

Fracturas vertebrales: revisión a las clasificaciones, clínica y manejo actuales

Spine fractures: review of current classifications, symptoms, and management

Sergio Vera, PhD (c)^{1,2}, Camila Ancavi³, Mariana Gómez³, Roberto Vega^{1,2*}

¹ Instituto de Neurocirugía Asenjo, Universidad de Chile. Santiago, Chile.

² Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Santiago, Chile.

³ Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile. Santiago, Chile.

Declaración conflictos de interés. Los autores no poseen ningún conflicto de interés con respecto a este artículo.

Resumen

La columna vertebral confiere soporte estructural y flexibilidad, y alberga y protege a la médula espinal y a las estructuras nerviosas relacionadas, por lo que, la función normal de ésta presupone su estabilidad. Las fracturas vertebrales comprometen la estabilidad mecánica y neurológica de la columna, siendo su principal causa los traumatismos. Determinar si una fractura vertebral es estable o inestable resulta imprescindible para decidir si el manejo será conservador o quirúrgico. Esta decisión ha sido variable en el tiempo, principalmente por la falta de un sistema de clasificación de lesiones universalmente aceptado. Actualmente, la clasificación más usada y comprensible es la del Grupo AO Spine, que clasifica a las fracturas según la morfología, el estado neurológico y los modificadores clínicos. De esta forma, la comprensión de la lesión es mucho más completa y específica para cada paciente, y permite tomar mejores decisiones terapéuticas. La presente revisión describirá los tipos de fractura vertebral según la clasificación AO Spine actualizada para cada segmento de la columna (Cervical Superior y Subaxial, Tóraco-Lumbar y Sacra) describiendo las lesiones en formas generales, la clínica asociada y el manejo sugerido, el cual finalmente, siempre quedará a criterio del cirujano según las características de cada paciente.

Palabras clave: Columna vertebral, examen neurológico, fracturas de columna, trauma, vértebras.

Abstract

The spine provides structural support and flexibility, and houses and protects the spinal cord and related nerve structures, so its normal function presupposes its stability. The main cause of vertebral fractures is trauma, which compromise the mechanical and neurological stability of the spine. Determining whether a vertebral fracture is stable or unstable is essential to decide whether the management will be conservative or surgical. This decision has been variable over time, mainly due to the lack of a universally accepted classification system for injuries. Currently, the most widely used and understandable classification is that of the AO Spine Group, which classifies fractures according to morphology, neurological status, and clinical modifiers. In this way, the understanding of the lesion is much completer and more specific for each patient, and allows better therapeutic decisions to be made. This review will describe the types of vertebral fracture according to the updated AO Spine classification for each segment of the spine (Superior Cervical and Subaxial, Thoraco-Lumbar and Sacral), describing the injuries in general forms, the associated symptoms, and the suggested management which, finally, will always be at the surgeon's discretion according to the characteristics of each patient.

Key words: Neurologic examination, spinal fractures, spine, trauma, vertebrae.

Correspondencia a:

Roberto Vega

robertovegatapia@hotmail.com

Introducción

La columna vertebral se organiza en 7 segmentos cervicales, 12 torácicos, 5 lumbares y 5 huesos sacros fusionados, que en conjunto confieren soporte estructural y flexibilidad, además de albergar y proteger a la médula espinal, sus 30 pares de raíces nerviosas, y las comunicaciones nerviosas entre ellas y estructuras nerviosas superiores¹. La función normal de la columna presupone su estabilidad, la cual se logra a través de la interacción de las vértebras (estructura ósea), los discos intervertebrales, articulaciones apofisiarias y ligamentos (soporte dinámico), y la coordinación de la respuesta muscular a través del control neurológico^{1,2}.

Las fracturas vertebrales comprometen esta estabilidad, tanto mecánica como neurológica, y su principal causa se debe a una lesión traumática en la columna, con una incidencia mundial de 10,5 casos cada 100 mil personas^{3,4}. Estas lesiones se dan con mayor frecuencia en hombres, y se presentan principalmente en dos períodos de la vida: en adultos jóvenes entre los 15 y 29 años, y en adultos mayores sobre los 65 años^{3,4}.

Etiológicamente, la principal causa de fractura vertebral a nivel mundial corresponde a los accidentes de tránsito (39,5%) seguido por las caídas (38,8%), y le siguen en menor frecuencia los accidentes deportivos, por violencia, y otras causas de trauma³⁻⁶. Todas éstas corresponden a mecanismos traumáticos de lesión, que se dan con mayor frecuencia en la población adulta joven, pero también existen etiologías no traumáticas de fractura vertebral que son experimentadas más frecuentemente por la población adulta mayor, como las fracturas por osteoporosis, degeneración discal, tumores o metástasis, infecciones, enfermedades metabólicas, reumatológicas y por terapia crónica con corticoides^{3,7-9}. Sin embargo, la causa más frecuente en adultos mayores sigue correspondiendo a las caídas⁷.

Según el segmento de la columna afectado, las fracturas vertebrales presentarán diversas características, tanto en la clínica, la fisiopatología, en las imágenes radiológicas y en el tratamiento. En la presente revisión se abordarán estas características, describiendo el concepto de estabilidad espinal, y una actualización de las clasificaciones de lesiones, conceptos primordiales para la toma de decisiones terapéuticas. Posteriormente, y como es un tema extenso, se explicará a grandes rasgos la clasificación, clínica y manejo de las fracturas vertebrales según los segmentos de la columna más importantes.

Estabilidad espinal y clasificaciones

Determinar si una lesión vertebral es estable o inestable resulta imprescindible para decidir si el manejo será conservador o quirúrgico. El concepto de estabilidad se refiere a la habilidad de los huesos y ligamentos para proteger a la médula espinal y los nervios de las fuerzas de estrés fisiológico normal. Por lo tanto, serán lesiones inestables aquellas que potencialmente puedan causar o empeorar síntomas neurológicos o producir deformidades vertebrales¹⁰.

Históricamente, el manejo de las lesiones vertebrales ha sido variable, y esto se ha debido principalmente a la falta de un sistema de clasificación de lesiones que sea universal-

mente aceptado. Muchos sistemas de clasificación han sido desarrollados, desde criterios anatómicos a mecánicos, partiendo por Holdsworth en la década de 1970, cuando introdujo el modelo de dos columnas, dividiendo a la columna vertebral en columnas anterior (cuerpo vertebral y disco intervertebral) y posterior (articulaciones facetarias, ligamento amarillo y ligamentos espinosos)^{11,12}; hasta Denis en 1983, que gracias a la llegada de la Tomografía Computarizada (TC), propuso un modelo de estabilidad tóraco-lumbar dependiente de 3 columnas: una anterior (ligamento longitudinal anterior, anillo fibroso, y cuerpo vertebral anterior), media (cuerpo vertebral posterior, anillo y ligamento longitudinal posterior), y una posterior (todas las estructuras óseas y ligamentosas posteriores al ligamento longitudinal posterior)^{11,13}. Así también, Denis clasificó a las fracturas tóraco-lumbares en 4 tipos fisiopatológicos: por compresión (por carga axial sobre la columna anterior), por estallido (falla de columnas anterior y media bajo cargas axiales), lesiones por cinturón de seguridad (falla de columnas posterior y media bajo fuerzas generadas por flexión y distracción), y fracturas-dislocaciones (falla de todas las columnas bajo compresión, tensión, rotación o disrupción)^{1,13}.

Sin embargo, estos sistemas tomaban en cuenta principalmente la evaluación imagenológica, y no la condición médica del paciente ni su estado neurológico, o la severidad de la lesión. En respuesta a esto, nuevos sistemas de clasificación comenzaron a aparecer, como el de Magerl et al., para fracturas tóraco-lumbares¹⁴, el sistema de clasificación tóraco-lumbar (Thoracolumbar Injury Classification and Severity Score, TLICS) y el sistema de clasificación cervical subaxial (Subaxial Cervical Spine Injury Classification and Severity Score, SLIC)^{15,16}. La inclusión del estado neurológico se hizo en respuesta a la importancia que tiene el daño neurológico en los *outcomes* y manejo de estos pacientes. Un resumen de TLICS y SLIC se puede apreciar en las Tablas 1 y 2, respectivamente.

Clasificación actual: AO Spine Trauma Classification System

A pesar de la favorable credibilidad de las recomendaciones de manejo de las clasificaciones TLICS y SLIC, muchos usuarios han tenido problemas en acordar la definición precisa de daño morfológico y del complejo ligamentario posterior. Es así como surge en 2013 el sistema de clasificación de trauma de columna del grupo AO Spine, con el objetivo de crear un sistema que fuese comprensible y fácil de usar^{11,17}, cuyo uso se ha masificado a nivel global, y es en el que se enfocará la presente revisión.

La Clasificación de Trauma de AO Spine subdivide a la columna vertebral en 4 regiones:

1. Columna cervical superior (Cóndilo occipital o C0-C2).
2. Columna cervical subaxial (C3-C7).
3. Columna tóraco-lumbar (T1-L5).
4. Columna sacra (S1-S5, incluyendo cóccix).

Cada región se clasifica de acuerdo con un sistema jerárquico, con niveles crecientes de daño o inestabilidad. Si existen múltiples lesiones en la columna de un paciente, se prioriza la peor lesión para enfatizar el tratamiento apropiado¹¹.

Tabla 1. Clasificación TLICS para fracturas tóraco-lumbares

Parámetro	Categorías	Puntos
Morfología	Compresión	1
	Estallido	1
	Translación/rotación	3
	Distracción	4
Complejo ligamentario posterior	Intacto	0
	Sospechoso/dudoso	2
	Lesionado	3
Estado neurológico	Intacto	0
	Lesión radicular	2
	Médula o cono medular incompleto	3
	Médula o cono medular completo	2
	Cauda equina	3

Esta clasificación está basada en tres características de daño: 1) Morfología del daño determinada por apariencia imagenológica; 2) integridad del complejo ligamentario posterior; y 3) estado neurológico del paciente. Un puntaje total < 4 implica tratamiento conservador, = 4 puede ser quirúrgico o no quirúrgico, y un puntaje > 4 requiere manejo quirúrgico. Adaptado de¹⁵.

Tabla 2. Clasificación SLIC para fracturas cervicales.

Parámetro	Categorías	Puntos
Morfología	Sin anormalidad	0
	Compresión	1
	Estallido	2
	Distracción	3
	Translación/rotación	4
Complejo ligamentario posterior	Intacto	0
	Sospechoso/dudoso	1
	Lesionado	2
Estado neurológico	Intacto	0
	Lesión radicular	1
	Lesión medular completa	2
	Lesión medular incompleta	3
	Compresión medular continua	+1

Esta clasificación está basada en las mismas tres características de daño que la clasificación TLICS. Un puntaje total < 4 implica tratamiento conservador, = 4 puede ser quirúrgico o no quirúrgico, y un puntaje > 4 requiere manejo quirúrgico. Adaptado de¹⁶.

Esta clasificación evalúa 3 parámetros esenciales para entender la severidad del daño y el pronóstico: 1) la morfología de la lesión; 2) el estado neurológico; y 3) modificadores clínicos¹⁸. Para las lesiones cervicales subaxiales se añade un cuarto parámetro: daño de articulación facetaria¹⁷.

La clasificación morfológica de las lesiones vertebrales se divide principalmente en 3 tipos:

- Tipo A: Lesiones por compresión, con o sin flexión del cuerpo vertebral.
- Tipo B: Falla del complejo ligamentario posterior o del ligamento longitudinal anterior (lesiones por distracción).
- Tipo C: Falla de todos los elementos, llevando a la dislocación o desplazamiento en cualquier plano, o completa disrupción de un tejido blando¹⁸.

Sin embargo, como se mencionó anteriormente, según el segmento de la columna afectado, las fracturas vertebrales presentarán diversas características, por lo que, presentarán sus propios tipos A, B y C, sumándose incluso un cuarto tipo

para las lesiones subaxiales, subclasificaciones, y con distintos parámetros neurológicos y clínicos, que llevan a elegir diferentes tipos de tratamiento. Por esto, se hace necesario revisar en forma detallada cada segmento de la columna vertebral.

Fracturas de Columna Cervical Superior (C0-C2)

Las lesiones de columna cervical son de tremenda importancia por su gravedad y por las lesiones neurológicas que pueden provocar graves limitaciones e invalidez en los pacientes que las sufren. Debido a la naturaleza potencialmente catastrófica de la inestabilidad de la columna cervical como resultado de un traumatismo, es necesario realizar una evaluación clínica y radiológica meticulosa y estandarizada¹⁹.

Las fracturas de la columna cervical pueden estar presentes en pacientes politraumatizados, y deberían sospecharse frente a la presencia de dolor de cuello persistente asociado a rigidez, sensibilidad o sensación de discontinuidad a la

palpación vertebral. Se dan con mayor frecuencia en pacientes masculinos de alrededor de 30 años, y a menudo por accidentes automovilísticos. Las fracturas de la CCS incluyen fracturas del cóndilo occipital y del atlas, dislocaciones atlanto-axoideas, fracturas del proceso odontoide, y la fractura del ahorcado en el segmento C2²⁰.

Estas fracturas han sido subdivididas anatómicamente basadas en daños que afectan la base del cráneo, el anillo C1 y el proceso odontoide C2. La mayoría de los movimientos cervicales de flexión-extensión y rotación provienen de la columna cervical superior (CCS) y su estabilidad depende en gran manera de estructuras ligamentosas¹¹.

El análisis imagenológico con radiografía o con TC permitirá establecer la morfología de la lesión, que en el caso de las fracturas de la CCS se dividen en 3 categorías anatómicas¹¹:

- I Daño al cóndilo occipital o al complejo articular C0-C1.
- II Daño al anillo C1 o al complejo articular C1-C2.
- III Daño a C2 (odontoide, cuerpo o anillo) o al complejo articular C2-C3.

Dentro de cada categoría, las lesiones se subdividen en 3 tipos, según el grado de daño¹¹:

- A. Sólo compromiso óseo.
- B. Lesión ligamentosa con o sin compromiso óseo.

- C. Desplazamiento significativo de vértebras adyacentes en cualquier dirección y separación de la integridad anatómica.

Nótese que estos tipos de lesión A, B y C corresponde a los mismos tipos de lesiones descritas en el ítem anterior, pero adaptadas para la CCS. La clasificación para este tipo de lesiones se resume en la Figura 1.

El compromiso neurológico a este nivel es variable, abarcando un espectro desde no tener déficit neurológico, a tener un síndrome medular completo con disociación bulbo cervical, que implica un inminente paro cardiorrespiratorio²⁰. En contexto de clasificación, la evaluación neurológica (N) se divide de N0 a N4 de la siguiente forma¹⁷:

- 0. Neurológicamente intacto.
- 1. Déficit neurológico transitorio.
- 2. Síntomas radicales.
- 3. Lesión medular incompleta o cualquier grado de cauda equina.
- 4. Lesión medular completa.

Los modificadores clínicos (M) también se enumeran del 1 al 4, y describen las características específicas de cada paciente que son importantes para considerar, dado que pueden afectar el tratamiento o el pronóstico, como por ejemplo, la

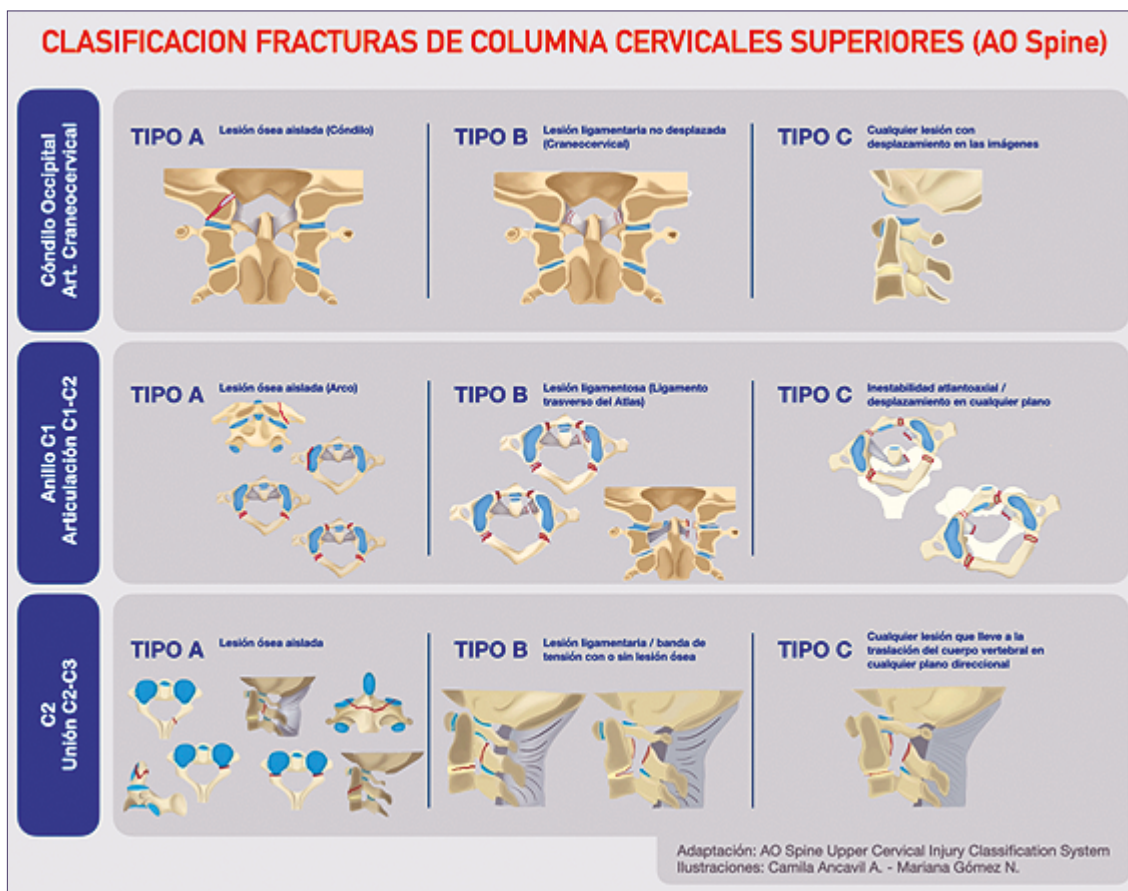


Figura 1. Clasificación AO Spine para Fracturas de la Columna Cervical Superior. Las fracturas de la CCS se pueden dividir en 3 categorías anatómicas (I, II y III), y cada categoría se subdivide según el grado de daño, en los tipos A, B y C. Adaptada y traducida al español de <https://aospine.aofoundation.org/clinical-library-and-tools/aospine-classification-systems>²².

presencia de tejido blando dañado, incertidumbre sobre lesión ligamentosa, presencia de hernia discal, o comorbilidades médicas o enfermedades metabólicas del hueso¹¹.

Para las lesiones de CCS, M1 corresponde a lesiones de alto riesgo de no unión con tratamiento conservador, M2 es lesión con potencial significativo de inestabilidad, M3 se refiere a factores específicos del paciente que afectan el tratamiento, y M4 a una lesión o anomalía vascular que afecta el tratamiento¹¹.

Para las lesiones tipo A, el manejo conservador es, a menudo, el más apropiado, mediante inmovilización cervical. Las lesiones tipo B, dependiendo de las características de la lesión, éstas pueden ser estables o inestables y requerir manejo quirúrgico, como por ejemplo, una fractura de C1 con compromiso del ligamento transversal, que podría requerir fijación y artrodesis. Las lesiones tipo C son inherentemente inestables y, por lo tanto, siempre requerirán manejo quirúrgico^{11,21}.

Fracturas de columna cervical subaxial (C3-C7)

Las lesiones de la columna cervical subaxial son las más frecuentes de la columna cervical (casi 80%), con más del 50% de las lesiones localizadas entre C5 y C7. En su mayo-

ría, se producen por impacto del cráneo o por mecanismo de desaceleración o aceleración brusco ("latigazo" cervical), y pueden tener secuelas devastadoras como tetraplejía, pérdida de la funcionalidad y discapacidad permanente¹⁹.

Estas lesiones, según análisis imagenológico, se dividen en 3 tipos morfológicos:

- A. Lesiones por compresión.
- B. Lesiones de la banda de tensión.
- C. Lesiones por translocación.

Se agrega otro tipo, único a la clasificación de fracturas de columna cervical subaxial, denominada tipo F, que describe las lesiones de las articulaciones facetarias, usadas para denotar estabilidad de fracturas aisladas facetarias o indicar subluxación/dislocación sin una fractura¹¹. Los tipos de fracturas se pueden apreciar en la Figura 2.

La evaluación neurológica será la misma que se nombró anteriormente, categorizando de N0 a N4. En cambio, los modificadores clínicos varían un poco con respecto a las lesiones de CCS: M1 denota lesión del complejo capsulo-ligamentario posterior sin interrupción completa, M2 implica una herniación discal crítica, M3 es usado para enfatizar anomalía ósea, como rigidez o enfermedad metabólica ósea, y M4 se refiere a una anomalía de arteria vertebral¹¹.

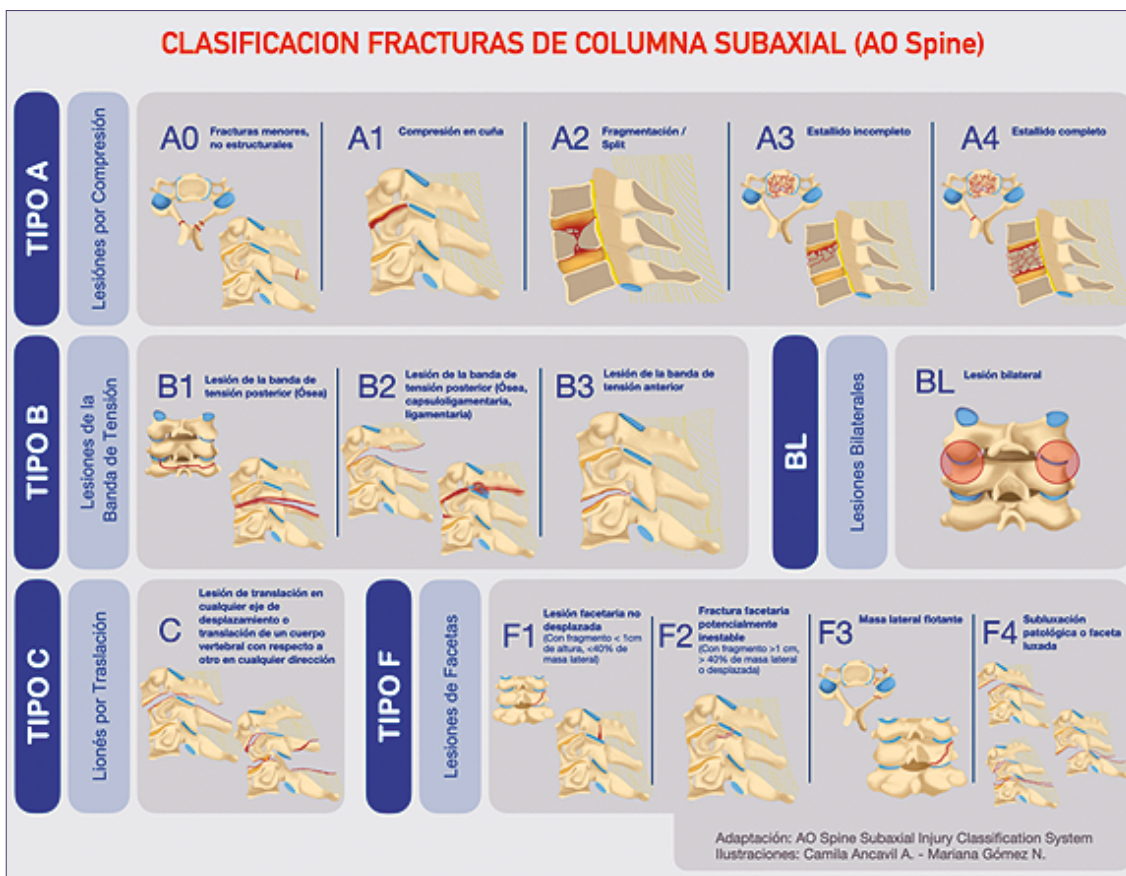


Figura 2. Clasificación AO Spine para Fracturas de la Columna Cervical Subaxial. Las fracturas se dividen en 3 tipos de daño, A, B y C, y se agrega otro tipo de lesión, única para esta clasificación de fracturas subaxiales, que son las lesiones a las articulaciones facetarias, denominadas como tipo F. Todas se subdividen en subtipos de lesión, que pueden tomar valores entre 0 y 4. Adaptada y traducida al español de <https://aospine.aofoundation.org/clinical-library-and-tools/ao-spine-classification-systems>²².

Con respecto al manejo, los pacientes con este tipo de lesiones traumáticas se deben estabilizar inicialmente con un collar cervical rígido, y obtener una imagen con TC. Pacientes que no presenten dolor, déficit neurológico o anomalías radiológicas, se les puede remover el collar. Si bien la TC es una poderosa herramienta para la evaluación diagnóstica inicial gracias a su gran resolución ósea, un estudio con Resonancia Nuclear Magnética (RNM) es primordial en caso de que se requiera resolución quirúrgica, dada la excelente visualización de lesiones compresivas de tejido blando, como herniaciones discales o hematomas¹⁹.

La evaluación y clasificación de las lesiones de acuerdo con la clasificación AO Spine facilita la decisión terapéutica. La urgencia de manejo quirúrgico depende principalmente de la existencia o de un inminente déficit neurológico y en el grado de inestabilidad. Así, lesiones óseas con poca inestabilidad, como A1, A2 y F1, y algunas veces A3, deberían ser manejadas en forma conservadora con un collar semirrígido (por ej., un collar Filadelfia). Las lesiones tipo B1 son discutibles si requieren manejo conservador o quirúrgico, mientras que las lesiones inestables como B2, B3, C y F2-F4 requerirán manejo quirúrgico²³ (Figura 3).

Fracturas de columna tóraco-lumbar (T1-L5)

Corresponden a la región más habitual de fracturas vertebrales, siendo el mecanismo más frecuente los accidentes automovilísticos, seguido por caídas de altura. En adultos mayores, la principal causa es por caídas, en parte agravado por osteopenia u osteoporosis. La región más afectada corresponde a T11-L2, dado que marca la transición de una columna torácica rígida a una columna lumbar flexible, por lo que, es biomecánicamente susceptible a lesión²⁴.

Al igual que en los sistemas previamente descritos, las

lesiones se clasifican en tipo A (compresión), B (distracción), y C (translocación). Las lesiones tipo A pueden afectar un solo cuerpo vertebral, o pueden ocurrir en combinación con lesiones tipo B o C (Figura 3). Además, se mantiene la misma clasificación neurológica (N). Sin embargo, hay sólo 2 modificadores clínicos paciente-específicos: M1, usada para designar fracturas con una lesión indeterminada a la banda de tensión en imágenes (con o sin RNM); y M2, usada para designar comorbilidades propias del paciente que podrían guiar a la decisión de manejo quirúrgico o no, como osteoporosis, una espondilitis anquilosante o quemaduras que afecten la piel sobre la zona de la lesión vertebral^{11,18}.

El 20% a 40% de estas fracturas está relacionada a lesiones neurológicas, cuya clínica de estas lesiones puede verse representada como una serie de síndromes medulares, completos o incompletos. Aunque la fractura acompañada de lesiones neurológicas no es una indicación absoluta para tratamiento quirúrgico, las cirugías se realizan mayormente en pacientes con déficit neurológico incompleto para prevenir una mayor progresión de la lesión neurológica, ayuda a la recuperación neurológica, y hace posible una movilización temprana logrando la estabilidad de la fractura²⁵.

Fracturas de columna sacra (S1-S5)

Las fracturas sacras son las menos frecuentes de las fracturas de columna vertebral, y son el resultado de un mecanismo de alta energía, como los accidentes automovilísticos o caídas de altura. Son a menudo poco diagnosticadas y mal tratadas, dado que se presentan comúnmente en pacientes neurológicamente intactos²⁶.

Se clasifican en 3 grupos principales según criterios morfológicos: tipo A (sacro-coccígeas bajas); B (lesiones pélvicas posteriores), y C (lesiones espino-pélvicas). Cada grupo se

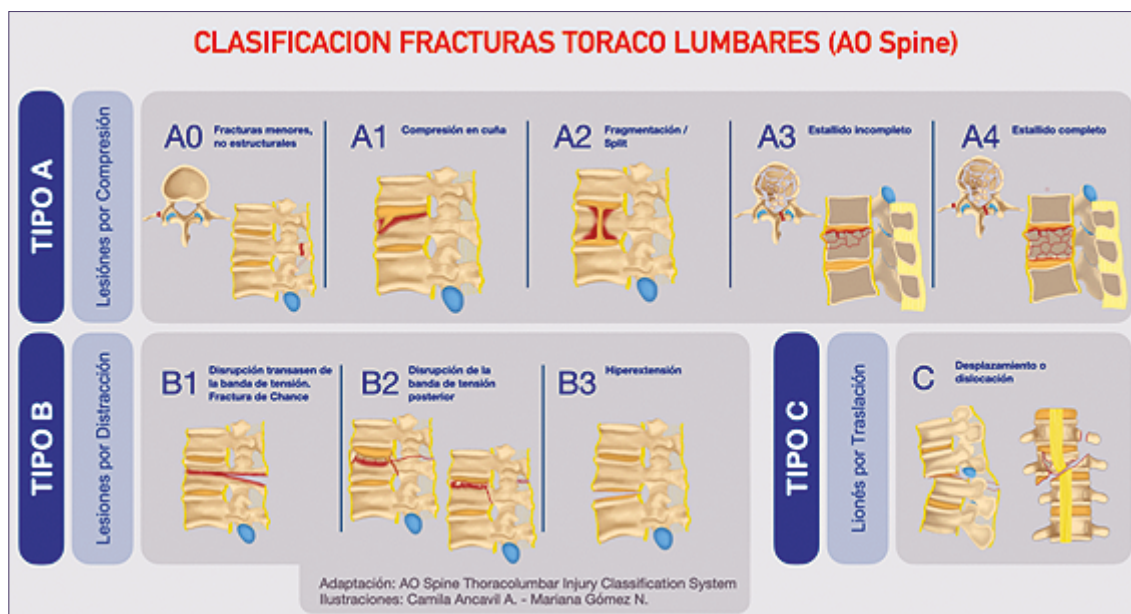


Figura 3. Clasificación AO Spine para Fracturas de la Columna Tóraco-Lumbar. Las fracturas se dividen en tipos A, B y C, y A y B pueden subdividirse en subtipos numéricos. Adaptada y traducida al español de <https://aospine.aofoundation.org/clinical-library-and-tools/ao-spine-classification-systems>²².

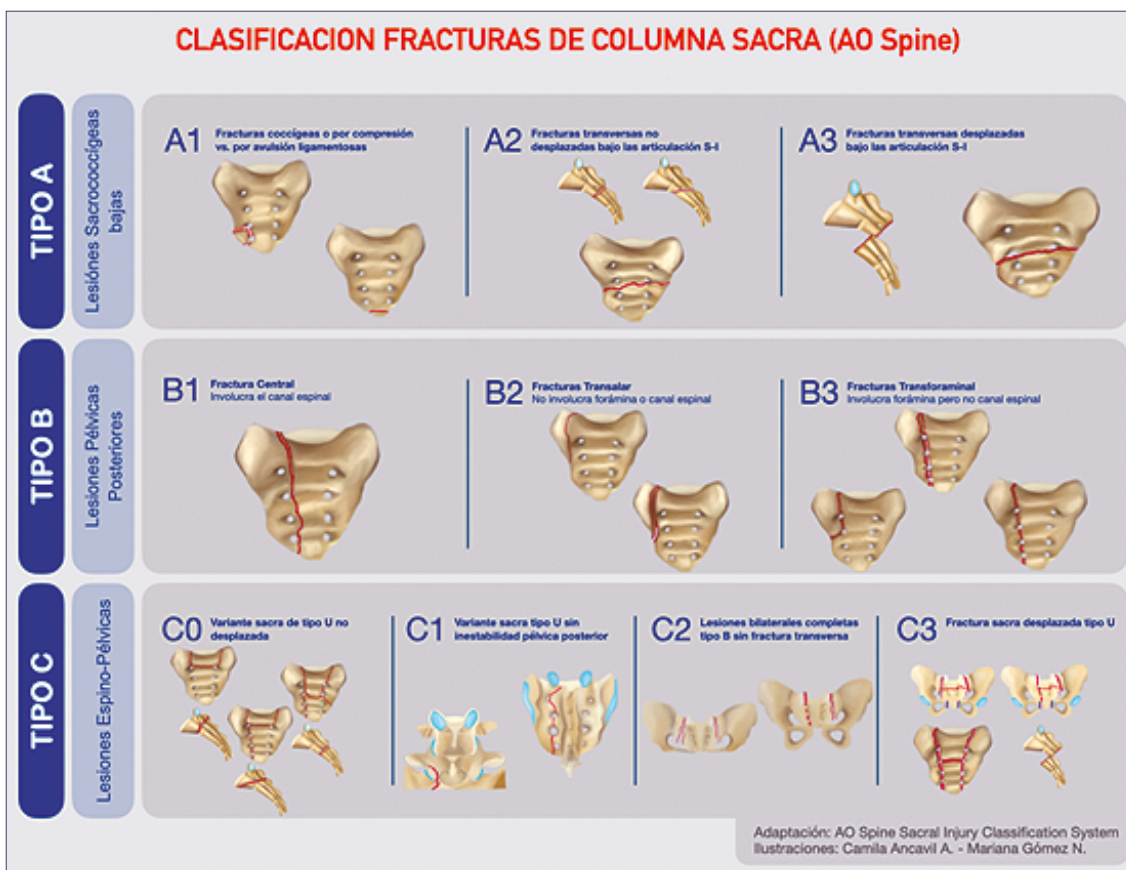


Figura 4. Clasificación AO Spine para Fracturas de la Columna Sacra. Las fracturas se dividen en tipos A, B y C, y pueden subdividirse en subtipos numéricos. Adaptada y traducida al español de <https://aospine.aofoundation.org/clinical-library-and-tools/ao-spine-classification-systems>²².

subdivide en 3 o 4 subtipos según el grado de lesión. Las fracturas tipo A describen patrones más estables de daño a nivel sacro-coccígeo bajo, mientras que las tipo B impactan principalmente la estabilidad pélvica posterior, y las tipo C involucran lesiones de alta energía con inestabilidad espino-pélvica, y se dividen en 4 subtipos¹¹ (Figura 4). Las lesiones B2 (también conocidas como fracturas Zona I de Denis) se asocian a déficit neurológico leve en 5,9% de los pacientes, afectando el nervio ciático o la raíz L5; las lesiones B3 (o Zona II de Denis) pueden causar disfunción esfinteriana o daños de nervio ciático en 28,4% de los pacientes; y las lesiones B1 (o Zona III de Denis) pueden causar disfunción esfinteriana o sexual hasta en 50% de estos pacientes²⁶.

Existen 4 modificadores clínicos para estas fracturas: M1 indica lesión en tejido blando, M2 una enfermedad metabólica ósea, M3 lesión al anillo pélvico anterior, y M4 una lesión en la articulación sacroilíaca^{11,22}. El manejo quirúrgico se indica en fracturas inestables, déficit neurológico y severa desalineación axial o sagital de la columna, por lo que, quedará a criterio del cirujano, y tomando en cuenta la clasificación morfológica, neurológica y los modificadores clínicos, la decisión terapéutica²⁶.

Conclusiones

Las fracturas vertebrales constituyen un tipo de lesión relativamente frecuente, que se puede dar por causas traumáticas o no traumáticas, y en pacientes jóvenes o pacientes añosos. Por este motivo, cada paciente debe ser analizado en forma específica y se deben analizar todos los elementos asociados, como el mecanismo de daño, el estado neurológico y las comorbilidades asociadas, para poder realizar un manejo adecuado. Es así como la clasificación de fracturas vertebrales del Grupo AO Spine constituye un esfuerzo por unificar todas estas variables y de poder entregar una guía del tipo de lesión al que se estará enfrentando el cirujano, pero siempre será él quien deberá tomar la decisión terapéutica que mejor se adapte a cada tipo de paciente.

Referencias

1. Panczykowski DM, Okonkwo DO. Assessment and classification of Spinal instability. En: Winn HR, editor. Youmans & Winn. Neurological Surgery. 7th Ed. Philadelphia: Elsevier; 2017. P.

- 2482-2492.
2. Izzo R, Guarnieri G, Guglielmi G, Muto M. Biomechanics of the spine. Part I: spinal stability. *Eur J Radiol.* 2013; 82(1):118-26.
 3. Kang Y, Ding H, Zhou HX, Wei ZJ, Liu L, Pan DY, et al. Epidemiology of worldwide spinal cord injury: a literature review. *Journal of Neurorestoratology* 2018;6 1-9.
 4. Kumar R, Lim J, Mekary RA, Rattani A, Dewan MC, Sharif S, et al. Traumatic Spinal Injury: Global Epidemiology and Worldwide Volume. *World Neurosurg.* 2018 May;113:e345-e363.
 5. Chiu WT, Lin HC, Lam C, Chu SF, Chiang YH, Tsai SH. Review paper: epidemiology of traumatic spinal cord injury: comparisons between developed and developing countries. *Asia Pac J Public Health.* 2010;22(1):9-18.
 6. van den Berg ME, Castellote JM, Mahillo-Fernandez I, de Pedro-Cuesta J. Incidence of spinal cord injury worldwide: a systematic review. *Neuroepidemiology.* 2010;34(3):184-92; discussion 192.
 7. Schousboe JT. Epidemiology of Vertebral Fractures. *J Clin Densitom.* 2016 Jan-Mar;19(1):8-22.
 8. Mauch JT, Carr CM, Cloft H, Diehn FE. Review of the Imaging Features of Benign Osteoporotic and Malignant Vertebral Compression Fractures. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2018 Sep;39(9):1584-1592.
 9. Ge L, Arul K, Ikpeze T, Baldwin A, Nickels JL, Mesfin A. Traumatic and Nontraumatic Spinal Cord Injuries. *World Neurosurg.* 2018 Mar;111:e142-e148.
 10. E. Garcés Redolat, A. C. Vela, A. García Gámez, L. E. Dinu, M. Marin Cardenas, J. M. Artigas. Actualización en el diagnóstico radiológico del traumatismo vertebral. Congreso SERAM 2012. European Society of Radiology. DOI: 10.1594/seram2012/S-0543.
 11. Divi SN, Schroeder GD, Oner FC, Kandziora F, Schnake KJ, Dvorak MF, et al. AO Spine-Spine Trauma Classification System: The Value of Modifiers: A Narrative Review With Commentary on Evolving Descriptive Principles. *Global Spine J.* 2019;9(1 Suppl):77S-88S.
 12. Holdsworth 1970. Fractures, dislocations, and fracture-dislocations of the spine. *J Bone Joint Surg Am.* 1970 Dec;52(8):1534-51.
 13. Denis F. Spinal instability as defined by the three-column spine concept in acute spinal trauma. *Clinical Orthopaedics and Related Research.* 1984(189):65-76.
 14. Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, Harms J, Nazarian S. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *Eur Spine J.* 1994;3:184-201.
 15. Vaccaro AR, Lehman RA, Hurlbert RJ, et al. A new classification of thoracolumbar injuries: the importance of injury morphology, the integrity of the posterior ligamentous complex, and neurologic status. *Spine (Phila Pa 1976).* 2005;30:2325-2333.
 16. Vaccaro AR, Hulbert RJ, Patel AA, et al. Spine Trauma Study Group. The subaxial cervical spine injury classification system. *Spine (Phila Pa 1976).* 2007;32:2365-2374.
 17. Schnake KJ, Schroeder GD, Vaccaro AR, Oner C. AO Spine Classification Systems (Subaxial, Thoracolumbar). *J Orthop Trauma.* 2017 Sep;31 Suppl 4:S14-S23.
 18. Vaccaro AR, Oner C, Kepler CK, Dvorak M, Schnake K, Bellabarba C, et al. AO Spine thoracolumbar spine injury classification system: fracture description, neurological status, and key modifiers. *Spine (Phila Pa 1976).* 2013 Nov 1;38(23):2028-37.
 19. Feuchtbaum E, Buchowski J, Zebala L. Subaxial cervical spine trauma. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2016;9(4):496-504.
 20. Marcon RM, Cristante AF, Teixeira WJ, Narasaki DK, Oliveira RP, de Barros Filho TE. Fractures of the cervical spine. *Clinics (Sao Paulo).* 2013 Nov;68(11):1455-61.
 21. Bransford RJ, Alton TB, Patel AR, Bellabarba C. Upper cervical spine trauma. *J Am Acad Orthop Surg.* 2014 Nov;22(11):718-29.
 22. AO Spine Group. AO Spine Classification Systems. [Consultado el 26 de Abril de 2020] Disponible en: <https://aospine.aofoundation.org/clinical-library-and-tools/ao-spine-classification-systems>
 23. Schleicher P, Kobbe P, Kandziora F, Scholz M, Badke A, Brakopp F. Treatment of Injuries to the Subaxial Cervical Spine: Recommendations of the Spine Section of the German Society for Orthopaedics and Trauma (DGOU). *Global Spine J.* 2018 Sep;8(2 Suppl):25S-33S.
 24. Katsuura Y, Osborn JM, Cason GW. The epidemiology of thoracolumbar trauma: A meta-analysis. *J Orthop.* 2016;13(4):383-8.
 25. Byung-Guk Kim, Jin-Myoung Dan, Dong-Eun Shin. Treatment of Thoracolumbar Fracture. *Asian Spine J.* 2015; 9(1): 133-146.
 26. Bydon M, Fredrickson V, De la Garza-Ramos R, Li Y, Lehman RA Jr, Trost GR, et al. Sacral fractures. *Neurosurg Focus.* 2014;37(1):E12.