,281</sup> Cuando existe una lesión de la médula espinal, el reflejo bulbo-cavernoso debe ser evaluado para valorar el shock medular. En ausencia de este reflejo, la pérdida de la función motora y sensitiva puede ser transitoria debido al shock medular y puede no necesariamente reflejar una lesión medular completa. La presencia de tono rectal y sensibilidad perineal en un paciente con lesión neurológica es de vital información. Nos indica la integridad de algunas vías nerviosas dentro de la médula espinal, que pasan a través del nivel de lesión, representando una lesión medular incompleta, con mejor pronóstico a largo plazo. Todos los pacientes con lesión medular confirmada deben recibir una dosis alta de metil-prednisolona endovenosa, comenzando con un bolus de 30 mgr/kg durante una hora y continuando una perfusión de

5,4 mgr/kg/hora según el protocolo NASCIS II que demuestra ser beneficioso en la recuperación neurológica.<sup>28</sup> Según el protocolo NASCIS III los pacientes que comienzan con el bolus inicial de metil-prednisolona dentro de las tres primeras horas de la lesión, deben mantener la perfusión durante 24 horas, mientras que en los pacientes donde se inicia después de las tres horas se mantiene durante 48 horas.<sup>29</sup> Recientemente, ciertos investigadores cuestionan la validez de estas investigaciones farmacológicas.<sup>269</sup> La evaluación del grado de lesión neurológica es importante en la valoración inicial del paciente para determinar el tipo de tratamiento y el pronóstico de la lesión, y en el seguimiento para determinar la evolución de la lesión. Existen diferentes sistemas de valoración del grado de lesión neurológica. Frankel y cols. describen una clasificación donde diferencian 5 grados de lesión neurológica (Tabla 1.3).<sup>99</sup> Bradford y McBride modifican la clasificación de Frankel subdividiendo el grado D (actividad motora útil) en 3 subtipos para precisar más el grado de cambio en la evolución neurológica (Tabla 1.4).<sup>31</sup> En último lugar tenemos la Escala de ASIA propuesta por la Asociación Americana de Lesión Espinal (Tabla 1.5), que describe cinco síndromes clínicos: centro medular, Brown-Sequard, cordones anteriores, cono medular y cola de caballo.<sup>85,107</sup> Hay que prestar especial atención cuando comparamos los resultados de la recuperación neurológica en los diferentes estudios, porque no todos utilizan el mismo sistema de graduación, lo que nos pueden llevar a errores en la interpretación de los resultados.

<b>Grado</b>	<b>Estado neurológico</b>
<b>A</b> –completo	No función motora ni sensitiva
<b>B</b> –solo sensitivo	No función motora, preserva la función sensitiva
<b>C</b> –motor no útil	Preserva alguna función motora pero no es útil
<b>D</b> –motor útil	Preserva función motora pero algo débil
<b>E</b> –intacto	Función motora y sensitiva normal

**Tabla 1.3.** Graduación de la lesión neurológica según Frankel y cols.<sup>99</sup>

## 1. Introducción

Grado	Estado neurológico
<b>A</b>	Pérdida completa de la función motora y sensitiva
<b>B</b>	Preserva función sensitiva, con función motora voluntaria ausente
<b>C</b>	Preserva función motora menor que el grado regular (no funcional)
<b>D1</b>	Preserva función motora a menor grado con parálisis vesical e intestinal, con función motora voluntaria normal o reducida
<b>D2</b>	Preserva función motora de grado medio o disfunción neurológica vesical o intestinal
<b>D3</b>	Preserva función motora de grado alto y función voluntaria vesical e intestinal normal
<b>E</b>	Función motora y sensitiva normal

**Tabla 1.4.** Graduación de la lesión neurológica Frankel modificado.<sup>31</sup>

Grado	Estado neurológico
<b>A -completo</b>	No preservación de función motora ni sensitiva en segmentos sacros S4-S5
<b>B –incompleto</b>	Se preserva función sensitiva pero no motora por debajo del nivel neurológico incluyendo los segmentos sacros S4-S5
<b>C –incompleto</b>	Se preserva función motora por debajo del nivel neurológico, y más de la mitad de los músculos por debajo del nivel neurológico tienen un grado muscular menor de 3
<b>D -incompleto</b>	Se preserva función motora por debajo del nivel neurológico, y más de la mitad de los músculos por debajo del nivel neurológico tienen un grado muscular de 3 o mayor
<b>E –normal</b>	Función motora y sensitiva normal

**Tabla 1.5.** Escala de ASIA.<sup>85</sup>



### 1.6.2. Diagnóstico radiológico

El diagnóstico por la imagen es imprescindible en la valoración de los pacientes que presentan una fractura estallido a nivel de raquis tóraco-lumbar, para clasificar la lesión, valorar la inestabilidad vertebral y orientarnos sobre el tratamiento a seguir.

#### 1.6.2.1. Radiología simple

Continúa siendo la prueba diagnóstica de elección en la valoración inicial de todo paciente con sospecha de una lesión raquídea traumática. Toda la columna vertebral debe evaluarse radiológicamente, porque existen lesiones vertebrales múltiples entre un 5 y 20% de los casos.<sup>13,173,263,267</sup> Nos proporciona información sobre el nivel lesional, tipo de fractura y lesiones óseas asociadas.<sup>68,111,274</sup> También es útil en la evaluación evolutiva de la lesión para valorar el resultado del tratamiento efectuado.

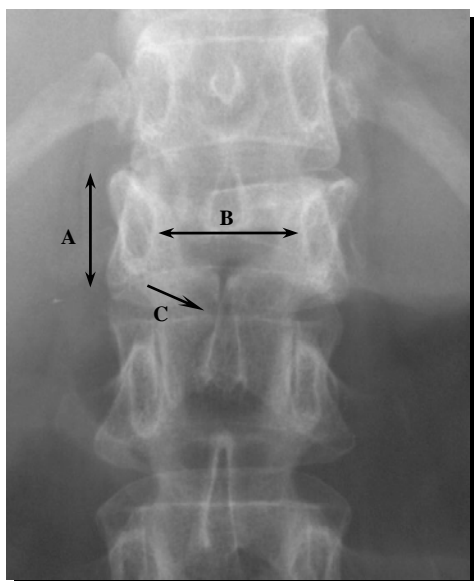
Las dos proyecciones utilizadas son la antero-posterior (**AP**) y el perfil ó lateral (**L**) de la columna vertebral. La proyección **AP** nos permite ver la alineación vertebral en el plano frontal, altura del cuerpo vertebral, distancia interpedicular e interespinosa. También visible en la proyección **AP** es el ensanchamiento de la línea paraespinal en los tejidos blandos de la región torácica o cambios en los contornos de la sombra del psoas en la región lumbar, indicativo de la existencia de un hematoma fracturario. En la proyección **L** se aprecia mejor la alineación sagital y la altura del cuerpo vertebral.<sup>162</sup> La observación en esta proyección de una afectación de la columna media, nos hará sospechar una ocupación del canal neural.

La fractura estallido tiene unas características radiológicas específicas que la definen.<sup>13,173,175</sup> En la proyección **AP** se caracteriza por (Figura 1.11):

- Disminución de la altura del cuerpo vertebral.
- Aumento de la distancia interpedicular.
- Fractura vertical de la lámina y / o proceso espinoso.
- Traslación rotacional sin luxación (tipo II-D<sup>66</sup>).
- Estallido con flexión lateral (tipo II-E<sup>66</sup>).

## 1. Introducción

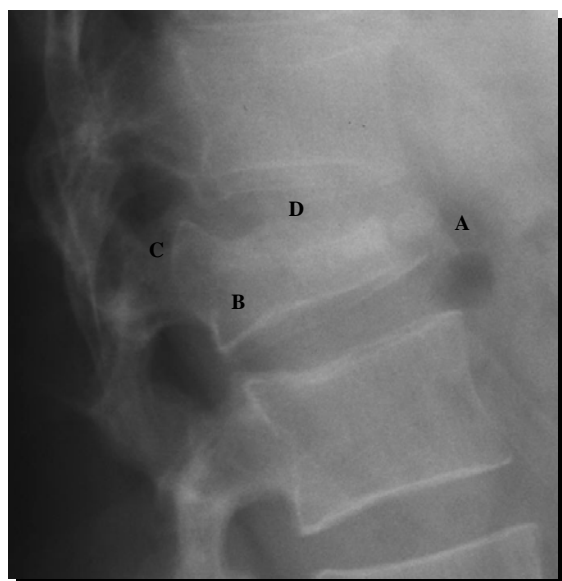
---



**Figura 1.11.** Radiografía antero-posterior. **A:** disminución de la altura del cuerpo vertebral. **B:** aumento de la distancia interpedicular. **C:** fractura vertical de la lámina.

En la proyección **L** se caracteriza por (Figura 1.12):

- Disminución de la altura del cuerpo vertebral, normalmente de la mitad anterior, que produce una deformidad en cifosis.
- Disminución de la altura de la mitad posterior del cuerpo vertebral, no constante en todos los casos.
- Desplazamiento posterior o retropulsión de un fragmento óseo en el interior del canal espinal (normalmente la esquina postero-superior del cuerpo vertebral). Este fragmento está desplazado posteriormente pero no cranealmente y sin rotación significativa sobre el eje transversal.
- Conminución del platillo vertebral superior y / o inferior, según el tipo de estallido.



**Figura 1.12.** Radiografía lateral. **A:** disminución de la altura de la mitad anterior del cuerpo vertebral. **B:** disminución de la altura de la mitad posterior del cuerpo vertebral. **C:** retropulsión del fragmento postero-superior. **D:** conminución del platillo vertebral superior.

Para la evaluación de la lesión de la columna media en la proyección L, Wang y Grattan describen el “signo del arco posterior” y la “línea de desaparición”. Dicen que la medida del tamaño del fragmento intracanal es de mayor importancia que la altura de la pared posterior. En la radiología lateral, es posible detectar el fragmento con una precisión del 95% si las radiografías son de buena calidad y la lesión se localiza por debajo de T11. Demostró una correlación positiva del 78% entre la radiología y el TAC.<sup>274</sup> McGrory y cols. describen el ángulo del cuerpo vertebral posterior (PVBA) para diferenciar las fracturas por compresión de las fracturas por estallido. Dicen que cuando el ángulo formado entre el platillo vertebral superior o inferior con la pared posterior de la misma vértebra es mayor de 100°, es sugestivo de encontrarnos ante una fractura estallido, aunque no evidenciamos lesión de la columna media o fragmentos retropulsados.<sup>185</sup> En contraposición a lo comentado por estos autores, existen otros que sugieren que las radiografías laterales no son suficientes para la valoración del grado de compromiso del canal. Keene dice que las radiografías simples y las tomografías infra-estimaron el compromiso del canal en un 20% o más en 12 de los 22 pacientes evaluados.<sup>138</sup> Ballock y cols. demuestran que cuando sólo se utilizan las radiografías simples, un 25% de las fracturas estallido se diagnostican incorrectamente como fracturas por compresión acuñaamiento.<sup>15</sup> Ramieri y cols. comentan que a pesar de utilizar el índice sagital, el más fiable en predecir la inestabilidad postraumática, existe un error en la evaluación en el 27% de los casos donde sólo se utiliza la radiología simple.<sup>217</sup>

### 1.6.2.2. Tomografía Axial Computerizada (TAC)

Cuando sospechamos la existencia de una fractura estallido el siguiente paso después de la radiología simple es la realización de un TAC, para demostrar la existencia de una afectación de la columna media y un compromiso del canal medular.<sup>32,56</sup> La mayoría de las fracturas estallido se acompañan de cierto grado de ocupación del canal, como resultado de la retropulsión de un fragmento óseo o de fragmentos procedentes del cuerpo vertebral fracturado. Este fragmento retropulsado es la marca-clave de la fractura estallido y la causa principal del déficit neurológico asociado. En la mitad de los casos la ocupación del canal es de un 50% de la sección transversal del canal en el nivel afecto.<sup>66,116</sup> McAfee y cols. recomiendan la realización de un TAC de las fracturas por compresión y acuñaamiento con una pérdida de la altura vertebral mayor del 50%, para hacer el diagnóstico diferencial con las fracturas estallido.<sup>178</sup> Como comentamos previamente, Ballock y cols. demuestran que

## 1. Introducción

---

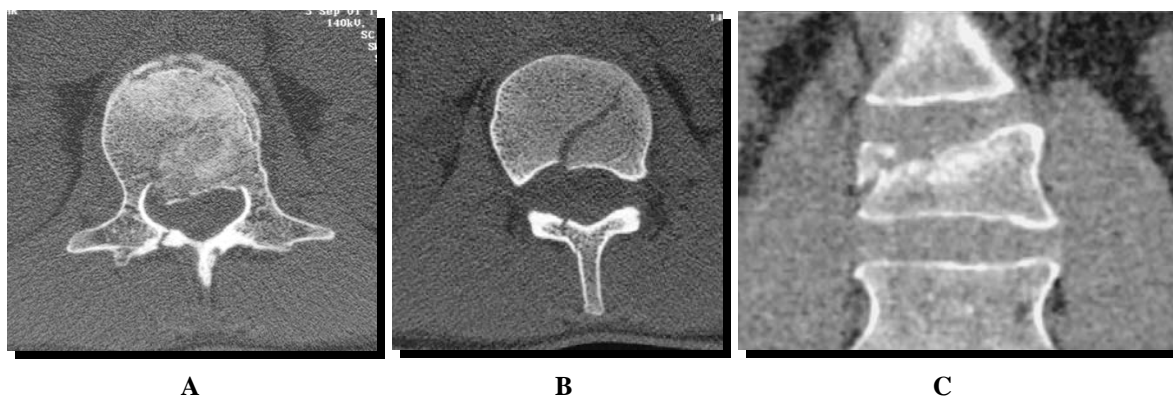
si sólo nos fiamos de la radiología simple en la evaluación de las fracturas estallido la tasa de error diagnóstica es del 25%.<sup>15</sup>

La utilización de cortes finos en el plano axial, reconstrucciones sagitales y coronales son de utilidad para determinar el patrón de fractura, lesión de la columna media y los grados de compromiso del canal. El TAC delimita los fragmentos corticales y esponjosos con un grosor igual o mayor a 0,6 y 1,2 mm respectivamente, dentro del canal medular.<sup>163</sup> El TAC realizado debe incluir la vértebra fracturada, la superior e inferior para demostrar la integridad de las vértebras contiguas y de sus pedículos, que son utilizados para la fijación con tornillos transpediculares.<sup>229,247</sup> El TAC helicoidal permite una reconstrucción tridimensional de la vértebra fracturada, siendo útil en las fracturas más complejas.<sup>114</sup>

En relación a la lesión neurológica, no se establece una relación entre el grado de ocupación del canal observado en el TAC y grado de déficit neurológico. El déficit neurológico esta más relacionado con la cantidad de impacto del fragmento óseo producido contra la médula espinal en el momento de la lesión.<sup>25,60,66,67,153,160,209,219,228,244,285,286</sup> Leferink y cols. (2003) presentan en su serie de 95 pacientes con fractura estallido, 4 casos con un estrechamiento del canal mayor del 66% y sin déficit neurológico.<sup>155</sup> Sin embargo existen otros autores que si demuestran una correlación entre la ocupación del canal medular y la lesión neurológica.<sup>55,98,142,155,190,247,248,268</sup> Vaccaro y cols. demuestran que la forma elíptica que adopta el canal después de la lesión predice la lesión neurológica. Esta forma elíptica se debe en primer lugar al ensanchamiento pedicular que produce un aumento del diámetro transversal. Y en segundo lugar a la disminución del diámetro sagital.<sup>268</sup> Pero el grado / severidad del déficit neurológico no puede ser predecido.<sup>98</sup> Saiffudin y cols. citan que el valor del TAC en relación al déficit neurológico es cuestionable, porque en la práctica el estado neurológico del paciente es determinado por el examen físico previo a la exploración radiológica.<sup>229</sup>

Nykamp y cols. en 1978 son los primeros que describen la lesión estallido en el TAC.<sup>198</sup> Esta prueba complementaria da información adicional de la lesión a través de la fractura, pero esta información tiene poco valor en términos diagnósticos.<sup>229</sup> Este tipo de fractura tiene unas características específicas que la definen, y que complementan a la radiología simple (Figura 1.13):

- el fragmento retropulsado en el interior del canal neural tiene un borde posterior denso y liso y aparece borroso anteriormente.<sup>173</sup>
- hendidura o fractura sagital del cuerpo vertebral, que se extiende desde el canal venoso basi-vertebral al final del platillo vertebral (“*split burst fracture*”).
- fractura de la lámina: se describe en forma de un palo de hockey que se extiende a través de la cortical ventral de la lámina hasta cerca del proceso de la apófisis espinosa.
- los tipos D y E de Denis<sup>66</sup> se ven mejor con el TAC tridimensional: hallazgo típico la subluxación y fractura luxación de las facetas y la fractura de las apófisis transversas nos indica la traslación rotacional o lateral de la lesión.



**Figura 1.13.** Imágenes de TAC. **A:** corte axial con ocupación del canal por un fragmento óseo con un borde posterior denso y una fractura de la lámina. **B:** corte axial con hendidura sagital y fractura de la lámina. **C:** reconstrucción coronal en una fractura tipo E de Denis.<sup>66</sup>

### 1.6.2.3. Resonancia Magnética Nuclear (RMN)

Permite al igual que el TAC una exploración exhaustiva raquídea sin movilizar al paciente. Tiene la ventaja de no emitir radiaciones y permite la visualización de todo el raquis, útil cuando se asocian fracturas a varios niveles.<sup>229</sup> Por contrapartida, la RMN es inferior al TAC en la identificación de las fracturas del arco posterior.<sup>21,264</sup> En la actualidad la RMN se recomienda en pacientes con lesión neurológica, para identificar las lesiones de la médula espinal, cola de caballo, hemorragias, hematomas epidurales.<sup>23,269</sup> En los pacientes sin lesión neurológica no se indica en el momento agudo de la lesión. Pero puede ser útil en la identificación de lesiones ligamentosas que se sospechan pero no se confirman en la radiología simple y TAC.<sup>215,261,275</sup>

## 1. Introducción

La RMN demuestra su utilidad en la valoración de las estructuras ligamentosas como parte de la valoración de la estabilidad de la lesión.<sup>93</sup> El LLVCP normalmente está intacto pero roto a nivel del cuerpo vertebral por una combinación de fragmentos óseos y hematoma.<sup>215</sup> Esta ruptura se manifiesta como una discontinuidad de la raya negra que representa el ligamento en los cortes sagitales (Figura 1.14).<sup>86,115</sup> Su integridad es clave en el tratamiento cuando efectuamos una distracción posterior, para conseguir una descompresión indirecta del canal.<sup>34</sup> Esto contrasta con lo comentado por Fredrickson y cols. que responsabilizan al anulus del efecto de la ligamentotaxis.<sup>101</sup> La ruptura del ligamento interespinoso (LIS) se manifiesta como una hiperseñal en secuencias T2 en los cortes sagitales en la región interespinosa, con o sin aumento de la distancia interespinosa.<sup>140</sup> El disco intervertebral es otra de las estructuras que se puede valorar en la RMN. Según Saifuddin y cols. el disco intervertebral sobre la vértebra fracturada muestra evidencia de lesión en la mayoría de los casos, manifestada como un aumento de la intensidad de la señal en secuencias en T2 o como ruptura del disco en el interior del cuerpo vertebral. El disco inferior a la vértebra fracturada se daña en pocas ocasiones, lo que origina un dolor lumbar residual.<sup>229</sup> En contraposición a lo comentado anteriormente, Oner y cols. demuestra que la mayoría de los discos muestran cambios morfológicos secundarios a la fractura vertebral sin variaciones en la intensidad de la señal.<sup>204</sup>



La RMN también es útil para determinar el pronóstico de recuperación de la lesión neurológica después de una lesión de la médula espinal. Kulkarni y cols. encuentran que pacientes con hemorragias agudas intra-medulares demostradas por una hipo-intensidad anormal en secuencias en T2 tienen un peor pronóstico de recuperación funcional neurológico que aquellos con imágenes normales o imágenes indicativas de edema intra-medular.<sup>152</sup> Otra utilidad es la valoración post-operatoria de la instrumentación al reducirse los artefactos producidos por el metal.<sup>114</sup>

Con suficiente experiencia la RMN tiene el potencial de sustituir al TAC como complemento en la valoración de las fracturas estallido tóraco-lumbares en la mayoría de los casos, porque tiene la habilidad de caracterizar la naturaleza de la lesión vertebral de forma no invasiva. Las futuras clasificaciones utilizarán la RMN, que nos permite valorar los elementos disco-ligamentosos (LLVCP y LIS) de la lesión y también el hueso.<sup>229</sup>

#### **1.6.2.4. Mediciones radiológicas**

En base a estas pruebas de imagen iniciales (radiología simple y TAC) podemos realizar una serie de mediciones radiológicas que utilizaremos en la valoración inicial, así como para valorar los resultados a largo plazo del tratamiento efectuado.<sup>196,282</sup> En la valoración inicial estas mediciones juegan un papel central en la toma de decisiones por parte del ortopedista, sobre el tipo de tratamiento que se realizará.<sup>151</sup>

##### **1.6.2.4.1. Mediciones radiológicas en la radiografía simple**

Existen numerosas fuentes potenciales de variabilidad en las radiografías. Estas fuentes incluyen la calidad de la radiografía, el tipo de fractura, la localización de la fractura y el nivel de la columna vertebral sobre el que está centrada la radiografía en relación con la vértebra fracturada. Destacar que las radiografías son realizadas en decúbito supino y no reflejan los mecanismos de carga en bipedestación de la columna lesionada en comparación con la columna normal. Además, la experiencia del técnico de rayos, la técnica utilizada, el tamaño del chasis radiográfico, la posición y el grado de osteopenia juegan un papel importante en la variabilidad. Por ello mediciones repetidas a doble ciego por un mismo observador (variabilidad intraobservador) o mediciones comparativas entre dos observadores separados (variabilidad interobservador), es seguro que varíen ampliamente.<sup>151</sup> En las mediciones radiológicas antero-posteriores de pacientes que

## 1. Introducción

---

presentan escoliosis,  $5^{\circ}$  -  $7^{\circ}$  es la cantidad aceptada de variabilidad radiológica intra-inter-observador.<sup>166,193</sup> Carman y cols. evalúan radiografías laterales de la columna encontrando que  $11^{\circ}$  representa un verdadero cambio (IC 95% para la medida de diferencias).<sup>40</sup> Por el contrario, Kuklo y cols. demuestran que la calidad de la radiografía y el nivel de la columna vertebral sobre el que esta centrada la radiografía en relación con la vértebra fracturada, no afectan a las mediciones de forma significativa.<sup>151</sup> Willen y cols. obvian estos problemas definiendo el método de las proporciones que permite realizar mediciones radiológicas comparativas al obtener medidas adimensionales.<sup>282</sup> Con este método no influye la posición del paciente con respecto al chasis radiográfico, la distancia focal, la masa corporal del paciente y no son necesarios conocimientos sobre la geometría del aparato de radiología.<sup>196,282</sup> Sistema similar al método de la distorsión compensada utilizado para valorar la movilidad segmentaria lumbar.<sup>103,157,158</sup>

Estas mediciones se pueden realizar de una forma manual mediante la utilización de goniómetros y escalas milimétricas.<sup>151,185,193,196,282</sup> Y en segundo lugar de forma digital o computerizada mediante la utilización de un soporte informático.<sup>46,83,92,103,128,156,157,236,238,278</sup> Las mediciones de forma digital eliminan las fuentes de error intrínseco.<sup>238</sup> Permittiéndonos una mayor rapidez, precisión y evaluación más completa de la columna fracturada.<sup>46</sup> Diversos autores encuentran diferencias en las mediciones radiológicas a favor del método digital.<sup>46,83,92,238</sup> Shea y cols. comparan la variabilidad intra-observador en la medición del ángulo de Cobb. Para el método manual la variabilidad es de  $3,3^{\circ}$  (IC 95%: 4,5 - 2,5). Y para el método digital de  $2,6^{\circ}$  (IC 95%: 3,3 - 2,3). Esta diferencia es estadísticamente significativa a favor del método digital ( $p < 0,001$ ).<sup>238</sup> Isomi y cols. (2000) demuestran un error máximo en medidas repetidas de  $0,76^{\circ}$  con la digitalización de imágenes.<sup>128</sup> Por el contrario, existen otros trabajos donde no se encuentran diferencias entre el método manual y el digital.<sup>206,236</sup>

En la valoración de la deformidad en el plano sagital es necesario tener en cuenta la existencia de unas curvas fisiológicas de la columna vertebral. De tal manera que el mismo valor de cifosis regional en el segmento torácico, tóraco-lumbar y lumbar indican una situación de lesión totalmente distinta si no se considera el nivel vertebral afecto.<sup>93,252</sup> Así una cifosis regional de  $7^{\circ}$  supone, en realidad, una ausencia de deformación regional traumática para una fractura de T10, mientras que representa, para una fractura de L2 una



deformación en flexión del rquis importante e intolerable, de aproximadamente 17°. Al no poder conocer el estado pre-fractura, es necesario aceptar, a pesar de las variaciones individuales de la curvatura del rquis, valores de referencia y tolerar una cierta diferencia en estos valores. Una diferencia de 5° en relación con estos valores parece respetar las variaciones individuales.<sup>117,151</sup>

Para la medición de la cifosis regional se proponen diferentes métodos. Kuklo y cols. demuestran que el ángulo de Cobb medido entre el platillo superior de la vértebra un nivel por encima y el platillo inferior de la vértebra un nivel por debajo a la vértebra fracturada es el que presenta menos variabilidad, mas confianza y exactitud intra-observador (coeficiente de correlación intra-clase  $\rho = 0,83 - 0,94$  y un 93,33% de concordancia de las medidas repetidas con 5° de variabilidad) e inter-observador (coeficiente de exactitud del 0,81, con un rango de 0,71 - 0,93). A pesar de incluir vértebras no lesionadas y un área amplia sobre la que se realizan las mediciones. También ayuda la utilización de platillos vertebrales sanos, que facilita su localización exacta, a diferencia de lo que sucede en la vértebra fracturada.<sup>251</sup> La desventaja es que esta medida refleja no solo la vértebra fracturada sino también la compensación de los discos superiores e inferiores. También observado en la medición realizada entre el platillo inferior de la vértebra un nivel por encima y el platillo superior de la vértebra un nivel por debajo a la vértebra fracturada, con una variabilidad intra-observador (coeficiente de correlación intra-clase  $\rho = 0,65 - 0,89$  y un 89,33% de concordancia de las medidas repetidas con 5° de variabilidad) e inter-observador (coeficiente de exactitud del 0,68, con un rango de 0,60 - 0,77). La medida del ángulo entre el platillo superior y el inferior de la vértebra fracturada presenta una variabilidad intra-observador (coeficiente de correlación intra-clase  $\rho = 0,73 - 0,85$  y un 88% de concordancia de las medidas repetidas con 5° de variabilidad) e inter-observador (coeficiente de exactitud del 0,71, con un rango de 0,68 - 0,75). La medida del ángulo entre la pared posterior de la vértebra superior e inferior a la vértebra fracturada demuestra ser el menos fiable y el que presenta mayor discrepancia intra-observador (coeficiente de correlación intra-clase  $\rho = 0,52 - 0,74$  y un 76% de concordancia de las medidas repetidas con 5° de variabilidad) e inter-observador (coeficiente de exactitud del 0,58, con un rango de 0,57 - 0,59), debido a la dificultad de establecer la localización exacta de la pared posterior.<sup>251</sup>

## 1. Introducción

---

### 1.6.2.4.2. Mediciones radiológicas en el TAC

Todas las mediciones en el TAC se realizan con un programa informático de digitalización.<sup>268,278</sup>). Un problema común en todas las mediciones es el desconocimiento de las dimensiones originales del canal medular de la vértebra fracturada. Para estimar este tamaño en el TAC, se utilizan dos métodos diferentes. El primero es el *método de las proporciones* definido por Willen y cols.<sup>282</sup> Este método estima el valor pre-lesional del segmento lesionado desde una media de un valor similar obtenido en los segmentos adyacentes (vértebra superior e inferior al nivel de la lesión). El segundo es el *método de la reconstrucción* definido por Lindahl y cols.<sup>163</sup> Este método reconstruye el canal original de la vértebra fracturada sobre el TAC inicial.<sup>122</sup> Sjöström y cols. demuestran que el método de la reconstrucción sobreestima de forma sistemática las mediciones radiológicas en un 33% comparado con el método de las proporciones. Concluyen de utilizar este último método siempre que sea posible.<sup>247</sup>

## 1.7. TRATAMIENTO

Las indicaciones del tipo de tratamiento de las fracturas estallido de la columna tóraco-lumbar son actualmente controvertidas y polémicas.<sup>6,65,87,240,269,284</sup> El objetivo del tratamiento es obtener un entorno biológico y biomecánico a través del cual obtengamos una curación ósea y de los tejidos blandos con el fin de obtener una columna estable, sólida y libre de dolor. Los **objetivos primarios** son prevenir y limitar la lesión neurológica así como restaurar la estabilidad de la columna. Los **objetivos secundarios** incluyen la corrección de la deformidad, preservar el mayor número de segmentos móviles posibles, facilitar la movilización precoz, prevenir el dolor y las deformidades residuales.<sup>4,59,165,269</sup>

Los factores más importantes a considerar en la elección del tipo de tratamiento son el estado neurológico, la estabilidad de la columna, el grado de deformidad – ocupación del canal y las lesiones asociadas. Actualmente se acepta que los pacientes con **afectación neurológica** significativa y ciertos pacientes con déficit neurológico progresivo asociado a una ocupación sustancial del canal son indicación de tratamiento quirúrgico.<sup>18,20,80,93,96,130,150,177,226,248,249</sup> La controversia se centra en los pacientes sin afectación neurológica, qué grado de inestabilidad mecánica puede ser subsidiaria de tratamiento conservador.<sup>6</sup> Como se comenta en el apartado “**concepto de inestabilidad**” (1.5) se describen diferentes modelos para definir la estabilidad de la lesión. Holdsworth

piensa que todas las fracturas estallido se deben tratar de forma conservadora al ser una lesión estable.<sup>125</sup> Más tarde, Denis define la teoría de la tres columnas, clasificando las fracturas estallido como una lesión con un alto potencial de lesión neurológica, siendo su tratamiento de elección, quirúrgico.<sup>66</sup> Teoría demostrada en laboratorio por Panjabi y cols.<sup>208</sup> Después, McAfee y cols. diferencian los estallidos estables de los inestables, pudiendo ser su tratamiento conservador o quirúrgico, respectivamente.<sup>178</sup> Magerl y cols. describen una escala progresiva de daño morfológico, según la cual se determina el grado de inestabilidad de la lesión y el tratamiento a seguir.<sup>173</sup> A pesar, de los diferentes sistemas propuestos para valorar la estabilidad clínica de las fracturas estallido, actualmente existen controversias sobre cual es el ideal. El **grado de deformidad** cifótica inicial, así como el porcentaje de compresión anterior también son materia de controversia. Existe un consenso general que la deformidad cifótica progresiva asociada a otros factores (ocupación del canal, déficit neurológico) es una indicación clara de estabilización quirúrgica. El **grado de ocupación** del canal que es considerado significativo de indicación quirúrgica es controvertido. Para prevenir la compresión neurológica subaguda y síntomas tardíos de estenosis, algunos autores recomiendan la cirugía para las fracturas estallido que producen un compromiso del canal significativo sin lesión neurológica.<sup>66,210,211,212</sup> Trafton y Boyd concluyen que las fracturas estallidos de T12 o L1 con una disminución del diámetro medio-sagital del canal neural igual o mayor al 50% tienen un riesgo significativo de afectación neurológica o progresión del déficit; como se demuestran en 5/12 pacientes de su serie.<sup>265</sup> Hashimoto y cols. demuestran que las fracturas del nivel T11 o T12 con un compromiso del canal mayor del 35%, del nivel L1 con más de un 45% y del nivel L2 con más de un 55% tienen un alto riesgo de desarrollar un déficit o deterioro neurológico.<sup>122</sup> Sjöström y cols. observan que todas las fracturas estallido de L1 con una ocupación del canal > 50%, se asocia de forma invariable con una lesión neurológica.<sup>248</sup> La mayoría de estos pacientes son politraumatizados y presentan **lesiones asociadas** a nivel visceral y óseo, que nos pueden condicionar el tipo de tratamiento. No hay que olvidar la posibilidad de fracturas vertebrales múltiples entre un 5 y 20% de los casos.<sup>5,13,32,39,123,137,144,156,173,184,260,263</sup> Por lo tanto, el tratamiento de cada paciente debe ser individualizado, en función de los diferentes parámetros.<sup>89</sup>

Existen dos tipos de tratamiento, el conservador y el quirúrgico, en función de diferentes criterios según los autores. Los avances en las instrumentaciones por vía anterior y

## 1. Introducción

---

posterior, en los últimos años, contribuye a la mejora de los resultados del tratamiento quirúrgico ampliando sus indicaciones en la actualidad.

### 1.7.1. Tratamiento conservador

Existen autores que preconizan el tratamiento conservador como tratamiento de elección en los pacientes que sufren una fractura estallido a nivel del área tóraco-lumbar, presentando buenos resultados en sus series, independientemente del estado neurológico y grado de inestabilidad<sup>38,49,60,64,128,143,150,196,237,239,266,276</sup> Frankel y cols. describen una de las primeras series de pacientes con fractura a nivel del área tóraco-lumbar tratados de forma conservadora. Presentan 205 pacientes con todos los tipos de fracturas a nivel de la unión tóraco-lumbar (3 fracturas estallidos), tratadas mediante reducción postural, reposo en cama y chaqueta plástica. El resultado neurológico del grupo es bueno; el 72% de los pacientes con déficit neurológico incompleto mejoran y solo el 2% sufren deterioro neurológico. Se desarrolla una inestabilidad tardía en 2 de los 205 pacientes de la serie. Estos autores concluyen que la cifosis progresiva es el resultado de la deformidad y la inestabilidad. La deformidad en el plano sagital se correlaciona de forma mas estrecha con el pronóstico.<sup>99</sup>

La principal ventaja del tratamiento conservador es evitar la morbilidad operatoria, incluyendo las infecciones post-operatorias, lesiones neurológicas iatrogénicas, pseudoartrosis, fallos de la instrumentación y complicaciones relacionadas con el proceso anestésico. Las complicaciones más importantes secundarias a este tipo de tratamiento son la aparición de una lesión neurológica no existente de entrada y la cifosis residual sintomática.<sup>68</sup>

Ya Hipócrates en la antigüedad propuso diferentes maniobras de reducción para este tipo de fracturas. Böhler en 1944 sistematizó el sistema de reducción ortopédica de las fracturas tóraco-lumbares y esta técnica con variaciones es la que ha perdurado hasta la actualidad.<sup>24</sup> La necesidad de reducir la fractura en los pacientes que no presentan lesión neurológica es controvertida. Diferentes autores presentan excelentes resultados funcionales con movilización precoz en ausencia de reducción e incluso cuando existe afectación de la columna posterior.<sup>49,239,240</sup>

### **1.7.1.1. Tipos de tratamiento conservador**

Existen dos en función del tipo de fractura, estabilidad, lesiones asociadas, hábito corporal y edad del paciente.

#### **1.7.1.1.1. Tratamiento funcional**

Después de un período variable de reposo en cama (normalmente menos de 1 semana) se inicia la deambulación con un corsé de tres puntos (tipo Jewett ó Málaga) durante un tiempo de 3 – 4 meses desde la lesión. Se indica en pacientes jóvenes y delgados, con fracturas estables sin lesión del arco posterior, con un Índice Sagital (IS) menor de 10°. Este tipo de inmovilización esta contraindicada en pacientes obesos y pacientes politraumatizados.

#### **1.7.1.1.2. Tratamiento con reducción ortopédica e inmovilización con yeso**

Se inicia con un período de reposo en cama (3 – 8 semanas), durante el cual se mantiene la reducción de la fractura mediante la colocación de una almohada en la parte posterior sobre el ápex de la deformidad. Seguido por la deambulación en un yeso bien moldeado tóraco-lumbo-sacro (TLS) colocado según el método de Böhler, en la mesa de Cotrel ó de Risser, durante 3 – 4 meses después de la lesión. En la actualidad se utilizan ortesis de material termoplástico (OTLS), que tienen la ventaja de la mayor ligereza, transpirabilidad y la posibilidad de su retirada temporal, en función del tipo de fractura. Se indica en pacientes jóvenes, con fracturas inestables, con un IS entre 10-15° y una ocupación del canal menor del 50%. Esta contraindicado en pacientes politraumatizados, pacientes con fracturas costales asociadas, edad avanzada y obesos.

Al revisar la bibliografía se observa un amplio rango en relación a la duración del reposo en cama y tiempo de corsé. Esto depende de la severidad de la lesión ósea y ligamentosa, de la lesión neurológica si existe, lesiones asociadas y otros problemas médicos. Nicoll en las fracturas estables –acuñamientos y fracturas sin ruptura del ligamento interespinoso- propone reposo en cama durante 3-4 semanas y deambulación sin corsé.<sup>197</sup> Holdsworth recomienda la inmovilización prolongada para las fracturas inestables durante 8-12 semanas.<sup>126</sup> Weitzman en las fracturas estables –colapso del cuerpo vertebral menor del 50%- aconseja el reposo en cama durante 8 días, seguido de un período de fisioterapia durante 38 días, sin utilización posterior de corsé. Este autor dice que “los malos resultados

## 1. Introducción

---

son proporcionales a la longitud y duración del tratamiento”.<sup>277</sup> Bedbrook considera que la estabilidad clínica se logra tras 6-8 semanas de reposo en cama y reducción postural, tiempo necesario para la formación del callo paravertebral, seguido por la deambulación sin ortesis.<sup>17</sup> Gaines y Humphreys aconsejan entre 4-6 semanas de reposo en cama seguido de la deambulación con ortesis, porque creen que “la estabilidad clínica no solo depende de la anatomía anormal de la fractura sino también de la cantidad de carga que es aplicada”.<sup>104</sup> Krompinger y cols. establecen que si existe un compromiso del canal menor del 50% el paciente permanece en reposo en cama durante 3-4 días seguido por la utilización de un corsé, pero si el compromiso es mayor del 50% el reposo en cama se extiende a 4-6 semanas seguido también por la utilización de un corsé.<sup>150</sup> Willen y cols. utilizan el método de reducción postural, mediante reposo en cama entre 1-12 semanas, seguido de un corsé plástico tóraco-lumbar en extensión durante 3-6 meses.<sup>284</sup> Mumford y cols. en su serie obtienen una media de reposo en cama de 31 días (rango 7-68) y 6 semanas de corsé (rango 2-24). Establecen una correlación inversa entre el tiempo de hospitalización y el tiempo de corsé al alta (más tiempo de hospitalización equivale a menos tiempo de corsé).<sup>196</sup>

Actualmente se acepta de forma general que en los pacientes con un déficit neurológico significativo y, ciertos pacientes con un déficit neurológico progresivo, deben ser tratados de forma quirúrgica. La controversia se centra alrededor de que grado de inestabilidad mecánica puede ser manejada de forma conservadora en los pacientes sin lesión neurológica. El **grado de cifosis** que se considera aceptable para indicar un tratamiento ortopédico es materia de discusión. Krompinger y cols. analizan una serie de 29 pacientes con fracturas estallidos, sin lesión neurológica y cifosis inicial menor de 30° tratados de forma conservadora. Seis de los 29 pacientes tienen una cifosis inicial mayor de 10°. En este subgrupo, la fractura se localiza a nivel de la unión tóraco-lumbar en tres pacientes y la cifosis progresa a 24,6° en la evolución. Del total de la serie hay tres pacientes que presentan un dolor lumbar severo o por la pierna que les impide trabajar. Estos autores consideran los resultados del tratamiento conservador aceptables y recomiendan el tratamiento quirúrgico para los pacientes que presentan fracturas con más de 30° de cifosis inicial.<sup>150</sup> De la misma manera, la relación entre la deformidad cifótica postraumática y el crónico posterior es ambigua. Aunque la mayoría de los facultativos creen que la deformidad cifótica de la unión tóraco-lumbar conduce hacia un mal resultado clínico,

pocos estudios proporcionan una evidencia de que una moderada cifosis se asocia con dolor y discapacidad.<sup>109,186</sup> Por otro lado, numerosos estudios sugieren que no existe una relación directa entre la cifosis y el dolor posterior o la incapacidad funcional<sup>5,6,38,48,49,80,123,146,156,169,195,196,197,276,287</sup> Un segundo punto materia de controversia es **qué grado de ocupación del canal** es considerado significativo de indicación quirúrgica. Como ya se comenta anteriormente, la mayoría de los autores aceptan que una disminución igual o mayor al 50% del diámetro sagital del canal tiene un elevado riesgo de producir déficit neurológico, y en estos casos se indicaría el tratamiento quirúrgico.<sup>122,228,248,265</sup> Algunos autores, a pesar de lo comentado previamente, son partidarios del tratamiento conservador en las fracturas estallidos con inestabilidad mecánica de la unión tóraco-lumbar sin déficit neurológico. Weinstein y cols. en su serie de 42 pacientes, ninguno presenta empeoramiento de su estadio neurológico y el 17% mejora su estadio en la evolución. En el seguimiento, la cifosis es de 26° en flexión y 16° en extensión, el 90% tiene cierto grado de dolor posterior y el 7% necesitan tratamiento quirúrgico tardío para corregir la deformidad o por estenosis de canal postraumática.<sup>276</sup> De la misma institución, Mumford y cols. presentan una serie de 41 pacientes con fracturas estallidos estables e inestables, de un solo nivel, no patológicas, de los cuales solo 1 paciente (2%) requiere tratamiento quirúrgico por desarrollar un déficit neurológico tardío. Tras un seguimiento medio de 24 meses, el 66% presentan un resultado excelente – bueno y el 34% malo. El 15% no vuelven a su trabajo habitual. El porcentaje de colapso vertebral anterior es del 8% y la ocupación del canal mejoro en un 22%. Estos autores creen que no existe correlación entre la severidad radiológica inicial de la lesión con la deformidad residual y los síntomas en el seguimiento.<sup>196</sup> Existen otros trabajos que comparan en la misma serie el tratamiento conservador frente al quirúrgico. Denis y cols. analizan una serie comparativa de 52 fracturas estallido sin clínica neurológica, 39 se tratan de forma conservadora y 13 se estabilizan con barras de Harrington. Se observa un deterioro neurológico tardío en el 18% (7) de los pacientes del grupo tratados de forma conservadora, frente a ninguno del grupo quirúrgico. Estos autores concluyen que los pacientes que son operados tienen mejor resultado con relación a la estabilidad neurológica, cifosis, dolor y reincorporación laboral.<sup>68</sup> Willen y cols. presentan una serie de 50 fracturas estallido inestables de la unión tóraco-lumbar tratadas de forma conservadora o con instrumentación de Harrington. La cifosis inicial es de 19° en ambos grupos. En el seguimiento de 27,4° en el grupo conservador frente a los 17,1° en el grupo

## 1. Introducción

---

quirúrgico. La estancia hospitalaria es de 80 días en el grupo conservador frente a 30 días en el grupo quirúrgico.<sup>282</sup>

En resumen, las fracturas estallido estables sin déficit neurológico, con un compromiso del canal menor del 50% y con menos de 30° de cifosis regional inicial son candidatas a ser tratados de forma conservadora.<sup>287</sup> La progresión de la deformidad o el comienzo de un déficit neurológico, son indicación de un tratamiento quirúrgico; por lo tanto cuando se elige el tratamiento conservador, el paciente debe ser controlado de forma cercana tanto clínica como radiológicamente. El tratamiento conservador de las fracturas estallido inestables tóraco-lumbares sin déficit neurológico es controvertido, y cada caso debe ser evaluado de forma individual en relación a la localización de la fractura, grado de cifosis, grado de ocupación del canal, edad del paciente, estado general, ocupación y estilo de vida, y hábito corporal.<sup>6,234,261,269</sup>

### 1.7.2. Tratamiento quirúrgico

Los **objetivos** del tratamiento quirúrgico de las fracturas estallido del área toraco-lumbar son:

- Liberación neurológica si existe compresión medular o radicular.
- Estabilización raquídea con la finalidad de:
  - Evitar la instauración o progresión de la lesión neurológica.
  - Realinear la columna en el plano frontal en el caso de fracturas tipo II-D y E de Denis.<sup>66</sup>
  - Recuperar la altura del cuerpo vertebral .
  - Restituir la cifosis / lordosis fisiológica.
- Preservar el mayor número de segmentos móviles posibles .
- Conseguir una movilización precoz.
- Prevenir el dolor y las deformidades posteriores.

Cuando se habla de conseguir una estabilización raquídea el objetivo es recuperar “la capacidad de la columna sometida a las sollicitaciones fisiológicas para mantener las relaciones entre las vértebras de manera que no exista lesión inicial ni tardía de la médula



espinal ni de las raíces nerviosas y, además, no se desarrolle una deformidad incapacitante ni dolor debido a los cambios estructurales".<sup>280</sup>

Las ventajas del tratamiento quirúrgico sobre el conservador son la mejor reducción de la fractura, preservación de la función neurológica, mayor rapidez en la movilización de los pacientes, menor incidencia de complicaciones asociadas al reposo prolongado y menores costes médicos debidos a la hospitalización.<sup>94,129,182,245,281</sup> Las indicaciones del tratamiento quirúrgico se basan en criterios empíricos basados principalmente en hallazgos radiológicos, como son la pérdida de altura del cuerpo vertebral, cifosis regional, porcentaje de compromiso del canal, independientemente del estado neurológico del paciente. Actualmente, la indicación absoluta de tratamiento quirúrgico es aceptada cuando existe una afectación neurológica significativa o un déficit neurológico progresivo.<sup>18,22,65,80,130,150,177,182,191,249,281</sup>

Al revisar la bibliografía se observa una gran variedad de criterios de indicación quirúrgica. Para McAfee y cols. una pérdida de la altura del cuerpo vertebral mayor del 50% y una cifosis mayor o igual a 20° en presencia de déficit neurológico.<sup>177</sup> Para Denis todas las fracturas inestables tipo II con una obstrucción severa del canal neural.<sup>68</sup> Dewald incluye todas las fracturas estallido, indicando la descompresión anterior si el diámetro del canal es menor de 10 mm.<sup>71</sup> Para Jacobs y Casey cualquier fractura que produzca un déficit neurológico, con evidencia de ruptura del LLVCP, pérdida de la altura del cuerpo vertebral de un 40%.<sup>130</sup> Para Kostuik la existencia de una retropulsión significativa.<sup>145</sup> Para Willen y cols. la existencia de un compromiso del canal de un 50% o una compresión de la columna anterior de un 50%.<sup>282</sup> Para Bohlman una pérdida de la altura del cuerpo vertebral de un 40%.<sup>26</sup> Para Dunn la existencia de un compromiso del canal igual o mayor al 50%.<sup>82</sup> Para Ferguson y Allen la existencia de una fractura estallido con fallo de la columna media.<sup>95</sup> Para Krompinger y cols. la existencia de un compromiso neurológico (excluyendo déficits sensitivos que afecten a una única raíz o pérdida de un punto de poder motor), compromiso de canal mayor del 50% y cifosis mayor de 30°. <sup>150</sup> Para Roy-Camille y cols. cualquier déficit neurológico, colapso del cuerpo vertebral mayor de un tercio que produzca una compresión del saco dural por un fragmento óseo.<sup>226</sup> Para Farcy y cols. un índice sagital mayor de 15° o cualquier déficit neurológico incompleto es un criterio separado y suficiente de indicación quirúrgica.<sup>93</sup> Para Willen y cols. las fracturas tipo II-B, D y E de

## 1. Introducción

---

Denis con compresión de la columna anterior mayor del 50% y ocupación del canal mayor del 50%.<sup>284</sup> Para Stephens y cols. una cifosis regional igual o mayor de 20°, un 50% de compromiso del canal, déficit neurológico y pérdida de altura vertebral anterior del 50%.<sup>257</sup> Para Benson y cols. una angulación en el plano sagital > 20°, pérdida de la altura del cuerpo vertebral > 50% y compromiso del canal > 50%.<sup>22</sup> Para Domenicucci y cols. un índice sagital > 20°, una cifosis vertebral > 25-30°, un compromiso del canal vertebral > 30% y una afectación de las tres columnas de Denis.<sup>80</sup> Para Argenson y Lassale una angulación regional traumática mayor de 15° en ausencia de lesión neurológica.<sup>12</sup> Para Sjöström y cols. la existencia de un déficit neurológico, pérdida de la AVA > 50% o cifosis regional >20°. <sup>248</sup> Para Escriba y cols. una pérdida de altura del cuerpo vertebral mayor del 40% e índice sagital mayor de 15°. <sup>87</sup> Para Alanay y cols. una pérdida de la altura del cuerpo vertebral mayor del 45 – 50% y un índice sagital mayor de 15° - 17°. <sup>8</sup> Para Cho y cols. los pacientes con déficit neurológico, una cifosis regional >20°, una altura del cuerpo vertebral < del 50% y un compromiso del canal >50%. <sup>48</sup>

Actualmente los criterios de indicación quirúrgica más aceptados por los diferentes autores son: existencia de un déficit neurológico, pérdida de la altura del cuerpo vertebral mayor del 50%, deformidad cifótica progresiva y evidencia radiográfica de lesión de la columna posterior. <sup>269</sup>

Diferentes tipos de instrumentaciones son utilizadas para el tratamiento quirúrgico de la fractura estallido a lo largo de los años.

### 1.7.2.1. Instrumentaciones con distracción posterior

Este tipo de instrumentación, basada en la integridad del LLVCA (que evita la sobre distracción) y LLVCP, permite restaurar la altura del cuerpo vertebral mediante distracción por la tensión de los ligamentos íntegros. <sup>36,120,141,161,293</sup> También permite una reducción de los fragmentos intracanal por ligamentotaxis. Este tipo de reducción se creía que se producía cuando el LLVCP estaba intacto y se tensaba durante la distracción empujando anteriormente los fragmentos retropulsados, fuera del canal. <sup>34</sup> Sin embargo Fredrickson y cols. demuestran que es la unión de las fibras posteriores del anulus a los fragmentos retropulsados y no el LLVCP las responsables de la reducción por ligamentotaxis. <sup>101</sup> Willen y cols. muestran que las descompresiones indirectas del canal con este tipo de

instrumentación aumentan la superficie del canal libre de un 58,7% pre-operatoriamente a un 73,6% post-operatoriamente cuando la operación se realiza en los tres primeros días de la lesión. Cuando la operación se retrasa más de tres días, se observa poco cambio en la superficie libre del canal (de un 66% a un 71%).<sup>282</sup> Esto indica que cuando la fractura empieza a consolidar, la reducción indirecta es menos eficaz.<sup>20,43,95,249,282</sup> Datos que contrastan con los observados por Wessberg y cols. donde no observan diferencias entre los pacientes operados dentro de los tres primeros días o más tarde (0,65 cm<sup>2</sup> de mejoría en la superficie libre del canal frente a 0,53 cm<sup>2</sup>, respectivamente).<sup>278</sup>

#### 1.7.2.1.1. Instrumentación con barras de Harrington

Harrington en 1958 trata a un paciente con una fractura luxación de la columna vertebral con una instrumentación diseñada inicialmente para el tratamiento de las escoliosis.<sup>69,119,129,221,233</sup> Desde entonces las instrumentaciones con distracción posterior con barras de Harrington y otros tipos de sistemas de barras-ganchos son estandarizados para el tratamiento de las fracturas estallido. Esta instrumentación presenta una serie de inconvenientes:

- es una instrumentación larga, como mínimo se necesitan 4 - 5 niveles.
- necesita una columna posterior íntegra por el riesgo de distracción excesiva.
- sólo permite el anclaje a dos niveles, siendo relativamente frecuentes los desanclajes.
- es frecuente la pérdida de corrección con el paso del tiempo.
- precisa de inmovilización postoperatoria.

Al ser una instrumentación larga se deben fusionar como mínimo dos niveles por encima y dos por debajo del nivel lesional. Purcell y cols. en un estudio biomecánico concluyen que el montaje más estable incluye tres vértebras por encima y dos por debajo del nivel afecto. Este nivel adicional superior aumenta el momento de fallo en un 65% comparado con los montajes de dos vértebras arriba y dos abajo.<sup>216</sup> Las barras largas en este tipo de montajes son necesarias, porque el aumento de la distancia desde el lugar de la fractura disminuye la fuerza en los ganchos, reduciendo el riesgo de extrusión o desmontaje de los ganchos.<sup>148</sup>

#### 1.7.2.1.2. Instrumentación con barras de Harrington y fusiones cortas

En estos montajes tres niveles por encima y tres por debajo del nivel lesionado se inmovilizan con barras de Harrington pero sólo un nivel por encima y otro por debajo de la

## 1. Introducción

---

lesión son artrodesados.<sup>7,255</sup> Las barras se retiran a los 12 – 24 meses de la operación con la idea de que los segmentos no artrodesados, pero inmovilizados permanecen móviles y libres de dolor. Sin embargo, el examen de las articulaciones facetarias inmovilizadas pero no artrodesadas demuestran cambios degenerativos que provocan dolor crónico y una fusión espontánea de las mismas.<sup>134</sup> También se observa una cifosis progresiva tras la retirada del material.<sup>45</sup>

### 1.7.2.1.3. Instrumentación con barras de Harrington y alambres sublaminares

Esta asociación aumenta la estabilidad de las barras de Harrington.<sup>53,97,179</sup> Sullivan recomienda artrodesar tres niveles por encima y dos por debajo del nivel de fractura.<sup>258</sup> Los alambres sublaminares se pasan dos niveles por debajo del gancho superior y un nivel por encima del gancho inferior. Esta instrumentación tiene una serie de ventajas respecto a las previas:

- se logra una estabilización segmentaria.
- el contorneado de las barras permite mantener las curvas fisiológicas.
- se evita en ocasiones la inmovilización postoperatoria.

Pero también presenta una serie de inconvenientes:

- es una fijación larga.
- no permite la reducción por distracción.
- difícil de reducir las fracturas estallido.
- riesgo de lesión de los elementos neurales.
- no consigue controlar la carga axial.

### 1.7.2.1.4. Instrumentación con barras de Harrington y manguitos de polietileno de alta densidad

La colocación de estos manguitos sobre las barras aumenta la estabilidad. Edwards y Levine dicen que las construcciones con barras-manguitos corrigen la cifosis postraumática al producir un momento de extensión directamente opuesto al momento de flexión que causa la deformidad.<sup>84</sup> Si los elementos posteriores no están afectados, un simple manguito se coloca a cada lado de la apófisis espinosa directamente y posterior sobre la vértebra fracturada. Pero si los elementos posteriores están rotos se colocan dos pares de manguitos uno superior y otro inferior a la vértebra fracturada, esto se llama construcción en puente.

Esta construcción proporciona una fijación en tres puntos y permite a la construcción almacenar la energía elástica.<sup>84,227</sup> En su serie la cifosis se reduce de 14° preoperatoriamente a 0° postoperatoriamente, la altura vertebral aumenta de un 68% a un 96%. También se observa un aumento de la superficie de canal libre de un 55% a un 87% en los pacientes operados en los tres primeros días.

### 1.7.2.2. Fijación con tornillos transpediculares

Introducidos por Roy-Camille y cols. en 1961.<sup>223,225</sup> Los pedículos constituyen la porción más resistente de la vértebra y son los responsables de la transmisión de todas las fuerzas desde los elementos posteriores al cuerpo vertebral. El pedículo soporta fuerzas de tensión rotacional, flexión lateral y extensión de la columna.<sup>105</sup> Se convierte así en la estructura ideal a la que acoplar una instrumentación posterior. Las cuatro vértebras de la unión toraco-lumbar (T11-L2) tienen en la mayoría de los casos pedículos bien desarrollados. Su calibre medio es superior a 5-6 mm, lo cual permite la introducción de tornillos pediculares en casi todos los casos, y obtener una gran estabilidad en los montajes.

Existen unas contraindicaciones para la utilización de los tornillos transpediculares que son una osteopenia severa,<sup>22</sup> el tamaño inadecuado del pedículo, los pedículos mal formados congénitamente, la alergia al metal y presencia de una infección activa. Se considera una contraindicación relativa el caso de un pedículo fracturado con una pobre capacidad mecánica.<sup>187</sup>

Roy-Camille y Demeulenaere diseñan un sistema donde los tornillos transpediculares y placas premoldeadas son colocados en la totalidad de la columna tóraco-lumbar.<sup>223</sup> Sin embargo, esta construcción es semirígida, existiendo movilidad en la unión de los tornillos con la placa. Esta movilidad hace necesario la instrumentación de dos niveles por encima y dos por debajo de la vértebra fracturada, y usar una ortesis en hiperextensión para conseguir la estabilidad.<sup>63</sup>

#### 1.7.2.2.1. Tornillos transpediculares asociados a placas de compresión dinámica

Sasso y cols. tratan 7 pacientes con fractura estallido lumbar mediante tornillos transpediculares y placas DCP.<sup>232</sup> La instrumentación se extiende dos vértebras por encima y dos por debajo de la vértebra fracturada. En ningún paciente se coloca una ortesis o yeso

## 1. Introducción

---

de forma post-operatoria. La cifosis traumática se corrige operatoriamente, pero en los siguientes 3 meses esta se pierde, a pesar de obtenerse una fusión de los niveles fijados. Los autores concluyen que la recurrencia de la deformidad se debe a que la construcción placa-tornillos actúa como una banda de tensión, y la distribución de las cargas por la columna vertebral es necesaria. En el caso especial de las fracturas estallido la capacidad de los cuerpos vertebrales de distribuir las cargas es perjudicial y la inmovilización en un yeso u ortesis en hiperextensión se hace necesario.

### 1.7.2.2.2. Tornillos transpediculares asociados a placas especiales

Instrumentación diseñada por Steffee y cols.<sup>256</sup> y Luque y Rapp.<sup>171</sup> La ventaja de este sistema es que se consigue una fijación relativamente rígida con la instrumentación de solo dos segmentos móviles, una vértebra por encima y otra por debajo de la fracturada.<sup>279</sup> La desventaja es que las placas deben ser moldeadas antes de su inserción y por lo tanto una buena reducción es necesaria antes de la instrumentación. El implante por si mismo no puede ser usado para lograr reducir la deformidad cifótica o descomprimir los fragmentos intracanal.<sup>188</sup> Estos sistemas son más útiles para fijaciones in situ de fracturas lumbares después de descompresiones posteriores.

### 1.7.2.2.3. Fijador externo de columna

Introducido por Magerl en 1977 para tratar fracturas torácicas bajas y estallidos lumbares.<sup>172</sup> La ventaja de este sistema es que el implante se utiliza para reducir la deformidad y mantener la reducción mediante la instrumentación de solo dos segmentos móviles. En la instrumentación se utilizan pines transpediculares de Schanz en la vértebra superior e inferior a la fracturada, conectados a un fijador externo. El marco externo permite aproximar la porción posterior de los tornillos, restaurando la lordosis normal. La porción media de los pines se distrae, restaurando la altura del cuerpo vertebral y descomprimiendo el canal vertebral por ligamentotaxis.<sup>172</sup> Desafortunadamente, la naturaleza externa del sistema provoca situaciones molestas tanto físicas como psicológicas y por ello se ha dejado de utilizar.

### 1.7.2.2.4. Fijador interno de columna

Las desventajas del fijador externo permiten el desarrollo del fijador interno de columna utilizado por Dick desde finales de 1982.<sup>74,75</sup> Este sistema tiene las ventajas del fijador

externo pero sin las desventajas del marco externo. La construcción consiste en pines transpediculares de Schanz conectados por un doble sistema interno de barras. Presenta una serie de ventajas que son:

- montaje segmentario corto, normalmente un nivel por encima y otro por debajo de la vértebra fracturada.
- estable “por si mismo” en todos los planos.
- corrección de la cifosis postraumática mediante compresión posterior de los pines.
- permite restaurar la altura del cuerpo vertebral y reducción de los fragmentos intracanal mediante distracción posterior longitudinal en las barras roscadas.
- no precisa de la integridad de los elementos posteriores (CLP) para su utilización.

La fijación de solo dos segmentos móviles hace que sea la instrumentación ideal para el tratamiento de las fracturas estallido del área tóraco-lumbar, en las cuales la preservación de segmentos móviles es deseable.<sup>75</sup> Aebi y cols. presentan una serie donde la cifosis se corrige de 15,8° pre-operatoriamente a 3,5° post-operatoriamente.<sup>3</sup> En la serie de Lindsey y Dick la corrección es similar, pero existe una recidiva de la deformidad cifótica a los dos años del seguimiento. Esto es atribuido al colapso del espacio discal superior después de la retirada de la instrumentación. En muchos de estos pacientes no se realiza artrodesis, y los autores concluyen que la artrodesis es beneficiosa para prevenir el aumento de la cifosis de forma posterior.<sup>165</sup> Datos que coinciden con los observados por Crawford y Askin.<sup>52</sup>

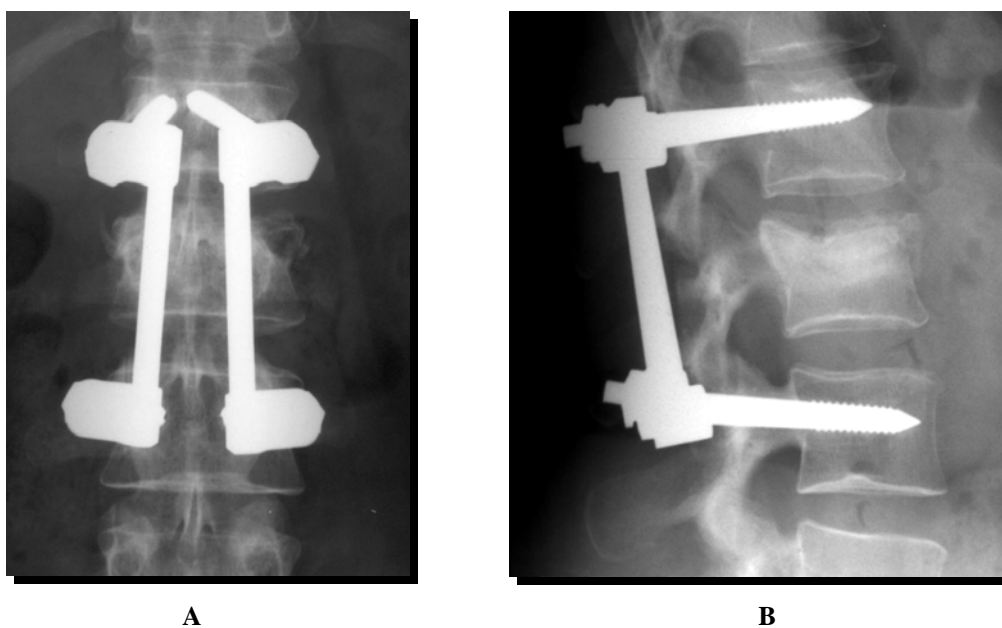
#### 1.7.2.2.5. Montajes cortos sin instrumentación de la vértebra fracturada

Siguen la misma filosofía y tienen las mismas ventajas que el fijador interno, pero utilizan tornillos transpediculares en lugar de pines de Schanz (Figura 1.15). En la actualidad es el sistema más utilizado por la mayoría de los cirujanos.<sup>8,43,48,53,73,149,167,191,194,195,200,201,203,210,</sup>

<sup>211,212,231,235,247,248,292</sup> Sin embargo, este tipo de montajes cortos con fusión segmentaria posterior y sin instrumentación de la vértebra fracturada se asocia con una alta tasa de fallos del material, en forma de ruptura o inclinación de los tornillos, y pérdida tardía de la corrección en el plano sagital.<sup>2,9,10,22,39,47, 59,91,118,149,159,181,186,195,213,232,250,257,262</sup>

## 1. Introducción

---



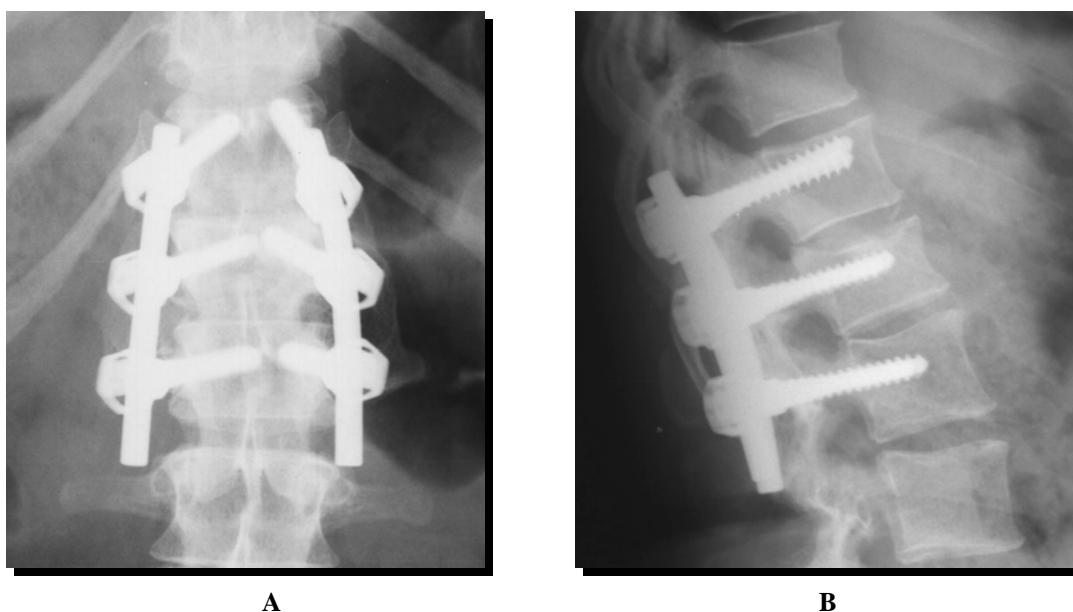
**Figura 1.15.** Fractura estallido de L2 tratada mediante montaje posterior corto sin instrumentación de la vértebra fracturada. **A:** imagen antero-posterior. **B:** imagen lateral.

### 1.7.2.2.6. Montajes cortos con instrumentación de la vértebra fracturada

Para evitar los problemas mencionados previamente, en la actualidad, la técnica operatoria más generalizada y utilizada, preconiza la inclusión en el montaje de la vértebra fracturada junto a las inmediatas superior e inferior, artrodesando al menos el nivel superior (Figura 1.16). De este modo se neutralizan únicamente dos segmentos funcionales.<sup>51,87,187,218,240</sup> Esses y cols. comentan por primera vez la utilidad del tornillo intermedio cuando se piensa que es útil una fijación adicional, como en los casos de huesos osteoporóticos.<sup>90</sup> El tornillo intermedio, en la vértebra fracturada, funciona como un punto de empuje con un vector anterior, creando una fuerza lordótica que corrige la cifosis traumática. Proporciona una buena fijación de tres puntos y disminuye el efecto palanca que tiende a causar la cifosis posterior de la unión.<sup>187</sup> Los estudios biomecánicos con instrumentación de la vértebra fracturada demuestran un aumento de la rigidez del montaje en test de carga axial, flexión y torsión.<sup>76</sup> En determinadas ocasiones de mayor inestabilidad fracturaria rotacional se pueden asociar ganchos laminares o sistemas de conexión entre las barras basados en los DTT (“*Transverse Traction Device*”) de Cotrel-Dubousset, que aumentan de forma considerable la estabilidad del sistema. Esta asociación permite obtener resultados comparables a series con instrumentaciones largas y otros métodos de fijación más



agresivos.<sup>12,39,47,51,75,88,90,137,187,218,291</sup> Escriba y cols. presentan su serie de 22 casos de fracturas estallido del área toraco-lumbar sin afectación neurológica. Realizan una fijación posterior corta con inclusión en el montaje de la vértebra fracturada, artrodesis postero-lateral y DTT. No presentaron ninguna ruptura del material, las deformidades se mantuvieron con muy pocas pérdidas (índice sagital 3,6° y porcentaje de compresión vertebral anterior del 13%) y buenos resultados clínicos en la evolución.<sup>87</sup> Los resultados aceptables que se obtienen con estas instrumentaciones son debidos a la reducción anatómica de la lesión,<sup>218</sup> la artrodesis sistemática de los segmentos instrumentados,<sup>88,89</sup> la osteosíntesis de la vértebra fracturada<sup>187</sup> y la asociación de ganchos en casos muy seleccionados.<sup>47,291</sup>



**Figura 1.16.** Fractura estallido de L1 tratada mediante montaje posterior corto con instrumentación de la vértebra fracturada. **A:** imagen antero-posterior. **B:** imagen lateral.

### 1.7.2.3. Instrumentaciones anteriores

Muchos autores destacan las virtudes de la descompresión y fijación anterior, a través de la cual se consiguen la mayoría de los objetivos enumerados al principio del apartado del tratamiento quirúrgico.<sup>1,27,113,118,135,136,176,180,183,192,202,213,235,240,243,288</sup> Afirman que los elementos neurales son comprimidos anteriormente por los fragmentos retropulsados y por lo tanto la descompresión es más efectiva si se efectúa por un abordaje anterior. Al realizar la descompresión bajo visión directa, la posibilidad de lesionar la médula espinal o cola de caballo es menor. Sólo se necesitan artrodesar dos segmentos móviles porque las fusiones

## 1. Introducción

---

anteriores se realizan bajo compresión, siendo suficientemente estable el montaje obtenido. Es un método alternativo preferible a las fusiones posteriores cortas obteniendo una gran estabilidad bajo las mayores condiciones de carga.<sup>243</sup> Las desventajas de la fusión anterior son la posibilidad de lesionar los grandes vasos o el aporte vascular de la médula espinal, el mayor tiempo operatorio, la mayor pérdida hemática y la menor experiencia de los cirujanos de columna con esta vía de abordaje.<sup>14</sup> Los huesos osteoporóticos son una contraindicación para estas fusiones por el riesgo de desanclaje de la instrumentación. Las instrumentaciones existentes actualmente no son lo suficientemente rígidas para fijar las fracturas estallido con una lesión severa de la columna posterior.<sup>16,135</sup> La descompresión anterior y artrodesis sin instrumentación tiene una alta tasa de pseudoartrosis y aumento progresivo de la cifosis.<sup>174</sup>

Existen diferentes tipos de instrumentación por vía anterior:

### 1.7.2.3.1. Slot-Zielke

Esta instrumentación a demostrado no ser útil para la fijación de las fracturas estallido. Been en su serie de 29 pacientes, observa en la evolución que el 41% de los pacientes presenta una pérdida de la reducción de más de 5°, y sugiere la asociación de una instrumentación vía posterior.<sup>19</sup>

### 1.7.2.3.2. Kostuik-Harrington

Esta instrumentación proporciona más estabilidad que los sistemas con una barra, pero no es tan estable en flexión como las instrumentaciones actuales.<sup>145</sup>

### 1.7.2.3.3. Syracuse I plate

Esta placa en I es una modificación de las placas de compresión dinámica de la AO-ASIF, realizada por Bayley y cols.<sup>16</sup> Estos autores creen que para tratar las fracturas estallido estables es suficiente con esta placa vía anterior, pero cuando tratamos estallidos inestables se debe asociar una instrumentación posterior. El principal problema de esta placa es el colapso del injerto con la pérdida de los tornillos de la placa.

### 1.7.2.3.4. Dunn III

Consiste en dos clamps largos unidos a los cuerpos vertebrales superior e inferior a la vértebra fracturada, conectados de forma secundaria con barras. Los resultados con este

tipo de instrumentación son buenos y los estudios biomecánicos muestran que es tan estable como las barras de Harrington en flexión, extensión e inclinación lateral, y más estableces en rotación.<sup>81,82</sup> Sin embargo esta instrumentación se ha dejado de comercializar por la alta tasa de lesión de los grandes vasos que produce.<sup>35</sup>

#### 1.7.2.3.5. Kaneda

Diseñada por Kaneda y cols. a partir de 1980.<sup>135</sup> Esta instrumentación es biomecánicamente similar a la Dunn III, pero no protuye tanto y se coloca lateralmente. Si esta instrumentación se coloca correctamente el riesgo de lesión de los grandes vasos es bajo. Kaneda y cols. en su serie de 12 pacientes logran una corrección de la cifosis de 21° pre-operatoriamente a 9° en el seguimiento.<sup>135</sup> En la actualidad la instrumentación de Kaneda es la más utilizada en el tratamiento de la fracturas estallido para la fijación anterior después de la descompresión anterior. Hay que considerar determinados puntos técnicos en su colocación. La instrumentación es un sistema de distribución de cargas que estabiliza el sólido y bien colocado injerto óseo. En los casos de fracturas estallido con lesión severa de la columna posterior esta instrumentación no es suficiente a pesar de su rigidez.

#### 1.7.2.4. Doble abordaje

Consiste en la descompresión en primer lugar por vía anterior y luego la instrumentación por vía posterior. Esta doble vía esta indicada en:<sup>33,78,114,235</sup>

- fracturas estallido inestables con lesión severa de la columna posterior.
- existencia de una cifosis postraumática, con dolor incapacitante, progresión de la deformidad o aumento del déficit neurológico.
- si existe una cifosis inicial mayor de 50° debe asociarse un tiempo anterior a la fijación posterior.

Shiba y cols. presentan una serie de 40 fracturas estallido a nivel tóraco-lumbar y lumbar, tratadas mediante descompresión anterior y fijación posterior corta con tornillos transpediculares utilizando la instrumentación de Zielke. La cifosis preoperatoria es de 14° de media y se corrige a 7° de lordosis postoperatoria. En el seguimiento la media es de 4° de lordosis (perdida de corrección de 3°). Existe una tasa de fusión del 98%, con fallo de la instrumentación de uno de los 40 pacientes.<sup>241</sup>

## 1. Introducción

---

### 1.7.2.5. Nuevas vías de tratamiento

En la actualidad existen nuevas vías de tratamiento de las fracturas estallido como son el acortamiento vertebral,<sup>220</sup> instrumentaciones posteriores cortas asociadas con vertebroplastia o cifoplastia,<sup>2,44,48,50,170,189,246,270,271,272,273</sup> utilización de bloques de titanio transpediculares.<sup>159</sup> Pero más estudios clínicos son necesarios para evaluar sus resultados a largo plazo.

### 1.7.2.6. Gestos quirúrgicos asociados

Una vez comentadas las diferentes instrumentaciones que se pueden utilizar en el tratamiento quirúrgico de las fracturas estallido del área tóraco-lumbar, enumeraremos una serie de gestos quirúrgicos que se pueden asociar o no.

#### 1.7.2.6.1. Descompresión del canal

La mayoría de los autores aceptan el tratamiento quirúrgico de la fractura estallido con un déficit neurológico progresivo asociado.<sup>130,150,177,224,226</sup> Numerosas series demuestran la mejora significativa en el estado neurológico después del tratamiento quirúrgico, en pacientes con un déficit neurológico incompleto.<sup>22,43,79,129,184,254</sup> El objetivo de la cirugía, en esta circunstancia, es obtener una adecuada descompresión anatómica de los elementos neurales para restaurar las dimensiones del canal, una realineación de la columna y una estabilización rígida de los segmentos lesionados, proporcionando las condiciones más adecuadas para la recuperación neurológica hasta que se obtenga la consolidación.<sup>31,109,210,212,269</sup> El grado de ocupación del canal en el momento de la lesión se relaciona con la severidad del déficit neurológico, pero el momento óptimo (“*timing*”) de la descompresión quirúrgica no se correlaciona con el grado de recuperación neurológica.<sup>25,106,153</sup> Además, hay que considerar la remodelación del canal que se produce con el tiempo, disminuyendo el compromiso en más de un 50% tanto en el tratamiento conservador como en el quirúrgico.<sup>6,54,57,278,290</sup>

Existen diferentes vías para obtener la descompresión del canal.

##### 1.7.2.6.1.1. Descompresión posterior directa

La descompresión en las fracturas estallido mediante laminectomía está contraindicada. La laminectomía desestructura la columna posterior, contribuyendo a una inestabilidad

adicional de la fractura.<sup>30,139</sup> Los elementos neurales son comprimidos anteriormente y al menos que el estallido se produzca en la lordótica columna lumbar, la retirada de la lámina no logra la descompresión. Una excepción, a lo comentado previamente, son los pacientes con una fractura de la lámina asociada a la fractura estallido. En estos pacientes se ha observado una mayor incidencia de desgarros dures, con atrapamiento de los elementos neurales en el lugar de la fractura.<sup>37,70</sup> Cammisa y cols. revisan su serie de 60 fracturas estallidos, donde observan 30 pacientes con asociación de fractura de la lámina, de los cuales 11 presentan un desgarro dural. Cuatro de los 11 pacientes (un 6% del total de la serie) presenta elementos neurales interpuestos en el lugar de la fractura de la lámina. Estos autores concluyen que en los pacientes con fractura de la lámina asociada y déficit neurológico se debe realizar una descompresión a través de un abordaje posterior para evitar la posibilidad de que los elementos neurales sean atrapados en el lugar de la fractura y reparar el desgarro dural si esta presente.<sup>37</sup>

#### **1.7.2.6.1.2. Descompresión postero-lateral**

En determinadas ocasiones, a través de un abordaje transpedicular o una costo-transversectomía, se gana acceso para comprimir en dirección anterior los fragmentos óseos.<sup>63,106,188</sup> McAfee y cols. (1982) en su serie de 16 fracturas estallidos inestables tratadas con instrumentación de Harrington y descompresión postero-lateral, presentan 12 pacientes con un déficit neurológico incompleto. Los resultados son: 2 mejoran dos grados en la escala de Frankel, 7 mejoran 1 grado y 3 no mejoran. Se incluyen 8 pacientes con lesión del cono medular y en 5 observan una resolución completa del déficit. Ninguno de los pacientes presenta un deterioro neurológico en el seguimiento.<sup>177</sup> Sin embargo, la visualización limitada y en ocasiones la necesidad de manipular o retraer los elementos neurales hacen que estas técnicas sean subóptimas en la mayoría de los pacientes con lesiones traumáticas de la columna tóraco-lumbar y afectación neurológica.

#### **1.7.2.6.1.3. Descompresión posterior indirecta**

Se basa en el efecto de la ligamentotaxis que se obtiene con las instrumentaciones con distracción posterior (ya comentado en el apartado **1.7.2.1**). El efecto de la distracción produce como resultante una fuerza directamente anterior sobre los fragmentos óseos retropulsados. La eficacia de la descompresión indirecta es mayor cuando la cirugía se realiza dentro de los siete primeros días de la lesión.<sup>55,75,88,282</sup> Esta técnica es menos

## 1. Introducción

---

efectiva cuando la ocupación inicial del canal es mayor del 67%, lo cual se asocia con mayor prevalencia de rupturas del ligamento anular.<sup>110</sup>

### 1.7.2.6.1.4. Descompresión anterior

Muchos autores creen que el canal es descomprimido más eficazmente desde una vía anterior, al ser la localización principal de la compresión neurológica, y no requerir la manipulación de los elementos neurales.<sup>113,180</sup> Bradford y McBride, comparan en pacientes con fractura vertebral en la unión tóraco-lumbar y lesión neurológica la descompresión anterior frente a la posterior. La recuperación neurológica después de la descompresión es de un 88% en el grupo anterior y de un 64% en el grupo posterior. Estos autores piensan que los peores resultados en el grupo posterior se deben al mayor compromiso residual de canal restante después de la descompresión, demostrado por TAC.<sup>31</sup> A pesar de lo comentado previamente, existen otros estudios que no demuestran diferencias significativas en el resultado funcional final entre la descompresión anterior directa y la posterior indirecta.<sup>20,89,108,142</sup>

### 1.7.2.6.1.5. Remodelación del canal medular

Un punto comentado previamente, es la remodelación del canal medular que se produce con el tiempo secundario a la reabsorción ósea. La causa de esta remodelación no se sabe. Se inicia por el fragmento-pico aislado (“*widow`s peak*”) en la porción anterior del canal, seguido de una reabsorción principalmente lateral, devolviendo al canal estenótico una forma de corazón. Normalmente se preserva un pico óseo en plano medio sagital, que a largo plazo también se reabsorbe, devolviendo al canal su forma típica oval. Desde el punto de vista anatómico, las áreas laterales de máxima reabsorción ósea se corresponden con el plexo venoso longitudinal antero-interno. Estos vasos, quizás, ejercen una influencia mecánica a través de las pulsaciones en la reabsorción del fragmento.<sup>196</sup>

Para valorar esta reabsorción / remodelación se utiliza el TAC. Se utilizan cortes realizados a través de la mitad del pedículo, que casi siempre incluyen la región del foramen basi-vertebral, demostrando la zona de máximo compromiso del canal. Permittiéndonos realizar comparaciones y minimizando los errores debidos a las variaciones en el ángulo de ataque y grosor de los cortes realizados.<sup>196</sup> Numerosos artículos demuestran que la reabsorción ósea se produce tanto con el tratamiento conservador<sup>42,57,72,96,133,150,240,276,284,290</sup> como con el

tratamiento quirúrgico<sup>57,110,133,155,196,240,247,278,290</sup> de las fracturas estallido del área tóraco-lumbar. Krompinger y cols. demuestran una remodelación ósea en 11 de 14 pacientes con un compromiso de canal inicial mayor del 25%. El proceso de remodelación depende del tiempo de seguimiento y de la edad del paciente “siguiendo las principios de remodelación ósea aplicando stress”.<sup>150</sup> Chakera y cols. demuestra una resolución espontánea de las medidas del canal previamente estenótico en 13 de 15 fracturas estallido entre los 3 meses y 14 años.<sup>42</sup> Willen y cols. demuestra una reabsorción del fragmento en el 51% de los pacientes que presentan un estrechamiento del canal menor del 50%.<sup>284</sup> Si el estrechamiento es mayor del 50% la reabsorción no se produce.<sup>283</sup> Esto contrasta con los hallazgos de Mumford y cols. que observan una remodelación en todos los canales con más de 50% de compromiso. En su serie demuestran una mejoría del 36% pre-operatoriamente frente al 17% en el post-operatorio. Esta remodelación es mayor en mujeres y jóvenes que en varones y mayores.<sup>196</sup> De Klerk y cols. demuestran en pacientes tratados de forma conservadora, que cuanto mayor es el compromiso del canal, mayor es el grado de reabsorción. La edad se correlaciona de forma inversa con el porcentaje de reducción de la estenosis del canal.<sup>72</sup> Johnsson y cols. en su serie de tratamientos conservadores y quirúrgicos demuestran una reducción media del canal del 29% al 14%, en un tiempo medio de 31 meses. Concluyen que la remodelación se produce independientemente del tipo de tratamiento efectuado.<sup>133</sup> Shen y cols. presentan una retropulsión inicial media del 34% en el diámetro medio-sagital. Este disminuyó al 15% en el primer año debido a la reabsorción de los fragmentos óseos.<sup>240</sup>

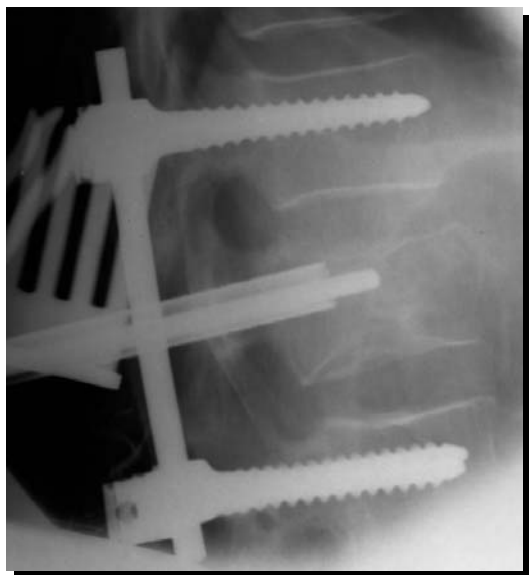
#### 1.7.2.6.2. Injerto transpedicular

Introducido por Daniaux en 1982.<sup>61</sup> Las fracturas estallido se caracterizan por una pérdida del soporte anterior del cuerpo vertebral. En esta circunstancia las fuerzas de inclinación que se producen sobre los tornillos adyacentes del montaje son considerables, especialmente cuando la fractura se localiza en la unión tóraco-lumbar. Con la finalidad de evitar la fractura por fatiga de los tornillos transpediculares, se coloca el injerto por vía posterior a través de los pedículos en la mitad anterior del cuerpo vertebral (Figura 1.17). La cantidad de injerto necesaria para rellenar el defecto es sorprendentemente grande.<sup>74,75</sup> La restauración de la altura del cuerpo vertebral mediante la instrumentación, unido al relleno con injerto óseo del vacío producido por la fractura, aumenta la rigidez del montaje disminuyendo el riesgo de deformidad secundaria.<sup>3,52,61,62,74,155,165,187,203,205</sup> Por el contrario,

## 1. Introducción

---

existen otros autores que demuestran la no utilidad del injerto transpedicular para evitar la pérdida de corrección y la ruptura de los tornillos transpediculares en el tiempo.<sup>8,22,102,144,250</sup> Alanay y cols. en su estudio prospectivo randomizado sobre 10 fracturas tóraco-lumbares tratadas con injerto transpedicular y 10 sin injerto, concluyen que el injerto intra-somático transpedicular no es útil para disminuir la alta tasa de fracasos de las instrumentaciones cortas con tornillos transpediculares (50% en el grupo con injerto y 40% en el grupo sin injerto).<sup>8</sup> Fredrickson critica el trabajo previo argumentando que sólo se basa en criterios radiológicos y que existen otros criterios (clínicos, funcionales) que también influyen en el resultado. Pero también esta de acuerdo que el injerto transpedicular no es útil para prevenir la pérdida de corrección o la ruptura de los tornillos.<sup>102</sup>



**Figura 1.17.** Fractura estallido de L1. Técnica de colocación del injerto óseo vía posterior transpedicular.

### 1.7.2.6.3. Injerto postero-lateral

Como se comenta al inicio la fractura estallido de la unión tóraco-lumbar es una lesión inestable. Para evitar el desarrollo de una inestabilidad tardía, que puede condicionar una clínica neurológica, cifosis residual sintomática, la mayoría de los autores están a favor de la fusión / artrodesis de los segmentos lesionados.<sup>3,88,89,90,132,147,155,165,195,233</sup> Esta fusión en los abordajes posteriores se logra mediante la colocación de injerto óseo a nivel postero-lateral, con el objetivo de conseguir un sólido bloque óseo. El origen del injerto óseo para la artrodesis e injerto transpedicular es el autólogo de cresta iliaca, en la mayoría de los casos. Uno de los principales objetivos de cualquier tipo instrumentación es aumentar la



probabilidad de que la fusión ósea se produzca de una forma satisfactoria.<sup>147,187</sup> Dickman y cols. en un meta análisis observan que la tasa de fusión es mayor en las instrumentaciones con tornillos transpediculares (99,4%) que con los sistemas de barras-ganchos (96,9%) o en las instrumentaciones anteriores (95,9%).<sup>77</sup> Lindsey y Dick observan que tras retirar el instrumental siempre existe una pérdida de corrección a expensas del disco superior, y no en el cuerpo vertebral. Concluyen que la artrodesis de los segmentos incluidos en la instrumentación por vía posterior unido al injerto transpedicular puede ser efectivo para evitar este problema.<sup>165</sup> Existen otros autores que van más lejos.<sup>63,144,195,220</sup> Dicen que a pesar de la fijación posterior con artrodesis siempre existe una pérdida de corrección segmentaria en el tiempo a expensas del espacio discal lesionado que condiciona un fallo de la instrumentación (50% en la serie de Müller y cols.<sup>195</sup>). Para evitarlo proponen la retirada del material discal lesionado a través de una vía transpedicular y su sustitución por injerto óseo, buscando una fusión inter-somática anterior.

Existen otros autores que no realizan fusión posterior o postero-lateral de rutina, incluso en los segmentos móviles afectados. El objetivo es mantener una buena movilidad segmentaria, principalmente en gente joven, tras la retirada del material de osteosíntesis. Otras ventajas son: menor agresión quirúrgica sobre los tejidos blandos necesaria para colocar el injerto, disminución en la pérdida sanguínea intra-operatoria, menor tiempo quirúrgico y evitar las complicaciones en la zona dadora del injerto.<sup>240</sup> Pero debido a las grandes fuerzas de inclinación que actúan sobre los tornillos transpediculares, se debe prestar atención a la pérdida de soporte óseo anterior, para evitar la fatiga de los tornillos. Estos autores recomiendan realizar una reparación anterior directa al mismo tiempo que la instrumentación, mediante la colocación de injerto óseo autólogo transpedicular. Consiguiéndose una sólida curación anterior e incluso una fusión intersomática espontánea anterior sin ser necesario la fusión posterior.<sup>61,74,75,125,172,203,230</sup> Estos autores indican la fusión postero-lateral del área instrumentada cuando previamente se realiza una amplia laminectomía de la misma zona y cuando existe asociación de fractura del macizo articular.<sup>75,167,203</sup>