

CIRUGÍA DE COLUMNA

ÓRGANO OFICIAL DE DIFUSIÓN CIENTÍFICA DE LA ASOCIACIÓN MEXICANA DE CIRUJANOS DE COLUMNA A.C.

ÓRGANO OFICIAL DE DIFUSIÓN CIENTÍFICA DE LA SOCIEDAD IBEROLATINOAMERICANA DE COLUMNA. SILACO

CARTA AL EDITOR

La salud ósea y la osteoporosis no son sinónimos. Grupo de Investigación SILACO

Máximo Alberto Díez Ulloa, Pedro Luis Bazán, Ratko Yurac Barrientos, Marlene Vanessa Salcido Reyna, Luis Miguel Duchén Rodríguez, Andrea Marré Chadwick, Eva Díez Sanchidrián, Patricia Anaid Romero García, José María Jiménez Ávila

EDITORIAL

La investigación como medio de formación continua y evolución personal

Emiliano Vialle

ARTÍCULOS ORIGINALES

Abordaje extracavitario 360° para hernia discal torácica gigante calcificada, asistido por navegación y endoscopia

Javier Andrés Martínez Silva, Ramiro Del Valle Robles

Asociación entre el nivel de la lesión medular (torácica, lumbar y sacra) y la clasificación ASIA

al ingreso en adultos con trauma espinal agudo: estudio transversal retrospectivo (2023-2025)

Guillermo Iván Ladewig Bernáldez, Alejandro Miguel Zambrano, Edith Oropeza Oropeza, Manuel Dufoo Olvera, Luis Alejandro Palacios Sánchez

Consentimiento informado en resonancia magnética con medios de contraste:

evaluación de la calidad en instituciones mexicanas y su impacto en la cirugía de columna vertebral

José Carlos Cortés Sandoval, Mario Iván Alemán Duarte

Desarrollo de un método semiautomático asistido por IA para la medición de unidades Hounsfield en columna lumbar. Estudio preliminar

Alin Ludmila Garay, Pedro Luis Bazán, Micaela Cinalli, Arles Pérez Gutiérrez

Planeación preoperatoria de la colocación de tornillos pediculares usando herramientas accesibles:

¿se puede lograr alta precisión sin altos costos?

Ramón Quintanilla Loredó, Óscar Armando Martínez Gutiérrez, Pedro Martín Reyes Fernández, Héctor Noé Guadalupe Silva Ramos,

Victor Abraham Alcántar Domínguez, Diego González Caballero, Víctor Manuel Peña Martínez

Prevalencia de la vértebra transicional en pacientes con lumbalgia crónica en un hospital de referencia de traumatología y ortopedia

Silvia Pérez-Rojas, Edna Itzel Lara-Díaz, Jorge Quiroz-Williams, Suemmy Gaytán-Fernández, Carlos Leonel Rodríguez-Palacios,

Santa Portillo-Gutiérrez, Rodolfo Gregorio Barragán-Hervella, Ángel De Ita-Navarro

ARTÍCULO DE REVISIÓN

Síndrome cadera-columna: abordaje diagnóstico y algoritmo para la secuencia quirúrgica

José María Jiménez Ávila, María Isabel Vásquez Reyes, Andrea Soria Velázquez, Efraín García Fonseca,

Ana Paula Ibarra Caballero, Ana Paola Ríos Campos

CASOS CLÍNICOS

Complicación neurológica posterior a fuga de cemento en vertebroplastia: reporte de un caso

Nicolas Ross, Gustavo Ibarreta, Alberto Juan De Battista, Diego Fachinetti

Resección endoscópica de lumbarradiculopatía asociada a vértebra en mariposa S1: reporte de un caso en un atleta de alto rendimiento

José Carlos Sauri Barraza, Eduardo Callejas Ponce, Jorge Pérez Ruiz, Luis Enrique Núñez Alvarado,

Jesús Ernesto Valdez Aguilar, Francisco García Muñoz, Beverly Esther Coto Cruz

Escoliosis de inicio temprano secundaria a neurofibromatosis tipo 1. Presentación de caso y revisión de la literatura

Jorge Arturo Barraza-Silva, Edgar Luis Villegas-Esquivel, Luis Miguel Munguía-León, Hugo Vilchis-Sámamo

Técnica endoscópica interlaminar asistida por navegación para hernia discal C7-T1:

abordaje mínimamente invasivo de la unión cervicotorácica. Reporte de caso

José Carlos Sauri-Barraza, Eduardo Callejas-Ponce, Jorge Daniel Pérez-Ruiz, Luis Enrique Núñez-Alvarado,

Luis Alfonso Castillejo-Adalid, Francisco García-Muñoz, Omar Castillejo-Adalid, Adrián Francisco Méndez-Delgado

Tumor espinal poco frecuente: un caso de tumor neuroectodérmico primitivo intradural periférico

Antuan Lacayo-Simón, Ana Luisa Galicia-Zamalloa, Diego Ivan Díaz-Haaz, David Campos-Flores

Vol. 4, Núm. 3, Julio-Septiembre 2026

www.medigraphic.com/cirugiadecolumna





CLÍNICA DE
NEUROTRAUMATOLOGÍA S.C.



CRACOO
COHABILIZADORA ESPECIALIZADA MEDICA DE
CRÁNEO, COLUMNA Y ORTOPEDIA





Asociación Mexicana de
Cirujanos de Columna A.C.

CIRUGÍA DE COLUMNA

ÓRGANO OFICIAL DE DIFUSIÓN CIENTÍFICA DE LA ASOCIACIÓN
MEXICANA DE CIRUJANOS DE COLUMNA A.C.

MESA DIRECTIVA AMCICO BIENIO 2026-2027

José Carlos Sauri Barraza
Presidente

Jesús Alberto Pérez Contreras
Vicepresidente

Rogelio Santos Zapata
Secretario

Ándres Jaime Aguirre
Tesorero



SciELO



DIRECTORIO EDITORIAL

Editor Ejecutivo

José Carlos Sauri Barraza
Ciudad de México, México

Editor en Jefe

José María Jiménez Ávila
Guadalajara, Jalisco

Comité Editorial

Cythia Karen García Badillo
Iris Jacqueline Sotelo Mayora
Félix A. Sánchez Chávez
Óscar Armando Martínez Gutiérrez
Eduardo Callejas Ponce
Gabriel Herrera Zarco

Comité Editores Asociados

Manuel Duffo Olvera
Hugo Vilchis Sámano
Omar Marroquín Herrera

Consejo Editorial

Michel Dithmar Johnson
Gabriel Virgilio Ortiz García
José Ricardo Naumann Flores
Fortunato Reyes Herrera
Sergio Anaya Vallejo
Catarino López Cavazos
Ramiro Ramírez Gutiérrez
Carlos Miguel Zamorano Bórquez
Gonzalo Santiago Tipac
Ozcar Felipe García López
José Antonio Soriano Sánchez
Barón Zárate Kalfópulos
Eulalio Elizalde Martínez
José Antonio Canales Nájera

Comité Editorial SILACO

Paulo Miguel Da Silva Pereira
Porto, Portugal

Presidente - SILACO

José Gabriel Rugeles Ortiz
Bogotá, Colombia

Vicepresidente - SILACO

José Gabriel Rodríguez Jiménez
Caracas, Venezuela
Secretario - SILACO

Luis Miguel Duchén Rodríguez
La Paz / Santa Cruz, Bolivia
Tesorero - SILACO

Comité Editorial Internacional

Máximo Alberto Díez Ulloa
Coordinador Unidad de Columna,
Servicio de COT
Santiago de Compostela, España

Ernesto Bersusky
Editor de la Revista Argentina
de Ortopedia y Traumatología
Buenos Aires, Argentina

Helton Luiz Aparecido Defino
Editor de la Revista Coluna/Columna
Sau Paulo, Brasil

Jong-Beom Park
Editor de la Revista Asian Spine Journal
Seul, Corea del Sur

Oswaldo García Martínez
Editor de la Revista Cubana
de Ortopedia y Traumatología
La Habana, Cuba

Pedro Luis Bazán
Officer Regional AOSpine
La Plata, Argentina

Ratko Yurac Barrientos
Officer Regional AOSpine
Santiago de Chile, Chile

Luis Álvarez Galovich
Presidente GEER
Madrid, España

Javier Ernesto Matta Ibarra
Hospital Militar Central Ortopedia
Bogotá, Colombia

Comité de Edición

Roberto Velasco Macías
Coordinación de Edición
Guadalajara, Jalisco

Patricia Anaid Romero García
Coordinación de Edición
Guadalajara, Jalisco

María Isabel Vásquez Reyes
Guadalajara, Jalisco

Ana Paola Ríos Campos
Guadalajara, Jalisco

Cirugía de Columna Vol. 4, Núm. 3 Julio-Septiembre 2026. Es una publicación trimestral editada y distribuida por la Asociación Mexicana de Cirujanos de Columna, A.C. Tuxpan 10 201. Col. Roma Sur. Alcaldía Cuauhtémoc. C.P. 06760. Ciudad de México. México. Tel. 55 55743775. www.medigraphic.com/cirugiadecolumna oficina.amcico@gmail.com Editor responsable. Dr. José María Jiménez Ávila. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo 04-2023-042810581600-102. ISSN: 2992-7749. Ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, **Graphimedic, S.A. de C.V.**, Dra. María de la Luz Rosales Jiménez. Coquimbo 936. Col. Lindavista, Alcaldía Gustavo A. Madero. C.P. 07300. Ciudad de México, México. Fecha de última modificación __ de _____ de 2026.



www.medigraphic.com/cirugiadecolumna

**Carta al editor**

- 182** La salud ósea y la osteoporosis no son sinónimos. Grupo de Investigación SILACO
Máximo Alberto Diez Ulloa, Pedro Luis Bazán, Ratko Yurac Barrientos, Marlene Vanessa Salcido Reyna,
Luis Miguel Duchén Rodríguez, Andrea Marré Chadwick, Eva Díez Sanchidrián,
Patricia Anaid Romero García, José María Jiménez Ávila

Editorial

- 184** La investigación como medio de formación continua y evolución personal
Emiliano Vialle

Artículos originales

- 186** Abordaje extracavitario 360º para hernia discal torácica gigante calcificada, asistido por navegación y endoscopia
Javier Andrés Martínez Silva, Ramiro Del Valle Robles
- 193** Asociación entre el nivel de la lesión medular (torácica, lumbar y sacra) y la clasificación ASIA al ingreso en adultos con trauma espinal agudo: estudio transversal retrospectivo (2023-2025)
Guillermo Iván Ladewig Bernádez, Alejandro Miguel Zambrano, Edith Oropeza Oropeza,
Manuel Dufoo Olvera, Luis Alejandro Palacios Sánchez
- 200** Consentimiento informado en resonancia magnética con medios de contraste: evaluación de la calidad en instituciones mexicanas y su impacto en la cirugía de columna vertebral
José Carlos Cortés Sandoval, Mario Iván Alemán Duarte
- 209** Desarrollo de un método semiautomático asistido por IA para la medición de unidades Hounsfield en columna lumbar. Estudio preliminar
Alin Ludmila Garay, Pedro Luis Bazán, Micaela Cinalli, Arles Pérez Gutiérrez
- 215** Planeación preoperatoria de la colocación de tornillos pediculares usando herramientas accesibles: ¿se puede lograr alta precisión sin altos costos?
Ramón Quintanilla Loredo, Óscar Armando Martínez Gutiérrez, Pedro Martín Reyes Fernández,
Héctor Noé Guadalupe Silva Ramos, Víctor Abraham Alcántar Domínguez,
Diego González Caballero, Víctor Manuel Peña Martínez
- 222** Prevalencia de la vértebra transicional en pacientes con lumbalgia crónica en un hospital de referencia de traumatología y ortopedia
Silvia Pérez-Rojas, Edna Itzel Lara-Díaz, Jorge Quiroz-Williams, Suemmy Gaytán-Fernández,
Carlos Leonel Rodríguez-Palacios, Santa Portillo-Gutiérrez, Rodolfo Gregorio Barragán-Hervella, Ángel De Ita-Navarro

Artículo de revisión

- 227** Síndrome cadera-columna: abordaje diagnóstico y algoritmo para la secuencia quirúrgica
José María Jiménez Ávila, María Isabel Vásquez Reyes, Andrea Soria Velázquez,
Efraín García Fonseca, Ana Paula Ibarra Caballero, Ana Paola Ríos Campos

Casos clínicos

- 235** Complicación neurológica posterior a fuga de cemento en vertebroplastia: reporte de un caso
Nicolas Ross, Gustavo Ibarreta, Alberto Juan De Battista, Diego Fachinetti
- 240** Resección endoscópica de lumbarradiculopatía asociada a vértebra en mariposa S1: reporte de un caso en un atleta de alto rendimiento
José Carlos Sauri Barraza, Eduardo Callejas Ponce, Jorge Pérez Ruiz, Luis Enrique Núñez Alvarado,
Jesús Ernesto Valdez Aguilar, Francisco García Muñoz, Beverly Esther Coto Cruz
- 246** Escoliosis de inicio temprano secundaria a neurofibromatosis tipo 1. Presentación de caso y revisión de la literatura
Jorge Arturo Barraza-Silva, Edgar Luis Villegas-Esquivel, Luis Miguel Munguía-León, Hugo Vilchis-Sámano
- 252** Técnica endoscópica interlaminar asistida por navegación para hernia discal C7-T1: abordaje mínimamente invasivo de la unión cervicotorácica. Reporte de caso
José Carlos Sauri-Barraza, Eduardo Callejas-Ponce, Jorge Daniel Pérez-Ruiz, Luis Enrique Núñez-Alvarado,
Luis Alfonso Castillejo-Adalid, Francisco García-Muñoz, Omar Castillejo-Adalid, Adrián Francisco Méndez-Delgado
- 259** Tumor espinal poco frecuente: un caso de tumor neuroectodérmico primitivo intradural periférico
Antuan Lacayo-Simón, Ana Luisa Galicia-Zamalloa, Diego Ivan Díaz-Haaz, David Campos-Flores

**Letter to the editor**

- 182** Bone health and osteoporosis are not synonymous. SILACO research group
Máximo Alberto Diez Ulloa, Pedro Luis Bazán, Ratko Yurac Barrientos, Marlene Vanessa Salcido Reyna,
Luis Miguel Duchén Rodríguez, Andrea Marré Chadwick, Eva Díez Sanchidrián,
Patricia Anaid Romero García, José María Jiménez Ávila

Editorial

- 184** Research as a means of continuing education and personal evolution
Emiliano Vialle

Original articles

- 186** 360° extracavitary approach for giant calcified thoracic disc herniation, assisted by navigation and endoscopy
Javier Andrés Martínez Silva, Ramiro Del Valle Robles
- 193** Association between the level of spinal cord injury (thoracic, lumbar and sacral) and ASIA classification at admission in adults with acute spinal trauma: a retrospective cross-sectional study (2023-2025)
Guillermo Iván Ladewig Bernáldez, Alejandro Miguel Zambrano, Edith Oropeza Oropeza,
Manuel Dufoo Olvera, Luis Alejandro Palacios Sánchez
- 200** Informed consent in magnetic resonance imaging with contrast media: quality assessment in Mexican institutions and its impact on spine surgery
José Carlos Cortés Sandoval, Mario Iván Alemán Duarte
- 209** Development of an AI-assisted semi-automated method for Hounsfield unit measurement in the lumbar spine. Preliminary study
Alin Ludmila Garay, Pedro Luis Bazán, Micaela Cinalli, Arles Pérez Gutiérrez
- 215** Preoperative planning of pedicle screw placement using accessible tools: can high accuracy be achieved without high costs?
Ramón Quintanilla Loredó, Óscar Armando Martínez Gutiérrez, Pedro Martín Reyes Fernández,
Héctor Noé Guadalupe Silva Ramos, Víctor Abraham Alcántar Domínguez,
Diego González Caballero, Víctor Manuel Peña Martínez
- 222** Prevalence of transitional vertebrae in patients with chronic low back pain in a trauma and orthopedic referral hospital
Silvia Pérez-Rojas, Edna Itzel Lara-Díaz, Jorge Quiroz-Williams, Suemmy Gaytán-Fernández,
Carlos Leonel Rodríguez-Palacios, Santa Portillo-Gutiérrez, Rodolfo Gregorio Barragán-Hervella, Ángel De Ita-Navarro

Review

- 227** Hip-spine syndrome: diagnostic approach and algorithm for surgical sequence
José María Jiménez Ávila, María Isabel Vásquez Reyes, Andrea Soria Velázquez,
Efraín García Fonseca, Ana Paula Ibarra Caballero, Ana Paola Ríos Campos

Clinical cases

- 235** Neurologic complication after cement leakage in vertebroplasty: a case report
Nicolas Ross, Gustavo Ibarreta, Alberto Juan De Battista, Diego Fachinetti
- 240** Endoscopic resection of S1 butterfly vertebra-associated lumboradiculopathy: a case report in a high-performance athlete
José Carlos Sauri Barraza, Eduardo Callejas Ponce, Jorge Pérez Ruiz, Luis Enrique Núñez Alvarado,
Jesús Ernesto Valdez Aguilar, Francisco García Muñoz, Beverly Esther Coto Cruz
- 246** Early-onset scoliosis secondary to neurofibromatosis type 1: a case report and literature review
Jorge Arturo Barraza-Silva, Edgar Luis Villegas-Esquivel, Luis Miguel Munguía-León, Hugo Vilchis-Sámamo
- 252** Navigation-assisted interlaminar endoscopic technique for C7-T1 disc herniation: a minimally invasive approach to the cervicothoracic junction. Case report
José Carlos Sauri Barraza, Eduardo Callejas-Ponce, Jorge Daniel Pérez-Ruiz, Luis Enrique Núñez-Alvarado,
Luis Alfonso Castillejo-Adalid, Francisco García-Muñoz, Omar Castillejo-Adalid, Adrián Francisco Méndez-Delgado
- 259** Rare spinal tumor: a case of peripheral intradural primitive neuroectodermal tumor
Antuan Lacayo-Simón, Ana Luisa Galicia-Zamalloa, Diego Ivan Díaz-Haaz, David Campos-Flores



Julio-Septiembre 2026
Vol. 4, núm. 3 / pp. 182-183

La salud ósea y la osteoporosis no son sinónimos. Grupo de Investigación SILACO

doi: 10.35366/122785



Bone health and osteoporosis are not synonymous. SILACO research group

Máximo Alberto Diez Ulloa,* Pedro Luis Bazán,[‡]
Ratko Yurac Barrientos,[§] Marlene Vanessa Salcido Reyna,[¶]
Luis Miguel Duchén Rodríguez,^{||} Andrea Marré Chadwick,** Eva Díez Sanchidrián,^{††}
Patricia Anaid Romero García,^{§§} José María Jiménez Ávila^{¶¶}

* Unidad de Raquis. Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Complejo Hospitalario Universitario de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela, España. ORCID: 0000-0002-0476-1507
[‡] Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de La Plata, Hospital Interzonal General de Agudos "General José de San Martín". La Plata, Buenos Aires, Argentina. ORCID: 0000-0003-0060-6558
[§] Universidad del Desarrollo (UDD), Clínica Alemana de Santiago, Chile. ORCID: 0000-0003-3603-6294
[¶] Universidad Autónoma de Baja California, México. ORCID: 0000-0002-6106-6228
^{||} Centro de Enfermedades Neurológicas. Universidad Pública de El Alto, Universidad del Valle, Universidad Privada Franz Tamayo. La Paz/Santa Cruz, Bolivia. ORCID: 0000-0003-4371-2377
^{**} Facultad de Medicina Clínica Alemana UDD. Santiago, Chile. ORCID: 0009-0006-5072-1895
^{††} Servicio de Traumatología. Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, Santander, España. ORCID: 0009-0009-6528-2831
^{§§} Universidad Autónoma de Guadalajara, México. ORCID: 0009-0000-5595-2939
^{¶¶} Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México. ORCID: 0000-0002-5532-5318

Correspondencia:
Máximo Alberto Diez Ulloa
E-mail: madxxuno@hotmail.com

La causa más frecuente de alteración de la salud ósea es la osteoporosis; pero la salud ósea es un concepto amplio que no se reduce a esta enfermedad. Existen medidas a nivel de salud general de la población que pueden mejorar la salud ósea, evitando la aparición de problemas relacionados con una cirugía como aquellos que aparecen de manera fortuita ante un evento traumático leve.

La osteoporosis produce fracturas; pero incluso los pacientes sin fracturas a los que se les va a someter a cirugía electiva pueden tener problemas como el mal anclaje del implante que, con el paso del tiempo, origina un desequilibrio de tensiones mecánicas que puede causar problemas serios a futuro: fracturas periprotésicas, fracaso de la unión proximal (PJK) de una fusión de columna lograda con éxito, entre otras.

Por ello, ante una cirugía electiva musculoesquelética, se debe tener en cuenta la salud ósea, y debe optimizarse y tratarse; además, se debe detectar la osteoporosis con elementos evidenciados en alguna medición: DEXA (densitometría ósea, por sus siglas en inglés), tomografía axial computarizada (TAC), de niveles hemáticos de elementos y de vitamina D. Por ejemplo, una prueba DEXA puede alterarse por la osteocondensación de las facetas o los platillos vertebrales, normal en un proceso degenerativo, así como por el calcio de la ateromatosis aórtica; también por la presencia de metales pesados incorporados a la estructura ósea, que no aportan nada fisiológicamente positivo, como el plomo, el estroncio, el titanio y el mercurio; una vitamina D baja en sí misma no es una enfermedad, pero puede suponer un estrés estructural por el mal funcionamiento en la formación ósea y en diferentes vías metabólicas que actúan en otros entornos no óseos.

A nivel de la columna, hay situaciones que no son osteoporosis pero que implican una mala salud ósea, por ejemplo: tabaquismo, osteopetrosis, fracturas atípicas, ra-

Citar como: Diez UMA, Bazán PL, Yurac BR, Salcido RMV, Duchén RLM, Marré CA et al. La salud ósea y la osteoporosis no son sinónimos. Grupo de Investigación SILACO. Cir Columna. 2026; 4 (3): 182-183. <https://dx.doi.org/10.35366/122785>



dionecrosis por radioterapia previa, infección local y acumulación de tóxicos, generalmente de origen metálico.

La osteoporosis es un problema de salud poblacional que se debe detectar para prevenir problemas clínicos en personas que aún no tienen algún factor de riesgo (fracturas osteoporóticas, intoxicación por tóxicos acumulados en hueso) o en personas sanas a las que se va a someter a cirugía musculoesquelética (fracturas periprotésicas, fracasos de cirugía vertebral

por desanclaje de implantes o fracasos de la unión casi siempre proximal).

Por todo esto, surge la necesidad de una definición explícita de salud ósea, diferencial a un diagnóstico de osteoporosis y como algo independiente a las pruebas de imagen DEXA, TAC, Beta-CrossLaps, de niveles de vitamina D o de moléculas implicadas en el metabolismo óseo como la fosfatasa alcalina o la osteopontina, entre otras.



Research as a means of continuing education and personal evolution

La investigación como medio de formación continua y evolución personal

doi: 10.35366/122786



Emiliano Vialle*

If you have an apple and I have an apple, and we exchange apples then you and I will still each have one apple. But if you have an idea and I have an idea and we exchange these ideas, then each of us will have two ideas.

Charles F. Brannan

The medical profession allows us, unlike other areas, to combine the exercise of scientific and technical work.

While directly applying our knowledge for the benefit of our patients' health, we accumulate knowledge, experience, repeat what works, interrupt what seems not to be adequate. All this through a critical sense, which requires organization to analyze the data objectively and independently from our personal beliefs.

At this moment, several possibilities are presented, which include only giving an account of our experiences through retrospective studies, comparing our results with those of other colleagues, through comparative studies or meta-analyses, or daring more and planning prospective studies, testing or rejecting hypotheses and concepts. This last option consumes time and money, and often leads to results below what is expected from the point of view of scientific contribution, but certainly leads to personal and professional evolution.

The increasingly difficult market for scientific publications is flooded with professional writers, artificial intelligences, journals that charge fees that are unfeasible for the reality of many, and automated review systems that do not allow improvements to submitted manuscripts. What may seem like an obstacle, appears as a new opportunity for evolution in our medical and personal careers, in which not giving up on a publication, maintaining a routine of schedules for scientific work, allows the doctor who does not have a professional structure or traditional support, to evolve in his study and consequently in his knowledge about the area for the benefit of his patients.

In the last 20 years I have dedicated myself to understanding scientific research as part of the training of my students, and certainly several ideas have been lost due to lack of planning and execution, but mainly because I did not

* MD, MSc, PhD. Head of Orthopedics. Department of Orthopedics and Traumatology. Cajuru Hospital, Catholic University of Parana. ORCID: 0000-0003-1157-4889

Correspondence:

Emiliano Vialle

E-mail: evialle@hotmail.com

How to cite: Vialle E. Research as a means of continuing education and personal evolution. *Cir Columna*. 2026; 4 (3): 184-185. <https://dx.doi.org/10.35366/122786>



persist in improving the concept of the study and its publication. Our current model involves weekly, hour-long research meetings and assignment distribution for the following week. Working as a team, delegating functions and documenting the steps of a research project proved to be effective ways to maintain constant scientific production, passing on learning to the younger ones and minimizing errors in the planning and execution of our ideas.

Writing about our work is analyzing, criticizing, seeking solutions and especially sharing ideas with our community, with no other purpose than the improvement of our profession. Having a scientific paper rejected is not a failure, but an opportunity for reflection, repetition, and improvement of our skills. I wish you all an enjoyable read of this issue of *Revista Cirugía de Columna*, which will hopefully inspire you to submit your own research.



Julio-Septiembre 2026
Vol. 4, núm. 3 / pp. 186-192

Recibido: 21 de Abril de 2025
Aceptado: 13 de Mayo de 2025

doi: 10.35366/122787



Abordaje extracavitario 360° para hernia discal torácica gigante calcificada, asistido por navegación y endoscopia

360° extracavitary approach for giant calcified thoracic disc herniation, assisted by navigation and endoscopy

Javier Andrés Martínez Silva,* Ramiro Del Valle Robles[‡]

Palabras clave:

hernia de disco torácico, mielopatía torácica, hernia torácica gigante, cirugía de columna mínimamente invasiva, descompresión dual.

Keywords:

thoracic disc herniation, thoracic myelopathy, giant thoracic hernia, minimally invasive spine surgery, dual decompression.

RESUMEN

Introducción: la hernia de disco torácica (HDT) sintomática es una entidad infrecuente que representa entre 0.1-5% de todas las hernias de disco y frecuentemente presenta un diagnóstico tardío. Su presentación clínica puede ser diversa, desde dolor torácico, síntomas radiculares, mielopáticos, incluso hasta llegar a afectar el control de esfínteres urinario y fecal. Las hernias de disco torácicas gigantes (HDTG) son aquellas que ocupan > 40% del conducto raquídeo, suelen estar asociados con calcificaciones, lo que aumenta el riesgo de complicaciones intraoperatorias como lesión dural y fuga de líquido cefalorraquídeo (LCR). **Objetivo:** presentar una técnica quirúrgica mínimamente invasiva con abordaje combinado (posterior convencional y lateral extracavitario tubular asistido por endoscopia) como alternativa segura, y eficaz para el tratamiento de las HDTG calcificadas, minimizando la manipulación del saco dural ventral. **Material y métodos:** se presenta el caso de una paciente de 50 años con mielopatía torácica secundaria a una HDTG calcificada T9-T10; se realizó microdissectomía mediante abordaje extracavitario 360° asistido por navegación y endoscopia. **Resultados:** la paciente cursó con déficit motor transitorio en el postoperatorio inmediato, con recuperación funcional a las 48 horas. Fue egresada a las 72 horas e inició protocolo de rehabilitación; a los ocho meses presentó mejoría neurológica significativa con fuerza 4/5 en extremidades inferiores, sin alteración sensitiva ni compromiso de esfínteres. **Conclusión:** el abordaje combinado es una opción eficaz para el manejo de HDTG, permitiendo descompresión completa con menor manipulación del saco dural. Esta técnica optimiza los resultados clínicos ya que confiere menor morbilidad, siendo una alternativa viable en centros con experiencia y tecnología adecuada.

ABSTRACT

Introduction: symptomatic thoracic disc herniation (TDH) is an uncommon condition, accounting for approximately 0.1-5% of all disc herniations, and is often diagnosed late. Clinical presentation varies, ranging from thoracic pain and radicular symptoms to signs of myelopathy, including bowel and bladder dysfunction. Giant thoracic disc herniations (GTDH), defined as those occupying more than 40% of the spinal canal, are frequently associated with calcifications, increasing the risk of intraoperative complications such as dural injury and cerebrospinal fluid (CSF) leakage. **Objective:** to present a minimally invasive surgical technique using a combined approach (posterior conventional and lateral extracavitary tubular assisted by endoscopy) as a safe and effective alternative for the

* Alta Especialidad en Cirugía de Columna, Hospital Médica Sur (HMS). México.
ORCID: 0000-0003-1668-1560
[‡] Jefe del Curso de Alta Especialidad en Cirugía de Columna, HMS. México.
ORCID: 0000-0001-7653-3004

Correspondencia:
Javier Andrés Martínez Silva
E-mail:
dr.javiermartinezsilva@gmail.com

Citar como: Martínez SJA, Del Valle RR. Abordaje extracavitario 360° para hernia discal torácica gigante calcificada, asistido por navegación y endoscopia. Cir Columna. 2026; 4 (3): 186-192. <https://dx.doi.org/10.35366/122787>



treatment of calcified GTDH, minimizing ventral dural sac manipulation. **Material and methods:** we report the case of a 50-year-old female with thoracic myelopathy secondary to a calcified GTDH at T9-T10. A microdiscectomy was performed using a 360° extracavitary approach assisted by navigation and endoscopy. **Results:** postoperatively, the patient presented with transient motor deficit, showing functional recovery within 48 hours. She was discharged after 72 hours and enrolled in a rehabilitation protocol. At 8-month follow-up, the patient demonstrated significant neurological improvement, with 4/5 muscle strength in the lower extremities, preserved sensation, and no sphincter involvement. **Conclusion:** the combined approach is an effective option for managing GTDH, enabling complete decompression with minimal dural sac manipulation. This technique optimizes clinical outcomes by reducing morbidity and represents a viable alternative in centers with appropriate experience and technology.

Abreviaturas:

HDT = hernia discal torácica
 HDTG = hernia discal torácica gigante
 LCR = líquido cefalorraquídeo
 PEM = potenciales evocados motores
 RM = resonancia magnética
 TC = tomografía computarizada

INTRODUCCIÓN

La hernia discal torácica (HDT) sintomática es la hernia discal más infrecuente (0.1-5%), su prevalencia a nivel mundial varía dependiendo de las series revisadas desde 6-40% y es técnicamente desafiante.^{1,2}

La columna torácica caudal (T8-T9) es el sitio más comúnmente afectado, dos terceras partes de las HDT son centrales y sólo un tercio son paracentrales, este padecimiento es más frecuente en pacientes con enfermedad de Scheuermann.

Las HDT tienen un retraso diagnóstico de 12 a 15 meses, es una entidad clínica que puede causar radiculopatía, mielopatía o ambas, el síntoma más frecuente es el dolor torácico; sin embargo, es común la presentación combinada con síntomas radicales, paraplejia, parestesias, síntomas intestinales y/o vesicales.³⁻⁵

Las hernias discales torácicas gigantes (HDTG) se definen como aquellas hernias que ocupan > 40% del conducto raquídeo, se presentan frecuentemente con manifestaciones mielopáticas y siempre son quirúrgicas, las HDTG son un reto terapéutico, ya que en algunos casos (40-90%) presentan calcificación asociada, lo cual aumenta el riesgo de lesión dural ventral y/o fuga de líquido cefalorraquídeo (LCR).⁶

Existen diferentes técnicas quirúrgicas para su resolución, sin embargo, hasta el día de hoy no existe un patrón oro ya que cada técnica tiene ventajas y desventajas asociadas.

La gran cantidad de técnicas disponibles indican que un solo método puede no ser práctico para todos los casos, es por ello que el cirujano de columna necesita adaptar las distintas técnicas a cada caso para obtener los mejores resultados.⁷

En este artículo presentamos una técnica quirúrgica original mínimamente invasiva a través de un abordaje dual donde utilizamos el convencional posterior y lateral extracavitario tubular; esta técnica nos permite tener menor manipulación del saco dural ventral al momento de realizar la discectomía, ya que convertimos el conducto en un canal y realizamos el descenso de la hernia hacia la zona de cavitación ventral.

MATERIAL Y MÉTODOS

Presentación del caso

Mujer de 50 años, con antecedentes de hipotiroidismo y obesidad grado I (34.5 kg/m²), la cual inició su padecimiento en enero de 2024 con parestesias en extremidad inferior derecha y en marzo de 2024 inició con paraparesia bilateral, lo que condicionó marcha asistida con andador.

Acudió a valoración en julio de 2024 donde ya se encontraba en silla de ruedas, con dolor neuropático hacia ambas extremidades pélvicas, parestesias desde T11 a distal, fuerza 2/5 de L2-S1 bilateral, hiperreflexia de L3 y S1, Babinski positivo, *clonus* fatigable bilateral, sin compromiso de esfínter urinario ni fecal.

Solicitamos radiografías simples, tomografía computarizada (TC) y resonancia magnética (RM) simple y contrastada de columna torácica encontrando los siguientes hallazgos:

1. Radiografía de columna torácica: calcificación del disco intervertebral en T9-T10 con presencia de un pequeño fragmento que se proyecta hacia el conducto raquídeo.

2. TC de columna torácica: extrusión discal central calcificada T9-T10 de 14 x 10 mm (*Figura 1A*).
3. RM de columna torácica: extrusión discal central que deforma el saco dural y médula torácica condicionando conducto medular torácico estrecho severo de 3.5 mm (*Figura 1B a 1D*).

Con base en la exploración física y estudios de imagen, se realizó el diagnóstico de: mielopatía torácica secundaria a extrusión discal calcificada gigante T9-T10.

Y se programó para realizar: microdiscectomía T9-T10 por abordaje extracavitario 360° bajo neuromonitoreo, asistido por navegación y endoscopia.

Técnica quirúrgica

Bajo anestesia total intravenosa y neuromonitoreo intraoperatorio multimodal se realizan potenciales evocados motores (PEM) antes y después de posicionar a la paciente sobre la mesa Allen donde los PEM basales se encontraban disminuidos en amplitud y al concluir el posicionamiento en decúbito ventral se perdieron los PEM en ambas extremidades inferiores (*Figura 2*).

El nivel exacto se pudo encontrar con la ayuda de la neuronavegación intraoperatoria asistida con sistema O-ARM (Medtronic).

Primer abordaje: convencional posterior

Se realiza incisión de 5 cm en línea media centrada sobre el disco T9-T10 se disecciona por planos y realizamos laminectomía de T9, flavectomía bilateral y facetectomía T9-T10 izquierda hasta observar integridad del saco dural con deformidad convexa en el domo por la compresión ventral (*Figura 3*).

Segundo abordaje: lateral izquierdo extracavitario tubular asistido por endoscopia

Se realiza incisión de 3 a 6.5 cm de la línea media centrado sobre la cabeza de la décima costilla, se disecciona por planos, se realiza fresado de lateral hacia medial: tubérculo costal, apófisis transversa de T10, cuello, cabeza costal y pedículo de T10 hasta llegar al muro posterior de T10 para realizar hemicondilectomía posterior central de 18 x 18 x 17 mm para lograr una cavitación hacia donde posteriormente descendemos

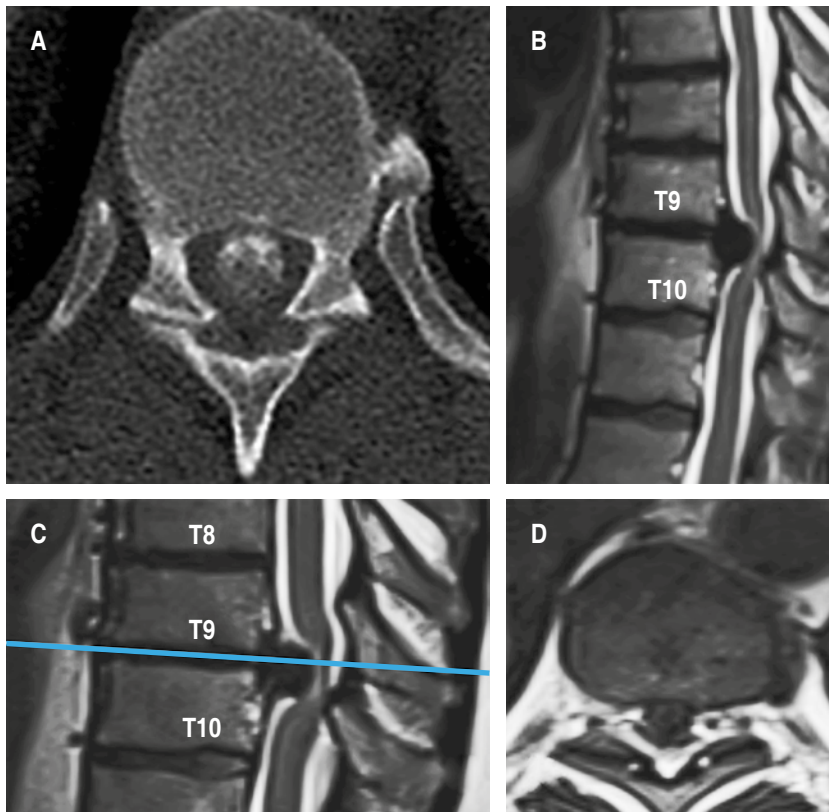


Figura 1:

- A)** Corte axial a nivel del platillo superior del cuerpo de T10, donde se observa calcificación central de 14 x 10 mm.
- B y C)** Corte sagital en T2 donde se observa extrusión discal T9-T10 con compresión medular severa. **D)** Corte axial a nivel discal T9-T10, donde se observa compresión medular severa secundaria a extrusión discal.

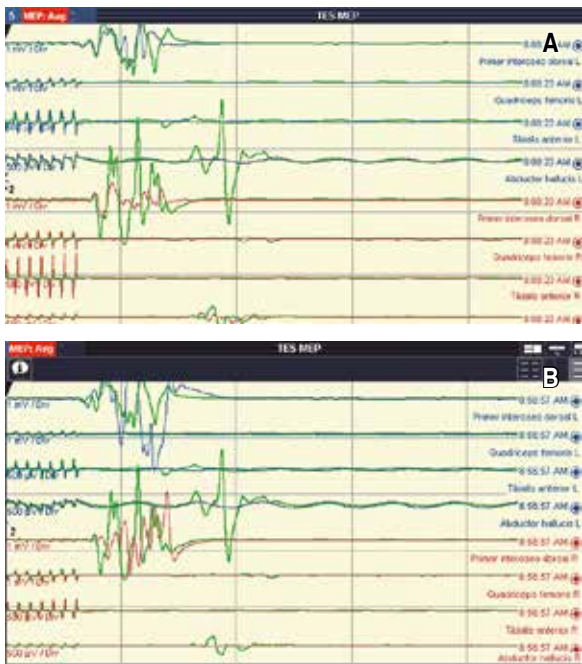


Figura 2: Registro neurofisiológico. **A)** Potenciales evocados motores (PEM) basales. **B)** PEM postposicionamiento en decúbito ventral.



Figura 3:

Imagen transquirúrgica del abordaje posterior convencional.

la HDTG (Figura 4) y finalmente realizamos visión 360° asistida por endoscopio de 30° donde observamos integridad dural, adecuada descompresión y presencia de “pulsación del saco dural medular” (Figura 5).

Como último paso realizamos instrumentación navegada transpedicular unilateral T9 y T11 izquierda (Figura 5).

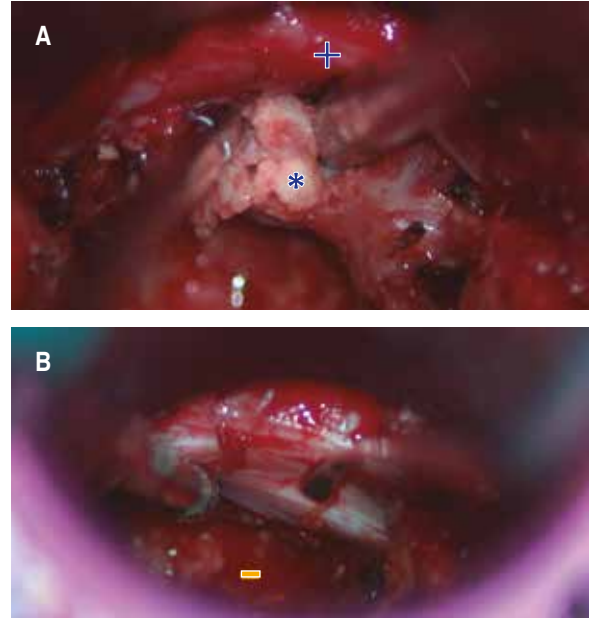


Figura 4: Imagen transquirúrgica del abordaje tubular extracavitario. **A)** Hernia discal calcificada (*) que deforma la parte ventral del cordón medular (+). **B)** Zona de corpectomía “cavitación” de T10 (-) con adecuada zona de descompresión.

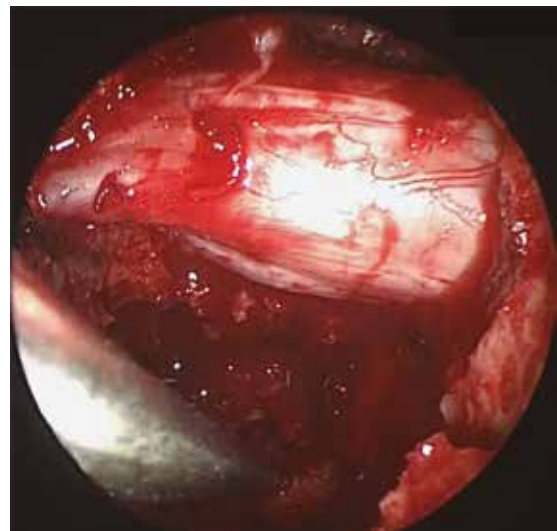


Figura 5: Imagen transquirúrgica del abordaje tubular extracavitario asistido por endoscopio de 30°, donde se observa integridad dural y adecuada descompresión.

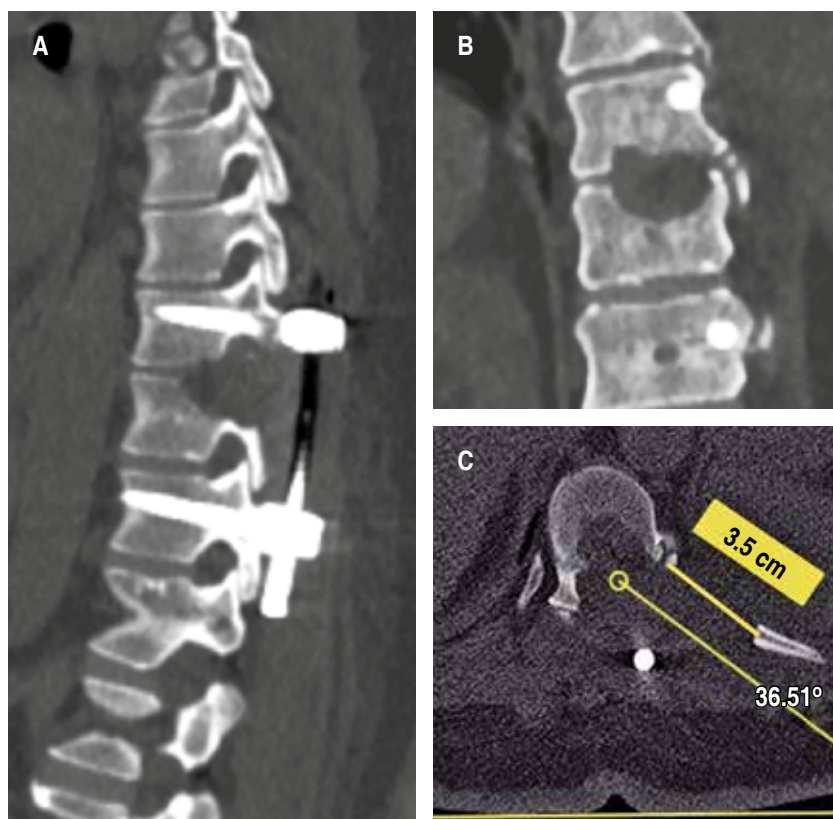


Figura 6: Corte tomográfico sagital, coronal y axial donde se observa zona de corpectomía de T1 e instrumentación transpedicular izquierda.

Después de la cirugía no hubo recuperación del potencial motor en extremidad pélvica izquierda (neuromonitoreo intraoperatorio).

RESULTADOS

En el postoperatorio inmediato, la paciente presentó déficit motor puro transitorio de L2-S1 bilateral (sin afectación sensitiva ni de esfínteres), el cual recuperó a las 48 horas, se egresó a las 72 horas y estuvo en protocolo de rehabilitación con cicloergómetro y Lokomat®.

En su control de RM postoperatoria presentó adecuada reexpansión del saco dural y médula torácica con presencia de mielomalacia de 1.3 × 4.5 mm (Figura 6).

A ocho meses de evolución la paciente presenta fuerza 4/5 de L2-S1 bilateral, sin alteración sensitiva ni compromiso de esfínteres, realiza marcha de cadencia lenta asistida con andador.

DISCUSIÓN

Las HDT sintomáticas son lesiones raras con una incidencia de 1/1'000,000, pero se asocian con una

morbilidad y mortalidad significativa,¹⁻³ la presentación clínica es variable, algunos casos sólo como radiculopatía en cinturón y en otros con datos de alteración de la marcha, déficit sensitivo, motor y/o afectación de esfínteres; el diagnóstico se basa en una exploración física adecuada y la obtención de estudios de imagen completos como radiografías convencionales, tomografía y resonancia magnética de alta definición para poder realizar una planeación quirúrgica adecuada.⁴⁻⁷

Los abordajes quirúrgicos son restringidos por corredores anatómicos de alto riesgo, son variables y se pueden clasificar en:⁸⁻²⁰

1. Posterior (convencional).
2. Posterolaterales (transfacetario, transforaminal tubular o endoscópico, transpedicular).
3. Laterales extrapleurales (abiertos, tubulares, endoscópicos, combinados).
4. Laterales intrapleurales (toracoscopia, toracotomía convencional, minitoracotomía).
5. Anteriores (toracoscopia, toracotomía, minitoracotomía).
6. Combinados.

Los enfoques posteriores aislados tienen alta morbilidad y se asocian a resultados desfavorables porque no podemos realizar manipulación del saco para realizar la discectomía, por ello actualmente han caído en desuso, por otra parte los abordajes anteriores tienen mejor exposición; sin embargo, se asocian a mayores complicaciones pulmonares, cardíacas, estancia intrahospitalaria prolongada, entre otras, estudios recientes sugieren que el enfoque lateral extracavitario mínimamente invasivo ofrece grandes ventajas para HDTG calcificadas, lo cual mejora los resultados clínicos;⁸⁻¹⁴ sin embargo, en nuestra filosofía existe menor riesgo de manipulación y por ende de complicaciones neurológicas cuando convertimos el conducto en un túnel, debido a que al descender la hernia a la cavitación de la zona de corpectomía tenemos menor riesgo de efecto dinámico de compresión posterior asociada.

En múltiples publicaciones existe la recomendación de realizar el abordaje preferentemente derecho, sin embargo, esto dependerá de la localización de la hernia y siguiendo la recomendación de Yen et al.¹⁴ En nuestro caso la HDTG se encontraba central pero generaba una deformidad del saco y médula que se lateralizaba hacia la derecha, lo que aumentaba el riesgo de lesión neurológica y fue por ello que decidimos realizar abordaje izquierdo.

CONCLUSIONES

Hay diferentes maneras de abordar las HDTG, entre ellas, el abordaje dual, este ofrece varias ventajas, principalmente porque la mayoría de los cirujanos estamos familiarizados con la anatomía de ambos abordajes, lo que facilita el procedimiento. Proponemos esta técnica como una buena opción de mínima invasión para las HDTG, ya que permite una descompresión completa de la médula espinal.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Hospital Médica Sur y al Dr. Ramiro Del Valle Robles por el apoyo y las facilidades proporcionadas que hicieron posible la realización de este manuscrito.

REFERENCIAS

1. Brown CW, Deffer PA Jr, Akmakjian J, Donaldson DH, Brugman JL. The natural history of thoracic disc herniation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1992; 17: S97-102. doi: 10.1097/00007632-199206001-00006.
2. Han S, Jang IT. Prevalence and distribution of incidental thoracic disc herniation, and thoracic hypertrophied ligamentum flavum in patients with back or leg pain: a magnetic resonance imaging-based cross-sectional study. *World Neurosurg*. 2018; 120: e517-e524. doi: 10.1016/j.wneu.2018.08.118.
3. Eichholz KM, O'Toole JE, Fessler RG. Thoracic microendoscopic discectomy. *Neurosurg Clin N Am*. 2006; 17: 441-446. doi: 10.1016/j.nec.2006.06.011.
4. Quint U, Bordon G, Preissl I, Sanner C, Rosenthal D. Thoracoscopic treatment for single level symptomatic thoracic disc herniation: a prospective followed cohort study in a group of 167 consecutive cases. *Eur Spine J*. 2012; 21: 637-645. doi: 10.1007/s00586-011-2103-0.
5. Arce CA, Dohrmann GJ. Herniated thoracic disks. *Neurol Clin*. 1985; 3: 383-392. doi: 10.1016/s0733-8619(18)31043-0.
6. Palazzo C, Sailhan F, Revel M. Scheuermann's disease: an update. *Joint Bone Spine*. 2014; 81: 209-214. doi: 10.1016/j.jbspin.2013.11.012.
7. Guest JD, Griesdale DE, Marotta T. Thoracic disc herniation presenting with transient anterior spinal artery syndrome. A case report: A case report. *Interv Neuroradiol*. 2000; 6: 327-331. doi: 10.1177/159101990000600408.
8. Sharma SB, Kim JS. A review of minimally invasive surgical techniques for the management of thoracic disc herniations. *Neurospine*. 2019; 16: 24-33. doi: 10.14245/ns.1938014.007.
9. Baaj A, Mummaneni P, Uribe J, Vaccaro A, Greenberg M. 60: percutaneous pedicle screw placement. In: *Handbook of spine surgery*. New York: Thieme; 2016.
10. Kakarla UK, Little AS, Chang SW, Sonntag VKH, Theodore N. Placement of percutaneous thoracic pedicle screws using neuronavigation. *World Neurosurg*. 2010; 74: 606-610. doi: 10.1016/j.wneu.2010.03.028.
11. Hardin CA, Nimjee SM, Karikari IO, Agrawal A, Fessler RG, Isaacs RE. Percutaneous pedicle screw placement in the thoracic spine: A cadaveric study. *Asian J Neurosurg*. 2013; 8: 153-156. doi: 10.4103/1793-5482.121687.
12. Oltulu I, Cil H, Ulu MO, Deviren V. Clinical outcomes of symptomatic thoracic disk herniations treated surgically through minimally invasive lateral transthoracic approach. *Neurosurg Rev*. 2019; 42: 885-894. doi: 10.1007/s10143-018-01064-2.
13. Farber SH, Xu DS, Walker CT, Godzik J, Turner JD, Uribe JS. Minimally invasive retropleural thoracic discectomy: Step-by-step operative planning, execution, and results. *Oper Neurosurg*. 2022; 23: e220-e227. doi: 10.1227/ons.0000000000000315.
14. Yen CP, Uribe JS. Mini-open lateral retropleural approach for symptomatic thoracic disk herniations. *Clin Spine Surg*. 2018; 31: 14-21. doi: 10.1097/BSD.0000000000000580.
15. Kasliwal MK, Deutsch H. Minimally invasive retropleural approach for central thoracic disc herniation. *Minim*

- Invasive Neurosurg. 2011; 54: 167-171. doi: 10.1055/s-0031-1284400.
16. Sutter M, Deletis V, Dvorak J, Eggspuehler A, Grob D, Macdonald D, et al. Current opinions and recommendations on multimodal intraoperative monitoring during spine surgeries. *Eur Spine J.* 2007; 16 Suppl 2: S232-S237. doi: 10.1007/s00586-007-0421-z.
 17. Hur JW, Kim JS, Cho DY, Shin JM, Lee JH, Lee SH. Video-assisted thoracoscopic surgery under O-arm navigation system guidance for the treatment of thoracic disk herniations: surgical techniques and early clinical results. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg.* 2014; 75: 415-421. doi: 10.1055/s-0034-1368690.
 18. Nie HF, Liu KX. Endoscopic transforaminal thoracic foraminotomy and discectomy for the treatment of thoracic disc herniation. *Minim Invasive Surg.* 2013; 2013: 264105. doi: 10.1155/2013/264105.
 19. Quraishi NA, Khurana A, Tsegaye MM, Boszczyk BM, Mehdian SMH. Calcified giant thoracic disc herniations: considerations and treatment strategies. *Eur Spine J.* 2014; 23 Suppl 1: S76-S83. doi: 10.1007/s00586-014-3210-5.
 20. Gong M, Liu G, Guan Q, Li L, Xing F, Xiang Z. Surgery for giant calcified herniated thoracic discs: A Systematic Review. *World Neurosurg.* 2018; 118: 109-117. doi: 10.1016/j.wneu.2018.06.232.

Conflicto de intereses: los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.



Julio-Septiembre 2026
Vol. 4, núm. 3 / pp. 193-199

Recibido: 13 de Enero de 2026
Aceptado: 24 de Febrero de 2026

doi: 10.35366/122788



Asociación entre el nivel de la lesión medular (torácica, lumbar y sacra) y la clasificación ASIA al ingreso en adultos con trauma espinal agudo: estudio transversal retrospectivo (2023-2025)

Association between the level of spinal cord injury (thoracic, lumbar and sacral) and ASIA classification at admission in adults with acute spinal trauma: a retrospective cross-sectional study (2023-2025)

Guillermo Iván Ladewig Bernáldez,^{*,†} Alejandro Miguel Zambrano,^{*,§}
Edith Oropeza Oropeza,^{*,¶} Manuel Dufoo Olvera,^{*,||} Luis Alejandro Palacios Sánchez^{*,**}

Palabras clave:
lesiones de la médula espinal,
fracturas de la columna
vertebral, traumatismo de
la médula espinal, centros
de traumatología.

Keywords:
spinal cord injuries, spinal
fractures, spinal cord
trauma, trauma centers.

RESUMEN

Introducción: las lesiones de la médula espinal se asocian con importantes secuelas neurológicas y funcionales. La escala de deterioro de la *American Spinal Injury Association* (ASIA) es una herramienta estandarizada para evaluar la gravedad del daño neurológico; sin embargo, la relación entre el nivel anatómico de la lesión medular y la clasificación ASIA ha sido escasamente documentada.

Objetivo: evaluar la asociación entre la localización de la lesión medular y el grado de afectación neurológica según la escala ASIA en adultos con trauma espinal agudo. **Material y métodos:** se realizó un estudio transversal, retrospectivo, de correlación. Se revisaron expedientes clínicos de pacientes ≥ 18 años con fractura de columna vertebral atendidos en la Clínica de Columna de un hospital público de la Ciudad de México, durante el periodo comprendido entre enero de 2023 y enero de 2025. Se recolectaron variables demográficas y clínicas, incluyendo edad, tipo de lesión (fractura), segmento medular afectado (torácico, lumbar o sacro), vértebra comprometida, clasificación ASIA al ingreso, lesiones asociadas y tratamiento quirúrgico. La asociación entre el segmento afectado y el grado ASIA se evaluó mediante la prueba de χ^2 . **Resultados:** se incluyeron 192 expedientes, con una mediana de edad de 34.0 años (RIC 24.0-48.75). El segmento lumbar fue el más afectado, seguido del torácico y el sacro. La vértebra más comprometida fue L1. En la clasificación neurológica al ingreso, el grado ASIA D fue el más frecuente, seguido de ASIA C, B y A. La mayoría de los pacientes fueron tratados mediante instrumentación quirúrgica. Se identificó una asociación estadísticamente significativa entre el segmento medular afectado y el grado de lesión neurológica según la escala ASIA (χ^2 , $p < 0.001$). **Conclusión:** existe una asociación significativa entre el nivel anatómico de la lesión medular y la severidad del compromiso neurológico evaluado mediante la escala ASIA al ingreso. Estos resultados subrayan la importancia de considerar la localización de la

* Clínica de la Columna "Dr. Manuel Dufoo Olvera", Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) Bienestar. Ciudad de México, México.

† Médico adscrito. Profesor e Investigador del Instituto Politécnico Nacional. ORCID: 0000-0002-5513-4327

§ Médico adscrito. Alta Especialidad en Cirugía de Columna Vertebral. Especialista en Traumatología y Ortopedia. ORCID: 0009-0001-5219-6354

¶ Médico adscrito. Profesora e Investigadora de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México. ORCID: 0000-0003-4471-5684

|| Jefe de Servicio. ORCID: 0000-0003-3466-8319

** Fellow de segundo año. ORCID: 0009-0002-5666-591X

Correspondencia:
Guillermo Iván Ladewig
Bernáldez
E-mail: dr.ladewig@gmail.com

Citar como: Ladewig BGI, Miguel ZA, Oropeza OE, Dufoo OM, Palacios SLA. Asociación entre el nivel de la lesión medular (torácica, lumbar y sacra) y la clasificación ASIA al ingreso en adultos con trauma espinal agudo: estudio transversal retrospectivo (2023-2025). *Cir Columna*. 2026; 4 (3): 193-199. <https://dx.doi.org/10.35366/122788>



lesión en la valoración inicial y en la planificación terapéutica, así como en la estratificación pronóstica de pacientes con trauma espinal agudo.

ABSTRACT

Introduction: spinal cord injuries are associated with significant neurological and functional sequelae. The American Spinal Injury Association Impairment Scale (ASIA) is a standardized tool used to assess the severity of neurological impairment; however, the relationship between the anatomical level of spinal cord injury and ASIA classification has been sparsely documented. **Objective:** to evaluate the association between the anatomical location of spinal cord injury and the degree of neurological impairment according to the ASIA scale in adults with acute spinal trauma. **Material and methods:** a retrospective cross-sectional correlational study was conducted. Medical records of patients aged ≥ 18 years with vertebral fractures treated at the Spine Clinic of a public hospital in Mexico City between January 2023 and January 2025 were reviewed. Demographic and clinical variables were collected, including age, type of injury (fracture), affected spinal cord segment (thoracic, lumbar, or sacral), involved vertebra, ASIA classification at admission, associated injuries, and surgical treatment. The association between the affected segment and ASIA grade was assessed using the χ^2 test. **Results:** a total of 192 medical records were included, with a median age of 34.0 years (IQR 24.0-48.75). The lumbar segment was the most frequently affected, followed by the thoracic and sacral segments. The most commonly involved vertebra was L1. At admission, ASIA grade D was the most frequent, followed by grades C, B, and A. Most patients were treated with surgical instrumentation. A statistically significant association was identified between the affected spinal cord segment and the degree of neurological impairment according to the ASIA scale (χ^2 , $p < 0.001$). **Conclusion:** a significant association exists between the anatomical level of spinal cord injury and the severity of neurological impairment as assessed by the ASIA scale at admission. These findings highlight the importance of considering injury location during initial evaluation and therapeutic planning, as well as for prognostic stratification in patients with acute spinal trauma.

INTRODUCCIÓN

Las lesiones medulares se definen como un daño a la médula espinal que ocasiona cambios temporales o permanentes en su función;¹ pueden ser causadas por agentes traumáticos, vasculares, inflamatorios o degenerativos que producen disfunción motora, sensitiva o autonómica por debajo del nivel afectado.^{2,3} Estas lesiones representan un problema de salud pública a nivel mundial; se consideran una prioridad debido al impacto que generan en la morbilidad, los años de vida productiva perdidos y los elevados costos para los sistemas de salud y la economía en general,⁴ los cuales pueden superar los tres millones de dólares anuales.⁵

A nivel global, la incidencia de lesiones medulares se estima entre 40 y 80 casos por millón de habitantes; en los hombres se presentan principalmente antes de los 32 años y en las mujeres después de los 65 años.⁶ Para 2020, aproximadamente 2,500,000 de personas vivían con una lesión medular, con más de 130,000 nuevos casos cada año.⁷ En México, alrededor del 45% de las lesiones medulares se concentran entre T11 y L2, lo cual coincide con áreas de transición biomecánica relevante.⁸

El daño medular puede resultar de lesiones de tipo compresivo, contusivo o distractivo que alteran la integridad anatómica y funcional de la médula espinal, interrumpiendo la conducción nerviosa entre el encéfalo y los segmentos periféricos. La gravedad clínica depende del nivel, extensión y localización de la lesión.⁹ La compresión mecánica prolongada sobre la médula provoca disrupción microvascular, desmielinización y necrosis, creando un entorno desfavorable para la regeneración.¹⁰

El manejo del paciente con lesión medular debe ser integral, orientado a preservar la función neurológica y promover la reintegración social, laboral y psicológica, dentro de un marco ético basado en la beneficencia, la justicia y la autonomía.¹¹

La escala de deterioro de la *American Spinal Injury Association* (ASIA) fue desarrollada incorporando elementos que permiten identificar si una lesión es completa o incompleta, algo que no podía determinarse con la escala de Frankel, la cual clasifica el daño neurológico en cinco grados.¹² La escala ASIA, modificada de la escala de Frankel, ofrece un sistema más preciso para evaluar el nivel y el grado de afectación neurológica derivada de la lesión medular. Sin embargo, hasta el momento de la realización del presente

estudio, sólo un trabajo ha evaluado la relación entre el nivel de la lesión y la clasificación ASIA, por lo que resulta necesario profundizar en esta asociación.

El objetivo de este estudio fue evaluar la correlación entre la lesión medular en los segmentos torácico, lumbar o sacro y la clasificación neurológica mediante la escala ASIA, bajo la hipótesis de que existe una asociación estadísticamente significativa entre el grado ASIA y el segmento anatómico afectado en pacientes con fractura de columna vertebral, que constituye el tipo de lesión predominante en esta población.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio transversal, observacional, retrospectivo, unicéntrico, con análisis de correlación. Se incluyeron expedientes de pacientes (hombres y mujeres) mayores de 18 años, atendidos en la Clínica de Columna de la Secretaría de Salud Pública de la Ciudad de México “Dr. Manuel Dufo Olvera” del Hospital General La Villa, intervenidos quirúrgicamente entre enero de 2023 y enero de 2025 por fractura de columna vertebral tipo AO A, B o C. Se excluyeron expedientes de pacientes intervenidos por refracturas, con antecedentes de lesiones o alteraciones previas de la médula espinal en cualquier segmento, así como aquellos con enfermedades neurodegenerativas o distrofias musculares (esclerosis múltiple, esclerosis lateral amiotrófica, distrofia muscular de Duchenne, atrofia muscular espinal, entre otras). Se eliminaron expedientes incompletos.

Para el cálculo del tamaño de muestra, se realizó un censo de pacientes atendidos de julio a diciembre de 2023 y de enero a junio de 2024, identificándose un promedio de ocho casos semestrales de fractura-luxación tipo AO C. Con esta estimación, se proyectó una atención mínima de 32 casos en dos años (enero de 2023 a enero de 2025). Posteriormente, se aplicó la fórmula para poblaciones finitas:

$$n = N/[1 + (e^2(N-1))/(z^2 \cdot p \cdot q)],$$

donde N corresponde al tamaño de la población, Z = 1.96 (95 % de confianza), e = 0.05 (error máximo permitido), p = 0.5 y q = 0.5. Este cálculo determinó una muestra mínima necesaria de 29 pacientes.

De cada expediente se registraron sexo, edad, tipo de lesión (fractura), tiempo de evolución, segmento y vértebra afectada, lesiones asociadas y diagnóstico. Además, se empleó la escala de deterioro de la *American Spinal Injury Association* (ASIA), descrita por

Arriagada y Macchiavello,¹² que clasifica la afectación neurológica en los grados A (completa), B (sensitiva incompleta), C (motora incompleta), D (motora incompleta con fuerza preservada) y E (normal), de acuerdo con las Normas Internacionales para la Clasificación Neurológica de las Lesiones de la Médula Espinal.

Los datos fueron analizados con IBM SPSS Statistics versión 26.0. Se evaluó la normalidad de las

Tabla 1: Características principales de las lesiones observadas en los pacientes.

Característica	n (%)
Mecanismo de la lesión	
Fractura	170 (88.5)
Luxación	18 (9.4)
Mielopatía	2 (1.0)
Otro	2 (1.0)
Grado ASIA	
A	47 (24.5)
B	20 (10.4)
C	10 (5.2)
D	115 (60.0)
Segmento afectado	
Cervical	53 (28.0)
Torácico	33 (17.2)
Lumbar	87 (45.3)
Toracolumbar	19 (9.9)
Lesiones asociadas	
TCE	11 (5.7)
Trauma cerrado de tórax	11 (5.7)
Fractura costal	15 (7.8)
Fractura esternal	7 (3.6)
Fractura en miembros torácicos	9 (4.7)
Fractura de miembros pélvicos	12 (6.3)
Derrame pleural	5 (2.6)
Trauma cerrado de abdomen	5 (2.6)
Hemo- o neumotórax	5 (2.6)
Fractura clavicular	4 (2.4)
Fractura escapular	2 (1.0)
Fractura facial	1 (0.5)
Hematoma retroperitoneal	2 (1.0)
Procedimiento	
Instrumentación	133 (69.3)
Laminectomía	70 (36.5)
Plastía dural	8 (4.2)
Artrodesis	93 (48.4)
Hemicorpectomía/corpectomía	59 (30.7)
Colocación de injerto	96 (50.0)
Espondilodesis	60 (31.3)

ASIA = *American Spinal Injury Association*. TCE = traumatismo craneoencefálico.

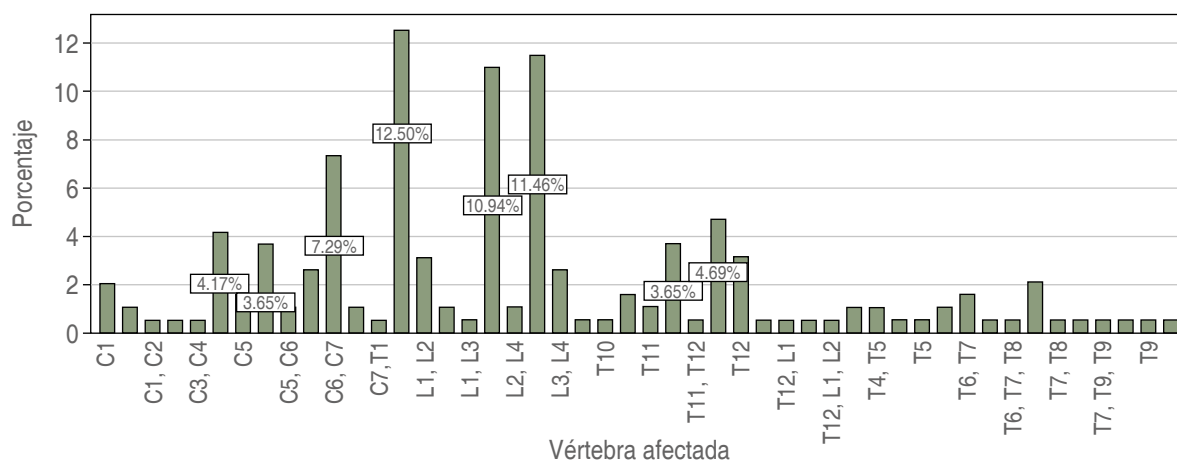


Figura 1: Frecuencia de las vértebras afectadas en los pacientes.

variables cuantitativas para seleccionar las pruebas estadísticas correspondientes. La correlación entre el grado ASIA y el segmento medular afectado se analizó mediante la prueba de χ^2 , considerándose un valor de $p < 0.05$ como estadísticamente significativo.

El protocolo fue sometido a evaluación por el Comité de Ética e Investigación del hospital, obteniéndose su aprobación. Conforme al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud (Secretaría de Salud, 2014), este estudio se clasificó como “sin riesgo”.

RESULTADOS

En total se analizaron los datos de 192 pacientes, con una mediana de edad de 34.0 años (rango intercuartílico [RIC] 24.0-48.75; intervalo de confianza de 95% [IC95%]: 31.2-36.8); el paciente de mayor edad tenía 66 años. El tipo de lesión predominante fue la fractura de columna vertebral. El grado ASIA más frecuente al ingreso fue ASIA D, seguido de ASIA A, B y C. El segmento lumbar fue el más afectado, mientras que el segmento toracolumbar fue el menos frecuente.

Las lesiones asociadas observadas con mayor frecuencia fueron fracturas costales, fracturas de miembros pélvicos, traumatismo craneoencefálico y trauma torácico cerrado. Entre los procedimientos quirúrgicos, la instrumentación, el colgajo de injerto y la artrodesis fueron los más realizados (Tabla 1). El sangrado transoperatorio presentó una mediana de 600.0 ml (RIC 300.0-900.0; IC95%: 540-660 ml), con un mínimo de 30 ml y un máximo de 4,000 ml. Las vértebras más afectadas fueron L1, L3, L2, C6 y C7 (Figura 1).

Para evaluar la asociación entre el segmento medular afectado y la clasificación ASIA, se utilizó la prueba de χ^2 . En los pacientes con afección del segmento cervical predominaron los grados ASIA D y A; en el segmento torácico, los grados ASIA A y D; en el segmento lumbar, los grados ASIA D y B, y en el segmento toracolumbar, los grados ASIA D y A. Esta asociación fue estadísticamente significativa ($p < 0.001$), con un IC95% que respalda la consistencia del efecto observado (Tabla 2 y Figura 2).

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio demuestran una asociación significativa entre el segmento medular afectado y el grado de lesión neurológica medido por la escala de deterioro de la *American Spinal Injury Association* (ASIA). Clínicamente, se identificó que las lesiones lumbares se asociaron con mayor frecuencia con ASIA D, lo que refleja una mayor preservación funcional y un pronóstico neurológico inicial más favorable. En contraste, las lesiones cervicales mostraron predominio de ASIA A, compatibles con un mayor grado de discapacidad neurológica. Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Mireles-Cano y su equipo, quienes describen una mayor proporción de ASIA D y E en lesiones lumbares en población mexicana.¹³ Asimismo, la mediana de edad observada en esta cohorte es consistente con lo informado por Estrada-Mondaca y colaboradores, quienes señalaron que la lesión medular en México afecta predominantemente a adultos jóvenes.¹⁴

A diferencia de estudios internacionales donde las lesiones torácicas se asociaron con mayor proporción

a ASIA A, no se observó la misma tendencia en nuestra muestra, lo cual probablemente se relaciona con la baja frecuencia relativa de lesiones torácicas y el predominio de lesiones lumbares. Estas discrepancias pueden atribuirse a diferencias epidemiológicas, patrones de trauma, acceso a servicios de salud y variaciones en los criterios clínicos de evaluación.

La etiología predominante de esta cohorte —fractura vertebral secundaria a accidentes vehiculares y laborales— coincide con lo reportado en estudios nacionales.¹⁵ Este aspecto es relevante, ya que el tipo de lesión influye tanto en el segmento afectado como en la severidad neurológica. De manera similar, Collignon y su equipo describieron que las lesiones lumbosacras se asocian con mayores puntajes motores en comparación con lesiones cervicales,¹⁶ reforzando parcialmente la validez externa de estos resultados.

En cuanto a su aplicabilidad, los hallazgos de este estudio poseen utilidad clínica directa en la atención de adultos con fractura vertebral. En el contexto del triaje inicial, permiten anticipar la probabilidad de compromiso neurológico severo según el segmento lesionado, lo cual resulta especialmente útil en servicios de urgencias y centros de referencia. También aportan información relevante para el pronóstico temprano, la planificación quirúrgica y la priorización de rehabilitación, así como para mejorar la comunicación clínica con pacientes y familiares mediante una explicación clara de los posibles desenlaces funcionales.

No obstante, la interpretación de estos resultados debe considerar varias limitaciones: se trata de un estudio unicéntrico realizado en un hospital público especializado; la muestra estuvo compuesta exclusivamente por pacientes tratados quirúrgicamente, por lo que las lesiones leves o manejadas de forma conservadora se encuentran subrepresentadas; existió

una distribución desigual de lesiones por segmento, con predominio lumbar, y no se incluyó un tamaño de efecto formal, lo que limita la estimación precisa de la magnitud de la asociación. En conjunto, estos factores sugieren que los resultados son generalizables principalmente a poblaciones similares, es decir, adultos con fractura vertebral atendidos en centros de referencia en trauma y cirugía de columna.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio confirman la hipótesis planteada, al demostrar una asociación estadísticamente significativa entre el segmento medular afectado y el grado de lesión neurológica de acuerdo con

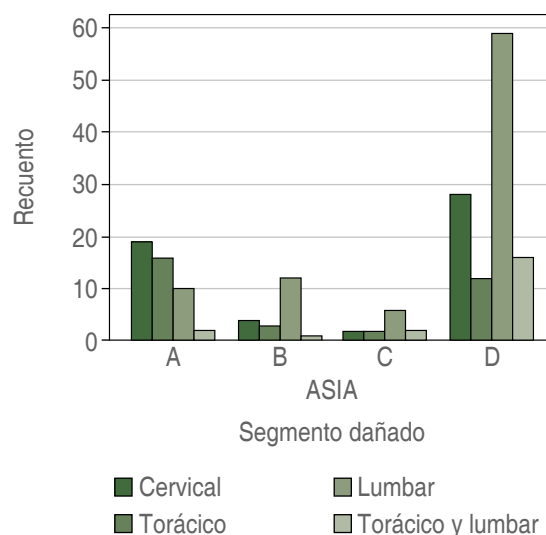


Figura 2: Segmentos afectados de acuerdo con la escala de deterioro de la American Spinal Injury Association (ASIA).

Tabla 2: Asociación entre los segmentos afectados y la escala ASIA.

	Segmento dañado				p
	Cervical n (%)	Torácico n (%)	Lumbar n (%)	Toracolumbar n (%)	
ASIA					< 0.001
A	19 (35.8)	16 (48.5)	10 (11.5)	2 (10.5)	
B	4 (7.5)	3 (9.1)	12 (13.8)	1 (5.3)	
C	2 (3.8)	2 (6.1)	6 (6.9)	0 (0.0)	
D	28 (52.8)	12 (36.4)	59 (67.8)	16 (84.2)	

ASIA = American Spinal Injury Association.

la escala de deterioro de la *American Spinal Injury Association* (ASIA). Las lesiones en la región lumbar se asociaron con mayor frecuencia con grados incompletos (ASIA D), lo que refleja una mayor preservación funcional y un pronóstico neurológico inicial más favorable; en contraste, las lesiones cervicales mostraron predominio de grados completos (ASIA A), asociados con mayor compromiso neurológico y funcional. Estos hallazgos respaldan el valor del nivel anatómico de la lesión como variable pronóstica relevante y refuerzan la utilidad clínica de la escala ASIA en la estratificación inicial de pacientes con fractura vertebral.

El estudio permitió cumplir los objetivos propuestos, al caracterizar de manera integral las variables sociodemográficas, el tipo de lesión (fractura), la localización anatómica y los procedimientos quirúrgicos empleados. La mayoría de los casos correspondió a fracturas vertebrales puras, con predominio del segmento lumbar y fracturas costales como lesiones asociadas más frecuentes. La instrumentación vertebral fue el abordaje quirúrgico más utilizado, lo que refleja el perfil de atención de un centro de referencia en cirugía de columna.

Entre las principales fortalezas del estudio destacan la evaluación neurológica sistemática mediante la escala ASIA, la homogeneidad en los criterios de inclusión y el análisis de una cohorte clínica bien definida. No obstante, los resultados deben interpretarse considerando limitaciones importantes. El diseño retrospectivo y la inclusión exclusiva de pacientes tratados quirúrgicamente implican un sesgo de selección, con subrepresentación de lesiones leves o manejadas de forma conservadora. Asimismo, la distribución desigual de los segmentos lesionados, con predominio lumbar, limitó la comparación equilibrada entre regiones anatómicas. La evaluación de la escala ASIA se realizó únicamente al ingreso, sin seguimiento longitudinal, y no se efectuó un ajuste multivariado por posibles factores de confusión ni una estimación formal de la magnitud del efecto, lo que restringe la inferencia causal.

En términos de alcance poblacional, los hallazgos son principalmente aplicables a adultos con fractura vertebral atendidos en centros de referencia en trauma y cirugía de columna, por lo que su extrapolación a otros contextos asistenciales debe realizarse con cautela.

A partir de estos resultados, se recomienda el desarrollo de estudios prospectivos y multicéntricos que permitan estimar la magnitud del efecto de manera precisa, ajustar por variables confusoras, incorporar

resultados reportados por los pacientes, y evaluar la evolución neurológica y funcional a mediano y largo plazo. Estos enfoques fortalecerán la validez externa y la utilidad clínica de la relación entre el nivel anatómico de la lesión y la severidad neurológica.

En conclusión, este estudio aporta evidencia clínica relevante que confirma la asociación entre el nivel anatómico de la lesión medular y la severidad neurológica evaluada mediante la escala ASIA, y contribuye a consolidar un enfoque pronóstico integral en el manejo del trauma vertebromedular en el contexto nacional.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Clínica de Columna “Manuel Dufo Olvera” por facilitar el acceso a información estadística institucional y por el apoyo en la formación académica y clínica que hizo posible la realización de este estudio.

REFERENCIAS

1. Hu X, Xu W, Ren Y, Wang Z, He X, Huang R, et al. Spinal cord injury: molecular mechanisms and therapeutic interventions. *Signal Transduct Target Ther.* 2023; 8 (1): 1-27.
2. Silva R, Castro M, Rojas P. Manejo quirúrgico de las fracturas toracolumbares: abordajes contemporáneos. *Acta Ortop Mex.* 2022; 36 (2): 120-128.
3. De Ruz AE. Traumatic spinal cord injury: comprehensive assessment and management. *Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado.* 2019; 12 (75): 4387-4400. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.med.2019.03.020>
4. Barbiellini Amidei C, Salmasso L, Bellio S, Saia M. Epidemiology of traumatic spinal cord injury: a large population-based study. *Spinal Cord.* 2022; 60 (9): 812-819.
5. Anjum A, Yazid MD, Daud MF, Idris J, Ng AMH, Naicker AS, et al. Spinal cord injury: pathophysiology, multimolecular interactions, and underlying recovery mechanisms. *Int J Mol Sci.* 2020; 21 (20): 7533.
6. Organización Mundial de la Salud (OMS). Lesiones de la médula espinal: perspectivas internacionales. Malta: OMS; 2014.
7. Kumru H, Flores A, Rodríguez-Cañón M, Soriano I, García L, Vidal-Samsó J. Non-invasive brain and spinal cord stimulation for motor and functional recovery after a spinal cord injury. *Rev Neurol.* 2020; 70 (12): 461-477.
8. Instituto Mexicano del Seguro Social. Informe epidemiológico anual: lesión medular traumática en México 2023. Ciudad de México: IMSS; 2023.

9. Torres M. Aspectos epidemiológicos de la lesión medular en el Hospital Nacional de Paraplégicos. *Ene*. 2018; 12 (21): 122.
10. Fawcett J, Curt A. Spinal cord injury: recovery, repair, and translational neuroscience. *Nat Rev Neurol*. 2021; 17 (3): 173-188.
11. Kwon BK, Streijger F, Ramer LM. Pathophysiology and emerging therapies for spinal cord injury. *Nat Rev Neurol*. 2019; 15 (12): 673-689.
12. Arriagada G, Macchiavello N. Spinal cord injury (SCI): bibliographic review. *Rev Med Clin Las Condes*. 2020; 31 (5-6): 423-429.
13. Mireles-Cano J, Escoto-Venegas E, García-González O, Miranda-González A, González-Ramírez J, Hernández-Sepúlveda E, et al. Algoritmo de manejo para el síndrome de destrucción vertebral por mieloma múltiple y compresión metastásica de la médula espinal. *Acta Ortop Mex*. 2020; 34 (5): 293-297.
14. Estrada-Mondaca S, Carreón-Rodríguez A, Parra-Cid M, Ibarra-Ponce de León C, Velasquillo-Martínez C, Vacanti C, et al. Lesión de médula espinal y medicina regenerativa. *Salud Publica Mex*. 2007; 49 (6): 437-444.
15. Montero MF. Actualización sobre la situación de la lesión medular en América Latina: retos y oportunidades en su atención. *Rev Colomb Med Fis Rehabil*. 2022; 32: 238-248.
16. Collignon F, Martin D, Lénelle J, Stevenaert A. Acute traumatic central cord syndrome: magnetic resonance imaging and clinical observations. *J Neurosurg*. 2002; 96 (1): 29-33.

Conflicto de intereses: sin conflicto de intereses.



Julio-Septiembre 2026
Vol. 4, núm. 3 / pp. 200-208

Recibido: 03 de Agosto de 2025
Aceptado: 20 de Septiembre de 2025

doi: 10.35366/122789



Palabras clave:

autonomía del paciente,
bioética, consentimiento
informado, cirugía de
columna, resonancia
magnética nuclear, México.

Keywords:

patient autonomy, bioethics,
informed consent, spine
surgery, magnetic resonance
imaging, Mexico.

* Docente de la Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Guadalajara. Presidente del Comité de Bioética, Centro Médico Puerta de Hierro Andares. Zapopan, Jalisco, México. Vocal del Comité de Bioética, Centro Médico de Occidente IMSS Guadalajara. Maestría en Bioética, Universidad de Guadalajara. Maestría en Ciencias Médicas con orientación a la Medicina del Deporte, Universidad de Guadalajara. Jalisco, México. ORCID: 0009-0009-3171-363X
‡ Profesor-investigador del Laboratorio de Ecobiotecnología Molecular, Centro Universitario UTEG. Doctor en Ciencias en Procesos Biotecnológicos, Universidad de Guadalajara. Maestría en Biotecnología y Plantas, CINVESTAV. ORCID: 0000-0002-7883-6030

Correspondencia:

José Carlos Cortés Sandoval
E-mail: jose.cortes@edu.uag.mx
drcarlos cortes@hotmail.com
drcortes@hombroycodo.com.mx

Consentimiento informado en resonancia magnética con medios de contraste: evaluación de la calidad en instituciones mexicanas y su impacto en la cirugía de columna vertebral

Informed consent in magnetic resonance imaging with contrast media: quality assessment in Mexican institutions and its impact on spine surgery

José Carlos Cortés Sandoval,* Mario Iván Alemán Duarte[‡]

RESUMEN

Introducción: el consentimiento informado constituye un proceso ético esencial en la práctica ortopédica, particularmente en estudios diagnósticos que preceden decisiones quirúrgicas en cirugía de columna. **Objetivo:** evaluar la calidad del consentimiento informado utilizado en resonancia magnética nuclear (RMN) con medio de contraste en instituciones mexicanas. **Material y métodos:** estudio descriptivo, transversal, con enfoque cuantitativo-cualitativo. Se analizaron 20 formatos provenientes de instituciones públicas (IMSS, ISSSTE) y privadas, locales y foráneas. Se aplicaron dos instrumentos validados que evaluaron completitud de información, nivel de comprensión esperado y variables sociodemográficas. Se utilizaron pruebas χ^2 y exacta de Fisher, considerando significativo $p < 0.05$. **Resultados:** el 100% de los formatos omitió información sobre tecnología y técnica del estudio. Las instituciones públicas mostraron incumplimiento absoluto (100%) en aspectos críticos como riesgos, indicaciones y calidad del estudio. Las privadas presentaron cumplimiento parcial (28%) en algunos apartados. No se observaron diferencias significativas por localidad ($p = 0.3728$). **Conclusiones:** existen deficiencias estructurales en la calidad del consentimiento informado para RMN con contraste en México. Esta brecha entre normativa y práctica compromete la autonomía del paciente y puede impactar decisiones terapéuticas en cirugía de columna.

ABSTRACT

Introduction: informed consent is an essential ethical process in orthopedic practice, particularly in diagnostic studies preceding surgical decision-making in spine surgery. **Objective:** to evaluate the quality of informed consent used in contrast-enhanced magnetic resonance imaging (MRI) in Mexican institutions. **Material and methods:** a descriptive, cross-sectional study with quantitative-qualitative approach was conducted. Twenty consent forms from public (IMSS, ISSSTE) and private institutions, both local and out-of-state, were analyzed. Two validated instruments assessed completeness of

Citar como: Cortés SJC, Alemán DMI. Consentimiento informado en resonancia magnética con medios de contraste: evaluación de la calidad en instituciones mexicanas y su impacto en la cirugía de columna vertebral. Cir Columna. 2026; 4 (3): 200-208. <https://dx.doi.org/10.35366/122789>



information, expected level of understanding, and sociodemographic variables. Chi-square and Fisher's exact tests were applied ($p < 0.05$). **Results:** all evaluated forms (100%) omitted information regarding MRI technology and technical aspects. Public institutions showed absolute non-compliance (100%) in critical aspects such as risks, indications, and study quality. Private institutions demonstrated partial compliance (28%) in selected items. No statistically significant differences were found by geographic location ($p = 0.3728$). **Conclusions:** structural deficiencies exist in the quality of informed consent for contrast-enhanced MRI in Mexico. This gap between regulation and practice compromises patient autonomy and may impact therapeutic decision-making in spine surgery.

INTRODUCCIÓN

La práctica ortopédica contemporánea ha experimentado una transformación paradigmática, transitando del modelo paternalista tradicional hacia un enfoque centrado en la autonomía del paciente.¹ El consentimiento informado representa la materialización práctica de este cambio, constituyendo un elemento fundamental en la relación médico-paciente dentro de la práctica ortopédica.² En el contexto de la cirugía de columna y ortopedia, donde las intervenciones conllevan riesgos significativos y las decisiones terapéuticas son complejas, el consentimiento informado adquiere particular relevancia.³

Los estudios de imagen diagnóstica, especialmente la resonancia magnética nuclear (RMN) con medio de contraste, representan el primer eslabón en la cadena diagnóstica que guiará las decisiones quirúrgicas posteriores.⁴

El Código de Núremberg estableció en 1947 el principio fundamental de que «el consentimiento voluntario del sujeto humano es absolutamente esencial», sentando las bases éticas para la práctica médica contemporánea.⁵ Este principio fue posteriormente adoptado por la Declaración de Helsinki y se ha convertido en un estándar internacional en la práctica médica.⁶

En México, la Ley General de Salud y diversas Normas Oficiales Mexicanas han establecido el marco legal para el consentimiento informado, aunque su implementación práctica presenta desafíos significativos.⁷ La Comisión Nacional de Arbitraje Médico (CONAMED) ha identificado que frecuentemente este proceso se percibe más como un trámite burocrático que como un verdadero proceso comunicativo.⁸

Para el cirujano ortopeda, el consentimiento informado no debe limitarse a la obtención de una firma, sino que debe constituir un proceso dialógico que permita al paciente comprender la naturaleza de su patología, las opciones terapéuticas disponibles, los riesgos y beneficios de cada alternativa y las consecuencias de no recibir tratamiento.⁹ Este proceso es particularmente relevante en patologías de columna,

donde las decisiones quirúrgicas pueden tener implicaciones funcionales permanentes.¹⁰ La calidad del consentimiento informado impacta directamente en la satisfacción del paciente, la adherencia terapéutica y la prevención de conflictos médico-legales.¹¹ Un paciente que comprende genuinamente su condición y las opciones de tratamiento tendrá mejores resultados clínicos y mayor satisfacción con la atención recibida.¹²

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo, transversal, cuantitativo y cualitativo para evaluar la calidad del consentimiento informado en estudios de resonancia magnética nuclear con medio de contraste. Las preguntas evaluadas y sus códigos correspondientes se describen en la *Tabla 1*.

Muestra: se analizaron 20 formatos de consentimiento informado provenientes de instituciones públicas (IMSS, ISSSTE) y privadas, tanto locales (área metropolitana de Guadalajara) como foráneas. La distribución incluyó seis instituciones públicas y 14 privadas.

Instrumentos: se utilizaron dos cuestionarios validados por el equipo investigador. Los instrumentos completos utilizados en el estudio se incluyen como *Anexo 1 y Anexo 2*:

Cuestionario 1: evaluó conocimientos y actitudes mediante 12 reactivos, explorando información sobre tecnología, riesgos, indicaciones y comprensión del documento.

Cuestionario 2: analizó variables sociodemográficas a través de ocho reactivos, incluyendo datos del paciente, médico tratante, comorbilidades y estudios de laboratorio.

Análisis estadístico: se utilizó el lenguaje de programación R (versión 4.1.0) y RStudio (versión 1.4.1717). Se emplearon las librerías dplyr, para manipulación de datos, y ggplot2, para visualización. Se aplicaron pruebas de χ^2 y Fisher para evaluar asocia-

Tabla 1: Códigos correspondientes a las preguntas utilizadas en el análisis de los documentos de consentimiento informado.

Número	Pregunta	Código
1	El cuestionario informa al usuario sobre la tecnología y técnica de RMN	PA
2	El cuestionario informa al usuario sobre la posibilidad de que la RMN cause daño	PB
3	El cuestionario pregunta al usuario si leyó y comprendió el documento antes de dar su autorización	PC
4	El cuestionario informa al usuario que la intervención diagnóstica con resonancia magnética no genera dolor ni radiación	P1
5	El cuestionario contiene información que proporciona al usuario datos sobre la calidad del estudio, afirmando que es el ideal para definir el diagnóstico correcto	P2
6	La prescripción, indicaciones y contraindicaciones de la intervención diagnóstica	P3
7	El cuestionario informa al usuario que, usando un medio de contraste, la intervención diagnóstica tendría un alto nivel de precisión para identificar las estructuras de la zona	P4
8	El cuestionario contiene instrucciones previas para considerar la indicación y contraindicación del estudio en aquellos pacientes que tienen implantes metálicos o marcapasos	P5
9	El cuestionario informa al usuario acerca de ciertos tipos de sonidos que emite normalmente el resonador y algunas recomendaciones relacionadas con la fobia a espacios reducidos	P6
10	El cuestionario informa al usuario sobre la probabilidad de que expertos en imagen y el especialista que solicitó el estudio confirmen los hallazgos en la historia clínica	P7
11	El cuestionario genera la certeza de que el resultado de la intervención diagnóstica permitirá que el profesional de la salud que solicitó el estudio pueda indicar la intervención terapéutica apropiada y específica	P8
12	El cuestionario informa sobre la posibilidad de realizar nuevos estudios en caso necesario, sin riesgo a la salud del usuario	P9

RMN = resonancia magnética nuclear.

ciones entre variables, considerando significativo un valor $p < 0.05$.

Hipótesis: se planteó como hipótesis nula (H0) que la conformación del consentimiento informado, en términos de información y aplicación del proceso interactivo, es homogénea y no afecta la calidad de la atención médica. La hipótesis alterna (H1) estableció que la conformación del consentimiento informado, en los mismos términos, es heterogénea y afecta la calidad de la atención médica.

Aspectos éticos: el estudio se realizó conforme a las pautas éticas internacionales del Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS), específicamente la pauta 10. Se analizaron documentos institucionales en blanco, sin información de pacientes, por lo que no se requirió consentimiento informado específico.

RESULTADOS

Los resultados revelaron deficiencias significativas en la calidad de los consentimientos informados evaluados. El análisis mostró que el 100% de los cuestionarios, independientemente del tipo de institución, no cumplieron con informar al usuario sobre la tecnología y técnica de la resonancia magnética nuclear.

Las características de la muestra ($n = 20$) fueron: 16 instituciones (80%) fueron locales (Guadalajara), de las cuales 14 (87.5%) fueron privadas y 2 (12.5%) públicas; cuatro instituciones (20%) fueron foráneas, todas públicas (IMSS, ISSSTE). Sesgo identificado: predominio del sector privado, con 70% de la muestra. Concentración geográfica: 80% en zona metropolitana de Guadalajara. Limitación de generalizada: muestra no representativa (*Figura 1*).

En el análisis por tipo de institución, las instituciones públicas mostraron un desempeño considerablemente inferior. El 100% de las instituciones públicas no cumplieron con aspectos críticos como información sobre riesgos (pregunta 9), indicaciones y contraindicaciones (pregunta 6), calidad del estudio (pregunta 5) e información general sobre la resonancia magnética (pregunta 1). Las instituciones privadas mostraron un mejor desempeño relativo, con un nivel moderado de cumplimiento (28%) en las preguntas sobre tecnología, indicaciones y calidad del estudio. Sin embargo, en aspectos como información sobre comprensión del documento, las instituciones públicas tuvieron mayor cumplimiento (83%) comparado con las privadas (64%) (*Figura 2*).

El análisis por dependencia reveló disparidades particularmente preocupantes en el IMSS, donde

ninguno de los cinco hospitales evaluados cumplió con los aspectos fundamentales del consentimiento informado. Únicamente en la pregunta sobre información acerca de la no generación de dolor y radiación, el IMSS mostró 100% de cumplimiento (Figura 3).

No se encontraron diferencias significativas por localidad ($p = 0.3728$), evidenciando que las deficiencias constituyen un problema generalizado, independientemente de la ubicación geográfica de las instituciones.

La evaluación global mediante el sistema de puntuación se definió URA (unidades relativas arbitrarias) como una escala interna de puntuación con valor máximo esperado de 8 puntos mostró que las instituciones públicas obtuvieron un promedio de 4.8 URA, mientras que las privadas alcanzaron 3.29 URA de un máximo

esperado de 8 URA, sin diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.1552$) (Figura 4).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los hallazgos de este estudio revelan deficiencias alarmantes en la calidad del consentimiento informado para estudios de resonancia magnética en instituciones mexicanas, con implicaciones directas para la práctica ortopédica y de cirugía de columna. La disparidad entre instituciones públicas y privadas refleja inequidades sistémicas en la calidad de la atención.

El hecho de que el 100% de los consentimientos no informen sobre la tecnología y técnica del estudio representa una violación fundamental del principio de autonomía.¹³ Como señaló Kant, todas las personas tienen un valor intrínseco y deben tener el poder de tomar decisiones racionales.¹⁴ En el contexto ortopédico, donde los estudios de imagen guían decisiones quirúrgicas críticas, esta omisión es particularmente grave.

Weckbach y su equipo reportaron que solamente el 10% de pacientes sometidos a cirugía de columna pudieron responder correctamente a preguntas básicas sobre su procedimiento en el postoperatorio.¹⁵ Nuestros resultados sugieren que estas deficiencias comienzan desde el proceso diagnóstico inicial.

Las deficiencias identificadas contravienen los principios bioéticos fundamentales. La ausencia de información sobre riesgos impide la aplicación del principio de no maleficencia, mientras que la falta de información técnica vulnera el derecho a la autodeterminación.¹⁶ Como estableció Angell: «el derecho

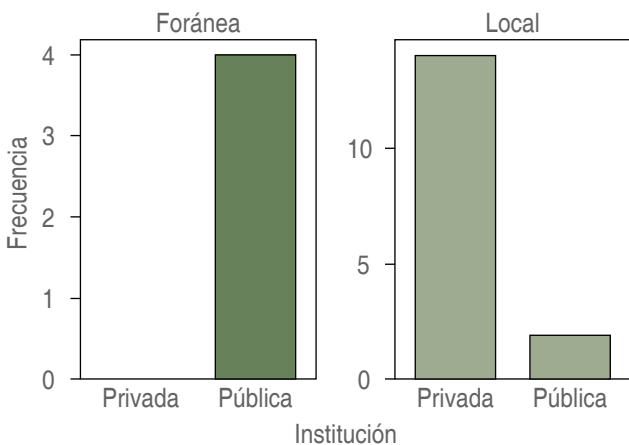


Figura 1: Frecuencia de instituciones en donde se realizó el estudio.

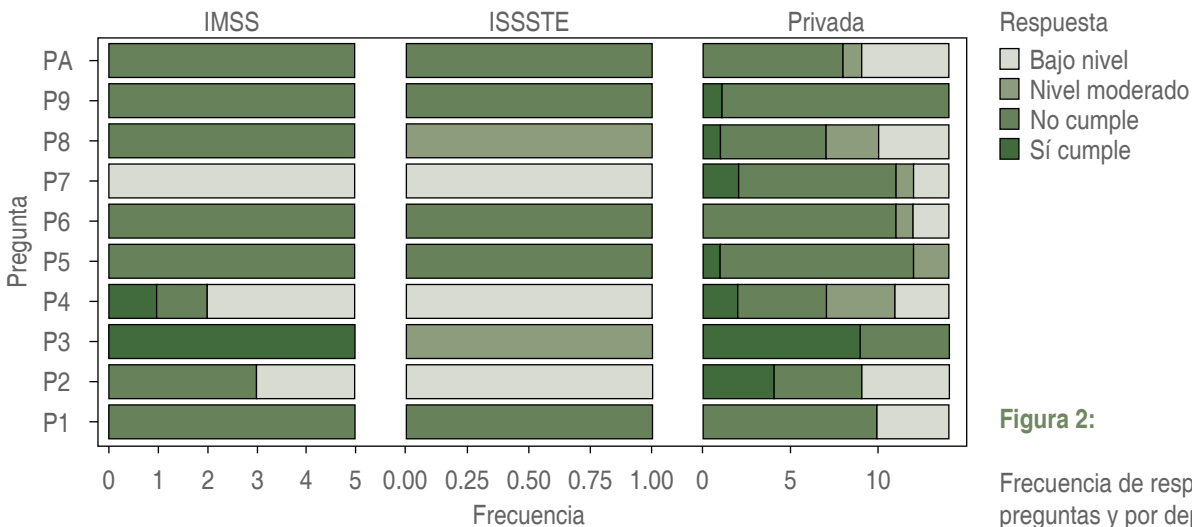


Figura 2:

Frecuencia de respuestas por pregunta y por dependencia.

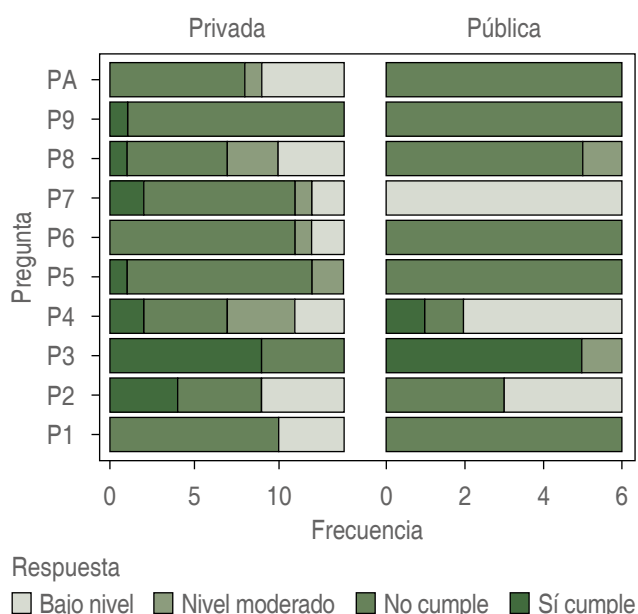


Figura 3: Frecuencia de respuestas por preguntas y por institución.

a la autodeterminación, en el que se basa la doctrina del consentimiento informado, es uno de los derechos fundamentales que debe ser honrado universalmente». ¹⁷ En cirugía de columna, donde las decisiones se basan críticamente en hallazgos imagenológicos, un consentimiento deficiente para estudios diagnósticos puede comprometer todo el proceso de toma de decisiones terapéuticas posteriores. ¹⁸

Los pacientes tienen derecho a comprender no sólo los procedimientos quirúrgicos, sino también los estudios diagnósticos que los preceden. ¹⁹ La falta de diferencias significativas por localidad sugiere que las deficiencias son estructurales y sistémicas, requiriendo intervenciones a nivel nacional. ²⁰

Hernández-Ruiz y colaboradores analizaron 335 consentimientos informados quirúrgicos y encontraron resultados similares, con tasas de incumplimiento superiores al 90%. ²¹ Por su parte, Glaser y su equipo demostraron que las intervenciones interactivas con componentes de retroalimentación son superiores para mejorar la comprensión del paciente. ²² En el contexto ortopédico, esto implica la necesidad de desarrollar procesos más dinámicos e interactivos, especialmente para procedimientos complejos de columna.

La evidencia sugiere que el uso de herramientas audiovisuales mejora significativamente la comprensión del paciente durante el consentimiento

informado. ²³ Asimismo, la satisfacción del paciente se asocia con procesos comunicativos estructurados y empáticos. ²⁴

Las limitaciones del estudio incluyen el tamaño de la muestra y la concentración geográfica. Sin embargo, los hallazgos son consistentes con la literatura internacional y proporcionan evidencia valiosa sobre un problema poco estudiado en México. ²⁵

Es esencial establecer métricas de calidad que incluyan indicadores de satisfacción del paciente y evaluación objetiva de comprensión.

Impacto y contribución

Esta investigación aporta la primera evaluación sistemática de consentimiento informado en estudios de RMN en México, proporcionando metodología replicable y evidencia sólida para reformas normativas. Los instrumentos desarrollados permiten el *benchmarking* institucional y contribuyen a fundamentar programas de capacitación nacional. Más allá del ámbito académico, los resultados de este estudio representan un llamado urgente a recuperar la esencia ética de nuestra profesión, transitando hacia un enfoque verdaderamente humanizado donde «cada paciente sea una razón».

Este estudio documenta deficiencias graves y generalizadas en la calidad del consentimiento informado para estudios de resonancia magnética en instituciones mexicanas. Los hallazgos tienen implicaciones directas para la práctica ortopédica y de cirugía de columna, donde la toma de decisiones se basa fundamentalmente en estudios de imagen.

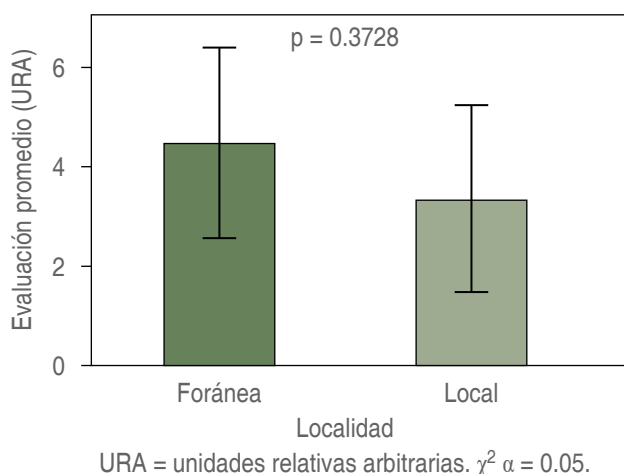


Figura 4: Evaluación global del Anexo 2 en función de la localidad.

Las disparidades entre instituciones públicas y privadas revelan inequidades preocupantes que requieren atención inmediata. El sector público, que atiende a la mayoría de la población mexicana, mostró un desempeño particularmente deficiente, vulnerando los derechos fundamentales de los pacientes.

Para el cirujano ortopedista, estos resultados subrayan la importancia de involucrarse activamente en el proceso de consentimiento informado desde las etapas diagnósticas iniciales. La calidad del consentimiento para estudios de imagen impacta directamente en la comprensión del paciente sobre su patología y las opciones terapéuticas posteriores. Se requieren intervenciones integrales que incluyan: estandarización de formatos, capacitación continua del personal en comunicación efectiva, implementación de procesos interactivos de verificación de comprensión y desarrollo de una cultura institucional centrada en el paciente.

Aceptación de la hipótesis

Los resultados obtenidos permiten aceptar la hipótesis alterna (H1), confirmando que la conformación del consentimiento informado, en términos de información y aplicación del proceso interactivo, es heterogénea y afecta significativamente la calidad de la atención médica. Las deficiencias identificadas evidencian variabilidad en la calidad entre instituciones y comprometen el derecho fundamental de los pacientes a tomar decisiones verdaderamente informadas. Sólo mediante un compromiso colectivo con la mejora continua podremos transitar de un enfoque burocrático hacia un consentimiento genuinamente informado que respete la dignidad y autonomía de nuestros pacientes ortopédicos.

Limitaciones y alcances

Limitaciones reconocidas: el tamaño de la muestra ($n = 20$) y la concentración geográfica en el área metropolitana de Guadalajara limitan la generalización de los resultados a nivel nacional. La predominancia de instituciones privadas locales (70%) introduce un sesgo que debe considerarse en la interpretación. El análisis se basó en documentos retrospectivos, sin evaluar la aplicación práctica del proceso o la comprensión real del paciente. No se incluyeron variables como satisfacción del paciente, tiempo invertido en el proceso o capacitación del personal involucrado.

Fortalezas del estudio: representa la primera evaluación sistemática de consentimiento informado en

estudios de RMN en México, utilizando instrumentos validados y metodología rigurosa. Los hallazgos son consistentes con la literatura internacional y proporcionan evidencia cuantitativa de un problema conocido cualitativamente. La metodología es replicable y los instrumentos desarrollados pueden aplicarse en otras instituciones y procedimientos.

Recomendaciones: hoja de ruta para la transformación

Nivel normativo

Intervenciones urgentes: se requiere actualizar la NOM-004-SSA3-2012, incluyendo elementos críticos identificados en este estudio. Es fundamental crear formatos estandarizados específicos por especialidad y establecer auditorías obligatorias de calidad del consentimiento informado. A mediano plazo, debe desarrollarse un sistema de acreditación de calidad y crear un registro nacional de mejores prácticas.

Nivel educativo

Capacitación integral: los programas de residencia y educación médica continua deben incluir cursos obligatorios en comunicación efectiva y talleres de bioética aplicada. Para los pacientes, se requieren materiales educativos en lenguaje accesible, videos explicativos por procedimiento y plataformas digitales interactivas que faciliten la comprensión.

Nivel organizacional

Cambio cultural: las instituciones deben asignar tiempo adecuado para el proceso de información (mínimo 30 minutos), crear espacios apropiados para el diálogo médico-paciente e implementar verificación activa de comprensión real.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las instituciones participantes por facilitar el acceso a los formatos analizados para esta investigación.

REFERENCIAS

1. Beauchamp TL, Childress JF. Principles of biomedical ethics. 8th ed. Barcelona: Masson; 2019. p. 113-172. Disponible en: <https://www.scribd.com/>

- document/198887124/PRINCIPIOS-DE-ETICA-BIOMEDICA-Beauchamp
2. Porfirio de Sá Lima ÉP. Legal nature of informed consent in the light of the Spanish and Brazilian models of patient protection. *Rev Derecho Priv*. 2017; 32: 473-489. doi: 10.18601/01234366.n32.16. Available from: <https://revistas.uexternado.edu.co/index.php/derpri/article/view/5034>
 3. Varkey B. Principles of clinical ethics and their application to practice. *Med Princ Pract*. 2021; 30: 17-28. doi: 10.1159/000509119.
 4. Scalia G, Priola SM, Ranganathan S, Venkataram T, Orestano V, Marrone S, et al. Assessing the impact of mixed reality-assisted informed consent: a study protocol. *Surg Neurol Int*. 2024; 15: 1-8. doi: 10.25259/SNI_1021_2023.
 5. Faden RR, Beauchamp TL. A history and theory of informed consent. New York: Oxford University Press; 1986.
 6. Palazzani L. Informed consent, experimentation and emerging ethical problems. *BioLaw J*. 2019; 1: 11-22. doi: 10.15168/2284-4503-488.
 7. Comisión Nacional de Arbitraje Médico. Consentimiento válidamente informado. 2da ed. México: CONAMED; 2016. p. 55-59. Disponible en: https://.conamed.gob.mx/gobmx/libros/pdf/libro_cvi2aEd.pdf
 8. Vázquez GAR, Ramírez BÉJ, Vázquez RJA, Cota GF, Gutiérrez MJA. Consentimiento informado. ¿Requisito legal o ético? *Cir Gen*. 2017; 39: 175-182.
 9. Grant SC. Informed consent—We can and should do better. *JAMA Netw Open*. 2021; 4: e2110848. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2021.10848.
 10. Gabay G, Bokek-Cohen Y. What do patients want? Surgical informed consent and patient-centered care. *Bioethics*. 2020; 34: 467-477. doi: 10.1111/bioe.12703.
 11. Brown R, Bylund CL, Siminoff LA, Slovin SF. Seeking informed consent to Phase I cancer clinical trials: identifying oncologists' communication strategies. *Psychooncology*. 2011; 20: 361-368. doi: 10.1002/pon.1729.
 12. Yu QJ, Pun J. Promoting patient engagement in medical informed consent. *Health Commun*. 2023; 38: 71-79. doi: 10.1080/10410236.2021.1932287.
 13. Pietrzykowski T, Smilowska K. The reality of informed consent: empirical studies on patient comprehension. *Trials*. 2021; 22: 57. doi: 10.1186/s13063-020-04969-w.
 14. Guyer P. Kant on the theory and practice of autonomy. *Soc Philos Policy*. 2003; 20: 70-98. doi: 10.1017/s026505250320203x.
 15. Weckbach S, Kocak T, Reichel H, Lattig F. A survey on patients' knowledge and expectations during informed consent for spinal surgery. *Patient Saf Surg*. 2016; 10: 15. doi: 10.1186/s13037-016-0103-z.
 16. Laitinen A, Sahlgren O. AI systems and respect for human autonomy. *Front Artif Intell*. 2021; 4: 151. doi: 10.3389/frai.2021.705164.
 17. Angell M. Ethical imperialism? Ethics in international collaborative clinical research. *N Engl J Med*. 1988; 319: 1081-1083. doi: 10.1056/NEJM198810203191608.
 18. MacMillan J. Comparison of interactive electronic versus standard document method for obtaining patient informed consent [Tesis doctoral]. Houston: UT School of Public Health; 2020.
 19. Joffe S, Truog RD. Consent to medical care: the importance of fiduciary context. In: Miller FG, Wertheimer A, editors. *The ethics of consent*. New York: Oxford University Press; 2010. p. 1-15.
 20. Stacey D, Légaré F, Lewis K, Barry MJ, Bennett CL, Eden KB, et al. Decision aids for people facing health treatment or screening decisions. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017; 4: CD001431. doi: 10.1002/14651858.CD001431.pub5.
 21. Hernández-Ruiz A, Delgado-Fernández RI, Mitjans-Fuentes CO, González-Volta R, Cuní-Rivera T, Díaz-González D. Calidad de los formatos escritos del consentimiento informado en pacientes graves. *Arch Méd Camagüey*. 2020; 24: 40-53.
 22. Glaser J, Nouri S, Fernandez A, et al. Interventions to improve patient comprehension in informed consent for medical and surgical procedures. *Med Decis Making*. 2020; 40: 119-143. doi: 10.1177/0272989X19896348.
 23. Ryan R, Prictor M, McLaughlin KJ, Hill S. Audio-visual presentation of information for informed consent. *Cochrane Database Syst Rev*. 2008; 1: CD003717. doi: 10.1002/14651858.CD003717.pub2.
 24. Wagner D, Bear M. Patient satisfaction with nursing care: a concept analysis within a nursing framework. *J Adv Nurs*. 2009; 65: 692-701. doi: 10.1111/j.1365-2648.2008.04866.x.
 25. Krishnamurti T, Argo N. A patient-centered approach to informed consent: results from a survey and randomized trial. *Med Decis Making*. 2016; 36: 726-740. doi: 10.1177/0272989X16636844.
- Conflicto de intereses:** los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el presente estudio.
- Patrocinios:** no se recibió patrocinio económico ni apoyo institucional externo. La investigación fue desarrollada de forma independiente y sin influencia de terceros.

Anexo 1: Conocimientos y actitudes de los pacientes.

- A. El cuestionario informa al usuario sobre la tecnología y técnica de la RMN.
- 1) No cumple
 - 2) Bajo nivel
 - 3) Nivel moderado
 - 4) Sí cumple
- B. El cuestionario informa al usuario sobre la posibilidad de que la RMN afecte las estructuras anatómicas dañadas.
- Sí
No
No sabe/No comprende
- C. El cuestionario pregunta al usuario si leyó y comprendió el documento para autorizar la intervención diagnóstica.
- Sí
No
No sabe/No comprende
1. El cuestionario informa al usuario que la intervención diagnóstica con resonancia magnética no genera dolor ni radiación.
 - 1) No cumple
 - 2) Bajo nivel
 - 3) Nivel moderado
 - 4) Sí cumple
 2. El cuestionario contiene información que proporciona al usuario datos sobre la calidad del estudio, afirmando que es el ideal para definir el diagnóstico correcto.
 - 1) No cumple
 - 2) Bajo nivel
 - 3) Nivel moderado
 - 4) Sí cumple
 3. La prescripción, indicaciones y contraindicaciones de la intervención diagnóstica han sido propuestas por un profesional.
 - 1) No cumple
 - 2) Bajo nivel
 - 3) Nivel moderado
 - 4) Sí cumple
 4. El cuestionario informa al usuario que, usando un medio de contraste, la intervención diagnóstica tendría un alto nivel de precisión para identificar las estructuras de la zona.
 - 1) No cumple
 - 2) Bajo nivel
- 3) Nivel moderado
 - 4) Sí cumple
5. El cuestionario contiene instrucciones previas para considerar la indicación y contraindicación del estudio en aquellos pacientes que tienen implantes metálicos o marcapasos.
 - 1) No cumple
 - 2) Bajo nivel
 - 3) Nivel moderado
 - 4) Sí cumple
 6. El cuestionario informa al usuario acerca de ciertos tipos de sonidos que emite normalmente el resonador y algunas recomendaciones relacionadas con la fobia a espacios reducidos.
 - 1) No cumple
 - 2) Bajo nivel
 - 3) Nivel moderado
 - 4) Sí cumple
 7. El cuestionario informa al usuario sobre la probabilidad de que expertos en imagen y el especialista que solicitó el estudio confirmen los hallazgos en la historia clínica.
 - 1) No cumple
 - 2) Bajo nivel
 - 3) Nivel moderado
 - 4) Sí cumple
 8. El cuestionario genera la certeza de que el resultado de la intervención diagnóstica permitirá que el profesional de la salud que solicitó el estudio pueda indicar la intervención terapéutica apropiada y específica.
 - 1) No cumple
 - 2) Bajo nivel
 - 3) Nivel moderado
 - 4) Sí cumple
 9. El cuestionario informa sobre la posibilidad de realizar nuevos estudios en caso necesario, sin riesgo a la salud del usuario.
 - 1) No cumple
 - 2) Bajo nivel
 - 3) Nivel moderado
 - 4) Sí cumple

Anexo 2: Variables sociodemográficas.

- | | |
|--|---|
| 1. El cuestionario pregunta al usuario por su edad, sexo y ocupación.
Sí
No | 5. El cuestionario incluye la pregunta “Nombre del Médico” que indica el estudio.
Sí
No |
| 2. El cuestionario pregunta al usuario por su grado escolar.
Sí
No | 6. El cuestionario pregunta al usuario si tiene alergias a medicamentos.
Sí
No |
| 3. El cuestionario pregunta al usuario por su actividad deportiva.
Sí
No | 7. El cuestionario pregunta al usuario si padece alguna comorbilidad como hipertensión o diabetes.
Sí
No |
| 4. El cuestionario pregunta al usuario si padece de alguna discapacidad.
Sí
No | 8. El cuestionario pregunta por el resultado del examen de laboratorio sobre valores de creatinina.
Sí
No |



Julio-Septiembre 2026
Vol. 4, núm. 3 / pp. 209-214

Recibido: 08 de Enero de 2026
Aceptado: 24 de Febrero de 2026

doi: 10.35366/122790



Desarrollo de un método semiautomático asistido por IA para la medición de unidades Hounsfield en columna lumbar. Estudio preliminar

Development of an AI-assisted semi-automated method for Hounsfield unit measurement in the lumbar spine. Preliminary study

Alin Ludmila Garay,^{*,‡} Pedro Luis Bazán,^{*,§} Micaela Cinalli,^{*,¶} Arles Pérez Gutiérrez^{*,||}

Palabras clave:
osteoporosis, salud ósea,
DXA, unidades Hounsfield,
inteligencia artificial.

Keywords:
osteoporosis, healthy
bone, DXA, Hounsfield
unit, artificial intelligence.

RESUMEN

Introducción: la osteoporosis es un problema sanitario global y el acceso limitado a densitometría de rayos X de doble energía (DXA) dificulta su diagnóstico oportuno. La medición de unidades Hounsfield (UH) en tomografía computarizada (TC) ha surgido como una herramienta complementaria para estimar la calidad ósea, especialmente en contextos donde la DXA no está disponible. El uso de inteligencia artificial (IA) en imágenes médicas ha crecido de manera exponencial, sin embargo, una de las limitaciones de los modelos automáticos es la dificultad de implementación y escasa validación externa. En este escenario, los métodos semiautomáticos asistidos por IA podrían representar una alternativa viable, aunque la evidencia sigue siendo limitada. El objetivo de este estudio fue desarrollar un método semiautomático asistido por IA para medir unidades Hounsfield en vértebras lumbares y evaluar su factibilidad y concordancia con la medición manual. **Material y métodos:** el sistema fue implementado en Python e incluyó un módulo de preprocesamiento y otro de análisis automatizado que generó un ROI elíptico ajustado de forma estandarizada a ≤ 2 mm de la cortical. **Resultados:** tras una prueba piloto que permitió corregir errores de delimitación, se procesaron 36 vértebras (L1-L4). El método evidenció alta correlación con el análisis manual ($r = 0.956$), excelente concordancia ($ICC = 0.943$) y un sesgo reducido (+6.8 UH), sin tendencia proporcional según Bland-Altman. **Conclusiones:** el método semiautomático obtuvo resultados equivalentes a los del análisis manual, con concordancia elevada y diferencias de magnitud mínima. Estos hallazgos respaldan su continuidad en estudios con mayor tamaño muestral.

ABSTRACT

Introduction: osteoporosis is a global health issue, and limited access to dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) hinders its timely diagnosis. The measurement of Hounsfield units (HU) in computed tomography (CT) has emerged as a complementary tool for estimating bone quality, particularly in settings where DXA is unavailable. Concurrently, the use of artificial intelligence (AI) in medical imaging has grown exponentially; however, automated models are often limited by implementation

* Hospital Interzonal General de Agudos (HIGA), San Martín de La Plata. La Plata, Buenos Aires.

‡ AOSpine Fellow.

ORCID: 0009-0003-7304-6843

§ Hospital Italiano de La Plata.

Instituto de Diagnóstico La Plata.

ORCID: 0000-0003-0060-6558

¶ ORCID: 0000-0003-2057-4469

|| AOSpine Fellow.

ORCID: 0009-0006-8234-1600

Correspondencia:

Pedro Luis Bazán

E-mail: pedroluisbazan@gmail.com

Citar como: Garay AL, Bazán PL, Cinalli M, Pérez GA. Desarrollo de un método semiautomático asistido por IA para la medición de unidades Hounsfield en columna lumbar. Estudio preliminar. *Cir Columna*. 2026; 4 (3): 209-214. <https://dx.doi.org/10.35366/122790>



*difficulties and scarce external validation. In this scenario, AI-assisted semi-automated methods could represent a viable alternative, although evidence remains limited. The objective of this study was to develop an AI-assisted semi-automated method to measure Hounsfield units in lumbar vertebrae and to assess its feasibility and agreement with manual measurement. **Material and methods:** the system was implemented in Python and included a preprocessing module and an automated analysis module that generated an elliptical region of interest (ROI), adjusted in a standardized manner to ≤ 2 mm from the cortical bone. **Results:** following a pilot test that allowed for the correction of segmentation errors, 36 vertebrae (L1-L4) were processed. The method demonstrated high correlation with manual analysis ($r = 0.956$), excellent agreement (ICC = 0.943), and reduced bias (+6.8 HU), with no proportional bias observed according to the Bland-Altman analysis. **Conclusions:** the semi-automated method yielded results equivalent to those of manual analysis, showing high agreement and minimal differences. These findings support its further investigation in studies with larger sample sizes.*

Abreviaturas:

DE = desviación estándar
 DXA = absorciometría de rayos X de doble energía
 IA = inteligencia artificial
 ICC = coeficiente de correlación intraclase
 ROI = región de interés
 SSAIA = método semiautomático asistido por IA
 TC = tomografía computarizada
 UH = unidades Hounsfield

INTRODUCCIÓN

La osteoporosis es una problemática mundial asociada a altas tasas de morbilidad, mortalidad y costos económicos significativos.

Actualmente, el estándar de oro para el diagnóstico de esta patología es la absorciometría de rayos X de doble energía (DXA). Sin embargo, varios estudios mencionan la alta variabilidad tanto en el acceso como en la calidad de los servicios de DXA a nivel mundial.^{1,2} Estas desigualdades retrasan el diagnóstico oportuno y dificultan la implementación de estrategias de prevención y tratamiento en poblaciones vulnerables.

Si bien el DXA es el método utilizado universalmente, en los últimos años se han incorporado otras técnicas de imagen, como es el caso de la tomografía computarizada (TC), que permite caracterizar distintos aspectos de la calidad ósea y, en algunos casos, estimar el riesgo de complicaciones relacionadas con la osteoporosis de manera complementaria.³⁻⁵

La implementación de la inteligencia artificial (IA) en el análisis de imágenes médicas ha crecido de manera exponencial, y el campo de la osteoporosis no es la excepción. Revisiones sistemáticas recientes muestran que los modelos basados en aprendizaje profundo o *machine learning* pueden clasificar correctamente la osteoporosis a partir de radiografías y TC, con sensibilidades y especificidades superiores al 80-90%.^{6,7} Estudios multicéntricos demostraron que los valores de densidad ósea

pueden predecirse directamente desde tomografías rutinarias.⁸ Sin embargo, la mayoría de los algoritmos han sido desarrollados en entornos altamente controlados, con escasa validación externa, variabilidad en protocolos de imagen y una limitada implementación clínica.⁹

En centros públicos o de baja disponibilidad tecnológica, los modelos automáticos de IA suelen ser difíciles de implementar debido a los requerimientos elevados de *hardware*, licenciamiento y compatibilidad entre sistemas, además de su limitada interpretabilidad. En este contexto, existe la necesidad de desarrollar métodos semiautomáticos asistidos por IA (SSAIA) que combinen el control humano con la automatización, y que sean reproducibles, de bajo costo e integrables en la práctica clínica. La literatura ofrece escasa evidencia sobre el desempeño real de métodos semiautomáticos aplicados específicamente a la medición de unidades Hounsfield (UH) en vértebras lumbares y sobre su reproducibilidad frente al método manual en condiciones clínicas habituales.

El objetivo de este trabajo fue desarrollar un método semiautomático asistido por IA para la medición de unidades Hounsfield en vértebras lumbares, analizando su factibilidad de uso y comparándolo con el método de medición manual.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño

Se realizó un estudio observacional, donde se desarrolló un sistema semiautomático asistido por IA para realizar las mediciones de UH en vértebras lumbares.

Se realizó una prueba piloto para evaluar su factibilidad de uso y posibles errores; posteriormente, se evaluó la concordancia con mediciones realizadas de forma manual.

Desarrollo del sistema

El método desarrollado se define como semiautomático, ya que combina una intervención inicial del operador con un procesamiento automatizado asistido por inteligencia artificial.

Se empleó un método semiautomático desarrollado en lenguaje Python (versión 3.10) e implementado en Google Colab, un entorno de ejecución basado en la nube.

Durante su desarrollo, se utilizó ChatGPT (OpenAI) como apoyo en la redacción y depuración de código en Python. Las funciones generadas fueron revisadas y modificadas por el investigador hasta alcanzar la versión final del programa.

El programa se estructuró en dos módulos funcionales: 1) celda A (preprocesamiento): permite cargar estudios en formato ZIP DICOM o NIfTI, convertirlos y remuestrearlos, generando vistas axiales y coronales interactivas. El operador selecciona la vértebra de interés y marca un punto dentro del hueso trabecular; 2) celda B (medición automatizada): a partir del punto elegido, el programa identifica de forma estandarizada el contorno trabecular y delimita una región de interés (ROI) elíptica, cuyo borde externo se mantiene a no

más de 2 mm de la cortical, abarcando el mayor área vertebral permitida. El programa obtiene de forma automática el promedio de unidades Hounsfield (UH) y la desviación estándar (DE) dentro del área seleccionada (Figura 1).

Durante el desarrollo se utilizaron *prompts* de depuración e interacción que permiten al operador visualizar la posición de la ROI y confirmar la selección antes del cálculo final.

Prueba piloto

El objetivo de la prueba piloto fue utilizar el SSAIA para estandarizar la delimitación de la ROI en las mediciones de UH de vértebras lumbares, evaluando posibles errores del sistema y realizando las correcciones correspondientes.

Se seleccionaron imágenes de tomografías de forma no aleatoria, sin seguir un patrón de selección; se recopilaban las que se encontraban disponibles en el sistema de archivo de imágenes de la institución, realizadas previamente por otras indicaciones médicas y en las cuales se podía visualizar la columna lumbar en su totalidad. Se tomó precaución de no cargar imágenes con datos personales de los pacientes.



Figura 1:

Flujo de trabajo del sistema semiautomático asistido por inteligencia artificial para la medición de unidades Hounsfield (UH) en cuerpos vertebrales lumbares. DE = desviación estándar. ROI = *region of interest* (región de interés).

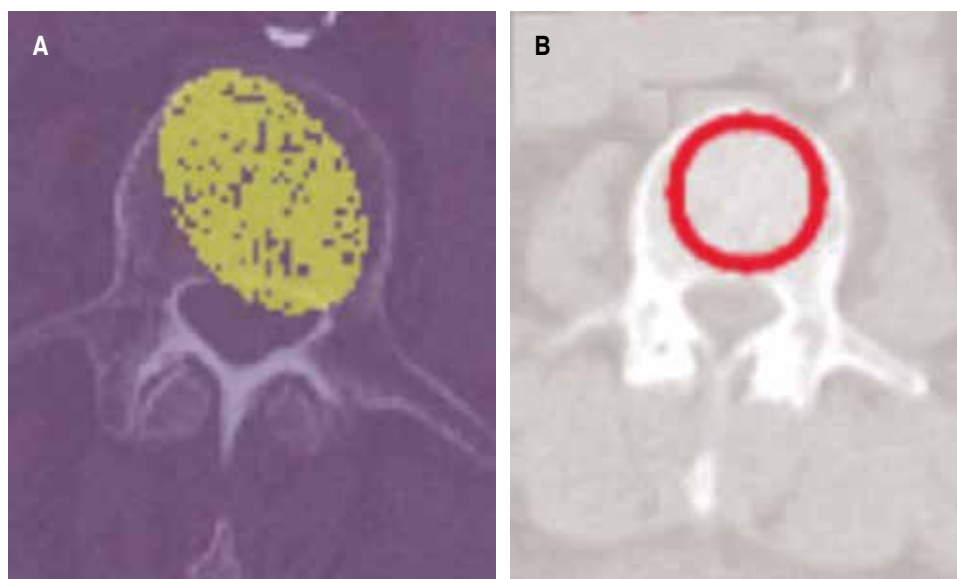


Figura 2:

Comparación entre la versión inicial **(A)** y la versión ajustada **(B)** del método semiautomático para la delimitación de la región de interés (ROI) en el cuerpo vertebral. **A)** El área de medición incluye parcialmente la cortical ósea (amarillo). **B)** El algoritmo restringe el borde externo de la ROI a no más de 2 mm de la cortical (rojo).

Se compararon los valores de UH con los valores obtenidos por medición manual del experto y se ajustó el sistema ante eventuales fallas.

Comparación con el sistema manual de medición

Una vez ajustado el sistema, se procede a realizar la comparación con una muestra mayor. Para la recolección de imágenes tomográficas, se eligieron nueve pacientes del sistema de imágenes de la institución (tomografías ya realizadas por diversas indicaciones médicas) que debían contar con imágenes de la región lumbar en su totalidad. Se realizaron las mediciones en las vértebras de L1 a L4, excluyendo aquellas fracturadas, con instrumentación previa o enfermedad ósea local (metástasis o hemangiomas). Los estudios se analizaron en formato DICOM; en ninguna imagen cargada se expusieron los datos personales de los pacientes.

Las mediciones manuales fueron realizadas por un cirujano de columna experimentado, utilizando cortes axiales entre los niveles L1 y L4. En cada vértebra se delimitó una ROI circular, ubicada en el centro del cuerpo vertebral, evitando la inclusión de hueso cortical. Para cada ROI se registró el valor promedio de UH.

Se determinó la media, el DE, el intervalo de confianza del 95% (IC95%) y el valor de p, con el objetivo de identificar posibles diferencias sistemáticas entre ambos métodos.

La normalidad de los datos se evaluó con la prueba de Shapiro-Wilk, y la correlación de Pearson permitió analizar la relación lineal entre ambos métodos.

Para evaluar el grado de concordancia entre los métodos, se calculó el coeficiente de correlación intraclass (ICC). Los valores de ICC se interpretaron según la escala habitual:

- a) < 0.5 = concordancia pobre
- b) 0.5-0.75 = moderada
- c) 0.75-0.9 = buena
- d) 0.9 = excelente concordancia

Se elaboró un gráfico de Bland-Altman, con el fin de estimar el sesgo promedio entre los dos métodos y los límites de concordancia (media \pm 1.96 DE), determinando la magnitud y dirección de las diferencias individuales entre las mediciones manuales y semiautomáticas.

El nivel de significación estadística se estableció en $p < 0.05$, empleando una prueba t para muestras pareadas para comparar ambos métodos.

RESULTADOS

Aplicación del sistema y prueba piloto

En la prueba piloto del sistema desarrollado, se observó que había grandes diferencias entre las mediciones del SSAIA y las manuales. Al analizar las posibles fallas, se observó que en algunas mediciones el ROI incluía parcialmente el hueso cortical, lo que aumentaba el valor de UH. Se ajustó el algoritmo limitando el borde externo a 2 mm de la cortical

(Figura 2). Se midieron nuevamente las mismas imágenes y la diferencia media entre ambos métodos disminuyó de 23.7 a 6.8 UH, con una reducción significativa del sesgo.

Comparación con sistema de medición manual

Una vez ajustado el sistema, se analizaron un total de 36 vértebras lumbares (L1 a L4) correspondientes a nueve pacientes adultos. Todas las tomografías fueron procesadas correctamente en formato DICOM, sin incidencias técnicas.

En la primera versión del modelo semiautomático, comparado con la medición manual, se registraron valores de media de densidad ósea, para el método manual, de 183.32 ± 58.27 UH, mientras que el semiautomático inicial arrojó un promedio de 202.18 ± 54.65 UH. La diferencia media entre ambos métodos fue de 23.7 UH, con un intervalo de confianza del 95% (10.9 a 36.5 UH) y una significancia estadística de $p = 0.0006$.

Luego de realizar la corrección del algoritmo para la delimitación precisa del ROI y la exclusión de hueso cortical, se repitieron las mediciones en las mismas vértebras.

La segunda versión del prototipo mostró valores medios de 185.08 ± 59.98 UH para el modelo semiautomático, mientras que las mediciones manuales se mantuvieron en 183.32 ± 58.27 UH.

El análisis de correlación evidenció una asociación significativa entre ambos métodos ($r = 0.956$; $p < 0.05$).

El ICC fue de 0.943 (IC95% = 0.89-0.97), lo que indica una concordancia excelente entre las mediciones manuales y semiautomáticas.

El gráfico de Bland-Altman mostró un sesgo promedio de +6.8 UH, con límites de concordancia entre -28.0 UH y +41.6 UH, sin tendencia a sobrestimar o subestimar los valores respecto al método manual (Figura 3).

DISCUSIÓN

En este estudio se compararon las mediciones de densidad ósea vertebral (UH) obtenidas de forma manual y mediante un método semiautomático desarrollado por el investigador.

Los resultados mostraron una alta correlación y excelente concordancia entre ambos procedimientos ($r = 0.956$; ICC = 0.943), lo que indica que el método semiautomático logra resultados muy próximos a los del análisis manual.

En la primera etapa del desarrollo, el método semiautomático presentó valores más elevados que los manuales, lo que se interpretó por la inclusión parcial de hueso cortical dentro del ROI. Luego del ajuste del algoritmo, limitando el borde externo a 2 mm de la cortical, la diferencia media entre ambos métodos disminuyó de 23.7 a 6.8 UH, con una reducción significativa del sesgo. Esto demuestra que la corrección del modelo permitió obtener una medición más precisa y anatómicamente representativa del hueso trabecular.

El alto nivel de correlación observado sugiere que la automatización parcial del proceso no compromete la medición. La inclusión del control del operador previo a cada cálculo permite evitar errores de inclusión de estructuras no deseadas, manteniendo la fiabilidad de los resultados y facilitando su adaptación a la práctica hospitalaria.

En el marco de los métodos de medición de UH previamente descritos en la literatura,³⁻⁵ los resultados del presente estudio muestran que un método semiautomático, que combina la intervención del operador con un proceso automatizado asistido por inteligencia artificial, puede alcanzar una concordancia comparable con la medición manual.

Entre las fortalezas del estudio destaca la validación directa del método sobre datos clínicos reales y la implementación en un entorno de libre acceso (Google Colab, Python), lo que favorece su replicabilidad. La principal limitación fue el tamaño de la muestra reducido, propio de una prueba piloto.

Estos hallazgos preliminares respaldan la viabilidad del enfoque semiautomático asistido por IA y justifican

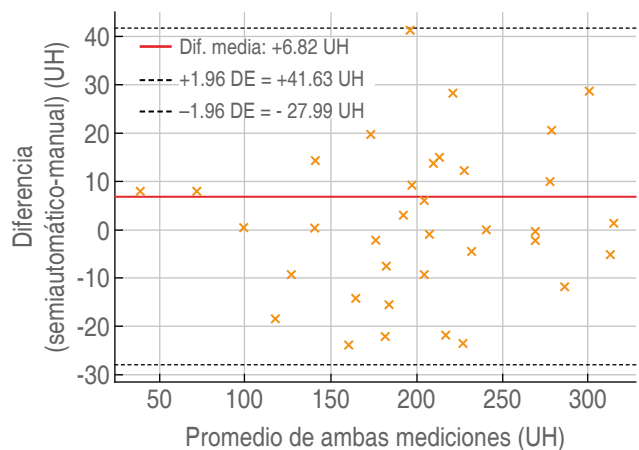


Figura 3: Gráfico de Bland-Altman. Medición manual vs. semiautomática. UH = unidades Hounsfield.

avanzar hacia evaluaciones con mayor tamaño muestral y en escenarios clínicos variados.

CONCLUSIONES

Se desarrolló un método semiautomático asistido por inteligencia artificial para la medición de unidades Hounsfield en columna vertebral, que mostró un desempeño equivalente a la medición manual, con alta concordancia y diferencias mínimas. Al tratarse de un estudio preliminar, la muestra fue pequeña; estudios futuros con un mayor número de pacientes permitirán confirmar estos hallazgos y confirmar su aplicación en la práctica diaria.

REFERENCIAS

1. Maeda SS, LLibre RDS, Arantes HP, de Souza GC, Molina FFC, Wiluzanski D, et al. Challenges and opportunities for quality densitometry in Latin America. *Arch Osteoporos*. 2021; 16: 23. doi: 10.1007/s11657-021-00892-y.
2. Clynes MA, Westbury LD, Dennison EM, Kanis JA, Javaid MK, Harvey NC, et al. Bone densitometry worldwide: a global survey by the ISCD and IOF. *Osteoporos Int*. 2020; 31: 1779-1786. doi: 10.1007/s00198-020-05435-8.
3. Bazán PL, Jordan RC, Cevallos JRM, Adaro AOG, Adaro JCS. Hounsfield units use in spinal surgery planning: Systematic review and meta-analysis. *Coluna/Columna*. 2022; 21: e264579. Available in: <https://doi.org/10.1590/s1808-185120222103264579>
4. St Jeor JD, Jackson TJ, Xiong AE, Freedman BA, Sebastian AS, Currier BL, et al. Average lumbar Hounsfield units predicts osteoporosis-related complications following lumbar spine fusion. *Global Spine J*. 2022; 12: 851-857. doi: 10.1177/2192568220975365.
5. Ahern DP, McDonnell JM, Riffault M, Evans S, Wagner SC, Vaccaro AR, et al. A meta-analysis of the diagnostic accuracy of Hounsfield units on computed topography relative to dual-energy X-ray absorptiometry for the diagnosis of osteoporosis in the spine surgery population. *Spine J*. 2021; 21: 1738-1749. doi: 10.1016/j.spinee.2021.03.008.
6. Liu RW, Ong W, Makmur A, Kumar N, Low XZ, Shuliang G, et al. Application of artificial intelligence methods on osteoporosis classification with radiographs-a systematic review. *Bioengineering (Basel)*. 2024; 11: 484. doi: 10.3390/bioengineering11050484.
7. Ong W, Liu RW, Makmur A, Low XZ, Sng WJ, Tan JH, et al. Artificial intelligence applications for osteoporosis classification using computed tomography. *Bioengineering (Basel)*. 2023; 10: 1364. doi: 10.3390/bioengineering10121364.
8. Park H, Kang WY, Woo OH, Lee J, Yang Z, Oh S. Automated deep learning-based bone mineral density assessment for opportunistic osteoporosis screening using various CT protocols with multi-vendor scanners. *Sci Rep*. 2024; 14: 25014. doi: 10.1038/s41598-024-73709-w.
9. Deng Y, Chen X, Yao N, Geng C, Yuan C, Chen Q, et al. Two-decade dialogue between artificial intelligence and osteoporosis: research trajectories and frontier projections under bibliometric and visual analysis. *Front Med (Lausanne)*. 2025; 12: 1606361. doi: 10.3389/fmed.2025.1606361.

Conflicto de intereses: los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses en esta presentación.



Julio-Septiembre 2026
Vol. 4, núm. 3 / pp. 215-221

Recibido: 08 de Diciembre de 2025
Aceptado: 19 de Febrero de 2026

doi: 10.35366/122791



Planeación preoperatoria de la colocación de tornillos pediculares usando herramientas accesibles: ¿se puede lograr alta precisión sin altos costos?

Preoperative planning of pedicle screw placement using accessible tools: can high accuracy be achieved without high costs?

Ramón Quintanilla Loredo,^{*,†} Óscar Armando Martínez Gutiérrez,^{*,§}
Pedro Martín Reyes Fernández,^{*,¶} Héctor Noé Guadalupe Silva Ramos,^{*,||}
Víctor Abraham Alcántar Domínguez,^{*,**} Diego González Caballero,^{**,‡‡}
Víctor Manuel Peña Martínez,^{*,§§}

Palabras clave:
tornillos pediculares,
planeación preoperatoria,
imagen 3D, cirugía de
columna, columna lumbar,
columna torácica.

Keywords:
*pedicle screws, preoperative
planning, 3D imaging,
spine surgery, lumbar
spine, thoracic spine.*

* Servicio de Ortopedia y
Traumatología del Hospital
Universitario "Dr. José Eleuterio
González", Universidad Autónoma
de Nuevo León. México.

† ORCID: 0000-0002-3996-5841

§ ORCID: 0000-0002-1846-5872

¶ ORCID: 0009-0006-8576-9151

|| ORCID: 0009-0006-9524-2177

** ORCID: 0009-0000-3359-2522

‡‡ Facultad de Medicina de
la Universidad Autónoma de
Nuevo León. México. ORCID:
0009-0009-6363-3685

§§ ORCID: 0000-0003-2924-1329

Correspondencia:
Dr. Ramón Quintanilla Loredo
E-mail:
quintanillaloredoy@yahoo.com

RESUMEN

Introducción: la instrumentación toracolumbar exige alta precisión, que es difícil de asegurar sólo con referencias anatómicas. La navegación con equipos de imagen intraoperatoria se ve limitada por sus costos o no disponibilidad, ante esto la planeación digital preoperatoria surge como una alternativa a estos equipos. **Objetivos:** evaluar la precisión clínica y radiográfica de la colocación de tornillos pediculares en cirugía toraco-lumbar guiada mediante la comparación de los parámetros establecidos en la planeación digital con una aplicación digital y los resultados obtenidos postoperatorios. **Material y métodos:** estudio observacional, retrospectivo de 120 pacientes (810 tornillos). Se realizó planeación preoperatoria midiendo diámetro, longitud y angulación ideal mediante una aplicación digital: *3D Slicer*. Se evaluó la precisión postoperatoria mediante tomografía computarizada y se analizó la correlación entre las medidas planificadas y las ejecutadas. **Resultados:** se incluyeron un total de 120 pacientes (810 tornillos), de los cuales 81 fueron hombres (67.5%). La edad promedio fue de 47.1 ± 19.3 años. La correlación de Spearman, en el caso del diámetro obtuvo un coeficiente de correlación de 0.855 ($p < 0.001$), mientras que para la longitud fue de 0.789 ($p < 0.001$). La angulación coronal presentó 0.966 ($p < 0.001$) y la angulación sagital 0.952 ($p < 0.001$). **Conclusión:** la planeación preoperatoria con la aplicación digital permite la colocación de tornillos transpediculares con una tasa de precisión comparable a otros métodos de navegación, siendo segura y costo-efectiva.

Nivel de evidencia: II.

ABSTRACT

Introduction: thoracolumbar instrumentation requires high precision, which is difficult to ensure using anatomical references alone. Navigation systems based on intraoperative imaging are often limited by

Citar como: Quintanilla LR, Martínez GÓA, Reyes FPM, Silva RHNG, Alcántar DVA, González CD et al. Planeación preoperatoria de la colocación de tornillos pediculares usando herramientas accesibles: ¿se puede lograr alta precisión sin altos costos? *Cir Columna*. 2026; 4 (3): 215-221. <https://dx.doi.org/10.35366/122791>



their high cost or lack of availability; therefore, digital preoperative planning has emerged as an accessible alternative. **Objectives:** to evaluate the clinical and radiographic accuracy of pedicle screw placement in thoracolumbar surgery by comparing the parameters established during digital preoperative planning with a dedicated application and the postoperative results. **Material and methods:** observational, retrospective study of 120 patients (810 screws). Preoperative planning was performed to determine the ideal diameter, length, and angulation using a digital application: 3D Slicer. Postoperative accuracy was assessed through computed tomography, and the correlation between planned and executed measurements was analyzed. **Results:** a total of 120 patients (810 screws) were included, of whom 81 were men (67.5%). The mean age was 47.1 ± 19.3 years. Spearman's correlation for diameter showed a coefficient of 0.855 ($p < 0.001$), while length demonstrated 0.789 ($p < 0.001$). Coronal angulation showed 0.966 ($p < 0.001$), and sagittal angulation showed 0.952 ($p < 0.001$). **Conclusions:** preoperative planning with a digital application enables transpedicular screw placement with an accuracy rate comparable to that of other navigation methods, while remaining safe and cost-effective.

Level of evidence: II.

Abreviaturas:

PLIF = *Posterior Lumbar Interbody Fusion* (fusión lumbar intersomática posterior)

TLIF = *Transforaminal Lumbar Interbody Fusion* (fusión lumbar intersomática transforaminal)

INTRODUCCIÓN

La instrumentación con tornillos pediculares se ha consolidado como el estándar de oro para la estabilización de la columna toracolumbar en patologías traumáticas, degenerativas, infecciosas y deformidades.¹⁻⁴ Esta técnica ofrece una fijación rígida que facilita la artrodesis, la recuperación funcional del paciente y mejora los resultados clínicos a largo plazo.⁵ Sin embargo, su efectividad y seguridad dependen de la precisión en la colocación del implante dentro del pedículo y cuerpo vertebral; errores en la angulación, longitud o diámetro pueden resultar en complicaciones, incluyendo lesiones medulares o radicales, eventos vasculares y fallas mecánicas.^{6,7}

Históricamente la técnica “manos libres” usando puntos de referencia ha sido la norma, lo que ha resultado en tasas de precisión variables. Como solución a esto, se han desarrollado tecnologías intraoperatorias avanzadas como la navegación quirúrgica, la fluoroscopia tridimensional y la cirugía asistida por robot.⁸⁻¹⁴ Estas herramientas permiten guiar la colocación del tornillo en tiempo real con márgenes de error más bajos.¹⁰ Su implementación implica elevados costos de adquisición y mantenimiento, así como requerimientos de infraestructura especializada, lo que limita su disponibilidad a centros de alto nivel y restringe su acceso a la mayoría de los hospitales públicos.^{8,10}

Debido a estas limitantes, la planificación preoperatoria mediante aplicaciones gratuitas ha surgido como

una alternativa prometedora.^{14,15} Estas herramientas digitales permiten al cirujano visualizar la anatomía tridimensional, realizar mediciones pediculares y simular trayectorias sin los costos de los sistemas de navegación intraoperatoria. A pesar de su disponibilidad, es necesario validar si la transferencia de esta planificación virtual a la ejecución quirúrgica real ofrece márgenes de seguridad aceptables. Ante este escenario, surge la siguiente interrogante: ¿es posible alcanzar tasas de precisión en la colocación de tornillos pediculares comparables a los estándares internacionales utilizando herramientas de planificación digital de libre acceso sin incurrir en altos costos?

El objetivo del presente estudio es evaluar la precisión clínica y radiográfica de la colocación de tornillos pediculares guiada por planeación digital con *software* accesible, comparando los parámetros planificados con los resultados postoperatorios.

MATERIAL Y MÉTODOS

Es un estudio de tipo observacional, retrospectivo, transversal y descriptivo en un hospital de tercer nivel. El protocolo fue aprobado previamente por el Comité de Ética en Investigación de nuestra institución. Se revisaron los expedientes clínicos y estudios de imagen de pacientes atendidos entre marzo de 2023 y marzo de 2025.

Se incluyeron pacientes mayores de 18 años sometidos a instrumentación toracolumbar mediante tornillos transpediculares con patología traumática, degenerativa, infecciosa o tumoral. Se excluyeron aquellos con expedientes incompletos o estudios de imagen insuficientes para las mediciones. Se analizó una muestra total de 120 pacientes que cumplieron con los criterios de selección.



Figura 1: Planeación preoperatoria mediante el software 3D Slicer, donde se observa la colocación de tornillos pediculares.

Como parte del protocolo institucional, todos los pacientes incluidos contaban con una tomografía computarizada preoperatoria. Las imágenes DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) fueron procesadas en el *software* de código abierto 3D Slicer (versión 4.11) para realizar la planeación quirúrgica, determinando de manera preoperatoria el diámetro, la longitud y la trayectoria ideal de cada tornillo pedicular (*Figura 1*).

Posteriormente, todos los pacientes fueron sometidos a instrumentación toracolumbar según la planeación establecida. La precisión de la colocación de los tornillos se evaluó mediante tomografía computarizada postoperatoria en la totalidad de los casos. Las mediciones obtenidas en el estudio postoperatorio fueron comparadas con los parámetros planificados previamente para el análisis de la concordancia entre la planeación y la ejecución quirúrgica (*Figura 2*).

Los datos fueron analizados con el *software* SPSS versión 25.0. Se utilizó la prueba de Wilcoxon para comparar las diferencias entre la planeación y la ejecución; y el coeficiente de Spearman (r) para determinar la correlación. Un valor de $p < 0.05$ se consideró significativo.

RESULTADOS

Se incluyeron en el estudio un total de 120 pacientes sometidos a cirugía de columna toracolumbar ins-

trumentada, en los cuales se colocaron 810 tornillos pediculares. La muestra estuvo compuesta por 81 hombres (67.5%) y 39 mujeres (32.5%), con una edad media de 47.1 ± 19.3 años (rango 18-87 años). La etiología predominante fue la traumática en 57 casos (47.5%), seguida de la enfermedad degenerativa en 42 casos (35%), infecciosa en 18 (15%) y oncológica en tres (2.5%). Respecto a los niveles vertebrales instrumentados, se registraron 51 para el nivel L4, 48 para el nivel L5 y 45 para el nivel L3, siendo estos los más frecuentes (*Figura 3*). El procedimiento quirúrgico más frecuente fue la instrumentación posterior larga (45 pacientes), seguida de fusión lumbar intersomática posterior (PLIF) o fusión lumbar intersomática transforaminal (TLIF) en 42 pacientes e instrumentación corta en 33 pacientes (*Tabla 1*).

El análisis de las variables morfométricas comparó los valores obtenidos en la planeación preoperatoria con los medidos en el control postoperatorio (*Tabla 2*).

La prueba de Wilcoxon evidenció diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$) en todas las variables analizadas, lo que indica que existen diferencias significativas entre las medidas virtuales y las reales.

Sin embargo, la correlación de Spearman demostró una asociación fuerte y positiva entre los valores predichos y los valores reales. En el caso del diámetro, se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.855 ($p <$

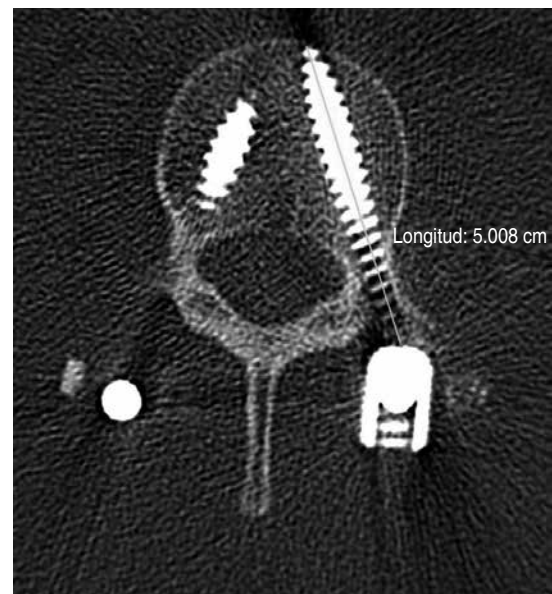


Figura 2: Resultados postoperatorios. Medición de la longitud del tornillo pedicular en la tomografía computarizada de control.

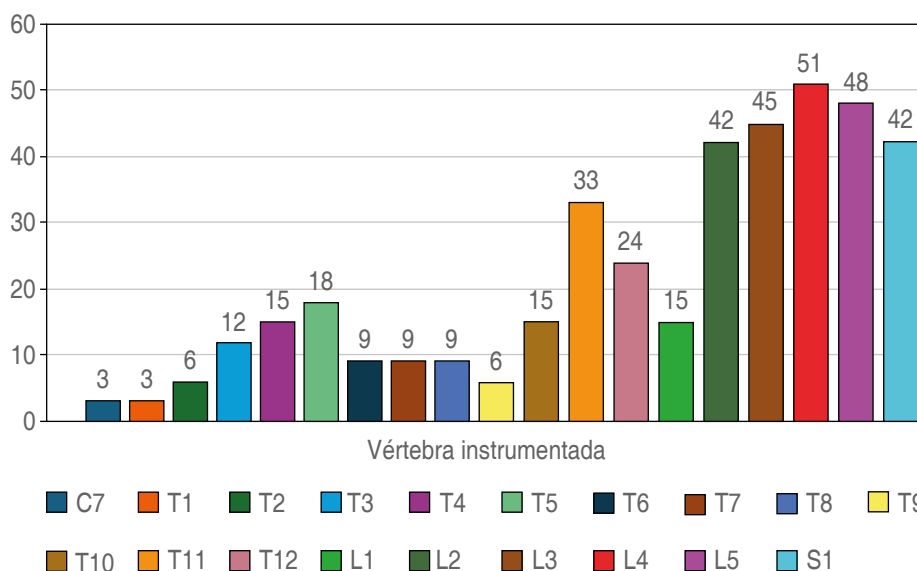


Figura 3:

Número de casos por nivel vertebral instrumentado.

Tabla 1: Etiología y tipos de procedimientos realizados.

Variable	Total
Etiología	
Degenerativo	42
Infecioso	18
Oncológico	3
Traumático	57
Procedimientos	
PLIF/TLIF	42
Instrumentación posterior corta	33
Instrumentación posterior larga	45

PLIF = Posterior Lumbar Interbody Fusion. TLIF = Transforaminal Lumbar Interbody Fusion.

0.001), mientras que para la longitud fue de 0.789 ($p < 0.001$). La angulación coronal presentó una correlación de 0.966 ($p < 0.001$), y la angulación sagital de 0.952 ($p < 0.001$), lo cual indica que, aunque las predicciones no sean exactas, sí mantienen una tendencia proporcional consistente (Tabla 3).

DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la precisión de una herramienta digital gratuita para la planeación preoperatoria de la colocación de tornillos pediculares en la columna toracolumbar, contrastando los parámetros predichos con los valores obtenidos

en la tomografía computarizada postoperatoria. Los resultados revelan que, aunque existen diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones planeadas y las observadas ($p < 0.001$ para todas las variables), las fuertes correlaciones identificadas entre ambas sugieren una tendencia proporcional robusta, clínicamente relevante.

La correlación de Spearman demostró una asociación muy fuerte para el diámetro ($r = 0.855$), angulación coronal ($r = 0.966$) y angulación sagital ($r = 0.952$), y fuerte para la longitud ($r = 0.789$), todas con significancia estadística ($p < 0.001$). Esta relación indica que, si bien la herramienta no proporciona una predicción exacta, sí permite anticipar con consistencia relativa la magnitud de los parámetros quirúrgicos. El análisis del error absoluto medio respalda estos hallazgos, con discrepancias promedio de 0.659 mm para el diámetro, 3.85 mm para la longitud, 0.98° para la angulación coronal y 1.22° para la angulación sagital, valores aceptables desde una perspectiva clínica.

Al comparar estos hallazgos con la literatura existente, se observa una concordancia parcial con estudios que han evaluado métodos tecnológicos avanzados para la planificación y ejecución de la instrumentación pedicular. Por ejemplo, van Dijk y colaboradores⁸ y Wallace y su equipo¹² reportaron precisiones superiores al 95% en la colocación de tornillos utilizando navegación quirúrgica y sistemas robóticos, con márgenes de error inferiores a 2 mm en la mayoría de los casos. Si bien los valores de precisión absoluta obtenidos en nuestro estudio son

más modestos, la fuerte correlación proporcional y la reproducibilidad de la tendencia predictiva posicionan a esta herramienta como una alternativa funcional en entornos sin acceso a dichas tecnologías.

Por otro lado, Zhao y colaboradores¹³ y Ozaki y su equipo¹⁴ han señalado la utilidad creciente de la planificación tridimensional como recurso de apoyo quirúrgico, destacando su valor cuando se integra con la experiencia del cirujano. Nuestros hallazgos coinciden con esta premisa, ya que la herramienta

evaluada, aunque limitada en exactitud absoluta, demostró ser útil para anticipar la dirección, el tamaño y la trayectoria de los tornillos de manera proporcional, facilitando una ejecución quirúrgica más informada.

Asimismo, trabajos recientes como los de Xu y colaboradores¹⁰ y Bertram y su grupo¹¹ comparan planificaciones manuales y automatizadas, concluyendo que incluso las planificaciones no asistidas por navegación pueden lograr buenos niveles de precisión si se fundamentan en análisis sistemáticos de imágenes. Esto se alinea con nuestro enfoque, en el que se utilizó una aplicación digital accesible, sin guía intraoperatoria, obteniendo correlaciones estadísticamente significativas en todos los parámetros evaluados.

Cabe señalar que en el presente estudio no se calculó el índice de concordancia intraclase (ICC), dado que el objetivo fue evaluar la congruencia entre planeación preoperatoria y ejecución quirúrgica, más que la reproducibilidad entre evaluadores. No obstante, futuras investigaciones podrían incorporar dicho análisis, así como explorar el impacto clínico funcional de las variaciones en la planeación.

Entre las fortalezas de esta investigación se incluyen un tamaño muestral adecuado, un análisis estadístico robusto y una metodología sistemática basada en imágenes tomográficas. No obstante, deben reconocerse ciertas limitaciones: el diseño retrospectivo, la falta de aleatorización y la ausencia de un grupo control con navegación quirúrgica o robótica. Asimismo, no se evaluaron resultados clínicos posoperatorios ni complicaciones relacionadas con la colocación de los implantes.

Estos hallazgos muestran que, si bien existe una diferencia estadísticamente significativa entre las mediciones predichas por la aplicación y las realmente utilizadas, la fuerte correlación y los bajos errores absolutos medios sugieren que las predicciones siguen

Tabla 2: Estadística descriptiva de las variables morfométricas y precisión dimensional.

Variable	Media ± DE
Diámetro preoperatorio, mm	4.62 ± 0.02
Diámetro postoperatorio, mm	5.28 ± 0.03
Longitud preoperatoria, mm	39.78 ± 0.20
Longitud postoperatoria, mm	43.63 ± 0.19
Angulación coronal preoperatoria, grados	13.76 ± 0.39
Angulación coronal postoperatoria, grados	14.74 ± 0.41
Angulación sagital preoperatoria, grados	9.33 ± 0.23
Angulación sagital postoperatoria, grados	10.55 ± 0.25
Diferencia de diámetro, mm	0.65 ± 0.01
Diferencia de longitud, mm	3.85 ± 0.11
Diferencia de angulación coronal, grados	0.98 ± 0.07
Diferencia de angulación sagital, grados	1.22 ± 0.07
Precisión de diámetro, porcentaje	87.85 ± 0.23
Precisión de longitud, porcentaje	91.24 ± 0.26
Precisión de angulación coronal, porcentaje	94.62 ± 0.47
Precisión de angulación sagital, porcentaje	91.30 ± 0.57

Se presentan las medias y desviaciones estándar de las mediciones planificadas (preoperatorias) versus las ejecutadas (postoperatorias) para el diámetro, longitud y angulaciones de los tornillos pediculares. Además, se detallan las diferencias absolutas medias y el porcentaje de precisión alcanzado en cada variable.
DE = desviación estándar.

Tabla 3: Concordancia y diferencias estadísticas entre las mediciones preoperatorias y postoperatorias de tornillos pediculares.

Estadísticos	Diámetro	Longitud	Angulación coronal	Angulación sagital
p	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*
Estadístico Z (Wilcoxon)	23.87	21.33	11.69	14.07
Correlación de Spearman	0.85	0.78	0.96	0.95

* p ≤ 0.001

Se detallan los resultados de las pruebas no paramétricas aplicadas: la prueba de rangos con signo de Wilcoxon (estadístico Z y valor p) para evaluar la significancia de las diferencias en las magnitudes, y el coeficiente de correlación de Spearman (r) para determinar la fuerza de la asociación entre las medidas preoperatorias y postoperatorias en las cuatro variables de estudio.

una tendencia proporcional confiable. Es decir, a mayores valores predichos suelen corresponder mayores valores reales. En conjunto, estos resultados indican que la aplicación, aunque no completamente precisa en términos absolutos, es una herramienta útil y confiable para la planificación preoperatoria en la colocación de tornillos pediculares, especialmente en lo referente a la orientación, dirección y angulación del implante.

En conjunto, los hallazgos obtenidos respaldan el uso de herramientas digitales gratuitas como recurso válido y eficiente para la planeación preoperatoria de la instrumentación pedicular en la cirugía de columna. Aunque no sustituyen a los sistemas de navegación avanzados, representan una alternativa accesible, reproducible y clínicamente útil para mejorar la seguridad quirúrgica en hospitales sin acceso a tecnologías de alto costo.

CONCLUSIONES

La planeación preoperatoria de tornillos pediculares mediante herramientas digitales de libre acceso, como aplicaciones gratuitas de reconstrucción tridimensional, permite una estimación confiable del diámetro, la longitud y la trayectoria del implante, mostrando una correlación fuerte o muy fuerte con los valores obtenidos en la tomografía computarizada postoperatoria. Aunque se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre los valores planeados y los reales, la correlación proporcional consistente observada en todas las variables, junto con los bajos márgenes de error absoluto medio, compensa la variabilidad estadística y respalda su utilidad clínica como herramienta complementaria para la toma de decisiones quirúrgicas.

Estas plataformas, al no requerir tecnología costosa ni infraestructura especializada, representan una alternativa viable para hospitales con recursos limitados y pueden contribuir a optimizar la seguridad y precisión de la instrumentación vertebral. Si bien no sustituyen a los sistemas de navegación quirúrgica o robótica, su desempeño sugiere un potencial clínico relevante en escenarios donde dichas tecnologías no están disponibles.

Futuros estudios prospectivos y multicéntricos podrían fortalecer esta evidencia mediante la inclusión de resultados clínicos funcionales y análisis de costo-beneficio. No obstante, los hallazgos presentados constituyen un paso relevante hacia la validación científica de herramientas tecnológicas de bajo costo aplicadas a la cirugía de columna.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento al Servicio de Ortopedia y Traumatología del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” por el apoyo en la elaboración de este estudio.

REFERENCIAS

1. Pluemer J, Freyvert Y, Pratt N, Robinson JE, Cooke JA, Tataryn ZL, et al. An assessment of the safety of surgery and hardware placement in de-novo spinal infections: a systematic review and meta-analysis of the literature. *Global Spine J.* 2023; 13: 1418-1428. doi: 10.1177/21925682221145603.
2. Jaipanya P, Chanplakorn P. Spinal metastasis: narrative review of the current evidence and treatment modalities. *J Int Med Res.* 2022; 50: 3000605221091665. doi: 10.1177/03000605221091665.
3. Saleh I, Hutami WD, Librianto D, Prasetyo M, Rahyussalim AJ, Hendriarto A, et al. Development of a new scoring system to define instability and the need for fusion in degenerative lumbar spinal stenosis: Jakarta Instability Score. *Global Spine J.* 2025; 15: 241-250. doi: 10.1177/21925682241262713.
4. Donnarumma P, Tarantino R, Nigro L, Rullo M, Messina D, Diacinti D, et al. Decompression versus decompression and fusion for degenerative lumbar stenosis: factors influencing outcome of back pain and disability. *J Spine Surg.* 2016; 2: 52-58. doi: 10.21037/jss.2016.03.07.
5. Takeuchi T, Takamizawa Y, Jinnai K, Kawano Y, Moroi T, Konishi K, et al. Biomechanical comparison of pedicle screw fixation strength between traditional trajectory and endplate-penetrating screw trajectories in cadaver spine. *Eur Spine J.* 2025; 34: 1-9. doi: 10.1007/s00586-025-08799-9.
6. Gertzbein SD, Robbins SE. Accuracy of pedicular screw placement in vivo. *Spine (Phila Pa 1976).* 1990; 15: 11-14. doi: 10.1097/00007632-199001000-00004.
7. Mok JM, Forsthoefel C, Diaz RL, Lin Y, Amirouche F. Biomechanical comparison of unilateral and bilateral pedicle screw fixation after multilevel lumbar lateral interbody fusion. *Global Spine J.* 2024; 14: 1524-1531. doi: 10.1177/21925682221149392.
8. van Dijk JD, van den Ende RP, Stramigioli S, Kochling M, Hoss N. Clinical pedicle screw accuracy and deviation from planning in robot-guided spine surgery. *Spine (Phila Pa 1976).* 2015; 40: E986-E991. doi: 10.1097/BRS.0000000000000960.
9. Yang JS, He B, Tian F, Liu TJ, Liu P, Zhang JN, et al. Accuracy of robot-assisted percutaneous pedicle screw placement for lumbar spondylolisthesis: a comparative cohort study. *Med Sci Monit.* 2019; 25: 2479-2487. doi: 10.12659/MSM.913124.

10. Xu YF, Zhang Q, Le XF, Liu B, He D, Sun YQ, et al. Comparison of one-time accuracy of simulated freehand and navigation simulated pedicle screw insertion. *World Neurosurg.* 2019; 128: e347-e354. doi: 10.1016/j.wneu.2019.04.151.
11. Bertram U, Koveshazi I, Michaelis M, Weidert S, Schmidt TP, Blume C, et al. Automatic pedicle screw planning compared with manual planning for thoracolumbar fusion surgeries. *Int J Med Robot.* 2023; 19: e2570. doi: 10.1002/rcs.2570.
12. Wallace DJ, Vardiman AB, Booher GA, Crawford NR, Riggleman JR, Greeley SL, et al. Navigated robotic assistance improves pedicle screw accuracy in minimally invasive surgery of the lumbosacral spine. *Int J Med Robot.* 2020; 16: e2054. doi: 10.1002/rcs.2054.
13. Zhao J, Zhang Y, Zhan S, Zhang Q, Wang D, Peng F, et al. Pedicle screw path planning for multi-level vertebral fixation. *Med Phys.* 2024; 51: 1547-1560. doi: 10.1002/mp.16890.
14. Ozaki T, Yamada K, Nakamura H. Usefulness of preoperative three-dimensional planning software for pedicle screw placement in thoracolumbar surgery. *Spine Surg Relat Res.* 2021; 6: 279-287. doi: 10.22603/ssrr.2021-0185.
15. Phillips SA, Biant LC. The instruments of the bonesetter. *J Bone Joint Surg Br.* 2011; 93: 115-119. doi: 10.1302/0301-620X.93B1.25628.

Conflicto de intereses: los autores declaran no tener conflicto de intereses respecto a este trabajo.

Financiamiento: los autores declaran que este trabajo fue realizado con recursos propios y no recibió financiamiento externo, becas o patrocinios de ninguna entidad pública o privada.



Julio-Septiembre 2026
Vol. 4, núm. 3 / pp. 222-226

Recibido: 22 de Octubre de 2025
Aceptado: 22 de Diciembre de 2025

doi: 10.35366/122792



Prevalencia de la vértebra transicional en pacientes con lumbalgia crónica en un hospital de referencia de traumatología y ortopedia

Prevalence of transitional vertebrae in patients with chronic low back pain in a trauma and orthopedic referral hospital

Silvia Pérez-Rojas,^{*,†} Edna Itzel Lara-Díaz,^{*,‡} Jorge Quiroz-Williams,^{*,**}
Suemmy Gaytán-Fernández,^{*,††} Carlos Leonel Rodríguez-Palacios,^{*,§§}
Santa Portillo-Gutiérrez,^{*,*} Rodolfo Gregorio Barragán-Hervella,^{†,¶¶}
Ángel De Ita-Navarro^{§,***}

Palabras clave:
enfermedades de la columna vertebral, degeneración del disco intervertebral, estenosis espinal, vértebras lumbares, dolor de la región lumbar, vértebra transicional.

Keywords:
spinal diseases, intervertebral disc degeneration, spinal stenosis, lumbar vertebrae, low pack pain, transitional vertebrae.

* Unidad Médica de Alta Especialidad, Hospital de Traumatología y Ortopedia "Manuel Ávila Camacho", Instituto Mexicano del Seguro Social. Puebla, México.

† Hospital de Especialidades "5 de Mayo", Instituto de Servicios y Seguridad Social para Trabajadores al Servicio de los Poderes del Estado de Puebla. Puebla, México.

§ Facultad de Medicina, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. Puebla, México.

ORCID:

† 0000-0002-6565-537X

‡ 0009-0006-2453-4252

** 0000-0002-4025-9418

†† 0000-0003-3068-6181

§§ 0000-0001-7861-3921

¶¶ 0000-0002-5496-0221

*** 0009-0008-9092-0578

RESUMEN

Introducción: la lumbalgia es la sintomatología principal de diversas patologías a nivel de la columna lumbar. Generalmente está asociada a padecimientos crónico-degenerativos. En algunas ocasiones no tiene un factor desencadenante aparente. De estas causas, la presencia de una anomalía lumbosacra es el factor predisponente. Entre las anomalías congénitas que se han asociado con lumbalgia se encuentran las vértebras lumbosacras transicionales (VTLS) y la espina bífida oculta. La VTLS se ha referido como una posible causa de espondiloartrosis degenerativa debido a una mayor sollicitación en la vértebra contigua (enfermedad del segmento adyacente). **Material y métodos:** se realizó un estudio observacional, analítico y retrospectivo en pacientes con lumbalgia crónica no traumática, a quienes se les realizó una tomografía axial computarizada (TAC) de columna lumbar (> 18 años), en el periodo del 01 de enero al 31 de diciembre de 2024. En las TAC se revisaron cortes axiales y sagitales, además de reconstrucciones 3D, con cortes de 3 mm. Se realizó una búsqueda intencionada de VTLS y se aplicó la clasificación de Castellvi para determinar la variante anatómica. Para el análisis estadístico, se utilizaron medidas de tendencia central y dispersión. **Resultados:** se revisaron 823 pacientes, de los cuales el 57.6% fueron del sexo masculino y 42.4% femenino. El 84.9% se presentó por lumbalgia y el 15.1% por radiculopatía. Sólo el 15% de los pacientes presentaron VTLS; de éstos, se encontraron con mayor frecuencia, de acuerdo con la clasificación de Castellvi, los tipos IA (25.41%, n = 31), IB (23.77%, n = 29) y IIA (25.41%, n = 31). **Conclusión:** la prevalencia de VTLS fue del 15% de la población con lumbalgia crónica.

ABSTRACT

Introduction: low back pain is the main symptom of multiple lumbar spine pathologies. It is generally associated with chronic degenerative conditions. Sometimes, there is no apparent triggering factor. Of these causes, the presence of a lumbosacral abnormality is the predisposing factor. Congenital anomalies that have been associated with low back pain include transitional lumbosacral vertebrae (TLSV) and spina bifida occulta. TLSV has been mentioned as a possible cause of degenerative

Citar como: Pérez-Rojas S, Lara-Díaz EI, Quiroz-Williams J, Gaytán-Fernández S, Rodríguez-Palacios CL, Portillo-Gutiérrez S et al. Prevalencia de la vértebra transicional en pacientes con lumbalgia crónica en un hospital de referencia de traumatología y ortopedia. *Cir Columna*. 2026; 4 (3): 222-226. <https://dx.doi.org/10.35366/122792>



Correspondencia:

Dr. Jorge Quiroz-Williams

E-mail: jorge.quirozw@imss.gob.mx
jquiwill@hotmail.com

spondyloarthritis due to increased stress on the adjacent vertebra (adjacent segment disease).

Material and methods: an analytical and retrospective observational study was conducted in patients who presented with chronic non-traumatic low back pain and for which a lumbar spine CT was performed, in those aged > 18 years, from January 1 to December 31, 2024. Axial and sagittal CT sections were reviewed, in addition to 3D reconstructions, with 3 mm slices. A deliberate search for VTLS was performed, and the Castellvi classification was applied to determine the anatomical variant. Measures of central tendency and dispersion were used for statistical analysis. **Results:** a sample of 823 patients were reviewed. Of these, 57.6% were male and 42.4% female. 84.9% presented low back pain, and 15.1% radiculopathy. Only 15% of patients presented LSTV. Of these, according to the Castellvi classification, the most frequent types were IA (25.41%, n = 31), IB (23.77%, n = 29), and IIA (25.41%, n = 31). **Conclusion:** the prevalence of LSTV was 15% in the population with chronic low back pain.

INTRODUCCIÓN

La lumbalgia es el síntoma principal de diversas patologías a nivel de la columna lumbar. La región lumbosacra es un sitio predilecto para el desarrollo de diversas lesiones, especialmente en actividades deportivas, laborales o prácticas militares. Tiene una alta prevalencia en la población, con repercusiones económicas y sociales, convirtiéndose en una de las principales causas de ausentismo laboral.¹

En algunas ocasiones, la presencia de la lumbalgia no tiene un factor desencadenante aparente. Muchos de estos cuadros dolorosos lumbares pueden ser difíciles de identificar. Se ha estudiado la presencia de una anomalía lumbosacras como factor predisponente de lumbalgia, con resultados controversiales.^{2,3}

Entre las anomalías congénitas que se han asociado a la lumbalgia están las vértebras lumbosacras transicionales (VTLS). La VTLS es una anomalía congénita vertebral de L5-S1, en la que un proceso transversal alargado de la última vértebra lumbar se fusiona en grado variable con el "primer" segmento sacro, dando lugar a la sacralización, o lumbarización, cuando la primera vértebra sacra presenta aspecto lumbar.^{2,4-8}

Diversos autores han asociado la VTLS con lumbalgia crónica, siendo descrita inicialmente por Bertolitti en 1917. En la actualidad, la prevalencia oscila entre 3 y 36%, dependiendo de la serie estudiada y de los investigadores.⁹⁻¹¹

Se ha demostrado que identificar esta variante anatómica podría predecir si un paciente desarrollará dolor lumbar en algún momento de su vida. Sin embargo, en Latinoamérica hay pocos estudios sobre la asociación de la VTLS con lumbalgia crónica. Estos estudios están limitados a reportes de casos; en muchos de ellos se reportan como un hallazgo incidental en estudios imagenológicos en pacientes en protocolos de estudio por lumbalgia

crónica.^{5,8,12-17} Por lo tanto, se consideró que este estudio aportaría información valiosa para determinar la prevalencia de lesiones no traumáticas que causan una lumbalgia asociada con un padecimiento crónico-degenerativo.

El objetivo de esta investigación es describir la prevalencia de la VTLS en pacientes con lumbalgia crónica; de manera secundaria, se describe el tipo de vértebra transicional más común, de acuerdo con la clasificación de Castellvi.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional, descriptivo, transversal y retrospectivo de pacientes referidos al Departamento de Imagenología y Radiología Diagnóstica de la Unidad Médica de Alta Especialidad Hospital de Traumatología y Ortopedia, CMN «Manuel Ávila Camacho» por presentar una lumbalgia crónica no traumática, durante el periodo del 01 de enero al 30 de diciembre de 2024.

Se incluyeron pacientes con edad > 18 años, sin distinción de sexos, con diagnóstico ortopédico de lumbalgia crónica, espondiloartrosis y/o canal lumbar estrecho, sin antecedente de cirugía previa, a quienes se les realizó una tomografía computarizada de columna lumbar. Se excluyeron pacientes < 18 años con diagnóstico de espondilolistesis, espondilodiscitis, discitis y/o fractura vertebral, así como pacientes portadores de procesos metabólicos y/o oncológicos de la columna lumbar. También se excluyeron a pacientes con padecimientos congénitos en alguna otra parte del cuerpo o con cirugías previas a nivel lumbar.

Previo a la realización de la investigación, se sometió el estudio a revisión y autorización por parte de los comités de investigación y ética en investigación, obteniendo el número de registro R-2024-2105-010.

A todos los pacientes que sí cumplían con los criterios de inclusión, se procedió a realizarles la valoración de los estudios tomográficos. De estos estudios se tomaron cortes de 2.5 mm y, mediante reconstrucción de 0.6 mm, se realizó una reconstrucción 3D para evaluar las imágenes y poder determinar la morfología de la vértebra, y determinar si cursaba o no con VTLS. De los pacientes que presentaron una VTLS posterior a la reconstrucción 3D, se procedió a realizar la determinación de la variedad anatómica, de acuerdo con la clasificación de Castellvi.

Para el análisis estadístico, se realizaron medidas de tendencia central y dispersión.

RESULTADOS

La muestra fue de 823 pacientes. En cuanto a la edad, se distribuyeron en subgrupos, los cuales se detallan en la *Tabla 1*. La mayor parte de los pacientes incluidos se distribuyen en edades de 40 a 60 años; en su conjunto representan el 61.7% de la población.

En relación con el sexo, se tuvo una distribución casi homogénea, con una ligera predominancia del sexo masculino (57.6%, n = 474) (*Tabla 1*).

En cuanto al diagnóstico clínico, el 84.9% (n = 699) acudieron por lumbalgia y el 15.1% (n = 124) por radiculopatía (*Tabla 1*).

El porcentaje total de pacientes identificados con VTLS fue de 15% (n = 122). De éstos, de acuerdo con la clasificación de Castellvi, los tipos mayormente observados fueron: IA (n = 31, 25.41%), IB (n = 29,

Tabla 2: Clasificación de Castellvi de los pacientes identificados con vértebra lumbosacra transicional (VTLS).

Clasificación	n (%)
IA	31 (25.41)
IB	29 (23.77)
IIA	31 (25.41)
IIB	10 (8.19)
IIIA	9 (7.37)
IIIB	10 (8.19)
IV	2 (1.64)

23.77%) e IIA (n = 31, 25.41%). El resto se observaron en menor proporción (*Tabla 2*).

DISCUSIÓN

Las VTLS son anomalías comunes de la columna que requieren la capacidad de identificación en los diferentes estudios de imagen. Generalmente se utilizan las radiografías, sin embargo, otros estudios de imagen como la tomografía resultan sumamente útiles, ya que ayuda en la identificación morfológica de las vértebras transicionales.

En la literatura mundial la prevalencia de VTLS es muy variable; se ha reportado su asociación con lumbalgia crónica.^{4,5,9,14,18} En el presente estudio se encontró una prevalencia de VTLS (15%) en pacientes con lumbalgia crónica muy similar a lo reportado en la literatura. Kara y su colega¹⁷ encontraron que la prevalencia de VTLS con dolor lumbar inespecífico fue de 27.5%; con dolor abdominal, de 36.7%. En cambio, para Nardo y su equipo⁵ la prevalencia de VTLS fue del 18.1%, con una tasa más alta en hombres que en mujeres (28.1% frente a 11.1%; p < 0.001), algo muy similar a lo que se encontró en este estudio, donde la frecuencia de hombres con dolor lumbar crónico y VTLS fue ligeramente mayor que en las mujeres.

En la presente investigación encontramos que, de los pacientes que presentaron una VTLS, los tipos más frecuentes, de acuerdo con la clasificación de Castellvi, fueron IA, IB y IIA, con una distribución similar entre ambos sexos. Diversos autores mencionan que los tipos I son los más frecuentes, con una variabilidad de frecuencia en orden descendente entre los tipos II y III, siendo mucho menos frecuente el tipo IV.^{5,19,20}

De manera general, en este estudio la lumbalización y sacralización de las vértebras se consideró como una vértebra transicional, pues, al no contar con estudios radiológicos panorámicos, es difícil determi-

Tabla 1: Variables demográficas (N = 823).

	n (%)
Edad, años	
18 a 30	47 (5.7)
31 a 40	86 (10.4)
41 a 50	242 (29.4)
51 a 60	266 (32.3)
61 a 70	127 (15.4)
71 a 80	50 (6.1)
81 a 90	5 (0.6)
Sexo	
Masculino	474 (57.6)
Femenino	349 (42.4)
Diagnóstico clínico	
Lumbalgia	699 (84.9)
Radiculopatía	124 (15.1)

nar si se presenta una vértebra lumbarizada o sacralizada, lo que podría establecerse como una limitación del estudio. Sin embargo, algunos autores consideran que la asimilación al sacro (sacralización) o que la primera vértebra sacra muestre una transición a una configuración lumbar (lumbarización) se pueden tomar como una VTLS, estos mismos autores correlacionan tanto a la sacralización como a la lumbarización como causas de lumbalgia y compresión radicular.^{20,21} En la revisión sistemática realizada por Rajadurai y su equipo,²² quienes analizaron la relación entre sacralización y lumbalgia, espondilolistesis y artropatía facetaria, encontraron que la espondilolistesis fue significativamente más prevalente en pacientes con sacralización. También establecen que la sacralización aumenta la degeneración del segmento adyacente, sobre todo en casos de espondilolistesis y artropatía facetaria.

Este es uno de los pocos estudios realizados en México y Latinoamérica sobre la prevalencia de la vértebra transicional; además, la muestra estudiada es muy similar a otros estudios semejantes a nivel mundial. Se requieren más estudios prospectivos donde se incluyan proyecciones panorámicas para identificar mejor la lumbarización y la sacralización, y donde se asocie a estos pacientes con cambios degenerativos.

CONCLUSIONES

La prevalencia de la VTLS fue del 15%, muy similar a lo reportado en la literatura. El sexo masculino fue mayor. Un gran porcentaje de pacientes a quienes se les realizó un estudio tomográfico fue por presencia de lumbalgia; los pacientes que presentaban una VTLS mostraban cambios osteoartrosicos.

En futuras investigaciones se deben realizar series radiológicas que incluyan proyecciones panorámicas para valorar la columna lumbar, para la identificación de la lumbarización y la sacralización, y para poder asociar los cambios degenerativos con estas variantes.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos por su apoyo al Servicio de Columna y Cadera de la Unidad Médica de Alta Especialidad, Hospital de Traumatología y Ortopedia "Manuel Ávila Camacho".

REFERENCIAS

1. Pérez-Castro D, Rojas-Del Campo LH, Hernández-Tápanes S, Bravo-Acosta T, Bravo-Hernández.

- Actualización sobre lumbalgias mecánicas agudas. RCMFR. 2011; 3: 1-13.
2. Rocha J. Anomalías radiológicas lumbosacras en jóvenes masculinos asintomáticos. Arch Salud Sin. 2010; 4: 5-8.
3. Cuenca-González C, Cristóbal-Durán M, Estay-Girardi JA, García-Mian L, Garvin-Ocampos L. Síndrome de Bertolotti: dolor lumbar crónico de características mecánicas por megaapófisis transversa. Semergen. 2016; 42: 122-124.
4. Konin GP, Walz DM. Lumbosacral transitional vertebrae: classification, imaging findings, and clinical relevance. AJN. 2010; 31: 1778-1786.
5. Nardo L, Alizai H, Virayavanich W, Liu F, Hernandez A, Lynch JA, et al. Lumbosacral transitional vertebrae: Association with low back pain. Radiology. 2012; 265: 497-503.
6. Chavarría Solís J. Lumbalgia: causas, diagnóstico y manejo. Rev Med Costa Rica Centroam. 2014; 71: 447-454.
7. De Almeida DB, Mattei TA, Sória MG, Prandini MN, Leal AG, Milano JB, et al. Transitional lumbosacral vertebrae and low back pain: Diagnostic pitfalls and management of Bertolotti's syndrome. Arq Neuropsiquiatr. 2009; 67: 268-272.
8. Jancuska JM, Spivak JM, Bendo JA. A review of symptomatic lumbosacral transitional vertebrae: Bertolotti's syndrome. Int J Spine Surg. 2015; 9: 42.
9. Gopalan B, Yerramshetty JS. Lumbosacral transitional vertebra-related low back pain: Resolving the controversy. Asian Spine J. 2018; 12: 407-415.
10. Moreno García MS, Baltanás Rubio P. Megaapósis transversa: síndrome de Bertolotti. Rev Argent Reumatol. 2016; 27: 47.
11. Moreno García MS, del Río-Martínez PS, Baltanás Rubio P, Cía Blasco P. Síndrome de Bertolotti: a propósito de un caso. Rev Colomb Reumatol. 2016; 23: 200-203.
12. Murlimanju BV, Prabhu LV, Pai MM, Ganeshkumar C, Sarvepalli A. Lumbosacral transitional vertebrae: a case report and clinical implications. Int J Morphol. 2011; 29: 1123-1125.
13. Neelakantan S, Anandarajan R, Shyam K, Philip B. Multimodality imaging in Bertolotti's syndrome: an important cause of low back pain in young adults. BMJ Case Rep. 2016; 2016: bcr2016217121. doi: 10.1136/bcr-2016-217121.
14. Díaz-Flores MA. Prevalencia de anomalías de transición lumbosacra y su correlación con lumbalgia en la UMAE de Veracruz [Tesis]. México: Universidad Veracruzana; 2019. Disponible en: <https://cdigital.uv.mx/server/api/core/bitstreams/73fad0b6-5f16-439e-80d0-eac132da6311/content>
15. Bulut M, Ucar BY, Ucar D, Azboy I, Demirtas A, Alemdar C, et al. Is sacralization really a cause of low back pain? ISRN Orthop. 2013; 2013:839013.

16. Ravikanth R, Majumdar P. Bertolotti's syndrome in low-backache population: Classification and imaging findings. *Tzu Chi Med J.* 2019; 31: 90-95.
17. Kara GK, Kavak H. Does lumbosacral transitional vertebrae cause low back pain? *J Turk Spinal Surg.* 2020; 31: 234-238.
18. Guerrero-Julca MN. Panorámica de columna lumbosacra por resonancia magnética para determinar anomalías de transición lumbar Lima-2019 [Tesis]. Lima, Perú: Universidad Nacional Federico Villarreal; 2020. Disponible en: <https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/4682/GUERRERO%20JULCA%20MICXY%20NELLY%20-%20TITULO%20PROFESIONAL.pdf?sequence=1>
19. French HD, Somasundaram AJ, Schaefer NR, Laherty RW. Lumbosacral transitional vertebrae and its prevalence in the Australian population. *Global Spine J.* 2014; 4: 229-232.
20. Khairnar KB, Rajale MB. Sacralization of lumbar vertebra. *Indian J Basic Appli Med Res.* 2013; 6: 510-14.
21. Jeon JY, Jeong YM, Lee SW, Kim JH, Choi HY, Ahn Y. The termination level of the dural sac relevant to caudal epidural block in lumbosacral transitional vertebrae: a comparison between sacralization and lumbarization groups. *Pain Physician.* 2018; 21: 73-82.
22. Rajadurai J, Likhit C, Kumar S, Charles V. Can sacralization of lumbar vertebra be a predictor of future spinal degeneration and what are the implications for clinical practice? *Res J Med.* 2024; 18: 737-747.

Conflicto de intereses: los autores declaran que no existe conflicto de intereses alguno en relación con el presente manuscrito.



Julio-Septiembre 2026
Vol. 4, núm. 3 / pp. 227-234

Recibido: 12 de Enero de 2026
Aceptado: 24 de Febrero de 2026

doi: 10.35366/122793



Síndrome cadera-columna: abordaje diagnóstico y algoritmo para la secuencia quirúrgica

Hip-spine syndrome: diagnostic approach and algorithm for surgical sequence

José María Jiménez Ávila,^{*,†} María Isabel Vásquez Reyes,^{*,§} Andrea Soria Velázquez,[¶]
Efraín García Fonseca,^{*,||} Ana Paula Ibarra Caballero,^{*,**} Ana Paola Ríos Campos,^{*,‡‡}

Palabras clave:

síndrome cadera-columna,
parámetros espinopélvicos,
artroplastía total de
cadera, fusión lumbar,
secuencia quirúrgica.

Keywords:

*hip-spine syndrome,
spinopelvic parameters,
total hip arthroplasty, lumbar
fusion, surgical sequence.*

RESUMEN

Introducción: el síndrome cadera-columna (*hip-spine syndrome*) es una condición clínica compleja en la que coexisten patologías degenerativas en la cadera y la columna lumbar, generando un dilema diagnóstico y terapéutico respecto a la secuencia quirúrgica óptima. **Objetivo:** revisar la evidencia actual sobre la interacción biomecánica cadera-columna, definir un enfoque sistemático para el diagnóstico y establecer criterios para priorizar la cirugía de cadera o columna. **Material y métodos:** se realizó una búsqueda bibliográfica en PubMed, Google Scholar, Ovid y revistas especializadas, utilizando los términos: “*hip spine syndrome*”, “*spinopelvic parameters*”, “*total hip arthroplasty*”, “*lumbar fusion*”, “*surgical sequence*”. Se priorizaron artículos clínicos, revisiones sistemáticas y estudios biomecánicos publicados entre 1983 y 2025. **Resultados:** la evidencia sugiere que, en ausencia de déficit neurológico agudo o inestabilidad grave, priorizar la artroplastía de cadera se asocia con menores tasas de luxación protésica (1.7 vs 4.6%) y revisión quirúrgica (3.7 vs 5.7%) comparado con realizar primero la fusión lumbar. La evaluación de la movilidad espino-pélvica mediante radiografías dinámicas (bipedestación/sedestación) es crucial para la planificación. **Conclusión:** la toma de decisiones debe ser individualizada y multidisciplinaria. La tendencia actual favorece abordar primero la cadera, reservando la cirugía de columna para casos con compromiso neurológico severo. La evaluación preoperatoria del balance sagital y la movilidad pélvica es fundamental para optimizar los resultados y reducir complicaciones.

ABSTRACT

Introduction: *hip-spine syndrome* is a complex clinical entity in which degenerative hip and lumbar spine pathologies coexist, creating diagnostic and therapeutic uncertainty regarding the optimal surgical sequence. **Objective:** to review current evidence on hip-spine biomechanical interaction, propose a systematic diagnostic approach, and define criteria to prioritize hip versus spine surgery. **Material and methods:** a literature search was conducted in PubMed, Google Scholar, Ovid, and specialty journals using the terms “*hip spine syndrome*”, “*spinopelvic parameters*”, “*total hip arthroplasty*”, “*lumbar fusion*”, and “*surgical sequence*.” *Clinical studies, systematic reviews, and biomechanical investigations published between 1983 and 2025 were prioritized.* **Results:** available evidence suggests that, in the absence of acute neurological deficit or severe spinal instability, prioritizing total

* Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México.

† ORCID: 0000-0002-5532-5318

§ ORCID: 0009-0002-0785-5549

¶ Centro Médico Nacional de Occidente, Unidad Médica de Alta Especialidad, Servicio de Traumatología y Ortopedia. Clínica de Columna. México.

ORCID: 0009-0004-0227-7289

|| ORCID: 0009-0001-1016-9059

** ORCID: 0009-0000-4180-1742

‡‡ ORCID: 0009-0003-8423-4583

Correspondencia:

José María Jiménez Ávila

E-mail: josemajimeza@tec.mx

Citar como: Jiménez ÁJM, Vásquez RMI, Soria VA, García FE, Ibarra CAP, Ríos CAP. Síndrome cadera-columna: abordaje diagnóstico y algoritmo para la secuencia quirúrgica. *Cir Columna*. 2026; 4 (3): 227-234. <https://dx.doi.org/10.35366/122793>



*hip arthroplasty is associated with lower rates of prosthetic dislocation (1.7 vs 4.6%) and surgical revision (3.7 vs 5.7%) compared with performing lumbar fusion first. Assessment of spinopelvic mobility using dynamic radiographs (standing and sitting) is essential for preoperative planning and risk stratification. **Conclusion:** decision-making should be individualized and multidisciplinary. Current trends favor addressing the hip first, reserving spine surgery for patients with severe neurological compromise. Comprehensive preoperative evaluation of sagittal balance and pelvic mobility is critical to optimize outcomes and minimize complications.*

Abreviaturas:

ATC = artroplastía total de cadera
 HIA = ángulo de inclinación de la cadera
 LL = lordosis lumbar
 LSS = estenosis espinal lumbar
 IP = incidencia pélvica
 PR = rotación pélvica
 PT = inclinación pélvica
 SS = pendiente sacra
 SSA = ángulo espino-sacro
 SVA = eje vertical sagital

INTRODUCCIÓN

El *síndrome cadera-columna (hip-spine syndrome)* describe la coexistencia de patología degenerativa de la cadera y de la columna lumbar, con una interrelación clínica y biomecánica que complica tanto el diagnóstico como la toma de decisiones terapéuticas. El término fue introducido por Offierski y MacNab en 1983 para definir coexistencia de patologías degenerativas en ambas regiones, pueden superponerse y potenciarse, generando un espectro de síntomas que incluye dolor inguinal, glúteo, lumbar y radicular y limitación funcional de origen difícil de discernir^{1,2} (*Figura 1*). La alta prevalencia de este síndrome en pacientes mayores de 60 años, donde hasta 30% presenta afectación concurrente, impacta significativamente en la calidad de vida y complica la toma de decisiones quirúrgicas,^{3,4} por lo que tanto el cirujano de cadera como de columna se enfrentan al dilema de definir qué intervención realizar primero: la artroplastía de cadera o la descompresión/fusión lumbar. Esta revisión busca sintetizar la evidencia actual y proponer un algoritmo sistemático para guiar esta decisión.

Desde el punto de vista biomecánico, la cadera, la pelvis y la columna lumbar forman un *complejo espino-pélvico integrado*, cuyo objetivo final es mantener el *balance sagital global* y optimizar el gasto energético en la bipedestación y la marcha. Una contractura en flexión de la cadera, frecuente en la osteoartritis avanzada, obliga al paciente a adoptar una *hiperlordosis lumbar compensatoria* para mantener la mirada en el horizonte.³⁻⁵ Si esta alteración de base no se corrige, cualquier intento de restaurar el equilibrio sagital

exclusivamente mediante una fusión lumbar puede resultar subóptimo, generar tensiones anómalas o incluso conducir a una corrección inadecuada.^{6,7} A la inversa, en pacientes con artroplastía total de cadera (ATC) previa, una cirugía de fusión lumbar que modifique de forma significativa la lordosis y la inclinación pélvica puede alterar la *orientación funcional del acetábulo protésico*, incrementando de forma sustancial el riesgo de luxación.^{5,8}

De tal manera la pregunta recurrente: “¿qué operar primero, la cadera o la columna?”. Por un lado, la artrosis avanzada de cadera puede ser la principal fuente de deformidad y dolor, generando un patrón de hiperhidrosis compensatoria que se corrige en gran medida al restaurar la movilidad de la cadera mediante una ATC. Por otro lado, en pacientes con deformidad espinal primaria severa, estenosis con compromiso neurológico o fusión previa extensa, la columna puede ser el factor dominante del desequilibrio biomecánico y del riesgo funcional, lo que podría justificar su abordaje inicial. Adicionalmente, la realización de una cirugía de columna después de una ATC o viceversa tiene implicaciones distintas en términos de estabilidad protésica, balance sagital y necesidad de adaptar el posicionamiento de los implantes.⁸

A pesar del creciente interés en los parámetros espino-pélvicos, la movilidad lumbosacra y la evaluación dinámica del complejo cadera-pelvis-columna, persiste una notable heterogeneidad en la literatura respecto a criterios uniformes para priorizar la cirugía de cadera o de columna. En este contexto, se subraya el papel de la incidencia pélvica (IP) como parámetro anatómico central que integra la relación columna-sacro-cabeza femoral, mostrando una amplia variabilidad en pacientes con osteoartritis de cadera (medias ~45-60° y rangos que pueden ir de 18 a 96°). Además, vinculan determinados fenotipos de patología de cadera con alteraciones de la IP y del balance sagital, lo que podría favorecer un tilt pélvico posterior y aumento del estrés mecánico sobre la articulación. En conjunto, proponen considerar la IP como eje para entender el síndrome cadera-columna y planificar la cirugía, pero

reconocen que aún se requieren estudios prospectivos mejor diseñados.⁹

De forma complementaria, la relación cadera-columna se reconoce como un determinante crítico de la estabilidad en la artroplastía total de cadera, ya que las alteraciones del balance espino pélvico, en particular en columnas rígidas o fusionadas, se asocian con un mayor riesgo de pinzamiento, inestabilidad y luxación del implante. Se ha reportado que un porcentaje no despreciable de ATC se realiza en pacientes con fusión lumbar, en quienes la cinemática espino-pélvica alterada compromete los mecanismos compensatorios y aumenta la tasa de fallas mecánicas en los primeros años postoperatorios. En este escenario, se han propuesto clasificaciones funcionales y algoritmos de posicionamiento acetabular, incluidos implantes de mayor estabilidad como las copas de doble movilidad, para estratificar el riesgo y optimizar la planificación quirúrgica en el contexto del síndrome cadera-columna.¹⁰

En este contexto, una movilidad espino-pélvica disminuida, una pelvis rígida o una retroversión pélvica compensatoria secundaria a patología lumbar modifican la orientación funcional del acetábulo entre las posiciones de pie y sentado, lo que incrementa el riesgo de pinzamiento, inestabilidad y luxación protésica si se utilizan valores estándar de colocación del componente acetabular. Por ello, la

medición sistemática de estos parámetros permite individualizar la posición de los implantes, optimizar la estabilidad y el rango funcional de la prótesis, y reducir complicaciones, especialmente en pacientes con patología degenerativa lumbar o desbalance sagital, donde la interacción cadera-columna tiene un impacto directo en los resultados clínicos de la artroplastía total de cadera.¹¹

En pacientes de mediana edad y ancianos con estenosis espinal lumbar (LSS) sin deformidad espinal, se han analizado múltiples parámetros sagitales de la columna, pelvis y cadera para caracterizar los mecanismos de compensación y las interacciones mecánicas entre estas regiones. Entre éstos, los más comúnmente utilizados son la cifosis torácica (TK), toracolumbar (TLK) y lordosis lumbar (LL), parámetros pélvicos como la incidencia pélvica (IP), la inclinación pélvica (PT) y la pendiente sacra (SS), y parámetros de cadera como la rotación pélvica (PR) y el ángulo de inclinación de la cadera (HIA), además del eje vertical sagital (SVA) y el ángulo espino-sacro (SSA).¹²

Con base en esto, se ha mostrado que existe una interacción estrecha entre estos parámetros sagitales: por ejemplo, la discrepancia entre IP y LL (IP-LL) se correlaciona positivamente con PT y SVA e inversamente con HIA, lo que indica que cuando disminuye la lordosis lumbar, la pelvis tiende a retroversarse y

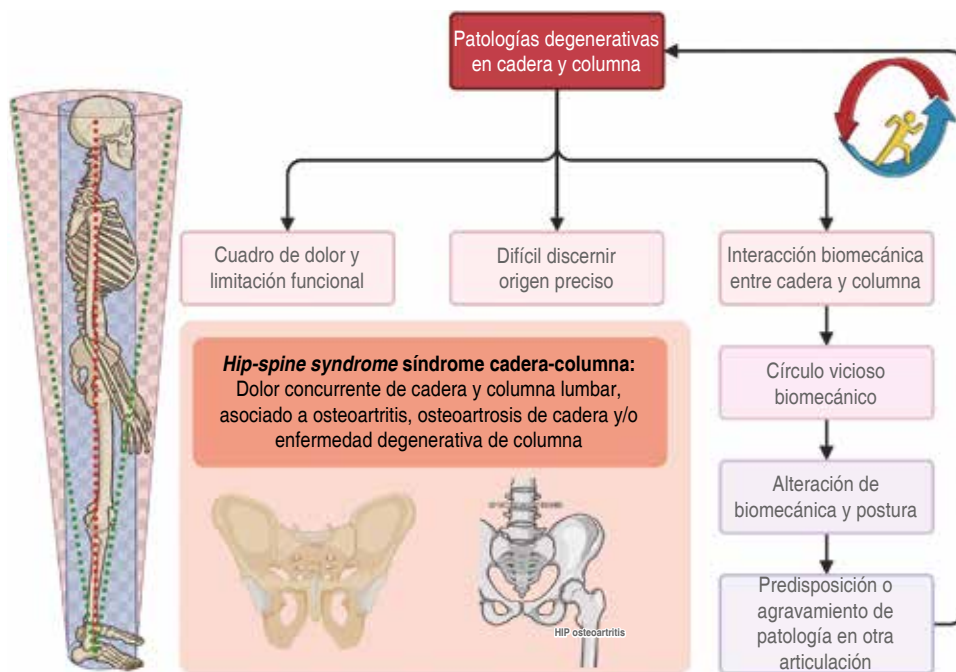


Figura 1:

Síndrome cadera-columna: definición e implicaciones del ciclo vicioso entre cadera y columna lumbar.

Creado en BioRender. García E. (2025). Disponible en: <https://BioRender.com/18f7bdr>

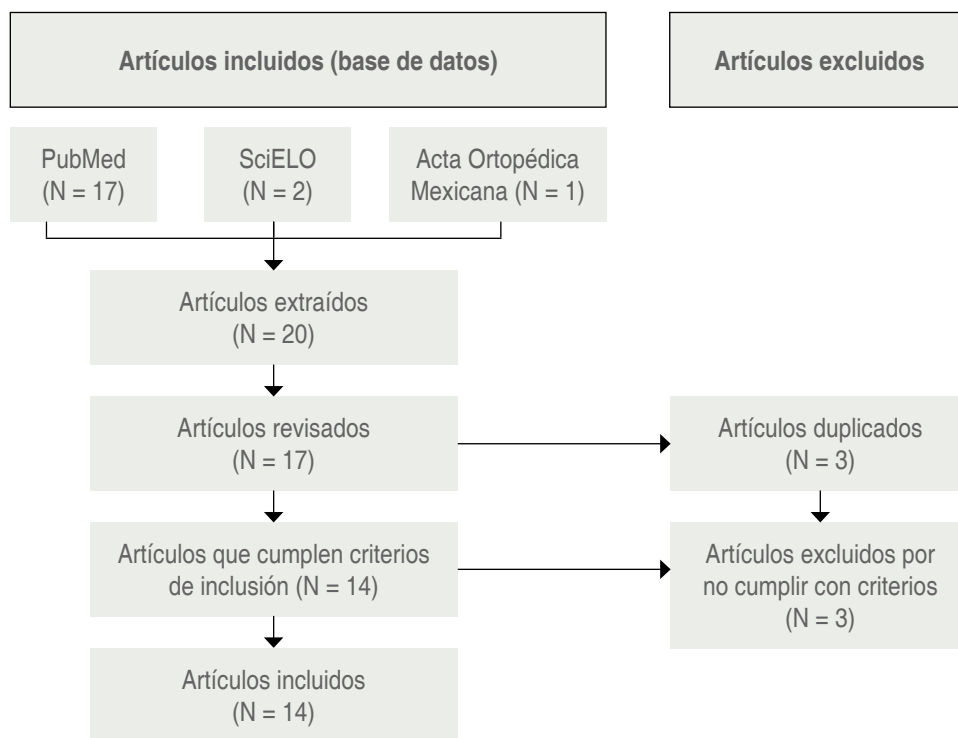


Figura 2:

PRISMA de base de datos, artículos incluidos y excluidos. Creado en BioRender. García E. (2026) Disponible en: <https://BioRender.com/nigtj5n>

el tronco se inclina hacia adelante como mecanismos de compensación para mantener el equilibrio frontal. Además, se ha encontrado que IP, IP-LL y PT varían entre hombres y mujeres, reflejando diferencias anatómicas y funcionales, y que la regulación de IP-LL está influenciada tanto por la pelvis como por la columna torácica.¹²

En conjunto, estos hallazgos resaltan que en pacientes con LSS, la evaluación conjunta de parámetros espinales, pélvicos y de cadera es crucial para entender cómo se logra o se pierde el balance sagital, y esto puede tener implicaciones importantes para la planificación de tratamientos clínicos y quirúrgicos orientados a restaurar una alineación funcional óptima.¹²

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una búsqueda sistemática de la literatura bajo los principios del sistema PRISMA para revisiones, aunque adaptada a un formato de artículo de revisión narrativo. Las bases de datos consultadas incluyeron PubMed, Google Scholar, Ovid y revistas especializadas. Los términos de búsqueda utilizados fueron: “hip spine syndrome”, “spinopelvic alignment”, “total hip arthroplasty AND lumbar fusion”, “sagittal balance”, “pelvic tilt”, “surgical outcomes”.

El criterio de inclusión se centró en artículos en español e inglés publicados entre 1983 y 2025, priorizando estudios clínicos, metaanálisis, revisiones sistemáticas y artículos biomecánicos relevantes. La información se sintetizó para elaborar una discusión integral y recomendaciones basadas en la evidencia (Figura 2).

DISCUSIÓN

Interacción biomecánica cadera-columna

La relación biomecánica entre la cadera y la columna está mediada por la unidad espino-pélvica. Parámetros como la IP, la inclinación pélvica (PT), la pendiente sacra (SS) y la LL son cruciales para mantener el equilibrio sagital.^{5,6} Una patología en un sistema puede alterar la biomecánica del otro, creando un círculo vicioso. Por ejemplo, una estenosis lumbar genera rigidez espino-pélvica, lo que disminuye la adaptación de la pelvis al sentarse y aumenta el riesgo de pinzamiento femoroacetabular o luxación posterior de una prótesis de cadera.⁷

Impacto de la cirugía

Fusión lumbar previa: una artrodesis lumbar, especialmente si incluye el segmento L5-S1, reduce la

movilidad espino-pélvica. Esto limita la capacidad de la pelvis para adaptarse a los cambios de posición, aumentando las demandas de flexión de cadera para actividades como sentarse. Este fenómeno incrementa el riesgo de luxación protésica hasta 4.5 veces.⁸ En estos casos, se sugiere ajustar la orientación del componente acetabular (ejemplo, 45-50° de inclinación y 20-25° de anteversión) o considerar el uso de prótesis de doble movilidad.⁸

Artroplastía de cadera previa: por otro lado, hasta 60% de los pacientes experimenta una mejora significativa del dolor lumbar tras un reemplazo total de cadera, al restaurarse un mejor alineamiento pélvico y la marcha.^{3,4}

Evidencia sobre la secuencia quirúrgica

Un estudio retrospectivo clave de Rodkey y colaboradores comparó dos grupos: grupo A artroplastía de cadera antes que fusión lumbar, y grupo B fusión lumbar antes que artroplastía de cadera.⁸ Los resultados mostraron que el grupo A presentó tasas significativamente menores de luxación (1.7 vs 4.6%) y de revisión protésica (3.7 vs 5.7%).^{6,13} Esto respalda la tendencia de priorizar la cirugía de cadera, salvo en casos con déficit neurológico progresivo o inestabilidad espinal grave que requiera descompresión urgente (*Tabla 1*).¹⁴

Tabla 1: Secuenciación quirúrgica en el síndrome cadera-columna: beneficios, riesgos y estrategia preferida.

Priorizar tratamiento de columna	
Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Prioriza urgencias neurológicas: indicado si hay déficit motor progresivo, síndrome de cauda equina o compresión severa con deterioro neurológico • Corrige deformidad primaria estructurada: útil si la patología dominante es una deformidad espinal severa (desbalance sagital marcado) o inestabilidad importante (p. ej., espondilolistesis alta) • Mejora claudicación neurógena/radiculopatía “clara”: cuando el dolor radicular típico (eléctrico/dermatomal) es el síntoma más incapacitante 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor riesgo de luxación de ATC posterior: una columna rígida/fusionada limita la retroversión pélvica al sentarse → más pinzamiento e inestabilidad protésica • Peor target para el acetábulo: al cambiar la lordosis/alineación, cambia la orientación funcional del acetábulo, complicando la planificación de la ATC • Riesgo de “cirugía fallida percibida”: si el dolor era principalmente referido por cadera, operar columna primero puede dejar dolor persistente • Más complejidad en la ATC: puede requerir ajustes de posicionamiento acetabular e implantes de mayor estabilidad (p. ej., doble movilidad)
Priorizar tratamiento de cadera	
<ul style="list-style-type: none"> • Alta probabilidad de resolver dolor referido: la artrosis de cadera puede simular dolor lumbar/radicular, la ATC suele aclarar el cuadro • Mejora biomecánica global: al recuperar movilidad y reducir contractura en flexión, puede disminuir hiperlordosis compensatoria y mejorar el balance espino-pélvico • Puede evitar cirugía de columna: en un subgrupo significativo, el dolor lumbar mejora lo suficiente para no requerir cirugía espinal • Menor riesgo de inestabilidad protésica comparado con “columna primero” (en la mayoría de escenarios sin urgencia neurológica) • Facilita reevaluación posterior: tras ATC, los síntomas residuales suelen corresponder con mayor fidelidad a la columna <p>¿Cuál se prefiere?</p> <p>En la mayoría de los casos, se prioriza la cadera. Excepciones en las cuales se prioriza la columna: déficit neurológico agudo/progresivo, síndrome de cauda equina, o inestabilidad/deformidad espinal primaria grave.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Si hay patología neurológica severa, puede “retrasar lo urgente”: no es ideal si hay déficit motor progresivo/cauda equina • Si existe deformidad espinal rígida primaria, la ATC puede quedar “desalineada funcionalmente”: la pelvis puede no adaptarse bien, manteniendo riesgo de inestabilidad si la columna está muy rígida • Síntomas espinales pueden persistir: la ATC no corrige estenosis central severa, inestabilidad o deformidad primaria de columna

ATC = artroplastía total de cadera.

Creado en BioRender. García, E. (2025) Disponible en: <https://BioRender.com/kebqo04>

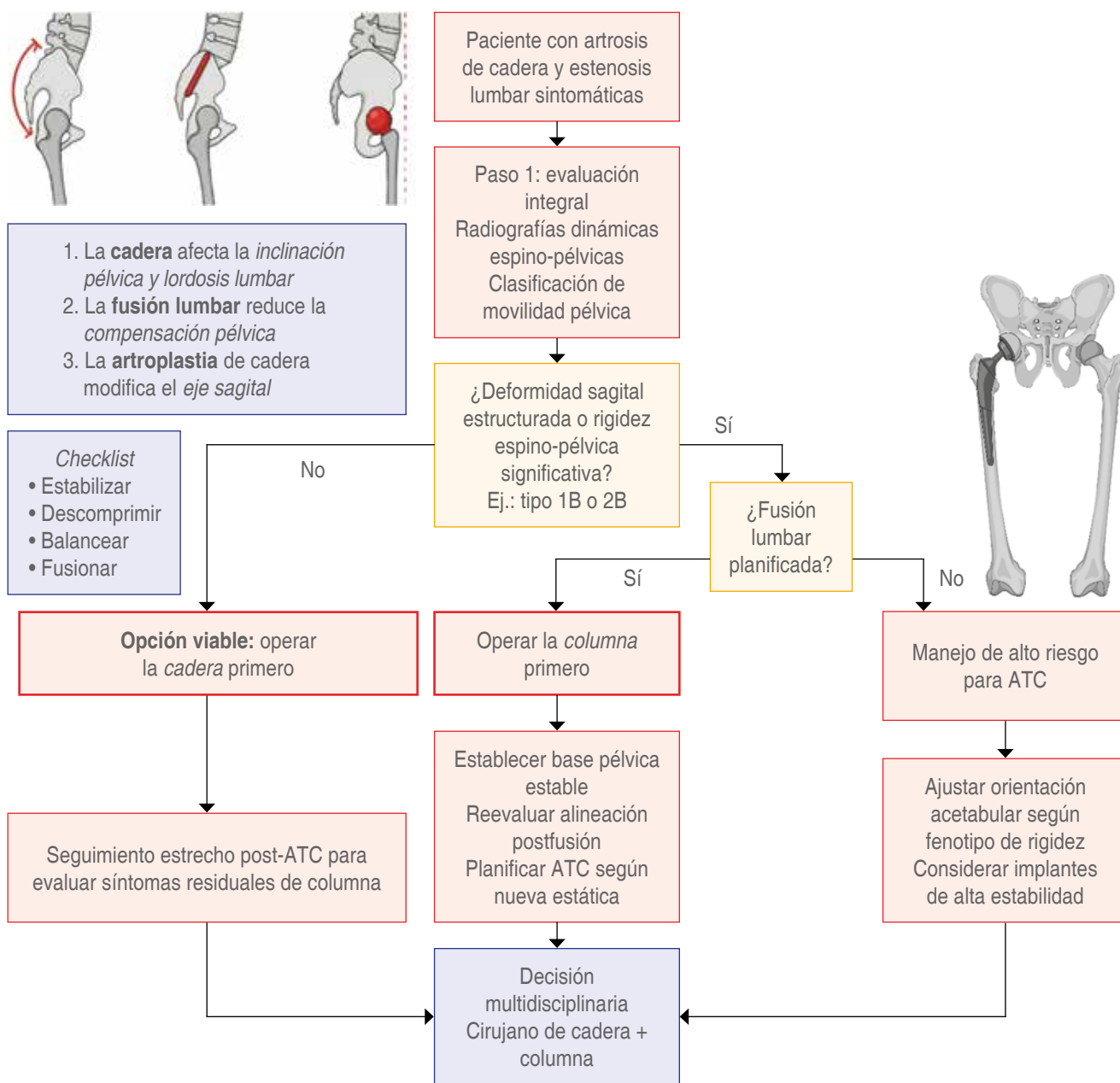


Figura 3: Algoritmo en la decisión quirúrgica del síndrome cadera-columna.

ATC = artroplastía total de cadera.

Creado en BioRender. García E. (2025) Disponible en: <https://BioRender.com/92boilj>

Propedéutica clínica y algoritmo propuesto

El diagnóstico requiere una historia clínica y exploración física dirigidas a diferenciar el generador principal de dolor (dolor radicular vs dolor inguinal). La evaluación imagenológica debe incluir radiografías dinámicas

de columna completa en bipedestación y sedestación para cuantificar la movilidad espino-pélvica.^{7,8} Basado en la evidencia, se propone el siguiente algoritmo:

1. Evaluación multidisciplinaria (cirujano de columna y de cadera).

2. Identificar el síndrome dominante: ¿el dolor lumbar o el dolor de cadera es más incapacitante?
3. Valorar la urgencia neurológica: si existe déficit neurológico agudo o inestabilidad espinal grave, priorizar la cirugía de columna.
4. Evaluar la movilidad espino-pélvica: mediante radiografías dinámicas.
5. En ausencia de urgencia neurológica: la evidencia sugiere priorizar la artroplastía de cadera. Esto puede mejorar la sintomatología lumbar y reducir el riesgo de complicaciones protésicas futuras.
6. Planificación quirúrgica individualizada: para la artroplastía de cadera, ajustar la orientación acetabular según el tipo de movilidad espino-pélvica del paciente (*Figura 3*).¹⁵

CONCLUSIONES

El síndrome cadera-columna constituye un desafío clínico complejo que requiere un enfoque sistemático, integral y personalizado. La evidencia actual sugiere que, en la mayoría de los casos, tratar primero la patología de la cadera se asocia con mejores resultados funcionales y menores tasas de complicaciones, en particular una reducción del riesgo de luxación protésica. Asimismo, la preservación del segmento L5-S1, cuando no está afectado, es clave para mantener una adecuada capacidad de compensación pélvica. La decisión terapéutica final debe sustentarse en una evaluación clínica exhaustiva, el análisis de parámetros espino-pélvicos dinámicos y una colaboración estrecha entre el cirujano de cadera y el cirujano de columna. En este contexto, se recomienda adoptar una evaluación preoperatoria estandarizada que incluya radiografías espino-pélvicas en distintas posiciones funcionales, el cálculo individualizado de los parámetros espino-pélvicos y la conformación de equipos multidisciplinarios para la toma de decisiones. En pacientes sin compromiso neurológico agudo, así como en aquellos con fusión lumbar previa o rigidez espino-pélvica, debe priorizarse la artroplastía de cadera, ajustando la orientación del componente acetabular o considerando el uso de prótesis de doble movilidad para disminuir el riesgo de inestabilidad.

Por último, se considera necesario el desarrollo de estudios prospectivos multicéntricos, idealmente comparativos o aleatorizados que evalúen de forma sistemática la secuencia quirúrgica propuesta (cirugía de cadera primero vs cirugía de columna primero) estratificando a los pacientes según parámetros espino-pélvicos bien definidos. Es fundamental

avanzar hacia la validación externa del algoritmo en distintas poblaciones y sistemas de salud, así como desarrollar clasificaciones funcionales simplificadas y reproducibles que faciliten la toma de decisiones clínicas. Asimismo, se podía considerar la integración de herramientas de planificación digital, modelos 3D y análisis dinámicos avanzados que permitan predecir con mayor precisión el comportamiento funcional del acetábulo y el riesgo de inestabilidad.

REFERENCIAS

1. Offierski CM, MacNab I. Hip-spine syndrome. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1983; 8: 316-321.
2. Gómez-García F. Evaluación de la movilidad espino-pélvica; su importancia para prevenir la luxación de prótesis total de cadera. *Acta Ortop Mex*. 2024; 38: 29-43.
3. Dubousset J. Three-dimensional analysis of the scoliotic deformity. In: Weinstein S (ed). *The pediatric spine: principles and practice*. 1994. pp. 479-496.
4. Ames CP, Smith JS, Scheer JK, et al. Impact of spinopelvic alignment on decision making in deformity surgery in adults: a review. *J Neurosurg Spine*. 2012; 16: 547-564.
5. Heckmann ND, Lieberman JR. Spinopelvic biomechanics and total hip arthroplasty: a primer for clinical practice. *J Am Acad Orthop Surg*. 2021; 29: e888-903.
6. Rodríguez DL, Lundy AE, Tracey RW, Helgeson MD. Hip-spine syndrome: which surgery first? *Clin Spine Surg*. 2022; 35: 1-3.
7. López PD, Orosco FLDE, Iglesias SL, et al. Influencia de la fusión espinal en la orientación del implante acetabular. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol*. 2021; 86: 463-474.
8. Rodkey DL, Lundy AE, Tracey RW, Helgeson MD. Hip-spine syndrome: which surgery first? *Clin Spine Surg*. 2022; 35: 1-3.
9. Morimoto T, Kobayashi T, Tsukamoto M, et al. Hip-spine syndrome: a focus on the pelvic incidence in hip disorders. *J Clin Med*. 2023; 12: 2034. doi: 10.3390/jcm12052034.
10. Di Martino A, Geraci G, Brunello M, et al. Hip-spine relationship: clinical evidence and biomechanical issues. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2024; 144: 1821-1833. doi: 10.1007/s00402-024-05227-3.
11. Kouyoumdjian P. How the hip-spine relationship influences total hip arthroplasty. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2024; 110: 103773. doi: 10.1016/j.otsr.2023.103773.
12. Xu S, Guo C, Liang Y, Zhu Z, Liu H. Sagittal parameters of spine-pelvis-hip joints in patients with lumbar spinal stenosis. *Orthop Surg*. 2022; 14: 2854-2862. doi: 10.1111/os.13467.
13. Jang J, Lee S, Min J. Influence of lumbar lordosis restoration on thoracic curve and sagittal position in

lumbar degenerative kyphosis patients. Spine (Phila Pa 1976). 2009; 34: 280-284.

14. Marina GA, Jiménez ÁJM. Ventajas de la integridad biomecánica sacra durante la fusión lumbar y toracolumbar en pacientes sin patología del segmento L5-S1. Cir Columna. 2023; 1: 158-167. doi: 10.35366/112799.
15. Sánchez GO, García RLA, Patinó LJM, González CAC, Jiménez AJM. Tornillo al sacro (S1) como tratamiento para la mejora del balance sagital en pacientes con espondilolistesis L4-L5. Orthotips. 2021; 17 (3): 131-137.

Financiamiento: los autores declaran que este trabajo se realizó con recursos propios sin ningún tipo de financiamiento.

Conflicto de intereses: los autores declaran no tener conflicto de intereses en relación con este manuscrito.

Protección de personas y animales: los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos: los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado: los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Uso de inteligencia artificial para generar textos: los autores declaran que no utilizaron la inteligencia artificial como instrumento de apoyo en la redacción y búsqueda de información de este manuscrito.



Julio-Septiembre 2026
Vol. 4, núm. 3 / pp. 235-239

Recibido: 22 de Agosto de 2024
Aceptado: 15 de Mayo de 2025

doi: 10.35366/122794



Complicación neurológica posterior a fuga de cemento en vertebroplastia: reporte de un caso

Neurologic complication after cement leakage in vertebroplasty: a case report

Nicolas Ross,^{*,‡} Gustavo Ibarreta,^{*,§} Alberto Juan De Battista,^{*,¶} Diego Fachinetti^{‡,||}

Palabras clave:
vertebroplastia, cemento,
columna, fractura, fuga.

Keywords:
vertebroplasty, cement,
spine, fracture, leak.

RESUMEN

Introducción: la vertebroplastia es un procedimiento seguro y eficaz comprobado para el manejo de fracturas vertebrales osteoporóticas, ya que mejora significativamente el dolor y la calidad de vida de los pacientes. Sin embargo, no está exento de complicaciones; la literatura reporta una tasa de fugas de cemento entre 32 y 72%, siendo la mayoría asintomáticas. Presentamos el caso de una paciente con fuga de cemento hacia el canal medular y neuroforamen. **Caso clínico:** paciente de 76 años con fractura en T12, quien fue sometida a vertebroplastia sin complicaciones inmediatas. Reingresó a las 72 horas por lumbalgia y cruralgia derecha. La tomografía axial computarizada evidenció la extravasación del cemento hacia el canal medular y el foramen derecho en T12/L1. Tras una mala evolución con el manejo conservador mediante infiltración foraminal selectiva, se realizó descompresión por vía posterior y artrodesis de T10 a L2. **Resultados:** la paciente mostró una mejoría progresiva tanto de su lumbalgia como de sus síntomas radicales durante los controles ambulatorios, lo que disminuyó de manera notable su necesidad de analgésicos y evitó nuevos procedimientos invasivos. **Conclusión:** la descompresión temprana es fundamental para evitar la persistencia de síntomas neurológicos y debe considerarse cuando el manejo conservador no resulta efectivo.

ABSTRACT

Introduction: vertebroplasty is a proven safe and effective procedure for managing vertebral compression fractures, significantly improving patients' pain and quality of life. However, it is not without complications; the literature reports cement leakage rates ranging from 32 to 72%, with most cases being asymptomatic. Here, we present the case of a patient with cement leakage into the spinal canal and neuroforamen. **Clinical case:** a 76-year-old female patient sustained a fracture at T12 and underwent vertebroplasty without immediate complications. She was readmitted 72 hours later due to low back pain and right-sided cruralgia. A computed tomography scan showed extravasation of cement into the spinal canal and the right T12/L1 foramen. After poor evolution with conservative management via selective foraminal infiltration, posterior decompression and T10-L2 arthrodesis were performed. **Results:** the patient showed progressive improvement in both her low back pain and cruralgia during outpatient follow-up, with a marked decrease in analgesic requirements, avoiding further invasive procedures. **Conclusion:** early decompression is essential to prevent persistent neurological symptoms and should be considered when conservative management fails.

* Orthosud Montpellier, Clínica Saint Jean Sud de France, Montpellier, Francia. ORCID: 0000-0003-3419-386X

‡ Hospital Privado Universitario de Córdoba. Córdoba, Argentina.

ORCID:
§ 0009-0000-3725-9807
¶ 0000-0002-8561-3388
|| 0009-0008-3601-1744

Correspondencia:
Dr. Nicolas Ross
E-mail: jnicolasross@gmail.com

Citar como: Ross N, Ibarreta G, De Battista AJ, Fachinetti D. Complicación neurológica posterior a fuga de cemento en vertebroplastia: reporte de un caso. Cir Columna. 2026; 4 (3): 235-239. <https://dx.doi.org/10.35366/122794>



Abreviaturas:

- EVA = escala visual analógica
- ODI = *Oswestry Disability Index* (índice de discapacidad Oswestry)
- STIR = *Short TI Inversion Recovery* (recuperación de inversión de tiempo corto)
- TAC = tomografía axial computarizada

INTRODUCCIÓN

Inicialmente diseñada para el tratamiento de hemangiomas vertebrales,¹ la vertebroplastia es un procedimiento mínimamente invasivo que se utiliza en el manejo de fracturas vertebrales osteoporóticas mediante la inyección de polimetilmetacrilato en el cuerpo vertebral. Se estima que esta patología afecta al 25% de las mujeres postmenopáusicas en Estados Unidos² y se vuelve más prevalente con la edad, alcanzando hasta 40% en mujeres mayores de 80 años.³

Las fracturas vertebrales se asocian a tasas elevadas de morbilidad y dolor crónico hasta en el 84% de los pacientes,^{4,5} además de pérdida de altura, movilidad limitada y depresión.^{6,7}

Estudios clínicos han demostrado la efectividad de la vertebroplastia en la reducción del dolor y la mejora de la calidad de vida en pacientes con esta patología.⁸⁻¹² Sin embargo, como en cualquier procedimiento, existen complicaciones que pueden tener consecuencias clínicas significativas. Entre éstas se encuentran el sangrado perineural y la fuga de cemento fuera del cuerpo vertebral, ya sea de manera local o embólica, hacia órganos como el pulmón, el corazón o el cerebro.¹³⁻¹⁵

Este artículo documenta un caso con complicaciones tras la extravasación de cemento en el canal medular y el foramen tras una vertebroplastia en el tratamiento de una fractura por osteoporosis.

PRESENTACIÓN DEL CASO

Paciente femenino de 76 años con antecedentes de osteoporosis (última densitometría ósea con *T-score* de -2.7 DE), en tratamiento con calcio vía oral y vitamina D3; fractura previa en L3 tratada mediante vertebroplastia; hipotiroidismo, gastritis e hipertensión arterial. Presenta caída de su propia altura con posterior dolor axial en charnela dorsolumbar, con una intensidad de 9/10 en la escala visual analógica (EVA) sin irradiación.

A través de resonancia magnética se evidenció hiperseñal en T2 y STIR en el cuerpo vertebral de T12, sin abombamiento del muro posterior ni afectación

ligamentaria, compatible con fractura por osteoporosis (*Figura 1*), clasificada como AO A1 y OF 2. Tras la ausencia de mejoría con el tratamiento médico, que incluyó inmovilización con corsé y manejo analgésico, fue sometida a vertebroplastia T12 de primera generación, bipedicular y guiada por radioscopia con cemento de polimetilmetacrilato. El procedimiento se llevó a cabo bajo sedación y sin complicaciones intraoperatorias ni postoperatorias inmediatas, por lo cual se dio de alta a la paciente ese mismo día.

Posteriormente, la paciente ingresó a urgencias 72 horas después del procedimiento. Refiere dolor lumbar que se exacerbaba con la marcha, con un perímetro menor a 100 metros, acompañado de cruralgia derecha intolerable, con una puntuación de 9/10 en la EVA radicular, de inicio aproximadamente 24 horas después del procedimiento. El examen neurológico no reveló alteraciones de sensibilidad, fuerza o control de esfínteres, pero sí un dolor neuropático sobre el muslo derecho en territorio crural.

Se solicitó tomografía axial computarizada (TAC) de columna dorsolumbar en la que se observó cemento de polimetilmetacrilato retrocorporal T12 y ascendido hasta borde inferior de T11 extruido hacia espacio peridural anterior (*Figura 2*) y a la altura del foramen T12-L1 derecho (*Figura 3*). Después de la internación para el manejo del dolor y el bloqueo foraminal derecho selectivo a nivel de raíces T12 y L1, la paciente continuó con mal manejo de sus síntomas, especialmente su cruralgia y claudicación, por lo que se decidió una intervención quirúrgica. Se realizó laminectomía amplia a nivel T12-L1 por vía posterior para descomprimir el segmento y acceder

Figura 1:

Secuencia STIR en la que se observa edema y acúñamiento del platillo superior de L1. STIR = recuperación de inversión de tiempo corto.



Figura 2:

Tomografía axial computarizada en la que se muestra cemento extruido hacia canal medular.

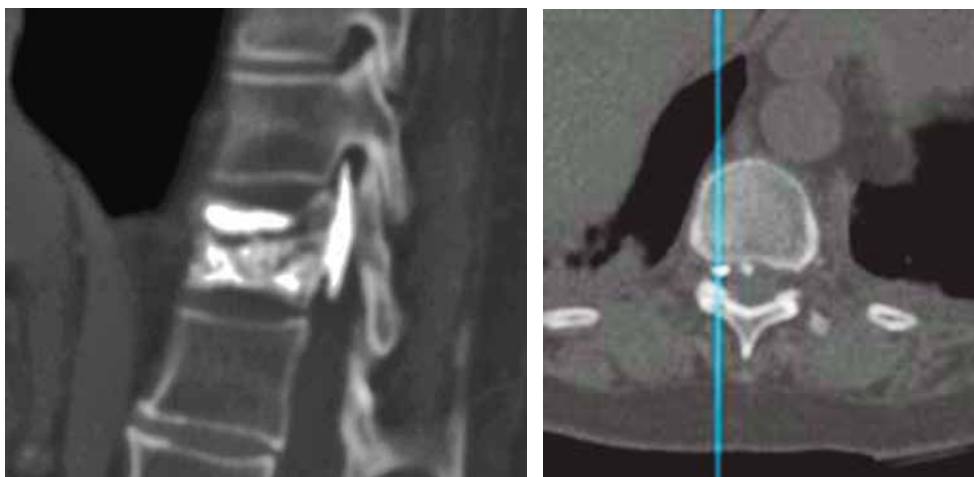
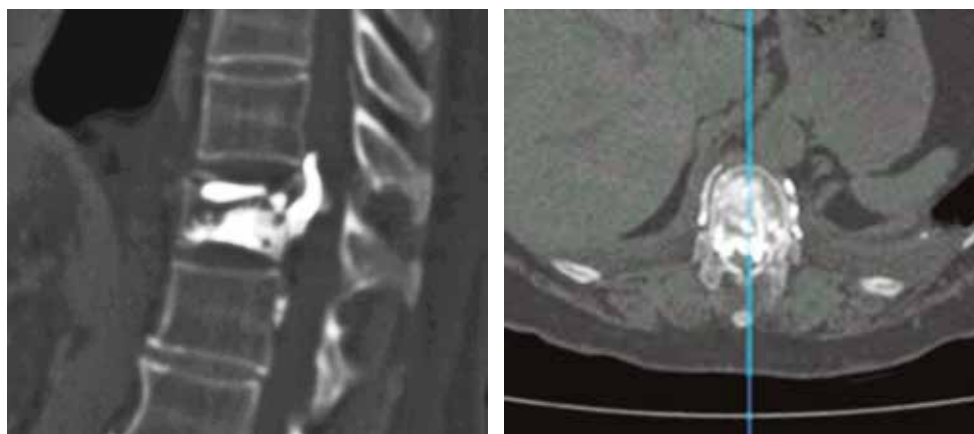


Figura 3:

Cemento extruido en foramen T12/L1 derecho.

al espacio peridural anterior. Se identificó material fuertemente adherido a raíces L1 y T12, previamente documentado mediante TAC, el cual no fue retirado por gran riesgo de mayor lesión. Finalmente, se realizó fijación posterolateral desde T10 a L2 con ocho tornillos transpediculares y dos barras cromocobalto (*Figura 4*).

Tras la cirugía de descompresión, la paciente evolucionó con mejoría progresiva tanto de su lumbalgia (EVA lumbar 4/10) como su cruralgia (EVA radicular 2/10) en los controles ambulatorios a los tres meses, disminuyendo de manera significativa su necesidad analgésica, tolerando la rehabilitación a cargo del equipo de fisioterapeutas y sin necesidad de nuevos procedimientos invasivos.

A un año de la cirugía, la paciente persiste sin síntomas de dolor axial ni radicular con un *Oswestry Disability Index* (ODI) de 12 puntos.

DISCUSIÓN

Estudios por TAC demuestran que la fuga de cemento tras una vertebroplastia es de entre 32 y 72%,¹² siendo especialmente alto en pacientes que sufren metástasis. Sin embargo, casi todas estas fugas son asintomáticas y se discute si debería ser considerado una complicación o no.

Durante el procedimiento, la fuga de cemento usualmente se da mediante tres patrones o vías distintas: a través de la vena basilar (la más común y la que lleva el cemento usualmente al espacio epidural), una de las venas segmentarias o a través un defecto cortical.¹⁴

Según Vaccaro,¹⁵ los síntomas neurológicos se deben a un efecto de masa o a la neurotoxicidad de origen térmico o químico. En los casos agudos (como el nuestro), el daño puede originarse por la

extravasación del cemento hacia el canal o al sistema vascular paravertebral. Asimismo, el proceso de cementación puede provocar la retropulsión de fragmentos de fracturas preexistentes o de nuevos fragmentos generados durante el procedimiento. Esta estenosis del canal resultante de la extravasación o la retropulsión conduce a compresión neurológica e isquemia local. La extravasación dentro de los vasos sanguíneos también puede contribuir a lesiones isquémicas adicionales en la médula espinal o en las raíces nerviosas.

Aquellos pacientes con déficit o síntomas de aparición tardía suelen relacionarse con una inestabilidad espinal persistente, el desplazamiento de fragmentos de fractura, el movimiento del cemento implantado o una nueva fractura vertebral.¹⁶

La literatura sobre pacientes con complicaciones neurológicas tras la vertebroplastia es escasa, siendo la de Patel y colaboradores la más grande, en la cual 14 pacientes recibieron tratamiento quirúrgico de descompresión por persistencia de síntomas, nueve fueron tratados a través de vía posterior con descompresión y artrodesis larga (más de un nivel caudal y cefálico al nivel de la descompresión), dos

con descompresión sin artrodesis y uno fue sometido a descompresión y artrodesis corta.¹³

La prevención y correcta selección de pacientes son esenciales para evitar complicaciones como un volumen y consistencia adecuada del cemento, posición de cánula lo más anterior posible y evitar pacientes con compromiso del muro posterior.¹⁷ Aun así, no existen recomendaciones basadas en evidencia de alto nivel que hayan probado mitigar la fuga de cemento.

Aun sin un algoritmo definido, normalmente las fugas asintomáticas no son tratadas, aquellas cuyos síntomas son tolerables y no producen un déficit neurológico pueden ser inicialmente tratadas de manera conservadora y aquellas complicaciones severas deben ser tratadas mediante descompresión y estabilización según segmentos y localización de la lesión de manera urgente.

CONCLUSIONES

La descompresión temprana tras el fallo del tratamiento conservador es clave para evitar el desarrollo de daño neurológico permanente. Todo cirujano espinal debe estar entrenado para realizar una descompresión si hubiese una fuga que ocasione sintomatología neurológica, sea por la invasión hacia el canal o estenosis foraminal.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Hospital Privado Universitario de Córdoba y a los doctores Aldo Valle y Enrique Fachinetti.

REFERENCIAS

1. Galibert P, Deramond H, Rosat P. Preliminary note on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty. *Neurochirurgie*. 1987; 33: 166-168.
2. Schousboe JT. Epidemiology of vertebral fractures. *J Clin Densitom*. 2016; 19: 8-22. doi: 10.1016/j.jocd.2015.08.004.
3. Melton LJ, Kallmes DF. Epidemiology of vertebral fractures: implications for vertebral augmentation. *Acad Radiol*. 2006; 13: 538-545. doi: 10.1016/j.acra.2006.01.005.
4. Cooper C, Atkinson EJ, O'Fallon WM, Melton LJ. Incidence of clinically diagnosed vertebral fractures: a population-based study in Rochester, Minnesota, 1985-1989. *J Bone Miner Res*. 1992; 7: 221-227.
5. Dong Y, Peng R, Kang H, Song K, Guo Q, Zhao H, et al. Global incidence, prevalence, and disability of vertebral fractures: a systematic analysis of the global burden of

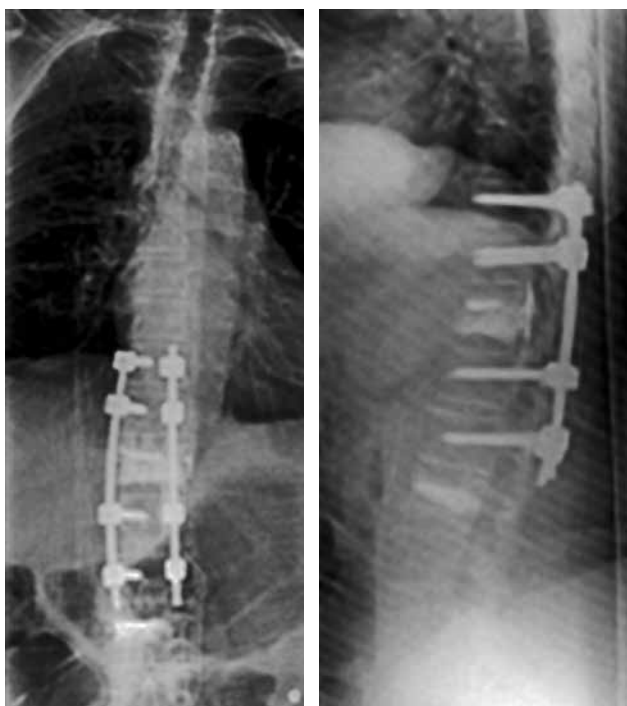


Figura 4: Resultado postoperatorio inmediato de artrodesis T10-L2.

- disease study 2019. *Spine J.* 2022; 22: 857-868. doi: 10.1016/j.spinee.2021.12.007.
6. Cauley JA, Thompson DE, Ensrud KC, Scott JC, Black D. Risk of mortality following clinical fractures. *Osteoporos Int.* 2000; 11: 556-561. doi: 10.1007/s001980070075.
 7. Johnell O, Kanis JA, Odén A, Sernbo I, Redlund-Johnell I, Petterson C, et al. Mortality after osteoporotic fractures. *Osteoporos Int.* 2004; 15: 38-42. doi: 10.1007/s00198-003-1490-4.
 8. Klazen CA, Lohle PN, de Vries J, Tielbeek AV, Blonk MC, Venmans A, et al. Vertebroplasty versus conservative treatment in acute osteoporotic vertebral compression fractures (Vertos II): an open-label randomised trial. *Lancet.* 2010; 376: 1085-1092. doi: 10.1016/S0140-6736(10)60954-3.
 9. Farrokhi M, Alibai E, Maghami Z. Randomized controlled trial of percutaneous vertebroplasty versus optimal medical management for the relief of pain and disability in acute osteoporotic vertebral compression fractures. *J Neurosurg Spine.* 2011; 14: 561-569. doi: 10.3171/2010.12.SPINE10286
 10. McGirt MJ, Parker SL, Wolinsky JP, Witham TF, Bydon A, Gokaslan ZL. Vertebroplasty and kyphoplasty for the treatment of vertebral compression fractures: an evidence-based review of the literature. *Spine J.* 2009; 9: 501-508. doi: 10.1016/j.spinee.2009.01.003.
 11. Garfin SR, Yuan HA, Reiley MA. New technologies in spine: kyphoplasty and vertebroplasty for the treatment of painful osteoporotic compression fractures. *Spine (Phila Pa 1976).* 2001; 26: 1511-1515. doi: 10.1097/00007632-200107150-00002.
 12. Hinde K, Maingard J, Hirsch JA, Phan K, Asadi H, Chandra RV. Mortality outcomes of vertebral augmentation (vertebroplasty and/or balloon kyphoplasty) for osteoporotic vertebral compression fractures: a systematic review and meta-analysis. *Radiology.* 2020; 295: 96-103. doi: 10.1148/radiol.2020191294.
 13. Ratliff J, Nguyen T, Heiss J. Root and spinal cord compression from methylmethacrylate vertebroplasty. *Spine (Phila Pa 1976).* 2001; 26: e300-e302. doi: 10.1097/00007632-200107010-00021.
 14. Yeom JS, Kim WJ, Choy WS, Lee CK, Chang BS. Leakage of cement in percutaneous transpedicular vertebroplasty for painful osteoporotic compression fractures. *J Bone Joint Surg Br.* 2003; 85: 83-89. doi: 10.1302/0301-620x.85b1.13026.
 15. Patel AA, Vaccaro AR. Neurologic deficit following percutaneous vertebral stabilization. *Spine (Phila Pa 1976).* 2007; 32: 1728-1734. doi: 10.1097/BRS.0b013e3180dc9c36.
 16. Zhan Y, Jiang J, Liao H, Tan H, Yang K. Risk factors for cement leakage after vertebroplasty or kyphoplasty: a meta-analysis of published evidence. *World Neurosurg.* 2017; 101: 633-642. doi: 10.1016/j.wneu.2017.01.124.
 17. Tsai T, Chen W, Lai P, Chen LH, Niu CC, Fu TS, et al. Polymethylmethacrylate cement dislodgement following percutaneous vertebroplasty: a case report. *Spine.* 2003; 28: e457-e460. doi: 10.1097/01.BRS.0000096668.54378.25.

Conflicto de intereses: los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses para la realización de este trabajo.



July-September 2026
Vol. 4, no. 3 / pp. 240-245

Received: October 22, 2025
Accepted: February 3, 2026

doi: 10.35366/122795



Endoscopic resection of S1 butterfly vertebra-associated lumbar radiculopathy: a case report in a high-performance athlete

Resección endoscópica de lumbarradiculopatía asociada a vértebra en mariposa S1: reporte de un caso en un atleta de alto rendimiento

José Carlos Sauri Barraza,* Eduardo Callejas Ponce,[‡]
Jorge Pérez Ruiz,[§] Luis Enrique Núñez Alvarado,[¶] Jesús Ernesto Valdez Aguilar,^{||}
Francisco García Muñoz,** Beverly Esther Coto Cruz^{††}

Keywords:

radiculopathy, minimally invasive surgical procedures, neuronavigation, athletes, endoscopy, lumbosacral region.

Palabras clave:

radiculopatía, procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos, neuronavegación, deportistas, endoscopia, región lumbosacra.

ABSTRACT

Introduction: lumbosacral radiculopathy secondary to a congenital S1 butterfly vertebra is an exceptionally rare spinal anomaly that poses diagnostic and therapeutic challenges. Conventional decompressive surgeries often fail to comprehensively address both the intricate bone malformation and the accompanying foraminal narrowing while preserving motion. This report details the successful application of a highly specialized, minimally invasive endoscopic technique combined with neuronavigation in a high-performance athlete. **Case presentation:** we present the case of a 23-year-old male triathlete with six weeks of refractory low back pain, radiating into his left leg with numbness and progressive weakness. Imaging confirmed S1 spina bifida with a characteristic butterfly configuration, congenital L5-S1 fusion, and marked L5-S1 foraminal stenosis. His preoperative Oswestry disability index (ODI) score of 64% indicated severe disability. He underwent endoscopic resection of the symptomatic S1 butterfly fragment, precisely guided by O-arm neuronavigation and continuous neuromonitoring. **Results:** postoperatively, the patient experienced an immediate and significant reduction in pain (VAS: 8/10 to 4/10). By six weeks, pain was negligible (0-1/10), his left L4 motor strength recovered fully (5/5), and his ODI dramatically improved to 8%, reflecting minimal disability. Crucially, he resumed full triathlon training by six weeks post-procedure without complications. **Conclusions:** endoscopic resection of an S1 butterfly vertebra, particularly when assisted by neuronavigation, represents a safe, highly effective, and motion-preserving treatment for refractory lumbar radiculopathy in specialized cases. This approach is demonstrably well-suited for high-demand individuals who rely on a rapid and complete return to athletic activity.

RESUMEN

Introducción: la radiculopatía lumbosacra secundaria a una vértebra en mariposa S1 congénita es una anomalía espinal excepcionalmente rara que plantea desafíos diagnósticos y terapéuticos. Las cirugías descompresivas convencionales a menudo no abordan de manera integral tanto la compleja malformación ósea como el estrechamiento foraminal asociado, a la vez que preservan

* Spine Surgeon.

ORCID: 0000-0002-5620-5713

‡ Spine Surgeon.

ORCID: 0000-0002-1418-0538

§ Spine Surgeon.

ORCID: 0000-0002-2926-7337

¶ Spine Surgeon.

ORCID: 0000-0003-4314-3610

|| Spine Surgery Fellow.

ORCID: 0009-0003-1170-6543

** Resident of Traumatology and Orthopedics.

ORCID: 0009-0005-2599-654X

†† Resident of Traumatology and Orthopedics.

ORCID: 0009-0009-8502-2316

Correspondence:

Francisco García Muñoz

E-mail:

francisco.garciam@hotmail.com

How to cite: Sauri BJC, Callejas PE, Pérez RJ, Núñez ALE, Valdez AJE, García MF et al. Endoscopic resection of S1 butterfly vertebra-associated lumbar radiculopathy: a case report in a high-performance athlete. *Cir Columna*. 2026; 4 (3): 240-245. <https://dx.doi.org/10.35366/122795>



el movimiento. Este informe detalla la aplicación exitosa de una técnica endoscópica mínimamente invasiva altamente especializada, combinada con neuronavegación, en un atleta de alto rendimiento.

Presentación del caso: presentamos el caso de un triatleta varón de 23 años con seis semanas de dolor lumbar refractario, que se irradiaba a la pierna izquierda con entumecimiento y debilidad progresiva. Las imágenes confirmaron espina bifida S1 con una configuración característica de vértebra en mariposa, fusión congénita L5-S1 y marcada estenosis foraminal L5-S1. Su puntuación preoperatoria en el índice de discapacidad de Oswestry (ODI) de 64% indicaba discapacidad grave. Se sometió a una resección endoscópica del fragmento sintomático de la vértebra en mariposa S1, guiada con precisión mediante neuronavegación O-arm y monitorización neurofisiológica continua.

Resultados: en el postoperatorio, el paciente experimentó una reducción inmediata y significativa del dolor (EVA: 8/10 a 4/10). A las seis semanas, el dolor era insignificante (0-1/10), su fuerza motora L4 izquierda se recuperó completamente (5/5) y su ODI mejoró drásticamente a 8%, reflejando una discapacidad mínima. Crucialmente, reanudó el entrenamiento completo de triatlón a las seis semanas del procedimiento sin complicaciones. **Conclusiones:** la resección endoscópica de una vértebra en mariposa S1, particularmente cuando es asistida por neuronavegación, representa un tratamiento seguro, altamente efectivo y que preserva el movimiento para la radiculopatía lumbar refractaria en casos especializados. Este enfoque es demostrablemente adecuado para individuos de alta demanda que dependen de un regreso rápido y completo a la actividad atlética.

Abbreviations:

CT = computed tomography
ESS = endoscopic spine surgery
MRI = magnetic resonance imaging
ODI = Oswestry disability index

INTRODUCTION

The butterfly vertebra is a rare congenital anomaly resulting from incomplete chondrification of the vertebral body, most commonly observed in the thoracolumbar regions. Its occurrence at the S1 segment is particularly uncommon, with an estimated prevalence of 0.5-1.5% in the general population.^{1,2} This malformation results in a sagittal cleft within the vertebral body, which can predispose the segment to instability, foraminal stenosis, and persistent lumboradiculopathy that is often refractory to conservative management.^{3,4} While many individuals remain asymptomatic, young, physically active adults, especially high-performance athletes, are susceptible to developing symptoms due to the effects of repetitive microtrauma and increased biomechanical loading.^{5,6}

Conventional open surgical approaches, such as wide laminectomy or instrumented fusion, can effectively relieve nerve root compression but typically involve greater tissue morbidity, prolonged recovery times, and the obligatory loss of segmental motion.⁷ These drawbacks are particularly detrimental to athletes whose careers and quality of life depend on maintaining spinal flexibility and achieving a rapid return to high-impact activities.⁸ Endoscopic spine surgery (ESS) has emerged as a preferred minimally invasive alternative for certain pathologies, offering precise bone removal

with minimal soft tissue disruption, leading to faster rehabilitation and shorter hospital stays.^{9,10}

This case report details the presentation, complex diagnosis, and successful endoscopic management of lumboradiculopathy induced by an S1 butterfly vertebra in a triathlete. We highlight the critical role of advanced intraoperative imaging and neuronavigation in executing a precise and safe decompression in this distinctly rare congenital anomaly.¹¹

CASE PRESENTATION

Patient information and clinical findings

A 23-year-old male triathlete, otherwise systemically healthy individual, reported six weeks of severe, constant low back pain exacerbated by training. The discomfort radiated into his left leg and was accompanied by progressive numbness and weakness. His initial functional assessment yielded an ODI score of 64%, signifying severe disability, which dramatically impacted his athletic performance. The neurological examination revealed left L4 motor weakness (4/5, foot dorsiflexion), with brisk deep tendon reflexes (++/++++), and intact distal sensation.

Diagnostic assessment

Initial plain radiographs suggested S1 spina bifida. Computed tomography (CT) definitively confirmed the presence of an S1 butterfly vertebra with a central sagittal cleft, congenital L5-S1 fusion, and marked L5-S1 foraminal stenosis. Magnetic resonance imaging

(MRI) confirmed severe compression of the left L5 nerve root. The final diagnosis was left L5 lumboradiculopathy secondary to foraminal stenosis, compounded by a congenital S1 butterfly vertebra and L5-S1 fusion.^{12,13}

Therapeutic intervention

Following comprehensive counseling and informed consent, the patient underwent endoscopic resection of the symptomatic bone fragment under general anesthesia with continuous neurophysiological monitoring.

A precise 10-mm paramedian incision was made at the L5-S1 level. A fiducial array was securely affixed to the L3 spinous process, facilitating the initialization of the O-arm neuronavigation system (Medtronic, Dublin, Ireland) (*Figure 1*). The resection of the butterfly fragment was performed using high-speed diamond burrs guided by real-time neuronavigation (*Figure 2*). This advanced guidance was essential for meticulous bone removal while safeguarding the adjacent neural structures, which were partially obscured by the congenital deformity (*Figure 3*).¹⁴ The technique allowed for minimal blood loss and maximized safety. Post-resection, an intraoperative O-arm scan was performed to immediately verify complete decompression and confirmed full removal of the anomalous bone. Endoscopic hemostasis was achieved, and the incision was closed in layers with absorbable sutures.

Follow-up and outcomes

The patient reported an immediate, gratifying reduction in radicular pain, with the postoperative VAS score

dropping from 8/10 to 4/10. Pain continued to improve, registering 2/10 at two weeks and 0-1/10 at the six-week mark. Left L4 motor strength made a complete recovery to 5/5 within six weeks, and the ODI score plummeted from 64% preoperatively to 8%, indicating minimal functional disability.¹⁵ Crucially for the athlete, he successfully resumed full, high-intensity triathlon training by six weeks, having experienced no complications.

DISCUSSION

The successful outcome in this high-performance athlete demonstrates that endoscopic resection is a viable, motion-preserving strategy for managing refractory lumbosacral radiculopathy caused by rare congenital anomalies like the S1 butterfly vertebra.¹⁶ The patient's dramatic functional improvement (ODI from 64 to 8%) and expedited return to high-demand activities by six weeks stand as key outcomes that highlight the unique advantage of the endoscopic approach in this demographic.¹⁷

The surgical challenge presented by an S1 butterfly vertebra, especially when co-occurring with congenital L5-S1 fusion, is twofold: the inherent difficulty in precisely identifying and resecting the anomalous bone through a minimal exposure, and the risk of instability if too much posterior element is removed.¹⁸ In contrast, conventional open decompressive surgeries (laminectomy/foraminotomy) often require wider dissections and carry a higher risk of muscle damage, postoperative pain, and longer rehabilitation periods, drawbacks

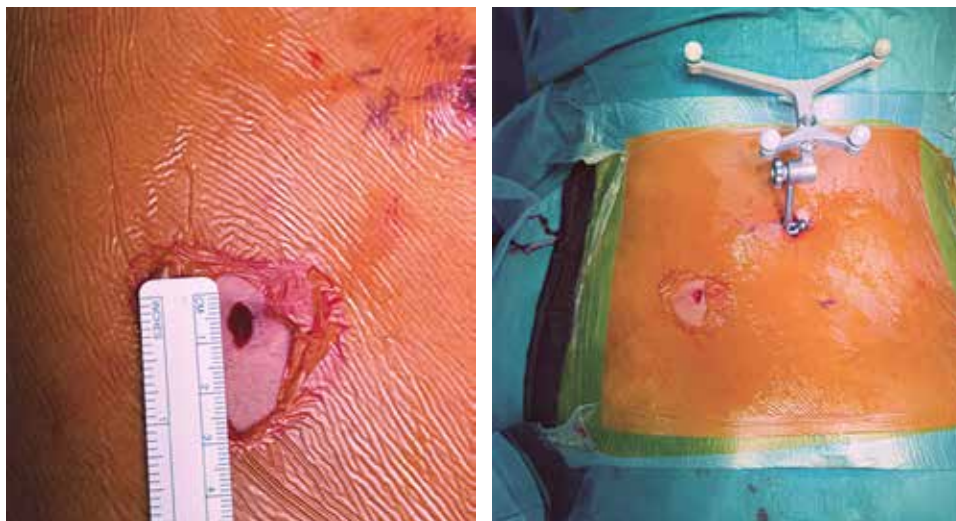


Figure 1:

Neuronavigation star colocation in L3 spinous process and 10-mm paramedian incision at L5-S1.

particularly unacceptable for an elite athlete.^{7,19} Furthermore, while fusion procedures (PLIF, TLIF) reliably treat instability and compression, they permanently eliminate motion at the L5-S1 segment,

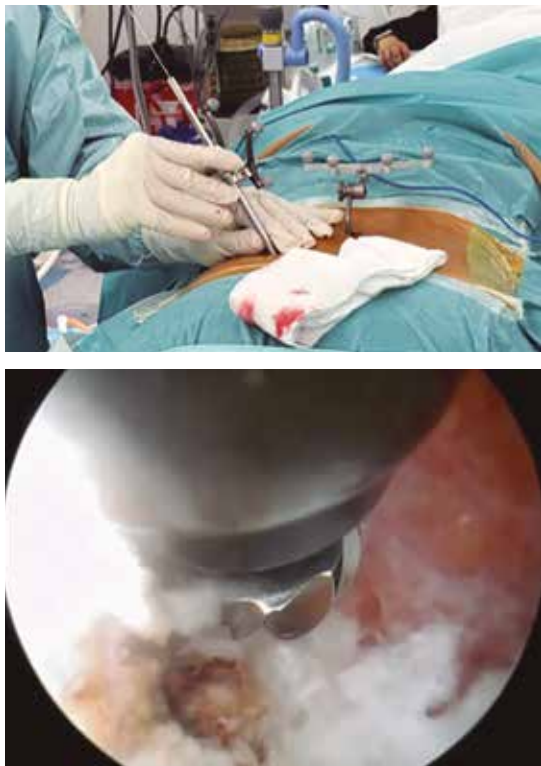


Figure 2: High-speed diamond burrs were carefully employed to meticulously resect the S1 butterfly segment guided by neuronavigation.

which is highly undesirable for an athlete focused on peak spinal flexibility and performance.

The integration of O-arm imaging and neuronavigation was not merely supplementary but pivotal to the successful execution of this case. Standard endoscopic techniques, which rely heavily on fluoroscopy and direct vision, may be adequate for routine disc herniations, but they carry significant risk when applied to complex, congenitally distorted bone anatomy.²⁰ Studies on spinal navigation, particularly in complex deformities, have consistently demonstrated placement accuracy rates exceeding 95%.¹³ In our case, navigation enabled the surgeon to accurately map the boundaries of the butterfly fragment and guide the high-speed burr trajectory through the minimal incision, mitigating the risk of inadvertent neural injury to the traversing L5 and S1 roots in an anatomically treacherous area.¹⁴

However, a critical perspective on this approach reveals necessary trade-offs and limitations. While navigation drastically increases precision, it inherently introduces the cost of specialized equipment, additional time for setup and registration, and a potentially higher cumulative patient radiation exposure from the intraoperative 3D spin.¹² Furthermore, the technique itself requires a significant institutional commitment and a substantial learning curve for the surgical team.¹⁶ As a Level IV single case report, we cannot provide comparative data regarding the safety or long-term recurrence rates against a standard open approach; we can only assert that the successful result, coupled with the minimal morbidity, suggests that this precise, image-guided, motion-preserving

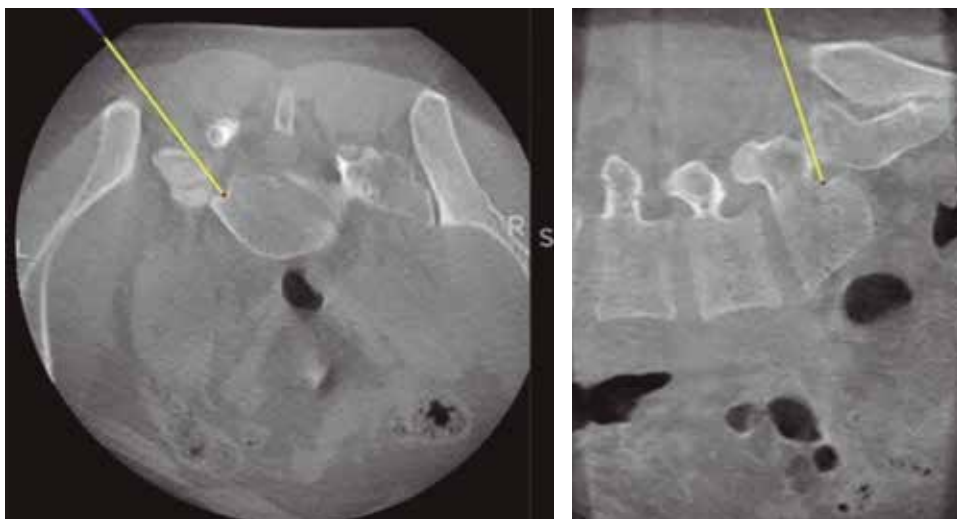


Figure 3:

Bone removal was then performed under real-time navigational guidance.

method may be a feasible and preferable alternative in highly selected patients with similar complex congenital anomalies.²¹

CONCLUSIONS

The outstanding clinical outcome, marked by the patient's rapid functional recovery and return to elite athletic training by six weeks, strongly supports the conclusion that *navigated endoscopic resection is a safe and highly effective treatment strategy for lumboradiculopathy associated with rare S1 butterfly vertebrae in high-demand patients.*²²

The functional results reported here, characterized by a rapid reduction in the ODI score from severe to minimal disability, appear superior in terms of recovery speed when compared to typical outcomes reported for open surgical decompression or fusion procedures in similar complex congenital spinal cases, which often necessitate extended rehabilitation protocols.^{7,19}

Our experience underscores the critical necessity of advanced image guidance when adapting minimally invasive techniques to complex congenital pathology. Navigation provides an objective, real-time mechanism for ensuring complete resection of anomalous bone in anatomically distorted segments, effectively bridging the gap between the minimal trauma of the endoscopic approach and the high precision demanded by the pathology.¹⁴

The primary strength of this report is its documentation of a successful treatment of a rare, technically demanding congenital anomaly using a motion-preserving, minimally invasive technique in a patient where rapid recovery was essential. However, the study's limitations are inherent to its Level IV status: it is confined to a single patient, the follow-up is limited to six months, and the results are not statistically generalizable.

Future research should prioritize the formation of multicenter prospective patient registries or comparative cohorts with long-term follow-up to rigorously evaluate the long-term recurrence rates, stability, and cost-effectiveness of navigated endoscopic resection compared to traditional open fusion for this uncommon pathology. Our recommendation for clinical practice is that *O-arm neuronavigation should be considered an essential adjunct when performing endoscopic resection of complex congenital vertebral anomalies*, allowing surgeons to maximize patient-reported benefits while ensuring surgical precision and safety.

ACKNOWLEDGMENTS

The corresponding author and co-authors wish to extend their sincere gratitude to the entire team that made the completion of this case report possible.

Special recognition is given to the *Grupo Médico Axis, part of the ABC Medical Center*, for the indispensable logistical, administrative, and technical support provided, which was crucial for the successful management of the patient and the precise documentation of this complex surgical procedure.

Furthermore, appreciation is extended to the dedicated nursing staff, scrub technicians, and anesthesiology personnel at *ABC Medical Center* for their diligence and commitment during the patient's treatment and post-operative follow-up.

REFERENCES

1. Xie B, Yan T, Ni H, Zhu K, Zhang S, et al. Butterfly vertebra: a retrospective study of 30 patients. *World Neurosurg.* 2024; 185: e995-e1003. doi: 10.1016/j.wneu.2024.03.009
2. Kapetanakis S, Giannopoulou E, Nastoulis E, Demetriou T. Butterfly vertebra. A case report and a short review of the literature. *Folia Morphol (Warsz).* 2016; 75: 117-121. doi: 10.5603/FM.a2015.0066.
3. Zaher S, Nassar K, Erraoui K, Mouhcine S, Janani S. Vertèbre papillon : une malformation congénitale [Butterfly vertebra: a congenital malformation]. *La Revue du praticien.* 2024; 74: 878-879.
4. Sedrak P, Shahbaz M, Gohal C, Madden K, Aleem I, Khan M. Return to play after symptomatic lumbar disc herniation in elite athletes: a systematic review and meta-analysis of operative versus nonoperative treatment. *Sports Health.* 2021; 13: 446-453. doi: 10.1177/1941738121991782.
5. Gadradj PS, Broulikova HM, Van Dongen JM, Rubinstein SM, Depauw PR, Vleggeert C, et al. Cost-effectiveness of full endoscopic versus open discectomy for sciatica. *Br J Sports Med.* 2022; 56: 1018-1025. doi: 10.1136/bjsports-2021-104808.
6. Ruan W, Feng F, Liu Z, Xie J, Cai L, Ping A. Comparison of percutaneous endoscopic lumbar discectomy versus open lumbar microdiscectomy for lumbar disc herniation: a meta-analysis. *Int J Surg.* 2016; 31: 86-92. doi: 10.1016/j.ijssu.2016.05.061.
7. Hofstetter CP, Ahn Y, Choi G, Gibson JNA, Ruetten S, Zhou Y, et al. AOSpine consensus paper on nomenclature for working-channel endoscopic spinal procedures. *Global Spine J.* 2020; 10: 111S-121S. doi: 10.1177/2192568219887364. Epub 2020. Erratum in: *Global Spine J.* 2021; 11: 819. doi: 10.1177/2192568221995767.

8. Kim HS, Raorane HD, Wu PH, Heo DH, Sharma SB, Jang IT. Incidental durotomy during endoscopic stenosis lumbar decompression: incidence, classification, and proposed management strategies. *World Neurosurg.* 2020; 139: e13-e22. doi: 10.1016/j.wneu.2020.01.242.
 9. Sielatycki JA, Mitchell K, Leung E, Lehman RA. State of the art review of new technologies in spine deformity surgery-robotics and navigation. *Spine Deform.* 2022; 10: 5-17. doi: 10.1007/s43390-021-00403-6.
 10. Ao S, Wu J, Tang Y, Zhang C, Li J, Zheng W, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy assisted by O-Arm-Based navigation improves the learning curve. *Biomed Res Int.* 2019; 2019: 6509409. doi: 10.1155/2019/6509409.
 11. Yuh WT, Lee YS, Jeon JH, Choi I. Future of endoscopic spine surgery: insights from cutting-edge technology in the industrial field. *Bioengineering (Basel).* 2023; 10: 1363. doi: 10.3390/bioengineering10121363.
 12. Kim HS, Park CK, Kim CW. Editors' introduction: state-of-the-art techniques in endoscopic spine surgery. *Int J Spine Surg.* 2021; 15: S5. doi: 10.14444/8158.
 13. Tetreault TA, Garg S. Return to play following spine surgery. *Front Pediatr.* 2023; 11: 1176563. doi: 10.3389/fped.2023.1176563.
 14. Birkenmaier C, Komp M, Leu HF, Wegener B, Ruetten S. The current state of endoscopic disc surgery: review of controlled studies comparing full-endoscopic procedures for disc herniations to standard procedures. *Pain Physician.* 2013; 16: 335-344.
 15. Chotai S, Devin CJ, Archer KR, Bydon M, McGirt MJ, Nian H, et al. Effect of patients' functional status on satisfaction with outcomes 12 months after elective spine surgery for lumbar degenerative disease. *Spine J.* 2017; 17: 1783-1793. doi: 10.1016/j.spinee.2017.05.027.
 16. Wang YC, Chou HI, Su YF, Garcia de Oliveira R, Sharma AK, et al. Effect of intraoperative image-guided spinal navigation technologies on endoscopic lumbar spine surgery: a systematic review and meta-analysis. *Global Spine J.* 2025; 16: 21925682251371591. doi: 10.1177/21925682251371591. Epub ahead of print.
 17. Zhao J, Jiang H, Zhuge Y, Gao R, Wang C, Ma J, et al. Risk factors for the drift phenomenon in o-arm navigation-assisted pedicle screw placement during spinal deformity surgery. *Orthop Surg.* 2023; 15: 118-123. doi: 10.1111/os.13557.
 18. Gu Y, Kong Q, Lavelle W. Editorial: novel techniques of minimally invasive spine surgery for various pathologies. *Front Surg.* 2023; 10: 1267438. doi: 10.3389/fsurg.2023.1267438.
 19. El Tecle NE, El Ahmadieh TY, Patel BM, Lall RR, Bendok BR, Smith ZA. Minimizing radiation exposure in minimally invasive spine surgery: lessons learned from neuroendovascular surgery. *Neurosurg Clin N Am.* 2014; 25: 247-260. doi: 10.1016/j.nec.2013.12.004.
 20. Liu C, Chu HL, Li G, He JY, Ma YL, Du CC, et al. The 20 most important questions for novices of full-endoscopic spinal surgery in China: a mixed-method study protocol. *BMJ Open.* 2021; 11: e049902. doi: 10.1136/bmjopen-2021-049902.
 21. Kim HS, Wu PH, Raorane HD, Jang IT. Generation change of practice in spinal surgery: can endoscopic spine surgery expand its indications to fill in the role of conventional open spine surgery in most of degenerative spinal diseases and disc herniations: a study of 616 spinal cases 3 years. *Neurol India.* 2020; 68: 1157-1165. doi: 10.4103/0028-3886.299145.
 22. Wu PH, Kim HS, Jang IT. How I do it? Uniportal full endoscopic contralateral approach for lumbar foraminal stenosis with double crush syndrome. *Acta Neurochir (Wien).* 2020; 162: 305-310. doi: 10.1007/s00701-019-04157-z.
- Conflict of interests:** the authors declare no conflicts of interests related to the publication of this manuscript.



Julio-Septiembre 2026
Vol. 4, núm. 3 / pp. 246-251

Recibido: 26 de Mayo de 2025
Aceptado: 03 de Julio de 2025

doi: 10.35366/122796



Escoliosis de inicio temprano secundaria a neurofibromatosis tipo 1. Presentación de caso y revisión de la literatura

Early-onset scoliosis secondary to neurofibromatosis type 1: a case report and literature review

Jorge Arturo Barraza-Silva,^{*,‡} Edgar Luis Villegas-Esquivel,^{*,§}
Luis Miguel Munguía-León,^{*,¶} Hugo Vilchis-Sámamo^{*,||}

Palabras clave:

escoliosis, neurofibromatosis tipo 1, artrodesis, COVID-19.

Keywords:

scoliosis, neurofibromatosis type 1, arthrodesis, COVID-19.

RESUMEN

Introducción: la escoliosis de inicio temprano se refiere a la aparición de una curvatura mayor de 10° en plano coronal de la columna vertebral, la cual se presenta antes de los 10 años de edad. Es una condición que puede tener diversas etiologías, incluyendo causas idiopáticas, neuromusculares, congénitas y sindrómicas. La neurofibromatosis tipo 1 (NF1) es una de las causas más comunes de escoliosis sindrómicas. Se estima que entre 10 y 30% de las personas con NF1 desarrollan escoliosis. **Objetivo:** presentar un caso de escoliosis secundaria a neurofibromatosis y revisar la literatura para contextualizar su manejo clínico, epidemiología y estrategias terapéuticas actuales. **Reporte de caso:** presentamos el caso de un paciente femenino de 10 años de edad con diagnóstico de NF1 que acudió a consulta con dorsalgia severa, evaluada en una escala numérica analógica (ENA) de 8/10, y queja de deformidad dorsolumbar. Durante la exploración física, se detectó escoliosis dextroconvexa torácica, con maniobra de Adams positiva. Las radiografías panorámicas de columna revelaron una escoliosis torácica principal con un ángulo de Cobb de 28° y una curvatura lumbar de 8.7°. Inicialmente, se prescribió un corsé para manejo conservador, pero a los seis meses se observó una progresión de la curvatura de 36°. Se optó por la colocación de barras de crecimiento, logrando un ángulo de Cobb de 7° en la curvatura torácica. La paciente recibió dos elongaciones subsecuentes, pero perdió el seguimiento debido a la pandemia de COVID-19. Dos años después, se retomó el seguimiento y se realizó una artrodesis posterior instrumentada de T1 a L5, resultando en una curvatura torácica principal residual de 19°. **Conclusiones:** la escoliosis en neurofibromatosis tipo 1 puede progresar en menos de 12 meses. Un enfoque combinado de corsé, barras de crecimiento y artrodesis es crucial para un manejo efectivo y para estabilizar la columna vertebral.

ABSTRACT

Introduction: early-onset scoliosis involves a curvature greater than 10° in the spinal coronal plane occurring before age 10. This condition has various etiologies, including idiopathic, neuromuscular, congenital, and syndromic causes. Neurofibromatosis Type 1 (NF1) is among the most common syndromic causes of scoliosis, with an estimated 10% to 30% of individuals with NF1 developing this condition. **Objective:** to present a case of scoliosis secondary to neurofibromatosis and review the literature regarding its clinical management, epidemiology, and current treatment strategies. **Case**

* Departamento de Cirugía de Columna, Hospital de Traumatología y Ortopedia Lomas Verdes IMSS. Naucalpan de Juárez, Estado de México, México.

ORCID:

[‡] 0000-0001-6704-8832

[§] 0009-0001-5295-045X

[¶] 0009-0009-4632-6069

^{||} 0000-0002-8059-3701

Correspondencia:

Jorge Arturo Barraza-Silva

E-mail:

jorge_arturo77@hotmail.com

Citar como: Barraza-Silva JA, Villegas-Esquivel EL, Munguía-León LM, Vilchis-Sámamo H. Escoliosis de inicio temprano secundaria a neurofibromatosis tipo 1. Presentación de caso y revisión de la literatura. *Cir Columna*. 2026; 4 (3): 246-251.
<https://dx.doi.org/10.35366/122796>



report: we report the case of a 10-year-old female diagnosed with neurofibromatosis type 1 (NF1) who presented with severe dorsal pain rated 8/10 on a numeric analog scale and a dorsolumbar deformity. A physical examination revealed right-convex thoracic scoliosis with a positive Adams test. Spine radiographs showed a main thoracic scoliosis with a Cobb angle of 28° and a lumbar curvature of 8.7°. A brace was initially prescribed for conservative management; however, after six months, curvature progression to 36° was noted. Growth rods were subsequently placed, achieving a Cobb angle of 7° in the thoracic curvature. The patient underwent two subsequent lengthenings but lost follow-up due to the COVID-19 pandemic. Two years later, follow-up resumed, leading to an instrumented posterior fusion from T1 to L5, resulting in a residual thoracic curvature of 19°.

Conclusions: scoliosis in neurofibromatosis type 1 can progress rapidly. A combined approach of bracing, growth rods, and fusion is crucial for effective management and stabilization of the spine.

Abreviaturas:

NF = neurofibromatosis
NF1= neurofibromatosis tipo 1

INTRODUCCIÓN

La escoliosis de inicio temprano es un término que ha evolucionado a lo largo del tiempo, en la actualidad se define como una curvatura mayor de 10° en el plano coronal de la columna vertebral que se presenta antes de los 10 años de edad.¹ En 2014, el Dr. Vitale y colaboradores desarrollaron una clasificación de la escoliosis de inicio temprano, en la que se señala que su etiología puede deberse a causas congénitas o estructurales, neuromusculares, sindrómicas o idiopáticas.²

La neurofibromatosis (NF) es una enfermedad genética autosómica dominante multisistémica, también conocida como síndrome de von Recklinghausen, que afecta a uno de cada 3,000 recién nacidos y una edad media de mortalidad de 52.3 años para hombres y 51.9 años para mujeres.³ En la NF, ocurre una pérdida de la función del gen supresor tumoral Nf1, localizado en el cromosoma 17, lo que disminuye la cantidad de neurofibromina, una proteína que regula negativamente la proliferación, crecimiento y diferenciación celular.⁴ Las manifestaciones clínicas cutáneas incluyen máculas café con leche, neurofibromas no malignos o plexiformes. Además, las manifestaciones musculoesqueléticas pueden ser generalizadas, como osteopenia, osteomalacia, talla baja y macrocefalia, o focales, como las deformidades de la columna vertebral, displasia de huesos largos, deformidad torácica en *pectus excavatum*, anomalías dentales y lesiones quísticas. La manifestación musculoesquelética más común es la deformidad de la columna vertebral, llegando a reportarse hasta una relación de 36%, y es el tipo escoliosis sindrómica más común.⁵

Los criterios diagnósticos de la neurofibromatosis fueron descritos por el *National Institute of Health*.⁵

La escoliosis secundaria a neurofibromatosis tipo 1 se puede dividir en dos grupos, según los hallazgos radiográficos y de resonancia magnética. La escoliosis no distrófica se asemeja en su comportamiento a la escoliosis idiopática, mientras que la escoliosis distrófica es progresiva, con inicio entre los cinco y ocho años. Existen nueve criterios radiográficos para clasificar una deformidad como distrófica: costilla en punta de lápiz (costilla con un diámetro más pequeño que el de la segunda costilla), rotación vertebral, festoneado vertebral posterior, anterior o lateral, acuñaamiento vertebral, huso de la apófisis transversa, ensanchamiento de la distancia interpedicular y alargamiento del foramen intervertebral. En la resonancia magnética, se han descrito ectasia dural y tumores paraespinales. Si se presentan más de tres criterios, la deformidad se considera distrófica.^{4,6}

Durrani y colaboradores definieron la modulación como un proceso en el que una curvatura no distrófica adquiere características y comportamientos similares a una curva distrófica, informando que esto ocurre en hasta 65% de sus pacientes.⁷

La tasa de progresión para las escoliosis moduladas es de 12° por año y una progresión de la cifosis de 8°. Para el tipo no modulado, la progresión de la escoliosis es de 5° anuales y una cifosis de 3°. ⁶

El tratamiento de las curvaturas no distróficas varía según su severidad: las curvaturas menores de 25° se pueden vigilar y tomar controles cada 6 meses; aquéllas entre 25 y 40° se pueden manejar con corsé, y las curvaturas mayores de 40° se consideran para cirugía por vía posterior. En las curvaturas distróficas menores de 20°, se recomienda la observación semestral. El corsé no modifica la progresión de la curvatura mayor, pero sí ayuda a ganar tiempo para aplazar una cirugía.⁸ Para las curvaturas entre 20 y 40°, se recomienda instrumentación y fusión posterior, y en casos severos, se puede realizar tracción cefálica preoperatoria con halo.

Es importante tener en mente la madurez esquelética del paciente para dictar una conducta de tratamiento. Muchas escuelas recomiendan observación para ver si la curva progresa o no. Si el paciente tiene entre 5-6 años de edad, se puede utilizar un corsé para ganar tiempo. Las barras de crecimiento se pueden utilizar para corregir la deformidad sin lograr una fusión definitiva, permitiendo así el crecimiento longitudinal de la columna; se tienen que elongar cada seis meses y existen múltiples complicaciones, las más frecuentes son la enfermedad de segmento adyacente y ruptura de las barras.^{4,6}

Este estudio tiene como objetivo presentar un caso de escoliosis de inicio temprano secundaria a NF y revisar la literatura para contextualizar su manejo clínico, epidemiología y las estrategias terapéuticas actuales.

PRESENTACIÓN DEL CASO

Se presenta el caso de una paciente femenina de 10 años con diagnóstico de neurofibromatosis tipo 1 (NF1), que acude con dorsalgia de intensidad 8/10, exacerbada por la actividad física y parcialmente aliviada con reposo. Los familiares refieren una prominencia en la región dorsal.

En la exploración física, se identificaron múltiples máculas café con leche, asimetría de hombros con el izquierdo más elevado, y escoliosis dorsolumbar levoconvexa. La maniobra de Adams resultó positiva. Las radiografías iniciales revelaron escoliosis con características distróficas, con una curvatura torácica proximal de 10°, una torácica principal de 20°, y una lumbar de 8° (Figura 1).

El manejo inicial consistió en el uso de corsé. Se solicitaron valoraciones por genética, cardiología y neumología pediátricas quienes no contraindicaron el procedimiento quirúrgico. A los ocho meses la paciente continuó con dolor y las radiografías de control mostraron progresión de las curvas, con una torácica proximal de 19°, una torácica principal de 36°, y una lumbar de 12°. La resonancia magnética reveló la presencia de neurofibromas en la columna vertebral de T8 a L4, pulmón derecho y ojo derecho. La tomografía mostró displasia pedicular y bordes festoneados anteriores (Figura 2).

En octubre de 2018, se realizó la colocación de barras de crecimiento duales, logrando una corrección de la curvatura torácica proximal a 7° y lumbar a 4°, con balance coronal adecuado, hombros asimétricos y pelvis simétrica, además de reducción significativa del dolor. Se efectuaron distracciones a los siete y

10 meses posteriores. Debido a la pandemia de COVID-19, se perdió el seguimiento durante dos años, y en 2022 se completó una instrumentación adicional con conectores barra-barra. En el seguimiento de 2024, la paciente presentó una curvatura torácica principal de 19° y lumbar de 5° (Figura 3).

DISCUSIÓN

En este caso, se presenta a una paciente femenina de 10 años con NF1 que desarrolló escoliosis distrófica. La escoliosis mostró una rápida progresión, característica de la escoliosis distrófica, pasando de 20° a 36° en la curva torácica principal en un periodo de ocho meses similar a lo reportado en la literatura. Se utilizó el manejo conservador con corsé para lograr valoraciones por genética, cardiología y neumología y posteriormente se optó por la colocación de barras de crecimiento duales, lo que resultó en una corrección significativa de la curvatura y la reducción del dolor. Sin embargo, debido a la interrupción del seguimiento durante la pandemia de COVID-19, la paciente presentó una progresión parcial de la deformidad sin

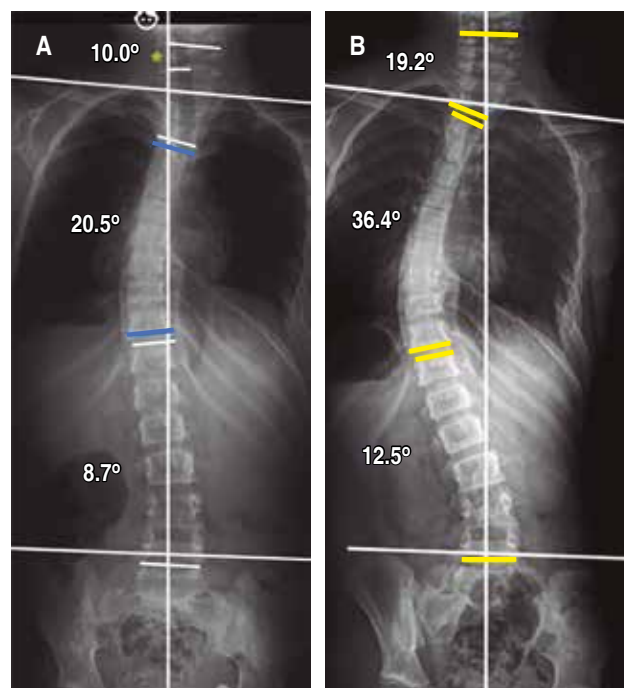


Figura 1: A) Radiografía panorámica de columna en donde se observa una curvatura torácica proximal de 10°, torácica principal 20° y lumbar de 8°. **B)** Curvatura torácica proximal de 19°, una torácica principal de 36°, y una lumbar de 12°.

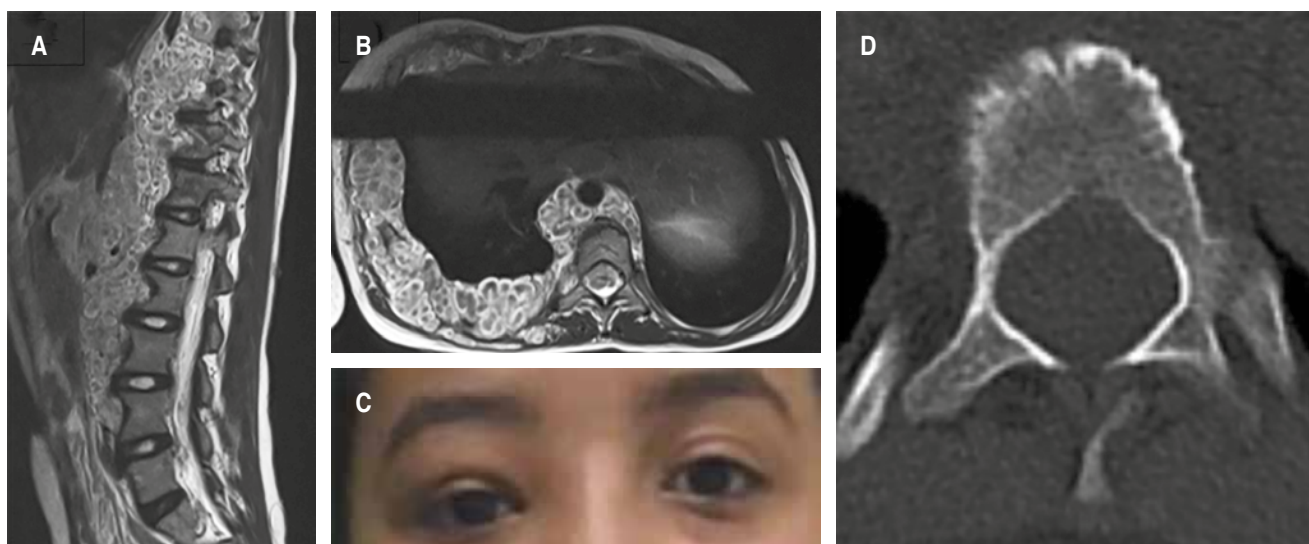


Figura 2: **A y B)** Corte sagital y axial de resonancia magnética, se observa la presencia de neurofibromas en la columna vertebral de T8 a L4 y en pulmón derecho. **C)** Proptosis palpebral derecha por tumoración ocular. **D)** Tomografía en corte axial demuestra displasia pedicular y bordes festoneados anteriores.

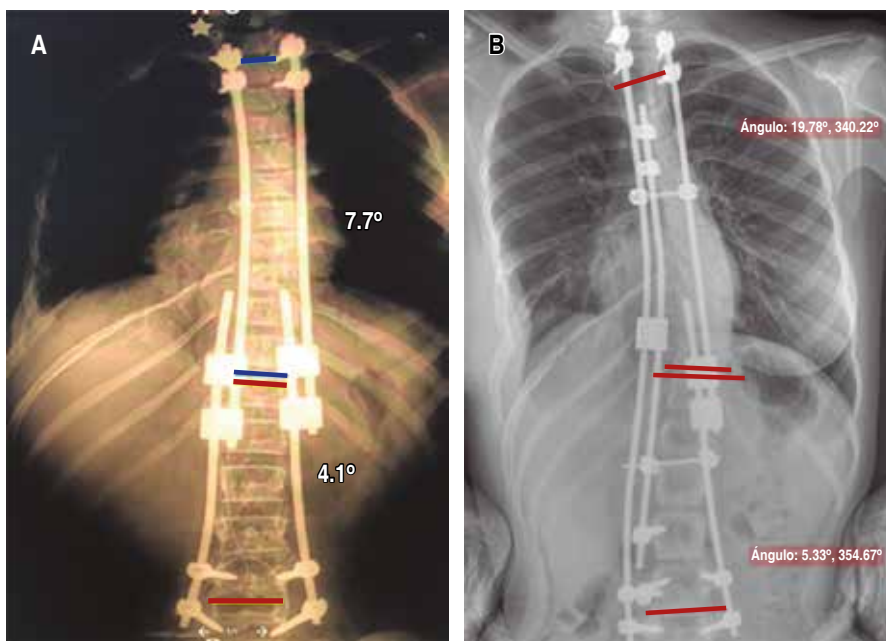


Figura 3:

A) Corrección inicial tras la colocación de barras de crecimiento con curvatura torácica principal de 7° y lumbar de 4°. **B)** Último seguimiento con radiografía en 2024, la paciente presentó una curvatura torácica principal de 19° y lumbar de 5°.

presentar ruptura del material. Se decidió realizar una complementación de la artrodesis dando una curva torácica de 19° en el seguimiento de 2024.

La escoliosis distrófica asociada a NF1 es bien reconocida por su alta tasa de progresión y la dificultad para su manejo. En diversas literaturas se menciona

que las curvas distrólicas pueden progresar hasta 12° por año, lo cual es consistente con la progresión observada en este caso. En comparación, la escoliosis idiopática no distrófica generalmente progresa a una tasa más lenta, lo que subraya la agresividad de la escoliosis distrófica en NF1.^{4,6,7,9}

El tratamiento inicial con corsé no logró detener la progresión de la curvatura, lo cual es coherente con la literatura que sugiere que el corsé es menos efectivo en escoliosis distrófica. La decisión de emplear barras de crecimiento duales fue apropiada dada la edad de la paciente y la necesidad de preservar el crecimiento espinal. Sin embargo, las complicaciones asociadas a este tratamiento, como la ruptura de las barras y la enfermedad del segmento adyacente, son preocupaciones bien documentadas y deben ser monitoreadas en futuros seguimientos.⁸ Se ha descrito que existe una tasa de complicaciones en las barras de crecimiento de 58%, siendo las más comunes las relacionadas al implante como desanclaje de los ganchos, ruptura de las barras, aflojamiento de los tornillos, mala colocación de los tornillos y cifosis del segmento proximal.⁴ El fenómeno del cigüeñal también es una complicación en donde hay progresión de la deformidad tras una artrodesis posterior.¹⁰ Se define como una progresión del ángulo de Cobb mayor a 10°. ^{10,11} Esto ocurre debido al crecimiento residual de los cuerpos vertebrales de un paciente que no ha tenido madurez esquelética al momento de la artrodesis. Los factores de riesgo son pacientes con edad cronológica menor de 11 años, edad esquelética menor a 10 años y una diferencia del ángulo costovertebral mayor a 20°. ¹⁰⁻¹³

Este caso refuerza la necesidad de un seguimiento cercano y continuo en pacientes con escoliosis distrófica secundaria a NF1. En un estudio realizado por el *Growing Spine Study Group* se encontró que la tasa promedio de duración de las barras de crecimiento fue de 5.0 ± 2.6 años.¹⁴ La interrupción del seguimiento durante la pandemia de COVID-19 subraya la importancia de la adherencia al seguimiento programado para evitar la recurrencia de la deformidad. La edad media de la fusión final es de 12.4 ± 1.9 años.¹⁴ En términos de manejo, este caso apoya el uso de barras de crecimiento como una estrategia efectiva para retrasar la fusión definitiva, pero también resalta la importancia de un plan de manejo a largo plazo que considere la posibilidad de complicaciones, así como valorar realizar la artrodesis como procedimiento final.

CONCLUSIONES

Este caso destaca los desafíos en el manejo de la escoliosis distrófica en pacientes con NF1, subrayando la importancia de un enfoque terapéutico personalizado y la necesidad de un seguimiento riguroso. Este caso aporta evidencia del beneficio temporal de las barras de crecimiento en pacientes en crecimiento,

pero también destaca la necesidad de considerar la fusión definitiva en cuanto la madurez esquelética lo permita, especialmente en contextos de difícil seguimiento considerando que en este caso fue por la pandemia del COVID-19. La literatura internacional ha reportado resultados similares en cuanto a la alta tasa de complicaciones y progresión distrófica en este tipo de pacientes. Ante estas situaciones, recomendamos mantener un seguimiento estricto, cada cuatro a ocho meses, y tener un plan de transición estructurado hacia la fusión definitiva. Es fundamental la colaboración multidisciplinaria (genética, neumología, cardiología) desde etapas tempranas. La publicación de casos como este puede ayudar a visibilizar las dificultades clínicas y quirúrgicas asociadas con la escoliosis distrófica por NF1 en nuestro país, fomentando mejores protocolos de seguimiento y tratamiento.

REFERENCIAS

1. El-Hawary R, Akbarnia BA. Early onset scoliosis - Time for consensus. *Spine Deform.* 2015; 3: 105-106. doi: 10.1016/j.jspd.2015.01.003.
2. Williams BA, Matsumoto H, McCalla DJ, Akbarnia BA, Blakemore LC, Betz RR, Vitale MG, et al. Development and initial validation of the Classification of Early-Onset Scoliosis (C-EOS). *J Bone Joint Surg.* 2014; 96: 1359-1367. doi: 10.2106/JBJS.M.00253.
3. Uusitalo E, Leppavirta J, Koffert A, Suominen S, Vahtera J, Vahlberg T, et al. Incidence and mortality of neurofibromatosis: a total population study in Finland. *J Invest Dermatol.* 2015; 135: 904-906. doi: 10.1038/jid.2014.465.
4. Wang D, Zhang B han, Wen X, Chen KH, Xiao HT, Xu XW, et al. Clinical features and surgical treatments of scoliosis in neurofibromatosis type 1: a systemic review and meta-analysis. *Eur Spine J.* 2024; 33:2646-2665. doi:10.1007/s00586-024-08194-w.
5. Ferner RE, Gutmann DH. Neurofibromatosis type 1 (NF1). *Handb Clin Neurol.* 2013; 115: 939-955. doi: 10.1016/B978-0-444-52902-2.00053-9.
6. Jain VV., Lykissas MG, Crawford AH. Neurofibromatosis. In: *The Growing Spine.* Springer Berlin Heidelberg; 2016: 265-291. doi: 10.1007/978-3-662-48284-1_16.
7. Durrani AA, Crawford AH, Chouhdry SN, Saifuddin A, Morley TR. Modulation of spinal deformities in patients with neurofibromatosis type 1. *Spine (Phila Pa 1976).* 2000; 25: 69. doi: 10.1097/00007632-200001010-00013.
8. Shi BL, Li Y, Zhu ZZ, Mao SH, Liu Z, Sun X, et al. Curve evolution during bracing in children with scoliosis secondary to early-onset neurofibromatosis type 1: indicators of rapid curve progression. *Chin*

- Med J (Engl). 2021; 134: 1983-1987. doi: 10.1097/CM9.0000000000001606.
9. Neifert SN, Khan HA, Kurland DB, Kim NC, Yohay K, Segal D, et al. Management and surgical outcomes of dystrophic scoliosis in neurofibromatosis type 1: a systematic review. *Neurosurg Focus*. 2022; 52: E7. doi: 10.3171/2022.2.FOCUS21790.
 10. Dubousset J, Herring JA, Shufflebarger H. The crankshaft phenomenon. *J Pediatr Orthop*. 1989; 9: 541-550. doi: 10.1097/01241398-198909010-00008.
 11. Murphy RF, Mooney JF. The crankshaft phenomenon. *J Am Acad Orthop Surg*. 2017; 25: e185-e193. doi: 10.5435/JAAOS-D-16-00584.
 12. Tauchi R, Kawakami N, Suzuki T, et al. Comparison of early definitive fusion and traditional growing rods in early-onset dystrophic scoliosis in neurofibromatosis type 1: a preliminary report. *J Pediatr Orthop*. 2020; 40: 569-574. doi: 10.1097/BPO.0000000000001579.
 13. Cai S, Cui L, Qiu G, Shen J, Zhang J. Comparison between surgical fusion and the growing-rod technique for early-onset neurofibromatosis type-1 dystrophic scoliosis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2020; 21: 455. doi: 10.1186/s12891-020-03460-6.
 14. Flynn JM, Tomlinson LA, Pawelek J, Thompson GH, McCarthy R, Akbarnia BA. Growing-rod graduates: lessons learned from ninety-nine patients who completed lengthening. *J Bone Joint Surg*. 2013; 95: 1745-1750. doi: 10.2106/JBJS.L.01386.

Conflicto de intereses: sin conflicto de intereses.



July-September 2026
Vol. 4, no. 3 / pp. 252-258

Received: October 9, 2025
Accepted: December 22, 2025

doi: 10.35366/122797



Navigation-assisted interlaminar endoscopic technique for C7-T1 disc herniation: a minimally invasive approach to the cervicothoracic junction. Case report

Técnica endoscópica interlaminar asistida por navegación para hernia discal C7-T1: abordaje mínimamente invasivo de la unión cervicotorácica. Reporte de caso

José Carlos Sauri-Barraza,* Eduardo Callejas-Ponce,[‡]
Jorge Daniel Pérez-Ruiz,[§] Luis Enrique Núñez-Alvarado,[¶]
Luis Alfonso Castillejo-Adalid,^{||} Francisco García-Muñoz,**
Omar Castillejo-Adalid,^{**} Adrián Francisco Méndez-Delgado^{§§}

Keywords:

intervertebral disc displacement, cervicothoracic junction, endoscopic spine surgery, interlaminar foraminotomy, image-guided surgery, C8 radiculopathy.

Palabras clave:

desplazamiento del disco intervertebral, articulación cervicotorácica, cirugía endoscópica de columna, foraminotomía interlaminar, cirugía guiada por imagen, radiculopatía C8.

* Spine Surgeon.
ORCID: 0000-0002-5620-5713

[‡] Spine Surgeon.
ORCID: 0000-0002-1418-0538

[§] Spine Surgeon.
ORCID: 0000-0002-2926-7337

[¶] Spine Surgeon.
ORCID: 0000-0003-4314-3610

^{||} Spine Surgery Fellow.
ORCID: 0000-0002-8680-4493

** Resident of Traumatology and Orthopedics.
ORCID: 0009-0005-2599-654X

^{**} Resident of General Surgery.
ORCID: 0009-0000-0730-8153

^{§§} Resident of Traumatology and Orthopedics.
ORCID: 0009-0002-9195-1962

Correspondence:

Francisco García-Muñoz

E-mail:

francisco.garciam@hotmail.com

ABSTRACT

Introduction: C7-T1 disc herniation is an uncommon pathology presenting unique surgical challenges due to limited fluoroscopic visualization "shoulder overlap" and inherent risks associated with anterior approaches (ACDF, sternotomy). Intraoperative navigation during the full endoscopic posterior approach is key to minimizing invasiveness, preserving motion, and providing a viable, crucial alternative. **Case description:** a 48-year-old female with six-month C8 radiculopathy (confirmed by MRI/EMG) underwent navigation-assisted full endoscopic posterior foraminotomy and sequestrectomy at C7-T1. The surgical strategy prioritized minimal invasiveness and joint preservation. Operative time was 95 minutes, estimated blood loss (EBL) was 20 ml, and the hospital stay was just one day. **Results:** the patient achieved complete pain resolution (pre-operative VAS: 9/10, post-operative: 0/10) at 24 hours, which was sustained throughout six months of follow-up, with no complications recorded. NDI scores showed remarkable improvement, moving from 48 to 6%. **Conclusions:** navigation-assisted full endoscopic posterior foraminotomy at the cervicothoracic junction may represent a feasible and safe alternative in carefully selected C8 radiculopathy cases. The technique offers favorable outcomes, a low morbidity profile, and enables rapid recovery.

RESUMEN

Introducción: la hernia discal C7-T1 es una patología infrecuente con desafíos únicos de visualización fluoroscópica (superposición de hombros) y riesgos de abordajes anteriores (ACDF, esternotomía). La navegación intraoperatoria en el abordaje endoscópico posterior minimiza la invasividad, preserva el movimiento y ofrece una alternativa viable. **Descripción del caso:** femenino de 48 años con radiculopatía C8 (seis meses de evolución, confirmada por RMN/EMG), fue sometido a

How to cite: Sauri-Barraza JC, Callejas-Ponce E, Pérez-Ruiz JD, Núñez-Alvarado LE, Castillejo-Adalid LA, García-Muñoz F et al. Navigation-assisted interlaminar endoscopic technique for C7-T1 disc herniation: a minimally invasive approach to the cervicothoracic junction. Case report. *Cir Columna*. 2026; 4 (3): 252-258. <https://dx.doi.org/10.35366/122797>



*foraminotomía y secuestrectomía endoscópica posterior C7-T1 asistida por navegación. La estrategia quirúrgica se centró en la mínima invasión y preservación articular. El tiempo operatorio fue de 95 minutos, el sangrado estimado de 20 ml y la estancia hospitalaria de un día. **Resultados:** el paciente reportó resolución completa del dolor (VAS pre: 9/10, post: 0/10) a las 24 horas, sostenida a 6 meses, sin complicaciones. Sus puntuaciones NDI mejoraron de 48 a 6%. **Conclusiones:** el abordaje endoscópico posterior C7-T1 asistido por navegación puede ser una alternativa factible y segura en casos seleccionados de radiculopatía a este nivel, ofreciendo un perfil de mínima morbilidad y rápida recuperación.*

Abbreviation:

ACDF = Anterior Cervical Discectomy and Fusion
 ASD = Adjacent Segment Disease
 DRF = Dynamic Reference Frame
 EBL = Estimated Blood Loss
 EMG = Electromyography
 MRI = Magnetic Resonance Imaging
 NDI = Neck Disability Index
 VAS = Visual Analog Scale

INTRODUCTION

Cervical disc herniation at the C7-T1 level, specifically causing C8 radiculopathy, is regarded as a rare pathology, constituting approximately 4-10% of all cervical disc herniations.^{1,2} This infrequency, paired with its potential for profound functional impact, presents considerable diagnostic and therapeutic hurdles, frequently necessitating highly specialized surgical expertise.

While traditional anterior surgical approaches, such as **ACDF (Anterior Cervical Discectomy and Fusion)**, remain established effective treatments, their necessary application at the C7-T1 junction involves specific risks and potential complications. ACDF itself carries intrinsic long-term disadvantages, including reduced range of motion, potential adjacent segment disease, and implant-related concerns.^{3,4} Furthermore, achieving anterior access to the C7-T1 level may mandate procedures like partial sternotomy or manubrial resection, significantly prolonging operative time and introducing risks to adjacent mediastinal structures and the esophagus.^{2,5,6}

The **cervicothoracic junction (C7-T1)** is inherently a challenging anatomical segment for accessing the posterior column. Critical neurovascular structures lie in close proximity, and more significantly, the interposition of the patient's shoulders severely compromises crucial fluoroscopic visualization.⁷ This "shoulder overlap" phenomenon frequently occludes the operative field, rendering accurate and safe targeting of the C7-T1 level unreliable when relying solely on standard fluoroscopy.⁷⁻⁹

Minimally invasive surgical techniques, particularly full endoscopic posterior cervical foraminotomy

and discectomy, have quickly become preferred alternatives, largely due to their proven benefits in reducing tissue trauma, minimizing postoperative pain, and accelerating recovery compared to traditional open methods.¹⁰ Nonetheless, deploying this advanced approach at the C7-T1 level demands exceptional precision due to the segment's distinct anatomical constraints.¹

Recent advancements in **Image-Guided Surgery (Navigation)** technology have successfully mitigated this key safety challenge. Navigation delivers real-time, precise, three-dimensional anatomical guidance, substantially enhancing surgical accuracy and safety, especially within complex anatomical regions.^{7,11} The seamless integration of navigation is particularly transformative at the C7-T1 level, directly solving the visualization risks inherent to fluoroscopy limitations.⁷

While promising case reports and small patient series supporting endoscopic management for C7-T1 radiculopathy exist,^{1,12,13} there is a notable scarcity of dedicated studies detailing the specific implementation and derived benefit of neuronavigation-assistance when performing the posterior interlaminar endoscopic approach at this particularly complex level.^{7,9} This report, therefore, highlights the successful and precise application of a navigation-assisted full endoscopic posterior interlaminar technique for the management of C7-T1 disc herniation, demonstrating its feasibility and efficacy as a state-of-the-art, minimally invasive approach in the challenging cervicothoracic junction and offering a valuable contribution to the current surgical literature.

CASE PRESENTATION

A 48-year-old male, with no history of previous spinal surgery, presented to the clinic having endured six months of **progressive left cervical pain** radiating into the arm and hand, consistent with C8 radiculopathy. His symptoms included paresthesia in the fourth and fifth digits, accompanied by motor weakness affecting the triceps and wrist flexors. The patient reported a

substantial negative impact on his quality of life and daily activities, quantifying his functional limitation with a **Neck Disability Index (NDI) of 48%** and pain intensity using a **Visual Analog Scale (VAS) of 9/10** (neck) and **9/10** (arm).

Having already completed a three-month course of conservative treatment (analgesics and physical therapy) without significant relief, the patient met the **surgical indication criteria** due to the failure of conservative management and the presence of a progressive neurological deficit.

Physical examination demonstrated diminished sensation in the left C8 dermatome and **4/5** motor strength in the triceps muscle, alongside a positive Spurling's sign on the left side. Deep tendon reflexes were noted as diminished in the triceps.

The diagnosis was confirmed by Cervical Spine Magnetic Resonance Imaging (MRI) and electromyography (EMG) (*Figure 1*). The cervical MRI revealed a **left paracentral disc extrusion** at the C7-T1 level, resulting in severe compression of the C8 nerve root. This imagery confirmed a **soft** (non-calcified) herniation of left laterality. The EMG findings were consistent with C8 radiculopathy.

The C7-T1 location represented the primary therapeutic challenge. Shoulder interposition severely impedes fluoroscopic visualization (shoulder overlap), rendering traditional posterior approaches without image guidance technically demanding, while anterior surgery (ACDF) carries inherent risks at the cervicothoracic junction. The definitive surgical decision favored a **minimally invasive, motion-preserving approach** assisted by real-time navigation.

Surgical intervention, metrics, and outcome

The patient underwent a **navigation-assisted posterior interlaminar endoscopic foraminotomy and sequestrectomy** at the C7-T1 level. The procedure was performed under general anesthesia while the patient was in the prone position. A **Medtronic O-Arm** navigation system was employed and meticulously registered with a biportal mechanic arm by Medtronic as Dynamic Reference Frame (DRF) to ensure continuous and precise three-dimensional guidance (*Figures 2-4*).¹¹

Using a single 1 cm portal, the navigation facilitated precise localization of the entry point and a safe surgical trajectory. This dramatically minimized the

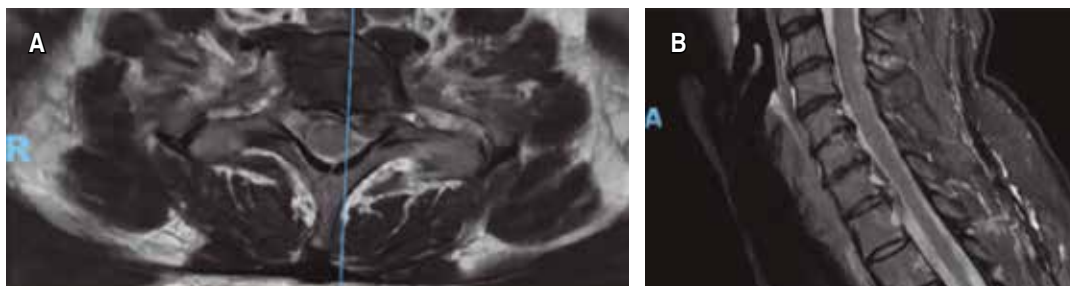


Figure 1: **A)** Showing an MRI T2 axial cut at the C7-T1 level, revealing severe left paracentral extrusion with radicular compression. **B)** Showing sagittal cut with T2 STIR sequence, revealing foraminal stenosis from C3 to C7 with particular compression at C7. MRI = Magnetic Resonance Imaging. STIR = Short T1 Inversion Recovery.

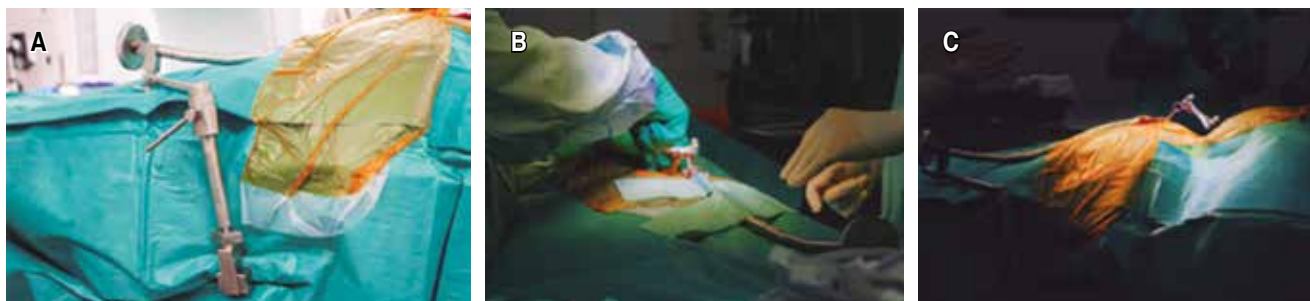


Figure 2: Use of Medtronic mechanical arm used in tubular surgery, as an alternative for frame placement for navigation.



Figure 3: A paramedial approach was performed, and an endoscopic cannula was inserted using neuronavigation guidance.

need for repetitive fluoroscopy, limiting its use solely to the initial level verification.⁷ A meticulous foraminotomy was carried out, requiring minimal resection of the inferomedial C7 lamina and the superior T1 lamina, thus preserving facet stability. The extruded disc fragment was successfully identified and completely removed via sequestrectomy.¹³

Operative metrics and follow-up

1. Standardized technique: navigation-assisted posterior interlaminar endoscopic foraminotomy and sequestrectomy.
2. Navigation system: medtronic O-Arm and biportal mechanic arm by Medtronic as dynamic reference frame.
3. Total operative time: 95 minutes.
4. Estimated blood loss (EBL): 20 ml.
5. Hospital stay: one day.
6. Postoperative analgesia: a foraminal and facet block was administered at C7-C8-T1-T2 with methylprednisolone, followed by standard postoperative analgesia consisting of tramadol infusion and a COX-2 agonist for 24 hours.

Quantitative outcomes and ethical statement: the patient reported *complete pain resolution* (VAS: 0/10) and full resolution of paresthesia 24 hours after surgery; this excellent result was sustained throughout the six-month follow-up. Triceps motor strength recovered fully to 5/5. The NDI score showed a drastic improvement from 48% (pre-operative) to 6% (post-operative), enabling the patient to *return to his usual work activity* just three weeks post-operatively.^{12,14} *No intraoperative or postoperative complications were reported.*¹³

Written informed consent was obtained from the patient for both the surgical procedure and the subsequent publication of this case report.

DISCUSSION

Cervical disc herniation at the C7-T1 level is recognized as an uncommon pathology, accounting for a small percentage (4-10%) of all cervical disc disease.^{1,2} The unique anatomical constraints of the cervicothoracic junction-specifically, the depth, the unique angulation of the C7-T1 intervertebral foramen, and the difficulty of visualization-poses significant surgical challenges that must be addressed.²

1. **Problematic backup and statistics:** the imperative for precise intervention is paramount in this region, given the high risk of catastrophic neurological or vascular injury.⁷ Traditional gold-standard treatments, such as **ACDF**, while deemed effective, necessitate fusion, a process linked to reported long-term risks of adjacent segment disease (ASD) (rates between 2.2 and 3.9% annually) and the inevitable loss of motion segment.^{3,4,15} Moreover, the anterior approach to T1 frequently necessitates partial sternotomy or manubrial resection, measures that significantly heighten soft-tissue disruption and surgical morbidity.^{2,5,6} Conversely, posterior conventional microforaminotomy and the full endoscopic approach, when executed without navigational assistance, are intrinsically limited by the shoulder overlap phenomenon, which profoundly obscures fluoroscopic guidance required for accurate portal placement and level confirmation.^{7-9,14}
2. **Critical comparison of the technique used:** the *navigation-assisted posterior interlaminar endoscopic foraminotomy and sequestrectomy* presents several distinct advantages over these alternatives. Relative to anterior approaches, our technique is strictly motion-preserving, directly treating the radiculopathy while circumventing

the risks associated with implant placement and fusion.^{3,16} When compared to conventional posterior microforaminotomy, the endoscopic approach minimizes muscle dissection, yielding superior visualization and faster recovery profiles.¹⁰ Crucially, the integration of intraoperative navigation effectively resolves the primary technical hurdle associated with this challenging segment.⁷

3. **Emphasis on navigation:** the utilization of the Medtronic O-Arm navigation system served as the pivotal element of this procedure.¹¹ It provided real-time, high-definition, three-dimensional localization of the C7-T1 level, the target trajectory, and the critical structures (nerve root and vertebral artery).^{7,11} This capability substantially enhanced the confidence and overall safety of the decompression, particularly within a region where standard bi-dimensional fluoroscopy is notoriously unreliable due to bony obstruction.^{7,8} The necessity for repeated fluoroscopic shots was significantly reduced (limited solely to initial registration verification), offering the added benefit of minimizing cumulative radiation exposure for both the patient and the surgical team.^{7,8} However, it must be acknowledged that the navigation system inherently introduces potential limitations, including increased initial operative time for registration (not individually tracked in this case but estimated to add ~15-20 minutes) and the inherent costs and learning curve associated with such specialized technology.¹⁷
4. **Limitations of the article and avoiding generalizations:** the excellent quantitative outcomes observed in this patient (NDI improvement from 48 to 6%; VAS reduction from 9/10 to 0/10) align favorably with the results reported for endoscopic surgery in other cervical segments.^{18,19} Nevertheless, this article presents the findings of

a **single case report**, which, by its nature (Level IV evidence), is subject to limitations, including a short-term follow-up of only six months. Therefore, sweeping generalizations must be avoided.

CONCLUSIONS

The primary message derived from this case report is the *feasibility and rapid functional recovery* successfully achieved using navigation-assisted endoscopy at the challenging C7-T1 level.⁹ This conclusion is strongly supported by the objective quantitative outcomes: the patient achieved complete pain resolution (VAS reduced from 9/10 to 0/10) within 24 hours, and functional status drastically improved (NDI reduced from 48% preoperatively to 6% at six months).^{12,14}

These favorable patient-reported outcomes align well with those published in larger series detailing posterior cervical endoscopic foraminotomy.^{12,19} Furthermore, our results demonstrate a superior recovery profile compared to what is typically reported for open posterior approaches in this complex segment, which often involve more extensive soft-tissue trauma.¹⁰

The technical approach utilized here—navigation-assisted endoscopy—is particularly significant when juxtaposed with the historical gold standard, **ACDF**, which mandates fusion.^{3,16} The patient's immediate pain relief and preservation of segmental mobility clearly differentiate this technique.⁴ This case explicitly demonstrates the unique contribution of **navigation** by: (1) enhancing surgical accuracy for level localization; (2) providing continuous control over the interlaminar trajectory; and (3) minimizing dependence on repeated fluoroscopy, which remains problematic due to the shoulder overlap at C7-T1.^{7,8,14}

Secondary outcome metrics further solidify the minimally invasive nature of the procedure, including



Figure 4: The entry point is located using neuronavigation, and the endoscope is used for the laminectomy.

a low estimated blood loss (20 ml), a short hospital stay (one day), and a rapid return to work (three weeks). These metrics are highly competitive with other minimally invasive techniques and superior to standard open surgery.¹⁰

The primary strength of this article lies in the detailed technical reporting of applying neuronavigation to successfully overcome a well-documented anatomical challenge.⁷ However, we acknowledge the inherent weaknesses of this article: it is a *single case report* (level IV evidence) with a *follow-up limited to six months*. Complete long-term metrics were not assessed beyond this period.¹²

In conclusion, this case illustrates that *navigation-assisted posterior interlaminar endoscopic foraminotomy and sequestrectomy may be a feasible minimally invasive alternative in selected C7-T1 cases of C8 radiculopathy*.^{1,9} The evident advantages—motion preservation, high accuracy, and minimal soft-tissue disruption—are clear.^{17,20} *We strongly recommend that future large comparative series be conducted to fully define the long-term safety profile, radiation exposure, and cost-effectiveness of navigation in the cervicothoracic junction*.^{8,17}

ACKNOWLEDGMENTS

The corresponding author and co-authors wish to extend their sincere gratitude to the entire team that made the completion of this case report possible.

Special recognition is given to the *Grupo Médico Axis, part of the ABC Medical Center*, for the indispensable logistical, administrative, and technical support provided, which was crucial for the successful management of the patient and the precise documentation of this complex surgical procedure.

Furthermore, appreciation is extended to the dedicated nursing staff, scrub technicians, and anesthesiology personnel at *ABC Medical Center* for their diligence and commitment during the patient's treatment and post-operative follow-up.

REFERENCES

- Kim JS, Park CW, Lee SH. C7–T1 Full-endoscopic posterior foraminotomy and sequestrectomy using navigation. *Neurospine*. 2024; 21: 1168-1171.
- Zhang GQ, Peng M, Ma XX, Hu YG, Chen BH. [Diagnosis and treatment of disc herniation at cervical vertebra 7-thoracic vertebra 1 (C(7)-T(1))]. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*. 2010; 48: 515-517.
- Fang W, Huang L, Feng F, Yang B, He L, Du G, Xie P, et al. Anterior cervical discectomy and fusion versus posterior cervical foraminotomy for the treatment of single-level unilateral cervical radiculopathy: a meta-analysis. *J Orthop Surg Res*. 2020; 15: 202.
- Wang R, Tamilselvan S, Ha JS, Vedantam A, Goodwin CR, Evaniew N, et al. Clinical outcomes and future directions of endoscopic cervical spine surgery: a systematic review with narrative insights. *Global Spine J*. 2026; 16: 15S-27S.
- Luo J, Cao K, Huang S, Li L, Yu T, Cao C, et al. Comparison of anterior approach versus posterior approach for the treatment of multilevel cervical spondylotic myelopathy. *Eur Spine J*. 2015;24(8):1621-1630
- Heo DH, Ha JS, Jang JW. Biportal endoscopic posterior cervical foraminotomy for adjacent 2-level foraminal lesions using a single approach (sliding technique). *Neurospine*. 2023 Mar;20(1):92-98.
- Raad M, Derman P. Endoscopic posterior cervical foraminotomy and discectomy. *JBJS Essent Surg Tech*. 2025; 15: e24.00003.
- Budu A, Sims-Williams H, Radatz M, Bacon A, Bhattacharyya D, Athanassacopoulos M, et al. Comparison of navigated versus fluoroscopic-guided pedicle screw placement accuracy and complication rate. *World Neurosurg*. 2020; 144: e541-e545.
- Wanivenhaus F, Laux CJ, Gollogly S, Kim JS, Farshad M. Single-incision posterior endoscopic cervical foraminotomy for 2-level cervical radiculopathy. *J Minim Invasive Spine Surg Tech*. 2025; 10: 289-292.
- Clifton W, Louie C, Williams DB, Damon A, Dove C, Pichelmann M. Safety and accuracy of the freehand placement of C7 pedicle screws in cervical and cervicothoracic constructs. *Cureus*. 2019; 11: e5304.
- Ohmori K, Ono K, Hori T. Outcomes of full-endoscopic posterior cervical foraminotomy for cervical radiculopathy caused by bony stenosis of the intervertebral foramen. *Mini-invasive Surg*. 2017; 1: 63-68. doi: 10.20517/2574-1225.2017.10.
- Kotheeranurak V, Lokhande PV, Tangdamrongtham T, Tassanasoomboon T, Jitpakdee K, Singhatanadgige W, et al. Complications in Full-Endoscopic Posterior Cervical Surgery: A Review of the Literature and Preventive Strategies. *Global Spine J*. 2025; 15: 3379-3394.
- Seo JH, Ju CI, Kim SW, Lee SM, Kim P. Risk factors of restenosis after full endoscopic foraminotomy for lumbar foraminal stenosis: case-control study. *Neurospine*. 2023; 20: 899-907.
- Raad M, Derman P. Endoscopic posterior cervical foraminotomy and discectomy. *JBJS Essent Surg Tech*. 2025; 15: e24.00003.
- Liu WJ, Hu L, Chou PH, Wang JW, Kan WS. Comparison of anterior cervical discectomy and fusion versus posterior cervical foraminotomy in the treatment of

- cervical radiculopathy: a systematic review. *Orthop Surg.* 2016; 8: 425-431.
16. Mummaneni PV, Bisson EF, Michalopoulos G, Mualem WJ, El Sammak S, Wang MY, et al. Comparing posterior cervical foraminotomy with anterior cervical discectomy and fusion in radiculopathic patients: an analysis from the Quality Outcomes Database. *J Neurosurg Spine.* 2024; 41: 56-68.
 17. Perfetti DC, Rogers-LaVanne MP, Satin AM, Yap N, Khan I, Kim P, et al. Learning curve for endoscopic posterior cervical foraminotomy. *Eur Spine J.* 2023; 32: 2670-2678.
 18. Wu PH, Kim HS, Lee YJ, Kim DH, Lee JH, Yang KH, et al. Posterior endoscopic cervical foraminotomy and discectomy: clinical and radiological computer tomography evaluation on the bony effect of decompression with 2 years follow-up. *Eur Spine J.* 2021; 30: 534-546.
 19. Gatam AR, Gatam L, Phedy, Mahadhipta H, Luthfi O, Ajiantoro, et al. Full endoscopic posterior cervical foraminotomy in management of foraminal disc herniation and foraminal stenosis. *Orthop Res Rev.* 2022; 14: 1-7.
 20. Huang CC, Fitts J, Huie D, Bhowmick DA, Abd-El-Barr MM. Evolution of cervical endoscopic spine surgery: current progress and future directions-a narrative review. *J Clin Med.* 2024; 13: 2122.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.



July-September 2026
Vol. 4, no. 3 / pp. 259-264

Received: March 16, 2025
Accepted: May 11, 2025

doi: 10.35366/122798



Rare spinal tumor: a case of peripheral intradural primitive neuroectodermal tumor

Tumor espinal poco frecuente: un caso de tumor neuroectodérmico primitivo intradural periférico

Antuan Lacayo-Simón,* Ana Luisa Galicia-Zamalloa,[‡]
Diego Ivan Díaz-Haaz,[§] David Campos-Flores[¶]

Keywords:

spinal tumor, Ewing's sarcoma, neuroectodermal tumors, low back pain, surgical resection.

Palabras clave:

tumor espinal, sarcoma de Ewing, tumores neuroectodérmicos, dolor lumbar, resección quirúrgica.

ABSTRACT

Peripheral primitive neuroectodermal tumors (pPNETs) are rare and aggressive neoplasms that originate from neural crest cells. Their presentation in the spine, especially intradural and extramedullary, is extremely rare and poses a diagnostic challenge due to their clinical and radiological similarity to other spinal lesions. This report presents the case of a 19-year-old male, who presented with progressive low back pain and weakness in the lower extremities, as well as bilateral paresthesias from L2 to S1, bilateral hyporeflexia at L4 and complete areflexia at S1, and positive signs of Lasègue, Bragard and Babinski. Simple and contrasted magnetic resonance imaging (MRI) of the lumbar spine revealed an abnormal mass in the cauda equina. Surgical treatment consisted of total resection of the mass by posterior approach, decompression and fixation from L2 to S1, guided with intraoperative neurological monitoring. The round tumor lesion had irregular borders, a blackish and gritty appearance, and measured approximately 3 × 4 cm. The lesion was intradural and centrally located, compressing the cauda equina between L2 and L5. Histopathological analysis confirmed a peripheral primitive neuroectodermal tumor with immunohistochemical positivity for CD99 and Ki-67 at 40%, and negativity for epithelial membrane antigen (EMA) and glial fibrillary acidic protein (GFAP). The patient received complementary treatment with three-dimensional conformal radiotherapy. In the immediate postoperative period he showed clinical improvement, with partial recovery of muscle strength. However, these tumors have a poor prognosis, with a median survival of 12 to 18 months, and require medium and long-term follow-up to evaluate response and sequelae. This case underlines the importance of pPNET in the differential diagnosis of spinal tumors and the need for immediate multimodal treatment.

RESUMEN

Los tumores neuroectodérmicos primitivos periféricos (pPNETs) son neoplasias poco frecuentes y agresivas que se originan a partir de células de la cresta neural. Su presentación en la columna vertebral, en especial en forma intradural y extramedular, es extremadamente rara y plantea un desafío diagnóstico debido a su similitud clínica y radiológica con otras lesiones espinales. En este informe se presenta el caso de un varón de 19 años, que acudió con dolor lumbar progresivo y debilidad en las extremidades inferiores, además, presentaba parestesias bilaterales de L2 a S1, hiporreflexia bilateral en L4 y arreflexia completa en S1, así como signos positivos de Lasègue, Bragard y Babinski. La resonancia magnética (RM) simple y contrastada de la columna lumbar reveló una masa anormal

* Orthopedist and Spine Surgeon. Hospital Ángeles Puebla, Puebla, Mexico. ORCID: 0009-0002-2169-9183

[‡] Department of Orthopedic and Traumatology, Hospital de Especialidades Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores al Servicio de los Poderes del Estado de Puebla (ISSSTEP). Puebla, Mexico. ORCID: 0000-0002-8120-6232

[§] Faculty of Human Medicine "Dr. Manuel Velasco Suárez" Campus II, Universidad Autónoma de Chiapas. Chiapas, Mexico. ORCID: 0009-0003-0597-4795

[¶] Department of Orthopedic and Traumatology, Hospital Regional ISSSTE Puebla. Puebla, Mexico. ORCID: 0000-0002-4328-9217

Correspondence:

David Campos Flores

E-mail: campos.tyo@gmail.com

How to cite: Lacayo-Simón A, Galicia-Zamalloa AL, Díaz-Haaz DI, Campos-Flores D. Rare spinal tumor: a case of peripheral intradural primitive neuroectodermal tumor. *Cir Columna*. 2026; 4 (3): 259-264. <https://dx.doi.org/10.35366/122798>



en la cauda equina. El tratamiento quirúrgico consistió en una resección total de la masa mediante abordaje posterior, descompresión y fijación de L2 a S1, guiado con monitorización neurológica intraoperatoria. La lesión tumoral redonda era de bordes irregulares, aspecto negruzco y arenoso, tenía un diámetro aproximado de 3 x 4 cm. La lesión era intradural y estaba situada en posición central, comprimiendo la cauda equina entre L2 y L5. El análisis histopatológico confirmó un tumor neuroectodérmico primitivo periférico con positividad inmunohistoquímica para CD99 y Ki-67 al 40%, y negatividad para el antígeno de membrana epitelial (EMA) y la proteína ácida fibrilar glial (GFAP). El paciente recibió tratamiento complementario con radioterapia conformacional tridimensional. En el postoperatorio inmediato mostró mejoría clínica, con recuperación parcial de la fuerza muscular. No obstante, estos tumores tienen un mal pronóstico, con una media de supervivencia de 12 a 18 meses, y requieren seguimiento a mediano y largo plazo para evaluar respuesta y secuelas. Este caso subraya la importancia del pPNET en el diagnóstico diferencial de los tumores espinales y la necesidad de un tratamiento multimodal inmediata.

Abbreviation:

AP = Anterior posterior
 CNS = Central nervous system
 cPNETs = Central primitive neuroectodermal tumors
 EMA = Epithelial membrane antigen
 EMG = Electromyography
 GFAP = Glial fibrillary acidic protein
 MRI = Magnetic resonance imaging
 pPNETs = Peripheral primitive neuroectodermal tumors
 SSEPs = somatosensory evoked potentials
 VAS = Visual analogue scale

INTRODUCTION

Primitive neuroectodermal tumors (PNETs) are grouped into two categories based on their anatomical location: central primitive neuroectodermal tumors (cPNETs) and peripheral primitive neuroectodermal tumors (pPNETs).¹ Although they share a similar histology, cPNETs develop in the central nervous system (CNS), while pPNETs occur outside the CNS. pPNETs are remarkably malignant tumors that can develop in either the bone or soft tissue. Also referred to as Ewing sarcomas, pPNETs are commonly diagnosed in children and young adults, with the median age being around 15 years. These tumors are believed to originate from neuroectodermal cells, the cells contributing to the formation of the nervous system and other tissues.²

PNETs of the spine are extremely rare, with only a few cases reported in the literature. PNETs represent less than 1% of spinal tumors according to international literature, the annual incidence of this condition is estimated to range from 0.2-0.4 cases per 100,000.^{3,4} Epidemiological evidence in Mexico is similar to that documented in international reports.⁵ Symptoms can vary from the initial onset of pain to established radiculopathy, and it is even a diagnosis to consider in cases of cauda equina syndrome.² A final

diagnosis requires immunohistochemical analysis and cytogenetic studies.⁶

The treatment for pPNETs of the spine is multimodal, involving surgery, chemotherapy, and radiation therapy. Unfortunately, the prognosis for patients with spinal pPNETs is disheartening, with a median survival rate spanning just 18 months.⁶ This article presents a case involving a 19-year-old male who was diagnosed with a primary spinal extradural PNET. We will outline the patient's clinical presentation, detail the radiological findings, discuss the pathological diagnosis, and ultimately describe the outcome post-surgery.

CASE PRESENTATION

A 19-year-old male patient with no significant past medical history came to the clinic, reporting four days of lower back pain visual analogue scale (VAS) 7/10 and weakness in his lower extremities. Physical examination revealed an antalgic gait, with dominance in the support phase outweighing initial contact and mid-support phases which caused decreased final support. He displayed bilateral increases in initial and mid-sway, decreased shoulder girdle rotation, increased pelvic girdle rotation and tilt, knee and ankle flexion, and compromised toe-heel gait variants. He also reported severe pain (VAS 9/10) during deep palpation of the lumbar region and displayed bilateral paravertebral contracture. The patient's strength levels were measured as 4/5 for bilateral L2, L3, and L4, whereas they were only 3/5 for L5 and S1. Moreover, he experienced bilateral paresthesia from L2 to S1, hyporeflexia in L4 bilaterally, and complete areflexia in S1. Lasègue, Bragard, and Patrick's signs were positive on the

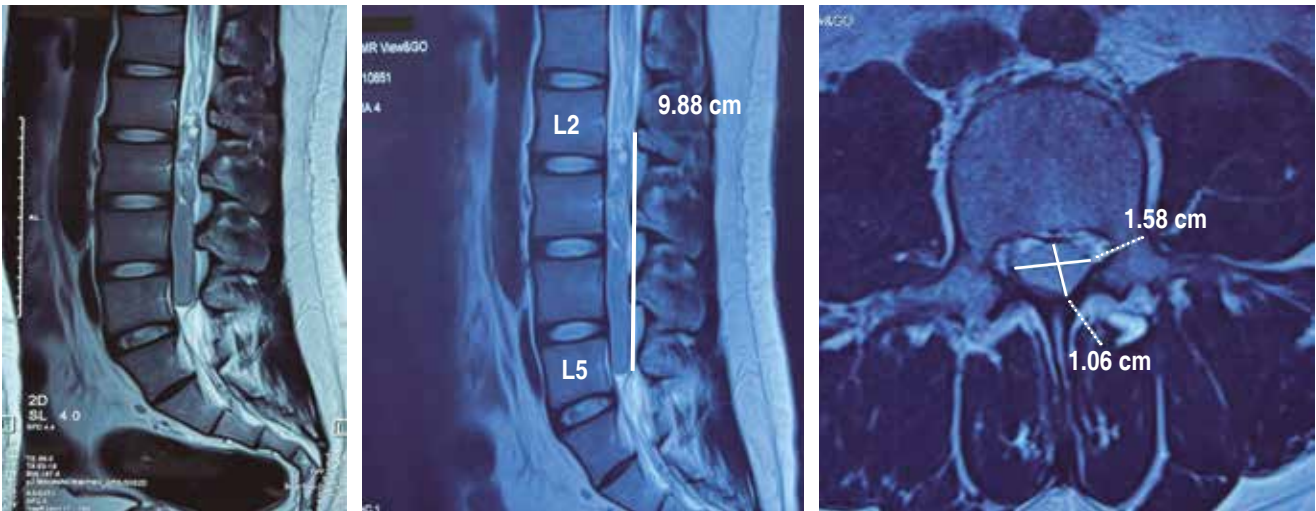


Figure 1: Magnetic resonance imaging of the lumbar spine. The cauda equina exhibited clear irregularity, associated with a heterogeneous lesion that was primarily hyperintense on the T1 sequence and slightly hyperintense on the T2 sequence. This lesion was approximately 9.3 cm in length.

right while Clonus and Babinski's signs were positive bilaterally. The normal functioning of the patient's urinary and anorectal sphincters was observed.

Anterior posterior (AP), lateral, oblique, and dynamic lumbar spine X-rays were normal. The simple and contrasted magnetic resonance imaging (MRI) of the lumbar spine revealed an abnormal mass in the cauda equina (*Figure 1*).

The electromyography (EMG) and somatosensory evoked potentials (SSEPs) of the lower extremities revealed a quality decrease in the amplitude of myotomes from L2 to L4 bilaterally, which were absent in L5 and S1.

The posterior lumbar approach was utilized for decompression and posterolateral fixation of L2 to S1, along with total excision of the intradural tumor, all of which were guided by intraoperative neurological monitoring (*Figure 2*).

The round tumor lesion had irregular borders, appearing blackish and sandy. It was roughly 3 × 4 cm in diameter. The lesion was intradural and centrally positioned, compressing the cauda equina between L2 and L5 (*Figure 3*).

The histological examination of the tumor revealed a primary neuroectodermal tumor with a positive report for malignant neoplasm. An immunohistochemical analysis was conducted, and the neoplastic cells exhibited positive and widespread expression for CD99 and Ki-67 at 40%. However, epithelial membrane

antigen (EMA) and glial fibrillary acidic protein GFAP were negative (*Figure 4*).

The medical treatment was established with three-dimensional conformal radiotherapy, 25 sessions in five weeks follow-up. In the immediate postoperative period, the patient was alert and neurologically sound. He experienced pain in the lumbar region (VAS 2/10) and bilaterally and had a strength of 5/5 for L2, L3, and L4, and 4/5 for L5 and S1. His sensitivity remained normal on both sides, with no signs of neural tension. Neither Clonus nor Babinski's signs were present, the cremasteric reflex was active, whereas the bulbocavernosus reflex was diminished. Unfortunately, the patient did lose control over his urinary and anorectal sphincters. Accordingly, a pelvic floor examination by urology and physiotherapy was requested.

Three weeks later, after undergoing urological treatment with a urinary catheter and completing 12 sessions of pelvic floor physiotherapy, the patient regained control of his anorectal sphincter and experienced a reduction in lower back pain. He was able to walk plantigrade bipedally, with only minor claudication in the right pelvic limb.

DISCUSSION

PNETs originate in cells derived from the neural crest and can develop in either the central or

peripheral nervous system.⁶ About 85% of tumors diagnosed as PNETs have t(11;22) (q24;q12) chromosomal translocations. At the molecular genetic level, the chromosome 22q12 breakpoint is involved within a single gene called EWS, whereas the chromosome 11q24 breakpoint is located in the FLI1 gene. The resulting EWS-FLI1 fusion is consistently found in these tumors, highlighting its pivotal role in the biological processes underlying PNET development and progression.⁷ PNETs are rare, particularly in adolescents, and literature on the matter is limited.

The incidence of pPNETs is more common in the thoracic and cervical regions, and it is more frequent in males. Clinical findings are nonspecific and depend on the location and extent of tumor invasion.¹

The literature provides little information about the imaging characteristics due to the rarity and lack of awareness of this specific presentation.⁸ Generally, a combination of imaging methods, such as magnetic resonance imaging and computed tomography, is required. Furthermore, tissue studies through a biopsy or radical resection of the tumor are needed to confirm the diagnosis and determine appropriate treatment, given its rarity and limited evidence on therapeutic aspects.⁹⁻¹³ Microscopically, these tumors are characterized by small, uniform round cells with round nuclei, fine chromatin, and scanty eosinophilic cytoplasm. These tumors are categorized as either Ewing's sarcoma or PNET based on their level of differentiation. Ewing's sarcoma is assigned to tumors that show no evidence of neuroectodermal

differentiation, while PNET is attributed to tumors that display Homer Wright rosettes, which are structures formed by tumor cells arranged in a circular pattern around a central neurite.¹⁴ In our patient, the final diagnosis was immunohistochemical; tumor cells were characterized by the presence of CD99 and Ki-67 and immunoreactivity for synaptophysin, indicating neuroectodermal differentiation. These findings led the pathologist to classify the tumor as a PNET.

PNET develops from early nerve cells. These cells are typically present in the body during embryonic development, but they usually mature into neurons and disappear. However, in rare cases, these cells can develop into a tumor.^{11,12} Spinal cord and cauda equina tumors can be of many different types.

Figure 3:

Intraoperative tumor. A well-delineated, round tumor approximately 3 × 4 cm in diameter is observed. The lesion displays irregular borders and a blackish, granular appearance.



Figure 2:

Postquirurgic anterior posterior and lateral X-rays. Posterior lumbar approach, decompression, posterolateral fixation of L2 to S1.



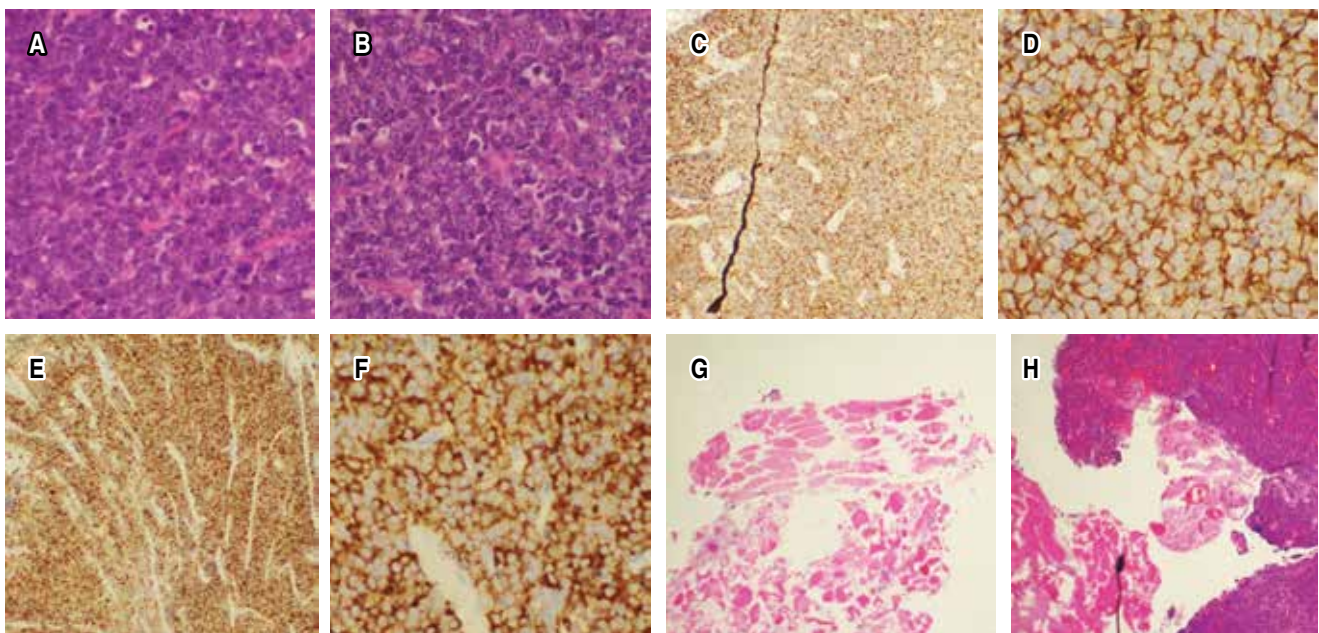


Figure 4: Immunohistochemical results. **A-B)** Histological sections with hematoxylin and eosin identify high-grade neoplasia arranged in a growth pattern of sheets of small, round, blue cells; the features include a nucleus with fine chromatin and scanty cytoplasm, revealing abundant mitosis figures in the neoplasia. **C-D)** The samples express CD99 and Ki-67 at 40%, with a diffuse positive expression, while EMA and GFAP show negative expression. **E-F)** Synaptophysin markers are also presented. **G-H)** Striated muscle and a neoplasm are identified, and arranged in a solid growth pattern. EMA = Epithelial membrane antigen. GFAP = Glial fibrillary acidic protein.

Potential diagnoses for intradural spinal tumors include meningioma, nerve sheath tumors such as schwannoma or neurofibroma, astrocytoma, ependymoma, and metastatic growth.¹²

Since there are no standard treatment guidelines, treatment typically involves a multidisciplinary approach that may include chemotherapy, surgery, radiation therapy, and bone marrow transplants. Some patients might benefit from targeted therapies that focus on the specific genetic characteristics of cancer cells.^{14,15} Radiation therapy, used as part of a multimodal therapeutic approach, has shown satisfactory responses in some cases.¹³⁻¹⁵ However, we believe its use should be individually planned, taking into account the aforementioned clinical factors. Numerous factors determine prognosis and guide the choice of appropriate treatment. These include the age of the patient, the size and location of the tumor, the existence of distant metastases.¹⁶ It also necessitates medium to long-term follow-up to assess treatment response and detect potential side effects.

Nonetheless, the long-term outlook remains unfavorable due to the aggressive nature of these

tumors. On average, survival is around 18 months after diagnosis.⁶

PNET is rare and challenging to treat. Early detection and specialized care are crucial for favorable outcomes. Our patient underwent radiotherapy and recovered well with only minor complications.

CONCLUSIONS

This case report highlights the rarity of intradural peripheral primitive neuroectodermal tumors (PNETs) within the spinal cord. Given the scarcity of similar cases described in both national and international literature, this article provides valuable clinical information on a highly aggressive and rare tumor entity. It underscores the importance of considering PNETs in the differential diagnosis of adolescents presenting with lower extremity weakness and back pain. Moreover, the detailed description of the clinical presentation, radiological findings, surgical treatment, and immunohistochemical results enriches the available literature, particularly in Latin American populations where such documentation remains

limited. Early detection of this neoplasm may allow timely diagnosis and improve therapeutic decision making and patient outcomes.

REFERENCES

1. Qi W, Deng X, Liu T, et al. Comparison of primary spinal central and peripheral primitive neuroectodermal tumors in clinical and imaging characteristics and long-term outcome. *World Neurosurgery*. 2016; 88: 359-369. doi: 10.1016/j.wneu.2015.12.033.
2. Yi X, Zhou M, Liao S, et al. Spinal peripheral primitive neuroectodermal tumors: a radiological analysis of ten cases. *Turk Neurosurg*. 2019; 29: 33-42. doi: 10.5137/1019-5149.JTN.21931-17.2.
3. Engelhard HH, Villano JL, Porter KR, Stewart AK, Barua M, Barker FG, et al. Clinical presentation, histology, and treatment in 430 patients with primary tumors of the spinal cord, spinal meninges, or cauda equina: clinical article. *J Neurosurg Spine*. 2010; 13: 67-77. doi: 10.3171/2010.3.SPINE09430.
4. Meng XT, He SS. Primitive neuroectodermal tumor in the spinal canal: a case report. *Oncol Lett*. 2015; 9: 1934-1936. doi: 10.3892/ol.2015.2907.
5. Secretaría de Salud. Registro de Cáncer en Niños y Adolescentes. Resultados 2019 México: Gobierno de México; 2019 Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/632369/RNCA_2019.pdf
6. Izubuchi Y, Nakajima H, Honjoh K, Imamura Y, Nojima T, Matsumine A. Primary intradural extramedullary Ewing sarcoma: a case report and literature review. *Oncol Lett*. 2020; 20: 2347-2355. doi: 10.3892/ol.2020.11786.
7. Cui S, Zhao H. Primary spinal peripheral primitive neuroectodermal tumour: a report of 3 cases and review of the literature. *Folia Neuropathol*. 2022; 60: 128-136. doi: 10.5114/fn.2022.114065.
8. Da Rin Vidal T, Morello A, Impalà GA, Meyer A, Lanotte MM, Bertero L, et al. Primary intradural extramedullary Ewing sarcoma: review of literature and update for a standard protocol. *JNRP*. 2025; 16: 8-13. doi: 10.25259/JNRP_289_2024.
9. Ebrahimi R, Sohi ASM, Mirsardoo A, Moosavi N, Khonji MS: Primary intradural extramedullary Ewing sarcoma in the lumbar area: a case report. *Radiol Case Rep*. 2022; 17: 4617-4621. doi: 10.1016/j.radcr.2022.09.033.
10. Lu VM, Goyal A, Alvi MA, Kerezoudis P, Haddock MG, Bydon M. Primary intradural Ewing's sarcoma of the spine: a systematic review of the literature. *Clin Neurol Neurosurg*. 2019; 177: 12-19. doi: 10.1016/j.clineuro.2018.12.011.
11. Louis DN, Ohgaki H, Wiestler OD, et al. The 2016 World Health Organization classification of tumors of the central nervous system: a summary. *Acta Neuropathol*. 2016; 131: 803-820. doi: 10.1007/s00401-016-1545-1.
12. Gaspar N, Hawkins DS, Dirksen U, et al. Ewing sarcoma: current management and future approaches through collaboration. *J Clin Oncol*. 2015; 33: 3036-3046. doi: 10.1200/JCO.2014.59.5256.
13. Pu F, Liu J, Zhang Z, Guo T, Shao Z. Primary intradural extramedullary extraosseous Ewing's sarcoma/peripheral primitive neuroectodermal tumor (PIEES/PNET) of the thoracolumbar spine: a case report and literature review. *Open Med (Wars)*. 2021; 16: 1591-1596. doi: 10.1515/med-2021-0377.
14. Cabral GA, Nunes CF, Melo JO Jr, et al. Peripheral primitive neuroectodermal tumor of the cervical spine. *Surg Neurol Int*. 2012; 3: 91. doi: 10.4103/2152-7806.99938.
15. Margol A, Abongwa C, Dhall G. Primary primitive neuroectodermal tumor of the spine with t(11;22): report of 3 cases and review of literature. *J Pediatr Hematol Oncol*. 2021; 43: 983-986. doi: 10.1097/MPH.0000000000002063.
16. Praveen BK, Das S, Gupta M, Joshi D, Panwar H. Primary spinal intradural extramedullary Ewing's sarcoma/peripheral neuroectodermal tumour masquerading clinically as a neurogenic tumour: a case report and review of literature. *Ann Neurosci*. 2023; 30: 251-255. doi: 10.1177/09727531231190979.

Conflict of interests: the authors of this manuscript declare that they have no conflict of interests.



Estimado Comité Editorial:

Sometemos a su consideración el manuscrito original:

Este manuscrito no ha sido publicado anteriormente y no está siendo considerado publicación en ninguna parte. Ninguno de los autores tiene conflicto de intereses respecto a esta publicación o con el material de investigación que se describe. La investigación no recibió apoyo financiero.

La versión final del manuscrito, incluyendo el orden de los autores, ha sido aprobada por todos ellos. Al autor de correspondencia deberá dirigirse la comunicación respecto al manuscrito.

Muchas gracias por considerar este artículo.

Atentamente

Nombre Autor Principal	Firma
Nombre Coautor	Firma
Nombre Coautor	Firma
Nombre Coautor	Firma
Nombre Autor de correspondencia	Firma

Datos autor de correspondencia

Dirección: _____

Teléfono: _____

E-mail: _____





Los autores declaran que para el manuscrito:

No se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Los autores declaran no tener conflicto de intereses respecto a este trabajo.

Atentamente

_____ Nombre Autor Principal	_____ Firma
_____ Nombre Coautor	_____ Firma
_____ Nombre Coautor	_____ Firma
_____ Nombre Coautor	_____ Firma
_____ Nombre Autor de correspondencia	_____ Firma

Datos autor de correspondencia

Dirección: _____

Teléfono: _____

E-mail: _____







XXVI CONGRESO NACIONAL AMCICO

11 A 14 DE SEPTIEMBRE 2026



mail. reservasamcico@registroexpress.com
WA+52 1 55 5430 3719
CDMX y Área Metropolitana: 55 5759 6076
Lada sin costo: 800 841 4911

HOTEL AVA RESORT CANCÚN