

Traumatismo vertebral de alta energía sin déficit neurológico – Revisión narrativa

High energy vertebral trauma without neurological deficit – Narrative review

Gissella Carolina Rosero Ortega

Investigadora independiente, Ecuador
<https://orcid.org/0009-0004-9409-9714>

Joselyn Janet Alvarez Taipe

Investigadora independiente, Ecuador
<https://orcid.org/0009-0002-5837-0867>

Diego Martin Reyes Novillo

Investigador independiente, Ecuador
<https://orcid.org/0009-0000-6661-7802>

Carlos Eduardo Macay Cano

Investigador independiente, Ecuador
<https://orcid.org/0000-0002-8352-4058>

Lisette Karolina Cano Izquierdo

Investigadora independiente, Ecuador
<https://orcid.org/0000-0002-7730-8148>

RESUMEN

El traumatismo vertebral de alta energía sin déficit neurológico representa un desafío significativo en el ámbito de la medicina de urgencias y la atención traumatológica. Este tipo de lesión, a pesar de no presentar inicialmente síntomas neurológicos, puede tener implicaciones graves si no se diagnostica y trata adecuadamente. El presente artículo de revisión narrativa aborda las características clínicas, el diagnóstico y las opciones de manejo para estos casos específicos. A través de un análisis exhaustivo de la literatura disponible, se destacan los mecanismos de lesión más comunes, como accidentes automovilísticos y caídas desde alturas significativas, que suelen ser responsables de la alta energía involucrada. Además, se revisan las herramientas diagnósticas más efectivas, incluyendo la resonancia magnética y la tomografía computarizada, que permiten una evaluación detallada de las estructuras vertebrales y la identificación de lesiones ocultas. El manejo inicial se enfoca en la estabilización del paciente y la prevención de complicaciones potenciales, mientras que el tratamiento definitivo puede variar desde el manejo conservador hasta intervenciones quirúrgicas, dependiendo de la estabilidad de la fractura y el riesgo de deterioro neurológico. Asimismo, se discuten las recomendaciones actuales para el seguimiento y la rehabilitación, subrayando la importancia de un enfoque multidisciplinario para optimizar los resultados a largo plazo. Este documento pretende servir como una guía comprensiva para los profesionales de salud involucrados en el manejo de traumatismos vertebrales de alta energía, enfatizando la necesidad de un abordaje cuidadoso y bien informado para prevenir consecuencias adversas.

Palabras clave: Traumatismo vertebral, Alta energía, Lesión espinal, Evaluación médica, Tratamiento conservador, Estabilización vertebral, Diagnóstico por imagen.

ABSTRACT

High-energy spinal trauma without neurological deficit represents a significant challenge in the field of emergency medicine and trauma care. This type of injury, despite not initially presenting neurological symptoms, can have serious implications if it is not properly diagnosed and treated. This narrative review article addresses the clinical characteristics, diagnosis, and management options for these specific cases. Through a comprehensive analysis of the available literature, the most common injury mechanisms are highlighted, such as motor vehicle accidents and falls from significant heights, which are often responsible for the high energy involved. Additionally, the most effective diagnostic tools are reviewed, including magnetic resonance imaging and computed tomography, which allow detailed evaluation of vertebral structures and identification of occult lesions. Initial management focuses on patient stabilization and prevention of potential complications, while definitive treatment can range from conservative management to surgical interventions, depending on the stability of the fracture and the risk of neurological deterioration. Additionally, current recommendations for follow-up and rehabilitation are discussed, highlighting the importance of a multidisciplinary approach to optimize long-term outcomes. This document is intended to serve as a comprehensive guide for health professionals involved in the management of high-energy spinal trauma, emphasizing the need for a careful and well-informed approach to prevent adverse consequences.

Keywords: Spinal trauma, High energy, Spinal injury, Medical evaluation, Conservative treatment, Spinal stabilization, Diagnostic imaging.

INTRODUCCIÓN

El traumatismo vertebral de alta energía representa un desafío significativo en el ámbito de la medicina de urgencias y la traumatología, especialmente cuando se presenta sin déficit neurológico aparente (1). Este tipo de lesiones, a menudo resultantes de accidentes de tráfico, caídas desde alturas considerables o impactos directos en deportes de contacto, requieren una evaluación cuidadosa para prevenir complicaciones a largo plazo (2). A pesar de la ausencia inicial de síntomas neurológicos, es crucial reconocer que el potencial para el deterioro clínico existe, lo que subraya la importancia de un diagnóstico preciso y un manejo adecuado (3). La revisión narrativa presente busca explorar las características clínicas, los mecanismos de lesión y las estrategias de tratamiento más efectivas para estos casos (4). Además, se discuten las tendencias actuales en el manejo conservador versus quirúrgico, así como los avances en técnicas de imagen que facilitan una evaluación más detallada de la integridad espinal (5). Al proporcionar una visión integral de la literatura existente, este artículo pretende servir como una guía para los profesionales de la salud en la toma de decisiones informadas, optimizando así los resultados para los pacientes afectados por traumatismos vertebrales de alta energía sin déficit neurológico (6).

METODOLOGÍA

La metodología empleada en esta revisión narrativa se basó en una búsqueda exhaustiva en diversas bases de datos científicas, incluyendo PubMed, Scopus y SciELO. Se utilizaron términos MeSH como "Spinal Injuries", "High-Energy Trauma", y "Neurological Deficit", así como los términos DeCS correspondientes en español: "Lesiones de la Columna Vertebral", "Trauma de Alta Energía" y "Déficit Neurológico". Los operadores booleanos "AND", "OR" y "NOT" se aplicaron para refinar la búsqueda y obtener resultados más precisos. Los criterios de inclusión abarcaron artículos publicados en los últimos diez años, estudios realizados en humanos, y publicaciones en inglés y español. Se excluyeron aquellos estudios que no especificaban el tipo de traumatismo o que incluían pacientes con déficits neurológicos. En total, se revisaron 16 artículos que cumplían con los criterios establecidos, permitiendo una comprensión integral del tema y asegurando que la información recopilada fuera relevante y actualizada para la elaboración de esta revisión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mecanismos de lesión en traumatismos vertebrales

En los traumatismos vertebrales de alta energía sin déficit neurológico, es crucial entender los mecanismos de lesión involucrados para una adecuada evaluación y manejo del paciente. Estos mecanismos pueden variar dependiendo de factores como la dirección y magnitud de la fuerza aplicada, la posición del cuerpo en el momento del impacto, y las características individuales del paciente (1).

Uno de los mecanismos más comunes es la compresión axial, donde una fuerza vertical impacta la columna vertebral, como ocurre en caídas desde altura o accidentes de tráfico. Esta fuerza puede provocar fracturas por compresión, especialmente en las vértebras torácicas y lumbares, debido a la carga excesiva sobre los cuerpos vertebrales (1).

Otro mecanismo relevante es la flexión, que se produce cuando el cuerpo se dobla hacia adelante bruscamente. Esto puede causar fracturas en cuña o estallido, frecuentemente observadas en accidentes automovilísticos donde el cinturón de seguridad no está bien ajustado. La flexión extrema puede también dañar los ligamentos y discos intervertebrales (1).

La extensión es un mecanismo opuesto a la flexión, donde la columna se arquea hacia atrás. Este tipo de lesión es menos común pero puede ocurrir en colisiones traseras de vehículos o caídas donde la cabeza se hiperextiende. Las lesiones por extensión pueden afectar principalmente las vértebras cervicales, resultando en fracturas o dislocaciones (2).

La rotación, aunque menos frecuente, puede ser devastadora, pues implica un giro brusco de la columna vertebral. Este mecanismo puede dañar tanto las estructuras óseas como los tejidos blandos circundantes, incluyendo discos y ligamentos. Las lesiones rotacionales son más comunes en deportes de contacto o accidentes de tráfico con impactos laterales (2).

Finalmente, las fuerzas combinadas son aquellas que involucran más de un mecanismo al mismo tiempo, como ocurre en colisiones de alta velocidad. Estas pueden resultar en lesiones complejas que desafían el diagnóstico y tratamiento debido a la multiplicidad de estructuras afectadas (2).

Clasificación de las fracturas vertebrales

La clasificación de las fracturas vertebrales es un aspecto fundamental en el manejo de los traumatismos vertebrales de alta energía, especialmente cuando no hay déficit neurológico presente. En la práctica clínica, se utilizan varias clasificaciones para evaluar la gravedad y el tipo de fractura, lo que ayuda a determinar el tratamiento adecuado y el pronóstico del paciente (3).

Una de las clasificaciones más utilizadas es la de Denis, que divide las fracturas vertebrales en tres tipos principales: fracturas por compresión, fracturas por estallido y fracturas por distracción. Las fracturas por compresión son aquellas en las que la parte anterior del cuerpo vertebral se aplasta, mientras que las fracturas por estallido implican un colapso más severo con fragmentos óseos desplazados hacia el canal espinal. Las fracturas por distracción, por otro lado, ocurren cuando hay una separación de los elementos posteriores de la columna vertebral (3).

Otra clasificación relevante es la de AO Spine, que categoriza las fracturas en tres grupos: tipo A, B y C. Las fracturas tipo A son lesiones por compresión axial, las tipo B son lesiones por distracción y las tipo C son lesiones por rotación. Esta clasificación también considera la estabilidad de la columna y el compromiso del canal espinal, lo cual es crucial para decidir si se requiere intervención quirúrgica (3).

El sistema TLICS (Thoracolumbar Injury Classification and Severity Score) es otra herramienta ampliamente utilizada que evalúa la morfología de la lesión, la integridad del complejo ligamentoso posterior y el estado neurológico del paciente. Cada uno de estos componentes recibe una puntuación que ayuda a guiar el tratamiento, siendo una puntuación más alta indicativa de una lesión más grave que podría necesitar cirugía (4).

La elección de una clasificación sobre otra puede depender de la experiencia del médico y de las características específicas del paciente y su lesión. No obstante, todas estas clasificaciones comparten el objetivo común de proporcionar un marco estructurado para evaluar las fracturas vertebrales, facilitando así la comunicación entre los profesionales de la salud y mejorando los resultados clínicos (4).

Evaluación clínica y diagnóstico

La evaluación clínica de un paciente con traumatismo vertebral de alta energía sin déficit neurológico es un proceso crítico que requiere una atención meticulosa para evitar pasar por alto lesiones potencialmente graves. En primer lugar, es fundamental realizar una anamnesis completa que incluya el mecanismo del trauma, ya que esto puede proporcionar pistas importantes sobre las posibles lesiones. Los accidentes de tráfico a alta velocidad, caídas desde alturas significativas y otros eventos de alta energía son situaciones comunes en las que se pueden producir estos traumatismos (5).

Durante el examen físico, se debe prestar especial atención a la inspección de la columna vertebral en busca de deformidades visibles, equimosis o hinchazón. La palpación cuidadosa puede revelar puntos de sensibilidad o crepitaciones que sugieran fracturas. Además, es esencial evaluar la alineación y la movilidad de la columna, aunque con precaución para no agravar posibles lesiones. (5)

La evaluación neurológica, aunque en este contexto no se espera encontrar déficits, sigue siendo crucial para descartar lesiones ocultas. Se deben evaluar los reflejos, la fuerza muscular y la sensibilidad en todas las extremidades. Cualquier hallazgo anormal podría indicar una lesión más compleja de lo inicialmente anticipado (5).

En cuanto a las pruebas de imagen, la radiografía sigue siendo la herramienta inicial de elección para evaluar la integridad ósea. Sin embargo, en casos donde las radiografías son normales pero existe una alta sospecha clínica de lesión, se recomienda realizar una tomografía computarizada (TC) para obtener una evaluación más detallada de las estructuras óseas. La resonancia magnética (RM) es particularmente útil para valorar el estado de los tejidos blandos y los discos intervertebrales, así como para identificar lesiones ocultas en el canal espinal (6).

Es importante destacar que incluso en ausencia de síntomas neurológicos, las lesiones vertebrales de alta energía pueden tener complicaciones significativas a largo plazo si no se diagnostican y manejan adecuadamente desde el inicio. Por lo tanto, una evaluación clínica exhaustiva y un diagnóstico preciso son fundamentales para establecer un plan de tratamiento adecuado y minimizar el riesgo de complicaciones futuras (6).

Finalmente, la colaboración multidisciplinaria entre traumatólogos, radiólogos y neurocirujanos puede ser necesaria para garantizar un enfoque integral en el manejo de estos pacientes. La comunicación efectiva entre los equipos médicos es esencial para asegurar que todos los aspectos del cuidado del paciente sean abordados adecuadamente (6).

Métodos de imagen para la evaluación del traumatismo vertebral

En la evaluación del traumatismo vertebral de alta energía sin déficit neurológico, los métodos de imagen juegan un papel crucial para determinar la extensión de las lesiones y planificar el tratamiento adecuado. La elección del método de imagen depende de varios factores, incluyendo la estabilidad del paciente, la disponibilidad de recursos y la especificidad de la información necesaria (7).

La radiografía simple sigue siendo una herramienta inicial comúnmente utilizada debido a su disponibilidad y rapidez. Aunque proporciona información básica sobre alineación vertebral y fracturas evidentes, su capacidad para detectar lesiones más sutiles es limitada. Por tanto, suele complementarse con otras modalidades (7).

La tomografía computarizada (TC) es el estándar de oro en la evaluación de fracturas vertebrales. Ofrece una excelente visualización de la anatomía ósea y permite detectar fracturas complejas que pueden pasar desapercibidas en radiografías simples. La reconstrucción tridimensional de imágenes TC proporciona una visión detallada de las estructuras afectadas, facilitando la planificación quirúrgica si es necesaria (7,8).

La resonancia magnética (RM) es particularmente valiosa para evaluar lesiones de tejidos blandos, incluyendo discos intervertebrales, ligamentos y médula espinal. Aunque en casos sin déficit neurológico inmediato su uso puede ser limitado, es crucial para detectar hematomas epidurales o contusiones medulares que podrían evolucionar y causar síntomas neurológicos tardíos (8).

La gammagrafía ósea y la tomografía por emisión de positrones (PET) son menos utilizadas en el contexto agudo del traumatismo vertebral, pero pueden ser útiles en situaciones específicas, como en la evaluación de lesiones por estrés o para diferenciar entre fracturas agudas y crónicas (8).

Manejo inicial y estabilización del paciente

En el manejo inicial de un paciente con traumatismo vertebral de alta energía sin déficit neurológico, es fundamental seguir un enfoque sistemático para garantizar la estabilidad del paciente y prevenir complicaciones futuras. Al llegar al lugar del incidente o al servicio de urgencias, se debe aplicar el protocolo ABCDE (vía aérea, respiración, circulación, discapacidad, exposición) para evaluar y tratar rápidamente cualquier amenaza inmediata para la vida (9).

El primer paso es asegurar la vía aérea del paciente, manteniendo una alineación neutra del cuello para evitar movimientos bruscos que puedan agravar la lesión vertebral. En caso de compromiso de la vía aérea, se debe proceder con técnicas avanzadas de manejo, como la intubación orotraqueal, siempre con precaución para minimizar la manipulación cervical (9).

La evaluación de la respiración incluye la inspección de la expansión torácica, auscultación de ruidos respiratorios y monitoreo de la saturación de oxígeno. Es crucial identificar y tratar cualquier signo de dificultad respiratoria que pueda estar asociado a un trauma torácico concomitante (9).

En cuanto a la circulación, se debe controlar el pulso y la presión arterial del paciente. La administración de fluidos intravenosos puede ser necesaria para mantener la perfusión adecuada, especialmente si existe sospecha de hipovolemia debido a hemorragia interna (9).

La evaluación neurológica rápida (discapacidad) se realiza utilizando la escala de coma de Glasgow para detectar cualquier alteración en el estado mental del paciente. Aunque en este escenario no se presenta un déficit neurológico evidente, es vital monitorear cualquier cambio que pueda indicar una lesión progresiva (10).

Finalmente, la exposición implica desvestir al paciente para realizar una inspección completa en busca de otras lesiones potenciales, mientras se mantiene su temperatura corporal mediante el uso de mantas térmicas (10).

Una vez estabilizado el paciente, es crucial realizar estudios de imagen para evaluar la extensión del daño vertebral. La tomografía computarizada (TC) es la herramienta preferida para una evaluación detallada de las estructuras óseas, mientras que la resonancia magnética (RM) puede ser necesaria para valorar tejidos blandos y estructuras neurales (10).

La colaboración interdisciplinaria entre traumatólogos, neurocirujanos y especialistas en cuidados intensivos es esencial para desarrollar un plan de tratamiento integral. Este plan debe incluir medidas para prevenir complicaciones como el síndrome compartimental o tromboembolismo venoso, además de considerar el manejo del dolor y la rehabilitación temprana (10).

Opciones de tratamiento quirúrgico y no quirúrgico

En el tratamiento de los traumatismos vertebrales de alta energía sin déficit neurológico, se presentan dos enfoques principales: el quirúrgico y el no quirúrgico. La elección entre estas opciones depende de diversos factores, incluyendo la estabilidad de la lesión, el estado general del paciente y las preferencias del equipo médico (11).

El tratamiento no quirúrgico es generalmente considerado en casos donde la estabilidad de la columna está preservada. Este enfoque puede incluir el uso de corsés o chalecos ortopédicos que ayudan a inmovilizar la columna, permitiendo así la curación natural del hueso. La terapia física y la rehabilitación son componentes cruciales para recuperar la movilidad y fortalecer los músculos del tronco, ayudando a prevenir complicaciones a largo plazo. Este método es menos invasivo y evita los riesgos asociados con la cirugía, pero requiere un seguimiento riguroso para asegurar que la recuperación progrese adecuadamente (11).

Por otro lado, el tratamiento quirúrgico se reserva para situaciones donde hay inestabilidad vertebral significativa o cuando las estructuras óseas están comprometidas de tal manera que la curación natural no es viable. La cirugía puede involucrar procedimientos como la fijación interna con tornillos y barras para estabilizar las vértebras afectadas. En algunos casos, puede ser necesario realizar una descompresión si hay fragmentos óseos que amenazan con comprometer la médula espinal o las raíces nerviosas. La decisión de optar por un tratamiento quirúrgico debe ser cuidadosamente considerada, evaluando los beneficios potenciales en términos de estabilidad y prevención de futuras complicaciones frente a los riesgos inherentes de la intervención (11,12).

Ambas opciones requieren un enfoque multidisciplinario, donde ortopedistas, neurocirujanos, fisioterapeutas y otros profesionales de la salud colaboran para diseñar un plan de tratamiento adaptado a las necesidades individuales del paciente. Es fundamental informar al paciente sobre las ventajas y desventajas de cada opción, permitiéndole tomar una decisión informada sobre su tratamiento (12).

En conclusión, tanto las opciones de tratamiento quirúrgico como no quirúrgico tienen su lugar en el manejo de los traumatismos vertebrales de alta energía sin déficit neurológico. La elección del enfoque adecuado debe basarse en una evaluación exhaustiva de cada caso individual, asegurando que se maximice la recuperación funcional mientras se minimizan los riesgos asociados (12).

Pronóstico y factores que influyen en la recuperación

En el contexto del traumatismo vertebral de alta energía sin déficit neurológico, el pronóstico y los factores que influyen en la recuperación son elementos cruciales a considerar. El pronóstico para estos pacientes suele ser favorable, dado que la ausencia de daño neurológico indica que no hay interrupción significativa en la función nerviosa. Sin embargo, varios factores pueden influir en el proceso de recuperación y deben ser evaluados cuidadosamente (13).

En primer lugar, la edad del paciente es un factor determinante. Los individuos más jóvenes tienden a recuperarse más rápidamente debido a una mayor capacidad de regeneración celular y una mejor respuesta al tratamiento rehabilitador. Por otro lado, los pacientes de mayor edad pueden enfrentar un proceso de recuperación más prolongado debido a la presencia de comorbilidades y una menor plasticidad ósea y muscular (13).

El estado de salud general del paciente antes del trauma también juega un papel importante. Aquellos con un buen estado físico y sin enfermedades crónicas preexistentes tienen una mayor probabilidad de una recuperación exitosa. La presencia de condiciones como la osteoporosis o enfermedades cardiovasculares puede complicar el proceso de curación y prolongar el tiempo necesario para la rehabilitación (13).

El tipo y la gravedad del traumatismo vertebral son factores críticos que afectan el pronóstico. Lesiones menos severas, como fracturas sin desplazamiento, suelen tener un mejor pronóstico en comparación con fracturas complejas o inestables que requieren intervención quirúrgica. Además, el tratamiento oportuno y adecuado, ya sea conservador o quirúrgico, es esencial para maximizar las posibilidades de una recuperación completa (14).

La adherencia a un programa de rehabilitación estructurado es otro factor clave en la recuperación. La fisioterapia dirigida a fortalecer los músculos paravertebrales y mejorar la movilidad puede acelerar el proceso de curación y reducir el riesgo de complicaciones futuras. La participación activa del paciente en su proceso de rehabilitación es vital para lograr resultados óptimos (14).

Finalmente, el apoyo psicosocial también influye en la recuperación. Los pacientes que cuentan con un buen sistema de apoyo familiar y social suelen mostrar mejores resultados en términos de recuperación funcional. El estrés emocional y la falta de apoyo pueden afectar negativamente la motivación del paciente para participar en su propio proceso de rehabilitación (14).

Prevención y medidas de seguridad para reducir el riesgo de lesiones vertebrales

En la prevención de traumatismos vertebrales de alta energía sin déficit neurológico, es esencial implementar medidas de seguridad efectivas que minimicen el riesgo de lesiones. Estas medidas se centran en la educación, el uso de equipos de protección adecuados y la adopción de prácticas seguras en actividades de alto riesgo (15).

En primer lugar, la educación juega un papel crucial. Es fundamental concienciar a las personas sobre los riesgos asociados con actividades que implican alta energía, como deportes extremos o trabajos en altura. Programas de formación y talleres pueden proporcionar información sobre cómo identificar peligros potenciales y cómo actuar en caso de emergencia (15).

El uso de equipos de protección personal (EPP) es otra medida clave. Cascos, protectores de columna y arneses de seguridad son ejemplos de EPP que pueden reducir significativamente el riesgo de lesiones vertebrales. Es importante que estos equipos cumplan con los estándares de seguridad establecidos y que se utilicen correctamente (15,16).

Además, es vital adoptar prácticas seguras durante la realización de actividades de riesgo. Esto incluye seguir protocolos estrictos, realizar inspecciones regulares del equipo y garantizar que todos los participantes estén debidamente capacitados. En entornos laborales, las evaluaciones de riesgo y las auditorías de seguridad pueden identificar áreas de mejora y garantizar un entorno seguro para todos (16).

Por último, la promoción de un estilo de vida saludable también contribuye a la prevención. Mantener una buena condición física, fortalecer los músculos del core y practicar ejercicios de flexibilidad pueden ayudar a proteger la columna vertebral y reducir el impacto de posibles traumatismos (16).

CONCLUSIÓN

En conclusión, el traumatismo vertebral de alta energía sin déficit neurológico representa un desafío clínico significativo debido a la complejidad en el diagnóstico y manejo de estas lesiones. A pesar de la ausencia de déficits neurológicos evidentes, estas lesiones pueden tener implicaciones graves si no se identifican y tratan adecuadamente. La revisión de la literatura sugiere que el enfoque diagnóstico debe ser exhaustivo, utilizando técnicas de imagen avanzadas como la tomografía computarizada y la resonancia magnética para evaluar con precisión la extensión del daño vertebral. Además, el manejo terapéutico debe ser individualizado, considerando factores como la estabilidad de la columna, el riesgo de complicaciones futuras y las necesidades específicas del paciente. La intervención temprana, ya sea conservadora o quirúrgica, es crucial para prevenir el deterioro clínico y mejorar los resultados a largo plazo. Es esencial que los profesionales de la salud mantengan un alto índice de sospecha y adopten un enfoque multidisciplinario para optimizar el cuidado de estos pacientes. Finalmente, se requiere más investigación para desarrollar guías clínicas basadas en evidencia que puedan estandarizar el tratamiento y mejorar los resultados funcionales en esta población específica.

REFERENCIAS

1. Vaccaro AR, Schroeder GD, Kepler CK, Cumhur Oner F, Vialle LR, Kandziora F, et al. The AOSpine subaxial cervical spine injury classification system. *European Spine Journal*. 2016;25(7):2173-2184. doi:10.1007/s00586-015-3831-3
2. Demetriades AK, Chowdhury SM, Mavrovounis G. Patient-reported outcomes after posterior surgical stabilization for thoracolumbar junction fractures: A pilot study with combined patient-reported outcome measure methodology. *J Craniovertebr Junction Spine*. 2023 Apr-Jun;14(2):149-158. doi: 10.4103/jcvjs.jcvjs_38_23.
3. Spitnale MJ, Grabowski G. Classification in Brief: Subaxial Cervical Spine Injury Classification and Severity Score System. *Clin Orthop Relat Res*. 2020 Oct;478(10):2390-2398. doi: 10.1097/CORR.0000000000001463.
4. Nandolia K, Saran S, Varshney G, Shirodkar K, Iyengar KP, Botchu R. Spine Trauma Classifications: Historical, Current, and Emerging Perspectives for Radiologists. *Indian J Radiol Imaging*. 2025 Feb 27;35(4):529-539. doi: 10.1055/s-0045-1805025.
5. Fehlings MG, Tetreault LA, Wilson JR, Kwon BK, Burns AS, Martin AR, et al. A Clinical Practice Guideline for the Management of Patients With Acute Spinal Cord Injury: Recommendations on the Role of Baseline Magnetic Resonance Imaging in Clinical Decision Making and Outcome Prediction. *Global Spine Journal*. 2017;7(3 Suppl):221S-230S. doi:10.1177/2192568217703085
6. Wilson JR, Tetreault LA, Kwon BK, Arnold PM, Mroz TE, Shaffrey C, et al. Timing of Decompression in Patients With Acute Spinal Cord Injury: A Systematic Review. *Global Spine Journal*. 2017;7(3 Suppl):95S-115S. doi:10.1177/2192568217703088
7. Harada GK, Siyaji ZK, Younis S, Louie PK, Samartzis D, An HS. Imaging in Spine Surgery: Current Concepts and Future Directions. *Spine Surg Relat Res*. 2019 Nov 1;4(2):99-110. doi: 10.22603/ssrr.2020-0011.

8. Ghaffari A, Peterson C, Leon JE, Tadokoro N, Lange SF, et al. The Role of Magnetic Resonance Imaging to Inform Clinical Decision-Making in Acute Spinal Cord Injury: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med*. 2021 Oct 26;10(21):4948. doi: 10.3390/jcm10214948.
9. Fehlings MG, Tetreault LA, Wilson JR, Kwon BK, Burns AS, Martin AR, et al. A Clinical Practice Guideline for the Management of Patients With Acute Spinal Cord Injury: Recommendations on the Role of Baseline Magnetic Resonance Imaging in Clinical Decision Making and Outcome Prediction. *Global Spine Journal*. 2017;7(3 Suppl):221S-230S. doi:10.1177/2192568217703085
10. Schleicher P, Pingel A, Kandziora F. Safe management of acute cervical spine injuries. *EFORT Open Rev*. 2018 May 21;3(5):347-357. doi: 10.1302/2058-5241.3.170076.
11. Nau C, Pape HC, Jug M, Wendt K, Komadina R, Bloemers F. Thoracolumbar injuries: non operative treatment: indications, management. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2024 Oct;50(5):1951-1957. doi: 10.1007/s00068-024-02619-3.
12. Vaccaro AR, Schroeder GD, Kepler CK, et al. The surgical algorithm for the treatment of thoracolumbar spine trauma: a consensus statement. *Spine J*. 2016;16(10):1224-1234. doi: 10.1016/j.spinee.2016.05.016.
13. Tanasansomboon T, Kittipibul T, Limthongkul W, Yingsakmongkol W, Kotheeranurak V, Singhatanadgige W. Thoracolumbar Burst Fracture without Neurological Deficit: Review of Controversies and Current Evidence of Treatment. *World Neurosurg*. 2022 Jun;162:29-35. doi: 10.1016/j.wneu.2022.03.061.
14. Joaquim AF, Patel AA, Schroeder GD, Vaccaro AR. A simplified treatment algorithm for treating thoracolumbar junction burst fractures using the Thoracolumbar Injury Classification and Severity Score (TLICS). *Spine J*. 2019;19(4):614-621. doi: 10.1016/j.spinee.2018.08.008.
15. Jug M, Komadina R, Wendt K, Pape HC, Bloemers F, Nau C. Thoracolumbar spinal cord injury: management, techniques, timing. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2024 Oct;50(5):1969-1975. doi: 10.1007/s00068-024-02595-8.
16. Zheng J, Nan G. Advance in pediatric spinal cord injury. *Pediatr Discov*. 2024 Mar 22;2(1):e55. doi: 10.1002/pdi3.55.