

Caracterización de pacientes con Fracturas Tóracolumbares en un hospital de alta complejidad

Juan Felipe Peláez Pérez¹, Oscar Villada Ochoa², Carlos Alberto Ruiz Castaño³

1. Residente de 5 año de Neurocirugía, Universidad de Antioquia.
2. Médico, Epidemiólogo, Hospital Universitario San Vicente Fundación.
3. Neurocirujano, Docente de Neurocirugía Universidad de Antioquia, Hospital Universitario San Vicente Fundación.

Contacto del autor: Juan Felipe Peláez Pérez – juanfelipepp@hotmail.com

RESUMEN

Introducción: Las Fracturas de la columna tóracolumbar ocurren en aproximadamente el 7% de todos los pacientes con traumatismo cerrado y comprenden entre 50% y 90% del total las fracturas traumáticas de la columna vertebral en Estados Unidos. Es una condición devastadora a la cual se asocia una morbilidad significativa, discapacidad persistente, dependencia, estrés psicológico y carga financiera. La estrategia de tratamiento, es un tema controversial que va desde el tratamiento no operatorio hasta la estabilización quirúrgica vía anterior, posterior o combinada. El adecuado tratamiento y estabilización de la columna, impacta en el pronóstico y estado neurológico de este tipo de pacientes.

Objetivo: Caracterizar los tipos de fracturas tóracolumbares traumáticas, su morfología, clasificación, estado neurológico y tratamiento en pacientes atendidos en un hospital de alta complejidad.

Materiales y métodos: Se realizó un estudio observacional descriptivo longitudinal de una cohorte retrospectiva de pacientes con fracturas tóracolumbares de etiología traumática que se atendieron en un hospital de alto nivel de complejidad de la ciudad de Medellín, Colombia entre enero de 2018 y diciembre de 2020.

Resultados: De un total de 112 casos operados, 63 pacientes cumplieron con los criterios de inclusión del estudio. Las características demográficas mostraron que: 73% fueron hombres; la edad promedio fue 41,6 años; la causa más frecuente del trauma fue caída de altura con un 66,7%. Con respecto a la morfología de la fractura, las lesiones tipo B2 y la unión toracolumbar fueron las más frecuentemente llevadas a cirugía. Respecto a la decisión de tratamiento según las clasificaciones de las que se dispone, se encontró que las fracturas tipo B y C tuvieron puntaje mayor a 5 por el sistema TLICS y mayor de 6 por el sistema TL AOSIS, validando la utilidad de estas clasificaciones. Según la clasificación de la DGOU, el 55,6% de los pacientes tuvieron trastorno de la alineación (MM1); respecto al MM2, el 46% de las fracturas presentaron 1/3 de conminución del cuerpo vertebral, el 36,5% conminución de 2/3 y el 17,5% tuvieron 3/3 de conminución del cuerpo vertebral; el 87,3% de los pacientes se les encontró algún grado de estenosis del canal medular (MM3), de los cuales, el 41,8% presentaron estenosis del canal medular mayor al 50%; se encontró lesión del disco intervertebral (MM4) asociado a la fractura en el 58,7%. En cuanto a la LSC (McCormack), se encontró que el 47,6%, tuvieron puntajes mayores a 7, de los cuales, el 83,3% se les realizó instrumentación larga. Los pacientes que presentaron puntaje entre 3 a 6 fueron el 52,4%, de los cuales, el 24,2% del total se les realizó instrumentación larga. El 19% de los pacientes requirieron corpectomía por abordaje posterior (reconstrucción de la columna anterior) más fijación transpedicular, siendo L1 el nivel más frecuente. La mayoría requirieron instrumentación larga (52,4%), siendo el segmento T10 a L2 el más comprometido. Con respecto a los abordajes quirúrgicos, la vía posterior se utilizó en el 81% de los casos, el abordaje combinado en el 19% de los casos. Se evidenció por tomografía un total de 223 tornillos, de los cuales estuvieron mal posicionados el 29,6%, pero solo el 3% requirieron reintervención para reacomodación de los implantes. La mayoría de los pacientes de esta serie conservaron su estado de ASIA con respecto al estado prequirúrgico. Las complicaciones infecciosas del sitio quirúrgico se presentaron en el 9,5%, sin embargo en ningún caso se requirió retiro del material.

Conclusiones: De acuerdo con este estudio se evidenció que las fracturas tipo B2 de la unión toracolumbar (T11 a L2) representa la indicación más frecuente

para realizar un procedimiento quirúrgico y el uso de las clasificaciones TLICS y TL AOSIS tienen una adecuada reproducibilidad frente a la toma de decisiones. Este trabajo confirma que el abordaje posterior para realizar la instrumentación sigue siendo la primera elección en la mayoría de los casos. No podemos hacer una recomendación específica sobre el número de niveles a fijar ya que se registró una gran variabilidad entre pacientes. Llama la atención que solo dos pacientes requirieron reintervención para la reacomodación de los implantes por mal posicionamiento.

Palabras claves:

Fracturas tóracolumbares, trauma, columna, clasificación, abordaje quirúrgico.

INTRODUCCIÓN

Las Fracturas de la columna tóracolumbar ocurren en aproximadamente el 7% de todos los pacientes con traumatismo cerrado y comprenden del 50% al 90% de las 160.000 fracturas traumáticas de la columna vertebral en Estados Unidos (1,2,3,4,5). La atención a largo plazo de pacientes con discapacidad persistente después de una fractura tóracolumbar, representa una carga importante para los recursos de salud de la sociedad (1,2,4,5,6).

La lesión medular traumática de la columna tóracolumbar es un importante problema de salud que afecta a miles de personas anualmente en todo el mundo. La prevalencia global ha aumentado en los últimos 30 años, y oscila entre 236 y 1298 pacientes por millón en diferentes países (7). Afecta a más de 280.000 individuos en los Estados Unidos (8). Es una condición devastadora a la cual se asocia una morbilidad significativa, discapacidad persistente, dependencia, estrés psicológico y carga financiera (9).

La tasa de mortalidad es uno de los indicadores más importantes en la carga económica y social de una enfermedad. Trastornos cardiovasculares, infecciosos y respiratorios tienen un papel importante en la mortalidad de pacientes con lesión medular tóracolumbar. Sin embargo, los avances en la atención médica han llevado a una tasa más baja de mortalidad en el siglo XXI (10,11).

La clasificación de las lesiones espinales es un desafío continuo. Desde la primera clasificación, propuesta por Watson-Jones (12) en 1938, se han realizado importantes esfuerzos para diseñar un esquema ideal que sea válido y fiable. A pesar de que se han desarrollado varios sistemas de clasificación, ninguno es universalmente aceptado (13,14).

La estrategia de tratamiento para las fracturas vertebrales tóracolumbares, en especial las de la unión tóracolumbar, es un tema controversial que va desde el tratamiento no quirúrgico hasta la estabilización quirúrgica vía anterior, posterior o combinada. El adecuado tratamiento y estabilización de la columna, impacta en el pronóstico y estado neurológico de este tipo de pacientes (15).

Por ello, es nuestro interés caracterizar los tipos de fracturas tóracolumbares traumáticas, su morfología, clasificación, estado neurológico y tratamiento, en pacientes atendidos en un hospital de alta complejidad de la ciudad de Medellín, Colombia.

MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional descriptivo longitudinal de una cohorte retrospectiva de pacientes con fracturas tóracolumbares de etiología traumática, que se atendieron en un hospital de alto nivel de complejidad de la ciudad de Medellín, Colombia (Hospital Universitario San Vicente Fundación) entre enero de 2018 y diciembre de 2020.

Previa aprobación por el comité de ética de investigación del hospital, se solicitaron a registros médicos, el listado de pacientes atendidos en el hospital por Fracturas Tóracolumbares con CIE 10 y CUPS predefinida para el estudio, la cual fue revisada por los participantes encargados de la recolección de los datos. Una vez obtenido el listado de pacientes, los investigadores revisaron las historias clínicas electrónicas que reposan en el aplicativo SAP. Se extrajo información tanto del ingreso, evolución, como de las descripciones quirúrgicas, resultados de imagenología, notas de egreso y seguimiento por consulta externa. La información se consolidó en una base de datos prediseñada por los investigadores para el estudio. Se incluyeron los pacientes atendidos en dicho hospital con fracturas tóracolumbares traumáticas, lesión medular completa e

incompleta y mayores de 18 años de edad. Se excluyeron los registros médicos de los cuales la información no pudo ser extraída por tener una historia clínica incompleta.

Se estudiaron variables demográficas (edad, género, mecanismo del trauma), morfología de la fractura, vértebras comprometidas, días de hospitalización, Thoracolumbar Injury Classification and Severity Score (TLICS, por sus siglas en inglés), Thoracolumbar AOSpine Injury Score (TL AOSIS, por sus siglas en inglés), trastorno en la alineación, conminución del cuerpo vertebral, estenosis del canal medular, lesión del disco intervertebral, abordaje quirúrgico anterior, posterior y combinado, clasificación de McCormack, tipo de instrumentación (larga, corta), posición de los tornillos (transpediculares, mediales, laterales), estado neurológico al ingreso y posquirúrgico, ASIA al ingreso y posquirúrgico.

Las fracturas vertebrales se dividieron en tres grupos, según su región anatómica: segmento torácico de T1 a T9 (incluyendo la lesión T9 / T10), segmento toracolumbar de T10 a L2 (incluyendo L2 / L3 y excluyendo T9 / T10) y segmento lumbar de L3 a L5 (excluyendo nivel L2 / L3).

No se calcula tamaño de muestra ya que se incluyó el total de pacientes atendidos en el periodo a estudiar y que cumplieron los criterios de elegibilidad. Para el procesamiento y análisis de la información se utilizó el paquete estadístico SPSS V.21.

Para la descripción de las características demográficas, clínicas, radiológicas y quirúrgicas de los pacientes, se realizó un análisis univariado en el que se reportaron frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas.

Las variables cuantitativas, se reportaron según media aritmética (promedio) con su respectiva desviación estándar, ya que cumplieron con el supuesto de distribución normal.

Se realizó un análisis bivariado, en el cual se compararon el segmento espinal comprometido, la vértebra fracturada, y su morfología, las diferentes clasificaciones de las fracturas, extensión de la instrumentación y estado neurológico al ingreso y posquirúrgico.

El proyecto se acoge a las normas bioéticas nacionales e internacionales para la investigación en seres humanos según la Declaración de Helsinki, las pautas éticas para la investigación biomédica del Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS), el código de Núremberg y el

informe de Belmont. Según el artículo 11 punto A de la resolución 008430 de 1993 y la resolución 2378 de 2008 del Ministerio de la Protección Social de Colombia, el estudio se clasifica como investigación sin riesgo para el paciente, debido a que los datos se obtuvieron de fuentes secundarias. El proyecto fue aprobado por el Comité de Ética de la Investigación de la Fundación Hospitalaria San Vicente de Paul antes de su ejecución.

RESULTADOS

Durante el periodo de estudio ingresaron al HUSVF un total de 112 pacientes, de los cuales se pudieron incluir en este estudio 63 (56%) pacientes, por tener registros completos y cumplir criterios de inclusión. La muestra incluyó pacientes entre 18-81 años, edad promedio $41,6 \pm 14,2$ años, la mayor proporción fueron hombres y la mayor causa de fractura tóracolumbar fueron por caída de altura, seguida del accidente de tránsito. Las características sociodemográficas y nivel espinal comprometido de los pacientes con fracturas tóracolumbares se muestran en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Características sociodemográficas y nivel espinal comprometido de los pacientes con fracturas tóracolumbares

Características sociodemográficas y nivel espinal		
Variables	n	%
Edad, años (Media \pm DE)	41,6 \pm 14,2	
Género, masculino, n(%)	46	73
Mecanismo de trauma, n(%)		
Caída	42	66,7
Accidente tránsito	17	27,0
Trauma	3	4,8
Agresión	1	1,6
Morfología, n(%)		
A2	2	3,2
A3	7	11,1
A4	5	7,9
B1	11	17,5
B2	26	41,3

C	12	19,0
Vértebra comprometida, n(%)		
L5-S1	1	1,6
L4	1	1,6
L2-L3	5	7,9
L2	6	9,5
L1-L2	16	25,4
L1	12	19,0
T12-L1	1	1,6
T12	1	1,6
T11-T12	2	3,2
T11	2	3,2
T10-T11	2	3,2
T9-T10	2	3,2
T9	2	3,2
T8-T9	1	1,6
T7-T8	1	1,6
T6-T7	1	1,6
T6	2	3,2
T5-T6	1	1,6
T4-T5	3	4,8
T3-T4	1	1,6
Segmento vertebral comprometido, n(%)		
Torácico: T1 -T9	14	22,2
Tóracolumbar: T10 - L2	47	74,6
Lumbar: L3 - L5	2	3,2
Días de hospitalización (Media ± DE)	16,6 ±14,5	

DE: Desviación estándar

Con respecto a las clasificaciones para definir entre el manejo conservador y quirúrgico de las fracturas, se evaluaron varios puntajes. Se comparó el TLICS con la morfología de la vértebra fracturada, evidenciando que todas fracturas tipo B y C tuvieron puntaje mayor a 5 por TLICS, que según esquema sugiere indicación quirúrgica. El segmento espinal que mas requirió cirugía fue la unión tóracolumbar en el 76,6%% y el nivel espinal comprometido con mayor frecuencia fue L1-L2. La **Tabla 2** muestra de forma comparativa el TLICS, el segmento espinal comprometido, la vértebra fracturada y la morfología de la fractura.

Tabla 2. Comparación entre el TLICS, segmento espinal comprometido, vértebra fracturada y morfología de la fractura

TLICS y Vértebra fracturada				
Vértebra	TLICS			Total
	<=3	4	>=5	
L1	7 (58,3%)	0	5 (41.7)	12
L1-L2	0	0	16 (100%)	16
L2	3 (50%)	1 (16,6%)	2 (33,3%)	6
L2-L3	0	0	5 (100%)	5
L4	0	0	1 (100%)	1
L5-S1	0	0	1 (100%)	1
T10-T11	0	0	2 (100%)	2
T11	0	0	2 (100%)	2
T11-T12	0	0	2 (100%)	2
T12	0	0	1 (100%)	1
T12-L1	0	0	1 (100%)	1
T3-T4	0	0	1 (100%)	1
T4-T5	0	0	3 (100%)	3
T5-T6	0	0	1 (100%)	1
T6	1 (50%)	0	1 (50%)	2
T6-T7	0	0	1 (100%)	1
T7-T8	0	0	1 (100%)	1
T8-T9	0	0	1 (100%)	1
T9	0	0	2 (100%)	2
T9-T10	0	0	2 (100%)	2
Total	11	1	51	63
TLICS y Segmento espinal comprometido				
Segmentos espinales	TLICS			Total
	<=3	4	>=5	
Torácico: T1 -T9	1 (7,1%)	0	13 (92,9%)	14
Tóracolumbar: T10 – L2	10 (21,3%)	1 (2,1%)	36 (76,6%)	47
Lumbar: L3-L5	0	0	2 (100%)	2
Total	11	1	51	63
TLICS y Morfología de la fractura				
Morfología	TLICS			Total
	<=3	4	>=5	
A2	2 (100%)	0	0	2
A3	5 (71,4%)	1 (14,2%)	1 (14,2%)	7
A4	4 (80%)	0	1 (20%)	5
B1	0	0	11 (100%)	11
B2	0	0	26 (100%)	26
C	0	0	12 (100%)	12
Total	11	1	51	63

TLICS: Thoracolumbar Injury Classification and Severity Score

Se comparó el TL AOSIS con la morfología de la vértebra fracturada, evidenciando que la mayoría (63,6%) de fracturas tipo B1 y todas la fracturas tipo B2 y C tuvieron puntaje mayor a 6 por TL AOSIS, sugiriendo según esquema indicación quirúrgica. El segmento espinal que mas requirió cirugía fue la unión tóracolumbar en el 68,1% y el nivel espinal comprometido con mayor frecuencia fue L1-L2. La **Tabla 3** muestra de forma comparativa el TL AOSIS, la vértebra fracturada y la morfología de la fractura.

Tabla 3. Comparación entre el TL AOSIS, segmento espinal comprometido, vértebra fracturada y morfología de la fractura

TL AOSIS y Vértebra fracturada				
Vértebra	TL AOSIS			Total
	<=3	4-5	>=6	
L1	4 (33,3%)	4 (33,3%)	4 (33,3%)	12
L1-L2	0	0	16 (100%)	16
L2	3 (50%)	2 (33,3%)	1 (16,7%)	6
L2-L3	0	0	5 (100%)	5
L4	0	0	1 (100%)	1
L5-S1	0	0	1 (100%)	1
T10-T11	0	0	2 (100%)	2
T11	0	1 (50%)	1 (50%)	2
T11-T12	0	0	2 (100%)	2
T12	0	1 (100%)	0	1
T12-L1	0	0	1 (100%)	1
T3-T4	0	0	1 (100%)	1
T4-T5	0	0	3 (100%)	3
T5-T6	0	0	1 (100%)	1
T6	0	1 (50%)	1 (50%)	2
T6-T7	0	0	1 (100%)	1
T7-T8	0	0	1 (100%)	1
T8-T9	0	0	1 (100%)	1
T9	0	0	2 (100%)	2
T9-T10	0	0	2 (100%)	2
Total	7	9	47	63
TL AOSIS y Segmento espinal comprometido				
Segmentos espinales	TL AOSIS			Total
	<=3	4-5	>=6	
Torácico: T1 -T9	0	1 (7,1%)	13 (92,9%)	14
Tóracolumbar: T10 – L2	7 (14,9%)	8 (17%)	32 (68,1%)	47
Lumbar: L3-L5	0	0	2 (100%)	2
Total	7	9	47	63
TL AOSIS y Morfología de la fractura				

Morfología	TLAOSIS			Total
	<=3	4-5	>=6	
A2	2 (100%)	0	0	2
A3	5 (71,4%)	1 (14,3%)	1 (14,3%)	7
A4	0	4 (80%)	1 (20%)	5
B1	0	4 (36,4%)	7 (63,6%)	11
B2	0	0	26 (100%)	26
C	0	0	12 (100%)	12
Total	7	9	47	63

TL AOSIS: Thoracolumbar AOSpine Injury Score

De acuerdo a las recientes recomendaciones de la Sociedad Alemana de Ortopedia y Trauma (DGOU, por sus siglas en inglés) para el tratamiento quirúrgico de las fracturas tóracolumbares, según modificadores morfológicos (MM), en nuestro estudio el 55,6% de los pacientes tuvieron trastorno de la alineación (MM1); respecto al MM2, el 46% de las fracturas presentaron 1/3 de conminución del cuerpo vertebral, el 36,5% conminución de 2/3 y el 17,5% tuvieron 3/3 de conminución del cuerpo vertebral; el 87,3% de los pacientes se les encontró algún grado de estenosis del canal medular (MM3), de los cuales, el 41,8% presentaron estenosis del canal medular mayor al 50%; se encontró lesión del disco intervertebral (MM4) asociado a la fractura en el 58,7%.

En cuanto a la LSC (Load Sharing Classification/McCormack), se encontró que el 47,6%, tuvieron puntajes mayores a 7, de los cuales, el 83,3% requirieron instrumentación larga. Los pacientes que presentaron puntaje entre 3 a 6 fueron el 52,4%, de los cuales, el 24,2% del total requirieron instrumentación larga. El 19% de los pacientes requirieron corpectomía por abordaje posterior (reconstrucción de la columna anterior) mas fijación transpedicular, siendo L1 el nivel mas frecuente.

La mayoría de pacientes con fracturas tóracolumbares requirieron cirugía de columna con instrumentación larga (52,4%), siendo el segmento T10 a L2 el mas comprometido; en total 47 pacientes se localizaron en alguno de estos niveles. No hay una definición única de la unión tóracolumbar, sin embargo la mayoría de reportes la localizan en ese segmento. Con respecto, a la morfología de la vértebra fracturada, la mayoría de las fracturas tipo B2 (61,5%) y el total de las fracturas tipo C, requirieron instrumentación larga, comparado con las fracturas tipo B1, las cuales requirieron en su mayoría (81,8%) instrumentación corta. La

Tabla 4 muestra la vértebra fracturada y su morfología, en relación con la instrumentación requerida.

Se evidenció que la vértebra fracturada se instrumentó en el 36,5% (1 tornillo en el 34,8% y 2 tornillos en el 65,2%).

Respecto a los abordajes quirúrgicos, la vía posterior se utilizó en el 81% de los casos, el abordaje combinado en el 19% de los casos. En ningún caso se utilizó como abordaje quirúrgico único la vía anterior. Se realizó cirugía de columna mínimamente invasiva percutánea en el 7,9%.

Se les realizó TAC (tomografía axial computarizada) de columna posquirúrgico del segmento espinal instrumentado al 50,8% de los pacientes, evaluándose un total de 223 tornillos, de los cuales el 70,4% fueron transpediculares, el 16,6% tornillos mediales y el 13% tornillos laterales. Los tornillos mal posicionados fueron el 29,6%; de estos últimos, el 3% requirieron reacomodación, que fueron 2 tornillos en diferentes pacientes, debido a déficit neurológico posquirúrgico.

Tabla 4. Vértebra fracturada y su morfología, en relación con la instrumentación requerida

Instrumentación y Vértebra fracturada			
Vértebra	Instrumentación		Total
	Larga	Corta	
L1	3 (25%)	9 (75%)	12
L1-L2	10 (62,5%)	6 (37,5%)	16
L2	0	6 (100%)	6
L2-L3	2 (40%)	3 (60%)	5
L4	0	1 (100%)	1
L5-S1	0	1 (100%)	1
T10-T11	2 (100%)	0	2
T11	2 (100%)	0	2
T11-T12	2 (100%)	0	2
T12	0	1 (100%)	1
T12-L1	1 (100%)	0	1
T3-T4	1 (100%)	0	1
T4-T5	3 (100%)	0	3
T5-T6	1 (100%)	0	1
T6	1 (50%)	1 (50%)	2
T6-T7	1 (100%)	0	1
T7-T8	1 (100%)	0	1
T8-T9	1 (100%)	0	1

T9	0	2 (100%)	2
T9-T10	2 (100%)	0	2
Total	33	30	63
Instrumentación y Segmento espinal comprometido			
Segmentos espinales	Instrumentación		Total
	Larga	Corta	
Torácico: T1 - T9	11 (78,6%)	3 (21,4%)	14
Tóracolumbar: T10 – L2	22 (46,8%)	25 (53,2%)	47
Lumbar: L3-L5	0	2 (100%)	2
Total	33	30	63
Instrumentación y Morfología de la fractura			
Morfología	Instrumentación		Total
	Larga	Corta	
A2	0	2 (100%)	2
A3	1 (14,2%)	6 (85,7%)	7
A4	2 (40%)	3 (60%)	5
B1	2 (18,2%)	9 (81,8)	11
B2	16 (61,5%)	10 (38,5%)	26
C	12(100%)	0	12
Total	33	30	63

Los pacientes que ingresaron con estado neurológico intacto (N0) (54%) fueron los mas frecuentes. La mayoría de los pacientes de esta serie conservaron su estado neurológico con respecto al estado prequirúrgico. La **Tabla 4** muestra de forma comparativa el estado neurológico al ingreso y posquirúrgico, además la relación con la morfología de la fractura.

Tabla 5. Estado neurológico al ingreso y posquirúrgico, además la relación con la morfología de la fractura

Estado neurológico al Ingreso y Posquirúrgico				
Estado neurológico	Ingreso		Posquirúrgico	
	n	%	n	%
N0	34	54,0	39	61,9
N1	1	1,6	0,0	0,0
N2	4	6,3	3	4,8
N3	13	20,6	11	17,5
N4	11	17,5	10	15,9
Total	63	100,0	63	100,0
Morfología y Estado neurológico posquirúrgico				
Morfología	Estado neurológico posquirúrgico			
	N0	N2	N3	N4
A2	2 (5,1%)	0	0	0

A3	6 (15,4%)	0	1 (9,1%)	0
A4	5 (12,9%)	0	0	0
B1	9 (23%)	0	2 (18,2)	0
B2	14 (35,9%)	3 (100%)	6 (54,5%)	3 (30%)
C	3 (7,7%)	0	2 (18,2%)	7 (70%)
Total	39	3	11	10

Los pacientes que ingresaron con escala de la American Spinal Injury Association (ASIA, por sus siglas en inglés) E (47,6%) fueron los mas frecuentes. La mayoría de los pacientes de esta serie conservaron su estado de ASIA con respecto al estado prequirúrgico. Según la morfología de la lesión, la mayoría de fracturas tipo B tuvieron ASIA D y E posquirúrgico. La **Tabla 5** muestra de forma comparativa la clasificación ASIA al ingreso y posquirúrgica, además la relación con la morfología de la fractura.

Tabla 6. Clasificación ASIA al ingreso y posquirúrgica, además la relación con la morfología de la fractura

ASIA al ingreso y Posquirúrgico					
ASIA	Ingreso		Posquirúrgico		
	n	%	n	%	
A	11	17,5	11	17,5	
B	2	3,2	1	1,6	
C	1	1,6	2	3,2	
D	6	9,5	7	11,1	
E	30	47,6	29	46,0	
Total	63	100,0	63	100,0	
ASIA Posquirúrgico y Morfología de la fractura					
Morfología	ASIA posquirúrgico				
	A	B	C	D	E
A2	0	0	0	0	1 (3,4%)
A3	0	0	0	1 (14,3%)	4 (13,8%)
A4	1 (9,1%)	0	0	0	3 (10,3%)
B1	0	0	0	2 (28,6%)	7 (24,1%)
B2	3 (27,3)	0	1 (50%)	4 (57,1%)	12 (41,4)
C	7 (63,4%)	1 (100%)	1 (50%)	0	2 (6,9%)
Total	11	1	2	7	29

ASIA: American Spinal Injury Association

Las complicaciones infecciosas del sitio quirúrgico se presentaron en el 9,5%, de los cuales, ninguno requirió retiro del material de osteosíntesis.

DISCUSIÓN

Las características sociodemográficas encontradas en nuestro estudio tuvieron un comportamiento similar a las cifras epidemiológicas a nivel mundial. El 76% de nuestros pacientes eran de sexo masculino, la edad promedio fue de 41,6 años, la estancia de hospitalización promedio fue de 16,6 días y respecto al mecanismo de la fractura, la causa mas frecuente fue por caída de altura en el 66,7%, seguida del accidente de tránsito en el 27%. Hallazgos que se relacionan con el estudio de Muratore y cols. (16) en donde 71,3% fueron hombres, la edad promedio fue de 47,8% años, la etiología de la fractura en su mayoría fue secundaria a caída de altura. Sin embargo, en cuanto al mecanismo de la fractura, Katsuura y cols. (4) en su metaanálisis, concluyen que la causa más frecuente de fracturas son los accidentes de tránsito en el 36,7%, seguidos de las caídas desde alturas con el 31,7%.

Las fracturas traumáticas de la columna tóracolumbar, especialmente la unión tóracolumbar (T10-L2), son las fracturas más comunes de la columna vertebral (17). Esto es explicado debido a que este segmento espinal es biomecánicamente propenso a lesionarse, ya que marca la transición de la columna torácica rígida a la columna lumbar flexible. No hay una definición única de la unión tóracolumbar, sin embargo la mayoría de reportes la localizan en el segmento T10- L2. Por lo tanto decidimos analizar este segmento de manera mas exhaustiva, teniendo en cuenta que el segmento vertebral mas comprometido en nuestro estudio fue la unión tóracolumbar con un 74,6% del total de pacientes (5,6,18).

La vertebra fracturada mas frecuente fue L1 y según la morfología de la fractura, las tipo B2 fueron las mas comunes, presentándose en el 41,3%, seguidas de las tipo C en el 19%; resultados similares encontrados en el estudio de Muratore y cols. (16) publicado en el 2020, donde la unión tóracolumbar fue el segmento mas comprometido en el 70,3%, la vertebra fracturada más común fue L1 en un 34,4%, sin embargo, los autores reportan que las fracturas tipo A3 se presentaron en el 19,8%, siendo las mas frecuentes, seguidas de las tipo B2 en un 17,8%, esto último difiere de nuestros resultados.

Respecto a la decisión de tratamiento según las clasificaciones de las que se dispone, se encontró que las fracturas tipo B y C tuvieron puntaje mayor a 5 por sistema TLICS, que según esquema sugieren indicación quirúrgica. El segmento espinal que más requirió cirugía fue la unión tóracolumbar en el 76,6% y el nivel espinal comprometido con mayor frecuencia fue L1-L2.

En cuanto al sistema TL AOSIS, se encontró que el segmento espinal que más requirió cirugía fue la unión tóracolumbar en el 68,1% y el nivel espinal comprometido con mayor frecuencia fue L1-L2. Además la mayoría (63,6%) de fracturas tipo B1 y todas las fracturas tipo B2 y C tuvieron puntaje mayor a 6 por TL AOSIS, sugiriendo según esquema indicación quirúrgica. Estos resultados validan, desde nuestro punto de vista, la utilidad de estas clasificaciones en la decisión del tratamiento. Joaquim y cols. (19) informaron que las recomendaciones de TLICS predijeron con precisión el tratamiento del 96% de las fracturas tóracolumbares. El estudio de An y cols. (20) publicado en el 2020, concluye que las recomendaciones de TL AOSIS pueden ser más fiables que las de TLICS, especialmente para guiar el tratamiento quirúrgico de las fracturas por estallido completo.

La Sociedad Alemana de Ortopedia y Trauma (DGOU, por sus siglas en inglés) ha emitido recientemente nuevas recomendaciones sobre el tratamiento quirúrgico de las fracturas tóracolumbares, enfatizando la importancia de la variación preoperatoria en el ángulo de la placa terminal (δ EPA, usado como análogo al ángulo de Cobb) (21,22), relacionándolo con la región vertebral involucrada. Cuando la variación del EPA en el plano sagital es superior a 15°-20° y/o en el plano coronal es superior a 10° sugiere una lesión de complejo ligamentario posterior (CLP), con la consiguiente alteración de la alineación sagital y coronal respectivamente, condición abordada como modificador morfológico (MM1), que influye en el cirujano hacia el manejo quirúrgico. De manera similar, Load Sharing Classification/McCormack (LSC, por sus siglas en inglés) y el grado de conminución del cuerpo vertebral también fueron considerados importantes por la DGOU y tratados como un segundo modificador morfológico (MM2) que apoya la intervención quirúrgica. Otros factores que predisponen al fracaso del tratamiento conservador son un alto grado de

estenosis del canal vertebral (MM3) y una lesión del disco intervertebral (MM4) (15).

En nuestro estudio el 55,6% de los pacientes tuvieron trastorno de la alineación (MM1); respecto al MM2, el 46% de las fracturas presentaron 1/3 de conminución del cuerpo vertebral, el 36,5% conminución de 2/3 y el 17,5% tuvieron 3/3 de conminución del cuerpo vertebral; el 87,3% de los pacientes se les encontró algún grado de estenosis del canal medular (MM3), de los cuales, el 41,8% presentaron estenosis del canal medular mayor al 50%; se encontró lesión del disco intervertebral (MM4) asociado a la fractura en el 58,7%. En conjunto con las demás clasificaciones estudiadas, estos modificadores ayudaron a la decisión del tratamiento.

En cuanto a la LSC, se utiliza para predecir el fallo de la instrumentación y la necesidad de reconstrucción de la columna anterior como lo describe en el artículo original McCormack y cols. (23); además en la literatura se define que fracturas con puntajes menores a 6, se podrían manejar con instrumentación corta vía posterior, en cambio, puntuaciones mayores a 7, requieren instrumentación corta vía posterior asociado a reconstrucción de la columna anterior o realizar instrumentación larga vía posterior (23,24,25). Nosotros encontramos que el 47,6%, tuvieron puntajes mayores a 7, de los cuales, el 83,3% del total requirieron instrumentación larga. Los pacientes que presentaron puntaje entre 3 a 6 fueron el 52,4%, de los cuales, el 24,2% del total requirieron instrumentación larga. Recientemente, una revisión sistemática publicada por Wessel y cols. (26), concluyeron que la literatura muestra que solamente la instrumentación corta vía posterior, puede ser suficiente en el tratamiento de las fracturas tóracolumbares independientemente del LSC. Esta clasificación, podría haber perdido su valor para predecir el colapso sagital y el fallo de la instrumentación posterior.

En cuanto a la reconstrucción anterior, en nuestro estudio el 19% de los pacientes requirieron corpectomía por abordaje posterior mas fijación transpedicular, siendo L1 el nivel mas frecuente. Jean y cols. (27) encontraron en su estudio que cuando la corpectomía se asoció a la fijación posterior, la corrección fue mayor y más duradera. Esto sugiere que, en las fracturas que

generan una cifosis regional grave, asociar un abordaje anterior es incluso más eficaz para restaurar el equilibrio sagital regional.

La mayoría de pacientes con fracturas tóracolumbares requirieron cirugía de columna con instrumentación larga (52,4%), siendo el segmento T10 a L2 el más comprometido; en total 47 pacientes se localizaron en alguno de estos niveles. Respecto a la morfología de la vértebra fracturada, la mayoría de las fracturas tipo B2 (61,5%) y el total de las fracturas tipo C, requirieron instrumentación larga, comparado con las fracturas tipo B1, las cuales requirieron en su mayoría (81,8%) instrumentación corta, al igual que las tipo A, resultados que se relacionan con lo descrito en la literatura (6). Esto es explicado, debido a que las fracturas vertebrales asociadas con fuerzas de traslación elevadas se benefician más comúnmente de instrumentaciones largas, debido a que estas lesiones requieren un anclaje fuerte para su reducción y estabilización, estas fracturas son las tipo C y tipo B asociadas con una gran conminución del cuerpo vertebral (6). En relación con lo anterior, Zühtü y cols. (28) en su estudio, encontraron que la fusión se produjo antes y los pacientes experimentaron una recuperación clínica más temprana en el grupo que se les realizó una instrumentación corta en comparación con el grupo de fijación larga en pacientes con fracturas por estallido.

La ventaja de la fijación transpedicular de segmento corto, es que proporciona un segmento espinal inmóvil más corto; sin embargo, se ha informado que la incidencia de falla del implante y cifosis, en estos pacientes que no se les realiza conjuntamente soporte de la columna anterior es del 9%-54% (29). La fijación transpedicular de segmento largo, reduce significativamente el desarrollo de deformidad cifótica; sin embargo, se debe considerar la desventaja de la restricción de movimiento (30).

En el metaanálisis publicado por Carolijn y cols. (31) se evidenció que la adición de tornillos a nivel de la vértebra fracturada en una instrumentación corta, produce menos dolor posoperatorio, mejores resultados radiológicos y menos falla del implante a costa de un mayor tiempo quirúrgico y una mayor pérdida de sangre. La instrumentación de la vértebra fracturada de los pacientes del estudio, se presentó en el 36,5% (1 tornillo en el 34,8% y 2 tornillos en el 65,2%).

Respecto a los abordajes quirúrgicos, la vía posterior fue el abordaje que más se utilizó en el 81% de los casos, el abordaje combinado en el 19% de los casos y en ningún paciente se realizó, como abordaje quirúrgico único, la vía anterior. Estos resultados concuerdan con el estudio de Muratore y cols. (16), en el cual, el abordaje posterior fue el preferido (95%), mientras que la técnica anteroposterior combinada se utilizó sólo en raras ocasiones (5%) y el abordaje anterior nunca se utilizó de forma aislada. Las guías del congreso de cirujanos neurológicos (CNS, por sus siglas en inglés), recomiendan que en el tratamiento quirúrgico de pacientes con fracturas por estallido tóracolumbar, los médicos pueden utilizar un abordaje anterior, posterior o combinado, ya que la selección del abordaje no parece afectar los resultados clínicos o neurológicos. (Fuerza de recomendación: Grado B) (32).

La literatura médica proporciona resultados clínicos equivalentes entre la fijación abierta y percutánea, siendo esta última, efectiva para reducir la pérdida de sangre, tiempo quirúrgico, daño de los músculos paravertebrales y dolor posoperatorio (33,34). Sin embargo, no hay evidencia concluyente que la fijación percutánea sea mejor o peor que la fijación abierta. En nuestro estudio se realizó cirugía de columna mínimamente invasiva percutánea solamente en el 7,9%; comparado con el estudio de Jean y cols donde el abordaje percutáneo se realizó en el 46% de las cirugías.

Se les realizó TAC (tomografía axial computarizada) de columna posquirúrgico del segmento espinal instrumentado al 50,8% de los pacientes, evaluándose un total de 223 tornillos, de los cuales el 70,4% fueron transpediculares, el 16,6% tornillos mediales y el 13% tornillos laterales. El 29,6% tuvieron tornillos mal posicionados, de los cuales el 3% requirieron reintervención para reacomodación de los implantes, que fueron 2 tornillos en diferentes pacientes, debido a déficit neurológico posquirúrgico. La evidencia reporta una tasa porcentual de malposición de los tornillos pediculares tóracolumbares que varía del 1,2% al 65% (35,36).

En el artículo sobre la evaluación neurológica en trauma tóracolumbar, publicado en las guías del CNS del 2019, recomiendan utilizar la escala de ASIA para

predecir la función neurológica y el resultado en pacientes con fracturas torácicas y lumbares (Fuerza de recomendación: Grado B) (37).

Nosotros encontramos que los pacientes que ingresaron con ASIA E (47,6%) fueron los mas frecuentes. La mayoría de los pacientes conservaron su estado de ASIA con respecto al estado prequirúrgico y la mayoría de fracturas tipo B tuvieron ASIA D y E posquirúrgico. En contraste con los resultados de nuestro estudio, Reinhold y cols. (38) observaron una mejoría en el 61% de los pacientes que presentaban déficits neurológicos y Rath y cols. (39) informaron una mejoría en el 68% de los pacientes con lesión neurológica inicial.

Este es uno de los pocos estudios en nuestro medio que describe una cohorte de pacientes con fracturas tóracolumbares que incluye un buen número de pacientes, además de comparar las diferentes clasificaciones para la toma de decisiones en el tratamiento y el resultado tan bajo de reintervención para la reacomodación de los implantes por mal posicionamiento.

Como posibles limitaciones del estudio está el ser un estudio retrospectivo, no todos los pacientes se les realizó la TAC posquirúrgica para la valoración del posicionamiento de los implantes. Por último, falta un seguimiento radiológico a largo plazo; por tanto, no fue factible evaluar una posible pérdida en la corrección de la cifosis en los años posteriores al tratamiento. Sin embargo, el estudio permitió varias consideraciones.

Se recomienda realizar estudios prospectivos de tipo analítico que exploren el resultado a largo plazo, tanto clínico como imagenológico, del tratamiento quirúrgico en fracturas tóracolumbares.

CONCLUSIONES

La unión toracolumbar y las fracturas tipo B2 fueron las mas frecuentemente llevadas a cirugía.

Recomendamos hacer uso del sistema TLICS y TL AOSIS debido a que encontramos una buena correlación entre el puntaje y la conducta de tratamiento. En conjunto con estas clasificaciones estudiadas, los modificadores propuestos por la DGOU ayudaron a la decisión del tratamiento.

Este estudio confirma la validez del abordaje posterior en el tratamiento quirúrgico de las fracturas tóracolumbares, tanto desde el punto de vista clínico como radiológico, con una buena restauración y preservación de la alineación sagital y baja tasa de complicaciones.

Con respecto a los niveles a instrumentar, no podemos realizar una recomendación debido a la variabilidad que hubo en los niveles fijados según las características de las fracturas.

Si bien es muy importante garantizar que los implantes queden en una posición óptima, en nuestro estudio el posicionamiento de los tornillos se verificó por medio del intensificador de imágenes. Llama la atención que solo dos pacientes requirieron reintervención para la reacomodación de los implantes por mal posicionamiento. Se debe recordar que fuimos estrictos en la definición de mal posición de los tornillos, considerándola cuando los implantes fueron grado 1 en la clasificación de Fu.

La mayoría de los pacientes de esta serie conservaron su estado de ASIA con respecto al estado prequirúrgico.

CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores del presente estudio declaramos que no tenemos ningún conflicto de intereses y que nuestro interés sólo se limita al aporte académico y comunitario que hará el estudio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ghobrial GM, Jallo J. Thoracolumbar spine trauma: review of the evidence. *J Neurosurg Sci.* 2013 Jun;57(2):115-22. PMID: 23676860.
2. Ghobrial GM, Maulucci CM, Maltenfort M, Dalyai RT, Vaccaro AR, Fehlings MG, Street J, Arnold PM, Harrop JS. Operative and nonoperative adverse events in the management of traumatic fractures of the thoracolumbar spine: a systematic review. *Neurosurg Focus.* 2014;37(1):E8. doi: 10.3171/2014.4.FOCUS1467.
3. Joaquim AF, Patel AA. Thoracolumbar spine trauma: Evaluation and surgical decision-making. *J Craniovertebr Junction Spine.* 2013 Jan;4(1):3-9. doi: 10.4103/0974-8237.121616.
4. Katsuura Y, Osborn JM, Cason GW. The epidemiology of thoracolumbar trauma: A meta-analysis. *J Orthop.* 2016 Jul 21;13(4):383-8. doi: 10.1016/j.jor.2016.06.019.
5. Wood KB, Li W, Lebl DR, Ploumis A. Management of thoracolumbar spine fractures. *Spine J.* 2014 Jan;14(1):145-64. doi: 10.1016/j.spinee.2012.10.041.
6. Bellabarba, C, Kandziora F, LR Vialle. AOSpine Masters Series, Volumen 6: Thoracolumbar Spine Trauma 2015.
7. Furlan JC, Sakakibara BM, Miller WC, Krassioukov AV. Global incidence and prevalence of traumatic spinal cord injury. *Can J Neurol Sci.* 2013 Jul;40(4):456-64. doi: 10.1017/s0317167100014530.
8. Spinal Cord Injury (SCI) 2016 Facts and Figures at a Glance. *J Spinal Cord Med.* 2016 Jul;39(4):493-4. doi: 10.1080/10790268.2016.1210925.
9. Khorasanizadeh M, Yousefifard M, Eskian M, Lu Y, Chalangari M, Harrop JS, Jazayeri SB, Seyedpour S, Khodaei B, Hosseini M, Rahimi-Movaghar V. Neurological recovery following traumatic spinal cord injury: a systematic review and meta-analysis. *J Neurosurg Spine.* 2019 Feb 15:1-17. doi: 10.3171/2018.10.SPINE18802.
10. Lidal IB, Snekkevik H, Aamodt G, Hjeltnes N, Biering-Sørensen F, Stanghelle JK. Mortality after spinal cord injury in Norway. *J Rehabil Med.* 2007 Mar;39(2):145-51. doi: 10.2340/16501977-0017.
11. Azarhomayoun A, Aghasi M, Mousavi N, Shokraneh F, Vaccaro AR, Haj Mirzaian A, Derakhshan P, Rahimi-Movaghar V. Mortality Rate and Predicting

Factors of Traumatic Thoracolumbar Spinal Cord Injury; A Systematic Review and Meta-Analysis. *Bull Emerg Trauma*. 2018 Jul;6(3):181-194. doi: 10.29252/beat-060301.

12. Watson-Jones R. The results of postural reduction of fractures of the spine. *J Bone Joint Surg Am* 1938;20:567-586.

13. Schroeder GD, Harrop JS, Vaccaro AR. Thoracolumbar Trauma Classification. *Neurosurg Clin N Am*. 2017 Jan;28(1):23-29. doi: 10.1016/j.nec.2016.07.007.

14. Abedi A, Mokkink LB, Zadegan SA, Paholpak P, Tamai K, Wang JC, Buser Z. Reliability and Validity of the AOSpine Thoracolumbar Injury Classification System: A Systematic Review. *Global Spine J*. 2019 Apr;9(2):231-242. doi: 10.1177/2192568218806847.

15. Verheyden AP, Spiegl UJ, Ekkerlein H, Gercek E, Hauck S, Josten C, Kandziora F, Katscher S, Kobbe P, Knop C, Lehmann W, Meffert RH, Müller CW, Partenheimer A, Schinkel C, Schleicher P, Scholz M, Ulrich C, Hoelzl A. Treatment of Fractures of the Thoracolumbar Spine: Recommendations of the Spine Section of the German Society for Orthopaedics and Trauma (DGOU). *Global Spine J*. 2018 Sep;8(2 Suppl):34S-45S. doi: 10.1177/2192568218771668.

16. Muratore M, Allasia S, Viglierchio P, Abbate M, Aleotti S, Masse A, Bistolfi A. Surgical treatment of traumatic thoracolumbar fractures: a retrospective review of 101 cases. *Musculoskelet Surg*. 2021 Apr;105(1):49-59. doi: 10.1007/s12306-020-00644-0.

17. Grazier KL, Holbrook TL, Kelsey JL, et al. The frequency of occurrence, impact, and cost of musculoskeletal conditions in the United States. Chicago, IL: American Academy of Orthopaedic Surgery, 1984.

18. Gertzbein SD. Scoliosis Research Society. Multicenter spine fracture study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1992 May;17(5):528-40. doi: 10.1097/00007632-199205000-00010.

19. Joaquim AF, Fernandes YB, Cavalcante RA, Fragoso RM, Honorato DC, Patel AA. Evaluation of the thoracolumbar injury classification system in thoracic and lumbar spinal trauma. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011 Jan 1;36(1):33-6. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181c95047.

20. 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 May;137:e493-e498. doi: 10.1016/j.wneu.2020.02.013.

21. Cobb JR (1948) Outline for the study of scoliosis. *Am Acad Orthop Surg* 5:261–275.

22. Kuklo TR, Polly DW, Owens BD, Zeidman SM, Chang AS, Klemme WR. Measurement of thoracic and lumbar fracture kyphosis: evaluation of intraobserver, interobserver, and technique variability. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001 Jan 1;26(1):61-5; discussion 66. doi: 10.1097/00007632-200101010-00012.

23. McCormack T, Karaikovic E, Gaines RW. The load sharing classification of spine fractures. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1994 Aug 1;19(15):1741-4. doi: 10.1097/00007632-199408000-00014.

24. Kim HS, Lee SY, Nanda A, Kim JY, Park JO, Moon SH, Lee HM, Kim HJ, Wei H, Moon ES. Comparison of surgical outcomes in thoracolumbar fractures operated with posterior constructs having varying fixation length with selective anterior fusion. *Yonsei Med J.* 2009 Aug 31;50(4):546-54. doi: 10.3349/ymj.2009.50.4.546.

25. Altay M, Ozkurt B, Aktekin CN, Ozturk AM, Dogan O, Tabak AY. Treatment of unstable thoracolumbar junction burst fractures with short- or long-segment posterior fixation in magerl type a fractures. *Eur Spine J.* 2007 Aug;16(8):1145-55. doi: 10.1007/s00586-007-0310-5.

26. Stam WT, Deunk J, Elzinga MJ, Bloemers FW, Giannakopoulos GF. The Predictive Value of the Load Sharing Classification Concerning Sagittal Collapse and Posterior Instrumentation Failure: A Systematic Literature Review. *Global Spine J.* 2020 Jun;10(4):486-492. doi: 10.1177/2192568219856581.

27. Meyblum J, Portella T, Coudert P, Prost S, Mazas S, Barut N, Khalifé M, Marie-Hardy L. Management of thoracolumbar fracture in France. Analysis of practices and radiologic results of a cohort of 407 thoracolumbar fractures. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2020 Oct;106(6):1203-1207. doi: 10.1016/j.otsr.2020.02.023.

28. Özbek Z, Özkara E, Öner H, BaŞ G, Erman İC, Özen H, Entok E, Arslantaş A. Treatment of Unstable Thoracolumbar Fractures: Does Fracture-Level Fixation Accelerate the Bone Healing? *World Neurosurg.* 2017 Nov;107:362-370. doi: 10.1016/j.wneu.2017.08.007.

29. Alanay A, Acaroglu E, Yazici M, Ozgur A, Surat A. Short-segment pedicle instrumentation of thoracolumbar burst fractures: does transpedicular intracorporeal grafting prevent early failure? *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001 Jan 15;26(2):213-7. doi: 10.1097/00007632-200101150-00017.
30. Alvine GF, Swain JM, Asher MA, Burton DC. Treatment of thoracolumbar burst fractures with variable screw placement or Isola instrumentation and arthrodesis: case series and literature review. *J Spinal Disord Tech*. 2004 Aug;17(4):251-64. doi: 10.1097/01.bsd.0000095827.98982.88.
31. Kapoen C, Liu Y, Bloemers FW, Deunk J. Pedicle screw fixation of thoracolumbar fractures: conventional short segment versus short segment with intermediate screws at the fracture level-a systematic review and meta-analysis. *Eur Spine J*. 2020 Oct;29(10):2491-2504. doi: 10.1007/s00586-020-06479-4.
32. Anderson PA, Raksin PB, et al. Congress of Neurological Surgeons Systematic Review and Evidence-Based Guidelines on the Evaluation and Treatment of Patients with Thoracolumbar Spine Trauma: Surgical Approaches. *Neurosurgery*. 2019 Jan 1;84(1):E56-E58. doi: 10.1093/neuros/nyy363.
33. Chi JH, Eichholz KM, Anderson PA, Arnold PM, Dailey AT, Dhall SS, Harrop JS, Hoh DJ, Qureshi S, Rabb CH, Raksin PB, Kaiser MG, O'Toole JE. Congress of Neurological Surgeons Systematic Review and Evidence-Based Guidelines on the Evaluation and Treatment of Patients With Thoracolumbar Spine Trauma: Novel Surgical Strategies. *Neurosurgery*. 2019 Jan 1;84(1):E59-E62. doi: 10.1093/neuros/nyy364.
34. Defino HLA, Costa HRT, Nunes AA, Nogueira Barbosa M, Romero V. Open versus minimally invasive percutaneous surgery for surgical treatment of thoracolumbar spine fractures- a multicenter randomized controlled trial: study protocol. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019 Aug 31;20(1):397. doi: 10.1186/s12891-019-2763-1.
35. Hicks JM, Singla A, Shen FH, Arlet V. Complications of pedicle screw fixation in scoliosis surgery: a systematic review. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010 May 15;35(11):E465-70. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181d1021a.
36. Chan CYW, Kwan MK. Safety of Pedicle Screws in Adolescent Idiopathic Scoliosis Surgery. *Asian Spine J*. 2017 Dec;11(6):998-1007. doi: 10.4184/asj.2017.11.6.998.

37. Harrop JS, Chi JH, Anderson PA, Arnold PM, Dailey AT, Dhall SS, Eichholz KM, Hoh DJ, Qureshi S, Rabb CH, Raksin PB, Kaiser MG, O'Toole JE. Congress of Neurological Surgeons Systematic Review and Evidence-Based Guidelines on the Evaluation and Treatment of Patients With Thoracolumbar Spine Trauma: Neurological Assessment. *Neurosurgery*. 2019 Jan 1;84(1):E32-E35. doi: 10.1093/neuros/nyy370.
38. Reinhold M, Knop C, Beisse R, Audigé L, Kandziora F, Pizanis A, Pranzl R, Gercek E, Schultheiss M, Weckbach A, Bühren V, Blauth M. 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. doi: 10.1007/s00586-010-1451-5.
39. Rath SA, Kahamba JF, Kretschmer T, Neff U, Richter HP, Antoniadis G. Neurological recovery and its influencing factors in thoracic and lumbar spine fractures after surgical decompression and stabilization. *Neurosurg Rev*. 2005 Jan;28(1):44-52. doi: 10.1007/s10143-004-0356-3.