

Columna vertebral flotante y otras variantes de la asociación de múltiples fracturas vertebrales inestables simultáneas

Guillermo A. Ricciardi,^{*} Lyanne J. Romero,^{*} Santiago Formaggin,^{*} Ignacio Garfinkel,^{*} Gabriel Carrioli,^{*} Daniel O. Ricciardi^{**}

^{*}Equipo de Columna Vertebral, Servicio de Ortopedia y Traumatología, Sanatorio Güemes, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

^{**}Equipo de Columna Vertebral, Centro Médico Integral Fitz Roy, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

RESUMEN

Introducción: El objetivo de este estudio fue evaluar a una serie de pacientes con la asociación de múltiples fracturas vertebrales inestables (tipo B o C) simultáneas. **Materiales y Métodos:** Estudio descriptivo de pacientes con trauma vertebromedular de alta energía y asociación de múltiples fracturas vertebrales inestables simultáneas entre enero de 2015 y enero de 2021. Se incluyó a pacientes con fracturas vertebrales múltiples tipo B (asociación de lesión ligamentaria) o tipo C (evidencia de subluxación/luxación). Se excluyó a pacientes con registros incompletos de historias clínicas, fracturas por osteoporosis o patológicas y seguimiento <3 meses. **Resultados:** Se constataron 5 pacientes (1 mujer y 4 hombres) con dos fracturas vertebrales inestables simultáneas, con 4 casos (80%) de fracturas no contiguas y 3 casos (60%) con 2 luxofracturas simultáneas no contiguas ("columna flotante"); 2 (40%) pacientes presentaron la asociación de una fractura tipo B con una tipo C. La mediana de la edad era de 35 años. Todos tenían traumatismos de alta energía con lesiones asociadas. Los pacientes fueron operados por vía posterior convencional, con reducción y artrodesis larga. Se constató la recuperación neurológica en 2 pacientes. **Conclusión:** Presentamos una serie de casos de múltiples fracturas vertebrales inestables (tipo B o C) y simultáneas por traumatismos de alta energía. Esta asociación de lesiones es poco frecuente y tiene una elevada morbilidad relacionada con el trauma vertebral, sistémico y neurológico.

Palabras clave: Fracturas vertebrales múltiples inestables; columna flotante; trauma; alta energía.

Nivel de Evidencia: IV

Floating Spine and Other Types of Associated Multiple Simultaneous Unstable Spinal Fractures

ABSTRACT

Introduction: We intend to present a series of patients with associated multiple and simultaneous unstable spinal fractures (Type B or C). **Materials and Methods:** A descriptive analysis of patients with high-energy spinal cord injuries and associated multiple unstable and simultaneous spinal fractures from January 2015 to January 2021 was conducted. Patients with type B (ligament injury) and/or type C (subluxation/dislocation) multiple spinal fractures were included. Patients with incomplete medical records, osteoporotic or pathological fractures, or fewer than 3 months of follow-up were excluded. **Results:** We included 5 patients (1 woman and 4 men) with two simultaneous unstable spinal fractures, including 4 cases (80%) of non-contiguous fractures and 3 (60%) with two simultaneous non-contiguous fracture dislocations ("floating spine"); 2 (40%) cases had a type B fracture associated with a type C fracture. The median age was 35 years. High-energy trauma with associated injuries occurred in all cases. All patients were surgically treated with a conventional posterior approach, reduction, and long arthrodesis. In two patients, neurological recovery was confirmed. **Conclusion:** A case series of multiple simultaneous unstable spinal fractures (type B or C) caused by high-energy trauma is presented. This is a rare injury association with significant morbidity associated with spinal, systemic, and neurological trauma.

Keywords: Multiple unstable spinal fractures; floating spine; trauma; high energy.

Level of Evidence: IV

Recibido el 13-8-2022. Aceptado luego de la evaluación el 18-4-2023 • Dr. GUILLERMO A. RICCIARDI • guillermoricciardi@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0002-6959-9301>

Cómo citar este artículo: Ricciardi GA, Romero LJ, Formaggin S, Garfinkel I, Carrioli G, Ricciardi DO. Columna vertebral flotante y otras variantes de la asociación de múltiples fracturas vertebrales inestables simultáneas. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2023;88(3):321-330. <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2023.88.3.1652>

INTRODUCCIÓN

La asociación de fracturas vertebrales múltiples simultáneas se ha descrito extensamente en la bibliografía clásica, sobre todo en el contexto de traumatismos de alta energía.¹⁻⁵

Se puede distinguir como fracturas no contiguas al subgrupo de fracturas asociadas separadas por un segmento de raquis indemne. Numerosas publicaciones han estimado su incidencia y jerarquizado la importancia del diagnóstico oportuno, ya que aproximadamente el 28% de las fracturas vertebrales no contiguas pueden pasar inadvertidas.⁵ En las últimas décadas, algunas investigaciones que evaluaron a pacientes con resonancia magnética registraron una incidencia variable de fracturas vertebrales no contiguas (17-34%).^{5,6}

En el contexto de esta asociación de lesiones, cabe destacar que la coexistencia de dos fracturas vertebrales inestables no contiguas es menos frecuente y la cantidad de publicaciones al respecto es mucho menor, predominan los reportes de casos o las series breves.⁷⁻¹¹ La asociación de dos luxaciones o luxofracturas vertebrales no contiguas ha recibido diferentes denominaciones en la bibliografía. Se puede mencionar la luxación “en bloque” de la columna lumbar en un caso de luxaciones simultáneas de las charnelas toracolumbar y lumbosacra⁸ y como “columna vertebral flotante” en referencia a lesiones vertebrales que comprometen las tres columnas en dos niveles no contiguos.^{7,10,11}

El objetivo de este estudio fue analizar una serie de pacientes con trauma vertebromedular y asociación de múltiples fracturas vertebrales inestables (tipo B o C) simultáneas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizó a una serie de pacientes con trauma vertebromedular de alta energía tratados por el mismo equipo quirúrgico, con el objetivo de evaluar los casos que presentaron la asociación de múltiples fracturas vertebrales inestables simultáneas durante el período comprendido entre enero de 2015 y enero de 2021.

Se incluyó a pacientes con fracturas vertebrales múltiples tipo B (asociación de lesión ligamentaria) y tipo C (evidencia de subluxación/luxación) de acuerdo con los sistemas de clasificación de lesiones vertebrales toracolumbares y cervicales bajas AOSpine. Se excluyó a pacientes con registros incompletos en las historias clínicas, fracturas por osteoporosis, fracturas patológicas y seguimiento <3 meses.

La descripción de los casos se realizó considerando las siguientes variables de estudio: edad, sexo, traumatismo, topografía vertebral, clasificación según el sistema AOSpine,¹² compromiso de vértebras no contiguas; configuración de la lesión tipo columna flotante; estado neurológico pre- y posoperatorio según el instrumento *ASIA Impairment Scale* (AIS),¹³ presencia de lesiones asociadas y comorbilidades, abordaje quirúrgico, niveles de instrumentación involucrados, complicaciones, evolución radiográfica, evolución clínica según la escala analógica visual y la escala de independencia funcional (*Functional Independence Measure*, FIM) al alta de la especialidad. La FIM es un instrumento desarrollado como medida de discapacidad que incluye medidas de independencia para el autocuidado, el control de esfínteres, transferencias, locomoción, comunicación y cognición.¹⁴

Esta investigación se llevó a cabo de acuerdo con los principios enunciados en la Declaración de Helsinki, respetando el carácter anónimo y la confidencialidad de los datos. Los pacientes otorgaron el consentimiento para su publicación.

Análisis estadístico

En la descripción de nuestra serie de casos, las variables categóricas se expresan como número y porcentaje, y las variables numéricas, como mediana y rango. El recuento, el porcentaje y las medidas de resumen se obtuvieron con el programa SPSS Statistics 25.

RESULTADOS

Durante el período de estudio, hubo cinco pacientes (1 mujer y 4 hombres) con dos fracturas vertebrales inestables simultáneas, con cuatro casos (80%) de fracturas no contiguas. De acuerdo con el tipo de fracturas asociadas, tres (60%) tenían dos luxofracturas (AOSpine: tipo C) simultáneas no contiguas, asociación denominada columna flotante, según publicaciones previas. Como variante de lesión, dos (40%) pacientes tenían la asociación de una fractura tipo B con una tipo C. La mediana de la edad era de 35 años (rango 23-49). Todos habían sufrido traumatismos de alta energía (3 accidentes de tránsito, 2 caídas de gran altura) con lesiones asociadas. Predominó el traumatismo grave de tórax con fracturas costales y hemotórax (n = 3, 60%). Se registraron escasas comorbilidades previas: un paciente con antecedente de depresión mayor e intento autolítico y uno con osificación del ligamento longitudinal posterior cervical. En la [Tabla 1](#), se resume la descripción de la muestra y, en la [Tabla 2](#), se describen los casos ([Figuras 1-4](#)).

Tabla 1. Descripción de la muestra

| Variables | | Resultados |
|--|-----------------------|------------|
| Edad, mediana (mín.-máx.) | | 35 (23-49) |
| Sexo, n (%) | Masculino | 4 (80) |
| | Femenino | 1 (20) |
| Topografía, n (%) | Cervical + Torácica | 2 (40) |
| | Torácica + Lumbar | 2 (40) |
| | Lumbar | 1 (20) |
| Cantidad de vértebras fracturadas, mediana (mín.-máx.) | | 3 (2-6) |
| Lesiones asociadas, n (%) | | 5 (100) |
| Niveles de fusión, mediana (mín.-máx.) | | 11 (8-12) |
| Columna flotante, n (%) | | 3 (60) |
| AIS al ingreso, n (%) | A | 2 (40) |
| | C | 1 (20) |
| | D | 2 (40) |
| Tipo de traumatismo, n (%) | Accidente de tránsito | 3 (60) |
| | Caída de altura | 2 (40) |

AIS = ASIA Impairment Scale.

Tabla 2. Descripción de los casos

| n | Edad (sexo) | AOSpine | Asociación lesional | AIS preop. | Lesiones asociadas |
|---|-------------|---|---------------------|------------|---|
| 1 | 35 (M) | C7-T1: C (T3-T4: C; T1:A1; T4:A1; N4) | CF | A | Fractura de metatarsianos |
| 2 | 29 (F) | T7-T8: C (T12-L1: C; T7:A4; T8:A3; T9:A1; T10:A1; L1:A3; L2:A4; N3) | CF | D | Fracturas de húmero, pelvis y costillas Trauma de tórax con hemotórax TCE |
| 3 | 38 (M) | T1-T2: C (C3-C4: B3; T2 A1) | C + B | C | TCE con fractura de cráneo Fractura de atlas. |
| 4 | 49 (M) | L4-L5: C (L1-L2: B2; L2: A4; L3:A3; N3) | C + B | D | Trauma de tórax con fracturas costales y hemotórax |
| 5 | 23 (M) | T8-T9: C (T12-L1: C; L1: A3; T9: A1; N4) | CF | A | Trauma de tórax con fracturas costales y hemotórax TCE |

AIS preop. = ASIA Impairment Scale preoperatoria; M = masculino; F = femenino; CF = columna flotante; TCE = traumatismo craneoencefálico; C + B = asociación de fractura tipo C y fractura tipo B.



Figura 1. Tomografía computarizada de columna cervico-torácica, corte sagital, sin medio de contraste. **A.** Al ingreso del paciente. Evidencia de “columna vertebral torácica flotante”. **B.** Posoperatorio. Evidencia de reducción de ambas lesiones.



Figura 2. Caso 2. **A-D.** Tomografía computarizada inicial de columna toracolumbar, cortes axiales en T7, en L1 y en L2, respectivamente. **E.** Radiografía de columna toracolumbar, de perfil, posoperatoria. Instrumentación pedicular.

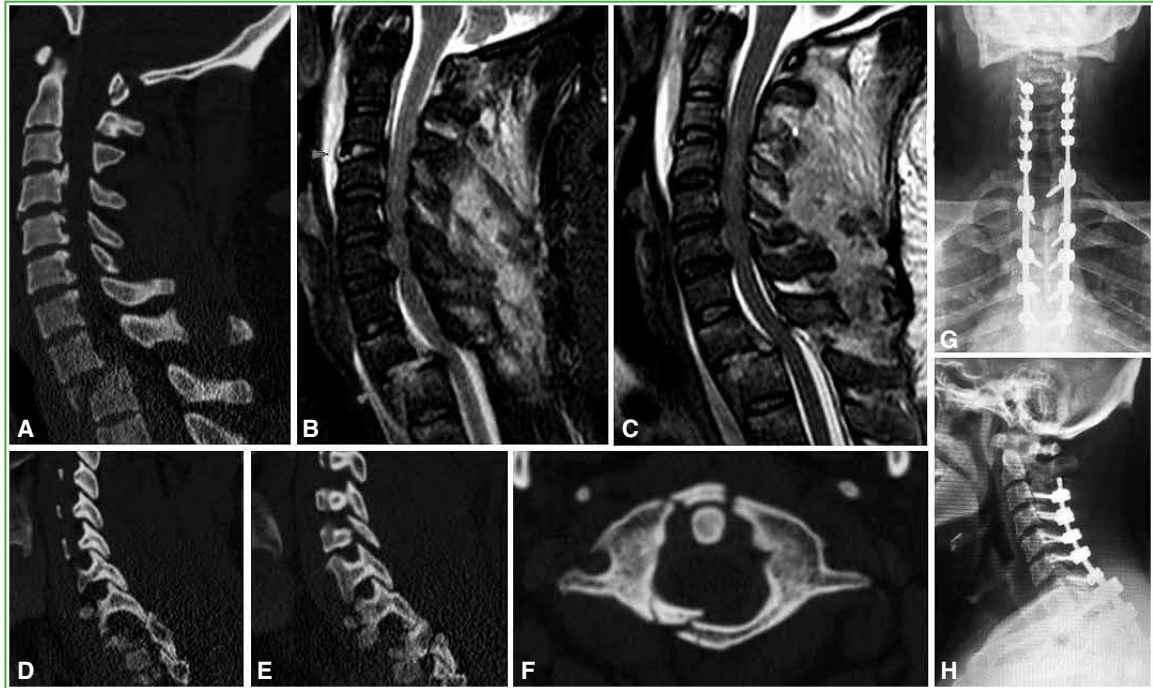


Figura 3. Caso 3. **A, D-F.** Tomografía computarizada inicial de columna cervical. Evidencia de fractura-luxación de C7-T1 con luxación facetaria bilateral, osificación del ligamento longitudinal posterior y fractura de atlas. **B y C.** Resonancia magnética de columna cervical. Evidencia de lesión tipo B3 C3-C4. **G y H.** Radiografías de columna cervico-torácica, de frente y de perfil. Control posoperatorio.

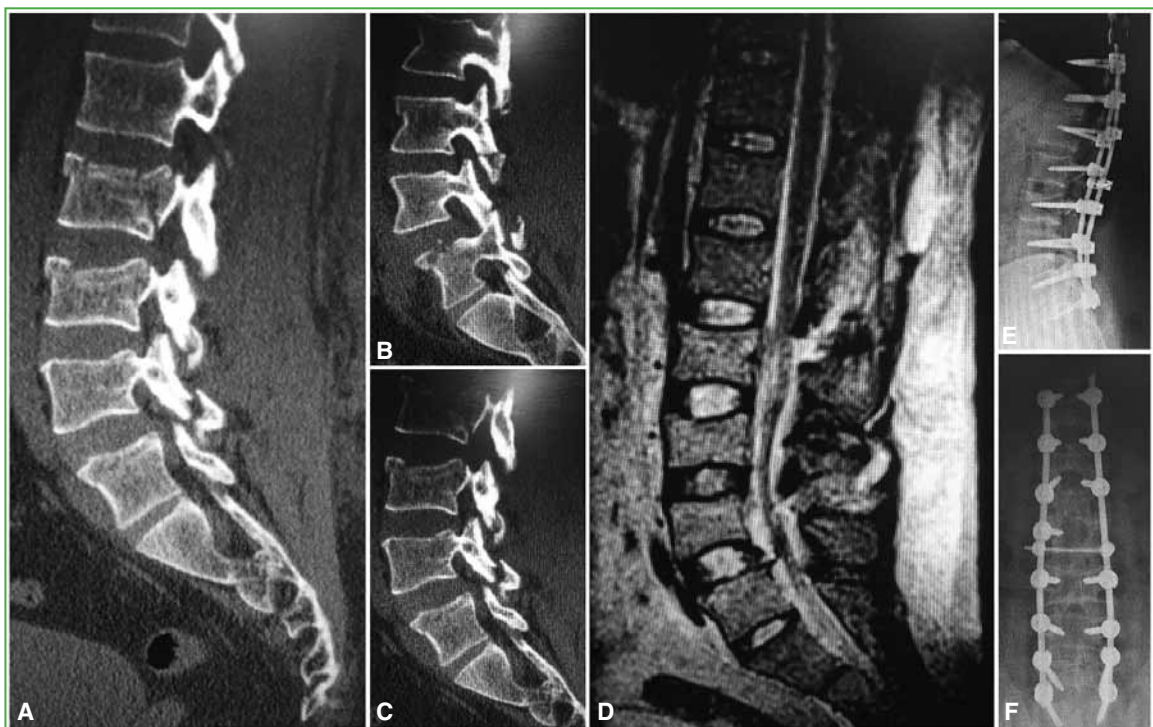


Figura 4. Caso 4. **A-C.** Tomografía computarizada inicial de columna lumbosacra. Evidencia de fractura-luxación de L4-L5 (espondilolistesis traumática), asociada con fractura A3 del cuerpo vertebral de L2 y A1 de L3. **D.** Resonancia magnética de columna lumbosacra. Evidencia de lesión tipo B2 de L1-L2. **E y F.** Control radiográfico posoperatorio.

Todos tenían una lesión neurológica (4, lesión medular/cono medular; uno, cauda equina). El grado de lesión neurológica inicial era severo en tres casos (2 con síndrome medular completo AIS A; uno con síndrome medular incompleto AIS C).

Todos fueron operados por vía posterior convencional, con liberación, reducción y artrodesis larga. En un caso, se había realizado además la reparación dural. Un paciente derivado desde otro centro había sido sometido a una laminectomía de ambas lesiones sin instrumentación en el Servicio de Urgencia (Figura 5).

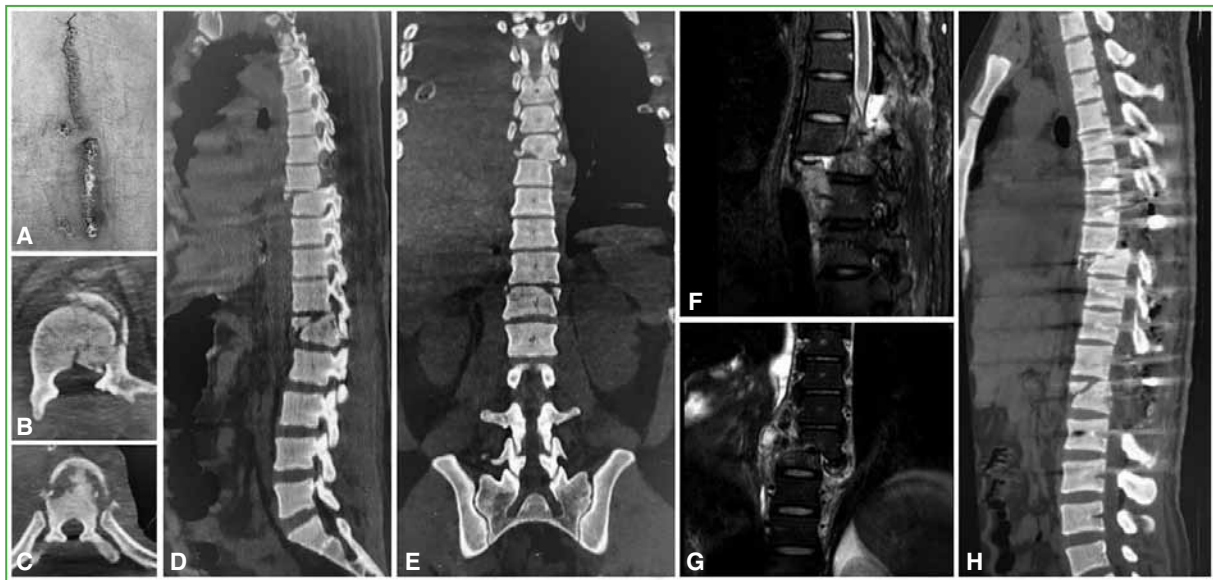


Figura 5. Caso 5. **A.** Cicatriz de laminectomía no instrumentada realizada en el Servicio de Urgencia del centro derivador. **B-E.** Tomografía computarizada de columna. Evidencia de luxofracturas asociadas en T8-T9 y T12-L1. **F y G.** Resonancia magnética de columna torácica en secuencia STIR. Evidencia de progresión preoperatoria del desplazamiento de una luxofractura proximal de T8-T9. **H.** Tomografía computarizada posoperatoria de columna toracolumbar. Evidencia de reducción incompleta de fractura proximal.

Se constató la recuperación neurológica en, al menos, un grado de la clasificación AIS en dos pacientes. Un paciente AIS D se recuperó completamente y uno con cuadriparesia severa AIS C mejoró parcialmente a AIS D. En este último caso, la recuperación del estado neurológico fue incompleta; no obstante, el paciente pudo recuperar la independencia en la deambulación con descarga parcial. El estado neurológico no mejoró en los pacientes con lesión neurológica inicial AIS A y, por lo tanto, tuvieron una mayor dependencia funcional posoperatoria. Casi todos sufrieron, al menos, una complicación ($n = 4$; 80%) que, en su mayoría, se relacionó con la lesión neurológica asociada (dolor neuropático crónico [4 casos], infección urinaria intrahospitalaria [2 casos]; vejiga neurogénica [2 casos], intestino neurogénico [1 caso]). Un paciente sufrió un shock séptico con foco urinario que obligó a re-ingresarlo en la unidad de terapia intensiva. En dos (40%) casos, las complicaciones estaban relacionadas con la cirugía: un paciente con hematoma en el sitio quirúrgico con drenaje ambulatorio (cultivos negativos) y un caso de “columna flotante” con reducción incompleta de la fractura-luxación proximal sin necesidad de revisión (Tabla 3, Figura 6). La mediana de seguimiento fue de 501 días (mín.-máx. 113-2024).

Tabla 3. Evolución

| VARIABLES | Resultados |
|--------------------------------------|--------------|
| FIM, mediana (mín.-máx.) | 113 (72-126) |
| EAV axial, mediana (mín.-máx.) | 2 (0-5) |
| Complicaciones, n pacientes (%) | 4 (80) |
| Relacionadas con la cirugía | 2 (40) |
| Clínicas | 2 (40) |
| Asociadas al trauma vertebro-medular | 4 (80) |

FIM = *Functional Independence Scale*; EAV = escala analógica visual; mín.-máx. = mínimo-máximo.

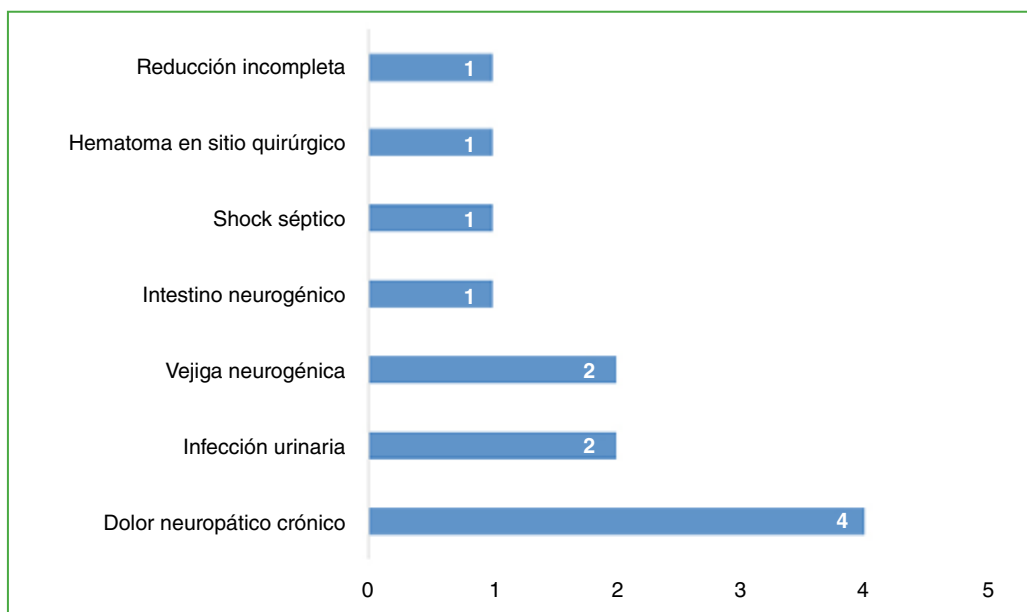


Figura 6. Distribución de las complicaciones.

DISCUSIÓN

En el contexto de la evaluación inicial de pacientes con un trauma vertebromedular de alta energía, es frecuente detectar la asociación de múltiples fracturas vertebrales adyacentes o no contiguas.¹⁵ Este hallazgo está extensamente descrito en la bibliografía, de la cual surge que la alteración del nivel de conciencia que impide el examen neuro-ortopédico y el antecedente traumático de alta energía son factores de riesgo para no advertir la segunda fractura.¹⁶⁻¹⁸ Además, se destacan como patrones más frecuentes la combinación de las topografías cervical-torácica y torácico-lumbar.¹⁶⁻¹⁸ Por lo tanto, la evidencia disponible indica que la presencia de una lesión vertebral cervical o torácica en traumatismos de alta energía, especialmente en pacientes obnubilados, conlleva la imperativa necesidad de estudiar “toda” la columna con tomografía computarizada para evitar pasar por alto lesiones ocultas, o mejor dicho inadvertidas por el médico tratante.¹⁵⁻²¹ Aun en la era de la tomografía y la resonancia magnética, se ha informado una media de 5.1 días de retraso en el diagnóstico de fracturas vertebrales asociadas.¹⁵ La resonancia magnética ofrece como ventaja adicional la posibilidad de valorar si hay edema (fracturas trabeculares), la estimación directa de lesiones ligamentarias y la evaluación completa del neuroeje.⁵

Las fracturas vertebrales multinivel se definen como fracturas de la columna vertebral en más de un sitio y separadas por, al menos, tres vértebras normales. Otros autores las definen como “no contiguas” o “alternantes” cuando existe, al menos, un segmento vertebral normal.^{18,20}

Cabe destacar que la asociación de fracturas inestables no contiguas y simultáneas que involucran el compromiso ligamentario (tipo B) o la traslación vertebral (tipo C), es típicamente rara y hay pocos casos publicados.⁷⁻¹¹ Takami y cols. comunicaron un 2,5% de fracturas vertebrales inestables no contiguas en un registro de 710 pacientes, con solo nueve casos de columna flotante.⁷ En nuestro medio, destacamos las publicaciones de Sarotto y cols., y Bazán y cols.^{18,22} Sarotto y cols. llevaron a cabo un estudio descriptivo de 120 pacientes con fracturas vertebrales alternantes a partir de los registros de cinco hospitales de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires en un período de estudio de 10 años con una descripción demográfica y clínica minuciosa, aunque sin énfasis en la asociación de lesiones vertebrales tipo B o C simultáneas. Bazán y cols., en un estudio transversal y multicéntrico sobre fracturas vertebrales múltiples que involucró 15 centros, reportaron 66 pacientes en dos años, sin casos de fracturas inestables asociadas (tipo B o C) simultáneas.²² Lo descrito previamente, a criterio de los autores, le otorga jerarquía a nuestra serie, pese al bajo número de casos (n = 5; 3 casos de “columna flotante”).

Hay acuerdo en el tratamiento quirúrgico de las fracturas vertebrales inestables asociadas.⁷⁻¹¹ En este grupo de pacientes, sumados a los factores contemplados habitualmente en la toma de decisiones del trauma vertebromedular (estabilidad clínica, estabilidad mecánica, compromiso neurológico, deformidad local, compromiso ligamentario, traslación vertebral), se han sugerido otros, como el número de segmentos indemnes que separan ambas fracturas, esto con el objetivo de estimar la posibilidad de llevar a cabo instrumentaciones focales con preservación de segmentos intermedios móviles.¹⁵ Desde una perspectiva actual y con el advenimiento de nuevas tecnologías, existen alternativas a la artrodesis larga convencional que incluyen la fijación larga percutánea y los abordajes mininvasivos combinados (anterior/posterior) con la posibilidad del eventual retiro del material para recuperar la movilidad.²² Esto es particularmente controvertido en los casos de fracturas tipo B o C. En nuestra serie, todos los pacientes fueron tratados por vía posterior convencional con reducción y artrodesis larga involucrando numerosos segmentos en la instrumentación. Esta estrategia se relacionó con la magnitud de la inestabilidad de las lesiones asociadas, la lesión neurológica en todos los casos de la serie y otras fracturas en segmentos intermedios.

Por lo general, este tipo de lesiones provocan una alta morbimortalidad al ingreso y durante su evolución. Takami y cols. comunicaron una tasa de lesiones asociadas del 66,7%.⁷ En coincidencia con la bibliografía, todos los pacientes de nuestra serie sufrieron lesiones asociadas, con predominio del trauma severo de tórax. Además, se halló una alta tasa de complicaciones relacionadas predominantemente con la lesión neurológica. La recuperación neurológica fue posible en dos de los cinco casos.

La fortaleza de esta investigación es el aporte de casos sobre una asociación poco frecuente de lesiones traumáticas vertebrales inestables: tres casos de columna flotante. Asimismo, como novedad según la bibliografía, se propone como variante la asociación simultánea de fracturas tipo B y tipo C. Consideramos válida esta apreciación, ya que existe consenso en la inestabilidad y el habitual manejo quirúrgico de las lesiones vertebrales con compromiso ligamentario. Este tipo de lesiones implican muchas veces optar por fusiones largas. Su tratamiento, especialmente en pacientes jóvenes y con fracturas lumbares, puede plantear un verdadero desafío en pos de preservar segmentos móviles, lo que, a criterio de los autores, también ocurre en las luxofracturas vertebrales asociadas no contiguas.

Las debilidades de este estudio son su diseño descriptivo-retrospectivo y el pequeño tamaño de la muestra que impiden alcanzar conclusiones generalizables. Sin embargo, tiene la fortaleza de aportar la experiencia en nuestro medio en el tratamiento de esta asociación de lesiones de gran morbimortalidad, complejidad y escasa frecuencia.

CONCLUSIÓN

Presentamos una serie de pacientes con múltiples fracturas vertebrales inestables (tipo B o C) simultáneas por traumatismos de alta energía. Una asociación de lesiones poco frecuente, con elevada morbilidad relacionada con el trauma vertebral, sistémico y la lesión neurológica.

Conflicto de intereses: El doctor Guillermo A. Ricciardi es editor de sección de la Revista de la Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología. El resto de los autores no declara conflicto de intereses.

ORCID de L. J. Romero: <https://orcid.org/0009-0004-5726-6309>
 ORCID de S. Formaggin: <https://orcid.org/0000-0002-7103-2937>
 ORCID de I. Garfinkel: <https://orcid.org/0000-0001-9557-0740>

ORCID de G. Carrioli: <https://orcid.org/0000-0003-4160-9712>
 ORCID de D. O. Ricciardi: <https://orcid.org/0000-0002-1396-9115>

BIBLIOGRAFÍA

1. Griffith HB, Gleave JR, Taylor RG. Changing patterns of fracture in the dorsal and lumbar spine. *Br Med J* 1969;1(5492):891-4. <https://doi.org/10.1136/bmj.1.5492.891>
2. Tearse DS, Keene JS, Drummond DS. Management of non-contiguous vertebral fractures. *Paraplegia* 1987;25(2):100-5. <https://doi.org/10.1038/sc.1987.18>
3. Gupta A, el Masri WS. Multilevel spinal injuries. Incidence, distribution and neurological patterns. *J Bone Joint Surg Br* 1989;71(4):692-5. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.71B4.2768324>
4. Keenen TL, Antony J, Benson DR. Non-contiguous spinal fractures. *J Trauma* 1990;30(4):489-91. PMID: 2325181
5. Kanna RM, Gaike CV, Mahesh A, Shetty AP, Rajasekaran S. Multilevel non-contiguous spinal injuries: incidence and patterns based on whole spine MRI. *Eur Spine J* 2016;25(4):1163-9. <https://doi.org/10.1007/s00586-015-4209-2>
6. Green RA, Saifuddin A. Whole spine MRI in the assessment of acute vertebral body trauma. *Skeletal Radiol* 2004;33(3):129-35. <https://doi.org/10.1007/s00256-003-0725-y>
7. Takami M, Okada M, Enyo Y, Iwasaki H, Yamada H, Yoshida M. Noncontiguous double-level unstable spinal injuries. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2017;27(1):79-86. <https://doi.org/10.1007/s00590-016-1855-y>
8. Pellise F, Bago J, Villanueva C. Double-level spinal injury resulting in “en bloc” dislocation of the lumbar spine. A case report. *Acta Orthop Belg* 1992;58(3):349-52. PMID: 1441976
9. Cho SK, Lenke LG, Hanson D. Traumatic noncontiguous double fracture-dislocation of the lumbosacral spine. *Spine J* 2006;6(5):534-8. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2006.01.015>
10. Waitt T, Reddy V, Grogan D, Lane P, Kilianski J, DeVine J, et al. A case of dual three-column thoracic spinal fractures following traumatic injury. *Surg Neurol Int* 2020;11:150. https://doi.org/10.25259/SNI_189_2020
11. Salehani AA, Baum GR, Howard BM, Holland CM, Ahmad FU. Floating thoracic spine after double, noncontiguous three-column spinal fractures. *World Neurosurg* 2016;91:670.e7-670.e11. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2016.03.082>
12. Vaccaro AR, Oner C, Kepler CK, Dvorak M, Schnake K, Bellabarba C, et al. AOSpine thoracolumbar spine injury classification system: fracture description, neurological status, and key modifiers. *Spine (Phila Pa 1976)* 2013;38(23):2028-37. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3182a8a381>
13. ASIA and ISCoS International Standards Committee. The 2019 revision of the International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury (ISNCSCI)-What’s new? *Spinal Cord* 2019;57(10):815-7. <https://doi.org/10.1038/s41393-019-0350-9>
14. Granger CV, Hamilton BB, Linacre JM, Heinemann AW, Wright BD. Performance profiles of the functional independence measure. *Am J Phys Med Rehabil* 1993;72(2):84-9. <https://doi.org/10.1097/00002060-199304000-00005>
15. Lian XF, Zhao J, Hou TS, Yuan JD, Jin GY, Li ZH. The treatment for multilevel noncontiguous spinal fractures. *Int Orthop* 2007;31(5):647-52. <https://doi.org/10.1007/s00264-006-0241-5>
16. Miller CP, Brubacher JW, Biswas D, Lawrence BD, Peter G, Whang PG, et al. The incidence of noncontiguous spinal fractures and other traumatic injuries associated with cervical spine fractures: a 10-year experience at an academic medical center. *Spine (Phila PA 1976)* 2011;36(19):1532-40. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181f550a6>
17. Nelson DW, Martin MJ, Martin ND, Beekley A. Evaluation of the risk of noncontiguous fractures of the spine in blunt trauma. *J Trauma Acute Care Surg* 2013;75(1):135-9. <https://doi.org/10.1097/ta.0b013e3182984a08>
18. Sarotto AJ, Astiasarán JP, Steverlynck A, Muscia R, Castelli R, Melo LM, et al. High energy spine injury alternate multiple fractures. Observational retrospective study. *SN Compr Clin Med* 2020;2:75-81. <https://doi.org/10.1007/s42399-019-00212-z>
19. Seçer M, Alagöz F, Uçkun O, Karakoyun OD, Uluta MÖ, Polat Ö, et al. Multilevel noncontiguous spinal fractures: Surgical approach towards clinical characteristics. *Asian Spine J* 2015;9(6):889-94. <https://doi.org/10.4184/asj.2015.9.6.889>
20. Iencean SM. Double noncontiguous cervical spinal injuries. *Act Neurochir (Wien)* 2002;144(7):695-701. <https://doi.org/10.1007/s00701-002-0940-7>

21. Calenoff L, Chessare JW, Rogers LF, Toerge J, Rosen JS. Multiple level spinal injuries: importance of early recognition. *AJR Am J Roentgenol* 1978;130(4):665-9. <https://doi.org/10.2214/ajr.130.4.665>
22. Bazán PL, Averó González RA, Patalano L, Borri ÁE, Medina M, Cortés Luengo C, et al. Fracturas vertebrales múltiples. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2022;87(1):51-6. <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2022.87.1.1407>
23. Szabó V, Nagy M, Büki A, Schwarcz A. Percutaneous spine fusion combined with whole-body traction in the acute surgical treatment of AO A- and C-type fractures: A technical note. *World Neurosurg* 2022;159:13-26. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2021.12.032>