



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE DOCTORADO

PROGRAMA DE DOCTORADO EN MEDICINA Y CIRUGÍA

TESIS DOCTORAL

**EVALUACIÓN RETROSPECTIVA DE LAS ESCALAS
TLICS Y TLAOSIS PARA EL TRATAMIENTO DE
FRACTURAS TORACOLUMBARES EN UNA SERIE
CONSECUTIVA DE 629 PACIENTES**

XAVIER AUGUSTO SANTANDER ESPINOZA

DIRECTOR

PROF. DR. GREGORIO RODRÍGUEZ – BOTO

PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE
DOCTOR EN MEDICINA

2021

UAM
Universidad Autónoma
de Madrid

Madrid
España

*A las 3 mujeres más importantes de
mi vida:*

Johanna, mi esposa

Aldana, mi hija

Marjorie, mi madre

AGRADECIMIENTOS

A la invaluable aportación y dedicación de mi director y tutor de tesis, el Prof. Dr. Gregorio Rodríguez - Boto. Sus cuidadosas observaciones, sugerencias y constante guía, han contribuido a que este trabajo sea el mejor posible; y también a su amistad y consejos durante mis últimos años de residencia. También quisiera hacer una especial mención al Prof. Dr. Jesús Vaquero Crespo, quien fuera co-director de esta tesis y un ejemplo de vida dedicada a la investigación, hasta el día de su sensible fallecimiento.

A la presencia, enseñanza y compañerismo de los adjuntos del servicio de neurocirugía del Hospital Puerta de Hierro – Majadahonda. Son testigos de lo mucho que nunca dejé de intentar hacer las cosas lo mejor posible; aunque muy a mi pesar, no lo haya conseguido siempre. A la camaradería y amistad de mis residentes mayores, quienes además de colegas son mis amigos: Ángela, Anwar, Manuel, Sofía y Carlos. Hemos coincidido muchas veces y discutido otras tantas, pero ese intercambio es el que ha enriquecido nuestro bagaje y me retado, en el mejor sentido de la palabra, a intentar romper mis limitaciones.

De cada uno de ellos, he intentado llevarme lo mejor y han contribuido a la amalgama académica que he cultivado durante mi residencia y he plasmado como parte de este camino, largo y nada sencillo, de convertirme en neurocirujano.

Gracias a mis padres, Marjorie y Javier, por ser el principal soporte de mis sueños, muchas veces posponiendo los suyos. Gracias por haberme acompañado desde que les dije que quería ser médico hasta que terminé la residencia como especialista, lejos de casa y lejos de ellos. Gracias porque soy consciente de todo lo que han sacrificado por mí. Ese sacrificio es también parte de cada una de las líneas de esta tesis.

A mi esposa Johanna, por su incansable amor e incondicional comprensión. Porque ha sido y será siempre la que ha sacado lo mejor de mí. Porque ha estado iluminando mis noches más oscuras y adornando mis mañanas más radiantes.

Gracias a mi hija, Aldana, simplemente por existir. Y porque alguna vez se sentó en mi regazo frente al ordenador, moviendo frenéticamente sus pequeñas manitas intentando usar el teclado; mientras balbuceaba o sonreía. Y por esa mirada castaña, que inmediatamente arreglaba el peor de mis días.

Finalmente, gracias a Ana Royuela, del departamento de bioestadística del hospital, por su inconmensurable apoyo en la sección de estadística y tratamiento de resultados, y gracias también a mi gran amigo Johnny Chávez, fotógrafo de profesión y artista de corazón, por su inestimable ayuda con la edición de mis ilustraciones.

Resumen:**Diseño:**

Estudio unicéntrico, serie retrospectiva.

Objetivos:

Evaluación y comparación del uso de las escalas TLICS y TLAOSIS en una gran serie consecutiva de pacientes.

Marco teórico:

Muchos intentos de desarrollar un sistema confiable para clasificar y tratar fracturas toracolumbares traumáticas se han llevado a cabo a lo largo de los años. Se han validado dos escalas, la TLICS (Thoracolumbar Injury Classification System) y más recientemente, la TLAOSIS (Thoracolumbar AOSpine Injury Score). TLAOSIS se basa en el TLICS, tratando de mejorarlo y de obtener aceptación universal, pero las comparaciones entre ambas han sido realizadas en series de casos muy pequeñas y principalmente por sus propios autores. Por lo tanto, esta falta de evidencia no favorece la adherencia para el uso de un sistema globalmente aceptado.

Métodos:

Se han recogido 629 pacientes consecutivos, en el lapso de 10 años. Se recogieron variables clínicas, puntuación de escala ASIA e imágenes radiológicas. Se clasificaron las fracturas según el sistema toracolumbar AOSpine, y se han aplicado retrospectivamente ambas escalas en dos grupos de acuerdo a tratamiento: quirúrgico y conservador.

Resultados:

Se obtuvieron 254 pacientes en el grupo quirúrgico. La fusión espinal instrumentada más el uso de órtesis postoperatoria fue el tratamiento más utilizado (98 pacientes, 38,6%), y 35 pacientes (13,8%) tuvieron complicaciones postquirúrgicas. El TLICS (media: 2,75, mediana: 2), igualó las recomendaciones en 62/254 (24,4%), mientras que el TLAOSIS (media: 3,59, mediana: 3) coincidió en 98/254 (38,6%) pacientes. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas a favor de TLAOSIS ($p < 0,01$).

375 pacientes fueron tratados de forma conservadora. Trescientos cuarenta y nueve (93,1%) pacientes recibieron una órtesis durante al menos 4 semanas. El TLICS (media: 1,73, mediana: 1), igualó las recomendaciones en 369/375 (98,4%), mientras que el TLAOSIS (media: 1,92, mediana: 1) en 368/375 (98,1%). No se encontraron diferencias en este grupo.

Conclusiones:

En su aplicación a un gran número de pacientes consecutivos, TLAOSIS tuvo más precisión para la indicación quirúrgica y para la indicación del tratamiento conservador no existieron diferencias significativas cuando se utilizó TLICS o TLAOSIS. Concordantemente, nos parece lógico favorecer el uso de TLAOSIS sobre TLICS especialmente en el contexto de fracturas con indicación de tratamiento controversial.

Palabras clave:

toracolumbar, fracturas, TLICS, TLAOSIS, validación, retrospectivo, conservador, quirúrgico, clasificación, puntuaciones, algoritmo

Summary:**Design:**

Single-center study, retrospective series.

Objectives:

Evaluation and comparison of the use of the TLICS and TLAOSIS scales in a large consecutive series of patients.

Introduction:

Many attempts to develop a reliable system for classifying and treating traumatic thoracolumbar fractures have been made over the years. Two scales have been validated, the TLICS (Thoracolumbar Injury Classification System) and more recently, the TLAOSIS (Thoracolumbar AOSpine Injury Score). TLAOSIS is based on the TLICS, which tried to improve the previous one and obtain universal acceptance, but comparisons between the two have been made in small case-series and mainly by its own authors. Therefore, this lack of evidence does not favor adherence to the use of a globally accepted system.

Methods:

629 consecutive patients have been collected, in the span of 10 years. Clinical variables, ASIA scale score and radiological images were collected. Fractures were classified according to the AOSpine thoracolumbar system, and both scales have been retrospectively applied in two groups according to treatment: surgical and conservative.

Results:

254 patients were obtained in the surgical group. Instrumented spinal fusion plus the use of postoperative orthosis was the most used treatment (98 patients, 38.6%), and 35 patients (13.8%) had postoperative complications. The TLICS (mean: 2.75, median: 2), equaled the recommendations in 62/254 (24.4%), while the TLAOSIS (mean: 3.59, median: 3) coincided in 98/254 (38,6% patients). Statistically significant differences were found in favor of TLAOSIS ($p < 0.01$).

375 patients were treated conservatively. Three hundred forty-nine (93.1%) patients received an orthosis for at least 4 weeks. The TLICS (mean: 1.73, median: 1), equaled the recommendations in 369/375 (98.4%), while the TLAOSIS (mean: 1.92, median: 1) in 368/375 (98, 1%). No differences were found in this group.

Conclusions:

When applied to a large number of consecutive patients, TLAOSIS was more precise for the surgical indication and for the indication of conservative treatment there were no significant differences when TLICS or TLAOSIS was used. Accordingly, it seems logical to us to favor the use of TLAOSIS over TLICS, especially in the context of fractures with an indication for controversial treatment.

Keywords:

thoracolumbar, fractures, TLICS, TLAOSIS, validation, retrospective, conservative, surgical, classification, scores, algorithm

FORMATO GENERAL TESIS: SECCIÓN, TÍTULOS, SUBTÍTULOS

I. SECCIÓN

1. TÍTULO

1.1. SUBTÍTULO 1

1.1.1. SUBTÍTULO 2

1.1.1.1. SUBTÍTULO 3

ACCESO RÁPIDO – FIGURAS

FIGURAS

Figura
Título de la figura

Formato y Leyenda →

*Descripciones adicionales, abreviaturas,
bibliografía*

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1	Tres tipos de fractura del cuerpo vertebral por flexión – compresión según Watson-Jones	29
2	Representación de las dos columnas de Kelly y Whitesides	30
3	Algoritmo de clasificación morfológica de fracturas según la AOSpine	36
4	Tipos de fractura: A, B y C	39
5	Fractura tipo A0	40
6	Fractura tipo A1	41
7	Fractura tipo A2	42
8	Fractura tipo A3	43
9	Fractura tipo A4	44
10	Fractura tipo B1	45
11	Fractura tipo B2	46
12	Fractura tipo B3	47
13	Fractura tipo C	48
14	Tabla de variables	55
15	Métodos de medición de cifosis	56

ACCESO RÁPIDO – ILUSTRACIONES

ILUSTRACIONES

Ilustración
Título de la ilustración

** las ilustraciones son del autor*

Formato y Leyenda →

*Descripciones adicionales, abreviaturas,
bibliografía*

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración	Título	Página
1	Vértebra torácica vs. vértebra lumbar	12
2	Ángulo de acuñamiento y parámetros morfológicos de vértebra torácica	15
3	Anatomía de una vértebra torácica	15
4	Orientación espacial de las carillas articulares torácicas	16
5	Ligamentos del segmento vertebral torácico	17
6	Movimientos y centros de gravedad rotacional del segmento vertebral torácico	19
7	Anatomía de una vértebra lumbar	21
8	Ligamentos del segmento vertebral lumbar	24
9	Estabilidad del complejo toracolumbar	26

ACCESO RÁPIDO – TABLAS

TABLAS

Tabla
Título de la tabla

Formato y Leyenda →

*Descripciones adicionales, abreviaturas,
bibliografía*

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Título	Página
1	Clasificación de fracturas según Denis (1983): 4 tipos y 16 subtipos	32
2	Clasificación de fracturas según Ferguson y Aleen: 8 tipos y 5 subtipos	33
3	Thoracolumbar Injury Classification System	34
4	Thoracolumbar AOSpine Injury Classification System	37
5	Criterios de inclusión y exclusión	52
6	Comparativa entre las escalas TLICS y TLAOSIS	54
7	Pacientes excluidos (n=299)	58
8	Distribución de grupos terapéuticos	58
9	Distribución de nivel de fracturas en población general	59
10	Mecanismo de lesión de fracturas en población general	59
11	Realización de RM para diagnóstico inicial en la población general	60
12	Realización de RM para diagnóstico inicial por grupos terapéuticos	60
13	Escala ASIA (American Spinal Injury Association) al momento del diagnóstico	60
14	Tipos y subtipos de fractura según AOS en la población general (valoración del autor)	61
15	Tipos y subtipos de fractura según AOS en la población general (valoración de los cirujanos tratantes)	62
16	Empeoramiento y mejora del ángulo de cifosis en población general y subgrupos	63
17	Presencia de dolor al inicio de la consulta (n = 581)	64
18	Presencia de dolor al final de la consulta (n = 577)	64
19	Distribución de fracturas de acuerdo al mecanismo y nivel de lesión: grupo conservador	65
20	Escala ASIA inicial: grupo conservador	65
21	Tipos y subtipos de fractura según AOS en el grupo conservador	66
22	Tipo de tratamiento conservador	66
23	Distribución comparativa del grupo conservador (N = 375) de acuerdo al TLICS y TLAOSIS	67
24	Distribución de fracturas de acuerdo al mecanismo y nivel de lesión: grupo quirúrgico	68
25	Escala ASIA inicial: grupo quirúrgico	69
26	Tipos y subtipos de fractura según AOS en el grupo quirúrgico	69
27	Distribución de los pacientes del grupo quirúrgico por tipo de intervención	70
28	Distribución de complicaciones quirúrgicas (n = 35)	71
29	Distribución comparativa del grupo quirúrgico (n = 254) de acuerdo al TLICS y TLAOSIS	71

ÍNDICE ABREVIADO

I.	CONSIDERACIONES GENERALES	Pg.	1
II.	EPIDEMIOLOGÍA DE LAS FRACTURAS VERTEBRALES TORACOLUMBARES	Pg.	3
III.	ANATOMÍA VERTEBRAL	Pg.	11
IV.	HISTORIA DE LA CLASIFICACIÓN DE LAS FRACTURAS TORACOLUMBARES	Pg.	28
V.	OBJETIVOS	Pg.	50
VI.	MATERIAL Y MÉTODOS	Pg.	52
VII.	RESULTADOS	Pg.	58
VIII.	DISCUSIÓN	Pg.	73
IX.	CONCLUSIONES	Pg.	77
X.	REFERENCIAS	Pg.	78

ÍNDICE GENERAL

I.	CONSIDERACIONES GENERALES	Pg. 1
1.	CONCEPTOS BÁSICOS	Pg. 1
1.1.	CRITERIOS DIAGNÓSTICOS	Pg. 1
1.2.	CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN	Pg. 1
2.	EL CONTINUUM: DIAGNÓSTICO VS. CLASIFICACIÓN	Pg. 2
II.	EPIDEMIOLOGÍA DE LAS FRACTURAS VERTEBRALES TORACOLUMBARES	Pg. 3
1.	INTRODUCCIÓN	Pg. 3
2.	TRAUMATISMO TORACOLUMBAR	Pg. 3
2.1.	PREVALENCIA E INCIDENCIA	Pg. 3
2.2.	NIVEL DE LESIÓN	Pg. 4
2.3.	TIPO Y MORFOLOGÍA	Pg. 4
2.4.	MECANISMOS DE LESIÓN	Pg. 5
3.	FRAGILIDAD Y OSTEOPOROSIS	Pg. 5
3.1.	PREVALENCIA E INCIDENCIA	Pg. 5
3.2.	DEFINICIÓN DE FRACTURA VERTEBRAL	Pg. 6
3.3.	MECANISMOS DE LESIÓN	Pg. 6
3.4.	FACTORES DE RIESGO INDIVIDUALES	Pg. 7
3.5.	CONSECUENCIAS CLÍNICAS ASOCIADAS	Pg. 8
3.6.	ASOCIACIÓN DE FRACTURAS SUBSECUENTES	Pg. 8
3.7.	MORTALIDAD	Pg. 9
3.8.	COSTOS SANITARIOS	Pg. 9
4.	SUMARIO	Pg. 10
III.	ANATOMÍA VERTEBRAL	Pg. 11
1.	INTRODUCCIÓN	Pg. 11
2.	COLUMNA VERTEBRAL TORÁCICA	Pg. 13
2.1.	ANATOMÍA FUNCIONAL	Pg. 13
2.1.1.	COMPLEJO TORÁCICO ESPINAL	Pg. 13
2.1.2.	CAJA O JAULA COSTAL	Pg. 13
2.2.	ANATOMÍA CUANTITATIVA	Pg. 14
2.2.1.	CURVATURA	Pg. 14
2.2.2.	CUERPOS VERTEBRALES	Pg. 14
2.2.3.	LÁMINAS	Pg. 15
2.2.4.	PEDÍCULOS	Pg. 16
2.2.5.	APÓFISIS ESPINOSAS Y TRASNVERSAS	Pg. 16
2.2.6.	CARILLAS ARTICULARES	Pg. 16
2.3.	COMPLEJO LIGAMENTARIO TORÁCICO ESPINAL	Pg. 17
2.3.1.	LIGAMENTOS LONGITUDINALES ANTERIOR Y POSTERIOR	Pg. 17
2.3.2.	LIGAMENTO AMARILLO (LIGAMENTUM FLAVUM)	Pg. 18
2.3.3.	CÁPSULAS ARTICULARES	Pg. 18
2.3.4.	LIGAMENTOS INTERTRANSVERSOS, INTERESPINOSOS Y SUPRAESPINOSOS	Pg. 18

2.3.5.	LIGAMENTOS COSTOTRANSVERSOS	Pg.	18
2.4.	ESTABILIDAD DE LA COLUMNA TORÁCICA	Pg.	19
3.	COLUMNA VERTEBRAL LUMBAR	Pg.	20
3.1.	ANATOMÍA FUNCIONAL	Pg.	20
3.2.	ANATOMÍA CUANTITATIVA	Pg.	21
3.2.1.	CUERPOS VERTEBRALES	Pg.	21
3.2.2.	PEDÍCULOS	Pg.	22
3.2.3.	LÁMINAS	Pg.	22
3.2.4.	APÓFISIS ESPINOSAS, TRANSVERSAS Y ARTICULARES	Pg.	22
3.2.5.	CARILLAS ARTICULARES	Pg.	22
3.3.	COMPLEJO LIGAMENTARIO LUMBAR ESPINAL	Pg.	23
3.3.1.	LIGAMENTOS LONGITUDINALES ANTERIOR Y POSTERIOR	Pg.	23
3.3.2.	LIGAMENTO AMARILLO (LIGAMENTUM FLAVUM)	Pg.	24
3.3.3.	LIGAMENTOS INTERTRANSVERSOS, INTERESPINOSOS Y SUPRAESPINOSOS	Pg.	24
3.3.4.	CÁPSULAS ARTICULARES	Pg.	25
3.4.	CIZALLAMIENTO Y TRASLACIÓN	Pg.	25
3.5.	DISMINUCIÓN DE ALTURA VERTEBRAL POR COMPRESIÓN	Pg.	25
3.6.	ESTABILIDAD DE LA COLUMNA LUMBAR	Pg.	25
IV.	HISTORIA DE LA CLASIFICACIÓN DE LAS FRACTURAS TORACOLUMBARES	Pg.	28
1.	INTRODUCCIÓN	Pg.	28
2.	REVISIÓN HISTÓRICA	Pg.	28
2.1.	CLASIFICACIONES HISTÓRICAS Y TERMINOLOGÍA ANECDÓTICA	Pg.	28
2.2.	CLASIFICACIÓN DE 2 Y 3 COLUMNAS DE DENIS	Pg.	30
2.3.	THORACOLUMBAR INJURY CLASSIFICATION SYSTEM (TLICS)	Pg.	33
2.4.	THORACOLUMBAR AOSPINE INJURY SCORE (TLAOSIS)	Pg.	35
2.4.1.	CLASIFICACIÓN MORFOLÓGICA DE FRACTURAS VERTEBRALES	Pg.	39
2.4.1.1.	CATEGORÍA A: COMPRESIÓN	Pg.	40
2.4.1.2.	CATEGORÍA B: FLEXIÓN-DISTRACCIÓN	Pg.	44
2.4.1.3.	CATEGORÍA C: TRASLACIÓN	Pg.	47
2.5.	RESUMEN DE ALGORITMO DIAGNÓSTICO	Pg.	49
V.	OBJETIVOS	Pg.	50
1.	HIPÓTESIS CONCEPTUAL	Pg.	50
2.	HIPÓTESIS OPERATIVA	Pg.	50
3.	OBJETIVOS GENERALES	Pg.	51
4.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	Pg.	51
VI.	MATERIAL Y MÉTODOS	Pg.	52
1.	POBLACIÓN DE ESTUDIO	Pg.	52
2.	CLASIFICACIÓN DE FRACTURAS	Pg.	52

3.	CONFORMACIÓN DE SUBGRUPOS: CONSERVADOR Y QUIRÚRGICO	Pg.	53
4.	PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	Pg.	53
5.	APLICACIÓN DE ESCALAS TLICS Y TLAOSIS	Pg.	53
6.	TRATAMIENTO DE VARIABLES	Pg.	54
7.	TIEMPO DE SEGUIMIENTO	Pg.	55
8.	MEJORA O EMPEORAMIENTO DEL GRADO DE CIFOSIS	Pg.	55
9.	AUSENCIA O PRESENCIA DE DOLOR	Pg.	57
10.	ESTADÍSTICA	Pg.	57
VII.	RESULTADOS	Pg.	58
1.	POBLACIÓN GENERAL	Pg.	58
1.1.	NIVEL DE FRACTURA Y MECANISMO DE LESIÓN	Pg.	59
1.2.	RESONANCIA MAGNÉTICA (RM)	Pg.	59
1.3.	ESTATUS NEUROLÓGICO INICIAL	Pg.	60
1.4.	TIPO Y SUBTIPO DE FRACTURA	Pg.	61
1.5.	TIEMPO DE SEGUIMIENTO	Pg.	62
1.6.	GRADO DE CIFOSIS	Pg.	63
1.7.	AUSENCIA VS. PRESENCIA DE DOLOR	Pg.	63
2.	GRUPO CONSERVADOR Y QUIRÚRGICO	Pg.	64
2.1.	GRUPO CONSERVADOR (N = 375)	Pg.	64
2.1.1.	CARACTERÍSTICAS GENERALES	Pg.	64
2.1.2.	ESTATUS NEUROLÓGICO INICIAL	Pg.	64
2.1.3.	TIPO Y SUBTIPO DE FRACTURA	Pg.	65
2.1.4.	TIPO DE TRATAMIENTO	Pg.	65
2.1.4.1.	COMPLICACIONES	Pg.	66
2.1.5.	TLICS Y TLAOSIS	Pg.	67
2.1.6.	TIEMPO DE SEGUIMIENTO	Pg.	67
2.1.7.	GRADO DE CIFOSIS	Pg.	67
2.1.8.	AUSENCIA VS. PRESENCIA DE DOLOR	Pg.	67
2.2.	GRUPO QUIRÚRGICO (N = 254)	Pg.	68
2.2.1.	CARACTERÍSTICAS GENERALES	Pg.	68
2.2.2.	ESTATUS NEUROLÓGICO INICIAL	Pg.	68
2.2.3.	TIPO Y SUBTIPO DE FRACTURA	Pg.	68
2.2.4.	TIPO DE TRATAMIENTO	Pg.	69
2.2.4.1.	COMPLICACIONES	Pg.	70
2.2.5.	TLICS Y TLAOSIS	Pg.	70
2.2.6.	TIEMPO DE SEGUIMIENTO	Pg.	71
2.2.7.	GRADO DE CIFOSIS	Pg.	72
2.2.8.	AUSENCIA VS. PRESENCIA DE DOLOR	Pg.	72
VIII.	DISCUSIÓN	Pg.	73
IX.	CONCLUSIONES	Pg.	77
X.	REFERENCIAS	Pg.	78

ABREVIATURAS

AOSpine	Association of Spine
CLP	Complejo ligamentario posterior
Fig	Figura
FV	Fractura vertebral
FVC	Fractura vertebral clínica
FVR	Fractura vertebral radiológica
Il	Ilustración
LA	Ligamento amarillo
LCT	Ligamento costotransverso
LIA	Ligamento intra-articular
LIC	Ligamento intercostal
LIE	Ligamento interespinoso
LIT	Ligamento intertransverso
LLA	Ligamento longitudinal anterior
LLP	Ligamento longitudinal posterior
LR	Ligamento radiado
LSE	Ligamento supraespinoso
>	Mayor que
≥	Mayor o igual que
<	Menor que
≤	Menor o igual que
OR	Odds Ratio
RM	Resonancia magnética
RR	Riesgo Relativo
TC	Tomografía computarizada
TLAOSIS	Thoracolumbar AOSpine Injury Score
TLICS	Thoracolumbar Injury Classification System

I. CONSIDERACIONES GENERALES

1. CONCEPTOS BÁSICOS

1.1. CRITERIOS DIAGNÓSTICOS

Cuando hablamos de diagnóstico, nos referimos a la determinación de la causa o naturaleza de una enfermedad, por medio de la evaluación de signos, síntomas y baterías de exámenes auxiliares. Un criterio diagnóstico sería entonces un conjunto de signos, síntomas y resultados de esas pruebas y que en principio nos deberían ayudar a guiar nuestra terapéutica.

Los criterios diagnósticos son generalmente amplios y deben reflejar las diferentes características de una enfermedad; en otras palabras, deben tomar en cuenta su heterogeneidad. Esto significa que un criterio diagnóstico debe identificar de manera confiable a la mayor cantidad posible de pacientes con una condición dada. Debido a su intrínseca complejidad, el desarrollo y validación de criterios diagnósticos puede ser un reto muy difícil.

El ejemplo más emblemático de criterios diagnósticos es el «Diagnostic and Statistic Manual of Mental Disorders (DSM)» o Manual Estadístico y Diagnóstico de Enfermedades Mentales (MDE). Actualmente en su quinta edición, el motivo de su creación fue la necesidad de unificar conceptos debido a la extrema variabilidad de los psiquiatras al momento de realizar diagnósticos. Pocos criterios diagnósticos, así de bien desarrollados, existen en Neurocirugía y normalmente los neurocirujanos ejercen una combinación subjetiva de signos, síntomas, disponibilidad de imágenes y conocimientos epidemiológicos de su entorno.

1.2. CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN

Por otro lado, y a diferencia de los criterios diagnósticos, un criterio de clasificación es una definición estandarizada cuyo objetivo primario es crear una cohorte homogénea y bien definida, con énfasis en la investigación clínica. Así, un criterio de clasificación no busca capturar la mayor cantidad posible de pacientes, como sí lo intenta un criterio diagnóstico. En cambio, busca agrupar la mayor cantidad de pacientes con ciertas características de una condición. Por esta razón conceptual, el objetivo de un criterio diagnóstico no es el mismo que el de un criterio de clasificación.

Disponer de un conjunto de criterios de clasificación validados es lo más importante al momento de interpretar estudios y comparar resultados entre los mismos. Además de facilitar la comparación, las clasificaciones, que finalmente son un conjunto de criterios, tienen la función potencial de restringir la validez externa al interpretar resultados ya que las intervenciones pueden diferir en los participantes que cumplen criterios de clasificación para una enfermedad, comparado con las personas que sufren de esa enfermedad; es decir, aquellos que comparten solo algunas pero no otras manifestaciones de la enfermedad consideradas en los criterios de clasificación.

La utilidad de una clasificación provee el marco para la ayuda de un diagnóstico y este es el concepto que se debe tener en mente cuando se usa. Tradicionalmente, los criterios de clasificación tienen una especificidad más alta que los criterios diagnósticos, que tienen una mayor sensibilidad. Por ello, cuando

se usan criterios de clasificación, pocos pacientes son diagnosticados incorrectamente (falsos positivos) pero una buena proporción de individuos realmente enfermos se pueden dejar de diagnosticar (falsos negativos). Es por esta razón que los criterios de clasificación no se usan de manera rutinaria en la práctica clínica.

2. EL CONTINUUM: DIAGNÓSTICO VS. CLASIFICACIÓN

Es importante entender la diferencia conceptual entre criterio diagnóstico y criterio de clasificación. Dicho esto, no se pueden considerar los dos conceptos como completamente separados e independientes. Aunque en realidad sí son diferentes, teóricamente, ambos representan los dos extremos de un continuum, al menos en cuanto a sus objetivos se refiere.¹

En este continuum, la distancia entre los criterios diagnósticos y de clasificación, dependerá de varios factores, como la prevalencia, área geográfica, frecuencia del diagnóstico diferencial, entre otros. Cuando existen enfermedades con una etiología perfectamente definida, como artritis gotosa o la enfermedad de Lyme, los criterios de diagnóstico y clasificación pueden ser muy similares y utilizarse indistintamente. Así, si se demuestra suficiente validez interna y externa para el diagnóstico en una población determinada, los criterios de clasificación pueden a su vez ser diagnósticos.^{2,3}

En teoría, un diagnóstico aplica criterios de clasificación a un paciente individual. Por lo tanto, cuando los criterios de clasificación tienen una sensibilidad y especificidad perfectas, los criterios de clasificación y diagnóstico son sinónimos e identificarían correctamente cada caso individual. Sin embargo, debido a que las características de la enfermedad no suelen ser idénticas entre los pacientes con una enfermedad determinada, los criterios de clasificación no son infalibles, dejando una cierta proporción de pacientes mal clasificados. En consecuencia, cumplir criterios de clasificación no siempre es equivalente a tener un diagnóstico.^{1,4}

Los que nos atañe, como tema de este trabajo, son los criterios de clasificación usados en el ámbito de las fracturas vertebrales, específicamente las toracolumbares. Un sistema de clasificación robusto y claro podría ser usado como herramienta de comunicación entre neurocirujanos, residentes y cirujanos ortopédicos, constituyendo así la base de colaboración entre pares.⁵

La idea de usar una sola clasificación, o tener preferencia por el uso global de un conjunto de ciertos criterios, nos permite comparar de manera colaborativa técnicas quirúrgicas, indicaciones y complicaciones para un mismo tipo de fractura.

En este sentido, una clasificación funciona como un lenguaje. Evidentemente, todos nos entenderíamos mejor si usamos el mismo idioma.

II. EPIDEMIOLOGÍA DE LAS FRACTURAS VERTEBRALES TORACOLUMBARES

1. INTRODUCCIÓN

Para situar mejor la importancia del problema de las fracturas vertebrales de la columna toracolumbar, su diagnóstico, clasificación, tratamiento, complicaciones y su impacto sobre la sociedad, conviene revisar algunos aspectos de su epidemiología.

El trauma toracolumbar cerrado es una causa importante de muerte en países del primer mundo.^{6,7} Aunque proporcionalmente el número de fracturas vertebrales (FV) comparadas con el número de accidentes traumáticos es menor, las consecuencias pueden ser devastadoras para el paciente desde el punto de vista médico, social y financiero, especialmente si tomamos en consideración los costos derivados de la rehabilitación, incorporación al trabajo y seguimiento.⁶⁻⁸ Sin embargo, en contraste con fracturas en otras zonas del cuerpo, hasta el 75% de FV no son reconocidas al momento de su ocurrencia clínica y requieren de imágenes para ser identificadas.^{9,10}

Los estudios epidemiológicos de fracturas se centran en fracturas vertebrales radiográficas (FVR) y son pocos los estudios que se centran en el subgrupo de fracturas vertebrales clínicas (FVC).

Delinear la prevalencia, incidencia, factores de riesgo y consecuencias médicas de las FV se complica aún más si consideramos la falta de consenso sobre cuáles son los cambios radiológicos que garantizan el diagnóstico de una FV.¹¹⁻¹³ De esta forma, puede que algunos aspectos epidemiológicos de esta entidad dependan de la definición elegida en algunas regiones geográficas.

2. TRAUMATISMO TORACOLUMBAR

Las fracturas de la columna vertebral son usualmente resultado de traumas de gran energía. Estos traumas pueden resultar en una constelación de injurias. Una revisión de la epidemiología asociada y los patrones de lesiones en el contexto del trauma toracolumbar cerrado nos puede ayudar a guiar la evaluación y tratamiento de estos pacientes.

2.1. PREVALENCIA E INCIDENCIA

Aunque claramente la prevalencia y causas de las injurias de la columna vertebral varían de manera regional y de acuerdo con el nivel de urbanización, los Estados Unidos de Norteamérica (EEUU) tienen la prevalencia más alta de lesiones espinales.^{7,14} Más de 160.000 casos de lesiones espinales ocurren en este país al año y representa altas tasas de mortalidad y morbilidad.¹⁵

Desde los años 1990 ha existido una disminución en la ratio de lesiones asociadas a los accidentes automovilísticos en parte a un mayor uso de cinturones de seguridad, cambios de patrones de conducta de los conductores y diseño más seguro de automóviles.⁷ A pesar de ello, los reportes confirman que existe un nuevo incremento de los traumatismos toracolumbares por accidentes automovilísticos.¹⁶ Muestra de ello se recoge en el estudio de Doud et al.¹⁷ donde la proporción de las lesiones toracolumbares en EEUU ha aumentado entre los años 1998 y 2011. La razón de ello puede deberse, de

manera paradójica, a la mejor fabricación y equipamiento de seguridad de los automóviles combinada con una política de uso más agresiva de pruebas de imagen para el diagnóstico.^{18,19}

Justamente por la existencia de medidas de seguridad mayores, puede haber una especie de intercambio entre las proporciones de accidentes fatales y aquellos con lesiones espinales serias, como las FV que nos ocupan. Por esta razón, la información epidemiológica nos debe ayudar para un triaje más rápido y eficiente en la identificación y tratamiento de pacientes con trauma toracolumbar cerrado.

Diversos estudios, analizados conjuntamente por medio de meta-análisis, nos dicen que el 6.9% de todos los pacientes con trauma toracolumbar cerrado, tienen una FV.⁷ En estos pacientes, la presencia de lesión medular puede llegar hasta el 26.9%.^{7,20,21}

Es de importancia capital considerar que una proporción nada despreciable de pacientes que sufren un traumatismo toracolumbar pueden tener fracturas cervicales concomitantes no contiguas. Este porcentaje está alrededor de 10.49%.^{7,20,22,23} En ese mismo sentido, también hay que conocer que hasta un 20% de pacientes con fracturas cervicales, pueden tener fracturas en otras zonas de la columna vertebral.²⁴

En la misma línea, existe un porcentaje de traumatismo asociado, de origen no vertebral, que también debe ser considerado en el manejo multidisciplinar de estos pacientes. Así tenemos que las injurias asociadas se distribuyen como traumatismo craneo-encefálico (12.96%), traumatismo de extremidades (18.26%), trauma pélvico (9.39%), trauma torácico (22.64%) y 7.62% para traumatismo abdominal cerrado.^{7,25-29}

Por último, las fracturas traumáticas por flexión-distracción suelen conllevar lesiones intraabdominales. El porcentaje de estas lesiones está alrededor del 38.7% y requieren especial atención en este subgrupo de pacientes.³⁰⁻³³

2.2. NIVEL DE LESIÓN

De los aspectos más importantes a considerar, está el nivel fracturado. Desde el punto de vista epidemiológico, este dato nos ayuda a identificar dónde se producen más frecuentemente las FV en el contexto de un traumatismo.

En el meta-análisis de Katsuura et al.,⁷ donde se incluyeron 5 estudios,^{25,28,34-36} la vértebra más afectada fue L1 con 34.4% (IC: 95%, 18.2% – 50.3%). La charnela toracolumbar (T11 – L2) es, desde un punto de vista biomecánico, especialmente vulnerable a ser lesionada ya que representa la transición de la columna torácica, más rígida, a la columna lumbar, más flexible.³⁷ Fuera de la charnela, la vértebra T7 fue la más afectada, con un 3.9% (IC: 95%, 2.81% – 4.99%). T2 fue la vértebra menos afectada con 0.26% (IC: 95%, 0.0 – 0.56%).

2.3. TIPO Y MORFOLOGÍA

La morfología de las FV es otro aspecto básico a considerar. El problema es que los diversos estudios incluidos en los meta-análisis utilizan clasificaciones diferentes, lo que refuerza el motivo de este trabajo: dirigir esfuerzos a utilizar un solo sistema de clasificación y comunicación.

Tras reclasificar morfológicamente las FV de todos los estudios incluidos, con una combinación de los criterios de la AOSpine³⁸ y Denis,³⁵ el grupo de Katsuura⁷ en el mismo meta-análisis citado anteriormente, encontró los siguientes porcentajes: 39.5% (IC: 95%, 23.2% – 55.8%) para estallido/AO tipo A3, 33.6% (IC: 95%, 18.5% – 48.7%) con compresión/AO tipo A1, 14.2% (IC: 95%, 6.12% – 22.28%) con fractura-dislocación/AO tipo C y 6.96% (IC: 95%, 3.46% – 10.46%) con fractura flexión-distracción/AO tipo B.

2.4. MECANISMOS DE LESIÓN

Los mecanismos de lesión en el trauma toracolumbar son variados, según se recoge en diferentes estudios.^{20,21,25,29,34,39-41} La principal causa de traumatismo de fractura vertebral es el accidente de tráfico vehicular, que representa el 36.7% de causas de fractura (IC: 95%, 31.35% – 42%), seguido de caídas de considerable altura (≥ 2 m) con 31.7% (IC: 95%, 25% – 38.4%). Los accidentes de tráfico con motocicleta representan el 10.05%. El 9.06% se deben a otras causas (deportes, ciclismo y accidentes laborales). Finalmente, los atropellos peatonales representan un 4.83% de las causas de fracturas.

3. FRAGILIDAD Y OSTEOPOROSIS

3.1. PREVALENCIA E INCIDENCIA

En Europa, en el contexto de una población envejecida, las FV por fragilidad suponen un problema preocupante. Aunque no se disponen de bases de datos confiables de todos los países europeos, existen cohortes extensas y representativas, de Suecia y Holanda, que demuestran que la realidad regional europea es compartida.^{8,42-44} En ese sentido, la única estimación confiable realizada en la Unión Europea (UE) es aquella que parte de la cohorte de Malmö (Suecia). Para el resto de Europa la incidencia de FVC ha sido estimada partiendo de la incidencia de fracturas de cadera y la proporción de FV por fractura de cadera por cada 5 años de grupo etario, tomando como ejemplo la cohorte sueca.^{45,46}

Estudios que incluyen mujeres y hombres de al menos 50 años de edad, demuestran que la incidencia de FV es mayor en hombres que en mujeres por debajo de los 55 años,^{47,48} pero este riesgo aumenta considerablemente en la población femenina después de los 60 años y sustancialmente luego de los 70 años.^{45,48-51} Entre los hombres, la incidencia de FVC se incrementa luego de los 70 años y marcadamente después de la octava década.

Las FVC son particularmente altas en EEUU, pero es interesante anotar que estos datos pueden estar en relación con fracturas identificadas en radiografías laterales solicitadas por otra razón distinta a la fractura.⁵¹

La influencia de la edad sobre la incidencia radiográfica de FV es 2.5 veces mayor en mujeres que en hombres^{52,53} y es significativamente mayor en Escandinavia que en los países de Europa del este.⁵³ El nivel de FV incidental es mayor en T12 y L1, seguido por L2 y L3 y finalmente en T7 – T9 y L4.⁵²

No existen tendencias concretas sobre la incidencia de FV en los últimos 20 años. Aunque en algunos lugares como Islandia ha disminuido desde 1989 hasta 2008,⁴⁹ en otros países no ha cambiado. Por ejemplo, en Manitoba – Canadá – la incidencia específica entre hombres y mujeres no ha cambiado en grupos etarios desde 1985 hasta 2006.⁵⁴ En cambio, parece haber aumentado en Olmstead County,

Minnesota – EEUU –, entre los años 1989 y 2009, aunque este incremento se puede ver artefactado por el hallazgo de FVR incidentales en pruebas de imagen solicitadas por otras razones clínicas.⁵¹

Varias cohortes, usando radiografías espinales de todos sus participantes, han estimado la prevalencia de FVR en función del sexo y la edad. Estos estudios se han llevado a cabo en Canadá,⁵⁵ Hawái,⁵⁶ España,⁵⁷, China Continental,⁵⁸ Taiwán,⁵⁹ Hong Kong,⁶⁰ Corea,⁶¹ India,⁶² Dinamarca,⁶³ Vietnam,⁶⁴ Japón,⁵⁶ América Latina,⁶⁵ Europa,⁶⁶ y los EEUU.^{67–69}

Considerando que estos estudios tienen resultados basados en poblaciones reales y usan métodos morfológicos cuantitativos muy similares para diagnosticar FV, se puede concluir que la incidencia aumenta con la edad. Esta incidencia suele ser mayor en países de raza caucásica y menor en poblaciones latinas y asiáticas.

No existen estudios confiables sobre la prevalencia de fracturas en países africanos. En el «Study of Osteoporotic Fractures»,⁶⁹ la incidencia ajustada a la edad en individuos afroamericanos fue 1/3 de los caucásicos; pero estos hallazgos no se pueden extrapolar a las poblaciones del continente africano.

3.2. DEFINICIÓN DE FRACTURA VERTEBRAL

Como habíamos mencionado antes, la definición de FV puede tener una influencia sustancial en su incidencia y prevalencia. En el «European Vertebral Osteoporosis Study», la prevalencia aparente de FV se redujo casi a la mitad cuando se utilizó la definición morfométrica de McCloskey-Kanis en lugar de la definición más permisiva y modificada de Eastell.⁶⁶ Además, parece ser que la prevalencia de las FVR es mayor cuando se emplean métodos semicuantitativos como el de Genant, comparada con el método cualitativo basado en algoritmos (particularmente a nivel de la columna torácica media)^{70,71} y comparada con métodos morfométricos cuantitativos.¹¹

La proporción de FVR que son clínicamente reconocidas al momento de su ocurrencia se han estimado en muchos estudios alrededor de un 23 – 30% en mujeres^{9,10,72,73} mientras que en hombres se ha estimado en un 42%.⁷² Las FV que tienen un aspecto radiológico más benigno son las que más probabilidades tienen de pasar desapercibidas; en el estudio «Fracture Intervention Trial»,¹⁰ 28% de las fracturas incidentales asociadas a una pérdida de altura \geq al 30% fueron identificadas correctamente, en contraste con el 14% de aquellas donde la pérdida de altura fue \leq 30%.

3.3. MECANISMOS DE LESIÓN

Una pequeña proporción de FV incidentales son patológicas, debido a malignidad u otras enfermedades infiltrativas, que resulta en debilidad estructural de la anatomía vertebral.^{74,75}

Se estima que la proporción de FVC por caída casual en mujeres, puede ser desde 33%⁷⁴ hasta $> 60\%$,⁷⁵ y en hombres está alrededor del 57%.⁷⁶ Por otro lado, algunos estudios estiman que aproximadamente el 50% de las FVC se producen sin una caída aparente o trauma obvio.^{74,77}

Aunque el único gran estudio realizado en hombres encontró que el 33% de las FVC se producen con un mínimo o ningún trauma,⁷⁶ estas estimaciones contrastan marcadamente con las fracturas de cadera incidentales, donde $\geq 90\%$ se deben a caída u otro tipo de trauma.^{78,79}

Las actividades básicas de la vida diaria, como levantar peso, pueden causar FV al aumentar sustancialmente la carga axial sobre los cuerpos vertebrales de la columna vertebral.^{80,81} Al respecto, varios autores postulan que ciertas actividades pueden aumentar la carga axial más allá de la capacidad de las vértebras para resistir tales fuerzas, particularmente en la columna lumbar, donde ocurren la mayoría de las fracturas vertebrales.⁸² Así mismo, estas fuerzas influirían también en la columna torácica, especialmente en T7 – T9 (donde ocurren la mayoría de fracturas en esta zona) ya que la cifosis torácica fisiológica suele ser mayor en estas vértebras.⁸²

3.4. FACTORES DE RIESGO INDIVIDUALES

Grandes estudios de cohortes han identificado características clínicas asociadas con FVR. Además de la edad y la densidad mineral ósea (DMO), se ha demostrado que la pérdida de altura corporal discrimina consistentemente a aquellos con FVR de aquellos que no tienen fracturas, luego de aplicar análisis de ajuste multivariable (OR: 1.2 – 1.5).^{58,83–86} Estas mismas investigaciones sugieren que un mayor peso corporal o un índice de masa corporal elevado, se asocian positivamente con FVR, cuando se ajusta a edad y DMO.

Los pacientes con otros tipos de fracturas (no vertebrales), tienen un OR de 1.3 – 1.9 para FVR en comparación con aquellas que nunca han tenido fracturas.^{83,84,86} Sin embargo, otros estudios no han encontrado asociación entre estos antecedentes, luego de aplicar análisis multivariables^{57,58} y otros informan asociación positiva pero solo en mujeres.⁶⁰

En cuanto al tabaquismo, salvo en un estudio,⁸³ no se ha encontrado una asociación directa con FVR prevalentes, tras el correspondiente análisis de ajuste multivariable, incluyendo la DMO.^{57,58,83,87}

Dada la importancia de las FVR desde el punto de vista de salud pública, se han desarrollado y propuesto herramientas que nos ayuden a predecir e identificar a las personas con una mayor probabilidad de tener una FVR que puedan beneficiarse de exámenes radiológicos para el diagnóstico.⁸⁶ Sin embargo, a nivel de población, algunos de estos factores de riesgo pueden no tener un valor predictivo positivo agregado.^{88,89}

Estudios recientes con curvas ROC han demostrado que, en la población general de hombres y mujeres mayores, las reglas de predicción que usan la edad, DMO y la pérdida de altura discriminan a los que tienen FVR tan bien como otras reglas de predicción más complejas. Una regla de decisión simplificada que abrace las indicaciones enumeradas en las recomendaciones de la «International Society of Clinical Densitometry» del año 2013, identifica a las personas con FVR correctamente; tanto como otras reglas más complicadas cuando éstas se aplican a poblaciones de individuos remitidos para densitometría ósea.⁹⁰ Desafortunadamente, los estudios que usan cohortes de población general son inadecuados para evaluar las asociaciones de otros predictores en poblaciones más selectas o definidas. En particular, entre aquellos con enfermedades inflamatorias crónicas, asma y enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC).

La ingesta crónica de corticoides sistémicos aumenta sustancialmente la probabilidad de FVR. Algunas publicaciones sugieren un aumento de probabilidades de fractura en relación con la dosis acumulada o la duración del tratamiento.^{91–94} En los pacientes con corticoterapia crónica, la prevalencia de FV puede ser > 50% en personas de ≥ 70 años.^{93,95,96} En mujeres premenopáusicas esta prevalencia oscila entre 8.7 – 22%.^{97,98} En la población pediátrica, se estima que la prevalencia de una o más FVR puede estar entre el 7% y el 28%.⁹⁹ Finalmente, algunos estudios sugieren que las inyecciones locales de corticoides, para

estenosis de canal espinal o foraminal, también puede aumentar la desmineralización ósea y el riesgo de FVR incidentales.^{100,101}

Por otro lado, el exceso de riesgo de FVR observada en quienes reciben terapia crónica con corticoides puede deberse además a la enfermedad subyacente que se está tratando. Por ejemplo, se ha demostrado que ciertas patologías como la artritis reumatoide,^{102,103} enfermedad de Crohn,¹⁰⁴ EPOC,¹⁰⁵ y la espondilitis anquilosante están asociadas con FV,¹⁰⁶ independientemente del uso de corticoides. Recientemente, la diabetes mellitus tipo 1¹⁰⁷ y la tipo 2¹⁰⁸ han demostrado estar asociadas con FV cuando se ajustan a la edad, DMO y otros factores de riesgo. También se ha estimado que existe una importante prevalencia de FV en pacientes con VIH, que suele estar entre el 23% – 27%.^{109,110} Este porcentaje puede llegar a > 40% si además se tiene un T score ≤ -1.0 .¹¹⁰

El aumento vertebral (vertebroplastia o cifoplastia) también se ha asociado con un mayor riesgo de FV adyacente posterior al procedimiento.^{111–113} Esto se explica por la mayor transmisión de fuerza en el plano axial sobre los platillos vertebrales adyacentes, ejercida por el material endurecido en las vértebras tratadas.^{114,115} De forma interesante, se han identificado algunos factores que podrían contribuir a la FV adyacentes en este contexto: alto volumen de inyección de cemento,¹¹⁶ fuga de material,^{117,118} edad > 80 años, tratamiento de múltiples niveles y niveles séricos bajos de vitamina D.¹¹⁹

3.5. CONSECUENCIAS CLÍNICAS ASOCIADAS

Las FV pueden causar dolor e incapacidad Fink et al.¹²⁰ observaron que las fracturas de columna lumbar y torácica clínicamente reconocidas, resultan en una limitación de actividades de 158 días y 74 días, respectivamente. Dato interesante cuando se compara con la limitación de fracturas de cadera (101 días). Aunque el dolor suele mejorar en los primeros 3 meses post-fractura,¹²¹ se estima que algún tipo de dolor puede perdurar hasta 6 meses¹²² y que un 30% hasta dos años después de la fractura.¹²³

Las probabilidades de dolor de espalda, discapacidad relacionada y disminución de la actividad física, aumentan de forma monotonía con el número de FV incidentales¹²⁴ y prevalentes.^{125,126}

Radiográficamente, las FV más graves se asocian con más dolor y discapacidad en comparación con las más leves¹²⁷ y es más probable que se detecten clínicamente en el momento de su aparición.¹⁰

Aunque las FV en general explican una modesta proporción de la cifosis relacionada con la edad,¹²⁸ las FV incidentales se asocian con progresión de cifosis^{129,130} que a su vez se asocia con una función pulmonar reducida,^{131–133} enfermedad por reflujo gastroesofágico,¹³⁴ función física reducida,^{135–137} y aumento del riesgo de caídas.^{136,138}

Las FVR que no se reconocen en el momento de su aparición no son necesariamente asintomáticas. En un estudio, Nevitt et al., señalaron que entre las mujeres de ≥ 65 años, las FVC incidentales radiológicas se asocian con dolor de espalda (OR: 2.7) y discapacidad relacionada con el dolor (OR: 4.1). Sin embargo, las FVR incidentales, pero clínicamente no reconocidas, también se asociaron con cada uno de estos resultados.¹²⁴

3.6. ASOCIACIÓN DE FRACTURAS SUBSECUENTES

Numerosos estudios observacionales prospectivos han demostrado consistentemente que las FV prevalentes están asociadas con fracturas subsecuentes. Melton et al.¹³⁹ observaron una tasa de

incidencia estandarizada particularmente alta de FVC posteriores a una FV previa (RR: 12.6). De esta forma, la FVR prevalente confiere un aumento de riesgo de 1.7 – 2.3 veces de sufrir cualquier fractura clínica,^{140,141} 4 veces de FVR posteriores,^{52,142–144} 1.5 – 2 veces para fractura de cadera incidental y 1.5 veces para otros tipos de fracturas.¹⁴² Esto es especialmente cierto para las mujeres posmenopáusicas.^{52,140} También cumplen un rol las FV de causas traumáticas, que representan un riesgo mayor para fracturas posteriores.¹³⁹

El riesgo incremental de fractura posterior después de FV es particularmente alto durante el primer año después de una FV previa, pero disminuye con el tiempo. Se estima que el 20% de los que tienen una FV incidental tendrán una FVR incidental dentro de 1 año.⁷³

3.7. MORTALIDAD

Las FVC incidentales se asocian con un riesgo de mortalidad inicial considerable: 2 a 8 veces ajustado por edad.^{145,146} El riesgo de mortalidad se asocia positivamente con el número de FV.^{147,148}

Las FVR prevalentes e incidentales también se asocian con un exceso de mortalidad más allá de 1 año luego del evento y durante un período de hasta 22 años,¹⁴⁹ aunque la asociación no es tan fuerte (RR: 1.3 – 2.3) cuando se ajusta por edad.^{147,150,151} La mayor parte de este riesgo se debe probablemente a la comorbilidad que supone la FV, en lugar de explicarse por fractura per se.¹⁵² Sin embargo, una parte del riesgo sí que se debe a la FV y, por lo tanto, potencialmente prevenible evitando la fractura. Con este enfoque, Kanis et al.¹⁵³ estimaron que el 28% de las muertes después de la hospitalización por una FVC estaban causalmente relacionadas con la fractura.

En cuanto a diferencias por sexo, se ha encontrado que el aumento del riesgo de mortalidad tras una FV generalmente es mayor en hombres que en mujeres.^{154,155}

3.8. COSTOS SANITARIOS

La mayoría de las personas que experimentan una FVC pueden ser tratadas de forma ambulatoria. Aunque una minoría debe ser hospitalizada, los costos sociales son considerables.¹⁵⁶

A pesar de que las fracturas de cadera representan la mayoría de costos médicos directos atribuibles a las fracturas osteoporóticas, el costo promedio estimado de una FVC es del 30% al 50% del costo de una fractura de cadera.¹⁵⁷ Además, las FVC pueden causar una utilización incremental de la atención médica hasta 5 años después de su aparición¹⁵⁷ y una buena proporción de los hospitalizados requerirán atención posteriormente en un centro de rehabilitación.¹⁵⁸

Diversos estudios estiman que las FV representan el 11% de todos los costos médicos directos atribuibles a fracturas durante el primer año después de su ocurrencia¹⁵⁷ y dentro de la UE se estima que las FV representan el 5% de todos los costos directos del cuidado de osteoporosis.⁴⁶

Por otro lado, si se consideran los años de vida ajustados por calidad (AVAC) perdidos por fracturas osteoporóticas y suponiendo que el valor económico de un AVAC sea de € 49.000,⁴⁶ se puede estimar que las FV representa el 21% de la carga social total (considerando los costos médicos directos y el valor económico de los AVAC perdidos) atribuibles a la osteoporosis.

4. SUMARIO

Aunque la incidencia y prevalencia de FV varía según el país y las causas se atribuyen desde traumatismos toracolumbares hasta fracturas osteoporóticas, esta patología constituye un evento adverso de salud frecuente e importante en todo el mundo entre los hombres mayores y las mujeres posmenopáusicas. A diferencia de las fracturas de cadera, la incidencia de FV ajustada por edad no está disminuyendo y, de hecho, puede estar aumentando ya sea por causas osteoporóticas o por traumatismo toracolumbares cerrados.

En el contexto traumático, el advenimiento de nuevas tecnologías de imagen más precisas y la facilidad para solicitarlas, nos hace detectar fracturas que antes podían pasar desapercibidas y no ser tratadas y que ahora obligan al personal sanitario a tomar todas las medidas necesarias para su correcto diagnóstico y tratamiento teniendo en consideración las consecuencias médico-legales y los aspectos éticos. Por otro lado, las FV por osteoporosis o fragilidad no solo se asocian con una DMO más baja, sino también con cambios micro-arquitectónicos óseos, que se pueden detectar ya sea directamente con imágenes de alta resolución o indirectamente a través de análisis texturales de radiografías simples e imágenes densitométricas.

Los accidentes de tráfico siguen siendo el principal factor de riesgo para los traumatismos toracolumbares y la consecuente aparición de fracturas con consecuencias graves y secuelas neurológicas. La edad, la pérdida de altura y la exposición sistémica a glucocorticoides son factores de riesgo clínicos significativos adicionales para la FV prevalente, al igual que ciertas enfermedades autoinmunes, metabólicas e infecciosas.

Finalmente, las FV constituyen una carga social importante en todo el mundo independientemente de su causa, tanto en términos de pérdida de calidad de vida como de costos de atención médica.

Por todo lo anteriormente expuesto, la prevención, diagnóstico y tratamiento de las FV sigue siendo un desafío sustancial para la atención médica en el ámbito de urgencias como de hospitalización.

III. ANATOMÍA VERTEBRAL

1. INTRODUCCIÓN

No se pueden entender los criterios de clasificación de fracturas sin comprender las características básicas anatómicas y funcionales de la columna vertebral. En cuanto a lo que nos ocupa, nos centraremos en la columna torácica y la columna lumbar.

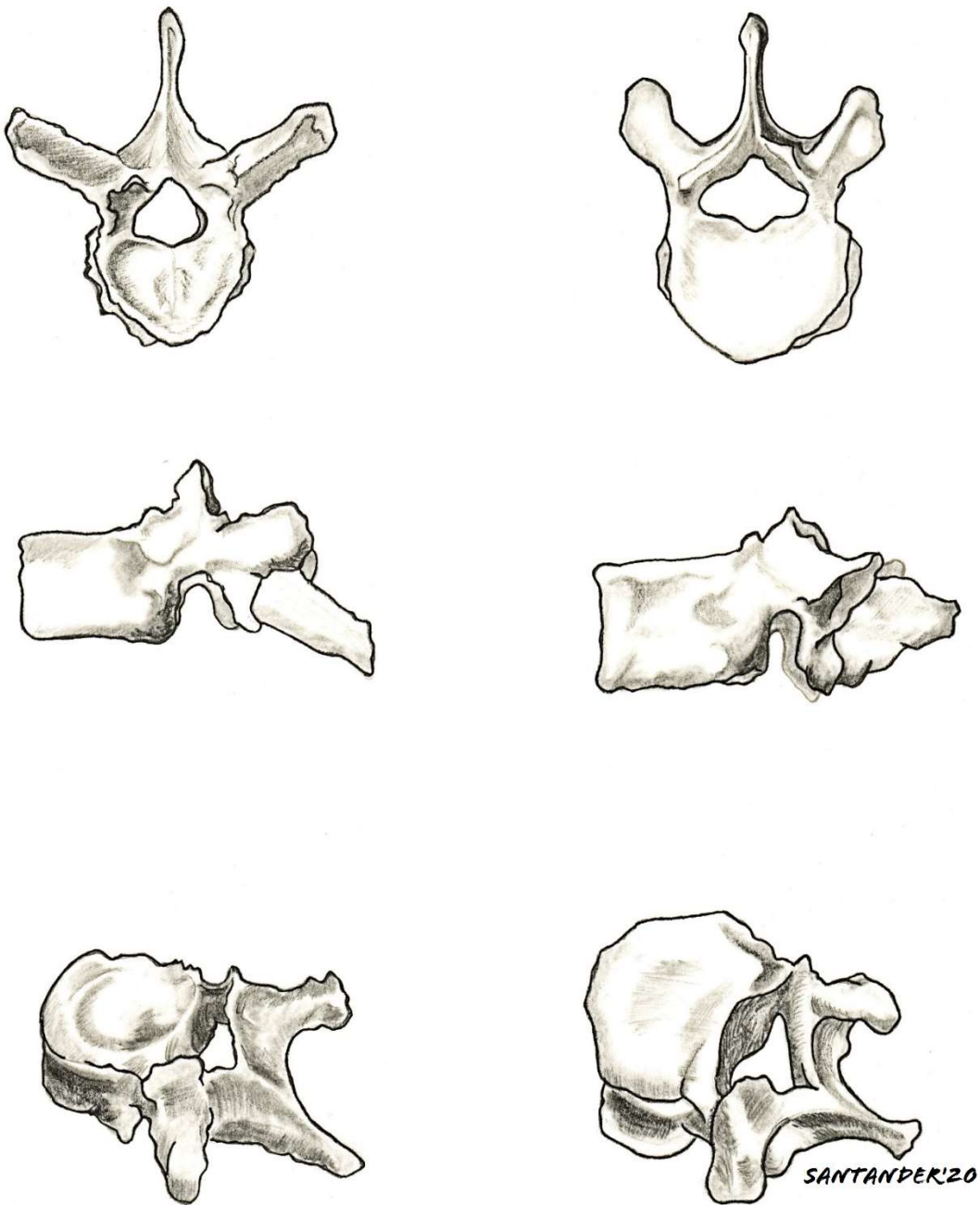
El objetivo de esta sección no es brindar una extensa revisión anatómica, pero sí describir los conceptos y términos más importantes que se toman en consideración al momento de construir escalas de clasificación, identificar lesiones en los exámenes de imágenes y familiarizarnos con la terminología empleada en fracturas toracolumbares.

Por ello, desarrollaremos una descripción básica que nos brinde las herramientas para entender tridimensionalmente la anatomía vertebral, funciones básicas y conceptos de carga y estabilidad. De esta forma será más fácil “imaginar” los mecanismos fisiopatológicos y la biomecánica que existe detrás de una fractura.

Desde el punto de vista óseo y aplicable para todas salvo algunas de las cervicales más especializadas (atlas: C1 y axis: C2), una vértebra consta de las siguientes partes identificables (**II. 1**):

Cuerpo:	Su forma recuerda a un cilindro macizo. Tiene dos plattos, uno superior e inferior, que vendrían a ser las superficies superior e inferior del cilindro.
Láminas:	Estructuras laminares óseas posteriores que protegen el canal espinal.
Pedículos:	Estructuras óseas que unen los elementos óseos posteriores con el cuerpo vertebral. Por debajo de cada pedículo pasa la raíz nerviosa correspondiente.
Apófisis / Procesos:	Estructuras óseas sobresalientes. Dos laterales (transversas) y una posterior (espinosa).
Carillas Articulares:	Superficies de contactos laterales (2 superiores y 2 inferiores) que se articulan con la vértebra craneal y caudal.

Ilustración 1
Vértebra torácica vs. vértebra lumbar



Ilustraciones comparativas donde se observan las principales diferencias morfológicas entre una vértebra torácica típica (izquierda) y una lumbar típica (derecha).

2. COLUMNA VERTEBRAL TORÁCICA

Como parte media de la columna vertebral, la columna torácica representa un caso especial desde un punto de vista biomecánico. Al conectar las secciones de la columna cervical y lumbar, la columna torácica debe garantizar una alta estabilidad para el equilibrio sagital de la columna, controlada en gran parte por los músculos espinales erectores y los músculos abdominales.

Mientras que la estabilidad intersegmental de la columna cervical y lumbar está determinada principalmente por la musculatura adyacente, en la columna torácica los segmentos se estabilizan principalmente por las estructuras adicionales óseas y ligamentosas de la caja torácica. De esta forma, junto a la función de protección de órganos internos, la caja torácica apoya la actividad muscular del tronco proveyendo de un fuerte marco y potenciando la respiración con su contracción y expansión.

2.1. ANATOMÍA FUNCIONAL

2.1.1. COMPLEJO TORÁCICO ESPINAL

La columna torácica consta de 12 vértebras (T1 a T12) que forman una curvatura cóncava hacia ventral en el plano sagital, también conocida como cifosis. La concavidad anterior se puede atribuir al desarrollo filogenético humano. Es decir, aunque toda la curvatura espinal embriológicamente es en forma de «C», tanto la columna cervical como la lumbar desarrollan su convexidad anterior después del nacimiento mediante la activación de los músculos paraespinales y psoas, respectivamente, para asegurar una postura erguida,¹⁵⁹ por lo tanto, la curvatura torácica suele considerarse como primaria.¹⁶⁰

El ángulo de cifosis, que es de aproximadamente 45° (y varía entre 20° – 70°) en una columna normal,¹⁶¹ generalmente aumenta con la edad debido a la progresión de fibrosis de los músculos posteriores, que conduce a hiper cifosis en la vejez y su vértice medio generalmente está en T6, independientemente de la edad y el género. Sin embargo, la cifosis comienza a aumentar desde edades tempranas y progresa continuamente, causando un cambio en el punto de inflexión de T3 a C7 – T1 a lo largo de la vida.¹⁶²

El punto de inflexión toracolumbar se encuentra normalmente en el centro de L1, pero se puede posicionar algo más inferior o superior, mientras que su ángulo de inflexión es de aproximadamente 20° con respecto de la horizontal, variando entre 7° – 35° en una columna normal.¹⁶¹ De hecho, la cifosis torácica depende del ángulo de lordosis lumbar y la posición de las vértebras cervicales inferiores: la lordosis lumbar plana conduce a una disminución de la curva torácica inferior, mientras que una lordosis lumbar más curvada induce una cifosis torácica distinta, cada una de las cuales conduce a una amplificación del efecto que mantiene las vértebras cervicales inferiores en una posición equilibrada.¹⁶³

La peculiar conformación de la columna torácica y la naturaleza cifótica de la columna vertebral, conduce a una distribución primaria de carga compresiva en dirección anterior hacia el cuerpo vertebral, mientras que los elementos posteriores tienen que resistir principalmente cargas de tracción.

2.1.2. CAJA O JAULA COSTAL

En ambos lados, 12 costillas están unidas a la columna torácica. Los siete pares superiores de costillas están conectadas rígidamente al esternón a través del cartílago costal y, por lo tanto, se denominan «costillas fijas». Desde el octavo hasta el décimo par, las costillas no están unidas directamente al

esternón sino a sus costillas superiores adyacentes, también a través de la zona cartilaginosa costal, por eso se les conoce como «costillas flotantes». Finalmente, las «costillas falsas» son los dos pares inferiores de costillas que no tienen una conexión ósea o cartilaginosa con otras.

Debido al aumento de la integridad de la caja torácica en dirección craneal, el efecto estabilizador de la caja torácica en la columna es mayor en la zona torácica superior.

Las superficies articulares de cada conexión entre la costilla y la vértebra son de dos tipos:

Articulación costovertebral:	Cabeza de la costilla con una vértebra (T1, T11 – T12) o dos vértebras adyacentes (T1 – T10), que afecta la flexibilidad intervertebral en los 10 segmentos espinales torácicos superiores.
------------------------------	---

Articulación costotransversa:	Tubérculos de las 10 primeras costillas con cada uno de los procesos transversales de las 10 vértebras superiores.
-------------------------------	--

2.2. ANATOMÍA CUANTITATIVA

2.2.1. CURVATURA

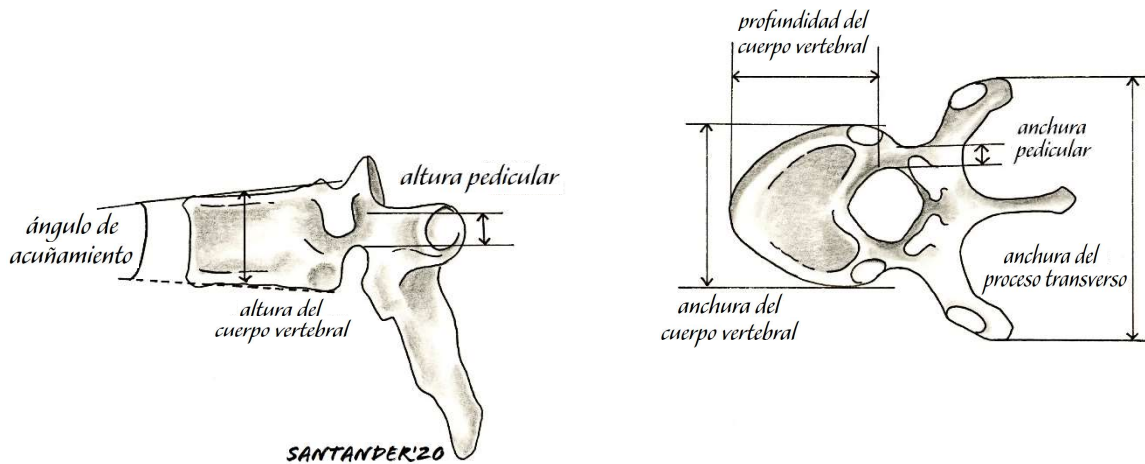
La curvatura de la columna torácica puede verse como una función de la morfología vertebral. Se atribuye a la configuración inclinada de los cuerpos vertebrales torácicos, que tiene un mayor efecto sobre la cifosis torácica que la morfología del disco.¹⁶⁴ El ángulo de acuñamiento promedio (**II. 2**) es de aproximadamente 4°.¹⁵⁹

En el caso de la osteoporosis, la progresión de la fuerza a través de la columna espinal anterior puede conducir a fracturas tipo acuñamiento, que generalmente se detectan en la columna vertebral media.

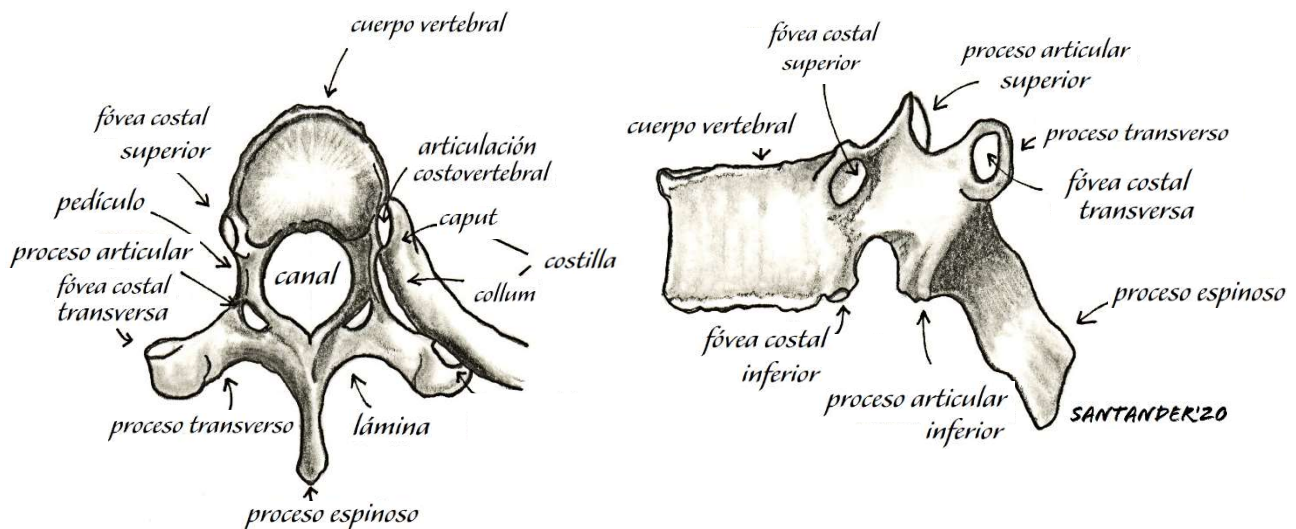
En el plano frontal y en una columna normal, los cuerpos vertebrales tienden a acuñarse de tal forma que conlleva a una ligera convexidad derecha especialmente en las vértebras torácicas superiores: T1 – T3 y T5 – T7.¹⁶⁵

2.2.2. CUERPOS VERTEBRALES

Los cuerpos vertebrales torácicos aumentan de tamaño en dirección caudal (**II. 3**) en aproximadamente 50% de su tamaño original,^{159,166,167} lo que indica una adaptación a la carga creciente causada por el peso corporal y que eventualmente se puede ver superada o sufrir consecuencias cuando el peso corporal aumenta.

Ilustración 2**Ángulo de acuñamiento y parámetros morfológicos de vértebra torácica**

En la ilustración se aprecian las dimensiones aproximadas de cada una de las partes de una vértebra torácica. También se ilustra el típico ángulo de acuñamiento que forman los platillos del cuerpo vertebral.

Ilustración 3**Anatomía de una vértebra torácica**

Descripción en el texto

2.2.3. LÁMINAS

Las láminas son generalmente anchas y se superponen fuertemente entre sí, de forma similar a las tejas, para proteger la parte posterior de la médula espinal (II. 3) durante los movimientos de flexión. La luz del canal espinal varía a lo largo de su longitud, pero sus segmentos más estrechos están en la columna

torácica con un área de aproximadamente 200 mm² desde T1 a T10,¹⁵⁹ lo que indica menor deformación de la médula espinal y, por lo tanto, menor rango de movimiento segmentario que en otras regiones espinales.

2.2.4. PEDÍCULOS

Los pedículos torácicos son relativamente delgados y cortos, especialmente en la columna torácica media. Ya que la altura del pedículo aumenta en la dirección caudal (**II. 3**), estos son generalmente más angostos en la vértebra T5.

Las secciones transversales del pedículo, que son importantes para el desarrollo de implantes de tornillo, también dependen del nivel torácico; en la columna torácica superior, la forma del pedículo cambia de una lágrima a un riñón en dirección postero-anterior, mientras que en la columna torácica media e inferior, la forma del pedículo cambia su forma de lágrima alta y estrecha a una lágrima invertida.¹⁶⁸

2.2.5. APÓFISIS ESPINOSAS Y TRANSVERSAS

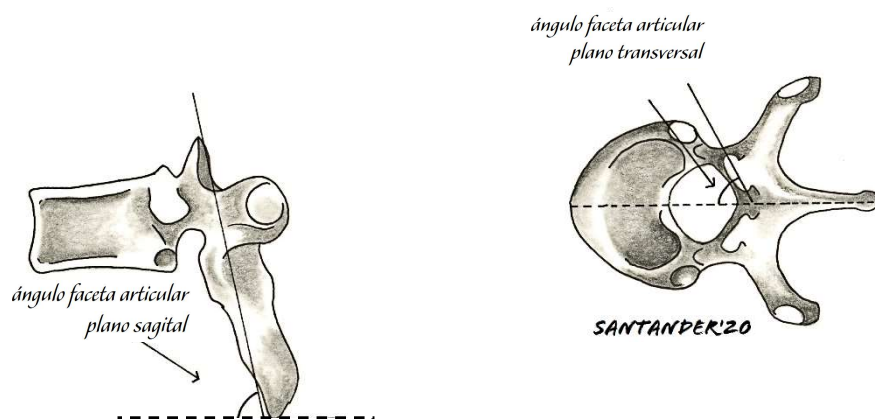
Los procesos espinosos torácicos son largos y delgados (**II. 3**), apuntando hacia abajo y volviéndose horizontales en dirección caudal, mientras que los procesos transversales disminuyen su longitud en dirección cranio-caudal.¹⁵⁹

2.2.6. CARILLAS ARTICULARES

Debido a su orientación espacial específica (**II. 4**), las facetas articulares de la columna torácica influyen sustancialmente en el movimiento al limitar su rango de flexión-extensión y rotación axial y alterando el eje rotacional instantáneo en el plano transversal.¹⁶⁹

Ilustración 4

Orientación espacial de las carillas articulares torácicas



Descripción en el texto

Los ángulos de inclinación de las facetas aumentan gradualmente en dirección hacia la columna lumbar al converger en el plano frontal, especialmente en el plano sagital y ligeramente en el plano

transversal,^{170,171} mientras que las facetas del lado derecho están orientadas más verticalmente y más paralelo al plano sagital que en el lado izquierdo.

Porque todas las facetas torácicas están primariamente orientadas de forma paralela al plano frontal, proporcionan una resistencia distintiva a la traslación antero-posterior y, en menor medida, a cargas de compresión axial.

En la zona de transición toracolumbar (T11 – L1), generalmente hay un cambio abrupto de la orientación de la carilla en el plano transversal desde frontal hacia sagital,¹⁷² mientras que la zona de transición cervicotorácica, el ángulo del plano sagital tiende a disminuir y el ángulo transversal tiende a aumentar en la dirección craneal.

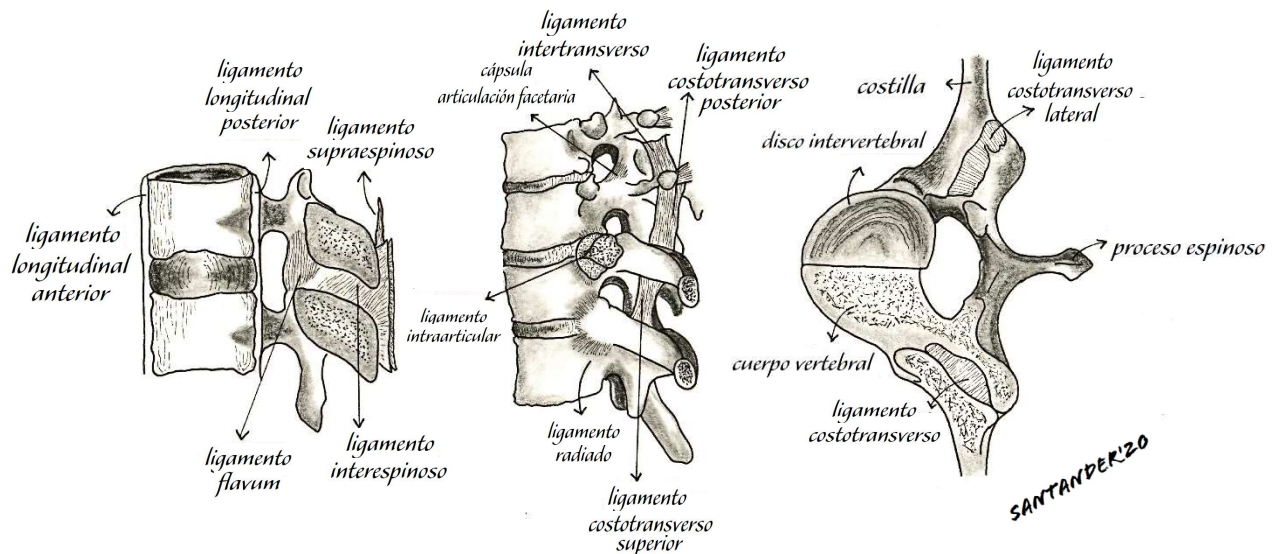
2.3. COMPLEJO LIGAMENTARIO TORÁCICO ESPINAL

Cada ligamento individual de la columna torácica (II. 5) exhibe diferentes funciones estabilizadoras dependiendo de la dirección de la flexión espinal.

En general, los ligamentos se fortalecen y son más deformables en dirección caudal, aunque muestran variaciones entre segmentos individuales.¹⁷³

Ilustración 5

Ligamentos del segmento vertebral torácico



En la ilustración se aprecian los principales ligamentos del segmento de acción vertebral torácico. Destacan, en cuanto a su importancia, los ligamentos longitudinales anterior y posterior, los ligamentos supra e interespinoso y las cápsulas articulares.

2.3.1. LIGAMENTOS LONGITUDINALES ANTERIOR Y POSTERIOR

El ligamento longitudinal anterior (LLA) tiene una carga de falla en promedio más alta en comparación a los otros ligamentos, principalmente por su área más grande de sección transversal. Debido a que su

función es limitar los movimientos de hiperextensión, el LLA es aproximadamente tres veces más fuerte en la parte más craneal de la columna torácica inferior **(II. 5)**.¹⁷³

El ligamento longitudinal posterior (LLP), que limita principalmente los movimientos de flexión, exhibe una carga de falla mucho menor, pero es más fuerte en la región torácica media, lo que indica una tendencia hacia una mayor resistencia en el lado convexo, dependiendo de la distancia al centro de gravedad de la columna torácica **(II. 5)**.¹⁷³

Por sus funciones de prevenir la hiperflexión y la hiperextensión, ambos ligamentos son generalmente más gruesos en la columna torácica que en otras secciones de la columna vertebral.¹⁷⁴

2.3.2. LIGAMENTO AMARILLO (LIGAMENTUM FLAVUM)

El ligamento amarillo (LA) o ligamentum flavum, a pesar de ser uno de los tejidos más elásticos del cuerpo humano, presenta una alta falla de tensión con cargas de aproximadamente 300 N en los niveles torácicos inferiores; esto debido a su gran área transversal de aproximadamente 100 mm².¹⁶⁰

Una característica específica de este ligamento es que se encuentra en estado de pre-tensión con fuerzas de reposo, de aproximadamente 10 N cuando la columna está en posición neutral **(II. 5)**.

2.3.3. CÁPSULAS ARTICULARES

Las cápsulas articulares facetarias torácicas son cortas y apretadas, más débiles en la columna torácica superior y ubicadas perpendicularmente al plano facetario;¹⁶⁰ por lo tanto, estos ligamentos sirven principalmente para limitar la distracción articular y, en menor grado, evitar la desviación de la superficie articular.

Junto con las carillas, estos ligamentos limitan los movimientos de flexión-extensión y rotación axial. Es importante considerar que su efecto estabilizador disminuye en dirección caudal **(II. 5)**.¹⁶⁹

2.3.4. LIGAMENTOS INTERTRANSVERSOS, INTERESPINOSOS Y SUPRAESPINOSOS

Los ligamentos intertransversos (LIT), a pesar de no ser considerados ligamentos reales,¹⁷⁵ se encuentran solamente en la columna torácica y en la parte más craneal de la columna lumbar **(II. 5)**. Tienen un efecto restrictivo sobre la flexibilidad espinal en flexión lateral y rotación axial debido a su largo brazo de palanca, al pasar entre los procesos transversales.¹⁷⁴

El ligamento interespinoso (LIE) y los supraespinosos (LSE), que conectan las apófisis espinosas adyacentes, sirven para limitar la hiperflexión; por lo tanto, sufren una tensión máxima en movimientos de flexión total. Mientras se hace progresivamente más fuerte en dirección caudal, el LSE es mucho más fuerte y deformable que el LIE debido al brazo de palanca más alto durante el movimiento de flexión.

2.3.5. LIGAMENTOS COSTOTRANSVERSOS

El ligamento más importante para la estabilización de la columna vertebral torácica y en relación a la caja costal, es el ligamento costotransverso superior (LCTS). El lateral y el posterior ayudan principalmente a la integridad de la articulación costotransversa **(II. 5)**.¹⁷⁵

Por otro lado, se encuentran los ligamentos radiado (LR), intraarticular (LIA) y costotransverso (LCT) que tienen un efecto estabilizador indirecto al unir fuertemente las costillas a los espacios intervertebrales correspondientes (II. 5).

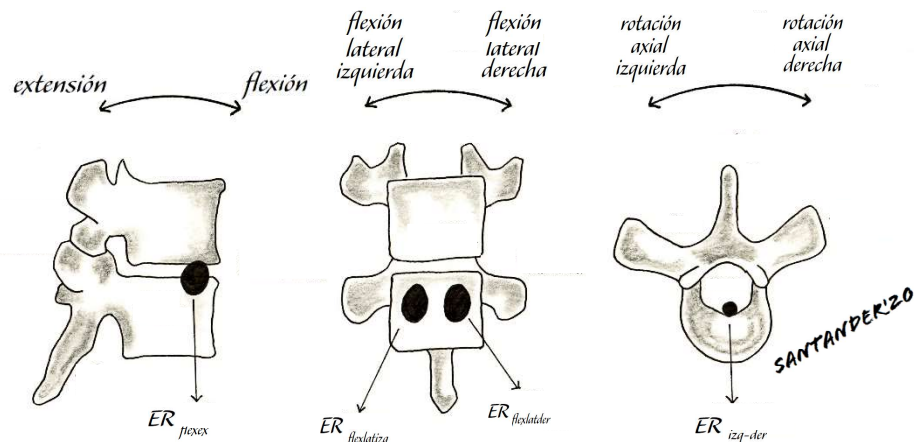
2.4. ESTABILIDAD DE LA COLUMNA TORÁCICA

La estabilidad fisiológica de los movimientos segmentarios de la columna torácica se mantiene predominantemente por el LA, las cápsulas de la articulación facetaria y los LLA y LLP, mientras que la caja costal es la estructura principal que resiste todos los movimientos de rotación de la columna torácica.^{169,174} Por lo tanto, al considerar la estabilidad de la columna torácica, la distinción debe ser hecha entre la estabilidad general, la segmentaria y la vertebral (II. 6).

La estabilidad general de la columna torácica es principalmente una combinación de las propiedades de rigidez y resistencia de los cuerpos vertebrales y sus discos; toda la columna torácica, sin tener en cuenta la jaula costal, tiene una falla de fuerza de compresión de aproximadamente 2 kN, una rigidez a la compresión de aproximadamente 300 N/mm y una capacidad de absorción de energía compresora de aproximadamente 10 Nm.¹⁷⁶

Ilustración 6

Movimientos y centros de gravedad rotacional del segmento vertebral torácico



Se ilustran los principales movimientos del segmento vertebral torácica y su eje rotacional (ER) se ilustra con círculos negros. Estos movimientos están garantizados, en mayor medida, por la integridad de los ligamentos.

En el caso de altas cargas de flexión-compresión, la lesión del LLP se produce mucho antes de la compresión vertebral. Esto significa que la falla ligamentaria obliga a cargar todo el peso al cuerpo vertebral, que exhibe una falla de carga de compresión de aproximadamente 10 kN, una rigidez a la compresión de aproximadamente 1000 N/mm y una resistencia a la compresión de aproximadamente 4 N/mm².¹⁶⁰

La resistencia a la compresión del cuerpo vertebral se correlaciona altamente con la DMO; esta resistencia parece ser que aumenta en dirección caudal.¹⁷⁷ Sin embargo, las fracturas aisladas del cuerpo vertebral

no causan inestabilidad espinal, mientras que las lesiones combinadas, por ejemplo, del cuerpo y los elementos posteriores, muy probablemente produzcan una inestabilidad clínicamente relevante.

El movimiento segmental torácico es más rígido en la dirección de compresión axial mientras que es más permisivo de manera moderada al cizallamiento.¹⁷⁸

Debido a su estructura tridimensional específica, la columna vertebral torácica es también más flexible en posición de flexión y rotación axial en comparación con la extensión y la flexión lateral, mientras que su rigidez torsional contra la rotación axial puede aumentar hasta en un 50% en relación a las fuerzas de compresión y tensión (II. 6).¹⁷⁹

3. COLUMNA VERTEBRAL LUMBAR

La columna vertebral lumbar consta de cinco vértebras (L1 a L5). Las vértebras vecinas están conectadas por un complejo de tres articulaciones que consiste en el disco intervertebral fibrocartilaginoso y dos articulaciones sinoviales zigapofisarias que son estabilizadas por un conjunto de ligamentos potentes que no solo estabilizan las vértebras entre sí, sino que en sus regiones más caudales, tienen estrecha relación con musculatura y ligamentos sacropelvianos más especializados.

La columna lumbar suele ser, con diferencia, la zona de la columna vertebral con más incidencia de patología degenerativa a nivel discal y de articulaciones.

3.1. ANATOMÍA FUNCIONAL

Una vértebra lumbar se puede dividir en tres elementos funcionales: cuerpo vertebral, elementos posteriores y pedículos. Esta estructura es la base de toda vértebra en general, como ya se ha mencionado antes, aunque desde el punto de vista biomecánico y patológico cobra más importancia en la columna lumbar.

Los elementos posteriores están formados por las dos láminas con sus respectivos procesos o apófisis: dos transversales, cuatro carillas articulares y una apófisis espinosa.

La forma de los dos segmentos lumbares más superiores (L1 y L2) y los más inferiores (L4 y L5) es transicional y se asemeja a las vértebras de la región más vecina: L1 y L2 con la columna torácica y L4 y L5 con el sacro. Por ello, L3 puede ser considerada como una vértebra lumbar «típica».¹⁸⁰

Ya que la columna lumbar tiene como principal función la carga de peso y está idealmente construida para soportar fuerzas altas de compresión, la arquitectura interna de los cuerpos vertebrales está diseñada de tal forma que cumplen perfectamente su función. Esta arquitectura consiste en un caparazón de hueso compacto, denominado cortical, que tiene un espesor ≤ 0.4 mm en las capas ventral y dorsal del cuerpo vertebral a nivel de L5.¹⁸¹ Para evitar que el delgado caparazón se colapse con cargas fisiológicas, se ve reforzado con un delgado entramado óseo vertical conectado con otro horizontal, llamados trabéculas. Las trabéculas horizontales sirven para evitar la flexión o el pandeo de las trabéculas verticales (pandeo de Euler), reforzando así toda la estructura.

Las cavidades formadas por las trabéculas también permiten que los vasos sanguíneos crezcan y circulen dentro del cuerpo vertebral, ayudando así a proporcionar nutrientes a los discos intervertebrales.

3.2. ANATOMÍA CUANTITATIVA

3.2.1. CUERPOS VERTEBRALES

El cuerpo vertebral es la principal estructura de carga de la columna lumbar.¹⁸² Su composición trabecular, antes descrita, se asemeja a un diseño extremo de «ahorro de carga» que permite que las fuerzas de los golpes se absorban de manera más efectiva en comparación a un bloque de hueso sólido.

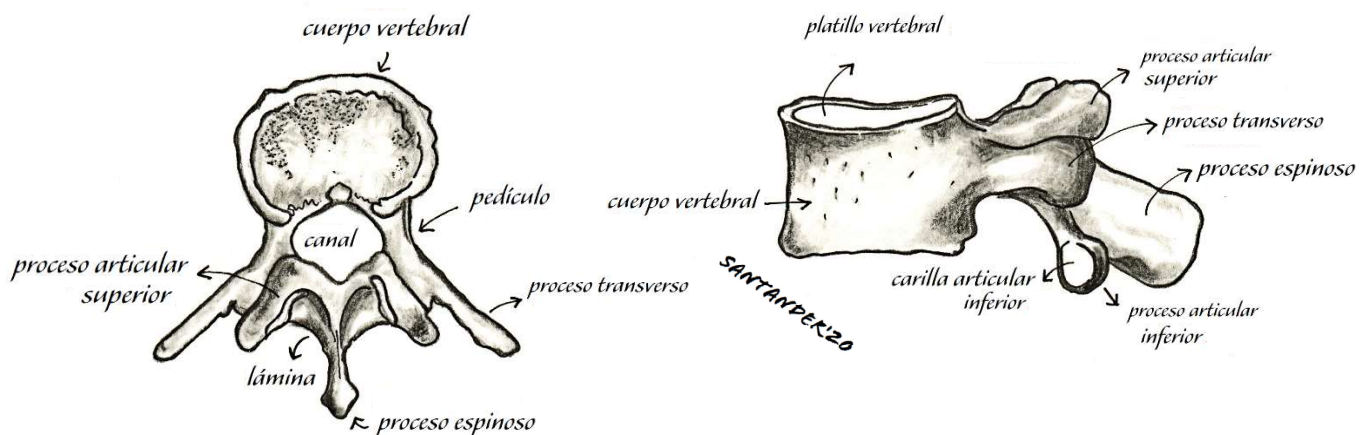
Con frecuencia se describe como en forma de tambor con una sección transversal que se asemeja la forma de un riñón. Las superficies craneales y caudales de los cuerpos vertebrales, los platillos o placas, son ligeramente cóncavas y proporcionan un accesorio para los discos intervertebrales (II. 7).

Para poder soportar las cargas que actúan sobre las vértebras lumbares, éstas son comparativamente grandes en cuanto a tamaño y éste va aumentando en dirección al sacro.

Mientras que los dos cuerpos vertebrales lumbares superiores son moderadamente más bajos en su parte anterior que posterior (4% en L2 y 12% en L1 en su sección sagital media), el cuerpo de L3 es más uniforme y sus platillos se encuentra casi paralelos. Esta relación se invierte para las vértebras L4 y L5, donde la altura anterior es mayor que la posterior (7% en L4 y 14% en L5 en su sección sagital media).¹⁸³

En contraste, todos los discos intervertebrales lumbares (L1/L2 a L5/S1) son dos veces más altos en su parte anterior que en la posterior,¹⁸⁴ lo que significa que la lordosis lumbar, que suele ser aproximadamente 60°,¹⁶¹ está determinada principalmente por los discos intervertebrales en lugar de las vértebras.

Ilustración 7
Anatomía de una vértebra lumbar



Descripción en el texto

3.2.2. PEDÍCULOS

Las estructuras posteriores de las vértebras lumbares están conectadas a los cuerpos vertebrales a través de dos pilares cortos que se extienden desde la pared posterior de los cuerpos vertebrales.

Estas estructuras tienen un desplazamiento craneal con respecto al plano medio transversal de los cuerpos vertebrales. Los pedículos, así como la mayoría de las estructuras posteriores, consisten de hueso esponjoso cubierto por una capa de hueso compacto. La forma ovalada de los pedículos de la columna lumbar es más grande que la de otras regiones espinales (II. 7).

Dependiendo de la altura de un individuo y su constitución general, la altura promedio del pedículo varía entre 14.4 mm en L3 a 15.9 mm en L1 y se ve aumentado a 19.6 mm en L5. El ancho de los pedículos en la columna lumbar superior varía desde 8.2 mm en L2 hasta 8.6 mm en L1. De L2 a L5, el ancho aumenta en aproximadamente 3.5 mm por nivel vertebral y alcanza un promedio de 18.9 mm en L5.¹⁸⁰

El canal espinal o vertebral se forma por la superficie posterior de los cuerpos vertebrales y el arco neural (pedículos y láminas). El área transversal del canal vertebral disminuye desde aproximadamente 320 mm² en L1 a 280–290 mm² en L2 a L4 y aumenta a 330 mm² en L5.¹⁷⁰

3.2.3. LÁMINAS

Los pedículos proporcionan fijación para las estructuras espinales posteriores, que están formadas por las láminas, que a su vez se continúan con sus procesos transversales correspondientes.

En esta región las láminas tienen una orientación menos yuxtapuesta, debido a que la función de la columna lumbar no es la misma que la de la columna torácica. Por ello, los espacios interlaminares son más amplios (II. 7).

Las ramas nerviosas salen del canal vertebral a través de agujeros o forámenes intervertebrales, que están formados por las muescas debajo de los pedículos de la vértebra que se articula cranealmente y las muescas sobre los pedículos de la vértebra caudal.

3.2.4. APÓFISIS ESPINOSAS, TRANSVERSAS Y ARTICULARES

Los procesos pueden diferenciarse por su función mecánica. Mientras los procesos transversales, accesorios, mamilares y espinosos sirven como fijación para la musculatura, los articulares constituyen articulaciones sinoviales, que modifican fuertemente la cinemática de la zona lumbar y contribuyen a la carga compartida entre las columnas espinales anterior y posterior.

Las apófisis más largas (transversas y espinosas) forman palancas sustanciales, lo que amplifica la acción de los músculos que se anclan a ellas (II. 7).

3.2.5. CARILLAS ARTICULARES

Las articulaciones formadas por las carillas articulares inferiores de la apófisis articular craneal y las carillas articulares superiores de las vértebras caudales adyacentes se denominan correctamente «articulación zigapofisaria».

Sin embargo, también se conoce con frecuencia como «articulación apofisaria» o «articulación facetaria», aunque estos términos no son comparables en su significado de forma precisa.

Las áreas de articulación zigapofisaria son la cara medial del proceso articular superior y la cara lateral de los procesos articulares inferiores y se encuentran cubiertos por una fina capa de cartílago articular. En la columna lumbar, las superficies articulares se forman cilíndricamente **(II. 7)**.

La orientación sagital de las articulaciones de la zona lumbar es muy distinta a la de otras regiones espinales. Estas articulaciones forman un ángulo sagital entre 60° – 90° grados y suelen ser de 90° en la columna cervical y torácica; es decir, en la columna lumbar están más orientadas frontalmente. Además, tienen una orientación sagital de 120° – 150° en esta región. La transición más pronunciada de la orientación de las articulaciones facetarias, entre la columna torácica y la lumbar, ocurre en la unión toracolumbar.¹⁷⁰ Estas características juegan un papel importante en la biomecánica de la columna lumbar porque determinan la carga compartida entre los discos intervertebrales y las articulaciones facetarias, así como la resistencia al movimiento traslacional y rotacional.

Cargando axialmente diferentes segmentos de movimiento espinal resecados de diferentes niveles de la columna lumbar, Adams y Hutton descubrieron que las articulaciones facetarias resistían aproximadamente el 16% de la fuerza de compresión en posición vertical, mientras que no resistían las cargas de compresión en ligera flexión, que es el mismo perfil de una columna lumbar ligeramente flexionada cuando nos sentamos.¹⁸²

Al diseccionar secuencialmente las estructuras espinales, Heuer et al.¹⁸⁵ investigaron la influencia de las articulaciones facetarias en el movimiento cualitativo y cuantitativo del segmento L4 – L5. Encontraron un aumento entre leve a moderado en el rango de movimiento de flexión-extensión. Adicionalmente, la influencia de las articulaciones facetarias fue mayor en rotación axial, mientras que tenían una contribución insignificante al rango de movimiento en flexión lateral.

Skrzypiec et al.¹⁸⁶ evaluaron la importancia de las articulaciones facetarias lumbares (L2 – L3 y L4 – L5) para resistir cargas de cizallamiento anterior y posterior experimentado con discos intervertebrales individuales y segmentos de movimiento completos. En este estudio informó que la remoción de las articulaciones reduce la rigidez de la resistencia al cizallamiento en un 66% y 43% en dirección anterior y posterior, respectivamente.

3.3. COMPLEJO LIGAMENTARIO LUMBAR ESPINAL

La columna osteo-ligamentosa se estabiliza aún más mediante ligamentos pasivos; con cada ligamento resistiendo principalmente en una dirección de movimiento específica.

3.3.1. LIGAMENTOS LONGITUDINALES ANTERIOR Y POSTERIOR

Ventralmente, la columna vertebral está cubierta en toda su extensión por el LLA **(II. 8)**. Este ligamento es amplio y estrecho y se extiende sobre los cuerpos vertebrales y discos intervertebrales. En la columna lumbar, el LLA tiene un área de sección transversal de 32 mm².¹⁸⁷

Debido a su posición, está diseñado principalmente para resistir el movimiento de extensión lumbar y solo tiene una pequeña influencia en resistir en otras direcciones.¹⁸⁵

Dorsalmente, la cara posterior de los cuerpos vertebrales y discos intervertebrales está cubierta por el LLP (II. 8). Es más angosto que el LLA, pero también es delgado y por lo tanto posee, con mucho, el área de sección transversal más pequeña de los ligamentos lumbares.¹⁸⁷ Al estar posicionado detrás del disco intervertebral, el LLP resiste principalmente movimientos de flexión.

3.3.2. LIGAMENTO AMARILLO (LIGAMENTUM FLAVUM)

La superficie dorsal del canal espinal está cubierta por el ligamento amarillo o «flavum», que conecta las láminas de las vértebras adyacentes. Su alto nivel de grosor conduce a un área de sección transversal que supera con creces las de otros ligamentos lumbares (II. 8).

Ilustración 8

Ligamentos del segmento vertebral lumbar

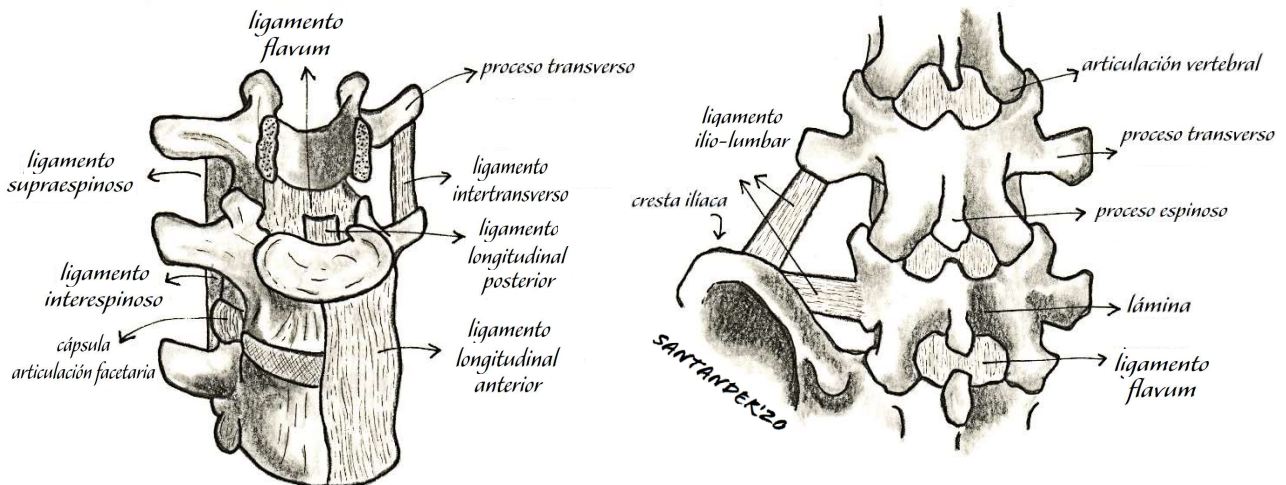


Ilustración de los ligamentos más importantes del complejo segmentario lumbar, donde destacan ambos ligamentos longitudinales, los supra e interespinosos y las cápsulas articulares.

En contraste con los ligamentos restantes, que consisten principalmente en fibrillas de colágeno entrelazadas, el LA comprende principalmente fibras elásticas, manteniéndolo en un estado de pre-tensión. El comportamiento elástico de este ligamento evita que se doble en el canal espinal durante la extensión de la columna, lo que podría causar compresión de éste.

Como la mayoría de los ligamentos posteriores, el ligamento flavum principalmente resiste el movimiento de flexión.

3.3.3. LIGAMENTOS INTERTRANSVERSOS, INTERESPINOSOS Y SUPRAESPINOSOS

Los procesos transversales están conectados por los LIT, que en la columna lumbar suelen ser muy delgados y membranosos. Su posición lateral los predestina para resistir movimientos de flexión lateral.

Dos ligamentos entrelazados conectan las apófisis espinosas: el supraespinoso y el interespinoso. Mientras que el LSE se une a las puntas de las apófisis correspondientes, los LIE se conectan a los cuerpos de las apófisis. El LSE es más grueso y ancho en la columna lumbar que en la columna torácica y se combina con la fascia toracolumbar. Los LIE son generalmente delgados y membranosos, pero más gruesos y anchos en la columna lumbar **(II. 8)**.

Este complejo de ligamentos tiene el brazo de palanca posterior más largo y resiste principalmente la flexión espinal.¹⁸⁵

3.3.4. CÁPSULAS ARTICULARES

Como todas las articulaciones sinoviales, las articulaciones zigapofisarias, están rodeadas por una cápsula articular. Además de su función como parte integral de la articulación sinovial, la cápsula articular facetaria resiste la flexión de la columna vertebral.¹⁸⁵

3.4. CIZALLAMIENTO Y TRASLACIÓN

Con una fuerza de cizallamiento de 145 N aplicada en dirección anterior, posterior y lateral durante una precarga de compresión segmentaria de 400 N,¹⁸⁸ la columna lumbar es capaz de traducir ese movimiento en traslaciones horizontales de 0.06 mm y 0.13 mm.

3.5. DISMINUCIÓN DE ALTURA VERTEBRAL POR COMPRESIÓN

Cuando se aplica una fuerza de compresión de 400 N, el cuerpo vertebral lumbar se acuña entre 0.04 – 0.07 mm.¹⁸⁸

3.6. ESTABILIDAD DE LA COLUMNA LUMBAR

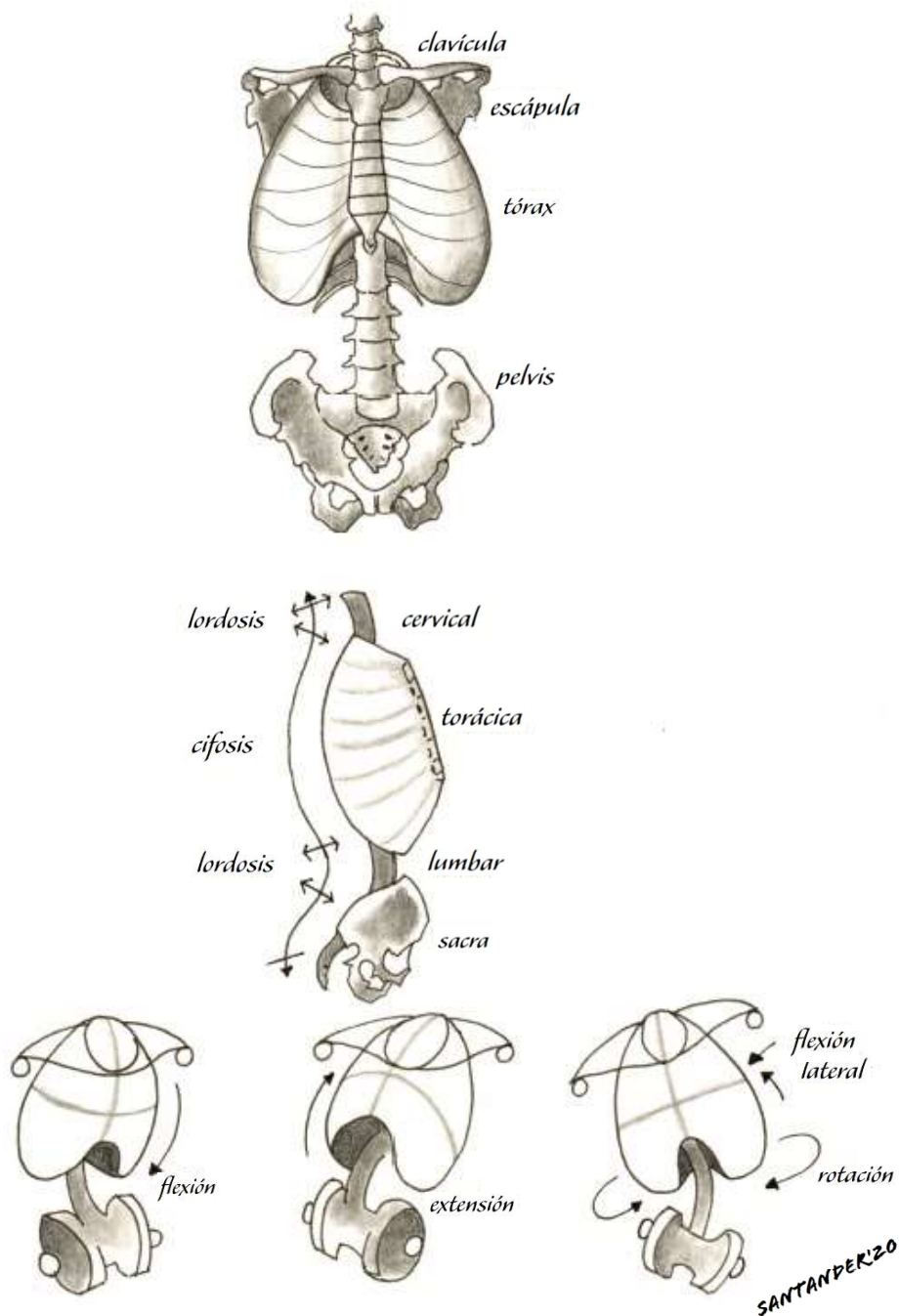
Al proporcionar suficiente estabilidad, la estructura compleja de la columna lumbar humana está optimizada para transportar cargas fisiológicas sin daño. El trauma, la degeneración u otros trastornos musculoesqueléticos pueden provocar una pérdida de estabilidad, que potencialmente puede causar dolor de espalda.

El conocimiento sobre las cargas en la columna es necesario con el fin de tratar de manera óptima a los pacientes y proporcionar un asesoramiento adecuado **(II. 9)**. Desafortunadamente, no es posible cuantificar la carga espinal directamente in vivo porque los transductores de fuerza, por lo general, no se pueden introducir en la columna vertebral de los seres humanos vivos. Por lo tanto, muchos métodos se han utilizado para cuantificar indirectamente las cargas que actúan sobre la columna vertebral.

Los datos in vivo más confiables sobre la carga de la columna se derivan de mediciones de la presión intradiscal. Estas mediciones demuestran un aumento del 50% de presión intradiscal cuando nos inclinamos hacia adelante. Si se carga peso con las manos, la presión aumenta entre 70% – 220% en comparación con el valor de referencia. Estos hallazgos han sido corroborados en estudios similares que han realizado mediciones cuando nos encontramos en posición sentada y realizamos las mismas actividades (inclinación o cargar peso).^{189–192}

Ilustración 9

Estabilidad del complejo toracolumbar



Descripción en el texto

Otros estudios han encontrado mediciones igualmente interesantes.^{193,194} Toser y estornudar en posición supina produce una presión intradiscal tan alta como 0.38 MPa, mientras que una carcajada aumenta la presión hasta 0.15 MPa. Sentados en una silla con respaldo normal y recto, se produce una presión de 0.45 a 0.5 MPa sobre nuestros discos intervertebrales. Si levantamos una caja llena de cervezas (19.8 Kg)

con la espalda encorvada y las rodillas rectas se registran presiones de hasta 2.3 MPa. Levantando la misma caja y manteniendo la espalda recta y doblando las caderas y rodillas, como normalmente se recomienda cargar pesos, se reduce la presión máxima a 1.7 MPa.

Los hallazgos de estudios más recientes y con tecnología más moderna están de acuerdo con los resultados previos¹⁹⁰ con respecto a los valores de presión durante la posición de pie, acostado, levantando y transportando peso. En particular, las diferencias de presión entre levantar peso con una espalda recta y rodillas flexionadas versus la espalda encorvada y rodillas rectas, se reprodujeron con una caja de cerveza de 20 kg, donde se encuentran saltos de presión de hasta 450% de su valor inicial.

Los nuevos hallazgos sobre la presión intradiscal en posición sentada relajada son de gran importancia. Por ejemplo, el estar relajado con posicionamiento diagonal de la espalda y apoyando la parte superior sobre un respaldo, baja notablemente la presión intradiscal que sin usar respaldo. Tan pronto como nos levantamos y nos quedamos en posición vertical, la presión en el disco lumbar aumenta notablemente. Por lo tanto, incluso cuando se está sentado, un individuo puede mejorar la difusión y, por lo tanto, el proceso nutritivo dentro de los discos intervertebrales, alternando regularmente entre las posiciones de sentado erguido y relajado.

Los investigadores a menudo están interesados en calcular la carga espinal a partir de las presiones que se describen en los diversos estudios. Desafortunadamente esa extrapolación no es tan conveniente para calcular las fuerzas de presión porque no se puede suponer que la presión simplemente se multiplica por el área de la sección transversal del disco. Esta correlación entre fuerza y presión ya fue investigada a fondo previamente¹⁹⁵ y se encontró que el resultado debe ser dividido por un factor de 1.3 – 1.8 para tener en cuenta la compleja estructura del disco, donde la presión no solo es transferida por el núcleo pulposo, sino también por la zona interna del anillo fibroso.

IV. HISTORIA DE LA CLASIFICACIÓN DE LAS FRACTURAS TORACOLUMBARES

1. INTRODUCCIÓN

Una clasificación ideal, en el contexto de fracturas vertebrales, debería permitirnos una comunicación clara, exacta, fácil y reproducible entre cirujanos, residentes, fellows, investigadores y otros profesionales de la salud involucrados en el diagnóstico y tratamiento de fracturas, como neuroradiólogos, reumatólogos y rehabilitadores.

Históricamente, muchas clasificaciones iniciales han estado basadas solamente en características morfológicas o mecánicas. En un esfuerzo por establecer bases sólidas de tratamiento y predecir resultados a largo plazo, múltiples clasificaciones se han desarrollado incluyendo las características clínicas del paciente. Aunque muchas han aparecido a lo largo de los años, no existe ninguna que sea aceptada globalmente. Por ejemplo, en América del Norte, la mayoría de cirujanos especializados en columna usan la Thoracolumbar Injury Classification System (TLICS),¹⁹⁶ en comparación con sus pares europeos, donde todavía se utiliza el Sistema de Magerl.^{36,197-199}

En un intento de consensuar los acercamientos terapéuticos, la AOSpine, comunidad científica y académica dedicada a la columna vertebral, publicó y posteriormente validó la nueva Thoracolumbar AOSpine Injury Score (TLAOSIS), desarrollada por Vaccaro et al., en un intento de mejorar el TLICS, también del mismo autor.^{38,200-202}

El desacuerdo entre cirujanos de columna al momento de usar una sola clasificación podría resultar inocuo si no fuera por las dramáticas diferencias en tratamientos para una misma fractura alrededor del mundo. Y, aunque no se trata de que todo el mundo haga exactamente lo mismo, renunciando al criterio personal, de lo que sí se trata es de unificar las conductas más aún, considerando que los algoritmos terapéuticos suelen ser similares cuando se usa la misma herramienta de clasificación.^{198,203-206}

2. REVISIÓN HISTÓRICA

2.1. CLASIFICACIONES HISTÓRICAS Y TERMINOLOGÍA ANECDÓTICA

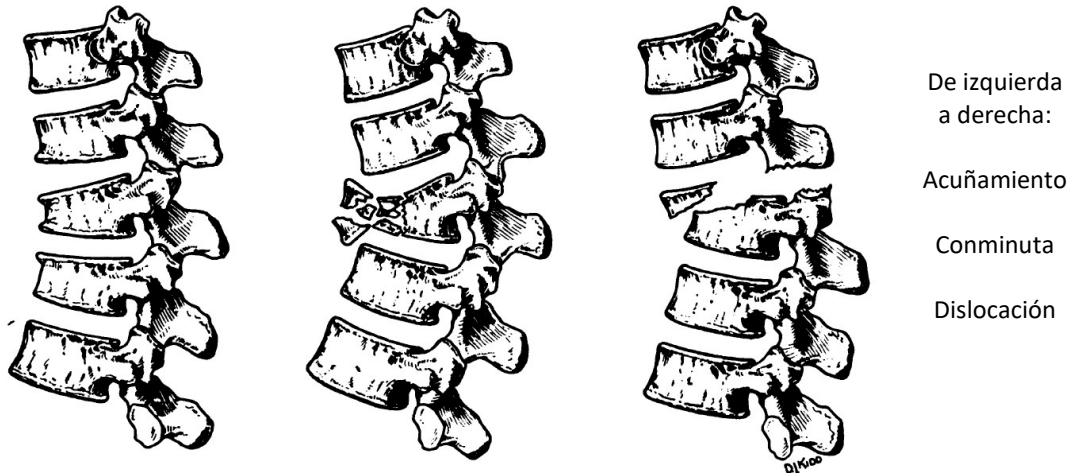
La primera clasificación sobre fracturas toracolumbares fue publicada por Watson-Jones²⁰⁷ en el año 1938. En una serie de 252 pacientes, clasificó a las fracturas en tres grupos (**Fig. 1**):

- (A) Acuñamiento: Fractura por inclinación o compresión vertical. Varios cuerpos pueden estar afectados. Los discos son normales. La anquilosis es muy rara (151 casos).
- (B) Conminuta: Fractura por angulación. Se suele afectar un solo cuerpo. El disco está roto y la anquilosis es común (33 casos).

- (C) Dislocación: Fractura con dislocación de la articulación vertebral con fractura del arco neural. El cordón medular suele estar comprimido o severamente lesionado. Suele haber fractura del nivel inferior (68 casos).

Basado en su clasificación, Watson-Jones propuso métodos de reducción quirúrgica, enumeró complicaciones y registró fallas del tratamiento.

Figura 1
Tres tipos de fractura del cuerpo vertebral por flexión – compresión según Watson-Jones



Tomado de:

The results of postural reduction of fractures of the spine. Watson-jones, R. J.BJS, July 1938 - volume 20 - issue 3 - p 567-586.

Figura 1. Página 567.

Más tarde, a mediados del siglo XX, aparecieron muchos tipos únicos de fractura y diferentes algoritmos de tratamiento comenzaron a publicarse. El caso más ejemplar es la famosa «fractura de Chance». ²⁰⁸ Descrita en 1948 por G. Chance, se trataba de una fractura-acuñaamiento con disrupción de los elementos posteriores, debido a un mecanismo de flexión por encima de los límites normales de la columna.

Otros de los términos más emblemáticos, es el «estallido». La fractura-estallido fue un término acuñado por Holdsworth en el año 1970. ²⁰⁹ En el mismo artículo original, el autor además propone lo que vendría a ser la primera clasificación mecánica de fracturas vertebrales. La definición de «estallido», para Holdsworth, era toda fractura con compresión que tuviera afectada la pared posterior del cuerpo vertebral. En una serie de más de 1000 pacientes, propuso 6 tipos de fracturas:

- A) Acuñaamiento simple
- B) Dislocación
- C) Dislocación rotacional
- D) Extensión
- E) Estallido
- F) Arrancamiento

Además, Holdsworth se animó a afirmar que todas las fracturas con un complejo ligamentario posterior intacto, eran fracturas estables. Su clasificación también ofrecía algoritmos terapéuticos según el tipo de fractura. Posteriormente, la falta de estudios que hayan validado esta clasificación de manera independiente, contribuyó a la naturaleza anecdótica de esta clasificación. Aun así, el término fractura-estallido se popularizó y se usa hasta hoy en día, en varios centros alrededor del mundo.^{209–211}

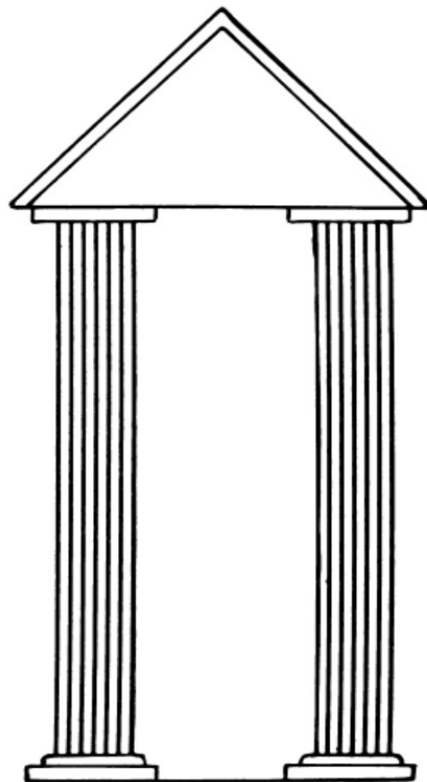
2.2. CLASIFICACIÓN DE 2 Y 3 COLUMNAS DE DENIS

La clasificación basada en columnas merece una sección aparte ya que sentó la introducción de un concepto clave que serviría de base para al menos un par de clasificaciones.

En el año 1968, Kelly y Whitesides²¹² propusieron una clasificación que usaba el concepto de dividir la columna vertebral en 2 columnas (**Fig. 2**), una anterior y otra posterior:

- (A) Columna anterior: Cuerpo vertebral + disco intervertebral.
- (B) Columna posterior: Arco neural + complejo ligamentario posterior (CLP).

Figura 2
Representación de las dos columnas de Kelly y Whitesides



En su artículo original, Kelly y Whitesides comparaban la función de las dos columnas de la columna con estructuras que sostienen un edificio.

En este caso la columna de la derecha representaba el cuerpo vertebral, la izquierda el arco neural y el centro, vacío, el canal medular.

Tomado de:
Treatment of lumbodorsal fracture-dislocations. R P Kelly and T E Whitesides, Jr. Ann Surg. 1968 May; 167(5): 705–717.
Figura 1. Página 705.

En esta clasificación postularon que, si la lesión/fractura comprometía solo una de las columnas, entonces tenía un carácter estable. Pero si la disrupción era de las dos columnas era una lesión inestable.²¹²

La clasificación de Kelly y Whitesides nunca fue validada por estudios independientes y fue puesta en jaque hacia el año 1983 con el concepto de las 3 columnas de Denis.³⁵

Basado en 412 pacientes, Denis publicó una escala de clasificación de fracturas toracolumbares introduciendo un nuevo concepto: dividir la columna vertebral en 3 columnas.

Por ello a la clasificación de Denis también se le conoce como la clasificación de las tres columnas:

- (A) Columna anterior: Desde el ligamento longitudinal anterior hasta 2/3 anteriores del cuerpo vertebral.
- (B) Columna media: Del tercio posterior del cuerpo vertebral hasta el ligamento longitudinal posterior.
- (C) Columna posterior: Todo lo que está por detrás al ligamento longitudinal posterior.

Así, la clasificación se divide en 4 tipos de fracturas mayores: compresión, estallido, «seatbelt-type» y dislocación. Cada tipo de fractura tiene subtipos, lo que da lugar a 16 subtipos de fracturas (**Tabla 1**).

Denis reportó que los patrones o mecanismos de cada fractura no deberían dictar el tratamiento, sino que éste tenía que estar basado en la integridad de la columna media. Así, Denis afirmaba que las fracturas que comprometían solamente la columna anterior o posterior eran fracturas estables. Solo si existía una lesión asociada de la columna media entonces era inestable.

El concepto de las 3 columnas tuvo gran acogida en la comunidad de cirujanos de columna y su uso hasta el día de hoy podría explicar la razón de intervenir pacientes neurológicamente estables con fracturas tipo estallido.^{35,213}

Sin embargo, a pesar de su extendido uso, esta clasificación tiene ciertos problemas de concordancia entre observadores. Al identificar los tipos mayores de fracturas existe una confiabilidad inter-observador moderada²¹⁴ y al clasificar los subtipos, la confiabilidad es bastante pobre.²¹⁵ Además, el concepto de la estabilidad o inestabilidad de la columna media es un tema controversial hasta el día de hoy.

Basándose en los trabajos de Denis, McAfee et al.²¹⁶ publicaron una clasificación con criterios mecánicos y morfológicos. La clasificación consistía en 6 tipos de fracturas:

- A) Acuñaamiento
- B) Estallido estable
- C) Estallido inestable
- D) Flexión – distracción
- E) Chance
- F) Traslación

Tabla 1	
Clasificación de fracturas según Denis (1983): 4 tipos y 16 subtipos	
COMPRESIÓN	
(A)	Split coronal de la columna anterior.
(B)	Fractura del platillo superior de la columna anterior
(C)	Fractura del platillo inferior de la columna anterior
(D)	Fractura de la corteza anterior con platillos intactos
ESTALLIDO	
(A)	Fractura de ambos platillos que compromete la pared posterior del cuerpo vertebral
(B)	Fractura del platillo superior y la pared posterior del cuerpo vertebral
(C)	Fractura del platillo inferior y la pared posterior del cuerpo vertebral
(D)	Fractura asociada con rotación significativa
(E)	Fractura lateral que compromete ambos platillos y la pared posterior del cuerpo, pero solo izquierda o derecha
SEATBELT	
(A)	Disrupción ósea de un nivel
(B)	Disrupción ligamentaria de un nivel
(C)	Disrupción ósea de dos niveles con compromiso de la columna media
(D)	Disrupción ligamentaria de dos niveles con compromiso de la columna media
DISLOCACIÓN	
(A)	Flexión con rotación
(B)	Arrancamiento
(C)	Flexión con distracción

Adaptado y traducido de:

The three-column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. Denis F. Spine (Phila Pa 1976) 1983;8:817–31.

Además, de acuerdo a Denis, también dividían la columna en 3 y cualquier fractura que comprometiera la columna media era considerada inestable. Pero McAfee afirmaba que el patrón o mecanismo de falla de la columna media sí dictaba el tratamiento. Por ejemplo, fracturas de la columna media que eran por compresión (acuñaamiento y estallido) o distracción (Chance y flexión – distracción) se podían tratar con instrumentación posterior asociada a maniobras de distracción y compresión. Por el contrario, si la lesión era una traslación estaba contraindicado la fijación posterior y se requería una instrumentación segmentaria por cada nivel.

En el año 1984, Ferguson y Allen²¹⁷ propusieron una clasificación de carácter mecánico usando el concepto biomecánico de estabilidad de Denis. Aunque descriptivamente contribuyeron al conocimiento en clasificación de fracturas, no aportó de manera significativa al momento de considerar nuevos tratamientos. La clasificación consistía en 8 tipos de fracturas y 5 subtipos (**Tabla 2**).

Tabla 2	
Clasificación de fracturas según Ferguson y Aleen: 8 tipos y 5 subtipos	
COMPRESIÓN VERTICAL	
(A)	Estallido con retropulsión difusa
(B)	Estallido con retropulsión del platillo superior e inferior
COMPRESIÓN – FLEXIÓN	
(A)	Acuñaamiento anterior
(B)	Acuñaamiento anterior con disrupción de la banda de tensión posterior
(C)	Estallido con disrupción de la banda de tensión posterior
FLEXIÓN – DISTRACCIÓN	
FLEXIÓN LATERAL	
TRASLACIÓN	
FLEXIÓN – TORSIÓN	
EXTENSIÓN – DISTRACCIÓN	
DISLOCACIÓN	

Adaptado y traducido de:

A mechanistic classification of thoracolumbar spine Fractures. Ferguson RL, Allen BL Jr. Clin Orthop Relat Res 1984;(189):77–88.

Al no alterar los paradigmas de Denis ni proponer tratamientos novedosos, su contribución fue meramente descriptiva. Además, la descripción de las fracturas se infería de un tipo de mecanismo de lesión en lugar del diagnóstico por imágenes, razón por la que no se consideró ser validada en estudios independientes.²¹¹

En el año 1994, Magerl et al.³⁶ desarrollaron la siguiente clasificación basada en jerarquías. Este sistema dividía las fracturas en 3 tipos basadas en el mecanismo de lesión: compresión = tipo A, distracción = tipo B y rotación = tipo C. Además, incluía 53 subtipos de fracturas basadas en su morfología. Aunque el objetivo de la clasificación de Magerl era jerarquizar las fracturas, de tal forma que las fracturas tipo A eran menos graves que las de tipo C, todavía se basaba en el concepto de estabilidad de las 3 columnas de Denis. Por ello, aunque proveía de una clasificación extensa, no contribuía a la modificación de los algoritmos terapéuticos establecidos, especialmente en fracturas controversiales. La clasificación de Magerl, con 53 subtipos de fracturas, era realmente difícil de interiorizar. Posteriores estudios han demostrado la poca confiabilidad inter-observador de esta escala.^{214,218} Además de las críticas por su complejidad, la clasificación de Magerl no toma en consideración un par de aspectos críticos para el tratamiento de fracturas vertebrales hoy en día, como son la integridad del CLP y el estado neurológico del paciente.³⁶

2.3. THORACOLUMBAR INJURY CLASSIFICATION SYSTEM (TLICS)

En el año 2005, aparece la primera publicación de una escala que desafía el concepto de estabilidad de Denis, basado en la integridad de la columna media. Vaccaro et al.¹⁹⁶ diseñan una clasificación llamada Thoracolumbar Injury Classification System (TLICS). Esta clasificación es la primera en incorporar la integridad del CLP y el estatus neurológico del paciente.

Las fracturas están separadas en 3 grandes grupos (como en la de Magerl): compresión = tipo A, traslación/rotación = tipo B y distracción = tipo C. Luego se considera la integridad del CLP como: intacto, lesionado, o indeterminado. Finalmente se considera también el estatus neurológico: neurológicamente intacto, déficit de raíz nerviosa, lesión medular completa y lesión medular incompleta/síndrome de cauda equina. Además, la clasificación incluye un «score» (puntaje) basado en la severidad, que se expresa como un número entero para cada una de las categorías.²¹⁹ Luego de sumar los puntajes obtenidos en cada categoría se obtiene un puntaje y una recomendación asociada (**Tabla 3**). De esta forma, esta clasificación es capaz de clasificar la fractura y brindar una recomendación terapéutica basada en el puntaje de la misma.

En cuanto al tratamiento el TLICS recomienda que si el puntaje es < 4, el tratamiento es conservador, si > 4 el tratamiento debería ser quirúrgico y si el puntaje es = 4 entonces ambas conductas podrían ser apropiadas dependiendo de variables del paciente y probablemente del cirujano.

Tabla 3 Thoracolumbar Injury Classification System	
LESIÓN (VARIABLE)	PUNTAJE
MORFOLOGÍA	
Fractura compresión	1
Fractura estallido	2
Fractura rotacional – traslacional	3
Distracción	4
COMPLEJO LIGAMENTARIO POSTERIOR (CLP)	
Intacto	0
Indeterminado	2
Disrupción	3
ESTADO NEUROLÓGICO	
Indemne	0
Lesión de raíz nerviosa	2
Lesión medular completa	2
Lesión medular incompleta / síndrome de cauda equina	3
RECOMENDACIONES DE TRATAMIENTO	
Conservador	< 4
Quirúrgico	> 4
Ambos (zona gris)	= 4

Adaptado y traducido de:

A new classification of thoracolumbar injuries: the importance of injury morphology, the integrity of the posterior ligamentous complex, and neurologic status. Vaccaro AR, Lehman RA Jr, Hurlbert RJ, et al. Spine (Phila Pa 1976) 2005;30:2325–33;

Por otro lado, la TLICS ha sido la primera clasificación en tener una validación externa. Vaccaro et al.²¹⁹ reportaron que el 92.6% de cirujanos estaban de acuerdo en las recomendaciones finales de tratamiento

del TLICS, mientras que Joaquim et al.²²⁰ encontraron que el TLICS había acertado en el tratamiento en el 96% de las fracturas toracolumbares. La validación de la escala también se ha hecho en población pediátrica, con Savage et al.²²¹ reportando una sensibilidad de 84%, especificidad de 79% y valores predictivos positivo y negativo de 68% y 90%, respectivamente, cuando aplicaron la escala de forma prospectiva en un total de 20 pacientes pediátricos evaluados por 20 cirujanos con diferentes niveles de experiencia.

Aunque el cuerpo de evidencia ha demostrado la validez del TLICS,^{219–221} la clasificación no ha recibido la aceptación global que se esperaba, en especial por la gran controversia del tratamiento recomendado en pacientes neurológicamente intactos con fracturas tipo estallido.

En un paciente sin afección neurológica, con una fractura de tipo estallido, el tratamiento está dictado en base a la integridad del CLP. Si este se encuentra intacto, se recomienda tratamiento conservador (TLICS = 2) y si está lesionado el tratamiento es quirúrgico (TLICS = 5). Finalmente si el estado del CLP no se puede determinar entonces el TLICS falla en hacer una recomendación a favor o en contra del tratamiento quirúrgico.¹⁹⁶

Sin embargo, esta disquisición basada en la integridad del CLP, nos abre la puerta a otro problema. La falta de acuerdo entre cirujanos al momento de valorar el estado del complejo ligamentario posterior en las imágenes. En un estudio de más de 500 cirujanos alrededor del mundo,²²² en el que se les pidió determinar la integridad del CLP en 10 casos de fracturas con compresión, la confiabilidad fue muy baja ($k = 0.11$). En otros estudio similares, con resultados recopilados por Harrop, evaluando 56 casos de fracturas, la confiabilidad fue ligeramente mejor ($k = 0.34$).^{203,204,223–225} El problema se agrava cuando existiendo acuerdo en el estado del CLP aún no existe consenso en cómo tratar a los pacientes con fractura estallido y es el principal escenario en el que existen discordancias con el TLICS. En ese sentido, Joaquim et al.²²⁶, en un estudio realizado en 458 pacientes y de manera retrospectiva, encontraron que de 310 pacientes tratados de forma conservadora, 307 tenían un TLICS = 3 o menor; pero sin embargo cuando se analizaba el grupo quirúrgico de 148 pacientes, el 53.4% tenían un puntaje < 4 y todos eran pacientes con fractura estallido, neurológicamente intactos y tratados de forma quirúrgica.

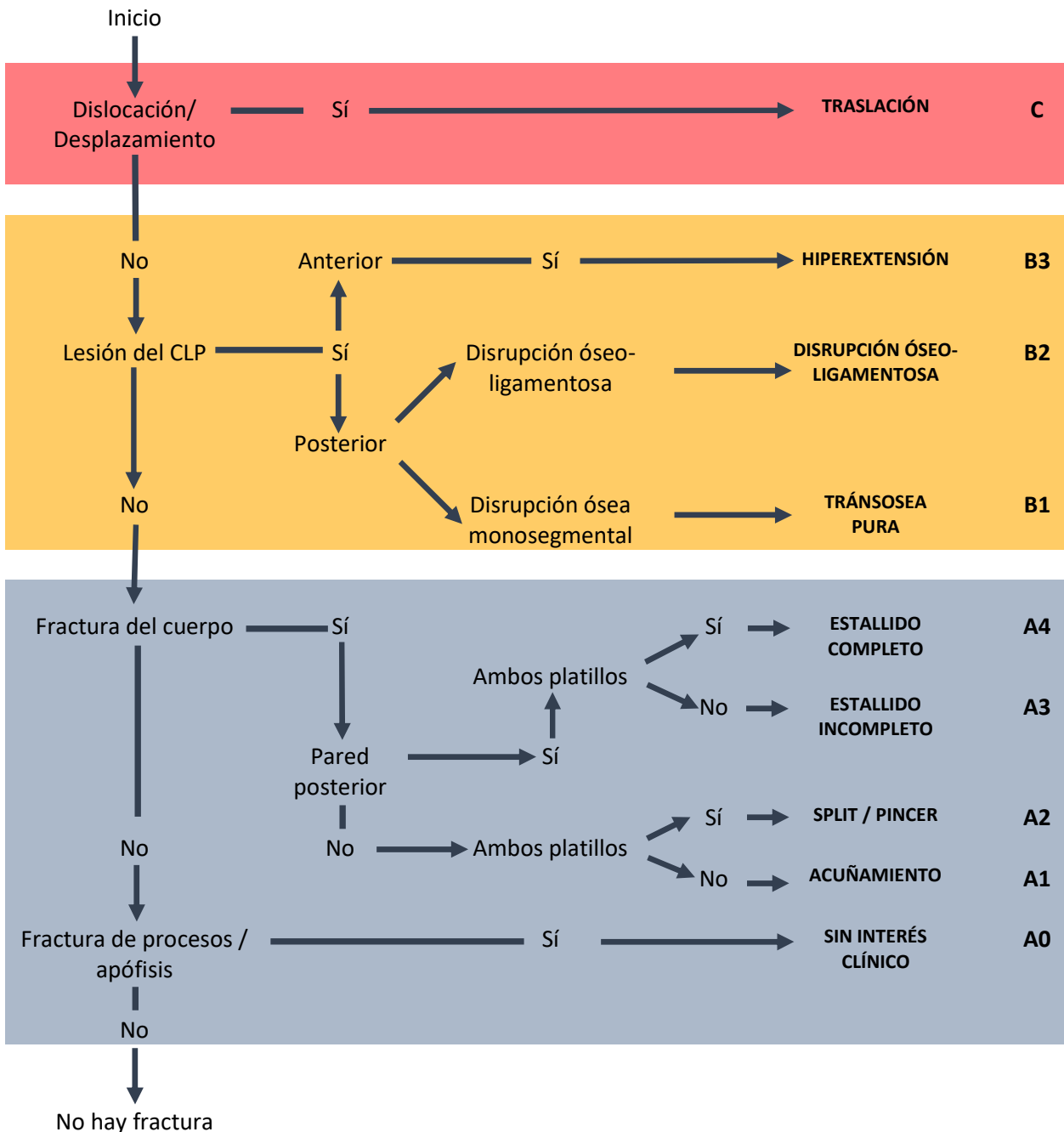
En vista de estas limitaciones y la falta de uso global de una sola herramienta de comunicación, Vaccaro inició la empresa de afinar el TLICS.

2.4. THORACOLUMBAR AOSPINE INJURY SCORE (TLAOSIS)

La recién desarrollada TLAOSIS incluía aspectos de la clasificación de Magerl y de la previa TLICS. Para reforzar su uso, los autores echaron mano del método de consenso Delphi para determinar el algoritmo de tratamiento. Para llevarlo a cabo, primero se publicó la clasificación inicial en el año 2013³⁸ y luego se acompañó de estudios posteriores con las recomendaciones del tratamiento.^{38,201,202,205,211,213,222,227–229}

La principal contribución de esta clasificación es el esfuerzo titánico de la simplificación de la versión de Magerl. De esta forma, se proponen 3 grupos de fracturas: compresión = tipo A, disrupción de la banda de tensión posterior = tipo B y traslación = tipo C. En el grupo A hay 5 subtipos y en el grupo B hay 3. Lo que nos da un total de 9 tipos de fracturas (**Fig. 3**). Similar al TLICS, incluye una valoración neurológica del paciente y un par de modificadores específicos (**Tabla 4**).

Figura 3
Algoritmo de clasificación morfológica de fracturas según la AOSpine



9 SUBTIPOS → A1 A2 A3 A4 B1 B2 B3 C

3 TIPOS →

TIPO C TIPO B TIPO A

Adaptado y traducido de:
AOSpine thoracolumbar spine injury classification system: fracture description, neurological status, and key modifiers. Vaccaro AR, Oner C, Kepler CK, et al. *Spine (Phila Pa 1976)* 2013;38:2028–37.

Tabla 4 Thoracolumbar AOSpine Injury Classification System		
FRACTURAS ⁽¹⁾		
SUBTIPO	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
TIPO A (COMPRESIÓN)		
A0	Fractura que no afecta la integridad de la columna (apófisis transversa o espinosa)	0
A1	Fractura de platillo superior sin afectación de pared posterior de cuerpo vertebral	1
A2	Fractura a través de ambos platillos sin afectar la pared posterior del cuerpo vertebral	2
A3	Fractura de un platillo que afecta la pared posterior del cuerpo vertebral	3
A4	Fractura de ambos platillos que afecta la pared posterior del cuerpo vertebral	5
TIPO B (BANDA DE TENSIÓN = CLP)		
B1	Lesión con disrupción del CLP y de la estructura ósea (Chance)	5
B2	Lesión con disrupción del CLP	6
B3	Lesión con disrupción de la banda de tensión anterior	7
TIPO C (TRASLACIÓN)		
C	Cualquier lesión que ocasiona la traslación del cuerpo vertebral	8
ESTADO NEUROLÓGICO ⁽¹⁻³⁾		
N0	Sin afectación neurológica	0
N1	Lesión neurológica temporal (que se resuelve)	1
N2	Lesión de raíz nerviosa	2
N3	Lesión medular incompleta o síndrome de cauda equina	4
N4	Lesión medular completa	4
NX	Examen neurológico que no se puede obtener de forma confiable	3
MODIFICADORES ESPÉCIFICOS DEL PACIENTE ⁽¹⁻³⁾		
M1	Ambigüedad en la integridad del CLP	1
M2	Antecedentes específicos del paciente que pueden afectar la decisión quirúrgica (espondilitis anquilosantes, artritis reumatoide, quemaduras severas, etc.)	0
RECOMENDACIONES DE TRATAMIENTO		
Conservador		< 4
Quirúrgico		> 5
Ambos		4 – 5

(1) Adaptado y traducido de:

The Thoracolumbar AOSpine Injury Score (TL AOSIS). Kepler CK, Vaccaro AR, Schroeder GD, et al. *Global Spine J* 2016;6(4):329–34.

AOSpine thoracolumbar spine injury classification system: fracture description, neurological status, and key modifiers. Vaccaro AR, Oner C, Kepler CK, et al. *Spine (Phila Pa 1976)* 2013;38:2028–37

(2) Adaptado y traducido de:

A worldwide analysis of the reliability and perceived importance of an injury to the posterior ligamentous complex in AO Type A Fractures. Schroeder GD, Kepler CK, Koerner JD, et al. *Global Spine J* 2015;5:378–82

(3) *Adaptado y traducido de:*

The reliability and validity of the thoracolumbar injury classification system in pediatric spine trauma.
Savage JW, Moore TA, Arnold PM, et al. Spine (Phila Pa 1976) 2015;40:E1014–8.

Después de su publicación, Kepler et al.²²⁷, realizaron un estudio de confiabilidad en 100 cirujanos con buenos resultados a nivel interobservador ($k = 0.74$) para los tres tipos de fracturas (A, B, C) y excelentes resultados a nivel intraobservador ($k = 0.81$). En cuanto a la confiabilidad de los nueve subtipos encontraron resultados también moderadamente satisfactorios a nivel interobservador ($k = 0.56$) e intraobservador ($k = 0.43 - 0.57$). Estos resultados han sido validados de manera independiente en estudios posteriores. Urrutia et al.²³⁰ encontraron buenos resultados para los tipos de fracturas ($k = 0.62$) y moderada para los subtipos ($k = 0.55$) y Azimi et al.²³¹ reportaron excelentes resultados para la clasificación de los tipos de fracturas ($k = 0.83 - 0.89$).

Después de confirmar la confiabilidad de la clasificación, el carácter jerárquico de la clasificación fue verificado en un estudio realizado por Schroeder et al.²⁰² En este estudio, realizado con 74 neurocirujanos, se graduó la severidad de cada una de las variables de la escala y se confirmaron diferencias significativas en la jerarquización de las fracturas A, B y C en orden ascendente. Además, no se encontraron diferencias regionales o de experiencia en la severidad de la clasificación. Esta es la base que se utilizó para elaborar el sistema de puntaje de la TLAOSIS.^{38,201,221,222}

Así como en TLICS, la escala TLAOSIS tiene un número entero asignado a cada variable de acuerdo a la severidad de la misma (**Tabla 4**). Los valores se suman para obtener un puntaje total, que en principio determina principios de tratamiento. En un intento de globalizar su uso y evitar la mayoría de controversias, las líneas de tratamiento fueron recomendaciones de más de 500 cirujanos alrededor del mundo. De esta forma el tratamiento estaba basado en un consenso; si menos del 30% recomendaba cirugía para un determinado tipo de fractura, entonces el tratamiento era conservador y si más del 70% de cirujanos recomendaba una intervención quirúrgica, entonces el tratamiento era quirúrgico.

La base consensuada de tratamiento y el uso de una clasificación simple ha sido siempre la base del TLAOSIS. Si un paciente tiene un TLAOSIS < 4 el tratamiento debería ser inicialmente conservador. Si el TLAOSIS > 5 entonces el tratamiento debería decantarse hacia la cirugía. Si el paciente puntúa 4 ó 5, entonces el paciente debe individualizarse una vez más basado en los antecedentes del mismo y el background del cirujano. Esta zona gris también la comparte con el TLICS, donde ambos «fallan» en hacer recomendaciones tajantes en cuanto a tratamiento.²¹³

En resumen, actualmente existe una diferencia regional dramática en cuanto a la toma de decisiones en el tratamiento de una misma fractura. Ya sea porque se las clasifica diferente, porque se usan diferentes escalas, o porque simplemente no se usa ninguna, la razón clara es que no existe un sistema de clasificación globalmente aceptada.

Las clasificaciones históricas han estado prácticamente basadas en el concepto de las columnas de Denis y luego basadas en características morfológicas o mecanismos inferidos. Las clasificaciones más contemporáneas, y lo que atañe a esta tesis, han tenido el valor agregado de considerar, además de características morfológicas, conceptos de estabilidad en cuanto a la integridad del CLP y el estado neurológico del paciente. En ese sentido es de esperar que, en algunos años, exista un sistema de clasificación en el que todos los cirujanos podamos estar de acuerdo y utilicemos como única herramienta de comunicación para la necesaria colaboración en el ámbito académico.

2.4.1. CLASIFICACIÓN MORFOLÓGICAS DE FRACTURAS VERTEBRALES

El primer paso, al identificar una fractura, es confirmar el nivel de lesión y qué tipo de morfología tiene esa fractura (**Fig. 3**). Basados en la clasificación morfológica de la TLAOSIS,³⁸ que a su vez modifica la de Magerl et al.³⁶, existen 3 categorías de fracturas y un total de 9 subtipos (**Fig. 4**):

Categoría / Grupo	Descripción
A → Compresión: Subtipos:	Fracturas por mecanismo de aplastamiento o compresión. A0, A1, A2, A3, A4
B → Banda de tensión (CLP): Subtipos:	Fractura con disrupción / lesión de la banda de tensión anterior o posterior (CLP) sin evidencia de traslación grosera o posibilidad de traslación. B1, B2, B3
C → Traslación: Subtipos:	Fractura con falla de todos los elementos que estabilizan la columna, produciendo una dislocación o desplazamiento en cualquier plano o disrupción de los componentes blandos (discos y ligamentos) en ausencia de traslación mecánica. No existe

Figura 4

Tipos de fractura: A, B y C



Ilustración esquemática de los tres grupos de fracturas de acuerdo con el artículo original de Vaccaro. A: compresión, B: disrupción del CLP, C: traslación.

Tomado de:

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;38(23):2028–37.

Las fracturas de tipo A pueden afectar un cuerpo vertebral de manera aislada o pueden ocurrir en conjunción con fracturas de tipo B o C. Las fracturas tipo B2, B3 y C afectan un segmento móvil de la columna y deberían ser codificadas de acuerdo al segmento en cuestión; por ejemplo, «Fractura tipo C de L1 – L2». En cambio, las fracturas A y B1 conceptualmente afectan una sola vértebra por lo que su nomenclatura correcta es la de nombra el cuerpo vertebral que afecta; por ejemplo, «Fractura tipo A4 de L3». Los términos coloquiales y de uso común, como por ejemplo «estallido» o «acuñamiento», pueden acompañar la nomenclatura, pero es redundante y en general se desaconseja el uso de los mismos por las diferencias regionales y/o culturales.

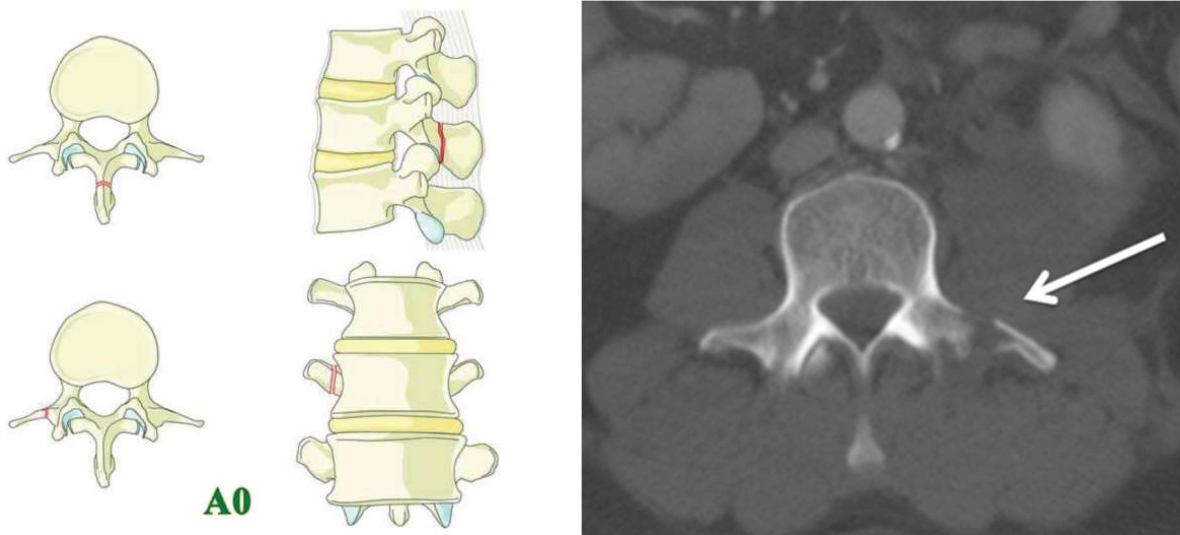
Si la fractura es multinivel se debe clasificar de manera separada y enunciadas de manera descendente en cuanto a severidad. Si existe múltiples fracturas del mismo tipo, se enunciará en orden craneo-caudal. Esta sistematización obliga a los cirujanos de columna a investigar de manera detallada cada uno de los segmentos para la correcta identificación de fracturas.

2.4.1.1. CATEGORÍA A: COMPRESIÓN

Las fracturas de este grupo afectan los elementos anteriores: cuerpo vertebral y/o disco intervertebral, y comprende las fracturas de apófisis espinosas o transversas. Las más severas de este grupo son aquellas que involucran estallidos del cuerpo con retropulsión de la su región posterior, sin disrupción del CLP. Estas fracturas se dividen en 5 subtipos:

A0: Fractura de la apófisis espinosa o transversa. También se usa para designar la ausencia de fractura. En cualquier caso, son lesiones clínicamente insignificantes y que no comprometen la estabilidad de la columna (**Fig. 5**).

Figura 5
Fractura tipo A0



Izquierda: ilustración esquemática de la fractura del artículo original de Vaccaro. Izquierda: fotografía de TC de columna lumbar de un paciente (contenido digital del mismo artículo).

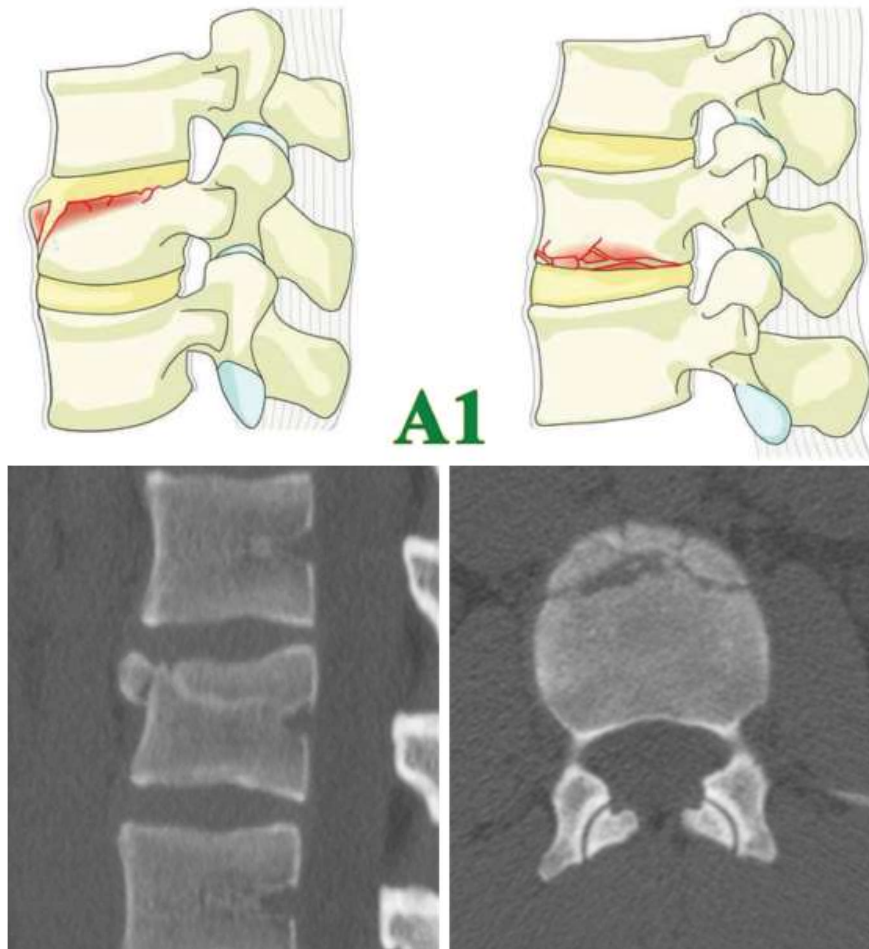
Tomado de:

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;38(23):2028–37.

Digital Content <http://links.lww.com/BRS/A813>

A1: Fracturas por compresión y/o acñamiento de un solo platillo vertebral sin compromiso de la pared posterior del cuerpo vertebral (**Fig. 6**).

Figura 6
Fractura tipo A1



Arriba: ilustración esquemática de la fractura del artículo original de Vaccaro. Abajo: fotografía de TC de columna lumbar de un paciente (contenido digital del mismo artículo).

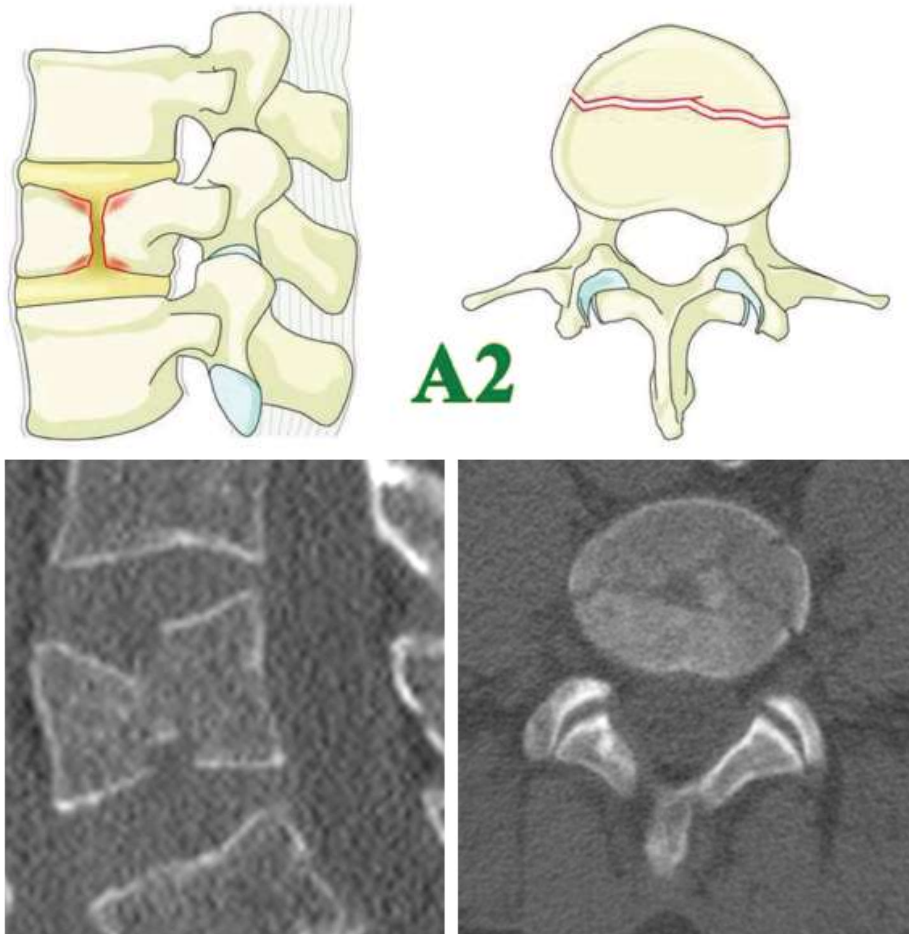
Tomado de:

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;38(23):2028–37.

Digital Content <http://links.lww.com/BRS/A814>

A2: Fracturas tipo «split» o «pincer», donde el compromiso es de ambos platillos vertebrales, sin afectación de la pared posterior del cuerpo vertebral (**Fig. 7**).

Figura 7
Fractura tipo A2



Arriba: ilustración esquemática de la fractura del artículo original de Vaccaro. Abajo: fotografía de TC de columna lumbar de un paciente (contenido digital del mismo artículo).

Tomado de:

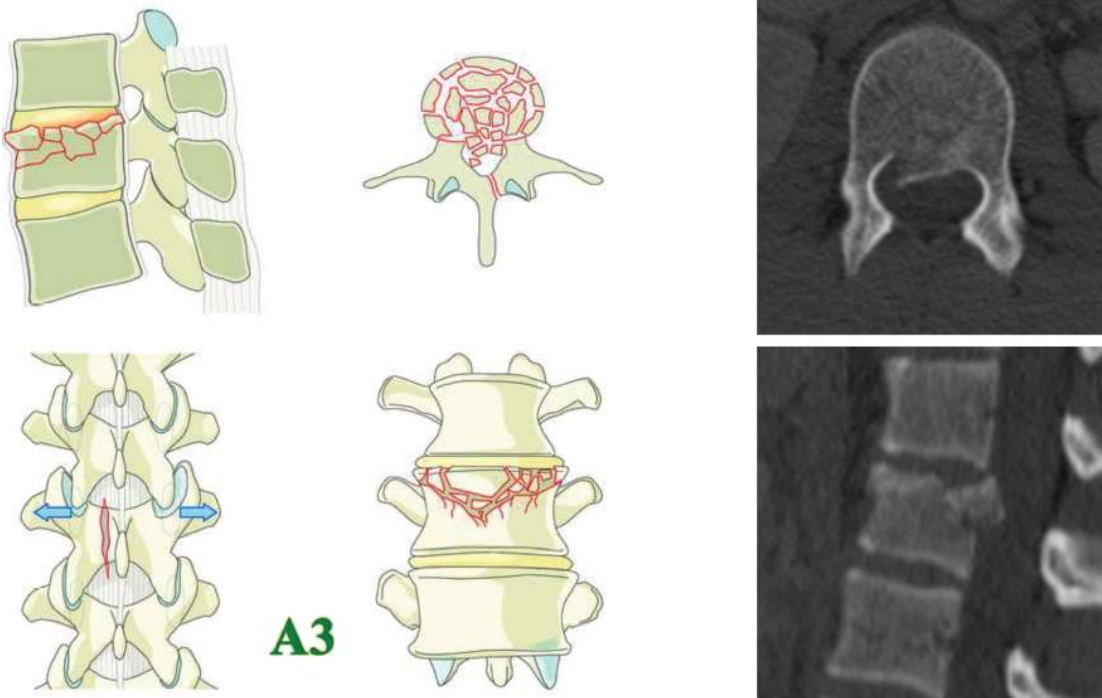
Vaccaro AR, Oner C, Kepler CK, Dvorak M, Schnake K, Bellabarba C, et al. *AOSpine Thoracolumbar Spine Injury Classification System: Fracture Description, Neurological Status, and Key Modifiers*. *Spine*. 2013 Nov;38(23):2028–37.

Digital Content <http://links.lww.com/BRS/A815>

A3: Fractura de un platillo vertebral con afectación de la pared posterior del cuerpo vertebral. La fuerza de compresión puede resultar en aumento de la distancia interpedicular y fracturas lineales de la lámina. El CLP está indemne y no existe traslación (**Fig. 8**).

Si existe afección del CLP entonces es una fractura B2 con componente morfológico A3.

Figura 8
Fractura tipo A3



Izquierda: ilustración esquemática de la fractura del artículo original de Vaccaro. Derecha: fotografía de TC de columna lumbar de un paciente (contenido digital del mismo artículo).

Tomado de:

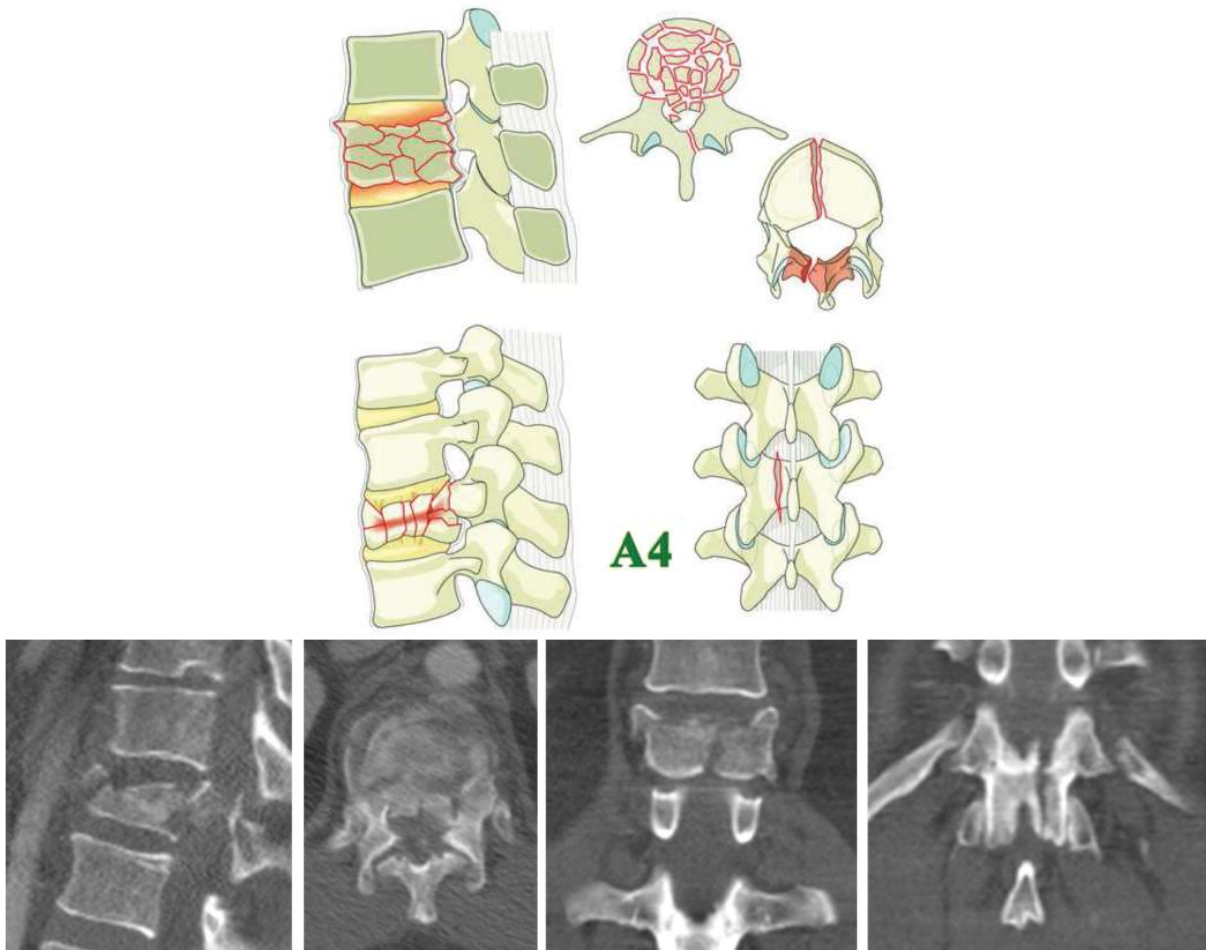
Vaccaro AR, Oner C, Kepler CK, Dvorak M, Schnake K, Bellabarba C, et al. **AOSpine Thoracolumbar Spine Injury Classification System: Fracture Description, Neurological Status, and Key Modifiers.** *Spine.* 2013 Nov;38(23):2028–37.

Digital Content <http://links.lww.com/BRS/A816>

A4: Fractura de ambos platillos vertebrales con afectación de la pared posterior del cuerpo vertebral. Similar a las A3 también puede haber afectación de las láminas. El CLP está indemne y no existe traslación (**Fig. 9**).

Si existe afectación del CLP entonces es una fractura B2 con componente morfológico A4. Una fractura «split» con afectación de la pared posterior del cuerpo vertebral es una A4.

Figura 9
Fractura tipo A4



Arriba: ilustración esquemática de la fractura del artículo original de Vaccaro. Abajo: fotografía de TC de columna lumbar de un paciente (contenido digital del mismo artículo).

Tomado de:

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;38(23):2028–37.

Digital Content <http://links.lww.com/BRS/A817>

2.4.1.2. CATEGORÍA B: FLEXIÓN-DISTRACCIÓN

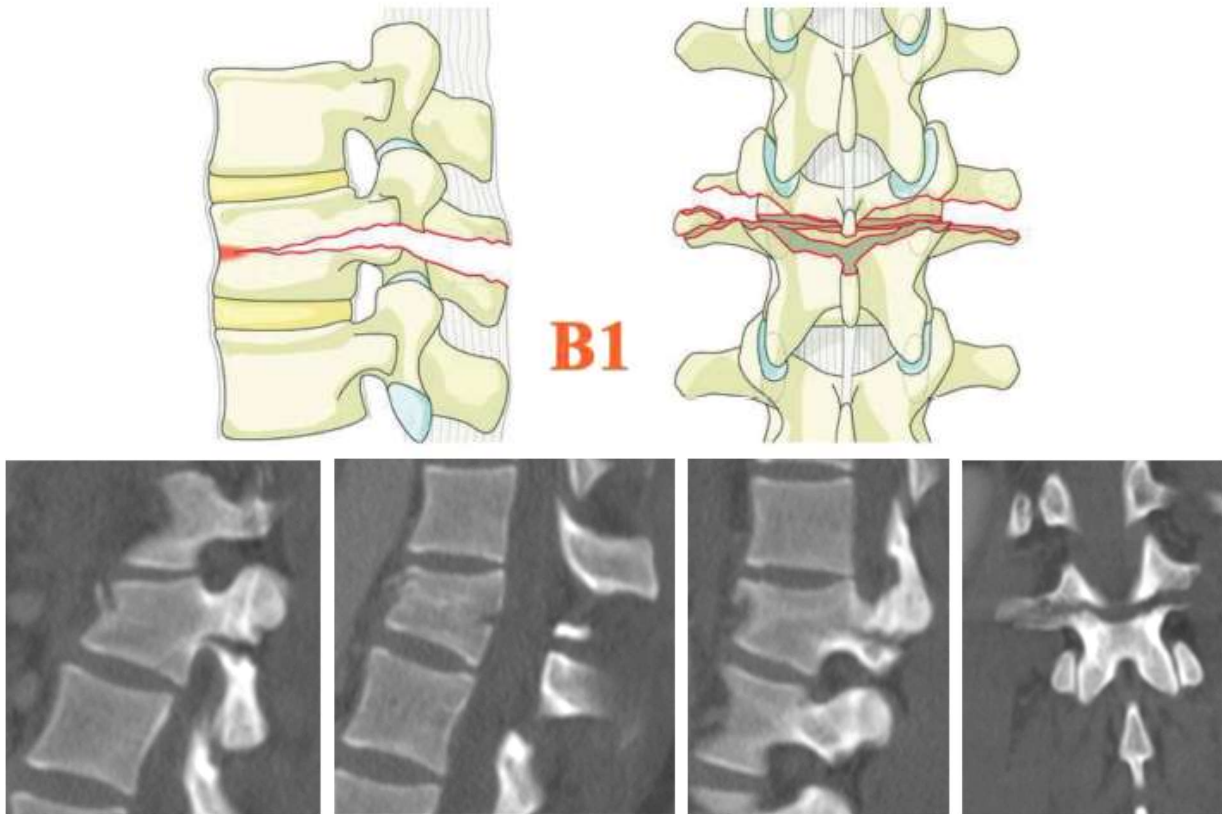
Las fracturas tipo B afectan la banda de tensión anterior o posterior. Se suelen ver acompañadas de fracturas tipo A. Se dividen en 3 subtipos:

B1: Fractura monosegmental, con trazo de fractura transósea que se extiende hasta el CLP causando su disrupción. Antes conocida como «Chance». La línea de fractura puede ir a través

del pedículo y seguir su camino a través de la pared posterior de la pars interarticular hacia los tejidos blandos posteriores y extenderse hasta la apófisis espinosa (**Fig. 10**).

Se diferencia de la B2 porque afecta una vértebra, no un nivel intervertebral.

Figura 10
Fractura tipo B1



Arriba: ilustración esquemática de la fractura del artículo original de Vaccaro. Abajo: fotografía de TC de columna lumbar de un paciente (contenido digital del mismo artículo).

Tomado de:

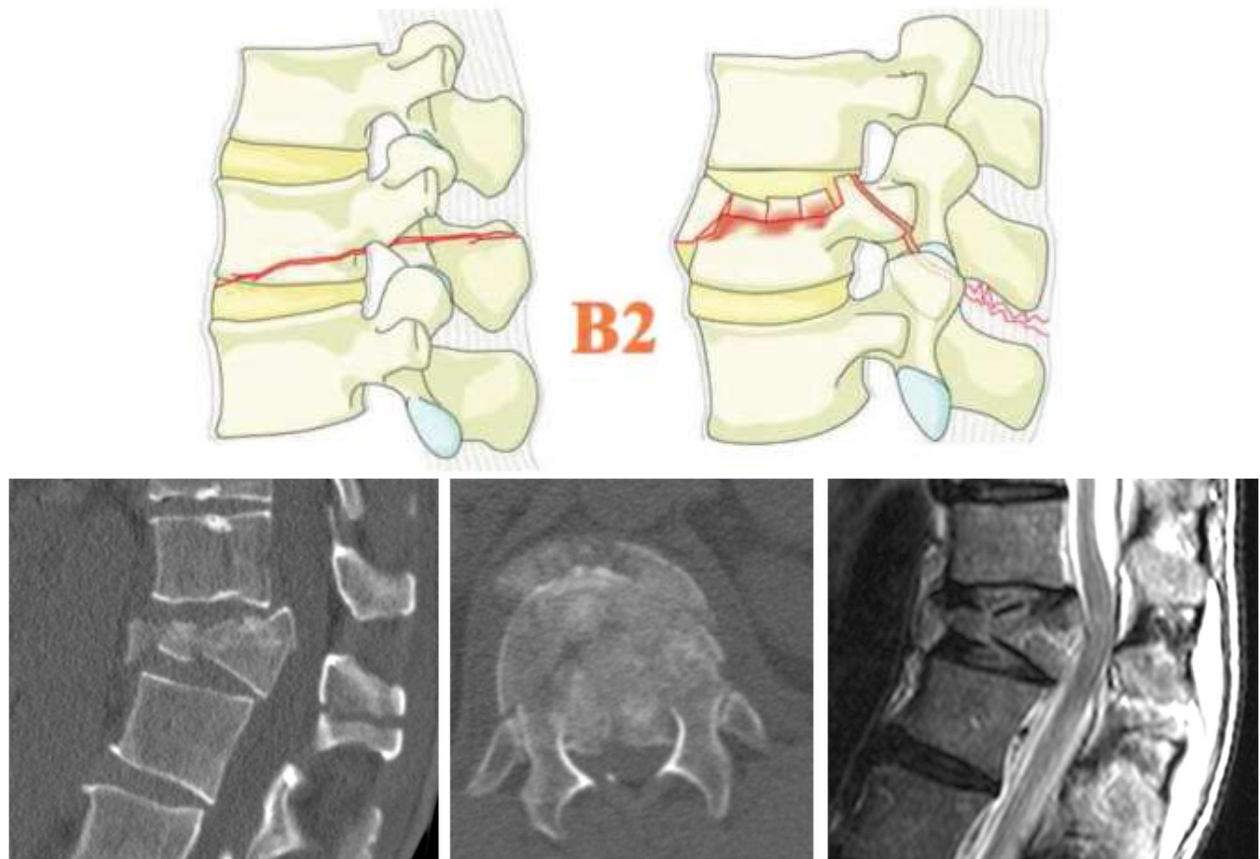
Vaccaro AR, Oner C, Kepler CK, Dvorak M, Schnake K, Bellabarba C, et al. **AOSpine Thoracolumbar Spine Injury Classification System: Fracture Description, Neurological Status, and Key Modifiers.** *Spine.* 2013 Nov;38(23):2028–37.

Digital Content <http://links.lww.com/BRS/A818>

B2: Fractura con disrupción del CLP con o sin afectación ósea en un determinado nivel intervertebral. Cualquier fractura asociada al cuerpo vertebral debe ser clasificada de acuerdo a su morfología (**Fig. 11**).

Las fracturas B2 y un componente de «estallido» deben ser descritas de acuerdo a su morfología; por ejemplo, fractura B2 de T7T8 + A4 de T7.

Figura 11
Fractura tipo B2



Arriba: ilustración esquemática de la fractura del artículo original de Vaccaro. Abajo: fotografía de TC y RM de columna lumbar de un paciente (contenido digital del mismo artículo).

Tomado de:

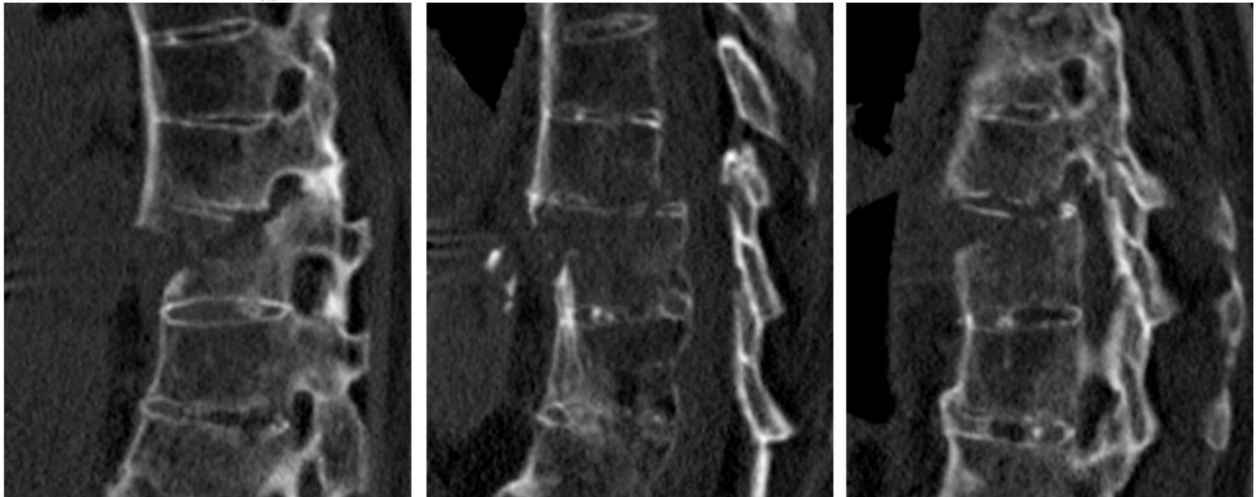
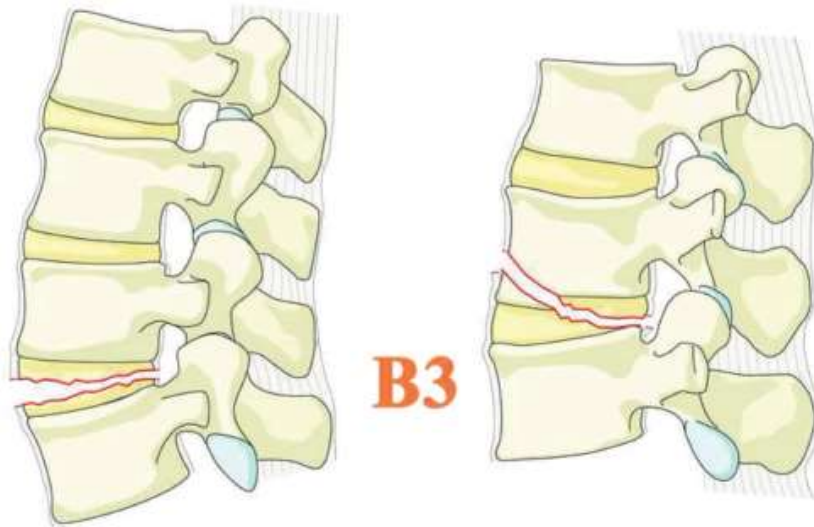
Vaccaro AR, Oner C, Kepler CK, Dvorak M, Schnake K, Bellabarba C, et al. **AOSpine Thoracolumbar Spine Injury Classification System: Fracture Description, Neurological Status, and Key Modifiers.** *Spine.* 2013 Nov;38(23):2028–37.

Digital Content <http://links.lww.com/BRS/A819>

B3: Fractura con disrupción de la banda de tensión anterior (ligamento longitudinal anterior) que se encarga de prevenir la hiperextensión. La fractura puede afectar el cuerpo o el disco, pero no existe traslación (**Fig. 12**).

Si existiera traslación, la fractura se convierte en un tipo C, con un componente B que se debe describir.

Figura 12
Fractura tipo B3



Arriba: ilustración esquemática de la fractura del artículo original de Vaccaro. Abajo: fotografía de TC de columna lumbar de un paciente (contenido digital del mismo artículo).

Tomado de:

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;38(23):2028–37.

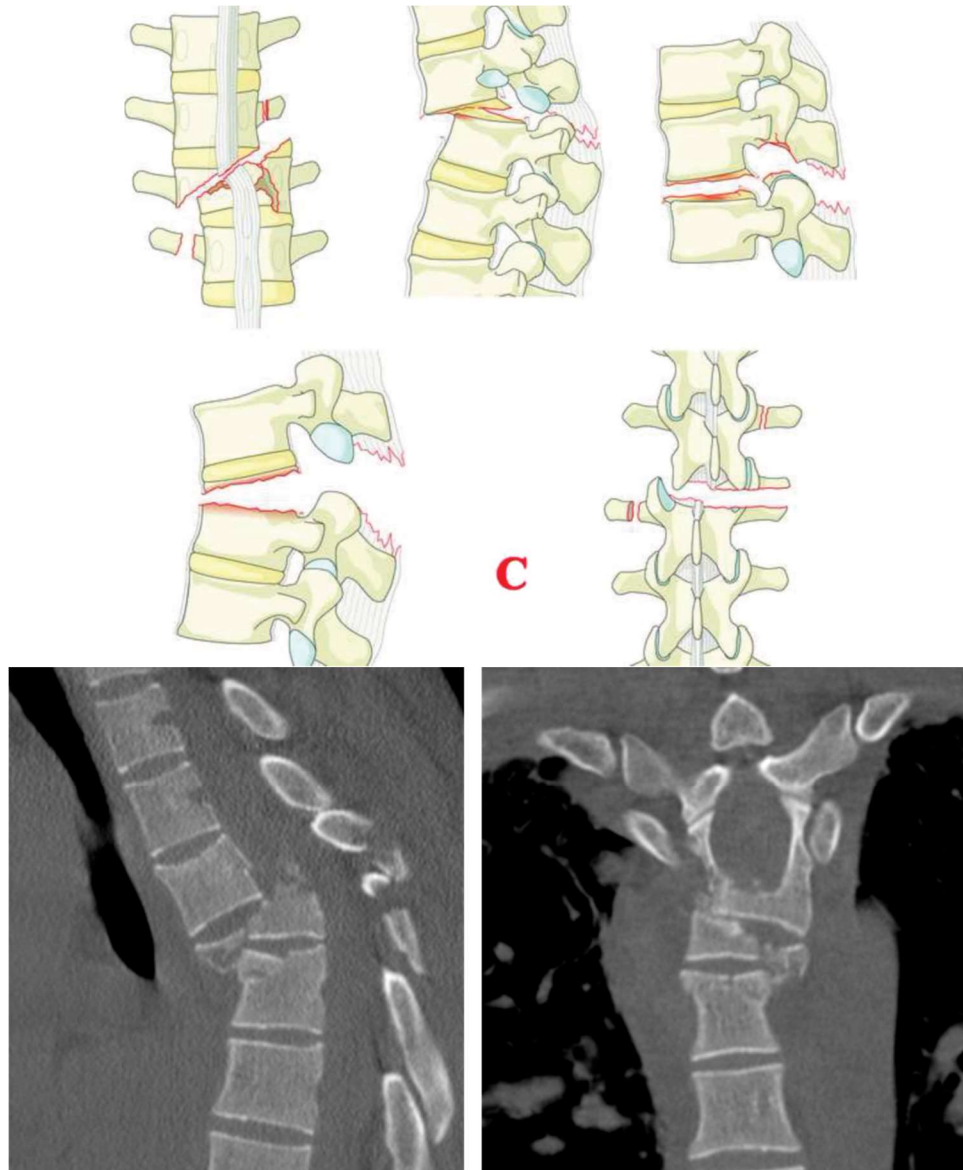
Digital Content <http://links.lww.com/BRS/A820>

2.4.1.3. CATEGORÍA C: TRASLACIÓN

Las fracturas de este grupo se caracterizan por la traslación más allá del rango fisiológico que soporta la columna vertebral, en cualquier plano. Existe distracción tanto de elementos anteriores como posteriores e incluso puede haber separación completa de los componentes vertebrales (**Fig. 13**). Cualquier fractura asociada al cuerpo vertebral debe ser descrita (si es A2, A3, etc.) y las afecciones del componente de CLP

lesionado también (B1, B2, B3) La descripción acuciosa nos da un mejor entendimiento de la fractura y su mecanismo de lesión.

Figura 13
Fractura tipo C



Arriba: ilustración esquemática de la fractura del artículo original de Vaccaro. Abajo: fotografía de TC de columna lumbar de un paciente (contenido digital del mismo artículo).

Tomado de:

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;38(23):2028–37.

Digital Content <http://links.lww.com/BRS/A821>

2.5. RESUMEN DE ALGORITMO DIAGNÓSTICO

En la **Fig. 3** se ilustra un acercamiento sistemático para poder clasificar todas las fracturas de manera más exacta. Desde un punto de vista morfológico, es importante caracterizar todos los niveles y los cuerpos vertebrales afectados, aunque la decisión de cirugía la dicte, normalmente, la afectación más severa.

El primer paso es identificar el nivel y cuerpo vertebral. Luego, habrá que preguntarnos si existe traslación o desplazamiento vertical. Si la respuesta es sí, entonces la fractura es C.

Si la respuesta es no, debemos preguntarnos si existe o no afectación de alguno de los elementos de tensión (anterior o posterior). Si es así, la fractura es tipo B. Si existe afectación transósea (Chance) es una B1. Si la afectación es del CLP (intervertebral) es una B2. Si la afección de la banda de tensión es anterior (hiperextensión) es B3. Si no hay traslación y no existe afectación de componentes ligamentarios entonces el segmento móvil de la columna debe considerarse indemne.

Finalmente, la pregunta que nos ocupa debe ser la de si existe fractura del cuerpo vertebral. Si la respuesta es sí entonces la fractura es A. Si la pared posterior está comprometida hay que valorar si los platillos están comprometidos ambos o un solo de ellos; así tendremos una A4 o una A3. Sin afectación de pared posterior y si ambos platillos están afectados será una A2 y si es uno solo será A1. Cualquier fractura de las apófisis espinosas o transversas que no comprometen la estabilidad de la columna, o si no existe injuria aparente, entonces deberá ser clasificada como A0. Estas fracturas son clínicamente insignificantes y no requiere de especial tratamiento.

V. OBJETIVOS

1. HIPÓTESIS CONCEPTUAL

Las fracturas toracolumbares son una patología frecuente y representan una parte importante de los costos sanitarios relacionados con accidentes de tráfico, bajas laborales y rehabilitación. A pesar de ser una patología ciertamente común no está libre de controversias, no solo en su tratamiento, sino también en su diagnóstico y clasificación.

Muchos intentos de desarrollar un sistema confiable para clasificar y tratar las fracturas toracolumbares, han sido llevados a cabo a lo largo de los años.

Como hemos mencionado anteriormente, en el año 2005, Vaccaro et al.¹⁹⁶ introdujeron el TLICS, siendo el primer sistema en incorporar la integridad del CLP y el estado neurológico, además de clasificar morfológicamente las fracturas. Además, implementó un puntaje de severidad. Por lo tanto, el TLICS podía no solo clasificar sino también hacer recomendaciones de tratamiento en función de la puntuación. El TLICS ha sido validado externamente en otros estudios. Sin embargo, la recomendación de operar a pacientes con fracturas por estallido que están neurológicamente intactos y su zona gris donde no hace una recomendación firme a favor o en contra de cirugía, ha contribuido a que no tenga una aceptación universal.

Para abordar este problema, en 2013, el mismo Vaccaro et al.³⁸ incorporaron al TLICS, un sistema modificado de la clasificación de Magerl: el TLAOSIS. Para determinar el algoritmo de tratamiento y obtener una aceptación global, utilizaron el método Delphi. Las lesiones se separaron en 3 tipos principales: A: compresión; B: banda de tensión y C: lesiones de traslación. Los tipos A y B se subclasificaron en 5 y 3 subtipos respectivamente, dando un total de 9 tipos de lesiones. Similar a TLICS, esta escala también incorporaba el estado neurológico en 5 categorías. Adicionalmente, consideraba dos variables más como modificadores específicos: M1: ambigüedad en la integridad del CLP y M2: preocupaciones específicas del paciente. Sus recomendaciones de tratamiento, como en TLICS, se basaban en la puntuación final.

Si bien los siguientes estudios han encontrado un buen análisis inter-observador e intra-observador para la clasificación de fracturas en TLAOSIS, los estudios que comparan ambas puntuaciones están realizados en poblaciones pequeñas y principalmente por sus autores. Como resultado, la falta de evidencia en este asunto perjudica la adhesión al uso global de un sistema estandarizado.

2. HIPÓTESIS OPERATIVA

Por ello, el interés de esta tesis parte de la necesidad de determinar, con cierto nivel de evidencia, si existen diferencias significativas entre ambas escalas al momento de coincidir con las recomendaciones de tratamiento en la práctica clínica real, analizar el por qué y reflexionar sobre las falencias de ambas. Debido a la falta de acuerdo y estandarización al momento de tomar decisiones en el tratamiento de fracturas toracolumbares, esta tesis propone que la escala TLAOSIS es superior a la escala TLICS para realizar recomendaciones de tratamiento quirúrgico y conservador.

3. OBJETIVOS GENERALES

1. Determinar cuál de las dos escalas, TLICS o TLAOSIS, es más útil para realizar recomendaciones que coincidan con la práctica clínica real.
2. Obtener un coeficiente *kappa* para determinar el nivel de acuerdo para la clasificación de los subtipos de fracturas entre el autor de esta tesis y el conjunto del Servicio de Neurocirugía.

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Describir las características epidemiológicas, clínicas y terapéuticas, tanto en la población general como en los subgrupos de tratamiento quirúrgico y conservador.
 - 1.1. Describir los tipos de fracturas de acuerdo con los criterios morfológicos de la AOSpine en el grupo quirúrgico y el grupo conservador.
 - 1.2. Describir con qué frecuencia se obtienen RM para la toma de decisiones en el grupo quirúrgico y el grupo conservador.
 - 1.3. Describir los tipos de tratamiento y sus respectivas complicaciones en el grupo quirúrgico y el grupo conservador.
 - 1.4. Determinar los parámetros estadísticos de las escalas TLICS y TLAOSIS y compararlos en el grupo quirúrgico y el grupo conservador.
 - 1.5. Describir y comparar los tiempos de seguimiento en el grupo quirúrgico y el grupo conservador.
 - 1.6. Describir y compara la ausencia o presencia de dolor en el grupo quirúrgico y el grupo conservador.
 - 1.7. Describir y comparar el empeoramiento o mejoría del grado de cifosis en el grupo quirúrgico y el grupo conservador.
2. Comparar el porcentaje de concordancia al momento de realizar recomendaciones por parte de TLICS y TLAOSIS en el grupo quirúrgico y el grupo conservador.

VI. MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio realizado es retrospectivo y unicéntrico. Se tomó una cohorte de pacientes atendidos consecutivamente por sospecha o diagnóstico de fractura toracolumbar, en el servicio de Neurocirugía del Hospital Universitario Puerta de Hierro – Majadahonda, entre los años 2008 – 2018.

1. POBLACIÓN DE ESTUDIO

Se llevó a cabo una recolección de pacientes tratados de forma conservadora y quirúrgica por fracturas de columna toracolumbar. Para ello se obtuvo una base de datos con diagnósticos codificados por parte de nuestro Servicio de Admisión, que posteriormente fue depurada en base a criterios de inclusión y exclusión (Tabla 5).

Tabla 5 Criterios de inclusión y exclusión	
INCLUSIÓN	EXCLUSIÓN
<ul style="list-style-type: none"> ▪ ≥ 13 años ▪ Fracturas torácicas y lumbares ▪ Tratadas en nuestro centro ▪ Radiología completa 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diagnóstico incorrecto (fractura cervical, sacra) ▪ Fractura tipo A0 (apófisis espinosa, transversa) ▪ Fractura patológica (metástasis) ▪ No tratadas en nuestro centro ▪ Radiología incompleta ▪ Fractura crónica (antigua)

2. CLASIFICACIÓN DE FRACTURAS

Se codificaron los niveles de fractura como: torácica (T1-10), toracolumbar (T11-L2) y lumbar (L3-L5). Se revisaron todas las TC y RM de columna de manera muy cuidadosa y prestando especial detalle a dos aspectos: morfología (que se comprobaba con TC) y estado del CLP (que se comprobaba con RM y los informes radiológicos). De esta forma se aplicó la clasificación de la AOSpine, por parte del autor, con una alta fiabilidad.

También se registró la clasificación previa, es decir la realizada por el cirujano a cargo del caso. Ésta se recogió de la historia clínica o de los informes radiológicos. En el caso de que el cirujano registrara directamente el tipo de fractura usando la clasificación de Vaccaro se tomaba ese dato. Cuando no existía una nomenclatura clara o identificable (por ejemplo, que se hubiera anotado en la historia: fractura A1, A2, etc.) se procedió a interpretar la clasificación en base a los términos utilizados en la historia: por ejemplo «fractura acunamiento sin lesión de ligamentos» se interpretó como A1 según la AOSpine; «fractura estallido del platillo superior con lesión del CLP», se interpretó como A3B2 y así coherentemente.

Posteriormente se confeccionó una base de datos comparando el porcentaje de concordancia entre el autor del estudio y los cirujanos a cargo de los pacientes para intentar realizar un análisis de concordancia, como se explica en la parte de estadística.

3. CONFORMACIÓN DE SUBGRUPOS: CONSERVADOR Y QUIRÚRGICO

Se agruparon a los pacientes de acuerdo al tratamiento. Cada grupo ha sido descrito de acuerdo a nuestras variables y luego se han realizado las comparaciones respectivas. Aquellos pacientes que inicialmente fueron tratados conservadoramente y que finalmente necesitaron cirugía fueron analizados como grupo conservador (se usó el método de análisis por intención).

4. PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se revisó cada una de las historias clínicas de nuestros pacientes de manera detallada y se registró la información pertinente.

Se recogieron datos correspondientes a la causa de hospitalización, clínica y examen físico y las pruebas de imagen realizadas. En ese sentido, se revisaron todas las imágenes (TC y RM) siempre que se encontraran disponibles.

5. APLICACIÓN DE ESCALAS TLICS Y TLAOSIS

Para la aplicación de las escalas, de forma retrospectiva, se utilizó la información pertinente recogida de las historias clínicas. Así, tanto para la aplicación del TLICS como el TLAOSIS se usaron los siguientes datos:

Morfología de fractura:	Revisión cuidadosa de TC y RM torácicas y lumbares. Se clasificaron las fracturas morfológicamente de acuerdo a los criterios de la AOSpine. Se consideró también el diagnóstico inicial de la fractura realizado por el facultativo a cargo del paciente, para realizar futuras comparaciones.
Estado neurológico:	Datos recogidos de la historia clínica y aplicación retrospectiva de la escala ASIA (American Spine Injury Association), basado en el examen neurológico realizado por el facultativo a cargo del paciente.
CLP:	Revisión cuidadosa y exhaustiva del complejo ligamentario posterior en RM. También se revisaron detalladamente los informes radiológicos para valorar incongruencias. En los casos en los que no se disponía de RM o había dudas o discrepancias, se consideró el estado del CLP como indeterminado o indefinido.

Luego se aplicó retrospectivamente el TLICS y el TLAOSIS y se obtuvieron los puntajes mediante la sumatoria de sus categorías correspondientes (**Tabla 6**), tanto en el grupo conservador como en el quirúrgico.

Tabla 6			
Comparativa entre las escalas TLICS y TLAOSIS			
TLICS		TLAOSIS	
MORFOLOGÍA DE LA FRACTURA			
Compresión	1	A0: apófisis espinosa / transversa	0
Estallido	2	A1: compresión	1
Rotación / Traslación	3	A2: split	2
Distracción	4	A3: estallido incompleto	3
		A4: estallido completo	5
INTEGRIDAD DEL CLP			
Intacto	0	B1: Chance (transósea)	5
Indeterminado	2	B2: disrupción de la banda de tensión posterior	6
Lesionado	3	B3: disrupción de la banda de tensión anterior	7
		C: traslación	8
ESTADO NEUROLÓGICO			
Intacto	0	N0: intacto	0
Lesión de raíz nerviosa	2	N1: transitoria	1
Lesión medular completa	2	N2: lesión de raíz nerviosa	2
Lesión medular incompleta / síndrome de cauda equina	3	N3: lesión medular incompleta	4
		N4: lesión medular completa	4
		NX: examen no confiable	3
MODIFICADORES			
		M1: CLP indeterminado	1
		M2: antecedentes y comorbilidades específicas del paciente (hiperostosis, artritis, espondilitis anquilosante, etc.)	0
RECOMENDACIONES DE TRATAMIENTO			
CONSERVADOR			
< 4			
QUIRÚRGICO			
> 4			> 5
ZONA GRIS			
= 4			= 4 y 5

6. TRATAMIENTO DE VARIABLES

Se confeccionó una base de datos con variables cualitativas y cuantitativas que se recogió de la historia clínica de cada uno de los pacientes.

Se diseñó una tabla en Excel 2019® (MS Office) con todas las variables. También se registró el número de historia para cotejar datos posteriormente (**Fig. 14**). Finalmente se codificaron las variables para poder ser analizadas mediante un software estadístico.

Figura 14
Tabla de variables

EPIDEMIOLOGÍA						
HC	SEXO	EDAD	NIVEL	COLUMNA	MECANISMO	¿RM?
CLASIFICACIÓN						
ASIA	AOS	TLICS	TLAOSIS			
TRATAMIENTO						
CONSERVADOR	QUIRÚRGICO	COMPLICACIÓN				
SEGUIMIENTO						
ASIA	VISITA INICIAL DOLOR	CIFOSIS	DURACIÓN	ASIA	VISITA ÚLTIMA DOLOR	CIFOSIS
COINCIDENCIA						
TLICS	TLAOSIS					

Las variables recogidas luego fueron codificadas para poder ser procesadas por un programa estadístico.

7. TIEMPO DE SEGUIMIENTO

Se consideró como tiempo de seguimiento el comprendido desde el tratamiento definitivo (quirúrgico o conservador) hasta la fecha de la última consulta externa.

Como protocolo, en nuestro servicio, la primera consulta suele ser una revisión realizada a las 3 – 4 semanas tras el tratamiento ya sea conservador o quirúrgico.

Al no ser una variable de distribución normal, hemos utilizado la mediana y cuartiles para su análisis y comparativa por subgrupos.

8. MEJORA O EMPEORAMIENTO DEL GRADO DE CIFOSIS

El dato del grado de cifosis se obtuvo a partir de la comparativa de imágenes. Idealmente se han realizado comparaciones de TC versus TC y de RM versus RM para disminuir la heterogeneidad de las observaciones. En los casos en los que no fue posible, se realizaron comparaciones entre TC y RM.

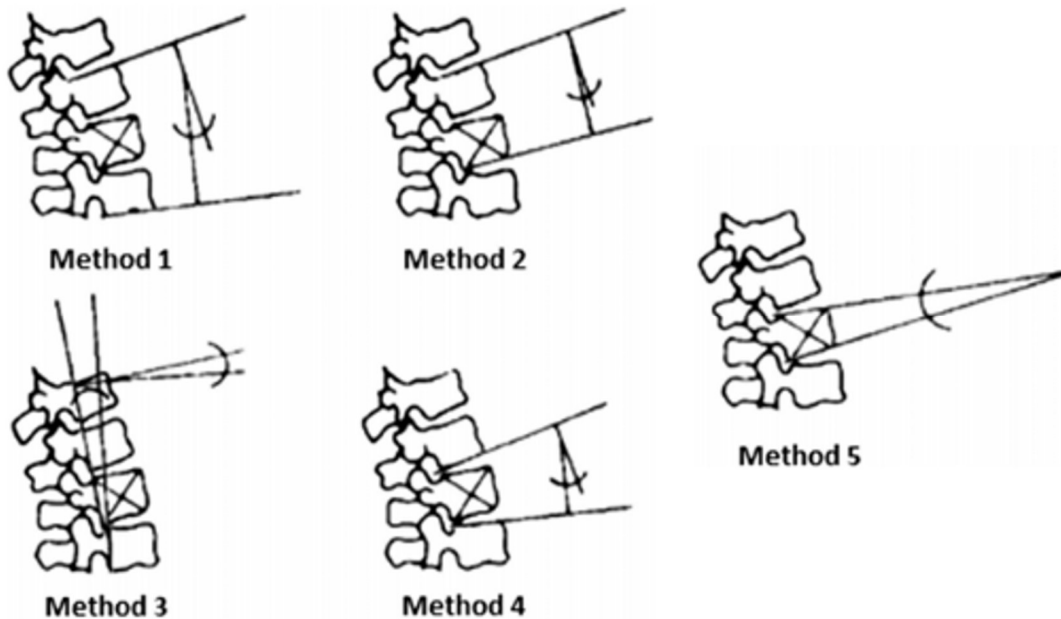
La diferencia del grado de cifosis se calculó, de la siguiente forma:

$$(\sphericalangle \text{ Cifosis primera imagen}) - (\sphericalangle \text{ Cifosis última imagen})$$

Considerando que un aumento del ángulo de cifosis significa empeoramiento, en algunos cálculos el resultado fue negativo. Para poder interpretarlo como empeoramiento o mejora se consideró una resta con signo negativo = empeoramiento, y una resta con signo positivo = mejoría. Además, se establecieron 4 categorías para analizar los datos en cada grupo, usando los valores absolutos de las restas: empeoramiento $> 10^\circ$ o $\leq 10^\circ$ y mejoría $> 10^\circ$ o $\leq 10^\circ$.

El método utilizado para medir el \sphericalangle de cifosis empleado fue el que describe el ángulo de acuñamiento (**Fig. 15**). La razón de su utilización fue por su simplicidad frente a otros métodos (como por ejemplo el de Cobb o de Gardner) y por su buena confiabilidad inter e intra-observador.²³²

Figura 15
Métodos de medición de cifosis



Los métodos de medición que a continuación se enumeran son los más frecuentes en la práctica clínica. El método usado en esta tesis es el método 5.

Método 1: Cobb, **Método 2:** Gardner, **Método 3:** ángulo de pared posterior, **Método 4:** ángulo de los platillos adyacentes, **Método 5:** ángulo de acuñamiento.

***method = método**

Tomado de:

Measurement of kyphosis and vertebral body height loss in traumatic spine fractures: an international study. Sadiqi S, Verlaan J-J, Lehr AM, Chapman JR, Dvorak MF, Kandziora F, et al. *Eur Spine J.* 2017 May;26(5):1483–91.

9. AUSENCIA O PRESENCIA DE DOLOR

De manera protocolar no se aplicaron escalas análogas de dolor durante el seguimiento de nuestros pacientes. Se registró la presencia o ausencia de dolor en las notas de seguimiento de la consulta. De esta forma, al no disponer de una escala estandarizada, procedimos a extraer datos sobre la presencia o ausencia de dolor al inicio del seguimiento (1era consulta) y al final del seguimiento (consulta final).

Se codificó el dolor al inicio del seguimiento como DOLOR_1 y el dolor al final del seguimiento como DOLOR_2, para realizar las comparaciones correspondientes en la población general y luego por subgrupos.

10. ESTADÍSTICA

Se utilizó el software Stata 15[®] (StataCorp LLC) para el procesamiento estadístico de nuestras variables.

Para el análisis de concordancia se usó el método de Cohen (kappa con pesos bicuadrados) para penalizar la discordancia de acuerdo con la gravedad de la fractura. El análisis fue inter-observador (autor de la tesis versus el conjunto del Servicio de Neurocirugía) y se aplicó para la concordancia al momento de clasificar fractura por subtipos.

VII. RESULTADOS

1. POBLACIÓN GENERAL

Se identificaron 928 pacientes y se excluyeron 299 pacientes con diagnóstico incompleto/incorrecto (falta de imágenes radiológicas, otro tipo de fractura, etc.), fracturas de origen no traumáticas (patológicas, infecciones), procesos espinosos/transversales (tipo A0) o pacientes que no fueron tratados en nuestro centro (**Tabla 7**).

De los 629 pacientes resultantes, se conformaron 2 grupos (**Tabla 8**):

Grupo conservador: 375 pacientes (59.6%)

Grupo quirúrgico: 254 pacientes (40.4%)

Tabla 7 Pacientes excluidos (n=299)	
CRITERIO	PACIENTES
Diagnóstico incorrecto (fractura cervical, sacra)	29
Fractura tipo A0 (apófisis espinosa, transversa)	36
Fractura patológica (metástasis)	54
No tratadas en nuestro centro	78
Radiología incompleta	61
Fractura crónica (antigua)	41
TOTAL	299

Tabla 8 Distribución de grupos terapéuticos		
GRUPO	PACIENTES	
	N	%
Quirúrgico	254	40.4
Conservador	375	59.6
TOTAL	629	100%

La edad media de los pacientes fue 62 años (rango 13 – 97). Doscientos noventa y seis pacientes eran varones (47.1%) y 333 eran mujeres (52.9%). En el grupo de pacientes masculinos (296), 165 (55.7%) fueron tratados de manera conservadora y 131 (44.3%) fueron intervenidos. En el grupo de pacientes femeninos (333), 210 (63%) fueron tratadas de forma conservadora y 123 (37%) mediante intervención quirúrgica. No se encontraron diferencias significativas en cuanto a distribución de sexo y tipo de tratamiento ($p = 0.06$).

1.1. NIVEL DE FRACTURA Y MECANISMO DE LESIÓN

De acuerdo a nuestra codificación de nivel de fractura, el nivel más comúnmente comprometido fue el torácico en 122 (19.4%) pacientes, seguido de la charnela toracolumbar en 411 (65.3%) pacientes y finalmente la zona lumbar en 96 (15.3%) pacientes (**Tabla 9**).

Tabla 9 Distribución de nivel de fracturas en población general		
NIVEL	PACIENTES	
	N	%
Columna torácica (T1 – T10)	122	19.4
Charnela toracolumbar (T11 – L2)	411	65.3
Columna lumbar (L3 – L5)	96	15.3
TOTAL	629	100%

El mecanismo más común de lesión fue la caída desde propia altura (383 pacientes, 60.9%), seguido de accidentes politraumáticos (tráfico, laborales, gran energía) en 133 pacientes (21.1%), y finalmente 113 (18%) pacientes con fractura de etiología osteoporótica (**Tabla 10**).

Tabla 10 Mecanismo de lesión de fracturas en población general		
NIVEL	PACIENTES	
	N	%
Caída	383	60.9
Accidentes politraumáticos	133	21.1
Osteoporosis	113	18
TOTAL	629	100%

1.2. RESONANCIA MAGNÉTICA (RM)

Quinientos cuarenta y cinco pacientes (86.6%) tuvieron una RM (lumbar o torácica) para el diagnóstico inicial. En nuestro centro no existe un protocolo establecido para la obtención de RM; así que cada una fue solicitada de acuerdo al criterio del cirujano a cargo del paciente (**Tabla 11**).

Tabla 11 Realización de RM para diagnóstico inicial en la población general		
RM	PACIENTES	
	N	%
Sí	545	86.6
No	84	13.4
TOTAL	629	100%

Cuando se analizó el porcentaje de pacientes que sí tenían RM en el grupo quirúrgico y conservador se encontró que en el grupo conservador el 81.9% (307/375 pacientes) tenía realizada la imagen, en comparación con el 93.7% (238/254 pacientes) en el grupo quirúrgico (**Tabla 12**). Estas diferencias resultaron ser significativas a favor de este último grupo ($p < 0.01$).

Tabla 12 Realización de RM para diagnóstico inicial por grupos terapéuticos			
GRUPO		PACIENTES CON RM	
		n	%
Quirúrgico	N = 254	238	93.7
Conservador	N = 375	307	81.9

1.3. ESTATUS NEUROLÓGICO INICIAL

La mayoría de nuestra población fue ASIA E (neurológicamente indemne), en el momento del diagnóstico (609 pacientes, 96.8%). La escala ASIA fue aplicada de forma retrospectiva de acuerdo al examen neurológico registrado en la historia clínica (**Tabla 13**).

Tabla 13 Escala ASIA (American Spinal Injury Association) al momento del diagnóstico			
ASIA	DESCRIPCIÓN	PACIENTES	
		N	%
A	Sin preservación de función motora ni sensitiva por debajo del nivel de lesión	3	0.5
B	Preservación de función sensitiva por debajo del nivel de lesión	3	0.5
C	Preservación de función motora con fuerza muscular menor de 3/5	3	0.5
D	Preservación de función motora con fuerza muscular mayor de 3/5	11	1.7
E	Indemne	609	96.8
TOTAL		629	100%

1.4. TIPO Y SUBTIPO DE FRACTURA

Se revisaron las imágenes de todos los pacientes y se procedió a clasificar las fracturas de acuerdo a los criterios establecidos por la clasificación morfológica de la AOSpine.

Por categorías/tipo de fracturas, en la población general, se encontró 575 pacientes con fractura tipo A (91.4%), 47 pacientes con fractura tipo B (7.5%) y 7 pacientes con fractura tipo C (1.1%). Por otro lado, en cuanto a subtipo de fractura se encontró que la más frecuente es la A1 (308 pacientes, 49%), seguido de A3 (177 pacientes, 28.1%), A4 (54 pacientes, 8.6%) y B2 (44 pacientes, 7%). El grupo de fracturas B2 también está compuesto por aquellas B2 con componente de compresión o estallido (A) y fueron clasificadas de acuerdo a las recomendaciones de Vaccaro y consignadas también en la tabla. La combinación más frecuente de este tipo de fractura fue la A4B2 (**Tabla 14**).

Tabla 14				
Tipos y subtipos de fractura según AOS en la población general (valoración del autor)				
CATEGORÍA	SUBTIPO	PACIENTES		
		N	%	
A – compresión				
	Acuñamiento A1	308	49	
	Split A2	36	5.7	
	Estallido incompleto A3	177	28.1	
	Estallido completo A4	54	8.6	
Subtotal		575	91.4	
B – banda de tensión				
	B1	3	0.5	
	B2	44	7	
	B2 pura	1		
B2 + componente A	A1B2	4		
	A2B2	1		
	A3B2	14		
	A4B2	24		
	B3	0	0	
Subtotal		47	7.5	
C – traslación		7	1.1	
TOTAL		629	100%	

Seguidamente se registró la clasificación realizada por el cirujano tratante del caso y se comparó con la realizada por el autor, en un intento de valorar la concordancia inter-observador por subtipo de fracturas, como se ha explicado anteriormente (**Tabla 15**).

Tabla 15				
Tipos y subtipos de fractura según AOS en la población general (valoración de los cirujanos tratantes)				
CATEGORÍA	SUBTIPO	PACIENTES		
		N	%	
A – compresión				
	Acuñamiento	A1	343	54.5
	Split	A2	34	5.4
	Estallido incompleto	A3	172	27.3
	Estallido completo	A4	46	7.3
Subtotal			595	94.5
B – banda de tensión				
		B1	4	0.6
		B2	25	4
		B2 pura	13	
	B2 + componente A	A1B2	0	
		A2B2	0	
		A3B2	6	
		A4B2	6	
		B3	1	0.2
Subtotal			30	4.8
C – traslación			4	0.6
TOTAL			629	100%

En el porcentaje de concordancia inter-observador, se encontró que 539 pacientes (85.7%) coincidieron en su diagnóstico de fractura, mientras que 90 (14.3%) tenían diagnósticos diferentes.

El estudio de concordancia con pesos bicuadrados para subtipo de fracturas resultó ser de 0.84 según el método de Cohen/Conger forzando el acuerdo entre el autor de esta tesis y el Departamento de Neurocirugía considerado como un individuo. Para poder lograr un análisis coherente se penalizaron con mayor severidad las discordancias entre A1 y C versus A1 y A2.

1.5. TIEMPO DE SEGUIMIENTO

De los 629 pacientes, pudimos seguir a 571 (90.8%) durante un tiempo medio (mediana) de 9 meses (p25: 3; p75:13).

La primera consulta suele realizarse de manera protocolar, ya sea tratamiento quirúrgico o conservador, en un período de 3 – 4 semanas tras el mismo.

El resto de los pacientes se perdió por diversas razones como cambio de vivienda y centro de salud, imposibilidad de acudir a consulta (por hospitalización en residencia, centro de rehabilitación, etc.), incumplimiento de la consulta o fallecimiento por otras causas antes de su cita.

1.6. GRADO DE CIFOSIS

Se obtuvieron datos de comparativa de cifosis en 568/629 pacientes. De estos pacientes 333 eran del grupo conservador y 235 del grupo quirúrgico.

En la población general 126/568 (22.2%) pacientes presentaron empeoramiento del grado de cifosis y 442/568 (77.8%) presentaron mejoría.

En el análisis por subgrupos; en el quirúrgico 89/235 (37.9%) presentaron empeoramiento y 146/235 (62.1%) mejoría. En el conservador 37/333 (11.1%) presentaron empeoramiento y 296/333 (88.9%) un grado de mejoría (**Tabla 16**). El análisis encontró diferencias significativas a favor del grupo conservador ($p < 0.01$).

Tabla 16				
Empeoramiento y mejora del ángulo de cifosis en población general y subgrupos				
CIFOSIS		TRATAMIENTO		TOTAL
		CONS	QX	
Empeoramiento	> 10 °	0	6	6
	≤ 10 °	37	83	120
Subtotal		37	89	126
Mejoría	≤ 10 °	272	138	410
	> 10 °	24	8	32
Subtotal		296	146	442
TOTAL		333	235	568

1.7. AUSENCIA VS. PRESENCIA DE DOLOR

Como se explica en la sección de Material y Métodos, se recogieron datos de la historia clínica en relación a la ausencia o presencia de dolor en la primera consulta y en la última consulta del seguimiento. Como se tuvieron pérdidas, no se pudo realizar esta comparativa en todos los pacientes.

No obstante, se logró obtener datos completos de DOLOR_1 (consulta inicial) en 581/629 pacientes (92.4%). De estos, 339 eran del grupo conservador y 242 del grupo quirúrgico. De esta forma, 49/339 (14.5%) pacientes en el grupo conservador tenían dolor en el momento de su primera consulta, en comparación con 63/242 (26%) pacientes en el grupo quirúrgico (**Tabla 17**). Tras el análisis encontramos diferencias significativas a favor del grupo conservador ($p < 0.01$).

En cuanto al DOLOR_2 (consulta final) este dato fue recogido en 577/629 pacientes (91.7%). De estos, 338 eran del grupo conservador y 239 del grupo quirúrgico. Así, 30/338 (8.9%) pacientes en el grupo conservador tenían dolor en el momento de su última consulta, en comparación con 35/239 (14.6%) pacientes en el grupo quirúrgico (**Tabla 18**). En este caso también se encontraron diferencias significativas a favor del tratamiento conservador ($p = 0.03$).

Tabla 17			
Presencia de dolor al inicio de la consulta (n = 581)			
GRUPO	PACIENTES CON DOLOR		
		SI	NO
Quirúrgico	242	63	179
	% 100	26	74
Conservador	339	49	290
	% 100	14.5	85.5
TOTAL	581		

Tabla 18			
Presencia de dolor al final de la consulta (n = 577)			
GRUPO	PACIENTES CON DOLOR		
		SI	NO
Quirúrgico	239	35	204
	% 100	14.6	85.4
Conservador	338	30	308
	% 100	8.9	91.1
TOTAL	577		

2. GRUPO CONSERVADOR Y QUIRÚRGICO

En nuestra serie de 629 pacientes, 375 (59.6%) recibieron tratamiento conservador y 254 (40.4%) se sometieron a tratamiento quirúrgico (**Tabla 8**).

2.1. GRUPO CONSERVADOR (N = 375)

2.1.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

La edad media de los pacientes fue de 64 años (rango 16 – 97). Ciento sesenta y cinco (44%) eran hombres y 210 (56%) eran mujeres. Las caídas desde propia altura fueron la principal causa de lesiones (240 pacientes, 64%), seguidas de fracturas osteoporóticas (74 pacientes, 19.7%). Setenta y seis pacientes (20.3%) tenían lesiones torácicas, 248 (66.1%) eran toracolumbares y 51 (13.6%) tenían fracturas de columna lumbar (**Tabla 19**). En este grupo, 307 pacientes (81.9%) tenían una RM en el momento del ingreso.

2.1.2. ESTATUS NEUROLÓGICO INICIAL

Todos los pacientes de este grupo fueron clasificados como ASIA E, con la excepción de uno que tuvo ASIA D (**Tabla 20**).

2.1.3. TIPO Y SUBTIPO DE FRACTURA

Tuvimos 368 pacientes (98.1%) con lesiones tipo A (A1: 246, A2: 16, A3: 96, A4: 10), 6 pacientes (1.6%) con lesiones tipo B (B1: 1, B2: 5) y un paciente con una fractura tipo C (**Tabla 21**).

2.1.4. TIPO DE TRATAMIENTO

Trescientos cuarenta y nueve (93.1%) pacientes recibieron una ortesis toracolumbar o toracolumbosacra durante al menos 4 semanas (**Tabla 22**). Los pacientes restantes fueron tratados con descanso relativo en el hogar (20 pacientes, 5.3%) o faja lumbar (6 pacientes, 1.6%).

Tabla 19 Distribución de fracturas de acuerdo al mecanismo y nivel de lesión: grupo conservador		
MECANISMO	PACIENTES	
	N	%
Caídas	240	64
Osteoporosis	74	19.7
Accidentes politraumáticos	61	16.3
NIVEL		
Columna Toracolumbar (T11 – L2)	248	66.1
Columna Torácica (T1 – T10)	76	20.3
Columna Lumbar (L3 – L5)	51	13.6
TOTAL	375	100%

Tabla 20 Escala ASIA inicial: grupo conservador		
ASIA	PACIENTES	
	N	%
A	0	0
B	0	0
C	0	0
D	1	0.1
E	374	99.9
TOTAL	375	100%

En nuestro servicio, tras una fractura vertebral, se aconseja a los pacientes a guardar reposo absoluto y movilización en bloque (con ayuda del personal sanitario) hasta que se realice el tratamiento definitivo, ya sea quirúrgico o conservador. El reposo absoluto como tratamiento definitivo no es parte de nuestro protocolo, salvo que sea un paciente dependiente para las actividades básicas de la vida diaria, en cuyo caso el reposo no es, per se, considerado un nuevo tratamiento.

Las ortesis normalmente se adquieren en < 48 horas. Cuando el paciente cuenta con la ortesis, se les anima a comenzar a movilizarse lo más temprano posible y de manera progresiva.

Tabla 21					
Tipos y subtipos de fractura según AOS en el grupo conservador					
CATEGORÍA	SUBTIPO	PACIENTES			
		N	%		
A – compresión					
	Acuñamiento	A1	246	65.6	
		Split	A2	16	4.3
		Estallido incompleto	A3	96	25.6
		Estallido completo	A4	10	2.6
Subtotal			368	98.1	
B – banda de tensión					
		B1	1	0.3	
		B2	5	1.3	
		B3	0		
Subtotal			6	1.6	
C – traslación			1	0.3	
TOTAL			375	100%	

Tabla 22		
Tipo de tratamiento conservador		
TRATAMIENTO	PACIENTES	
	N	%
Ortesis	349	93.1
Reposo relativo	20	5.3
Faja	6	1.6
TOTAL	375	100%

2.1.4.1 COMPLICACIONES

Diecinueve pacientes (5.1%) no toleraron la ortesis y el uso de la misma fue errático. Es interesante anotar que 12 de estos 19 pacientes (63.2%) eran octogenarios. Dieciocho pacientes (4.8%) mostraron progresión de sus fracturas y 7 tuvieron que ser intervenidos quirúrgicamente por dolor intratable/cifosis progresiva. Cinco de estos pacientes mejoraron, sin presentar dolor después de la cirugía.

2.1.5. TLICS Y TLAOSIS

El puntaje TLICS tuvo una media de 1.73 y una mediana de 1 punto. Según sus recomendaciones, 369/375 (98.4%) fueron tratados en consecuencia. Se suponía que seis pacientes debían ser operados. De estos 6 pacientes, 5 eran fracturas tipo B (A3B2: 2; A4B2: 2; B1: 1) y uno con fractura C. En todos los casos fueron diagnosticados erróneamente y tratados con una ortesis. El paciente con la fractura tipo C tenía espondilitis anquilosante y tenía un grado severo de dependencia según el índice de Barthel pero su familia rechazó la cirugía (**Tabla 23**).

Cuando se aplicó el TLAOSIS, la puntuación media fue de 1,92 y la mediana de 1 punto. El resultado fue 368/375 (98.1%) pacientes que coincidían con las recomendaciones. En este grupo siete pacientes debían ser operados según su puntaje. Además de los 6 pacientes anteriores, el séptimo paciente en este grupo tuvo una fractura tipo estallido completo y una lesión no muy clara del complejo del ligamento posterior, sin déficit neurológico (TLAOSIS = 6; TLICS = 4).

Tabla 23					
Distribución comparativa del grupo conservador (N = 375) de acuerdo al TLICS y TLAOSIS					
TLICS	N	%	TLAOSIS	N	%
< 4 Conservador	350	93.3	< 4 Conservador	339	90.4
4 Zona gris	19	5.1	4 – 5 Zona gris	29	7.7
> 4 Cirugía	6	1.6	> 5 Cirugía	7	1.9
TOTAL	375	100	TOTAL	375	100

En este grupo no encontramos diferencias estadísticamente significativas al hacer coincidir las recomendaciones conservadoras entre TLICS y TLAOSIS (98.4% vs. 98.1%, $p = 0.53$).

2.1.6. TIEMPO DE SEGUIMIENTO

Trescientos cuarenta pacientes (90.7%) fueron seguidos durante 8 meses (p25:3; p75:8). Ninguno de nuestros pacientes tuvo un empeoramiento neurológico y el único paciente con ASIA D mejoró a E.

2.1.7. GRADO DE CIFOSIS

Durante el seguimiento pudimos obtener la medición del grado de cifosis en 333 pacientes (88.8%). En este grupo, no se observó un empeoramiento de la cifosis en $> 10^\circ$. Sin embargo, 37 pacientes (11.1%) tuvieron un empeoramiento entre $1 - 10^\circ$. Se observó una mejora de la cifosis en 272 pacientes (81.7%) entre $1 - 10^\circ$ y en 24 pacientes (7.2%) en $> 10^\circ$ (**Tabla 16**).

2.1.8. AUSENCIA VS. PRESENCIA DE DOLOR

En este apartado se comparó solamente a aquellos pacientes que disponían de la variable DOLOR_1 (primera consulta) y DOLOR_2 (al final de seguimiento). De esta forma obtuvimos 339/375 pacientes con ambos datos (**Tablas 17 y 18**).

En este grupo, de los 49 pacientes que presentaban dolor al inicio de consulta, 27/49 (55.1%) se mantuvieron al menos con dolor ocasional. De los 290 pacientes que no presentaban dolor al inicio de la consulta, 3/290 (1%) presentaron algún tipo de dolor al menos ocasional al final de su seguimiento.

2.2. GRUPO QUIRÚRGICO (N = 254)

2.2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

La edad media de estos pacientes fue de 59 años (rango 13 – 91). La distribución por sexo resultó en 131 (51.6%) hombres y 123 (48.4%) mujeres. El principal mecanismo de lesión fue la caída desde su propia altura (143 pacientes, 56.3%), seguido de accidentes con politraumatismo (72 pacientes, 28.3%). El segmento de la columna más comúnmente lesionado fue la región toracolumbar (163 pacientes, 64.2%), seguida de la región torácica (46 pacientes, 18.1%) y finalmente la columna lumbar (45 pacientes, 17.7%) (**Tabla 24**). Este grupo tenía 238 (93.7%) pacientes con RM inicialmente.

Tabla 24		
Distribución de fracturas de acuerdo al mecanismo y nivel de lesión: grupo quirúrgico		
MECANISMO	PACIENTES	
	N	%
Caídas	143	56.3
Accidentes politraumáticos	72	28.3
Osteoporosis	39	15.4
NIVEL		
Columna Toracolumbar (T11 – L2)	163	64.2
Columna Torácica (T1 – T10)	46	18.1
Columna Lumbar (L3 – L5)	45	17.7
TOTAL	375	100%

2.2.2. ESTATUS NEUROLÓGICO INICIAL

Doscientos treinta y cinco (92.5%) fueron clasificados como ASIA E. Diez pacientes puntuaron ASIA D (3.9%). Los grupos para ASIA A, B y C tenían 3 pacientes (1.2%) cada uno (**Tabla 25**).

2.2.3. TIPO Y SUBTIPO DE FRACTURA

Tuvimos 207 pacientes (81.5%) con lesiones tipo A (A1: 62, A2: 20, A3: 81, A4: 44). Cuarenta y un pacientes (16.1%) tenían un diagnóstico de fractura tipo B (B1: 2, A1B2: 3, A2B2: 1, A3B2: 13, A4B2: 22) y 6 pacientes (2.4%) tenían una lesión del tipo C (**Tabla 26**).

Tabla 25		
Escala ASIA inicial: grupo quirúrgico		
ASIA	PACIENTES	
	N	%
A	3	1.2
B	3	1.2
C	3	1.2
D	10	3.9
E	235	92.5
TOTAL	254	100%

Tabla 26					
Tipos y subtipos de fractura según AOS en el grupo quirúrgico					
CATEGORÍA	SUBTIPO	PACIENTES			
		N	%		
A – compresión					
	Acuñamiento	A1	62	24.4	
		Split	A2	20	7.9
	Estallido incompleto	A3	81	31.8	
	Estallido completo	A4	44	17.4	
Subtotal			207	81.5	
B – banda de tensión					
		B1	2	0.8	
		B2	39	15.3	
		B3	0		
Subtotal			41	16.1	
C – traslación			6	2.4	
TOTAL			375	100%	

2.2.4. TIPO DE TRATAMIENTO

Las intervenciones quirúrgicas que realizamos en nuestro servicio fueron la fusión instrumental espinal (2 niveles, 3 – 4 niveles o > 4 niveles) con/sin vertebroplastia, cifoplastia, corpectomía u ortesis postoperatoria. Definimos por nivel a aquel segmento comprendido por 2 vértebras y el disco entre ellas. También se llevaron a cabo vertebroplastias y cifoplastias solamente.

Se indicaron según los criterios del cirujano tratante. La fusión instrumentada espinal más la ortesis postoperatoria fue el tratamiento más utilizado en general (98 pacientes, 38.6%) (**Tabla 27**).

Tabla 27				
Distribución de los pacientes del grupo quirúrgico por tipo de intervención				
TÉCNICA	NIVELES	PACIENTES		
		N	%	
Fusión espinal instrumentada	2	27	10.6	
	3 – 4	25	9.8	
	> 4	10	3.9	
Subtotal		62	24.4	
Fusión espinal instrumentada + ortesis	2	11	4.3	
	3 – 4	57	22.4	
	> 4	30	11.8	
Subtotal		98	38.6	
Fusión espinal instrumentada + vertebroplastia o cifoplastia	2	0	0	
	3 – 4	4	1.6	
	> 4	5	2	
Subtotal		9	3.5	
Fusión espinal instrumentada + corpectomía	2	1	0.4	
	3 – 4	5	2	
	> 4	10	3.9	
Subtotal		16	6.3	
Vertebroplastia		61	24	
Cifoplastia		8	3.1	
TOTAL		254	100	

2.2.4.1 COMPLICACIONES

Las complicaciones quirúrgicas estuvieron presentes en 35 pacientes (13.8%). Estas complicaciones estuvieron relacionadas principalmente con la herida quirúrgica (12 pacientes, 4.7%), seguido de cirugía de revisión en 6 (2.4%) pacientes (**Tabla 28**).

2.2.5. TLICS Y TLAOSIS

El puntaje de TLICS tuvo una media de 2.75 y una mediana de 2 puntos. Según sus recomendaciones, 62/254 (24.4%) fueron tratados correctamente. Ciento noventa y dos pacientes (75,6%) debieron ser tratados de forma conservadora. Estos pacientes tenían en su mayoría fracturas estallido estables (A3: 76, A4: 37), fracturas tipo split (A2: 17) y fracturas tipo acuñaamiento (A1: 62).

Por otro lado, el puntaje TLAOSIS tuvo una media de 3.59 y una mediana de 3 puntos. Cuando se utilizó este sistema, tuvimos 99/254 (38.9%) pacientes que coincidían con las recomendaciones quirúrgicas. En este caso, 155 pacientes (61.4%) debieron recibir un tratamiento conservador. Estos pacientes eran 62 con fracturas acuñaamiento (A1), 17 con tipo Split (A2) y 76 con fracturas A3 (**Tabla 29**).

Tabla 28			
Distribución de complicaciones quirúrgicas (n = 35)			
COMPLICACIÓN		PACIENTES	
		N	%
Herida	Dehiscencia	8	3.1
	Infección superficial	4	1.6
Subtotal		12	4.7
Revisión/reintervención	Infección profunda	4	1.6
	Malposición	2	0.8
Subtotal		6	2.4
Tromboembolismo pulmonar		2	0.8
Íleo paralítico		4	1.6
Respiratorias		2	0.8
Cardiovasculares		3	1.2
Neurológicas		2	0.8
Dolor intratable		3	1.2
Muerte		1	0.4
TOTAL		35	13.7

Tabla 29					
Distribución comparativa del grupo quirúrgico (n = 254) de acuerdo al TLICS y TLAOSIS					
TLICS	N	%	TLAOSIS	N	%
< 4 Conservador	192	75.6	< 4 Conservador	155	61
4 Zona gris	11	4.3	4 – 5 Zona gris	48	18.9
> 4 Cirugía	51	20.1	> 5 Cirugía	51	20.1
TOTAL	254	100	TOTAL	254	100

Al evaluar si había diferencias estadísticas significativas al comparar las recomendaciones quirúrgicas de TLICS versus TLAOSIS (24.4% vs. 38.9%, $p < 0.01$), encontramos que sí existían a favor de TLAOSIS.

2.2.6. TIEMPO DE SEGUIMIENTO

Seguimos a 238 pacientes (93.7%) durante 14 meses (p25:6; p75:18). Ninguno de nuestros pacientes presentó empeoramiento neurológico durante el seguimiento. Un paciente mejoró de ASIA B a C y 3 pacientes mejoraron de ASIA D a E.

2.2.7. GRADO DE CIFOSIS

En el grupo de pacientes quirúrgicos pudimos medir el grado de cifosis en 235 pacientes (92.5%). Se observó un empeoramiento de la cifosis de $> 10^\circ$ en 6 pacientes (2.6%) y entre el $1 - 10^\circ$ tuvimos 83 pacientes (35.3%). Se observó una mejora de la cifosis en $> 10^\circ$ en 8 pacientes (3.4%) y 138 pacientes (58.7%) tuvieron una mejora entre $1 - 10^\circ$ (**Tabla 16**).

2.2.8. AUSENCIA VS. PRESENCIA DE DOLOR

En este apartado se comparó solamente a aquellos pacientes que disponían de la variable DOLOR_1 (primera consulta) y DOLOR_2 (al final de seguimiento), igual que en grupo conservador. De esta forma obtuvimos 239/254 pacientes con ambos datos (**Tablas 17 y 18**).

En este grupo, de los 63 pacientes que presentaban dolor al inicio de la consulta, 27/63 (42.9%) se mantuvieron al menos con dolor ocasional. De los 176 pacientes que no presentaban dolor al inicio de la consulta, 168/176 (95.5%) se mantuvo sin dolor al final de su seguimiento.

VIII. DISCUSIÓN

Las escalas de clasificación TLICS y TLAOSIS son herramientas para la toma de decisiones en el tratamiento de fracturas toracolumbares. Además, pueden ser consideradas como un medio de comunicación; un único lenguaje para que los cirujanos puedan entenderse entre sí y así colaborar con sus pares en otras regiones.

El TLAOSIS fue creado para superar las desventajas intrínsecas de TLICS, con el fin de mejorarla y estimular, con un algoritmo fiable, su uso en todo el mundo. Aunque el TLICS ha sido validado en series de casos pequeñas por sus propios autores y colaboradores,^{196,220,233,234} no se usa de forma habitual y los estudios que de alguna manera han valorado la superioridad del TLAOSIS sobre el TLICS también están realizados en poblaciones pequeñas.²³⁵

En nuestro grupo conservador, el 98.4% de los pacientes tratados coincidió con las recomendaciones del TLICS y el 98.1% coincidió con las del TLAOSIS. Los pacientes que no fueron intervenidos en este grupo fueron 6 y 7 pacientes, respectivamente. Estos pacientes estaban neurológicamente intactos y diagnosticados erróneamente como fracturas de tipo A en lugar de tipo B2. Es decir, no se identificó correctamente la afección del CLP. Con todo, al momento de comparar las observaciones, usando un coeficiente kappa entre el autor de la tesis y el Servicio como individuo, forzando el acuerdo y aplicando pesos bicuadrados, resulta un $k = 0.84$, $p < 0.01$, que demuestra un alto nivel de concordancia inter-observador, coincidiendo en que la clasificación morfológica de Vaccaro es factible de reproducir por diferentes especialistas.

Curiosamente, el número de pacientes en la zona gris fue mayor en TLAOSIS que en TLICS, lo que podría sugerir que el TLAOSIS es más permisivo en sus recomendaciones. Debemos recordar que en la zona gris tanto el tratamiento conservador como quirúrgico son válidos. Esto garantiza que la decisión dependerá de la experiencia del cirujano y de los antecedentes del paciente, individualizando cada caso. En nuestra opinión, el hecho de que la zona gris tenga más pacientes cuando se usa el TLAOSIS, puede deberse principalmente a que ésta escala tiene dos categorías (4 y 5 puntos) en lugar de una, como el TLICS. En este mismo sentido y ampliando la discusión sobre la zona gris, si un paciente tiene una fractura A4, CLP intacto y sin déficit neurológico puntuaría 5 (zona gris) según TLAOSIS y 2 puntos (tratamiento conservador) según TLICS. Por lo tanto, para la misma fractura de tipo estallido completo y estable, el TLICS favorece un tratamiento conservador de manera definitiva, mientras que TLAOSIS deja la decisión al cirujano.

En el grupo quirúrgico tuvimos un 24.4% que coincidió con las recomendaciones según TLICS y un 38.6% según el TLAOSIS. En otras palabras, hemos operado pacientes que, de acuerdo con estas puntuaciones, no deberían haber sido intervenidos. La mayor parte de estos pacientes representaban principalmente fracturas A3 y A4 (113/254, 44.5%). Esto refleja la falta de consenso para el manejo quirúrgico o conservador en este tipo de fracturas. Algunos estudios sugieren que no hay diferencias estadísticas cuando se trata de dolor y tiempo en volver al trabajo entre el grupo conservador y quirúrgico,^{236,237} mientras que otro estudio encontró una ligera tendencia hacia mejores resultados cuando se decidió el tratamiento conservador.²²⁵

En nuestra institución, todas las fracturas neurológicamente intactas del tipo A4 fueron operadas cuando se presentó la opción en la zona gris del TLAOSIS. La principal preocupación del cirujano tratante, para

decantarse por el tratamiento quirúrgico, era la conminución fracturaria y la posibilidad de deformidad progresiva. Esta conducta se vio plasmada en el 81.5% (44/54) de todas las fracturas A4 tratadas en nuestro centro. El resto de fracturas A4 fueron mal clasificadas o directamente tratadas de manera conservadora.

En pacientes sin déficit neurológico, si una fractura B2 con un componente de estallido se clasifica erróneamente como un estallido estable (CLP conservado) puntúa 2 en TLICS pero si se identifica la inestabilidad (disrupción del CLP) puntúa 6, cambiando el enfoque quirúrgico o conservador. En nuestra serie, 25/44 (56.8%) fracturas B2, se identificaron correctamente, mientras que el resto se diagnosticó erróneamente como B1 (2 pacientes) y fracturas tipo estallido (17 pacientes), ignorando el estado real de la integridad del CLP. Este es un problema importante actualmente y la literatura sugiere una baja concordancia entre los cirujanos al determinar el estado del CLP según Schroeder et al.²²² que encontró un $k = 0.11$ y el mismo Schroeder et al.⁵ que reportaron un coeficiente ligeramente mejor pero igualmente bajo, $k = 0.34$.

Además, incluso si la integridad del CLP está clara en la RM, todavía existe un acalorado debate sobre el tratamiento quirúrgico versus conservador. Esto conlleva otro problema; la falta de estudios de RM puede causar confusión. Debido a que nuestro Departamento no tiene protocolos estrictos para la obtención de RM, es posible que hayamos pasado por alto el estado real del CLP en algunos casos. Por ejemplo, una fractura estallido estable diagnosticada por tomografía computarizada, puede convertirse en una fractura de tipo B2 con la morfología de una fractura por estallido, con la consecuente diferencia en las puntuaciones de las escalas. En nuestro estudio 307/375 (81.8%) pacientes del grupo conservador y 238/254 (93.7%) del grupo quirúrgico, tuvo una RM ($p < 0.01$). Esto podría significar que la decisión de realizar una RM puede verse influenciada por el curso preconcebido del tratamiento (conservador vs. quirúrgico) y puede desempeñar un papel decisivo si hay una ligera sospecha de inestabilidad favoreciendo el enfoque quirúrgico. En el mismo sentido, esta prueba sería menos necesaria si ya decidimos de antemano que el paciente va a llevar una ortesis, porque hacer una resonancia a un paciente con una fractura altamente sospechosa de ser estable afectaría los costos sanitarios, la estancia hospitalaria y el retraso en el tratamiento conservador. Sin embargo, los estudios sobre la utilidad del papel de la RM para la decisión de tratamiento no han encontrado diferencias, aunque sí han demostrado conferir más sensibilidad para diagnosticar lesiones B2.²³⁸

Pero no solo está la correcta clasificación de una fractura cuando se tiene que discernir la integridad del CLP. El identificar morfológicamente el tipo de aplastamiento también es de importancia vital. Es bastante común confundir fracturas tipo A1 con A3, si no se interioriza de manera correcta la clasificación de la AOSpine. En nuestro estudio el coeficiente kappa resultó ser 0.84. Es decir, obtuvimos una alta coherencia inter-observador para la clasificación de subtipos de fracturas. Aun así, es importante anotar la confusión al momento de clasificar fracturas en el grupo A. Por ejemplo, en nuestra serie, de las 343 fracturas que el Departamento de Neurocirugía clasificó como A1, en realidad 295 (86%) eran ese tipo de fractura, mientras que 38 (11%) eran A3, 5 (1.45%) eran A2, y 2 (0.6%) eran tipo A4. Esto sin contar que además en este grupo no se detectó una fractura tipo C y otra fractura tipo B2. Por otro lado, según Vaccaro et al.³⁸ cada vez que se clasifica una fractura tipo B2 se tiene que describir el componente A que lleva asociado. Esa es una costumbre poco practicada en nuestro servicio. De hecho, ninguna de las fracturas B2 que tuvieron un componente de aplastamiento fueron clasificadas como tal. Aunque esto no influya directamente en la decisión del tratamiento, es importante considerarlo para motivos de estadística e investigación.

Dado que no pudimos hacer un seguimiento de todos nuestros pacientes (93.7% en el grupo quirúrgico, 90.7% en el grupo conservador) existe una importante limitación en la notificación de fallas del tratamiento conservador. Sin embargo, como dijimos en la sección de resultados, 7/18 pacientes con progresión de fracturas tuvieron que ser operados. Todos estos pacientes tenían fracturas estallido estables y sin afección neurológica (TLICS = 2). En este sentido, algunos autores recomiendan la estabilización quirúrgica por adelantado en pacientes con fracturas estallido conminutas (independientemente del estado neurológico) ya que el tratamiento conservador tiene una alta probabilidad de dolor crónico a largo plazo y problemas de deformidad cifótica.¹⁹⁹

En términos de dolor, recopilamos datos sobre su ausencia o presencia ya que protocolarmente en nuestro Servicio no se aplican escalas, por ello la aplicación de puntuaciones o datos más específicos fue limitada por la ausencia de registro consistente en la historia clínica. Al final del seguimiento, el 14.6% de los pacientes del grupo quirúrgico tenían al menos algún dolor ocasional, mientras que en el grupo conservador fue del 8.9% ($p = 0.03$). Estos resultados podrían estar en relación con el dolor de larga duración relacionado con la cirugía y que la mayoría de nuestros pacientes operados tenían fracturas estables que de otra manera podrían haber recibido ortesis dependiendo de si se utilizó TLAOSIS o TLICS. Estos resultados están de acuerdo con estudios que obtienen mejores resultados de dolor con tratamiento conservador.²²⁵

Al momento de valorar la cifosis, el grupo conservador (333 pacientes) tuvo mejores resultados que el quirúrgico (235 pacientes) en cuanto a mejoría del ángulo de cifosis en al menos 10° : 286/333 (86%) versus 146/235 (62%) ($p < 0.01$). Igualmente, en cuanto a empeoramiento, el grupo quirúrgico se vio superado por el conservador en relación a progresión del ángulo de cifosis en al menos 10° : 126/333 (37%) versus 125/235 (56%) ($p < 0.01$). Estos resultados pueden parecer contraintuitivos. De hecho, hemos mencionado anteriormente que hay autores a favor de la intervención quirúrgica ya que a largo plazo puede existir deformidad cifótica. Por ello es importante anotar que en cuanto a grado de cifosis ambos subgrupos no son del todo comparables. Esto es por el tiempo de seguimiento, que fue de 14 meses en el quirúrgico y de 8 meses en el conservador (considerando las medianas, ya que la variable tiempo no se comporta de manera normal). Está descrito que la cifosis empeora con el tiempo. Está claro que, si el grupo quirúrgico ha tenido un tiempo más largo de seguimiento en general es más probable observar mayores diferencias en el ángulo de cifosis. De hecho, en los artículos que apoyan la conducta quirúrgica en pacientes con fracturas estallido estables (con integridad del CLP) en relación a la conminución y cifosis a largo plazo, el tiempo de seguimiento en grupos conservadores suele ser al menos un año.¹⁹⁹ Es además interesante señalar que estos estudios suelen discutir el tratamiento quirúrgico según las recomendaciones del TLICS y no del TLAOSIS.^{199,239}

A la luz de nuestros resultados, el TLICS y el TLAOSIS coinciden con precisión en la toma de decisiones conservadoras en la práctica diaria (98.4% y 98.1% respectivamente; $p = 0.53$), pero no existen diferencias significativas entre ellos. Por el contrario, ambas puntuaciones coincidieron en un porcentaje bajo para el tratamiento quirúrgico (24.4% y 38.6% respectivamente; $p < 0.01$), pero las diferencias favorecieron al TLAOSIS. En cuanto al TLICS, Joaquim et al.²²⁶ encontraron que el 99% de los pacientes coinciden con el tratamiento conservador cuando se utiliza TLICS retrospectivamente, pero sólo el 46.6% en el grupo quirúrgico, confirmando su naturaleza más conservadora. Por el contrario, algunos estudios sugieren que el TLAOSIS podría ser mejor para las recomendaciones quirúrgicas, especialmente en el subgrupo de fracturas A4 con un CLP indeterminado o lesión de raíz nerviosa (TLAOSIS = 6-7, TLICS = 4), que son justamente los casos donde el TLICS no recomienda firmemente cirugía, mientras que el TLAOSIS sí lo hace.²³⁵ Además, apoyando esta actitud más quirúrgica, existen estudios que han encontrado mejores resultados cuando este tipo de fracturas son operadas.^{198,239,240}

Nuestro estudio confirma las deficiencias intrínsecas de ambas escalas en su aplicación retrospectiva y esto requiere especial atención en futuros estudios prospectivos o controlados. Otra preocupación que vale la pena mencionar es la zona gris, donde no hay una recomendación firme, relegando la decisión al cirujano en base a su experiencia y sus antecedentes profesionales. Además, necesitamos información más fiable sobre los costos y la eficacia de la RM en este entorno, la evaluación del CLP, la clasificación errónea de fracturas que potencialmente podrían conducir a decisiones equivocadas de tratamiento y el consenso en el tratamiento de algunas fracturas, especialmente las de tipo A3 y A4.

Debido a su carácter retrospectivo, unicéntrico y nuestras pérdidas durante el seguimiento, nuestro estudio tiene limitaciones, a pesar de tener el mayor número de pacientes recogido hasta la fecha. Estas pérdidas pueden ser paliadas estableciendo estrictos protocolos de seguimiento o a través de una investigación prospectiva. Además, tenemos que considerar el posible sesgo a la hora de evaluar las puntuaciones para el tratamiento quirúrgico o conservador.

Sería arriesgado profundizar en cómo estas puntuaciones tienen un impacto en el cuidado de los pacientes, ya que la aplicación retrospectiva de TLICS y TLAOSIS no forma parte del proceso prospectivo de toma de decisiones, pero nos dan una idea de su precisión teórica con la práctica clínica habitual.

IX. CONCLUSIONES

Hasta la fecha, nuestro estudio es la primera aplicación de TLICS y TLAOSIS a un gran número de pacientes consecutivos en un estudio independiente. Sin embargo, aunque no podemos dar una recomendación firme sobre qué escala se debe utilizar, parece que TLAOSIS tiene más precisión al hacer coincidir algoritmos quirúrgicos de tratamiento y no existen mayores diferencias en comparación con el TLICS para manejo conservador. Concordantemente, estaríamos a favor del uso del TLAOSIS sobre TLICS.

Enumeramos las conclusiones de nuestro estudio a continuación:

1. En las recomendaciones quirúrgicas, parece ser que TLAOSIS es superior al TLICS en cuanto a precisión y concordancia de sus recomendaciones con la práctica clínica habitual.
2. En las recomendaciones conservadoras, no existen diferencias entre TLAOSIS y TLICS en cuanto a precisión y concordancia de sus recomendaciones con la práctica clínica habitual.
3. En el grupo conservador, una parte de los pacientes con fracturas estallido estables y sin déficit tuvo que ser intervenido posteriormente, apoyando la tesis de que estas fracturas se verían beneficiadas de un tratamiento quirúrgico inicial.
4. En el grupo quirúrgico, la presencia de dolor al menos ocasional, fue mayor de manera significativa, en concordancia con algunos estudios que encuentran menor dolor en pacientes con tratamiento conservador.
5. En cuanto a la cifosis ambos grupos no son del todo comparables porque el tiempo de seguimiento (medianas) es significativamente distinto, siendo de mayor duración el grupo quirúrgico.
6. Los pacientes del grupo quirúrgico tenían un mayor número de RMs iniciales en comparación con el conservador, lo que podría significar una conducta preconcebida ya que en el grupo conservador se puede prescindir de obtener RMs sin alterar el tratamiento.
7. El análisis de concordancia de los subtipos de fractura resultó ser satisfactorio ($k = 0.84$, $p < 0.01$). Este resultado está en la misma línea con otros estudios. Sin embargo, la clasificación incorrecta de fracturas tipo B, en relación con la integridad del CLP, representó un problema importante en nuestro Servicio.

X. REFERENCIAS

1. Yazici H. Diagnostic versus classification criteria - a continuum. *Bull NYU Hosp Jt Dis.* 2009;67(2):206–8.
2. Edworthy SM. Classification criteria--what value do they serve? *J Rheumatol.* 1992 Feb;19(2):192–4.
3. Edwards JC, Snaith ML. Different criteria for different purposes. *J Rheumatol.* 1988 Apr;15(4):537–8.
4. Streiner DL, Norman GR. "Precision" and "Accuracy": Two Terms That Are Neither. *J Clin Epidemiol.* 2006 Apr;59(4):327–30.
5. Schroeder GD, Harrop JS, Vaccaro AR. Thoracolumbar Trauma Classification. *Neurosurg Clin N Am.* 2017 Jan;28(1):23–9.
6. Price C, Makintubee S, Hemdon W, Istre GR. Epidemiology of traumatic spinal cord injury and acute hospitalization and rehabilitation charges for spinal cord injuries in Oklahoma, 1988–1990. *Am J Epidemiol.* 1994;139(1):37–47.
7. Katsuura Y, Osborn JM, Cason GW. The epidemiology of thoracolumbar trauma: A meta-analysis. *J Orthop.* 2016 Dec;13(4):383–8.
8. Van den Berg ME, Castellote JM, de Pedro-Cuesta J, Mahillo-Fernandez I. Survival after spinal cord injury: a systematic review. *J Neurotrauma.* 2010;27(8):1517–1528.
9. Cooper C, O'neill T, Silman A, Group EVOS. The epidemiology of vertebral fractures. *Bone.* 1993;14:89–97.
10. Fink HA, Milavetz DL, Palermo L, Nevitt MC, Cauley JA, Genant HK, et al. What proportion of incident radiographic vertebral deformities is clinically diagnosed and vice versa? *J Bone Miner Res.* 2005;20(7):1216–1222.
11. Black DM, Palermo L, Nevitt MC, Genant HK, Epstein R, Valentin RS, et al. Comparison of methods for defining prevalent vertebral deformities: The Study of Osteoporotic Fractures. *J Bone Miner Res.* 1995;10(6):890–902.
12. Ferrar L, Jiang G, Adams J, Eastell R. Identification of vertebral fractures: an update. *Osteoporos Int.* 2005;16(7):717–728.
13. O'neill TW, Silman AJ. Definition and diagnosis of vertebral fracture. *J Rheumatol.* 1997;24(6):1208–1211.
14. Singh A, Tetreault L, Kalsi-Ryan S, Nouri A, Fehlings MG. Global prevalence and incidence of traumatic spinal cord injury. *Clin Epidemiol.* 2014;6:309.
15. El-Khoury GY, Whitten CG. Trauma to the upper thoracic spine: anatomy, biomechanics, and unique imaging features. *AJR Am J Roentgenol.* 1993;160(1):95–102.

16. Wang MC, Pintar F, Yoganandan N, Maiman DJ. The continued burden of spine fractures after motor vehicle crashes. *J Neurosurg Spine*. 2009;10(2):86–92.
17. Doud AN, Weaver AA, Talton JW, Barnard RT, Meredith JW, Stitzel JD, et al. Has the incidence of thoracolumbar spine injuries increased in the United States from 1998 to 2011? *Clin Orthop Relat Res*. 2015;473(1):297–304.
18. Brown CV, Antevil JL, Sise MJ, Sack DI. Spiral computed tomography for the diagnosis of cervical, thoracic, and lumbar spine fractures: its time has come. *J Trauma Acute Care Surg*. 2005;58(5):890–896.
19. Hodson-Walker NJ. The value of safety belts: a review. *Can Med Assoc J*. 1970;102(4):391.
20. Hsu JM, Joseph T, Ellis AM. Thoracolumbar fracture in blunt trauma patients: guidelines for diagnosis and imaging. *Injury*. 2003;34(6):426–433.
21. Gertzbein SD. Scoliosis Research Society. Multicenter spine fracture study. *Spine*. 1992;17(5):528–540.
22. Frankel HL, Rozycki GS, Ochsner MG, Harviel JD, Champion HR. Indications for obtaining surveillance thoracic and lumbar spine radiographs in injured patients. *J Trauma Acute Care Surg*. 1993;35(6):984.
23. Cooper PS. Complications of ankle and tibiototalcalcaneal arthrodesis. *Clin Orthop Relat Res*. 2001;391:33–44.
24. Sharma OP, Oswanski MF, Yazdi JS, Jindal S, Taylor M. Assessment for additional spinal trauma in patients with cervical spine injury. *Am Surg*. 2007;73(1):70–74.
25. Samuels LE, Kerstein MD. 'Routine' radiologic evaluation of the thoracolumbar spine in blunt trauma patients: a reappraisal. *J Trauma*. 1993;34(1):85–89.
26. Nelson DW, Martin MJ, Martin ND, Beekley A. Evaluation of the risk of noncontiguous fractures of the spine in blunt trauma. *J Trauma Acute Care Surg*. 2013;75(1):135–139.
27. Saboe LA, Reid DC, Davis LA, Warren SA, Grace MG. Spine trauma and associated injuries. *J Trauma*. 1991;31(1):43–48.
28. Leucht P, Fischer K, Muhr G, Mueller EJ. Epidemiology of traumatic spine fractures. *Injury*. 2009;40(2):166–172.
29. Cooper C, Dunham CM, Rodriguez A. Falls and major injuries are risk factors for thoracolumbar fractures: cognitive impairment and multiple injuries impede the detection of back pain and tenderness. *J Trauma Acute Care Surg*. 1995;38(5):692–696.
30. Chapman JR, Agel J, Jurkovich GJ, Bellabarba C. Thoracolumbar flexion-distraction injuries: associated morbidity and neurological outcomes. *Spine*. 2008;33(6):648–657.
31. LeGAY DA, Petrie DP, Alexander DI. Flexion-distraction injuries of the lumbar spine and associated abdominal trauma. *J Trauma*. 1990;30(4):436–444.
32. Anderson PA, Henley MB, Rivara FP, Maier RV. Flexion distraction and chance injuries to the thoracolumbar spine. *J Orthop Trauma*. 1991;5(2):153–160.

33. Tyroch AH, McGuire EL, McLean SF, Kozar RA, Gates KA, Kaups KL, et al. The association between Chance fractures and intra-abdominal injuries revisited: a multicenter review. *Am Surg*. 2005;71(5):434–438.
34. Holmes JF, Miller PQ, Panacek EA, Lin S, Horne NS, Mower WR. Epidemiology of thoracolumbar spine injury in blunt trauma. *Acad Emerg Med*. 2001;8(9):866–872.
35. Denis F. The Three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine*. 1983 Dec;8(8):817–831.
36. Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, Harms J, Nazarian S. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *Eur Spine J*. 1994 Aug;3(4):184–201.
37. Wood KB, Li W, Lebl DS, Ploumis A. Management of thoracolumbar spine fractures. *Spine J*. 2014;14(1):145–164.
38. 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;38(23):2028–37.
39. Inaba K, DuBose JJ, Barmparas G, Barbarino R, Reddy S, Talving P, et al. Clinical examination is insufficient to rule out thoracolumbar spine injuries. *J Trauma Acute Care Surg*. 2011;70(1):174–179.
40. Terregino CA, Ross SE, Lipinski MF, Foreman J, Hughes R. Selective indications for thoracic and lumbar radiography in blunt trauma. *Ann Emerg Med*. 1995;26(2):126–129.
41. Meldon SW, Moettus LN. Thoracolumbar spine fractures: clinical presentation and the effect of altered sensorium and major injury. *LWW*; 1995.
42. Schousboe JT. Epidemiology of vertebral fractures. *J Clin Densitom*. 2016 Jan;19(1):8–22.
43. Matthiessen C, Robinson Y. Epidemiology of atlas fractures—a national registry-based cohort study of 1,537 cases. *Spine J*. 2015 Nov;15(11):2332–7.
44. den Ouden LP, Smits AJ, Stadhouders A, Feller R, Deunk J, Bloemers FW. Epidemiology of spinal fractures in a level one trauma center in the Netherlands: A 10 years review. *Spine*. 2019 May;44(10):732–9.
45. Svedbom A, Hernlund E, Iverg\gaard M, Compston J, Cooper C, Stenmark J, et al. Osteoporosis in the European Union: a compendium of country-specific reports. *Arch Osteoporos*. 2013;8(1–2):137.
46. Hernlund E, Svedbom A, Iverg\gaard M, Compston J, Cooper C, Stenmark J, et al. Osteoporosis in the European Union: medical management, epidemiology and economic burden. *Arch Osteoporos*. 2013;8(1–2):136.
47. Melton III LJ, Crowson CS, O’fallon WM. Fracture incidence in Olmsted County, Minnesota: comparison of urban with rural rates and changes in urban rates over time. *Osteoporos Int*. 1999;9(1):29–37.

48. Sanders KM, Seeman E, Ugoni AM, Pasco JA, Martin TJ, Skoric B, et al. Age-and gender-specific rate of fractures in Australia: a population-based study. *Osteoporos Int.* 1999;10(3):240–247.
49. Siggeirsdottir K, Aspelund T, Jonsson BY, Mogensen B, Gudmundsson EF, Gudnason V, et al. Epidemiology of fractures in Iceland and secular trends in major osteoporotic fractures 1989–2008. *Osteoporos Int.* 2014;25(1):211–219.
50. Bassgen K, Westphal T, Haar P, Kundt G, Mittlmeier T, Schober H-C. Population-based prospective study on the incidence of osteoporosis-associated fractures in a German population of 200 413 inhabitants. *J Public Health.* 2013 Jun 1;35(2):255–61.
51. Amin S, Achenbach SJ, Atkinson EJ, Khosla S, Melton III LJ. Trends in fracture incidence: a population-based study over 20 years. *J Bone Miner Res.* 2014;29(3):581–589.
52. Van Der Klift M, De Laet CE, McCloskey EV, Hofman A, Pols HA. The incidence of vertebral fractures in men and women: the Rotterdam Study. *J Bone Miner Res.* 2002;17(6):1051–1056.
53. Felsenberg D, Silman AJ, Lunt M, Armbrrecht G, Ismail AA, Finn JD, et al. Incidence of vertebral fracture in europe: results from the European Prospective Osteoporosis Study (EPOS). *J Bone Miner Res Off J Am Soc Bone Miner Res.* 2002;17(4):716–724.
54. Leslie WD, Sadatsafavi M, Lix LM, Azimaee M, Morin S, Metge CJ, et al. Secular decreases in fracture rates 1986–2006 for Manitoba, Canada: a population-based analysis. *Osteoporos Int.* 2011;22(7):2137–2143.
55. Jackson SA, Tenenhouse A, Robertson L, Group CS. Vertebral fracture definition from population-based data: preliminary results from the Canadian Multicenter Osteoporosis Study (CaMos). *Osteoporos Int.* 2000;11(8):680–687.
56. Ross PD, Fujiwara S, Huang C, Davis JW, Epstein RS, Wasnich RD, et al. Vertebral fracture prevalence in women in Hiroshima compared to Caucasians or Japanese in the US. *Int J Epidemiol.* 1995;24(6):1171–1177.
57. Sanf elix-Gimeno G, Sanf elix-Genov es J, Hurtado I, Reig-Molla B, Peir o S. Vertebral fracture risk factors in postmenopausal women over 50 in Valencia, Spain. A population-based cross-sectional study. *Bone.* 2013;52(1):393–399.
58. Ling XU, Cummings SR, Mingwei Q, Xihe Z, Xioashu C, Nevitt M, et al. Vertebral fractures in Beijing, China: the Beijing osteoporosis project. *J Bone Miner Res.* 2000;15(10):2019–2025.
59. Tsai K-S, Twu S-J, Chieng P-U, Yang R-S, Lee T-K, Group GS. Prevalence of vertebral fractures in Chinese men and women in urban Taiwanese communities. *Calcif Tissue Int.* 1996;59(4):249–253.
60. Kwok AWL, Gong JS, Wang YJ, Leung JCS, Kwok T, Griffith JF, et al. Prevalence and risk factors of radiographic vertebral fractures in elderly Chinese men and women: results of Mr. OS (Hong Kong) and Ms. OS (Hong Kong) studies. *Osteoporos Int.* 2013;24(3):877–885.

61. Shin CS, Kim MJ, Shim SM, Kim JT, Yu SH, Koo BK, et al. The prevalence and risk factors of vertebral fractures in Korea. *J Bone Miner Metab.* 2012;30(2):183–192.
62. Marwaha RK, Tandon N, Gupta Y, Bhadra K, Narang A, Mani K, et al. The prevalence of and risk factors for radiographic vertebral fractures in older Indian women and men: Delhi Vertebral Osteoporosis Study (DeVOS). *Arch Osteoporos.* 2012;7(1–2):201–207.
63. Frost M, Wraae K, Abrahamsen B, Høiberg M, Hagen C, Andersen M, et al. Osteoporosis and vertebral fractures in men aged 60–74 years. *Age Ageing.* 2012;41(2):171–177.
64. Ho-Pham LT, Mai LD, Pham HN, Nguyen ND, Nguyen TV. Reference ranges for vertebral heights and prevalence of asymptomatic (undiagnosed) vertebral fracture in Vietnamese men and women. *Arch Osteoporos.* 2012;7(1–2):257–266.
65. Clark P, Cons-Molina F, Deleze M, Ragi S, Haddock L, Zanchetta JR, et al. The prevalence of radiographic vertebral fractures in Latin American countries: the Latin American Vertebral Osteoporosis Study (LAVOS). *Osteoporos Int.* 2009;20(2):275–282.
66. O’neill TW, Felsenberg D, Varlow J, Cooper C, Kanis JA, Silman AJ, et al. The prevalence of vertebral deformity in European men and women: the European Vertebral Osteoporosis Study. *J Bone Miner Res.* 1996;11(7):1010–1018.
67. MELTON L. Epidemiology of vertebral fractures in women. *Am J Epidemiol.* 129. 1989;
68. Melton L 3rd, Lane AW, Cooper C, Eastell R, O’fallon WM, Riggs BL. Prevalence and incidence of vertebral deformities. *Osteoporos Int.* 1993;3(3):113–119.
69. Cauley JA, Palermo L, Vogt M, Ensrud KE, Ewing S, Hochberg M, et al. Prevalent vertebral fractures in black women and white women. *J Bone Miner Res.* 2008;23(9):1458–1467.
70. Ferrar L, Jiang G, Cawthon PM, San Valentin R, Fullman R, Lambert L, et al. Identification of vertebral fracture and non-osteoporotic short vertebral height in men: the MrOS study. *J Bone Miner Res.* 2007;22(9):1434–1441.
71. Ferrar L, Jiang G, Schousboe JT, DeBold CR, Eastell R. Algorithm-based qualitative and semiquantitative identification of prevalent vertebral fracture: agreement between different readers, imaging modalities, and diagnostic approaches. *J Bone Miner Res.* 2008;23(3):417–424.
72. Kanis JA, Johnell O, Odén A, Borgstrom F, Zethraeus N, De Laet C, et al. The risk and burden of vertebral fractures in Sweden. *Osteoporos Int.* 2004;15(1):20–26.
73. Lindsay R, Silverman SL, Cooper C, Hanley DA, Barton I, Broy SB, et al. Risk of new vertebral fracture in the year following a fracture. *Jama.* 2001;285(3):320–323.
74. Cooper C, Atkinson EJ, O’Fallon WM, Melton JL 3rd. Incidence of clinically diagnosed vertebral fractures: A population-based study in Rochester, Minnesota, 1985-1989. *J Bone Miner Res.* 1992;7(2):221–227.
75. Bergström U, Björnstig U, Stenlund H, Jonsson H, Svensson O. Fracture mechanisms and fracture pattern in men and women aged 50 years and older: a study of a 12-year population-based injury register, Umeå, Sweden. *Osteoporos Int.* 2008;19(9):1267–1273.

76. Freitas SS, Barrett-Connor E, Ensrud KE, Fink HA, Bauer DC, Cawthon PM, et al. Rate and circumstances of clinical vertebral fractures in older men. *Osteoporos Int.* 2008;19(5):615–623.
77. Patel U, Skingle S, Campbell GA, Crisp AJ, Boyle IT. Clinical profile of acute vertebral compression fractures in osteoporosis. *Rheumatology.* 1991;30(6):418–421.
78. Cauley JA, Lui L-Y, Genant HK, Salamone L, Browner W, Fink HA, et al. Risk factors for severity and type of the hip fracture. *J Bone Miner Res.* 2009;24(5):943–955.
79. Aharonoff GB, Dennis MG, Elshinawy A, Zuckerman JD, Koval KJ. Circumstances of falls causing hip fractures in the elderly. 1998. 2003.
80. Bouxsein ML, Melton III LJ, Riggs BL, Muller J, Atkinson EJ, Oberg AL, et al. Age- and sex-specific differences in the factor of risk for vertebral fracture: a population-based study using QCT. *J Bone Miner Res.* 2006;21(9):1475–1482.
81. Gallagher S, Marras WS, Litsky AS, Burr D, Landoll J, Matkovic V. A comparison of fatigue failure responses of old versus middle-aged lumbar motion segments in simulated flexed lifting. *Spine.* 2007;32(17):1832–1839.
82. Christiansen BA, Bouxsein ML. Biomechanics of vertebral fractures and the vertebral fracture cascade. *Curr Osteoporos Rep.* 2010;8(4):198–204.
83. Schousboe JT, Rosen HR, Vokes TJ, Cauley JA, Cummings SR, Nevitt M, et al. Prediction models of prevalent radiographic vertebral fractures among older women. *J Clin Densitom.* 2014;17(3):378–385.
84. Schousboe JT, Rosen HR, Vokes TJ, Cauley JA, Cummings SR, Nevitt MC, et al. Prediction models of prevalent radiographic vertebral fractures among older men. *J Clin Densitom.* 2014;17(4):449–457.
85. Tobias JH, Hutchinson AP, Hunt LP, McCloskey EV, Stone MD, Martin JC, et al. Use of clinical risk factors to identify postmenopausal women with vertebral fractures. *Osteoporos Int.* 2007;18(1):35–43.
86. Kaptoge S, Armbrecht G, Felsenberg D, Lunt M, O'Neill TW, Silman AJ, et al. When should the doctor order a spine X-ray? Identifying vertebral fractures for osteoporosis care: results from the European Prospective Osteoporosis Study (EPOS). *J Bone Miner Res.* 2004;19(12):1982–1993.
87. El Maghraoui A, Mounach A, Gassim S, Ghazi M. Vertebral fracture assessment in healthy men: prevalence and risk factors. *Bone.* 2008;43(3):544–548.
88. Steyerberg EW, Pencina MJ, Lingsma HF, Kattan MW, Vickers AJ, Van Calster B. Assessing the incremental value of diagnostic and prognostic markers: a review and illustration. *Eur J Clin Invest.* 2012;42(2):216–228.
89. Steyerberg EW, Van Calster B, Pencina MJ. Performance measures for prediction models and markers: evaluation of predictions and classifications. *Rev Esp Cardiol Engl Ed.* 2011;64(9):788–794.

90. Chou SH, Vokes TJ, Ma S-L, Costello M, Rosen HR, Schousboe JT. Simplified criteria for selecting patients for vertebral fracture assessment. *J Clin Densitom.* 2014;17(3):386–391.
91. McEVOY CE, Ensrud KE, Bender E, Genant HK, Yu WEI, Griffith JM, et al. Association between corticosteroid use and vertebral fractures in older men with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 1998;157(3):704–709.
92. Naganathan V, Jones G, Nash P, Nicholson G, Eisman J, Sambrook PN. Vertebral fracture risk with long-term corticosteroid therapy: prevalence and relation to age, bone density, and corticosteroid use. *Arch Intern Med.* 2000;160(19):2917–2922.
93. Tsugeno H, Fujita T, Goto B, Sugishita T, Hosaki Y, Ashida K, et al. Vertebral fracture and cortical bone changes in corticosteroid-induced osteoporosis. *Osteoporos Int.* 2002;13(8):650–656.
94. Walsh LJ, Lewis SA, Wong CA, Cooper S, Osborne J, Cawte SA, et al. The impact of oral corticosteroid use on bone mineral density and vertebral fracture. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166(5):691–695.
95. Tsugeno H, Goto B, Fujita T, Okamoto M, Mifune T, Mitsunobu F, et al. Oral glucocorticoid-induced fall in cortical bone volume and density in postmenopausal asthmatic patients. *Osteoporos Int.* 2001;12(4):266–270.
96. Angeli A, Guglielmi G, Dovio A, Capelli G, de Feo D, Giannini S, et al. High prevalence of asymptomatic vertebral fractures in post-menopausal women receiving chronic glucocorticoid therapy: a cross-sectional outpatient study. *Bone.* 2006;39(2):253–259.
97. Kaji H, Tobimatsu T, Naito J, Iu M-F, Yamauchi M, Sugimoto T, et al. Body composition and vertebral fracture risk in female patients treated with glucocorticoid. *Osteoporos Int.* 2006;17(4):627–633.
98. Klaus J, Armbrecht G, Steinkamp M, Brückel J, Rieber A, Adler G, et al. High prevalence of osteoporotic vertebral fractures in patients with Crohn’s disease. *Gut.* 2002;51(5):654–658.
99. Rousseau-Nepton I, Lang B, Rodd C. Long-term bone health in glucocorticoid-treated children with rheumatic diseases. *Curr Rheumatol Rep.* 2013;15(3):315.
100. Mandel S, Schilling J, Peterson E, Rao DS, Sanders W. A retrospective analysis of vertebral body fractures following epidural steroid injections. *JBJS.* 2013;95(11):961–964.
101. Al-Shoha A, Rao DS, Schilling J, Peterson E, Mandel S. Effect of epidural steroid injection on bone mineral density and markers of bone turnover in postmenopausal women. *Spine.* 2012;37(25):E1567–E1571.
102. Ørstavik RE, Haugeberg G, Mowinckel P, Høiseth A, Uhlig T, Falch JA, et al. Vertebral deformities in rheumatoid arthritis: a comparison with population-based controls. *Arch Intern Med.* 2004;164(4):420–425.
103. Mohammad A, Lohan D, Bergin D, Mooney S, Newell J, O’Donnell M, et al. The prevalence of vertebral fracture on vertebral fracture assessment imaging in a large cohort of patients with rheumatoid arthritis. *Rheumatology.* 2014;53(5):821–827.

104. Loftus Jr EV, Crowson CS, Sandborn WJ, Tremaine WJ, O'Fallon WM, Melton III LJ. Long-term fracture risk in patients with Crohn's disease: a population-based study in Olmsted County, Minnesota. *Gastroenterology*. 2002;123(2):468–475.
105. Melton LJ, Patel A, Achenbach SJ, Oberg AL, Yunginger JW. Long-term fracture risk following adult-onset asthma: a population-based study. *Osteoporos Int*. 2004;15(4):311–316.
106. Davey-Ranasinghe N, Deodhar A. Osteoporosis and vertebral fractures in ankylosing spondylitis. *Curr Opin Rheumatol*. 2013;25(4):509–516.
107. Zhukouskaya VV, Eller-Vainicher C, Vadzianava VV, Shepelkevich AP, Zhurava IV, Korolenko GG, et al. Prevalence of morphometric vertebral fractures in patients with type 1 diabetes. *Diabetes Care*. 2013;36(6):1635–1640.
108. Chung DJ, Choi HJ, Chung Y-S, Lim SK, Yang S-O, Shin CS. The prevalence and risk factors of vertebral fractures in Korean patients with type 2 diabetes. *J Bone Miner Metab*. 2013;31(2):161–168.
109. Borderi M, Calza L, Colangeli V, Vanino E, Viale P, Gibellini D, et al. Prevalence of sub-clinical vertebral fractures in HIV-infected patients. *New Microbiol*. 2014;37(1):25–32.
110. Porcelli T, Gotti D, Cristiano A, Maffezzoni F, Mazziotti G, Focà E, et al. Role of bone mineral density in predicting morphometric vertebral fractures in patients with HIV infection. *Osteoporos Int*. 2014;25(9):2263–2269.
111. Mudano AS, Bian J, Cope JU, Curtis JR, Gross TP, Allison JJ, et al. Vertebroplasty and kyphoplasty are associated with an increased risk of secondary vertebral compression fractures: a population-based cohort study. *Osteoporos Int*. 2009;20(5):819–826.
112. Trout AT, Kallmes DF, Kaufmann TJ. New fractures after vertebroplasty: adjacent fractures occur significantly sooner. *Am J Neuroradiol*. 2006;27(1):217–223.
113. Blasco J, Martinez-Ferrer A, Macho J, San Roman L, Pomés J, Carrasco J, et al. Effect of vertebroplasty on pain relief, quality of life, and the incidence of new vertebral fractures: a 12-month randomized follow-up, controlled trial. *J Bone Miner Res*. 2012;27(5):1159–1166.
114. Fribourg D, Tang C, Sra P, Delamarter R, Bae H. Incidence of subsequent vertebral fracture after kyphoplasty. *Spine*. 2004;29(20):2270–2276.
115. Baroud G, Heini P, Nemes J, Bohner M, Ferguson S, Steffen T. Biomechanical explanation of adjacent fractures following vertebroplasty. *Radiology*. 2003;229(2):606–607.
116. Li Y-A, Lin C-L, Chang M-C, Liu C-L, Chen T-H, Lai S-C. Subsequent vertebral fracture after vertebroplasty: incidence and analysis of risk factors. *Spine*. 2012;37(3):179–183.
117. Zhang H, Xu C, Zhang T, Gao Z, Zhang T. Does percutaneous vertebroplasty or balloon kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures increase the incidence of new vertebral fractures? A meta-analysis. *Pain Physician*. 2017;20(1):E13–E28.
118. Nieuwenhuijse MJ, Putter H, van Erkel AR, Dijkstra PS. New vertebral fractures after percutaneous vertebroplasty for painful osteoporotic vertebral compression fractures: a

- clustered analysis and the relevance of intradiskal cement leakage. *Radiology*. 2013;266(3):862–870.
119. Martinez-Ferrer A, Blasco J, Carrasco JL, Macho JM, Román LS, López A, et al. Risk factors for the development of vertebral fractures after percutaneous vertebroplasty. *J Bone Miner Res*. 2013;28(8):1821–1829.
 120. Fink HA, Ensrud KE, Nelson DB, Kerani RP, Schreiner PJ, Zhao Y, et al. Disability after clinical fracture in postmenopausal women with low bone density: The Fracture Intervention Trial (FIT). *Osteoporos Int*. 2003;14(1):69–76.
 121. Suzuki N, Ogikubo O, Hansson T. The course of the acute vertebral body fragility fracture: its effect on pain, disability and quality of life during 12 months. *Eur Spine J*. 2008;17(10):1380–1390.
 122. Nevitt MC, Thompson DE, Black DM, Rubin SR, Ensrud K, Yates AJ, et al. Effect of alendronate on limited-activity days and bed-disability days caused by back pain in postmenopausal women with existing vertebral fractures. *Arch Intern Med*. 2000;160(1):77–85.
 123. Klazen CA, Verhaar HJ, Lohle PN, Lampmann LE, Juttman JR, Schoemaker MC, et al. Clinical course of pain in acute osteoporotic vertebral compression fractures. *J Vasc Interv Radiol*. 2010;21(9):1405–1409.
 124. Nevitt MC, Ettinger B, Black DM, Stone K, Jamal SA, Ensrud K, et al. The association of radiographically detected vertebral fractures with back pain and function: a prospective study. *Ann Intern Med*. 1998;128(10):793–800.
 125. Silverman SL, Minshall ME, Shen W, Harper KD, Xie S, Study H-RQ of LS of the MO of RE. The relationship of health-related quality of life to prevalent and incident vertebral fractures in postmenopausal women with osteoporosis: Results from the Multiple Outcomes of Raloxifene Evaluation Study. *Arthritis Rheum*. 2001;44(11):2611–2619.
 126. Oleksik A, Lips P, Dawson A, Minshall ME, Shen W, Cooper C, et al. Health-related quality of life in postmenopausal women with low BMD with or without prevalent vertebral fractures. *J Bone Miner Res*. 2000;15(7):1384–1392.
 127. Crans GG, Silverman SL, Genant HK, Glass EV, Krege JH. Association of severe vertebral fractures with reduced quality of life: reduction in the incidence of severe vertebral fractures by teriparatide. *Arthritis Rheum*. 2004;50(12):4028–4034.
 128. Schneider DL, von Mühlen D, Barrett-Connor E, Sartoris DJ. Kyphosis does not equal vertebral fractures: The Rancho Bernardo study. *J Rheumatol*. 2004;31(4):747–752.
 129. Kado DM, Huang M-H, Karlamangla AS, Cawthon P, Katzman W, Hillier TA, et al. Factors associated with kyphosis progression in older women: 15 years' experience in the study of osteoporotic fractures. *J Bone Miner Res*. 2013;28(1):179–187.
 130. Kado D, Huang M-H, Cawthon P, Fink H, Schousboe J, Barrett-Connor E. Factors Associated with Kyphosis and Kyphosis Progression in Older Men: the MrOS Study. *J Bone Miner Res*. 2014; p. S347–S347.

131. Culham EG, Jimenez HA, King CE. Thoracic kyphosis, rib mobility, and lung volumes in normal women and women with osteoporosis. *Spine*. 1994;19(11):1250–1255.
132. Di Bari M, Chiarlone M, Matteuzzi D, Zacchei S, Pozzi C, Bellia V, et al. Thoracic kyphosis and ventilatory dysfunction in unselected older persons: an epidemiological study in Dicomano, Italy. *J Am Geriatr Soc*. 2004;52(6):909–915.
133. Schlaich C, Minne HW, Bruckner T, Wagner G, Gebest HJ, Grunze M, et al. Reduced pulmonary function in patients with spinal osteoporotic fractures. *Osteoporos Int*. 1998;8(3):261–267.
134. Miyakoshi N, Kasukawa Y, Sasaki H, Kamo K, Shimada Y. Impact of spinal kyphosis on gastroesophageal reflux disease symptoms in patients with osteoporosis. *Osteoporos Int*. 2009;20(7):1193.
135. Cortet B, Houvenagel E, Puisieux F, Roches E, Garnier P, Delcambre B. Spinal curvatures and quality of life in women with vertebral fractures secondary to osteoporosis. *Spine*. 1999;24(18):1921.
136. Kado DM, Huang M-H, Barrett-Connor E, Greendale GA. Hyperkyphotic posture and poor physical functional ability in older community-dwelling men and women: The Rancho Bernardo study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2005;60(5):633–637.
137. Katzman WB, Huang M-H, Lane NE, Ensrud KE, Kado DM. Kyphosis and decline in physical function over 15 years in older community-dwelling women: The Study of Osteoporotic Fractures. *J Gerontol Ser Biomed Sci Med Sci*. 2013;68(8):976–983.
138. Kado DM, Prenovost K, Crandall C. Narrative review: hyperkyphosis in older persons. *Ann Intern Med*. 2007;147(5):330–338.
139. Melton Iii LJ, Atkinson EJ, Cooper C, O’Fallon WM, Riggs BL. Vertebral fractures predict subsequent fractures. *Osteoporos Int*. 1999;10(3):214–221.
140. Pongchaiyakul C, Nguyen ND, Jones G, Center JR, Eisman JA, Nguyen TV. Asymptomatic vertebral deformity as a major risk factor for subsequent fractures and mortality: a long-term prospective study. *J Bone Miner Res*. 2005;20(8):1349–1355.
141. Chen P, Krege JH, Adachi JD, Prior JC, Tenenhouse A, Brown JP, et al. Vertebral fracture status and the World Health Organization risk factors for predicting osteoporotic fracture risk. *J Bone Miner Res*. 2009;24(3):495–502.
142. Black DM, Arden NK, Palermo L, Pearson J, Cummings SR, Group S of OFR. Prevalent vertebral deformities predict hip fractures and new vertebral deformities but not wrist fractures. *J Bone Miner Res*. 1999;14(5):821–828.
143. Ross PD, Genant HK, Davis JW, Miller PD, Wasnich RD. Predicting vertebral fracture incidence from prevalent fractures and bone density among non-black, osteoporotic women. *Osteoporos Int*. 1993;3(3):120–126.
144. Ferrar L, Roux C, Felsenberg D, Glüer CC, Eastell R. Association between incident and baseline vertebral fractures in European women: vertebral fracture assessment in the Osteoporosis and Ultrasound Study (OPUS). *Osteoporos Int*. 2012;23(1):59–65.

145. Cauley JA, Thompson DE, Ensrud KC, Scott JC, Black D. Risk of mortality following clinical fractures. *Osteoporos Int.* 2000;11(7):556–561.
146. Morin S, Lix LM, Azimaee M, Metge C, Caetano P, Leslie WD. Mortality rates after incident non-traumatic fractures in older men and women. *Osteoporos Int.* 2011;22(9):2439–2448.
147. van der Jagt-Willems HC, Vis M, Tulner CR, van Campen JP, Woolf AD, van Munster BC, et al. Mortality and incident vertebral fractures after 3 years of follow-up among geriatric patients. *Osteoporos Int.* 2013;24(5):1713–1719.
148. Ikeda Y, Sudo A, Yamada T, Uchida A. Mortality after vertebral fractures in a Japanese population. *J Orthop Surg.* 2010;18(2):148–152.
149. Hasserijs R, Karlsson MK, Jonsson B, Redlund-Johnell I, Johnell O. Long-term morbidity and mortality after a clinically diagnosed vertebral fracture in the elderly—a 12-and 22-year follow-up of 257 patients. *Calcif Tissue Int.* 2005;76(4):235–242.
150. Kado DM, Duong T, Stone KL, Ensrud KE, Nevitt MC, Greendale GA, et al. Incident vertebral fractures and mortality in older women: a prospective study. *Osteoporos Int.* 2003;14(7):589–594.
151. Kado DM, Browner WS, Palermo L, Nevitt MC, Genant HK, Cummings SR. Vertebral fractures and mortality in older women: a prospective study. *Arch Intern Med.* 1999;159(11):1215–1220.
152. Teng GG, Curtis JR, Saag KG. Mortality and osteoporotic fractures: is the link causal, and is it modifiable? *Clin Exp Rheumatol.* 2008;26(5 Suppl 51):S125-S137.
153. Kanis JA, Oden A, Johnell O, De Laet C, Jonsson B. Excess mortality after hospitalisation for vertebral fracture. *Osteoporos Int.* 2004;15(2):108–112.
154. Kim DY, Lee Y-K, Ha Y-C, Chang J-S, Jang S-M, Yoon H-K. Mortality after vertebral fracture in Korea: Analysis of the national claim registry. *Bone.* 2011;2(48):S189.
155. Melton 3rd, Achenbach SJ, Atkinson EJ, Therneau TM, Amin S. Long-term mortality following fractures at different skeletal sites: a population-based cohort study. *Osteoporos Int.* 2013;24(5):1689–1696.
156. Johnell O, Kanis JA, Jonsson B, Odén A, Johansson H, De Laet C. The burden of hospitalised fractures in Sweden. *Osteoporos Int.* 2005;16(2):222–228.
157. Leslie WD, Lix LM, Finlayson GS, Metge CJ, Morin SN, Majumdar SR. Direct healthcare costs for 5 years post-fracture in Canada. *Osteoporos Int.* 2013;24(5):1697–1705.
158. Burge R, Puleo E, Gehlbach S, Worley D, Klar J. Inpatient hospital and post-acute care for vertebral fractures in women. *Value Health.* 2002;5(4):301–311.
159. Panjabi MM, Takata K, Goel V, Federico D, Oxland T, Duranceau J, et al. Thoracic human vertebrae. Quantitative three-dimensional anatomy. *Spine.* 1991;16(8):888–901.
160. Maiman DJ, Pintar FA. Anatomy and clinical biomechanics of the thoracic spine. *Clin Neurosurg.* 1992;38:296–324.

161. Roussouly P, Gollogly S, Berthonnaud E, Dimnet J. Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position. *Spine*. 2005;30(3):346–353.
162. Boyle JJ, Milne N, Singer KP. Influence of age on cervicothoracic spinal curvature: an ex vivo radiographic survey. *Clin Biomech*. 2002;17(5):361–367.
163. Roussouly P, Pinheiro-Franco JL. Sagittal parameters of the spine: biomechanical approach. *Eur Spine J*. 2011;20(5):578.
164. Goh S, Price RI, Leedman PJ, Singer KP. The relative influence of vertebral body and intervertebral disc shape on thoracic kyphosis. *Clin Biomech*. 1999;14(7):439–448.
165. Masharawi Y, Salame K, Mirovsky Y, Peleg S, Dar G, Steinberg N, et al. Vertebral body shape variation in the thoracic and lumbar spine: characterization of its asymmetry and wedging. *Clin Anat*. 2008;21(1):46–54.
166. Zindrick MR, Wiltse LL, Doornik A, Widell EH, Knight GW, Patwardhan AG, et al. Analysis of the morphometric characteristics of the thoracic and lumbar pedicles. *Spine*. 1987;12(2):160–166.
167. Kunkel ME, Herkommer A, Reinehr M, Böckers TM, Wilke H-J. Morphometric analysis of the relationships between intervertebral disc and vertebral body heights: an anatomical and radiographic study of the human thoracic spine. *J Anat*. 2011;219(3):375–387.
168. Panjabi MM, O'holleran JD, Crisco JJ, Kothe R. Complexity of the thoracic spine pedicle anatomy. *Eur Spine J*. 1997;6(1):19–24.
169. White III AA, Hirsch C. The significance of the vertebral posterior elements in the mechanics of the thoracic spine. *Clin Orthop Relat Res*. 1971;81:2–14.
170. Panjabi MM, Oxland T, Takata K, Goel V, Duranceau J, Krag M. Articular facets of the human spine. Quantitative three-dimensional anatomy. *Spine*. 1993;18(10):1298–1310.
171. Masharawi Y, Rothschild B, Dar G, Peleg S, Robinson D, Been E, et al. Facet orientation in the thoracolumbar spine: three-dimensional anatomic and biomechanical analysis. *Spine*. 2004;29(16):1755–1763.
172. Singer KP, Breidahl PD, Day RE. Variations in zygapophyseal joint orientation and level of transition at the thoracolumbar junction. *Surg Radiol Anat*. 1988;10(4):291–295.
173. Myklebust JB, Pintar F, Yoganandan N, Cusick JF, Maiman D, Myers TJ, et al. Tensile strength of spinal ligaments. *Spine*. 1988;13(5):526–531.
174. Panjabi MM, Hausfeld JN, White AA. A biomechanical study of the ligamentous stability of the thoracic spine in man. *Acta Orthop Scand*. 1981;52(3):315–326.
175. Jiang H, Raso JV, Hill DL, Moreau MJ, Russell G, Bagnall KM. Quantitative morphology of the lateral ligaments of the spine: assessment of their importance in maintaining lateral stability. *Spine*. 1994;19(23):2676–2682.
176. Yoganandan N, Maiman DJ, Pintar FA, Bennett GJ, Larson SJ. Biomechanical effects of laminectomy on thoracic spine stability. *Neurosurgery*. 1993;32(4):604–610.

177. Singer K, Edmondston S, Day R, Breidahl P, Price R. Prediction of thoracic and lumbar vertebral body compressive strength: correlations with bone mineral density and vertebral region. *Bone*. 1995;17(2):167–174.
178. Panjabi MM, Brand Jr RA, White III AA. Three-dimensional flexibility and stiffness properties of the human thoracic spine. *J Biomech*. 1976;9(4):185–192.
179. Goodwin RR, James KS, Daniels AU, Dunn HK. Distraction and compression loads enhance spine torsional stiffness. *J Biomech*. 1994;27(8):1049–1057.
180. Panjabi MM, Goel V, Oxland T, Takata K, Duranceau J, Krag M, et al. Human lumbar vertebrae. Quantitative three-dimensional anatomy. *Spine*. 1992;17(3):299–306.
181. Ritzel H, Amling M, Pösl M, Hahn M, Delling G. The thickness of human vertebral cortical bone and its changes in aging and osteoporosis: A histomorphometric analysis of the complete spinal column from thirty-seven autopsy specimens. *J Bone Miner Res*. 1997;12(1):89–95.
182. Adams MA, Hutton WC. The effect of posture on the role of the apophysial joints in resisting intervertebral compressive forces. *J Bone Joint Surg Br*. 1980;62(3):358–362.
183. Parent S, Labelle H, Skalli W, de Guise J. Vertebral wedging characteristic changes in scoliotic spines. *Spine*. 2004;29(20):E455–E462.
184. Amonoo-Kuofi HS. Morphometric changes in the heights and anteroposterior diameters of the lumbar intervertebral discs with age. *J Anat*. 1991;175:159.
185. Heuer F, Schmidt H, Klezl Z, Claes L, Wilke H-J. Stepwise reduction of functional spinal structures increase range of motion and change lordosis angle. *J Biomech*. 2007;40(2):271–280.
186. Skrzypiec DM, Bishop NE, Klein A, Püschel K, Morlock MM, Huber G. Estimation of shear load sharing in moderately degenerated human lumbar spine. *J Biomech*. 2013;46(4):651–657.
187. Pintar FA, Yoganandan N, Myers T, Elhagediab A, Sances Jr A. Biomechanical properties of human lumbar spine ligaments. *J Biomech*. 1992;25(11):1351–1356.
188. Nachemson AL, Schultz AB, Berkson MH. Mechanical properties of human lumbar spine motion segments. Influence of age, sex, disc level, and degeneration. *Spine*. 1979;4(1):1–8.
189. Nachemson A. The load on lumbar disks in different positions of the body. *Clin Orthop Relat Res*. 1966;45:107–122.
190. Nachemson ALF, Morris JM. In vivo measurements of intradiscal pressure: discometry, a method for the determination of pressure in the lower lumbar discs. *JBJS*. 1964;46(5):1077–1092.
191. Nachemson AL, Andersson BJ, Schultz AB. Valsalva maneuver biomechanics. Effects on lumbar trunk loads of elevated intraabdominal pressures. *Spine*. 1986;11(5):476–479.

192. Nachemson A, Elfstrom G. Intravital dynamic pressure measurements in lumbar discs. *Scand J Rehabil Med.* 1970;2(suppl 1):1–40.
193. Wilke H-J, Rohlmann A. Forces on the spine. In: *Biomaterials for Spinal Surgery.* Elsevier; 2012. p. 114–143.
194. Wilke H-J, Neef P, Caimi M, Hoogland T, Claes LE. New in vivo measurements of pressures in the intervertebral disc in daily life. *Spine.* 1999;24(8):755–762.
195. Brinckmann P, Grootenboer H. Change of disc height, radial disc bulge, and intradiscal pressure from discectomy. An in vitro investigation on human lumbar discs. *Spine.* 1991;16(6):641–646.
196. Vaccaro AR, Lehman RA, Hurlbert RJ, Anderson PA, Harris M, Hedlund R, et al. A New Classification of Thoracolumbar Injuries: The Importance of Injury Morphology, the Integrity of the Posterior Ligamentous Complex, and Neurologic Status. *Spine.* 2005 Oct;30(20):2325–33.
197. Medici A, Meccariello L, Falzarano G. Non-operative vs. percutaneous stabilization in Magerl's A1 or A2 thoracolumbar spine fracture in adults: is it really advantageous for a good alignment of the spine? Preliminary data from a prospective study. *Eur Spine J.* 2014 Oct;23(S6):677–83.
198. Reinhold M, Knop C, Beisse R, Audigé L, Kandziora F, Pizanis A, et al. Operative treatment of 733 patients with acute thoracolumbar spinal injuries: comprehensive results from the second, prospective, internet-based multicenter study of the Spine Study Group of the German Association of Trauma Surgery. *Eur Spine J.* 2010 Oct;19(10):1657–76.
199. Mattei TA, Hanovnikian J, H. Dinh D. Progressive kyphotic deformity in comminuted burst fractures treated non-operatively: the Achilles tendon of the Thoracolumbar Injury Classification and Severity Score (TLICS). *Eur Spine J.* 2014 Nov;23(11):2255–62.
200. Kaul R, Chhabra HS, Vaccaro AR, Abel R, Tuli S, Shetty AP, et al. Reliability assessment of AOSpine thoracolumbar spine injury classification system and Thoracolumbar Injury Classification and Severity Score (TLICS) for thoracolumbar spine injuries: results of a multicentre study. *Eur Spine J.* 2017 May;26(5):1470–6.
201. Kepler CK, Vaccaro AR, Schroeder GD, Koerner JD, Vialle LR, Aarabi B, et al. The Thoracolumbar AOSpine Injury Score. *Glob Spine J.* 2016 Jun;6(4):329–34.
202. Schroeder GD, Vaccaro AR, Kepler CK, Koerner JD, Oner FC, Dvorak MF, et al. Establishing the Injury Severity of Thoracolumbar Trauma: Confirmation of the Hierarchical Structure of the AOSpine Thoracolumbar Spine Injury Classification System. *Spine.* 2015 Apr;40(8):E498–503.
203. Bailey CS, Urquhart JC, Dvorak MF, Nadeau M, Boyd MC, Thomas KC, et al. Orthosis versus no orthosis for the treatment of thoracolumbar burst fractures without neurologic injury: a multicenter prospective randomized equivalence trial. *Spine J.* 2014 Nov;14(11):2557–64.
204. Schnake KJ, Stavridis SI, Kandziora F. Five-year clinical and radiological results of combined anteroposterior stabilization of thoracolumbar fractures. *J Neurosurg Spine.* 2014 May;20(5):497–504.

205. Schroeder GD, Kepler CK, Koerner JD, Chapman JR, Bellabarba C, Oner FC, et al. Is there a regional difference in morphology interpretation of A3 and A4 fractures among different cultures? *J Neurosurg Spine*. 2016 Feb;24(2):332–9.
206. Gertzbein SD. Multicenter Spine Fracture Study: *Spine*. 1992 May;17(5):528–40.
207. Watson-Jones R. The results of postural reduction of fractures of the spine. *J Bone Jt Surg*. 1938;20(3):567–86.
208. Chance GQ. Note on a type of Flexion Fracture of the Spine. *Br J Radiol*. 1948 Sep;21(249):452–3.
209. Holdsworth F. Fractures, dislocations, and fracture-dislocations of the spine. *J Bone Joint Surg Am*. 1970 Dec;52(8):1534–51.
210. Mirza SK, Mirza AJ, Chapman JR, Anderson PA. Classifications of Thoracic and Lumbar Fractures: Rationale and Supporting Data. *JAAOS - J Am Acad Orthop Surg*. 2002 Oct;10(5):364–377.
211. Patel AA, Vaccaro AR. Thoracolumbar Spine Trauma Classification. *JAAOS - J Am Acad Orthop Surg*. 2010 Feb;18(2):63–71.
212. Kelly RP, Whitesides TE. Treatment of lumbodorsal fracture-dislocations. *Ann Surg*. 1968 May;167(5):705–17.
213. Vaccaro AR, Schroeder GD, Kepler CK, Cumhur Oner F, Vialle LR, Kandziora F, et al. The surgical algorithm for the AOSpine thoracolumbar spine injury classification system. *Eur Spine J*. 2016 Apr;25(4):1087–94.
214. Oner F, Ramos L, Simmermacher R, Kingma P, Diekerhof C, Dhert W, et al. Classification of thoracic and lumbar spine fractures: problems of reproducibility: A study of 53 patients using CT and MRI. *Eur Spine J*. 2002 Jun;11(3):235–45.
215. Wood KB. Assessment of two thoracolumbar fracture classification systems as used by multiple surgeons. *J Bone Jt Surg Am*. 2005 Jul 1;87(7):1423.
216. McAfee PC, Yuan HA, Fredrickson BE, Lubicky JP. The value of computed tomography in thoracolumbar fractures. *J Bone Jt Surg Am*. 1983;65(4):461–473.
217. Ferguson RL, Allen JB. A mechanistic classification of thoracolumbar spine fractures. *Clin Orthop*. 1984;(189):77–88.
218. Aebi M. Classification of thoracolumbar fractures and dislocations. *Eur Spine J*. 2010;19(1):2–7.
219. Vaccaro AR, Baron EM, Sanfilippo J, Jacoby S, Steuve J, Grossman E, et al. Reliability of a novel classification system for thoracolumbar injuries: the Thoracolumbar Injury Severity Score. *Spine*. 2006 May;31(Supplement):S62–9.
220. Joaquim AF, Fernandes YB, Cavalcante RAC, Fragoso RM, Honorato DC, Patel AA. Evaluation of the Thoracolumbar Injury Classification System in thoracic and lumbar spinal trauma. *Spine*. 2011 Jan;36(1):33–6.

221. Savage JW, Moore TA, Arnold PM, Thakur N, Hsu WK, Patel AA, et al. The reliability and validity of the thoracolumbar injury classification system in pediatric spine trauma. *Spine*. 2015;40(18):E1014–E1018.
222. Schroeder GD, Kepler CK, Koerner JD, Oner FC, Fehlings MG, Aarabi B, et al. A worldwide analysis of the reliability and perceived importance of an injury to the posterior ligamentous complex in AO type A fractures. *Glob Spine J*. 2015 Oct;5(5):378–82.
223. Schnake KJ. Expert’s comment concerning Grand Rounds case entitled “Progressive kyphotic deformity in comminuted burst fractures treated non-operatively: the Achilles tendon of the Thoracolumbar Injury Classification and Severity Score (TLICS)” (T.A. Mattei, J. Hanovnikian, D. Dinh). *Eur Spine J*. 2014 Nov;23(11):2263–4.
224. Schnake KJ, Stavridis SI, Krampe S, Kandziora F. Additional anterior plating enhances fusion in anteroposteriorly stabilized thoracolumbar fractures. *Injury*. 2014;45(4):792–798.
225. Wood KB, Buttermann GR, Phukan R, Harrod CC, Mehbod A, Shannon B, et al. Operative compared with nonoperative treatment of a thoracolumbar burst fracture without neurological deficit: a prospective randomized study with follow-up at sixteen to twenty-two years. *J Bone Jt Surg*. 2015 Jan;97(1):3–9.
226. Joaquim AF, Daubs MD, Lawrence BD, Brodke DS, Cendes F, Tedeschi H, et al. Retrospective evaluation of the validity of the Thoracolumbar Injury Classification System in 458 consecutively treated patients. *Spine J*. 2013 Dec;13(12):1760–5.
227. Kepler CK, Vaccaro AR, Koerner JD, Dvorak MF, Kandziora F, Rajasekaran S, et al. Reliability analysis of the AOSpine thoracolumbar spine injury classification system by a worldwide group of naïve spinal surgeons. *Eur Spine J*. 2016 Apr;25(4):1082–6.
228. Sadiqi S, Oner FC, Dvorak MF, Aarabi B, Schroeder GD, Vaccaro AR. The influence of spine surgeons’ experience on the classification and intraobserver reliability of the novel AOSpine Thoracolumbar Spine Injury Classification System: An international study. *Spine*. 2015 Dec;40(23):E1250–6.
229. Schroeder GD, Kepler CK, Koerner JD, Oner FC, Fehlings MG, Aarabi B, et al. Can a thoracolumbar injury severity score be uniformly applied from T1 to L5 or are modifications necessary? *Glob Spine J*. 2015;5(4):339-345.
230. Urrutia J, Zamora T, Yurac R, Campos M, Palma J, Mobarec S, et al. An independent interobserver reliability and intraobserver reproducibility evaluation of the new AOSpine Thoracolumbar Spine Injury Classification System. *Spine*. 2015 Jan;40(1):E54–8.
231. Azimi P, Mohammadi H, Azhari S, Alizadeh P, Montazeri A. The AOSpine thoracolumbar spine injury classification system: A reliability and agreement study. *Asian J Neurosurg*. 2015;10(4):282.
232. Sadiqi S, Verlaan J-J, Lehr AM, Chapman JR, Dvorak MF, Kandziora F, et al. Measurement of kyphosis and vertebral body height loss in traumatic spine fractures: an international study. *Eur Spine J*. 2017 May;26(5):1483–91.
233. Raja Rampersaud Y, Fisher C, Wilsey J, Arnold P, Anand N, Bono CM, et al. Agreement between orthopedic surgeons and neurosurgeons regarding a new algorithm for the

- treatment of thoracolumbar injuries: a multicenter reliability study. *J Spinal Disord Tech.* 2006 Oct;19(7):477–82.
234. Patel AA, Vaccaro AR, Albert TJ, Hilibrand AS, Harrop JS, Anderson DG, et al. The adoption of a new classification system: time-dependent variation in interobserver reliability of the Thoracolumbar Injury Severity Score Classification System. *Spine.* 2007 Feb;32(3):E105–10.
235. An Z, Zhu Y, Wang G, Wei H, Dong L. Is the Thoracolumbar AOSpine Injury Score superior to the Thoracolumbar Injury Classification and severity score for guiding the treatment strategy of thoracolumbar spine injuries? *World Neurosurg.* 2020 Feb;S1878875020302783.
236. Siebenga J, Leferink VJM, Segers MJM, Elzinga MJ, Bakker FC, Haarman HJ et al. Treatment of traumatic thoracolumbar spine fractures: a multicenter prospective randomized study of operative versus nonsurgical treatment. *Spine (Phila Pa 1976).* 2006 Dec;31(25):2881–90.
237. Rometsch E, Spruit M, Härtl R, McGuire RA, Gallo-Kopf BS, Kalampoki V, et al. Does operative or nonoperative treatment achieve better results in A3 and A4 spinal fractures without neurological deficit? Systematic literature review with meta-analysis. *Glob Spine J.* 2017 Jun;7(4):350–72.
238. Rajasekaran S, Vaccaro AR, Kanna RM, Schroeder GD, Oner FC, Vialle L, et al. The value of CT and MRI in the classification and surgical decision-making among spine surgeons in thoracolumbar spinal injuries. *Eur Spine J.* 2017 May;26(5):1463–9.
239. Joaquim AF, Ghizoni E, Tedeschi H, Batista UC, Patel AA. Clinical results of patients with thoracolumbar spine trauma treated according to the Thoracolumbar Injury Classification and Severity Score. *J Neurosurg Spine.* 2014 May;20(5):562–7.
240. Joaquim AF, Lawrence B, Daubs M, Brodke D, Tedeschi H, Vaccaro AR, et al. Measuring the impact of the Thoracolumbar Injury Classification and Severity Score among 458 consecutively treated patients. *J Spinal Cord Med.* 2014 Jan;37(1):101–6.