



Universidad
Zaragoza

Trabajo fin de grado

Manejo quirúrgico de las fracturas toracolumbares en
pacientes con columna rígida: Una revisión bibliográfica.

Surgical Management of Thoracolumbar Fractures in
Patients with a Rigid Spine: A Literature Review.

Autor:

Carlos Ruiz Soteras

Director:

Antonio Loste Ramos

Grado en medicina.

Facultad de medicina

Curso 2024/2025

ÍNDICE

RESUMEN	3
ABSTRACT.....	3
ABREVIATURAS.....	4
INTRODUCCIÓN	5
Anatomía de la columna vertebral:	6
Clasificación de las fracturas vertebrales toracolumbares:	7
JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	9
MATERIAL Y MÉTODOS	10
RESULTADOS	12
COLUMNA RÍGIDA	12
Espondilitis anquilosante:.....	12
Hiperostosis esquelética idiopática difusa:	13
Diferencias radiológicas entre la EA y la DISH:	13
Biomecánica de las fracturas por hiperextensión en columna rígida:	14
Diagnóstico de las fracturas toracolumbares:	15
TRATAMIENTO DE LAS FRACTURAS EN COLUMNA RÍGIDA	17
Características demográficas y clínicas de los pacientes:	17
Etiología y tipo de fractura:	17
Tratamiento conservador:.....	17
Tratamiento quirúrgico:	18
Complicaciones postoperatorias y Mortalidad	24
DISCUSIÓN	26
CONCLUSIONES	31
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

RESUMEN

La siguiente revisión bibliográfica analiza el manejo de las fracturas toracolumbares en pacientes con columna rígida, una condición caracterizada por la osificación espontánea de la columna vertebral, principalmente causada por la espondilitis anquilosante y la hiperostosis esquelética idiopática difusa. Su prevalencia aumenta exponencialmente con la edad teniendo una media de diagnóstico entre la sexta y séptima década de vida. La columna rígida caracterizada por una osificación vertebral progresiva genera una alteración de la biomecánica, incrementando significativamente el riesgo de fracturas por hiperextensión ante traumatismos mínimos, particularmente en pacientes ancianos. Estas fracturas tienen una mayor tasa de complicaciones, incluyendo un mayor riesgo de lesión medular y mortalidad. El diagnóstico precoz es crucial y se basa principalmente en la tomografía computarizada complementada en algunos casos con resonancia magnética. El tratamiento quirúrgico es el tratamiento de elección en este tipo de fracturas debido a la inestabilidad de las mismas y al alto riesgo de deterioro neurológico. Siendo así los objetivos de la cirugía estabilizar la fractura y descomprimir las estructuras nerviosas. El abordaje posterior con fijación multinivel y abordaje percutáneo es el más utilizado. A pesar de los avances quirúrgicos existen altas tasas de complicaciones y mortalidad, influenciadas por la edad avanzada y las comorbilidades. Por ello se recomienda un manejo multidisciplinar y una planificación quirúrgica meticulosa.








Palabras clave: *Columna rígida; Fracturas toracolumbares; Hiperextensión; Edad avanzada; Cirugía.*

ABSTRACT

This literature review examines the management of thoracolumbar fractures in patients with a rigid spine, a condition characterized by spontaneous ossification of the vertebral column, primarily caused by ankylosing spondylitis and diffuse idiopathic skeletal hyperostosis. Its prevalence increases exponentially with age, with the mean age at diagnosis between the sixth and seventh decades of life. Rigid spine, marked by progressive vertebral ossification, leads to biomechanical alterations that significantly raise the risk of hyperextension fractures following minor trauma, particularly in elderly patients. These fractures exhibit higher complication rates, including an increased risk of spinal cord injury and mortality. Early diagnosis is crucial and is primarily based on computed tomography, complemented in some cases by magnetic resonance imaging. Surgical treatment is the preferred approach for these fractures due to their inherent instability and the high risk of neurological deterioration. The main objectives of surgery are to stabilize the fracture and decompress the neural structures. A posterior approach with multilevel fixation, often utilizing percutaneous techniques, is the most widely employed. Despite surgical advances, there are high rates of complications and mortality, influenced by advanced age and comorbidities. Therefore, a multidisciplinary management approach and meticulous surgical planning are strongly recommended.

Keywords: *Rigid Spine; Thoracolumbar fractures; Hyperextension; Elderly; Surgery.*

ABREVIATURAS

-  **EA:** Espondilitis Anquilosante
-  **DISH:** Hiperostosis esquelética difusa idiopática
-  **TC:** Tomografía computerizada
-  **RM:** Resonancia magnética
-  **PMMA:** Polimetilmetacrilato
-  **CA:** Cirugía abierta
-  **CMI:** Cirugía percutánea mínimamente invasiva

INTRODUCCIÓN

El aumento de la esperanza de vida y su calidad es uno de los grandes hitos del siglo XX y XXI. Esta conquista no está exenta de riesgos, generándose una población más envejecida que trae consigo diferentes lesiones o enfermedades características de la senectud. Estas condiciones, en parte debidas por el envejecimiento natural y en parte por las morbilidades adquiridas durante la vida, afectan a las lesiones musculoesqueléticas. Dentro de este espectro de lesiones encontraríamos las fracturas de columna en el anciano las cuales deberían de considerarse como una entidad aparte, por su diferente contexto y la morbilidad asociada, si se comparan con las fracturas de columna en adultos ¹.

Dentro de las fracturas vertebrales en ancianos toman gran relevancia las fracturas por extensión en columna rígida, definiéndose la columna rígida como aquellos procesos anquilosantes que rigidizan la columna vertebral mediante una osificación progresiva de la misma (**Sunder; Westerveld2009; Shah; Schaefer**) ¹⁻⁴. Las dos patologías más comunes que generan una columna rígida son la espondilitis anquilosante (EA) y la hiperostosis esquelética idiopática difusa (DISH) (**Westerveld2009; Schaefer; Shah**) ²⁻⁴. Harlianto, et al, indican que la prevalencia de fracturas vertebrales en espondilitis anquilosante es aproximadamente del 15%, mientras que en la hiperostosis esquelética difusa es del 21,4% ⁵. Además, las fracturas sobrevenidas en ancianos con columna rígida tienen una mayor tasa de complicaciones, por ejemplo, un 34% más de probabilidades de lesión medular en comparación con ancianos sin alteraciones anquilosantes ¹. Además, aparecen ante traumatismos leves o de muy poco impacto, los cuales suelen ser típicos en poblaciones ancianas ^{1,2}. Estas fracturas pueden pasar desapercibidas por el contexto clínico tan laxo que las rodea, ya que típicamente son sujetos de edad avanzada que tienen una caída banal con dolor de espalda crónico y difuso ¹. Esto trae consigo un retraso diagnóstico y un aumento de las complicaciones por no recibir un adecuado tratamiento en el momento que se debería ^{1,6}. Observándose que la mortalidad tras un traumatismo de columna en pacientes con columna rígida es mucho mayor en comparación con la población normal ^{3,7,8}. Se han identificado una serie de factores de riesgo que aumentan la mortalidad en este tipo de pacientes con fracturas vertebrales estos son la edad avanzada, las comorbilidades y los mecanismos de lesión de bajo impacto ^{7,8}. De entre todos es la edad el principal factor de predicción de mortalidad, estudios datan una tasa de mortalidad tras fractura en columna rígida del 84% en pacientes de 80 años o más y del 38% en pacientes de 70 años o más ³.

Es importante que el personal sanitario, fundamentalmente en las áreas de urgencias, conozca que es la columna rígida y cómo puede afectar una fractura vertebral en pacientes con esta condición, ya que un diagnóstico temprano y su tratamiento disminuye la probabilidad de complicación y mortalidad. Para una mejor comprensión se expone una descripción breve sobre la anatomía vertebral y la clasificación de las fracturas toracolumbares.

Anatomía de la columna vertebral:

La columna vertebral se compone de 33 vértebras que se subdividen en cinco regiones, cervical con 7 vértebras, torácica con 12, lumbar con 5, sacra con 5 y coccígea con 4⁹. Fisiológicamente la columna vertebral en el plano coronal es una línea recta, mientras que en el plano sagital conforme vamos tolerando la gravedad se van formando cuatro curvas que darán resistencia a la misma¹⁰. Dos curvas lordóticas a nivel cervical y lumbar y dos curvas cifóticas a nivel torácico y sacro¹⁰. La unidad funcional de la columna es la vértebra, las cuales varían de forma y tamaño según la zona anatómica en que nos encontremos^{10,11}. Por norma el tamaño de estas aumenta de craneal a caudal en los tres planos, ya que conforme bajamos de nivel más cantidad de masa corporal se debe soportar^{10,11}.

De manera general las vértebras presentan tres elementos principales y característicos, que son el cuerpo vertebral, los pedículos y los elementos posteriores^{10,12,13}. El cuerpo vertebral, de forma cilíndrica, es la pieza con más volumen y la que soporta la mayor parte de la carga axial^{11,14}. Está compuesto por hueso esponjoso en su zona central y rodeado por hueso cortical, permitiendo a la vértebra ser más ligera y robusta a la vez^{12,13}. Los pedículos conectan el cuerpo vertebral con los elementos posteriores y actúan como tirantes transmitiendo las fuerzas de tensión y flexión¹³. Los elementos posteriores son las láminas y las apófisis espinosas, transversas y articulares que permitirán el anclaje de músculos y ligamentos y la conexión con las vértebras aledañas¹⁰.

Las vértebras se articulan entre sí mediante el disco intervertebral y las articulaciones facetarias o cigapofisarias¹⁰⁻¹⁴.

Los discos intervertebrales son estructuras avasculares localizadas entre los cuerpos vertebrales^{12,14}. Se componen de un núcleo pulposo, constituido por agua y proteoglicanos, y un anillo fibroso, que rodea al núcleo, conformado por láminas concéntricas de fibras de colágeno, las cuales se orientan en diferentes ángulos para dar resistencia a la tensión, torsión y cizallamiento producido en los movimientos vertebrales^{10,12}. La función del núcleo pulposo, por su alto contenido en agua, es la de amortiguar y distribuir las cargas de igual manera a las zonas del anillo fibroso¹². Por tanto, la función del anillo fibroso es la de mantener el núcleo

pulposo estable y en su sitio y absorber las fuerzas generadas en los movimientos vertebrales para así en conjunto poder soportar altas cargas tensionales y movimientos ¹⁰. El componente que permite anclar el disco a las caras superiores e inferiores de los cuerpos vertebrales es el cartílago articular o placas adyacentes, situado en los platillos vertebrales ¹⁰⁻¹².

Las articulaciones cigapofisarias o facetarias son articulaciones sinoviales planas constituidas por las apófisis articulares superior e inferior de las vértebras adyacentes ^{10,14}. Estas articulaciones guían y restringen el movimiento vertebral, contribuyendo a la estabilidad espinal ^{11,14}.

Dentro de los elementos pasivos de la estabilización nos queda por nombrar a los ligamentos vertebrales, los cuales se disponen de forma específica estática y dinámicamente ^{11,12}. A nivel vertebral debemos de conocer el ligamento longitudinal anterior, que se extiende a lo largo de la cara anterior de los cuerpos vertebrales y limita los movimientos de extensión, ligamento longitudinal posterior localizado en la cara posterior de los cuerpos vertebrales y limita los movimientos de flexión, ligamento amarillo, ligamentos interespinosos y los ligamentos supraespinosos ^{10,11,14}.

Para completar la anatomía vertebral nos falta nombrar al sistema de acción por excelencia, la musculatura, que a nivel vertebral generan el movimiento y ayudan de manera activa a la estabilidad del tronco ¹². En la región toracolumbar destacamos el psoas ilíaco y el cuadrado lumbar ¹⁴. Completando a los anteriores encontramos la musculatura propia de la columna, existente en todo su recorrido, constituida por el erector espinal, conformado por el iliocostal, longísimo y espinoso, el intertransverso e interespinoso y los multifidos ^{12,14}.

Clasificación de las fracturas vertebrales toracolumbares:

En el ámbito de las fracturas vertebrales, como en otras enfermedades, el consenso y universalización del diagnóstico sigue siendo un punto a desarrollar. Los diversos sistemas de clasificación en fracturas vertebrales usan como base para clasificar la morfología y la estabilidad de la fractura, los mecanismos de lesión y la afectación neurológica ¹⁵.

Dentro de las fracturas toracolumbares hay varias clasificaciones ampliamente utilizadas como son la clasificación de Magerl, la TLICS “The Toracolumbar Injury Classification System” y la AOSpine ¹⁵. De estas tres clasificaciones la más usada en los artículos revisados fue la AOSpine. Esta fue creada por la AOSpine Trauma Knowledge Forum, sociedad internacional de cirujanos vertebrales, que propuso una clasificación de las fracturas vertebrales toracolumbares en base a la morfología de la fractura, presencia de déficits neurológicos y factores clínicos relevantes para la decisión quirúrgica ¹⁵.

Este sistema clasificatorio se basa en los siguientes tres parámetros ¹⁵:

✚ **Clasificación morfológica:**

- **Tipo A:** Lesiones por compresión del cuerpo vertebral.
- **Tipo B:** Lesión de la banda de tensión anterior o posterior que se subdivide en 3 subgrupos, siendo el subgrupo B3 el mecanismo lesional implicado en las fracturas de esta revisión.
- **Tipo C:** Lesiones con desplazamiento por rotura de la parte anterior y posterior de la vértebra en la que no hay contacto con la vértebra adyacente.

✚ **Afectación medular o nerviosa:** Va desde N1 a N4, siendo **N1** la ausencia de clínica neurológica, **N2** la presencia de semiología de radiculopatía, **N3** lesión medular incompleta o síndrome de cauda equina y **N4** la presencia de lesión espinal completa.

✚ **Factores de relevancia clínicos:** En este apartado se evalúan dos condiciones serán relevantes de cara al manejo en determinados pacientes: **M1:** Fracturas donde se desconoce, por resonancia magnética o examen clínico, si hay lesión de la banda de tensión; esto es importante de cara a la estabilidad y a la opción quirúrgica. Y **M2:** Comorbilidades del paciente que pueden contraindicar de manera absoluta o relativa la cirugía. Un ejemplo de comorbilidad contemplado por la propia clasificación, debido a su importancia para el posterior tratamiento, son las patologías que tienden a generar columna rígida, como la EA o la DISH ^{1,3}.

Como se indicó anteriormente el subgrupo B3 de fracturas es el que se relaciona con las fracturas por hiperextensión ¹⁵. Este tipo de fracturas son lesiones producidas por un mecanismo de extensión, la línea de fractura se inicia en el ligamento longitudinal anterior y discurre por el disco o cuerpo vertebral, siendo así este tipo de fractura el más común en las patologías anquilosantes ¹⁵.

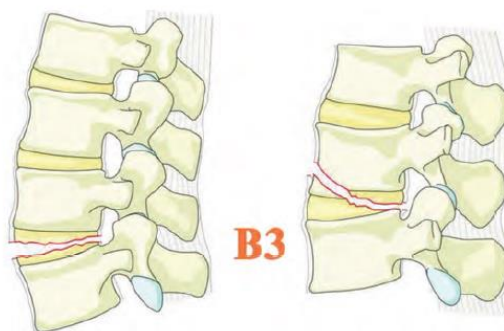


Figura 1: Fractura B3 de la clasificación AOSpine. Tomado de Vaccaro et al. ¹⁵.




JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

La mayor prevalencia de fracturas vertebrales en columna rígida, las complicaciones asociadas de estas fracturas y el envejecimiento de la población, entre otros aspectos, hacen que las fracturas toracolumbares en ancianos con columna rígida sean patologías cada vez más comunes en las unidades de columna de los hospitales ^{1,2,4,5}. Si a lo anterior sumamos la alta tasa de mortalidad y complicaciones que asocian en comparación con grupos sin columna rígida, hacen de esta fractura una patología de muy alto riesgo e importancia ¹⁻⁴.

El tratamiento principal en estas fracturas es la cirugía, principalmente por la inestabilidad que conllevan y la necesidad rápida de volver a establecer la congruencia de la columna para evitar complicaciones neurológicas ⁴. Si no se realiza un diagnóstico rápido y certero que de acceso siempre que se pueda, al tratamiento quirúrgico, la tasa de mortalidad y complicaciones aumenta proporcionalmente pudiendo, por tanto, llegar a consecuencias fatales ^{1,4}.

Todo lo anterior hace que este tipo de fracturas deban de ser consideradas en el proceso de razonamiento clínico de los médicos especialistas para así conseguir un mejor abordaje de la fractura según el paciente. Es por tanto importante fomentar la investigación en la columna rígida y sus fracturas para poder generar literatura robusta y guías clínicas que permitan unificar el manejo de las mismas. Así pues, la siguiente revisión se establece para conocer el estado actual de la literatura sobre la cirugía en fracturas en columna rígida.

Por tanto, los objetivos que se buscan con esta revisión son los siguientes:

-  Revisar el estado actual de la literatura sobre las técnicas quirúrgicas en las fracturas por extensión en columna rígida.
-  Describir el término de columna rígida y detallar las patologías que la conforman.
-  Disertar sobre el proceso diagnóstico dado en estas fracturas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la elaboración de esta revisión se ha realizado una búsqueda bibliográfica, entre diciembre del 2024 y febrero del 2025, en la base de datos Pubmed y Web of Science sobre la literatura existente en fracturas en columna rígida y su abordaje quirúrgico.

En un primer lugar se identificaron los términos MeSH que componen el tema de la revisión. Con respecto al término de columna rígida no hay un término MeSH que englobe dicho síndrome y los términos MeSH asociados son los propios de las enfermedades que lo componen. Diversos autores que no diferencian entre espondilitis o DISH usan el término de columna rígida bajo la traducción de “Rigid Spine” o “Ankylosed Spine”. Estas dos calificaciones se utilizaron en los motores de búsqueda, concretamente en la búsqueda en el campo de título, bajo la etiqueta de campo [TI]. Tras la definición de los términos principales del tema, reflejados en la tabla 1, se comenzó la búsqueda bibliográfica mediante la combinación de los mismos a través de los operadores booleanos “AND” y “OR” y mediante la etiqueta de campo [TI]. Para obtener una búsqueda más completa se dividió el proceso en dos búsquedas. Una búsqueda con lenguaje controlado con los términos MeSH “Spondylitis ankylosing”, “Hyperostosis diffuse idiopathic Skeletal” y “Spinal fractures” y el “Subheading” (sh) “Surgery”. Y otra búsqueda en el campo de título, mediante la etiqueta de campo [TI] y el truncado en “Rigid Spine” y “Ankylosed Spine”.

<i>Columna Rígida:</i> <i>- <u>Espondilitis anquilosante</u></i> <i>- <u>Hyperostosis esquelética difusa idiopática</u></i>	<i>Fracturas vertebrales</i> <i>toracolumbares</i>	<i>Cirugía</i>
Spondylitis ankylosing [MeSH]	Spinal Fractures [MeSH]	Surgery [sh]
Hyperostosis diffuse idiopathic Skeletal [MeSH]	Thoracolumbar fracture [TI]	
Rigid Spine [TI]		
Ankylosed Spine [TI]		

Tabla 1: Términos de búsqueda

La estrategia de búsqueda usada en Pubmed fue:

((("Spondylitis, Ankylosing"[MeSH Terms]) OR ("Hyperostosis, Diffuse Idiopathic Skeletal"[MeSH Terms])) AND ("Spinal Fractures"[MeSH Terms])) AND ("Surgery"[Subheading])) OR (((Rigid Spine[TI]) OR (Ankylosed Spine[TI])) AND (Fracture[TI] OR Vertebral Fracture[TI] OR Thoracolumbar Fracture[TI]) AND (Surgery[TI] OR Surgical[TI]))

Filters: published in the last 10 years, English, Spanish.

La estrategia de búsqueda usada en Web of Science fue diferente de la utilizada en pubmed, ya que no se usan los términos MeSH pero sí comparte los operadores booleanos “AND” y “OR”. Se usó la etiqueta de campo “TS” y los términos de búsqueda reflejados en la *Tabla 1*. Quedando el siguiente motor de búsqueda:

TS=("Rigid Spine" OR "Ankylosed Spine") AND TS=("Fracture" OR "Vertebral Fracture" OR "Thoracolumbar Fracture") AND TS=("Surgery" OR "Surgical") OR TS=("Spondylitis Ankylosing" OR "Diffuse Idiopathic Skeletal Hyperostosis") AND TS=("Spinal Fractures") AND TS=("Surgery")

Los artículos seleccionados tras haber aplicado los filtros de búsqueda desde los años 2009 a 2024 e idiomas, inglés y español, fueron 22 y se seleccionaron mediante la lectura del título y resumen quedando incluidos aquellos que versaban sobre la cirugía en las fracturas toracolumbares en columna rígida. La mayor parte de los artículos excluidos hablaban sobre las fracturas cervicales en columna rígida o sobre fracturas toracolumbares en otras patologías que nada tenían que ver con la columna rígida.

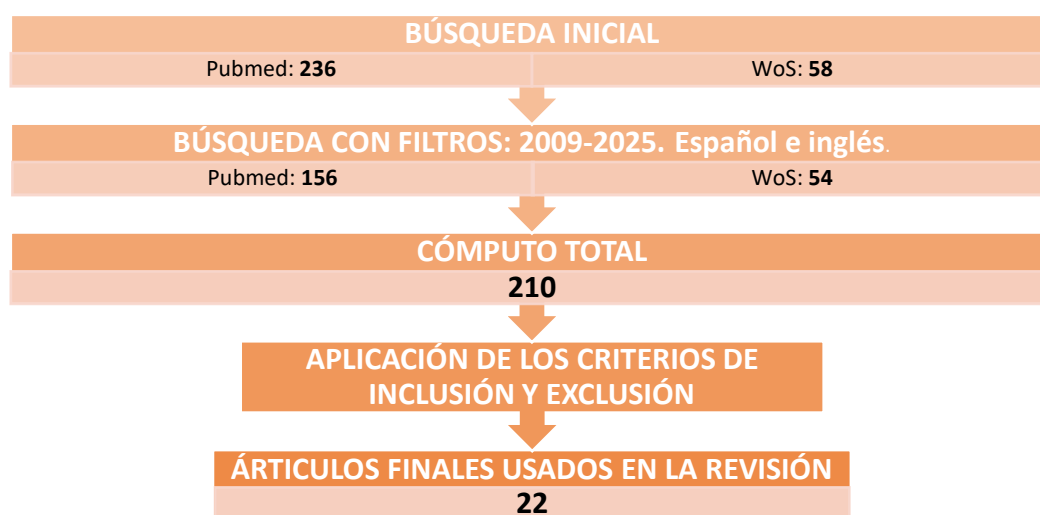


Figura 2: Diagrama de la búsqueda bibliográfica

Los 22 artículos seleccionados componen la revisión bibliográfica que se localiza en el apartado de resultados, concretamente en el subapartado “Tratamiento de las fracturas en columna rígida”. Se han utilizado otras fuentes bibliográficas para la introducción anatómica de la columna y la clasificación de las fracturas, así como para introducir el término de columna rígida, en donde se describe la fisiopatología de las dos entidades principales que generan columna rígida, la biomecánica de las fracturas y el diagnóstico de las fracturas toracolumbares en columna rígida. Estos artículos no fueron seleccionados debido a que no cumplían los criterios de inclusión, pero eran muy útiles para la introducción del tema a revisar.

Todas las fuentes bibliográficas utilizadas han sido referenciadas mediante el estilo Vancouver.

RESULTADOS

COLUMNA RÍGIDA

El término de columna rígida hace referencia a una condición patológica dada por la osificación espontánea de la anatomía vertebral y la posterior fusión entre los segmentos vertebrales³. Esta osificación generará una alteración de la biomecánica vertebral y un aumento del riesgo de fractura^{3,4}. Las fracturas dadas en columnas rígidas pueden venir por traumatismos leves o mínimos como una caída estando sentado o de pie^{2,3}.

Las enfermedades que más generan columna rígida son la EA y la hiperostosis esquelética difusa idiopática conocida por sus siglas en inglés DISH o como enfermedad de Forrestier^{3,4}. La prevalencia de DISH es dependiente de la edad siendo por tanto mayor en poblaciones añosas, mientras la prevalencia de la EA no se relaciona con la edad, pero sí la osificación vertebral, la cual aumenta conforme aumenta la edad⁴.

Espondilitis anquilosante:

Las espondiloartritis seronegativas son enfermedades reumáticas inflamatorias crónicas, asociadas al antígeno HLA-B27 que se caracterizan por la inflamación del esqueleto axial, las articulaciones periféricas y las entesis^{3,4}. La EA es la más común dentro de las espondiloartritis y se caracteriza por la inflamación del esqueleto axial y las articulaciones sacroilíacas^{3,4}. La prevalencia de la EA es de 14/100.000/año y un predominio masculino de 2:1 con un promedio de edad al debut de 28 años³. El desarrollo de la enfermedad se da por una inflamación continua en el esqueleto axial que genera erosiones en el hueso cortical del cuerpo vertebral y a la larga posteriores osificaciones en la columna⁴. Transformando, así, la columna vertebral en una estructura rígida y larga³. También hay una afectación de las articulaciones facetarias que conllevarán a la osificación de las mismas³. La sintomatología que presentan estos pacientes son dolor de características inflamatorias en la zona lumbar baja, rigidez matutina y alivio de los anteriores con el ejercicio³. También el paciente con EA presentará una postura cifótica y anquilosis de las articulaciones costovertebrales, lo que incrementará el riesgo de fractura vertebral torácica y aumento de infecciones pulmonares³.

El riesgo de fractura, como entidad dentro de la columna rígida, es superior o mayor que en otras poblaciones y se dan con mayor frecuencia entre la sexta y séptima década de la vida²⁻⁴. El mecanismo lesional más común es la hiperextensión dada en traumatismos triviales²⁻⁴. La zona de fractura más prevalente es la columna cervical, seguida por la zona torácica, toracolumbar y lumbar³.

Hiperostosis esquelética idiopática difusa:

La DISH es una enfermedad sistémica no inflamatoria que se caracteriza por la osificación de las entesis ^{4,16}. A nivel vertebral se produce una osificación lenta y progresiva en diferentes zonas del ligamento longitudinal anterior ^{2,17}. Otros autores comentan la aparición de osteofitos a lo largo del ligamento longitudinal anterior y su alrededor que se fusionan entre sí dando así puentes osteofitarios en la zona anterior de la columna ^{3,16,18}. También, aunque en menor medida, hay osificación en zonas periféricas del anillo fibroso y tejido conectivo paravertebral ¹⁸. Las zonas torácicas y toracolumbares son las más afectadas ^{2,3}. No hay un claro consenso sobre la etiología, el inicio, lugar y proceso de la osificación ^{3,4}. Sí se han relacionado diferentes factores de riesgo como son la edad, el sexo masculino y los factores metabólicos como obesidad, hipertensión y diabetes mellitus II ^{3,17,19}. Entre las comorbilidades asociadas a la DISH se encuentra la hipertensión pulmonar, las neuropatías diabéticas, la inflamación sistémica y la obesidad ¹⁷. Como curiosidad nombrar que en la región torácica la osificación es más prominente en el lado derecho que en el izquierdo, debiéndose al paso de la aorta descendente y su latido en el lado izquierdo ^{3,17,18}.

Hay una clara relación de la DISH con el sexo masculino y la edad, siendo la edad media de diagnóstico entre los 60 y 70 años ^{2-4,18}. Se piensa en una subestimación actual de la enfermedad, ya que por norma son pacientes asintomáticos que no presentan mayor dolor que los grupos controles según edad ^{2-4,18}. En fases avanzadas de osificación los pacientes pueden presentar deformaciones cifóticas como en la EA ². El mecanismo de fractura al igual que en la EA la hiperextensión vertebral tras traumatismos banales ^{3,4}. Las zonas más prevalentes de fractura son la región torácica y la zona toracolumbar ^{2,3}.

Los criterios diagnósticos radiológicos usados para el diagnóstico de DISH son los criterios de Resnick, estos aluden a que es necesario una osificación continua anterolateral de al menos cuatro cuerpos vertebrales contiguos, ausencia de enfermedad degenerativa del disco, ausencia de osificación en las articulaciones facetarias y la no existencia de signos de artritis en la articulación sacroilíaca, típicas estas dos últimas de la EA ^{4,17}.

Diferencias radiológicas entre la EA y la DISH:

La tomografía computarizada puede ayudar al diagnóstico diferencial entre la EA y la DISH ¹⁹. En la DISH los criterios de Resnick son usados para diagnosticar, pero en algunas ocasiones hay pacientes con patrones diferentes, o con las dos enfermedades, que pueden resultar en un infradiagnóstico o retraso del mismo ¹⁹.

A nivel radiográfico en la DISH se observa una osificación principalmente del ligamento longitudinal anterior, la cual es fluida y continua, en forma de cera de vela y afectando a más de cuatro cuerpos vertebrales¹⁹. En la EA la osificación se produce en el anillo fibroso y los cuerpos vertebrales dan una imagen radiográfica característica en puentes o saltos que se conoce como “columna de bambú”¹⁹. Los puentes óseos dados en la DISH son más comunes en la zona torácica, mientras que en la EA los puentes óseos son más comunes en la zona lumbar y cervical¹⁹. Es característico de la DISH las proliferaciones óseas bien definidas y gruesas a nivel de las entesis mientras que en la EA estas proliferaciones son menos definidas y se acompañan de erosiones y esclerosis¹⁹. Las articulaciones facetarias por norma suelen estar fusionadas en la EA mientras que en la DISH apenas se ven afectadas¹⁹.

Biomecánica de las fracturas por hiperextensión en columna rígida:

La estabilidad en la columna vertebral se puede definir como la capacidad de esta para proteger a la médula y a sus propios componentes anatómicos durante el movimiento corporal^{3,11}. Para acometer esta función correctamente la columna vertebral sana presenta una anatomía y forma específica, que le da flexibilidad, fuerza y una buena transmisión de cargas^{3,20}. Ante una alteración de la columna como la acontecida en la columna rígida los mecanismos de estabilidad y protección se ven alterados aumentando el riesgo de lesión de la misma^{2,3}. El cambio de una columna normal a una rígida se debe a un proceso largo de años que tiene como resultado biomecánico la transformación de una serie de articulaciones segmentarias móviles a un único segmento que funcionará como un hueso largo²⁰. Esta transformación a un segmento único hace que aumente el brazo de palanca de la columna y se disminuya la capacidad de amortiguación haciendo que no se pueda absorber de manera correcta las cargas ante un traumatismo^{3,16,17}. Generando por tanto que traumatismos triviales desencadenarán fracturas^{3,16}.

El mecanismo lesional que más puede influir en este tipo de columnas es la extensión forzada o hiperextensión³. Las fracturas por hiperextensión son muy poco comunes en la población sana, en un estudio de Magerl et al se calculó que de 1445 fracturas de columna solo el 0,2% eran por este mecanismo⁷. Mientras que en la mayoría de los pacientes con columna rígida y fracturas a nivel toracolumbar es la hiperextensión el mecanismo lesional más común²⁰. Siendo el patrón más típico, según la clasificación AOSpine, el B3, M2¹⁵. Durante la hiperextensión la principal fuerza implicada es la distracción de la parte anterior de la columna o banda de tensión anterior^{3,15}. En una columna rígida la fuerza de distracción generada por la hiperextensión se concentra en un punto en concreto, el sitio de fractura, y debido a la falta de movilidad y capacidad para absorber el impacto termina por fracturar con una dirección anteroposterior^{3,22}. A la osificación

ligamentosa se añade una degeneración muscular que dará una disminución de la propiocepción y un aumento del riesgo de caída ²⁰. Se ha observado que el riesgo de caída, fractura y lesión neurológica asociada es diez veces mayor en los pacientes con columna rígida comparado con los pacientes sin ella ²⁰.

Aunque la biomecánica lesional es muy similar, se pueden observar diferentes comportamientos o patrones de la fractura según patología ^{2,3}. En la EA la fractura ocurre a través del disco y el cuerpo vertebral ⁴. Mientras que en la DISH la fractura suele ser a través del cuerpo vertebral, que es menos resistente que la osificación ³. Sin embargo, Katoh et al indican que en la DISH las fracturas cervicales ocurrían principalmente a nivel del disco intervertebral, mientras que a nivel toracolumbar ocurrían a nivel del cuerpo vertebral ²¹. Una diferencia entre la EA y la DISH es la osteoporosis, está bien establecido la relación entre EA y una alta prevalencia de osteoporosis ^{3,5}. Por lo tanto, se puede hipotetizar que la fractura en la DISH es más por un incremento del estrés en un momento de fuerza que por niveles de densidad mineral ósea alterados, mientras que en la EA sea la osteoporosis la que juegue un papel importante ⁵. Encontramos disparidad de opiniones con respecto a la afectación de la columna posterior en la DISH y la EA tras una fractura, aunque gran parte de los autores indican que con regularidad suele existir afectación de la misma y generar inestabilidad ^{2,3,19}.

Diagnóstico de las fracturas toracolumbares:

Debido a la inestabilidad que engloban estas fracturas y la alta susceptibilidad de las mismas a desarrollar una lesión neurológica es muy importante la sospecha médica y el diagnóstico rápido y certero ⁴. Las fracturas no desplazadas pueden no ser detectadas con facilidad con la radiografía convencional ²⁰. Además, muchas fracturas-luxaciones ocurren en zonas de transición de la columna vertebral haciendo que con la radiografía simple se dificulte su visualización ¹⁷. La falta de sensibilidad y especificidad de la exploración física y la radiografía simple hacen que la tomografía computerizada (TC) sea fundamental en el diagnóstico de estas fracturas ^{4,20,23}. Otros autores proponen la resonancia magnética (RM) como prueba fundamental para el diagnóstico de estas fracturas ^{4,23}. La RM tiene la ventaja de detectar líneas de fractura pequeñas, lesiones de partes blandas y anomalías en la médula, así como hematomas epidurales ^{2,4}. Si bien es cierto hay discrepancias entre autores sobre el uso de la TC y la RM como métodos diagnósticos pero la literatura existente da una eficacia diagnóstica de la fractura mayor a la TC que a la RM ^{4,23}. Además, la RM en estos pacientes presenta una mayor complicación de aplicación debido al compromiso respiratorio, la cifosis torácica y la presencia de marcapasos ^{3,4}. Por el contrario, la TC es más barata, más accesible, más rápida y permite una mejor visualización del hueso, haciendo que sea la herramienta de diagnóstico

inicial ^{4,23}. En lo que sí hay un acuerdo es en el uso de la RM como técnica para completar el estudio en aquellos pacientes con lesión neurológica asociada y en aquellos que requieran una evaluación del canal espinal ^{2-4,23}.

El retraso diagnóstico en los pacientes con columna rígida se establece según estudios entre el 19 y el 60% y el 10 al 50% ^{3,23}. Este retraso diagnóstico en una fractura vertebral en un paciente con DISH puede traer consecuencias neurológicas devastadoras ²¹. En el caso de la DISH las fracturas toracolumbares presentaban mayor retraso diagnóstico en comparación con las fracturas cervicales, trayendo consigo que las fracturas toracolumbares presentasen un empeoramiento neurológico progresivo, pasando los pacientes de no tener síntomas a presentar alteraciones neurológicas por la lesión medular progresiva ²¹. Katoh et al. en su estudio retrospectivo multicéntrico concluyen que el retraso diagnóstico se debía en parte al pequeño traumatismo, haciendo que el paciente no lo tomara como importante, y al juicio diagnóstico del médico ²¹. También es común en los pacientes con EA y fracturas un retraso diagnóstico ⁶. En la EA el paciente suele tener dolor crónico y tomar analgésicos para ello haciendo que la sintomatología de la fractura quede enmascarada y el diagnóstico se complique ³. Muchos pacientes con EA no se dan cuenta de la lesión neurológica asociada a la fractura hasta que hay un deterioro grave y agudo ³. Esto es conocido por diversos autores como la “pausa fatal” ¹⁷. Este retraso es más común en fracturas no desplazadas tras traumatismos leves, tanto en EA como en DISH, y comprenden un riesgo de empeoramiento neurológico progresivo del 17 al 82% ²³. Por tanto, hasta que no se demuestre lo contrario, en todo aquel traumatismo en pacientes con columna rígida se deberá sospechar lesión neurológica, sobre todo en aquellos en tratamiento por síncope o enfermedad cardiopulmonar ^{4,6,17}.

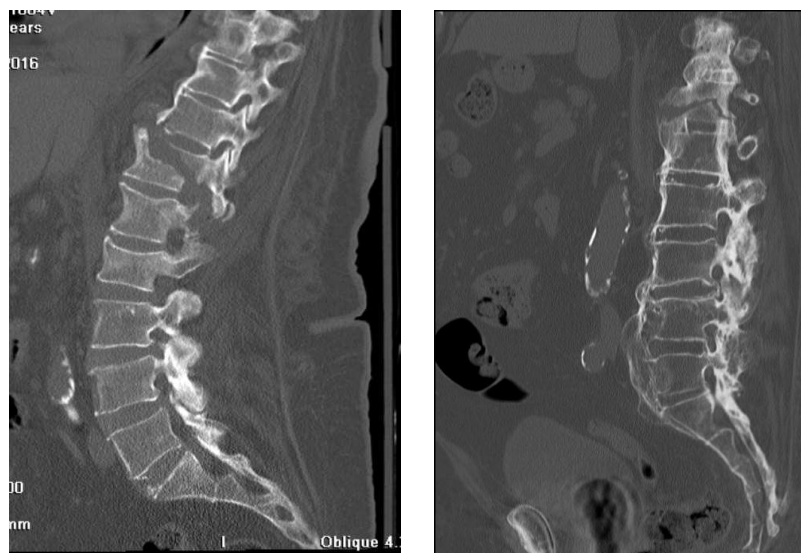


Figura 3: Reconstrucción sagital de TC de dos fracturas de T12 en columna rígida por hiperextensión.

Imágenes cedidas por el Dr. Loste Ramos, HUMS.

TRATAMIENTO DE LAS FRACTURAS EN COLUMNA RÍGIDA

El objetivo principal de esta revisión bibliográfica es abordar el estado actual del tratamiento de las fracturas toracolumbares en pacientes con columna rígida, enfatizando sobre todo en el manejo quirúrgico. Para ello se ha realizado una búsqueda bibliográfica y se han seleccionado 22 artículos que abordan el tratamiento quirúrgico de las fracturas toracolumbares en pacientes que presentan columna rígida, ya sea por EA o por DISH. Los estudios incluidos examinan aspectos que van desde las características demográficas y clínicas de los pacientes, a las complicaciones postoperatorias y del tratamiento conservador hasta la técnica quirúrgica seleccionada, incluyendo aquí las posibilidades de instrumentación y abordaje más efectivas.

Características demográficas y clínicas de los pacientes:

Un hallazgo constante en los artículos revisados es la edad avanzada, los estudios reportan una media de edad que oscila entre los 69 y los 81 años de edad, dando una media de 73,07 años con una predominancia superior de varones frente a mujeres ^{6,8,16,20,21,24-30}. Esto implica que las comorbilidades asociadas a la edad y a la columna rígida aumenten el riesgo quirúrgico e incluso contraindiquen la cirugía ^{6,16,17,20,31}. Las enfermedades asociadas más comunes fueron las enfermedades pulmonares, concretamente la enfermedad pulmonar obstructiva crónica o EPOC, la diabetes mellitus, la insuficiencia renal crónica y las enfermedades cardiovasculares ^{3,8,31}. A esto habría que añadir que suelen ser pacientes que están bajo tratamiento farmacológico crónico, destacando anticoagulantes y antiagregantes, los cuales retrasan la cirugía urgente ^{6,17}.

Etiología y tipo de fractura:

En concordancia con la biomecánica alterada que adopta una columna rígida, el mecanismo de fractura más común en todas las series fueron las caídas al mismo nivel, que son catalogadas como traumatismos menores o de baja energía ^{2,8,21,24,26,27,32}. Estas caídas generan una hiperextensión dorsal brusca que acaba por fracturar el segmento anquilosado en una dirección anteroposterior, dando así una fractura por distracción o por rotura de la banda anterior las cuales se catalogan como fracturas B3 en la clasificación AOSpine ^{3,6,8,26,31}.

Tratamiento conservador:

El tratamiento conservador fue aplicado en algunos casos de las series, dando una media del 40% del total de tratamiento ^{2,7,8,16,21,33}.

En el estudio de Katoh et al, encontraron que el tratamiento conservador se asociaba a una tasa de mortalidad más alta, del 51%, comparado con el 23% asociada a cirugía ²¹. La misma tasa de mortalidad se observó en el estudio de Caron et al. donde el 18% fue tratado con corsé y un 17%

en cama por contraindicación de cirugía ⁸. La morbilidad y mortalidad son mayores entre los pacientes tratados conservadoramente ^{3,31}. De hecho, la intervención quirúrgica lleva a una mejoría del 50% en la función neurológica, con hasta un 35% de los casos mostrando una recuperación completa ^{3,31}.

Varios de los estudios revisados cuestionan directamente la eficacia del tratamiento conservador en estos pacientes porque suele asociar malos resultados a nivel neurológico, generando un deterioro neurológico progresivo, aumenta la probabilidad de pseudoartrosis y tiene una alta tasa de mortalidad ^{2,7,8,16,21,33}.

Las principales razones por las que se usa el tratamiento conservador en estas fracturas son por las contraindicaciones quirúrgicas, casi siempre relacionadas con el estado del paciente, y por la no aceptación de la cirugía por parte del paciente ^{2,7,8,16,21,31,33}.

El mecanismo del tratamiento conservador consiste en la inmovilización del área fracturada ³¹. Esto se puede conseguir mediante órtesis externas o corsés y con reposo en cama ^{8,16,31}. El reposo en cama prolongado se relaciona con una morbilidad significativa, pudiendo aumentar el riesgo de trombosis venosa profunda, embolismo pulmonar, neumonía, resistencia a la insulina e incluso llegar a situaciones de exitus ^{20,22,31,33}.

Las complicaciones que se asocian al tratamiento conservador son el posible empeoramiento de la alineación, la no consolidación ósea, el deterioro neurológico y la pérdida de funcionalidad ¹⁷. Además, se ha observado que una pseudoartrosis o una lesión de Anderson, no se curan con el uso de corsé u otras formas de inmovilización ¹⁷.

Tratamiento quirúrgico:

De los artículos seleccionados los cuales evaluaban cohortes donde el tratamiento podía ser conservador o quirúrgico se observa que la media de pacientes intervenidos quirúrgicamente fue del 62.2% ^{2,7,8,21,33}. Los porcentajes fueron de 65% de los pacientes en el estudio de Caron et al., el 80% de los pacientes en el estudio de Katoh et al. el 56% de los pacientes del estudio de Lu, el 54% de los pacientes del estudio de Westerveld et al. y el 55% de los pacientes de Westerveld et al. ^{2,7,8,21,33}.

Indicación quirúrgica

La totalidad de los estudios revisados coinciden en que la intervención quirúrgica es el tratamiento de elección en las fracturas toracolumbares de tipo B3 en pacientes con columna rígida, siempre que sea posible llevarla a cabo ^{2,7,8,17}. Siendo necesaria para promover una correcta unión de segmentos óseos, así como para evitar el deterioro neurológico ³².

La fractura por distracción o hiperextensión en la columna rígida tiende a dejar una inestabilidad de la misma que puede degenerar en una luxación o en un daño medular o neurológico directo, haciendo que la cirugía sea la opción terapéutica de elección ^{6,8,17,20}. Por esta razón las opciones no quirúrgicas en las fracturas toracolumbares en columna rígida se limitan a ser medidas de soporte paliativas más que medidas inmovilizadoras de curación ¹⁷.

Las principales indicaciones para la intervención y estabilización quirúrgica son deterioro neurológico, fractura inestable o detección de un hematoma epidural ^{6,17}. La presencia de dolor intratable, la deformidad progresiva y la pseudoartrosis también se posicionan como indicaciones de la cirugía ^{22,31,33}. Finn comenta que la pseudoartrosis pueden ser el fruto de un traumatismo trivial no reconocido y se suelen presentar con dolor aumentado y déficit neurológico ³¹.

Ante una fractura inestable o síntomas de afectación neurológica en pacientes con columna rígida se deberá de realizar una cirugía urgente ^{6,20,31}.

Por tanto, los objetivos de la intervención quirúrgica son estabilizar la columna y descomprimir los elementos neurológicos afectados ³¹.

Abordaje e instrumentalización quirúrgica:

El abordaje quirúrgico más utilizado en los estudios fue el abordaje posterior, más del 80% de los pacientes intervenidos seleccionados en los estudios fue mediante dicho abordaje ^{2,6,8,20,21}. También sucede en los artículos en los que se compara la cirugía abierta con la cirugía poco invasiva, o se comparan diferentes técnicas como el uso de polimetilmetacrilato (PMMA) en todos ellos el abordaje siempre es vía posterior ^{7,25-28,30}. Además, Werner et al. indican que el abordaje anterior se ha asociado con tasas de fallo más altas ²². La preferencia por el abordaje posterior se debe a que presenta un acceso más sencillo para la reducción y descompresión y evita las complicaciones del abordaje anterior ². La cirugía anterior en estos pacientes tiene mayor riesgo de lesiones vasculares y viscerales por la osificación y rigidez de los tejidos ². En aquellos pacientes con déficit neurológico importante se puede proponer la realización de una laminectomía descompresiva además de la estabilización posterior ².

Las indicaciones propuestas para un enfoque anterior son un desplazamiento posterior significativo del cuerpo vertebral que comprima la médula espinal, la presencia de una hernia discal sintomática o la imposibilidad de realizar una fusión espinal posterior multinivel ³¹. También existen los abordajes postero-antiores; recomendados en aquellas situaciones donde el hueco generado por la fractura sea muy grande y se necesite de la colocación de un injerto o jaula ^{17,20,22}.

La descompresión quirúrgica puede ser indicada ante la presencia de un hematoma epidural o en el desplazamiento de una fractura irreductible ¹⁷. Otra indicación para la descompresión quirúrgica es la estenosis severa encontrada de manera incidental en las formas más hiperostóticas de columna rígida ¹⁷.

Con respecto a la reducción de la fractura varios autores indican que se realiza con el paciente en prono colocando rodillos o almohadillas a nivel abdominal que servirán como puntos de apoyo para que los dos segmentos óseos vuelvan a juntarse ^{20,28}.

Además de coincidir en el abordaje posterior también coinciden todos en la instrumentalización con segmentos largos, mínimo 3 segmentos por encima y por debajo de la zona de la lesión, esto se debe a que tras la osificación la columna pasa a actuar como un hueso largo y debe tratarse como tal ^{2,25}. El uso de segmentos largos por encima y debajo de la fractura también se debe a la alta inestabilidad de las fracturas y a la mala calidad ósea la cual se asocia al riesgo de fallo de implantación de los tornillos, además la colocación de varios tornillos a lo largo de la columna ayuda a distribuir la fuerza en más puntos con un mejor reparto de la carga ^{20,22,24,34}.

La revisión retrospectiva de Heard et al. buscaba evaluar si en las fracturas toracolumbares, no centradas en la columna rígida, la longitud de los segmentos afectaba a los resultados quirúrgicos ³⁴. Concluye que los segmentos cortos no tenían diferencias significativas con los segmentos largos, pero si bien es cierto en su cohorte de 91 pacientes con fracturas toracolumbares, 31 presentaban columna rígida y todos ellos habían sido intervenidos mediante abordaje posterior y con fijaciones con segmentos largos, así que en el grupo de columna rígida no se pudo contrastar los segmentos cortos con los largos ³⁴. Sí que hubo significación en que las fracturas tipo B de la clasificación AOSpine se asociaban con abordaje exclusivamente posterior y con columna rígida ³⁴. También encontró que el diagnóstico de columna rígida era asociado a peores resultados quirúrgicos y que el diagnóstico de osteoporosis era un factor predictivo de fallo del instrumental quirúrgico ³⁴.

Svac et al. en su estudio observaron a 46 pacientes con columna rígida y fractura toracolumbar operados con fijación transpedicular posterior mínimamente invasiva; se analizaron dos grupos, uno intervenido con cuatro niveles de fijación, dos por arriba y dos por debajo de la fractura, y otro con cinco o más niveles ²⁵. El estudio no observó diferencias entre ambos grupos, siendo ambas opciones válidas ²⁵. En todos los intervenidos con cuatro niveles de fijación no aparecieron fallos de fijación ²⁵. Concluyen que el uso de más tornillos se asocia a mayor riesgo de mala colocación, más tiempo de cirugía, mayor tiempo de exposición a radiación y mayor coste ²⁵. La única diferencia que encontraron es que el grupo tratado con fijaciones más largas

tuvieron un aumento menor del grado de cifosis a los 6 y 12 meses de la intervención en comparación con el grupo de fijaciones cortas, pero sin haber diferencias significativas ²⁵.

La fijación de los segmentos es realizada mediante tornillos transpediculares ^{17,20,25,27,28,33}. Uno de los problemas que se asocian con la fijación de los tornillos es la osteoporosis o la mala calidad ósea comprometiendo su correcta fijación ²⁸. Esto se puede corregir aumentando los niveles de fijación, como se comentó anteriormente, y cementando los mismos con PMMA ^{6,20,24,28}. La cementación deberá ser realizada teniendo en cuenta el estado de los pacientes y su situación funcional respiratoria ya que se debe tener en cuenta los riesgos de embolia por cemento ⁶.

Hishiya et al observaron una cohorte de 26 pacientes, unos operados con tornillos transpediculares y otros con una combinación de tornillos transpediculares y tornillos penetrantes en la placa terminal, los cuales atraviesan el pedículo y se extienden hasta la placa terminal del cuerpo vertebral ³⁰. El objetivo era observar la fijación entre un grupo y otro; en el grupo donde únicamente se usaron tornillos transpediculares hubo una tasa de aflojamiento del 49%, mientras que en el otro grupo la tasa fue del 3% ³⁰. Los autores recomiendan siempre que sea posible el uso de tornillos penetrantes en la placa terminal por su menor aflojamiento, aunque admiten que su estudio presenta múltiples limitaciones como el número de sujetos y un sesgo de selección ³⁰.

Cirugía abierta Vs Cirugía percutánea

La corriente actual en el tratamiento quirúrgico de las fracturas toracolumbares en columna rígida es la realización de cirugías percutáneas mínimamente invasivas (CMI), varios estudios las recomiendan frente a las cirugías abiertas (CA) aunque los resultados son similares ^{4,6,24,26,27,32}. Debido a que la cirugía en ocasiones se limita por la multimorbilidad de los pacientes la opción más adecuada es la CMI, ya que implica menor pérdida de sangre y menor duración del acto quirúrgico ^{4,6}. También se asocia con menor duración de la estancia hospitalaria y una menor incidencia de reintervenciones ²⁷.

De los artículos revisados dos de ellos investigaron mediante estudios de cohortes las diferencias entre la CA y la CMI ^{26,32}. Mousallem et al. analizaron una cohorte de 41 pacientes de los cuales el 61% fue operado mediante CMI y el 39% mediante CA; se analizó y comparó la pérdida de sangre estimada, el volumen de transfusión sanguínea necesitado, el tiempo de hospitalización y las complicaciones ²⁶. Se encontraron diferencias significativas a favor de la CMI en todos los parámetros analizados incluso en la tasa de mortalidad a los 60 días la cual fue menor en el grupo de CMI ²⁶. Los autores acaban concluyendo que la CMI es una buena opción en este perfil de pacientes tan mórbido ²⁶. Kohler et al. obtuvieron una cohorte de 75 pacientes de los cuales

el 64% fue intervenido mediante CMI mientras que el 36% fue por CA ³². Se analizó el tiempo de corte y sutura el cual fue significativamente menor en el grupo de CMI, sin embargo, el tiempo bajo fluoroscopia no presentó diferencias entre grupos ³². Un 37% y un 48% de los pacientes operados por CA y CMI, respectivamente, necesitó ingreso para monitorización, aunque no hubo diferencias significativas en esta comparación ³². La duración total de hospitalización fue de dos a tres días más en el grupo de CA que en el grupo de CIM, dando diferencias significativas como en otros estudios ³². Refieren que otras series encontraron diferencias significativas en la existencia de mayor número de infecciones del sitio quirúrgico en la CA en comparación con la CMI, en su estudio solo dos pacientes del grupo de CA presentaron infección ³². También observaron, al igual que en otros estudios, que la pérdida de sangre fue significativamente menor en la CMI ³². No se encontraron diferencias significativas en la corrección del ángulo de fractura tras la cirugía, aunque sí que se observaba mejor ángulo de corrección tras la CA ³². Los autores indican que la CA presenta ventajas frente a la CMI a la hora de insertar los tornillos ya que se pueden visualizar de manera directa, mientras que en la CMI necesitas de una imagen fluoroscópica planar ³². Concluyen que la CMI presenta una clara ventaja frente a la CA en cuanto a los resultados postoperatorios, como pérdida de sangre, disminución de la incidencia de infecciones y disminución del tiempo hospitalario ³². Una contra asociada a la CMI es que presentan una curva de aprendizaje más prolongada debido a su complejidad técnica ²⁴.

Tres artículos describen como sería la forma de intervenir de manera percutánea estas fracturas ^{24,25,28}. Con el paciente en decúbito prono se realiza una comprobación de la reducción de la fractura mediante fluoroscopia y una vez comprobada se procede a colocar en los pedículos agujas guía de punción ósea ^{24,26,27}. Una vez colocadas las agujas guía se procederá a colocar los tornillos y posteriormente las barras, las cuales se fijan con tuercas de bloqueo, todo supervisado mediante fluoroscopia ^{24,26,27}. Las barras se colocarán bilateralmente y de manera subfascial cráneo caudal y se ajustarán simultáneamente ²⁴. En el caso de que se precise una cementación se usarán tornillos pediculares fenestrados por donde se inyectará el PMMA ²⁸.

Corrección de la deformidad sagital

Los pacientes con columna rígida frecuentemente presentan un desequilibrio sagital fijo que se traduce en una cifosis marcada a nivel dorsal ⁴. En caso de fractura se puede proponer intentar corregir la alineación sagital mediante la osteotomía por sustracción de pedículo, la cual puede conseguir una corrección de hasta treinta grados ⁴. La técnica se realiza mediante CA y como se ha indicado presenta mayor riesgo peri y postoperatoriamente ⁴. El cirujano deberá sopesar los riesgos de la CA y la corrección sagital en base al estado del paciente y en el caso de realizar la cirugía deberá informar detalladamente al paciente de los riesgos y beneficios de la

intervención, así como de las alternativas disponibles, ya que los actos quirúrgicos encaminados a corregir deformidades ya existentes implican un riesgo alto añadido a la cirugía ^{4,20}. Muchos autores optan por restaurar la alineación previa a la fractura, únicamente logrando una reducción cerrada y estable de la fractura y abordando el problema neurológico ⁴. Finn añade que la reducción de la fractura debe tomarse muy en serio y que no se deberá corregir en exceso el plano sagital ya que se ha observado que una corrección excesiva de la postura cifótica puede generar puntos de debilidad estructural y compromiso neurológico ³¹. Reinhold et al. indican que la osteotomía realizada con el fin de corregir deformidades preexistentes no se debe realizar de rutina en el manejo de estas fracturas ya que desestabilizan aún más la columna y tienen altas tasas de complicaciones como pseudoartrosis y fallo del implante ²⁰.

Manejo del paciente con columna rígida en el quirófano

Un aspecto muy importante en estos pacientes es el manejo hospitalario de los mismos, no hay artículos publicados que hablen de la iatrogenia en los pacientes con columna rígida cuando se someten a procedimientos quirúrgicos de rutina ²⁰. Es fundamental que el personal sanitario conozca la existencia de la columna rígida por el riesgo que tienen de sufrir fracturas vertebrales con traumatismos leves, dados por ejemplo en el posicionamiento quirúrgico o en las transferencias de una camilla a otra ²⁰. Ciertos autores señalan que una cifoescoliosis con deformidad rígida fija debería ser una contraindicación para la cirugía endoscópica ²⁰. El equipo de anestesia juega un papel importante en el manejo de estos pacientes ya que la intubación, el traslado y el posicionamiento en la mesa de quirófano pueden resultar fatales si no se conoce la fisiopatología de la columna rígida ³¹. La intubación podrá agravar una fractura cervical, el posicionamiento podrá resultar en un agravamiento de la fractura toracolumbar si no se realiza con el cuidado que requiere e incluso podrá generar nuevas fracturas ³¹. Hay relación evidenciados casos de columna rígida cervical e intubación difícil y disfagia en pacientes añosos ^{4,17}. La colocación en la mesa de quirófano deberá ser por tanto muy controlada ya que en el decúbito prono cualquier extensión incontrolada puede aumentar el daño neurológico e incluso una interrupción vascular ¹⁷. Si a esto se le añade la excesiva actitud cifótica que presentan bastantes pacientes con columna rígida hace que la colocación sea una tarea muy importante que necesite suma precisión y vigilancia, para una correcta y segura colocación se recomiendan utilizar mesas de quirófano tipo Jackson a las que se puede añadir un marco Wilson en aquellos pacientes con mayor cifosis ^{4,17,24,27,31}. Finn además recomienda el control neurológico antes y después del posicionamiento mediante potenciales neurofisiológicos ³¹.

Complicaciones postoperatorias y Mortalidad

La cirugía en estos pacientes no está exenta de complicaciones, Caron et al observó que el 84% de los tratados quirúrgicamente tuvo al menos una complicación ⁸. Katoh et al. el 27,4%, Westerveld et al. el 86%, McCarty et al el 56,3%, Lakomkim el 38% y Schwendner el 18,3% ^{6,7,21,27,29}.

Como se observa las tasas de complicación fluctúan bastante entre estudios por ejemplo Finn data unas tasas que van desde el 33 al 84% ^{8 31}. Más o menos como la muestra bibliográfica analizada.

En cuanto al ingreso en unidades de cuidados intensivos solo fue analizado por Kohler et al. y observó que un 37% y un 48% de los pacientes operados por cirugía abierta y por cirugía poco invasiva, respectivamente, necesitó ingreso para monitorización ³². No hubo diferencias significativas en esta comparación ³².

Schwendner et al. dividen las complicaciones en quirúrgicas y médicas y observan que el 76,7% de los pacientes tiene complicaciones de las enfermedades de base, clasificándolas como complicaciones médicas ⁶. Otras complicaciones médicas son la neumonía por aspiración, la insuficiencia respiratoria y la trombosis venosa ^{6,20,29}.

De las complicaciones quirúrgicas las más acontecidas son, infección de la herida quirúrgica, dehiscencia de suturas, hematomas postoperatorios, fugas de líquido cefalorraquídeo, malposición de los tornillos pediculares, aflojamiento de los tornillos, fallo de la fijación fracturas de los segmentos adyacentes y pseudoartrosis ^{4,7,8,17,20-22}. Otras menos comunes pero que se deben nombrar por sus altas tasas de mortalidad son la disección aórtica, el pseudoaneurisma aórtico y la ruptura traqueal o esofágica ²⁰.

La tasa de mortalidad tras la cirugía ha sido observada por pocos estudios de los analizados. Schwendner et al. observaron una tasa de mortalidad del 10% a los 30 días y Lakomkim et al observaron que un 20,4% de la muestra falleció en los 12 meses posterior a la cirugía ^{28,29}. En el trabajo de Buxbaum et al. de 24 pacientes observados solo un paciente falleció en el período postoperatorio debido a complicaciones respiratorias, pero todos tuvieron al menos una complicación ²⁸.

Los predictores de mortalidad incluyen la edad avanzada, la enfermedad cardiovascular, el mecanismo de lesión de baja energía, la presencia de múltiples comorbilidades, el retraso diagnóstico y la necesidad de reintervención quirúrgica ^{8,21}. Con respecto al nivel de la lesión no hay evidencia de que se correlacione con la mortalidad ⁸.

Una parte fundamental es la prevención de estas complicaciones y esta debe ser acometida por equipos multidisciplinares, los cuales deberán de realizar una evaluación preoperatoria exhaustiva donde se identifiquen las comorbilidades y el estado del paciente, una planificación quirúrgica meticulosa, el uso de técnicas poco o mínimamente invasivas, una monitorización estrecha y la implementación de programas de rehabilitación temprana para mejorar la función ^{24,26,29,32}. Todo en pos de la disminución de complicaciones posquirúrgicas. Como prevención de estas complicaciones Lakomkim et al revisaron retrospectivamente una cohorte de fracturas en columna rígida con el objetivo de evaluar la capacidad del índice de comorbilidad de Charlson y el índice de fragilidad modificado a la hora de predecir complicaciones postoperatorias ²⁹. El estudio concluye que el índice de comorbilidad de Charlson puede ser una herramienta útil para predecir complicaciones en pacientes con columna rígida tras cirugía de columna ²⁹.



Figura 4: Radiografías anteroposterior y lateral, respectivamente, de la zona toracolumbar tras CMI para reducción de fractura por hiperextensión en la vértebra T12 en columna rígida.

Imágenes cedidas por el Dr. Loste Ramos, HUMS.

DISCUSIÓN

Como se ha indicado previamente el propósito de esta revisión es abordar el manejo de las fracturas toracolumbares en pacientes con columna rígida, ahondando principalmente en el tratamiento quirúrgico. Para ello se han usado diferentes artículos, en su mayoría estudios retrospectivos de cohortes.

La columna rígida se genera por una osificación y fusión espontánea de los elementos vertebrales, dando una alteración biomecánica y una predisposición a las fracturas por hiperextensión clasificadas en la AOSpine como B3, M2 ^{3,4,34}. De los factores predisponentes más importantes a citar es la edad, ya que esta entidad es muy prevalente a partir de la sexta y séptima década de vida ²⁻⁴.

Las enfermedades que con más prevalencia generan columna rígida son la EA y la DISH ^{3,4}. La EA y la DISH presentan claras diferencias en la fisiopatología, en la existencia de osteoporosis asociada, más común en la EA, en los hallazgos radiológicos, así como en la zona de fractura y en el sitio ^{3,5,19}. Sin embargo, a la hora de realizar el manejo no hay apenas distinción entre ambas ^{2,17}. Esto ha permitido en esta revisión hablar de columna rígida como entidad única.

La biomecánica lesional en las fracturas toracolumbares en columna rígida se debe a una hiperextensión producida por un traumatismo leve o de bajo impacto ²⁰. La pérdida de la movilidad segmentaria de las vértebras y la transformación semejante a un hueso largo fomentan un contexto biomecánico predisponente a las fracturas ante golpes mínimos ^{3,20}. En una columna rígida se pierde la movilidad y la capacidad de absorción de fuerzas, haciendo que una hiperextensión ligeramente superior a la normalidad genere una distracción en la parte anterior de la columna fracturando la zona con una dirección anteroposterior ^{3,22}. Esto se refleja con mucha asiduidad en la gran mayoría de los artículos consultados, haciendo que sea un punto importante a conocer por los clínicos y cirujanos de todas las especialidades, ya que afecta en el manejo de estos pacientes tanto a nivel hospitalario como quirúrgico ^{20,31}.

En los artículos más descriptivos sobre la columna rígida citan que las fracturas vertebrales en pacientes con DISH suelen respetar el arco posterior de la vértebra haciendo que sean fracturas estables y no tiendan a la inestabilidad ¹⁹. Esto queda en entredicho cuando se analizan las revisiones sistemáticas y los estudios descriptivos con cohortes que versan sobre fracturas y columna rígida y su tratamiento y pronóstico, reflejando que hasta que no se demuestre lo contrario una fractura en una columna vertebral rígida será inestable ^{4,6,17}. Es importante entender la posibilidad de que haya inestabilidad en estas fracturas ya que de ello depende el deterioro neurológico, la funcionalidad, así como la vida del paciente.

Lo anteriormente comentado repercute directamente en el diagnóstico de estas fracturas. Es fundamental la sospecha diagnóstica haciendo así que no solo sea el traumatólogo o el cirujano de columna el único que las advierta. Se observó que el retraso diagnóstico puede traer consecuencias neurológicas graves e incluso desenlaces fatales ^{21,31}. El retraso diagnóstico se da por la levedad del traumatismo y por un juicio médico inadecuado ²¹. Todos los autores recomiendan la TC como método diagnóstico de elección para valorar la fractura y la RM como complemento de estudio en casos determinados donde se busca conocer si hay lesión neurológica ^{3,4,6,23}. Se desestima para el diagnóstico el uso de la radiología convencional y la exploración física, debido a su baja sensibilidad y especificidad ^{4,20,23}.

La población tipo de los estudios analizados es una población añosa, con una media de 73 años, donde predomina el sexo masculino sobre el femenino; esto es un canon que sucede en la mayoría de la literatura consultada sobre columna rígida y fracturas, haciendo que la edad sea un factor de riesgo, así como las enfermedades metabólicas, la obesidad y la hipertensión ^{3,6,8,16,17,21}. Muchos de estos pacientes tomarán fármacos de manera crónica de los cuales habrá que destacar los anticoagulantes y antiagregantes ya que contraindicarán una cirugía urgente ^{6,17}.

El tratamiento conservador se aplicó únicamente en los casos donde la cirugía se contraindicaba y en aquellos pacientes que rechazaron la intervención ^{2,7,8,17,21,33}. La inmovilización externa con corsé y el reposo en cama son las herramientas principales del tratamiento conservador ^{8,16,31}. El único momento en el que el tratamiento conservador se puede contemplar es cuando el paciente no se pueda someter a una cirugía urgente por la toma de antiagregantes y anticoagulantes ^{16,31}. En estos casos se debe esperar con reposo controlado en cama el tiempo necesario hasta que el efecto se haya revertido ^{16,31}. Debido a una mayor tasa de mortalidad, así como a un aumento de la morbilidad, el tratamiento conservador se debe ofrecer en aquellos casos donde el paciente no se pueda someter a cirugía o esté en una situación paliativa ^{3,8,31}.

Todo esto guía a que el tratamiento de elección en las fracturas toracolumbares en pacientes con columna rígida sea la intervención quirúrgica ^{2,7,8,17}. Hay una clara diferencia tanto en términos de disminución de la mortalidad y morbilidad y del deterioro neurológico en comparación con el tratamiento conservador ^{3,21,31}. Las indicaciones de la cirugía serán todas aquellas fracturas toracolumbares con columna rígida en las que no se contraindique la cirugía ^{6,17,22,31,32}.

Significativamente hay una preferencia del abordaje quirúrgico posterior en comparación con el abordaje anterior, ya que el abordaje posterior presenta un acceso más sencillo y rápido a la

fractura para su reducción y descompresión ². Además, tiene menor riesgo de complicaciones que el abordaje anterior, el cual se ha asociado con tasas de fallo más altas ^{2,22}. Las recomendaciones encontradas para el abordaje anterior son un desplazamiento posterior significativo del cuerpo vertebral que comprima la médula espinal, la presencia de una hernia discal sintomática o la imposibilidad de realizar una fusión vertebral posterior multinivel ³¹. La descompresión quirúrgica estará indicada cuando haya un déficit neurológico importante, un hematoma epidural, el desplazamiento de una fractura irreductible o una estenosis severa ^{7,17}.

Hay unanimidad en la instrumentalización de la fractura varios segmentos por encima y por debajo de la fractura, lo que se conoce como instrumentalización con segmentos multinivel ^{2,17,25}. Se prefiere esta instrumentalización amplia por la inestabilidad de las fracturas y por la mala calidad ósea que suele existir en los pacientes con columna rígida, lo que suele conllevar fallos de implantación de los tornillos ^{20,22,24,34}. Además, el uso de segmentos en varios niveles ayuda a distribuir la fuerza en más puntos con un mejor reparto de la carga ^{20,22,24,34}. En general, se suelen recomendar segmentos de tres o más niveles, pero el estudio de SVAC et al. observó que no había diferencias significativas en la instrumentalización con segmentos largos comparados con segmentos cortos ²⁵. Proponen que, a mayor uso de tornillos, más riesgo de mala colocación, mayor tiempo de cirugía y mayor exposición a la radiación ²⁵.

Un riesgo común en la cirugía de estas fracturas es el fallo del implante por la mala calidad ósea y por la osteoporosis ^{6,20,30,34}. La manera de disminuir este riesgo es aumentar los niveles de fijación, colocando más tornillos, y cementando con PMMA en los casos adecuado ^{6,20,24,28}. El tornillo más usado en la selección de artículos fue el transpedicular ^{20,25,27,28,33}. Hishiya et al. comentan la eficacia de usar tornillos penetrantes en la placa terminal; los cuales tuvieron una tasa de aflojamiento del 3%, mucho menor que el aflojamiento en los tornillos pediculares la cual fue del 49% ³⁰. Esto introduce el uso de otros tornillos como posibles alternativas. En el caso del artículo de Hishiya et al. se debe comentar que la muestra de estudio total fue de 26 personas y que al grupo de tornillos penetrantes se les había colocado también tornillos transpediculares, lo que incurre en sesgos que disminuyen la fiabilidad del estudio.

Aunque se ha demostrado que los resultados de fijación y estabilización son los mismos en la cirugía abierta que en la cirugía percutánea, actualmente se tiende a usar la CMI frente a la CA ^{4,6,24,26,27,32}. LA CMI ha demostrado resultados peri y postoperatorios mejores como menor pérdida de sangre y menor uso de transfusiones intraoperatorias, disminución de la incidencia de infecciones y complicaciones y disminución de la estancia hospitalaria ^{26,32}. Debido a la multimorbilidad y fragilidad de este tipo de pacientes la CMI parece ser la opción más adecuada.

Con respecto a la corrección de la deformidad sagital los autores que lo investigaron concluyen que no se debe de realizar de manera rutinaria ya que esta corrección puede desestabilizar más la columna y aumentar el riesgo de complicaciones ^{4,20,31}. En caso de realizar dicha corrección el paciente deberá haber sido muy bien informado y conocer los riesgos que existen y las posibles alternativas ⁴. El principal objetivo que buscan los cirujanos en estas fracturas es reducir y estabilizar la fractura manteniendo la cifosis previa sin intentar corregirla ⁴.

Como se ha comentado, es fundamental que el personal sanitario general conozca la existencia de la columna rígida y los efectos que puede haber ante traumatismos leves, como pueden ser las movilizaciones y traslados y las colocaciones en una mesa de quirófano ²⁰. A nivel quirúrgico el paciente con columna rígida puede presentar vía aérea difícil, y requerir una colocación cuidadosa sobre la mesa de quirófano ^{4,17,31}. Se recomienda para la colocación del paciente en la mesa de quirófano una mesa quirúrgica tipo Jackson con marco Wilson, lo cual ayudará a adaptarse a la actitud cifótica excesiva en estos pacientes ^{4,17,24,27,31}. El uso de rodillos a nivel ventral puede ayudar a reducir la fractura y juntar las dos superficies de la fractura ^{20,28}.

La tasa de complicaciones quirúrgicas en estos pacientes fluctúa entre estudios, pero aun así son tasas que hacen patente la existencia frecuente de complicaciones ^{2,7,8,21,27,29}. Las complicaciones médicas más frecuentes son las exacerbaciones de las enfermedades de base, la neumonía por aspiración, la insuficiencia respiratoria y la trombosis venosa profunda ^{6,28,29}. Dentro de las complicaciones quirúrgicas las más frecuentes son la infección y dehiscencia de la herida quirúrgica, los hematomas postoperatorios, la pseudoartrosis y los fallos en la instrumentalización como la malposición y aflojamiento de tornillos y placas ^{2,4,8,17,20-22}.

En determinados estudios hablan de tasas altas de mortalidad, pero los estudios analizados con cohortes mencionan tasas de mortalidad en base a diferentes días y con resultados muy dispares, que no ayudan a la generalización ^{6,28,29}. Como predictores de mortalidad señalar la edad avanzada, la presencia de comorbilidades, los traumatismos de bajo impacto, el retraso diagnóstico y la necesidad de reintervenir ^{8,21}.

Lakomkim et al. investigaron con el objetivo de evaluar que herramientas o evaluaciones prequirúrgicas podían predecir complicaciones en estos pacientes y observaron que el índice de comorbilidad de Charlson era útil en este aspecto ²⁹.

Los artículos usados en esta revisión son en su mayoría estudios retrospectivos de cohortes, habiendo también series de casos y revisiones bibliográficas, así como dos revisiones sistemáticas. Las limitaciones que se han podido apreciar durante el proceso de realización de la revisión son la existencia de muestras pequeñas en los estudios seleccionados, la presencia

de sesgos en los mismos, los cuales se indicaban dentro de los artículos y los niveles de evidencia bajos por la no existencia de ensayos clínicos o meta análisis. Se recomienda seguir investigando en este tipo de fracturas y en la columna rígida para poder aumentar el nivel de evidencia y poder establecer guías de práctica clínica que asesoren sobre el manejo de estos pacientes, no solo a nivel de la cirugía y su manejo en el quirófano, si no a un nivel general hospitalario y ambulatorio; ya que la columna rígida se asocia con la edad y factores metabólicos y está tendiendo a ser cada vez más frecuente en la población.



Figura 5: Reconstrucción tridimensional TC de fractura por hiperextensión de la vértebra T12 en columna rígida.

Imágenes cedidas por el Dr. Loste Ramos, HUMS.

CONCLUSIONES

- ✚ El concepto de columna rígida se define como una osificación espontánea y progresiva de la columna vertebral, dada por procesos anquilosantes que rigidizan la columna.
- ✚ Las dos patologías que más generan columna rígida son la espondilitis anquilosante y la hiperostosis difusa esquelética idiopática.
- ✚ La osificación de la columna en la espondilitis anquilosante como la hiperostosis difusa se relacionan proporcionalmente con la edad.
- ✚ La columna rígida supone una modificación de la biomecánica de la columna vertebral. La pérdida de la movilidad segmentaria hace que la columna se transforme en un hueso largo y aumente el riesgo de fracturas por extensión ante traumatismos triviales.
- ✚ Las fracturas por extensión en la columna rígida se dan con mucha frecuencia en la zona toracolumbar, siendo clasificadas por la AOSpine como fracturas tipo B3, M2.
- ✚ Estas fracturas representan un desafío clínico significativo, ya que su diagnóstico a veces se ve retrasado por la levedad del traumatismo y por la falta de sospecha clínica.
- ✚ La inestabilidad de la fractura hace que el tratamiento conservador se desestime y solo se aplique en situaciones donde la cirugía quede contraindicada.
- ✚ La cirugía es el tratamiento de elección en los pacientes con columna rígida y fracturas toracolumbares. Ofrece mejores resultados en términos de mortalidad, morbilidad y deterioro neurológico comparado con el tratamiento conservador.
- ✚ Con respecto a la técnica quirúrgica la opción más indicada es el abordaje posterior, con segmentación multinivel y realizado percutáneamente con técnicas mini invasivas.
- ✚ Se necesitan estudios con mayor nivel de evidencia y con tamaños muestrales más amplios para poder establecer guías de práctica clínica competentes que aborden las fracturas toracolumbares en pacientes con columna rígida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sunder A, Chhabra HS, Aryal A. Geriatric spine fractures – Demography, changing trends, challenges and special considerations: A narrative review. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*. 2023 Aug 1;43.
2. Westerveld LA, Verlaan JJ, Oner FC. Spinal fractures in patients with ankylosing spinal disorders: A systematic review of the literature on treatment, neurological status and complications. Vol. 18, *European Spine Journal*. 2009. p. 145–56.
3. Shah NG, Keraliya A, Nunez DB, Schoenfeld A, Harris MB, Bono CM, et al. Injuries to the rigid spine: What the spine surgeon wants to know. *Radiographics*. 2019 Mar 1;39(2):449–66.
4. Schaefer RO, Rutsch N, Schnake KJ, Aly MM, Camino-Willhuber G, Holas M, et al. Rigid spine injuries – A comprehensive review on diagnostic and therapeutic challenges. Vol. 4, *Brain and Spine*. Elsevier B.V.; 2024.
5. Harlianto NI, Ezzafzafi S, Foppen W, Kuperus JS, van der Horst-Bruinsma IE, de Jong PA, et al. The prevalence of vertebral fractures in diffuse idiopathic skeletal hyperostosis and ankylosing spondylitis: A systematic review and meta-analysis. Vol. 17, *North American Spine Society Journal*. Elsevier Inc.; 2024.
6. Schwendner M, Seule M, Meyer B, Krieg SM. Management of spine fractures in ankylosing spondylitis and diffuse idiopathic skeletal hyperostosis: a challenge. *Neurosurgical Focus*. 2021 Oct 1;51(4):1–7.
7. Westerveld LA, van Bommel JC, Dhert WJA, Oner FC, Verlaan JJ. Clinical outcome after traumatic spinal fractures in patients with ankylosing spinal disorders compared with control patients. *Spine Journal*. 2014 May 1;14(5):729–40.
8. Caron T, Bransford R, Nguyen Q, Agel J, Chapman J, Bellabarba C. Spine Fractures in Patients With Ankylosing Spinal Disorders. Vol. 35, *SPINE*.
9. du Plessis AM, Greyling LM, Page BJ. Differentiation and classification of thoracolumbar transitional vertebrae. *Journal of Anatomy*. 2018 May 1;232(5):850–6.
10. Rudol G, Gummerson NW. (ii) Thoracolumbar spinal fractures: Review of anatomy, biomechanics, classification and treatment. *Orthopaedics and Trauma*. 2014;28(2):70–8.
11. Resnick DK, Weller SJ, Benzel EC. *BIOMECHANICS OF THE THORACOLUMBAR SPINE*.
12. Lomelí-Rivas A, Je LB. Biomechanics of the lumbar spine: a clinical approach [Internet]. Vol. 33, *Acta Ortopédica Mexicana*. 2019. Available from: www.medigraphic.org.mx

13. Rathore M, Sharma DK, Sinha MB, Siddiqui AU, Trivedi S. A Focused Review- Thoracolumbar Spine: Anatomy, Biomechanics and Clinical Significance.
14. Bogduk N. Clinical and radiological anatomy of the lumbar spine. 5^a ed. Londres: Churchill Livingstone elsevier; 2012.
15. Vaccaro AR, Oner C, Kepler CK, Dvorak M, Schnake K, Bellabarba C, et al. AOSpine thoracolumbar spine injury classification system: Fracture description, neurological status, and key modifiers. *Spine*. 2013 Nov 1;38(23):2028–37.
16. Okano I, Tachibana T, Nishi M, Midorikawa Y, Hoshino Y, Sawada T, et al. Conservative treatment for stable low-energy thoracolumbar vertebral fractures in nonfused segments among elderly patients with diffuse idiopathic skeletal hyperostosis: A matched case-control study. *Medicine (United States)*. 2019 Jun 1;98(24).
17. Rustagi T, Drazin D, Oner C, York J, Schroeder GD, Vaccaro AR, et al. Fractures in Spinal Ankylosing Disorders: A Narrative Review of Disease and Injury Types, Treatment Techniques, and Outcomes. Vol. 31, *Journal of Orthopaedic Trauma*. Lippincott Williams and Wilkins; 2017. p. S57–74.
18. Olivieri I, Angelo SD', Palazzi C, Padula A, Mader R, Khan MA. Diffuse Idiopathic Skeletal Hyperostosis: Differentiation From Ankylosing Spondylitis. *Current Rheumatology Reports*. 2009;11:321–8.
19. Takahashi T, Yoshii T, Mori K, Kobayashi S, Inoue H, Tada K, et al. Comparison of radiological characteristics between diffuse idiopathic skeletal hyperostosis and ankylosing spondylitis: a multicenter study. *Scientific Reports*. 2023 Dec 1;13(1).
20. Reinhold M, Knop C, Kneitz C, Disch A. Spine Fractures in Ankylosing Diseases: Recommendations of the Spine Section of the German Society for Orthopaedics and Trauma (DGOU). *Global Spine Journal*. 2018 Sep 1;8(2_suppl):56S-68S.
21. Katoh H, Okada E, Yoshii T, Yamada T, Watanabe K, Katsumi K, et al. A comparison of cervical and thoracolumbar fractures associated with diffuse idiopathic skeletal hyperostosis—A nationwide multicenter study. *Journal of Clinical Medicine*. 2020 Jan 1;9(1).
22. Werner BC, Samartzis D, Shen FH. Spinal Fractures in Patients with Ankylosing Spondylitis: Etiology, Diagnosis, and Management. Vol. 24, *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. Lippincott Williams and Wilkins; 2016. p. 241–9.
23. Tavoraro C, Ghaffar S, Zhou H, Nguyen QT, Bellabarba C, Bransford RJ. Is routine MRI of the spine necessary in trauma patients with ankylosing spinal disorders or is a CT scan sufficient? *Spine Journal*. 2019 Aug 1;19(8):1331–9.

24. Yeoh D, Moffatt T, Karmani S. Good outcomes of percutaneous fixation of spinal fractures in ankylosing spinal disorders. *Injury*. 2014;45(10):1534–8.
25. Svac J, Stranak P, Hrin T, Hrabalek L, Alberty R, Zamborsky R, et al. The effect of lengthening of the percutaneous implant in the surgical treatment of Th-L ankylosed spine fractures: 4 segment fixation versus 5 to 8 segment fixation. *Bratislavske lekarske listy*. 2024;125(12):844–50.
26. Moussallem CD, McCutcheon BA, Clarke MJ, Cui Q, Currier BL, Yaszemski MJ, et al. Perioperative complications in open versus percutaneous treatment of spinal fractures in patients with an ankylosed spine. *Journal of Clinical Neuroscience*. 2016 Aug 1;30:88–92.
27. McCarty S, Bruckner JJ, Camacho JE, Jauregui JJ, Thomson AE, Ye I, et al. Comparison of Outcomes in Percutaneous Fixation of Traumatic Fractures between Ankylosing Spondylitis and Diffuse Idiopathic Skeletal Hyperostosis. *Global Spine Journal*. 2023 Sep 1;13(7):1821–8.
28. Buxbaum RE, Shani A, Mulla H, Rod A, Rahamimov N. Percutaneous, PMMA-augmented, pedicle screw instrumentation of thoracolumbar ankylosed spine fractures. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. 2021 Dec 1;16(1).
29. Lakomkin N, Mikula AL, Pinter ZW, Wellings E, Alvi MA, Scheitler KM, et al. Perioperative risk stratification of spine trauma patients with ankylosing spinal disorders: a comparison of 3 quantitative indices. *Journal of Neurosurgery: Spine*. 2022 Nov 1;37(5):722–8.
30. Hishiya T, Ishikawa T, Ota M. Posterior spinal fixation using penetrating endplate screws in patients with diffuse idiopathic skeletal hyperostosis-related thoracolumbar fractures. *Journal of Neurosurgery: Spine*. 2021 Jun 1;34(6):936–41.
31. Finn M, Kumar R. Fractures in the ankylosed spine. En: Browner BD, Jupiter JB, Krettek C, Anderson P, directores. *Skeletal trauma: Basic science, management and reconstruction*. 5^a ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2015. P. 981-990
32. Kohler FC, Schenk P, Bechstedt-Schimske M, Ullrich BW, Klauke F, Hofmann GO, et al. Open versus minimally invasive fixation of thoracic and lumbar spine fractures in patients with ankylosing spinal diseases. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2022 Jun 1;48(3):2297–307.
33. Lu ML, Tsai TT, Lai PL, Fu TS, Niu CC, Chen LH, et al. A retrospective study of treating thoracolumbar spine fractures in ankylosing spondylitis. *European Journal of Orthopaedic Surgery and Traumatology*. 2014;24(SUPPL.1).

34. Heard JC, Lambrechts MJ, Lee Y, Ezeonu T, Trenchfield DR, D'Antonio ND, et al. Construct length analysis of type B and C cervical and thoracolumbar fractures. *Journal of Craniovertebral Junction and Spine*. 2024;15(2):196–204.