

CIRUGÍA DE COLUMNA

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



EDITORIAL

Cirugía de columna
Eulalio Elizalde Martínez

CARTA DEL EDITOR

El valor de la publicación
José María Jiménez Ávila

ARTÍCULOS ORIGINALES

Mejoría clínica y radiográfica en escoliosis de aparición temprana posterior a uso de sistema VEPTR en pacientes pediátricos de la UMAE Hospital de Pediatría CMNO entre el periodo enero 2018 a enero 2022
José de Jesús González Mercado, Daniel Alejandro López Gómez

Comparación de abordaje posterior vs doble abordaje en el tratamiento de la escoliosis degenerativa del adulto
Alejandro Reyes-Sánchez, Claudio Uribe-Alpizar, Juan Carlos Gómez-Ríos, Carla García-Ramos, Barón Zárate-Kalfopulos, José Luis Barragán-Hermosillo, Joab Daniel Olivo-Gómez, Armando Alpizar-Aguirre, Luis Rosales-Olivares, Omar Irving Estévez-García

ARTÍCULOS DE REVISIÓN

Manejo quirúrgico en pacientes adultos con fractura toracolumbar. Revisión sistemática
Alexis Vargas Del Toro, Mario A O'Connor-Córdova, Pía Canal-Zárate

Principios básicos de rayos X en cirugía de columna. Revisión de la literatura.
Equipo Iberoamericano de Investigación SILACO

Pedro Luis Bazán, Marlene Vanessa Salcido Reyna, José María Jiménez Ávila, Paulo Pereira, Roberto Mario Muscia, Máximo Alberto Diez Ulloa, Luis Miguel Duchén Rodríguez, Cristiano Magalhaes Menezes, Andrea Solorio Guerrero, Minerva Gabriela Itriago Gómez, Paulina Muleiro Estévez, Ratko Yurac

Aplicaciones de colágeno en la cirugía de columna
Brenda Karen Aguillon-Estrada, Grecia Andrea Cardoso-Hernández, Beni Camacho-Pérez, Juan Pablo Aguilar-Alemán

Lesión miocárdica e infarto al miocardio perioperatorio en cirugía de columna vertebral y ortopédica compleja
David Trujillo Flores, Omar Marroquín-Herrera, Dafne Muriel Macías Argüelles, Paulo Iván Vargas Ascencio

CASOS CLÍNICOS

Aracnoiditis osificante en columna vertebral. Reporte de caso y revisión de la literatura
Lucía Florencia Piedrafita, Micaela Cinalli, Pedro Luis Bazán

Hernia cervical traumática asociada a mielopatía sin lesión óseo-articular
María Teresa Alvarado, Santiago Andrés Rosales-Camargo, Omar Marroquín-Herrera, Fernando Alvarado Gómez

ARTÍCULO ESPECIAL

Cómo realizar un cartel científico en cirugía de columna
José María Jiménez Ávila, Paulina Muleiro Estévez, Marlene Vanessa Salcido Reyna

Vol. 1, Núm. 1, Enero-Marzo 2023

www.medigraphic.com/cirugiadecolumna





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 2022-2023

Dr. Eulalio Elizalde Martínez
Presidente

Dr. Antonio Canales Nájera
Vicepresidente

Dr. Radamés Ramírez Cano
Secretario

Dr. Gerson Gómez Flores
Tesorero

DIRECTORIO EDITORIAL

Editor Ejecutivo

Eulalio Elizalde Martínez

Editor en Jefe

José María Jiménez Ávila

Comité Editorial

José Antonio Canales Nájera
Gerson Gómez Flores
Radamés Ramírez Cano
Erika Vanessa Tapia Flores
Luis Antonio Saavedra Badillo
Juan Enrique Guzmán Carranza
David Fernando Servín Carmona
Eduardo Callejas Ponce
Gabriel Herrera Zarco
Jesús N. Bernal Márquez
Omar Sánchez García
Óscar Martínez Gutiérrez

Comité Editores Asociados

Adrián García Suárez
Agustín Téllez Duarte
Alfonso García Chávez
Antonio Sosa Nájera
Cristina Velarde Torres
Cristóbal Herrera Palacios
Daniel Rodríguez Moreno
Edgar Enrique Leyva Medellín
Hugo Gutiérrez Patiño
Hugo Vilchis Sámano
Iliana Margarita Gómez Silva
Isidro Flores Cisneros
Jesús Manuel Herrera León
José Carlos Sauri Barraza
José Luis Alcocer Manrique
Mario Armando Caloca Pichardo
Miguel Ángel Andrade Ramos
Noé Santiago Ramírez
Óscar Eduardo Vega Pérez
Otoniel Villarreal Cantú
Patricia González Sánchez
Ramón Ortega Padrón
Raúl Mendoza Díaz
Víctor Paul Miramontes Martínez
Víctor Sandoval Sánchez

Consejo Editorial

Michael Dittmar 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

Comité Editorial Internacional

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

Helton Luiz Aparecido Defino
Editor de la revista Coluna/
Columna (Sao Paulo, Brasil)

Jaime Moyano Aguilar
Cirujano Ortopédico de Columna
Hospital Meteopolitano (Quito, Ecuador)

Jong-Beom Park
Editor de la revista Asian Spine
Journal (Seúl, Corea del Sur)

Osvaldo 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)

Comité de Edición

Marlene Vanessa Salcido Reyna
Paulina Muleiro Estévez



Cirugía de Columna Vol. 1, Nº 1 Enero-Marzo 2023. 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 en trámite. Ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Departamento de Internet, **Graphimedic, S.A. de C.V.**, Ing. Luis Rosales Jiménez. Coquimbo 936. Col. Lindavista, Alcaldía Gustavo A. Madero. C.P. 07300. Ciudad de México, México. Fecha de última modificación 27 de Abril de 2023.



www.medigraphic.com/cirugiadecolumna



Editorial

- 4 Cirugía de columna
Eulalio Elizalde Martínez

Carta del Editor

- 6 El valor de la publicación
José María Jiménez Ávila

Artículos originales

- 8 Mejoría clínica y radiográfica en escoliosis de aparición temprana posterior a uso de sistema VEPTR en pacientes pediátricos de la UMAE Hospital de Pediatría CMNO entre el periodo enero 2018 a enero 2022
José de Jesús González Mercado, Daniel Alejandro López Gómez
- 13 Comparación de abordaje posterior vs doble abordaje en el tratamiento de la escoliosis degenerativa del adulto
Alejandro Reyes-Sánchez, Claudio Uribe-Alpizar, Juan Carlos Gómez-Ríos, Carla García-Ramos, Barón Zárate-Kalfopulos, José Luis Barragán-Hermosillo, Joab Daniel Olivo-Gómez, Armando Alpizar-Aguirre, Luis Rosales-Olivares, Omar Irving Estévez-García

Artículos de revisión

- 24 Manejo quirúrgico en pacientes adultos con fractura toracolumbar. Revisión sistemática
Alexis Vargas Del Toro, Mario A O'Connor-Córdova, Pía Canal-Zárate
- 32 Principios básicos de rayos X en cirugía de columna. Revisión de la literatura. Equipo Ibero-latinoamericano de Investigación SILACO
Pedro Luis Bazán, Marlene Vanessa Salcido Reyna, José María Jiménez Ávila, Paulo Pereira, Roberto Mario Muscia, Máximo Alberto Diez Ulloa, Luis Miguel Duchén Rodríguez, Cristiano Magalhaes Menezes, Andrea Solorio Guerrero, Minerva Gabriela Itriago Gómez, Paulina Muleiro Estévez, Ratko Yurac
- 38 Aplicaciones de colágeno en la cirugía de columna
Brenda Karen Aguillon-Estrada, Grecia Andrea Cardoso-Hernández, Beni Camacho-Pérez, Juan Pablo Aguilar-Alemán
- 42 Lesión miocárdica e infarto al miocardio perioperatorio en cirugía de columna vertebral y ortopédica compleja
David Trujillo Flores, Omar Marroquín-Herrera, Dafne Muriel Macías Argüelles, Paulo Iván Vargas Ascencio

Casos clínicos

- 53 Aracnoiditis osificante en columna vertebral. Reporte de caso y revisión de la literatura
Lucía Florencia Piedrafita, Micaela Cinalli, Pedro Luis Bazán
- 56 Hernia cervical traumática asociada a mielopatía sin lesión óseo-articular
María Teresa Alvarado, Santiago Andrés Rosales-Camargo, Omar Marroquín-Herrera, Fernando Alvarado Gómez

Artículo especial

- 59 Cómo realizar un cartel científico en cirugía de columna
José María Jiménez Ávila, Paulina Muleiro Estévez, Marlene Vanessa Salcido Reyna



Editorial

- 4 Column surgery
Eulalio Elizalde Martínez

Letter from the Editor

- 6 Publication value
José María Jiménez Ávila

Original articles

- 8 Clinical and radiographical improvement in scoliosis of early appearance after use of the system VEPTR in pediatric patients at the UMAE Hospital of Pediatrics CMNO between the period January 2018 to January 2022
José de Jesús González Mercado, Daniel Alejandro López Gómez
- 13 Comparison of posterior vs double approach in the treatment of adult degenerative scoliosis
Alejandro Reyes-Sánchez, Claudio Uribe-Alpizar, Juan Carlos Gómez-Ríos, Carla García-Ramos, Barón Zárate-Kalfopulos, José Luis Barragán-Hermosillo, Joab Daniel Olivo-Gómez, Armando Alpizar-Aguirre, Luis Rosales-Olivares, Omar Irving Estévez-García

Review

- 24 Surgical management in adult patients with thoracolumbar fracture. Systematic review
Alexis Vargas Del Toro, Mario A O'Connor-Córdova, Pía Canal-Zárate
- 32 Basic principles of X-ray in spine surgery. Literature review.
SILACO Ibero-Latin American Research Team
Pedro Luis Bazán, Marlene Vanessa Salcido Reyna, José María Jiménez Ávila, Paulo Pereira, Roberto Mario Muscia, Máximo Alberto Díez Ulloa, Luis Miguel Duchén Rodríguez, Cristiano Magalhaes Menezes, Andrea Solorio Guerrero, Minerva Gabriela Itriago Gómez, Paulina Muleiro Estévez, Ratko Yurac
- 38 Application of collagen on spinal surgery
Brenda Karen Aguillon-Estrada, Grecia Andrea Cardoso-Hernández, Beni Camacho-Pérez, Juan Pablo Aguilar-Alemán
- 42 Myocardial injury and perioperative myocardial infarction in spine surgery and complex orthopedic surgery
David Trujillo Flores, Omar Marroquín-Herrera, Dafne Muriel Macías Argüelles, Paulo Iván Vargas Ascencio

Clinical cases

- 53 Arachnoiditis Ossificans in the spine. Case report and literature review
Lucia Florencia Piedrafita, Micaela Cinalli, Pedro Luis Bazán
- 56 Traumatic cervical hernia associated with myelopathy without bone-joint injury
María Teresa Alvarado, Santiago Andrés Rosales-Camargo, Omar Marroquín-Herrera, Fernando Alvarado Gómez

Special article

- 59 How to make a scientific poster in spinal surgery
José María Jiménez Ávila, Paulina Muleiro Estévez, Marlene Vanessa Salcido Reyna



Cirugía de columna

Column surgery

Eulalio Elizalde Martínez*

doi: 10.35366/111046

¿Por qué Europa? Se pregunta Yuval Noah Harari, refiriéndose al florecimiento europeo durante los siglos XVIII y XIX. ¿Por qué Europa? Y más adelante se contesta, fundamentando su respuesta en una serie de acontecimientos mundiales durante la época, emanados de las prácticas imperialistas del continente e invariablemente acompañados de las ideas de conquista de riqueza y territorio, sin olvidar, por supuesto, su interés por los conocimientos derivados de los nuevos territorios conquistados, entre los que destacan las observaciones que generaron las bases para la cura del escorbuto de James Lind y la teoría de la evolución de las especies de Charles Darwin, entre otros. Culmina su argumentación con una respuesta contundente: gracias a “*la historia de amor entre el imperialismo europeo y la ciencia moderna*” y a la disposición, tanto de los ejércitos conquistadores, como de los grupos de científicos, para admitir su ignorancia, aceptando con honestidad “*no sé qué es lo que hay allá fuera*” y asumiendo el valor para salir a investigarlo.

De esta idea se desprenden diversos puntos de reflexión, tres fundamentales desde nuestra perspectiva: la importancia de la concientización sobre nuestra ignorancia y nuestra necesidad de conocimiento y desarrollo, la importancia del trabajo en equipo y la gran fortaleza de la simbiosis entre conocimiento y desarrollo; pero lo verdaderamente contundente es nuestra concientización de que sin ciencia no hay progreso.

Nuestra Asociación, una organización académica ya de un cuarto de siglo, ha demostrado una gran capacidad para fomentar y construir el conocimiento científico, para el trabajo en equipo y para la sana hermandad entre su membresía. Con ello, ha logrado colocarse entre las sociedades mundiales de columna más destacadas, lo que, para gloria de nuestro gremio, se ha visto reflejado en los numerosos trabajos libres y ponencias de gran valor académico y científico que año con año se presentan en congresos propios y relacionados con la especialidad, así como en las publicaciones nacionales e internacionales con nivel de impacto que se derivan.

En esta etapa de desarrollo de nuestra Asociación, propiciado por la contribución de cada una de las diversas administraciones y las aportaciones de sus múltiples agremiados, cuenta con las condiciones para proponer un medio de difusión propio que no sólo favorezca la divulgación de los trabajos científicos que se desarrollan internamente, sino que permita fungir como un órgano de difusión

* Editor ejecutivo. Presidente de la Asociación Mexicana de Cirujanos de Columna A.C.

Correspondencia:
Eulalio Elizalde Martínez
E-mail: doctorelizalde@gmail.com

Citar como: Elizalde ME. Cirugía de columna. Cir Columna. 2023; 1 (1): 4-5. <https://dx.doi.org/10.35366/111046>



para sociedades hermanas que deseen fortalecerse con sus participaciones y la visión de incursionar en el mercado científico internacional. Es en este clima de orgullo y satisfacción que nos complace presentar el primer volumen del órgano de difusión de la Asociación Mexicana de Cirujanos de Columna: la revista *Cirugía de Columna*.

Esto no significa que nos embriague la idea romántica de una transformación global a través de nuestras intervenciones académicas y científicas, pero

sí que imprima en nuestra conciencia la relevancia de la generación de conocimiento y nuestra obligación de divulgarlo, que algún impacto habrá de tener en beneficio de nuestros pacientes y en el desarrollo de nuestro país; conscientes de que, como diría Julia Abigail Fletcher Carney *“pequeñas gotas de agua, pequeños granos de arena, hacen un poderoso océano y la tierra agradable. Así que los pequeños momentos, por humildes que sean, hacen las poderosas edades de la eternidad”*.

www.medigraphic.org.mx



Enero-Marzo 2023
Vol. 1, núm. 1 / pp. 6-7

El valor de la publicación

Publication value

José María Jiménez Ávila*

doi: 10.35366/111047

*En ciencia el reconocimiento se concede al hombre que
convence al mundo, no a aquel a quien se le ocurre la idea.*
William Osler

En la actualidad el acceso a la información parece ilimitado; sin embargo, cuando deseamos información adecuada, fiable y de calidad científica podemos enfrentarnos a una gran carencia, sólo encontramos cerca de 70% de las publicaciones científicas en bibliotecas internacionales como PubMed y Elsevier; no obstante, cuando se realiza una revisión sistemática, Cochrane recomienda buscar toda la información, incluso fuentes de tesis e incluir idiomas alternativos al inglés, también remarca que toda la información científica es valiosa de alguna manera, debido a esto no se debe discriminar simplemente por el lugar del que procede. Al hacer una búsqueda en PubMed sobre artículos con las palabras clave “cirugía de columna” encontramos que desde 1824 a la fecha se han publicado 137,611 artículos y menos de 1% son artículos elaborados en México.

Existen barreras para el desarrollo científico, desde la falta de recursos económicos hasta otras más complejas como la falta de interés.

Crear ciencia es tan fácil como hablar de nuestra experiencia, lo difícil es hacerlo en apego al método científico, con disciplina y honestidad, respetando las evaluaciones externas y sometiendo el manuscrito a una evaluación, primero del comité de ética, después de nuestro asesor, tutor o coautor y posteriormente por un comité de revisión por pares, pero el obstáculo más grande lo encontramos después, al querer encontrar una revista que publique nuestro manuscrito y el lector puede pensar “revistas hay muchas”; sin embargo, es difícil encontrar aquella que se adapte a nuestras necesidades, por ejemplo, puede suceder que deseemos publicar un caso clínico en la revista más popular, pero tomará poco menos de un minuto leer las *Instrucciones del autor* y tal vez encontrar que no publican casos clínicos; también puede pasar que deseemos hacer una revisión sistemática o un metaanálisis para enviar a Cochrane, pero debemos tener claro que sólo se publican revisiones realizadas por ellos mismos; o bien si buscamos una revista en nuestro idioma natal, posiblemente ésta no sea de alta especialidad y las que encontremos probablemente sean pocas, lo que provocará que estén saturadas y que nuestro artículo tarde en publicarse un año o más.

* Clínica de Columna,
Centro Médico Nacional de
Occidente, Instituto Mexicano
del Seguro Social. México.
Instituto Tecnológico y de
Estudios Superiores de
Monterrey, Campus Guadalajara.
Guadalajara, Jalisco, México.

Correspondencia:
José María Jiménez Ávila
E-mail: josemajimenez@gmail.com
/ josemajimenez@tec.mx

Citar como: Jiménez ÁJM. El valor de la publicación. Cir Columna. 2023; 1 (1): 6-7.
<https://dx.doi.org/10.35366/111047>



Esta iniciativa para impulsar el desarrollo médico y científico a través de la publicación de artículos es una herramienta de trascendental importancia, que llegará a impactar los buscadores y las bibliotecas, con lo que se permitirá a México apoderarse del lugar que debe tener en el desarrollo de la ciencia y la divulgación científica.

La investigación tiene un objetivo y una razón fundamental que es, en este caso, mejorar los problemas que aquejan a la ciencia en México y en toda Latinoamérica, a través del análisis riguroso, por lo que es relevante incrementar la intensidad de la investigación clínica, la cual genera impacto a corto y mediano plazo mediante el desarrollo de la innovación, pues contribuye a cerrar brechas y solucionar problemas.

Se necesita desarrollar habilidades especiales como organización, con el fin de apoyar a los centros de formación de médicos especialistas, para que tomen conciencia de que el resultado de las investigaciones permitirá evidenciar científicamente nuestra experiencia y con ello tener argumentos para transformar el tipo de atención médica que se ofrece.

Al investigar, compartimos información y agregamos conocimiento a un campo de la ciencia, esto nos hace ser personas más informadas, es importante re-

calcar que los médicos que investigan tienen un mejor desempeño con sus pacientes y su entorno, además, algo relevante es que las revistas científicas permiten reflejar el funcionamiento de las instituciones de salud.

El cirujano de columna cuenta con una serie de conocimientos y habilidades que le permiten tomar decisiones al momento de realizar un procedimiento quirúrgico, basado en la evidencia, con un uso consciente, explícito y juicioso de la mejor evidencia científica disponible, para tomar decisiones sobre sus pacientes y que se sustentará en su experiencia clínica individual, en los valores éticos y en las expectativas del paciente. Una vez obtenido el resultado del procedimiento se adquiere conocimiento que es importante no dejar en el olvido o en las memorias de los computadores, sino por el contrario integrar un manuscrito que permita compartir todo el tiempo y todo el entusiasmo que se tiene al hacer un procedimiento quirúrgico.

Esta revista inicia como un espacio en la difusión del conocimiento que pueda fortalecer la actividad académica y el desarrollo profesional, donde cirujanos de columna a nivel nacional e internacional nos compartirán su conocimiento, mismo que servirá de sustento para la creación y estructuración de nuevas ideas que transformarán la visión de la cirugía desde la perspectiva de la medicina basada en evidencias.

www.medigraphic.org.mx



Enero-Marzo 2023
Vol. 1, núm. 1 / pp. 8-12

Recibido: 02 de Abril de 2023
Aceptado: 12 de Abril de 2023

doi: 10.35366/111048

Mejoría clínica y radiográfica en escoliosis de aparición temprana posterior a uso de sistema VEPTR en pacientes pediátricos de la UMAE Hospital de Pediatría CMNO entre el periodo enero 2018 a enero 2022

Clinical and radiographical improvement in scoliosis of early appearance after use of the system VEPTR in pediatric patients at the UMAE Hospital of Pediatrics CMNO between the period January 2018 to January 2022

José de Jesús González Mercado,* Daniel Alejandro López Gómez[†]

Palabras clave:
escoliosis de aparición temprana, escoliosis, pediatría ortopédica, sistema VEPTR.

Keywords:
early-onset scoliosis, scoliosis, orthopedic pediatrics, VEPTR system.

RESUMEN

Introducción: la escoliosis de aparición temprana es una enfermedad que debe ser tratada de manera diferente de la escoliosis del adolescente, ya que sus características le dan una evolución diferente y una posibilidad de tratamiento distinta. La comprensión de estos tratamientos por parte del ortopedista debe ser prioritaria, esto nos abre el mundo a posibilidades más amplias de pronóstico para algunos casos. Uno de los mejores sistemas de tratamiento en la actualidad es el sistema VEPTR, el cual también es llamado sistema de grapas expandible, mismo que ha demostrado disminuir el riesgo de la complicación más mortal de esta enfermedad, que es el síndrome de compresión torácica, y ayuda a disminuir el rango de curva facilitando el tratamiento al crecer. **Objetivo:** este sistema debe ser evaluado en nuestra población para tener una evaluación real de los pacientes. **Material y métodos:** se evalúan 17 pacientes con diagnóstico de escoliosis de aparición temprana que cumplen los criterios de inclusión. Se evalúa edad, sexo, comórbidos, clasificación de acuerdo a la C-EOS, complicaciones, cantidad de cirugías realizadas, índice de Cobb de acuerdo a evolución con tratamiento, complicaciones y mejoría clínica según VEF1/CVF y patrones respiratorios. **Resultados:** las edades de los pacientes varían entre tres y 13 años, 12 pacientes tienen entre tres y 7.4 años, tres pacientes tienen de 7.5 a 11.4 años y dos pacientes más de 11.5 años. La principal etiología son las escoliosis neuromusculares y la principal patología fue la neurofibrosis. La disminución promedio de curva fue de 21° a las cinco cirugías de expansión. **Conclusión:** el sistema VEPTR parece ser un buen tratamiento para disminuir el riesgo de síndrome de compresión torácica.

ABSTRACT

Introduction: early-onset scoliosis is a disease that should be treated differently from adolescent scoliosis, since its characteristics give it a different evolution and a different possibility of treatment,

* Adscrito del CMNO.
[†] Residente de cuarto año del CMNO.
<https://orcid.org/0000-0002-6882-7296>

Centro Médico Nacional de Occidente (CMNO). México.

Correspondencia:
Dr. José de Jesús González Mercado
E-mail: dr.jesusgonzalez26@gmail.com

Citar como: González MJJ, López GDA. Mejoría clínica y radiográfica en escoliosis de aparición temprana posterior a uso de sistema VEPTR en pacientes pediátricos de la UMAE Hospital de Pediatría CMNO entre el periodo enero 2018 a enero 2022. Cir Columna. 2023; 1 (1): 8-12. <https://dx.doi.org/10.35366/111048>



the understanding of these treatments by the orthopedist It must be a priority, this opens the world to broader prognosis possibilities for some cases; one of the best treatment systems today is the VEPTR system, which is also called the expandable staple system, which has been shown to decrease the risk of the deadliest complication of this disease, which is chest compression syndrome, and helping to decrease the range of the curve, facilitating treatment as it grows. **Objective:** this system must be evaluated in our population to have a real evaluation of our patients. **Material and methods:** 17 patients with a diagnosis of early-onset scoliosis who meet the inclusion criteria were evaluated, being evaluated in terms of age, sex, comorbidities, classification according to the C-EOS, complications, number of surgeries performed, cob index. according to evolution with treatment, complications and clinical improvement according to FEV1/FVC and respiratory patterns. **Results:** the ages of the patients vary between three to thirteen years, twelve patients are between 3 to 7.4 years, three patients are from 7.5 to 11.4 years and two patients are older than 11.5 years. The main etiology is neuromuscular scoliosis and the main pathology was neurofibrosis. The average curve decrease was 21° degrees after the five expansion surgeries. **Conclusion:** the VEPTR system seems to be a good treatment to reduce the risk of chest compression syndrome.

Abreviaturas:

C-EOS = escoliosis de aparición temprana
 CMNO = Centro Médico Nacional de Occidente
 CVF = capacidad vital forzada
 EVC = enfermedad vascular cerebral
 UMAE = Unidad Médica de Alta Especialidad
 VEF1 = volumen espiratorio forzado en un segundo

INTRODUCCIÓN

La escoliosis se define como una curvatura anormal de la columna en el plano coronal. La historia de la patología de la columna data de algunas de las primeras civilizaciones como Egipto. A lo largo de la historia se han venido modificando los manejos tanto conservadores como quirúrgicos para la escoliosis;¹⁻³ se le ha clasificado y estudiado cada vez de mejor manera con el paso del tiempo y así se ha llegado a tratamientos distintos según su clasificación.⁴⁻⁶ La escoliosis de aparición temprana es una enfermedad que debe ser tratada de manera diferente de la escoliosis del adolescente,⁷ ya que sus características le dan una evolución distinta y otras posibilidades de tratamiento debido a la repercusión pulmonar que se da en la evolución natural de este tipo de escoliosis.⁸⁻¹⁰ Desde finales del siglo XX e inicios del XXI la cirugía de columna para escoliosis de aparición temprana se basa en sistemas de elongación y no de fusión,¹⁰⁻¹¹ con crecimiento guiado con sistemas como el VEPTR, enfocándose en el desarrollo de la curvatura y en el estado pulmonar/ventilatorio de los pacientes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se trata de un estudio descriptivo y retrospectivo donde se incluyen pacientes diagnosticados con

escoliosis de aparición temprana de enero de 2018 a enero de 2022 en el Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional de Occidente. Se excluyen pacientes mayores de 12 años de edad, escoliosis que no son catalogadas como de aparición temprana, pacientes con tratamiento aparte del sistema VEPTR o aquéllos que no concluyeron tratamiento. Tomamos como criterio de eliminación a pacientes que fallecieron. Se calcula una muestra de 17 pacientes que cumplen estos criterios, son evaluados en edad, sexo, comórbidos, clasificación de acuerdo a la *Classification for Early-Onset Scoliosis* (C-EOS),^{12,13} complicaciones, cantidad de cirugías realizadas, índice de Cobb de acuerdo a evolución con tratamiento, complicaciones y mejoría clínica según el volumen espiratorio forzado en un segundo y la capacidad vital forzada (VEF1/CVF) y patrones respiratorios (*Tabla 1*). Además, se realizó un análisis descriptivo en el que se evaluaron frecuencias absolutas y relativas para variables cualitativas, promedio y desviación estándar para las variables cuantitativas.

Tabla 1: Clasificación C-EOS de escoliosis de aparición temprana.

Etiología	Ángulo de Cobb (curva mayor)	Cifosis total máxima	Modificador de progresión (opcional) (años)
Congénita/estructural	1: $\leq 20^\circ$	(-) $\leq 20^\circ$	P0: $< 10^\circ$
Neuromuscular	2: 21-50°	N: 21-50°	P1: 10-20°
Sindrómica	3: 51-90°	(+): $> 50^\circ$	P2: $> 20^\circ$
Idiopática	4: $> 90^\circ$		

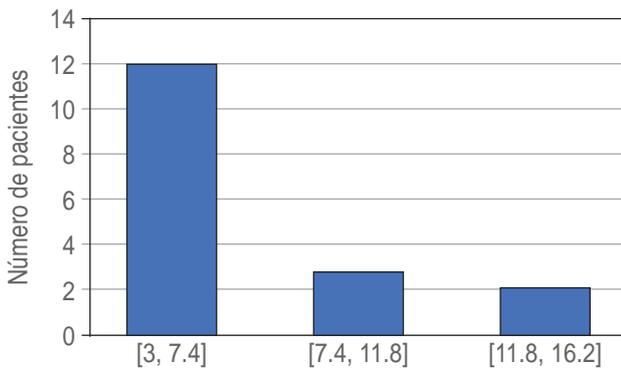


Figura 1: Distribución de pacientes por edad.

Tabla 2: Distribución de comórbidos por pacientes.

Pacientes	Comórbidos
2	TDAH
1	Hernia diafragmática
1	Malformación anorrectal
1	Teratología
1	Hipoacusia
1	EVC isquémico
1	Enfermedades atópicas
1	Estrabismo
1	PEVAC bilateral
1	Enfermedades autoinmunes
1	Hipotiroidismo

TDAH = trastorno por déficit de atención e hiperactividad.
EVC = enfermedad vascular cerebral. PEVAC = pie equino varo.

RESULTADOS

Se evalúan 1,242 expedientes de casos, de los cuales 17 cumplen criterios de inclusión, que son tomados para realizar este protocolo. Las edades de los pacientes varían entre tres y 13 años, con una media de 6.1, una moda de 4 y una mediana de 5 (Figura 1). La etiología de la escoliosis se divide de la siguiente manera: la neuromuscular es la primera causa con seis pacientes (35.2%), luego sindrómico y congénita con cuatro pacientes cada una (23.5%) y en tercer lugar idiopática con tres pacientes (17.6%). Las patologías de base se dividen en siete diferentes causas; neurofibromatosis con cinco pacientes (29.4%), hemivértebra con cuatro pacientes (23.5%), idiopática con tres pacientes (17.6%), mixta (hemivértebra + síndrome) con dos pacientes (11.7%), Ehlers Danlos, parálisis cerebral infantil y alteraciones cromosómicas con un

paciente cada uno (5.8%). En cuanto a la clasificación C-EOS, encontramos una distribución donde los pacientes con etiologías neuromusculares se dividen en dos pacientes con M3NP2 (11.7%), dos pacientes con M3-P0 (11.7%), un paciente con M3NP0 (5.8%) y un paciente con M2NP0 (5.8%). En la congénita observamos que una subdivisión de la congénita es de tres pacientes con C3NP1 (17.6%) y un paciente con C4NP2 (5.8%). En el caso de la idiopática dos pacientes están clasificados como I3-P0 (11.7%) y un caso con I3NP2 (5.8%). En la etiología sindrómica encontramos dos pacientes con clasificación S3NP1 (11.7%), un paciente con S3NP0 (5.8%) y un paciente con S4NP2 (5.8%). Dentro de las comorbilidades existe una amplia pauta de éstas, por lo que se describirán en la Tabla 2. La cantidad de cirugías

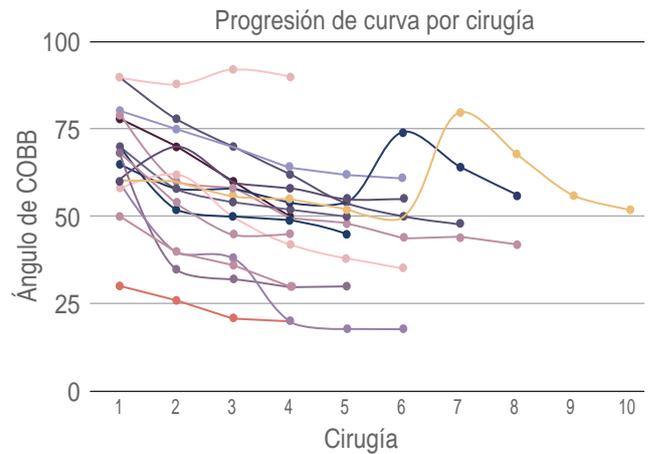


Figura 2: Progresión de la curva de escoliosis por cada cirugía por paciente.

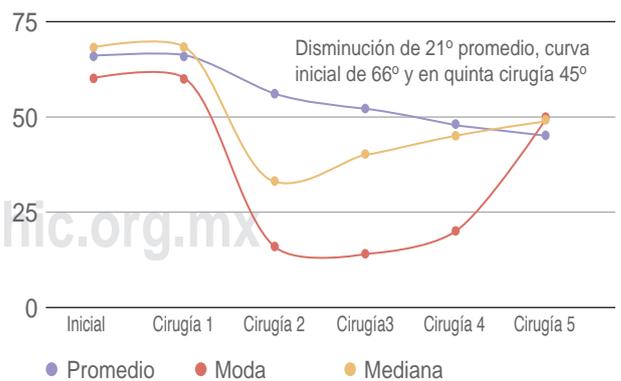
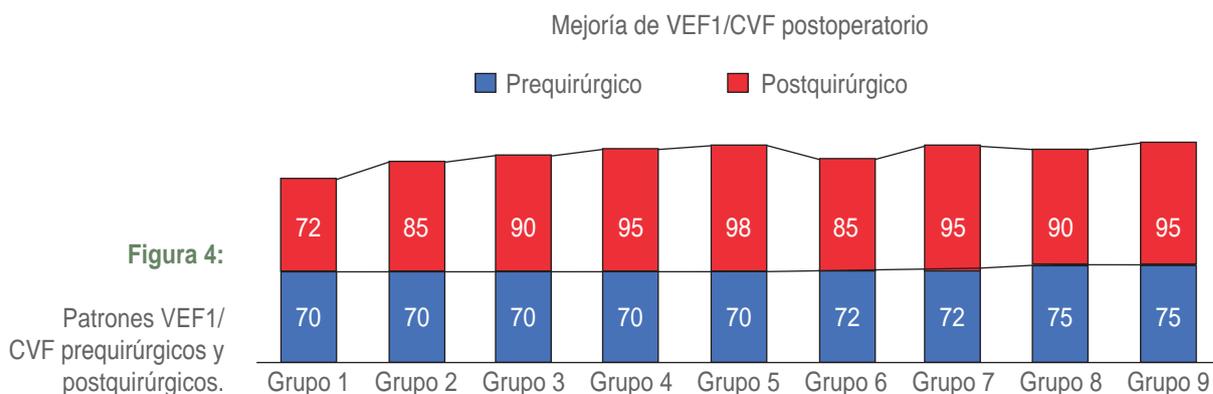


Figura 3: Progresión de la curva de escoliosis por cada cirugía en grupo.



realizadas varían de cuatro a 10, con un promedio de cinco cirugías, una moda de 4 y una mediana de 5. Por esto se decide que se expresará la mejoría de cada paciente (*Figura 2*) y se tomarán las primeras cinco cirugías de todos los casos que lo tengan para promediar la mejoría de los pacientes como conjunto (*Figura 3*). Análisis estadístico: promedio de ángulo de Cobb inicial versus quinta cirugía, t de Student pareada = 2.9, valor de $p = 0.99$. Estadísticamente no significativo, probable al azar, el patrón respiratorio previo al uso del VEPTR se distribuye con 15 pacientes con patrón respiratorio restrictivo (88.2%) y dos pacientes con patrón mixto (11.7%); en cuanto a la VEF1/CVF evaluada tenemos nueve pacientes con 70% (52.9%), tres pacientes con 72% (17.6%) y cinco pacientes con 75% (29.4%) (promedio = 72, moda = 70 y mediana = 70). Los patrones respiratorios posteriores al uso de VEPTR tienen una distribución de 14 pacientes con patrón respiratorio normal (76.4%), dos con patrón restrictivo (17.6%) y mixto un paciente con (5.8%). En cuanto a la VEF1/CVF, tenemos una distribución de seis pacientes con 98 (35.2%), cuatro con 95% (23.5%), tres pacientes con 90% (17.6%), un paciente con 88% (5.8%), dos pacientes con 85% (11.7%) y un paciente con 72% (5.8%). Se realiza un comparativo de la VEF1/CVF prequirúrgica y postquirúrgica agrupadas en nueve diferentes grupos que son repetitivos en los pacientes (*Figura 4*), observamos a su vez una mejoría en cuanto al promedio de la VEF1/CVF preoperatoria 72% y postoperatoria de 92%. En cuanto a complicaciones, ocho pacientes no presentan ninguna, nueve tienen complicaciones, tres muestran desanclaje (17.6%), tres tienen infecciones relacionadas a cirugía (17.6%), dos pacientes presentan fractura (11.7%) y sólo un paciente muestra ulceración en región de colocación (5.8%).

DISCUSIÓN

Con los resultados arrojados en esta investigación podemos concluir que el uso del sistema VEPTR es beneficioso en la mayoría de los casos, ya que la clínica respiratoria de la mayoría de los pacientes mejoró de manera importante y el promedio es de tendencia a la mejoría. Asimismo, se observa una tendencia gráfica a la mejoría en ángulo de Cobb que nos mide la curvatura de la escoliosis. Las complicaciones descritas en este estudio son un punto a tomarse en cuenta y a valorarse con el prequirúrgico y algo que debe considerarse tanto el médico tratante como el familiar. El uso del sistema VEPTR es un excelente método para la escoliosis de aparición temprana, ya que incluso a pesar de las complicaciones se observa mejoría en los parámetros a medir. Sin embargo, este estudio tiene la limitante de ser descriptivo y retrospectivo, además de contar con una población de estudio pequeña y no controlada, sin comparación con un grupo de control, por lo cual a la relación descrita tanto radiográfica como ventilatoria y clínica no se le puede dar un peso tan específico. A su vez, no se encontró una significancia estadística entre la mejoría que se observa en la curvatura y ángulo de Cobb, con una p de 0.99. Este estudio y sus resultados es un preámbulo a futuros estudios prospectivos longitudinales con mayor control de las variables.

CONCLUSIONES

La escoliosis de aparición temprana es una enfermedad de difícil abordaje para el cirujano de columna, actualmente la clasificación que mejor puede usarse es la C-EOS que permite dar un tratamiento y pronóstico. El tratamiento mediante sistema VEPTR parece demostrar mejoría clínica relevante al evaluar

el VEF1/CVF para patrones respiratorios, es una opción con buena respuesta para poca invasión, además de escasas complicaciones, por lo tanto es importante iniciar nuevas investigaciones con sistemas del mismo principio mecánico, pero con menor invasión.

REFERENCIAS

1. Álvarez GQLI, Núñez GA. Escoliosis idiopática. *Pediatr Aten Primaria*. 2011; 13: 135-146. Disponible en: <https://pap.es/articulo/11420/escoliosis-idiopatica>
2. Dewald RL, Ray RD. Skeletal traction for the treatment of severe scoliosis. The University of Illinois halo-hoop apparatus. *J Bone Joint Surg Am*. 1970; 52: 233-238.
3. Nickel VL, Perry J, Garrett A, Heppenstall M. The halo. A spinal skeletal traction fixation device. *J Bone Joint Surg Am*. 1968; 50: 1400-1409. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/5677293/>
4. Asher MA, Burton DC. Reflection: Paul Randall Harrington (1911-1980). *J Bone Joint Surg Am*. 2011; 93 (24): e151. Available in: https://www.jbjs.org/reader.php?id=200896&rsuite_id=1132262&native=1&source=The_Journal_of_Bone_and_Joint_Surgery/93/24/e151/abstract&topics=pd%2bDOI:10.2106/JBJS.K.01150
5. Climent JM, Bagó J, Rodríguez-Ruiz C, Sánchez-Raya J, Mulet S, Cholbi F. Nueva estrategia para mejorar la medida de la calidad de vida en la escoliosis idiopática: adición de la dimensión de deformidad percibida al cuestionario de la Scoliosis Research Society (SRS-22). *Rehabil*. 2011; 45: 228-232.
6. Álvarez-Martínez MM, Rosales-Morales E, Valcarce-León JA. Manejo de la escoliosis de inicio temprano. *Medigraphic.com*. [Citado 2023 Enero 5]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/ortope/or-2011/or113k.pdf>
7. Pantoja TS, Chamorro LM. Escoliosis en niños y adolescentes. *Rev Médica Clín Las Condes*. 2015; 26: 99-108. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864015000164>
8. James JI, Lloyd-Roberts GC, Pilcher MF. Infantile structural scoliosis. *J Bone Joint Surg Br*. 1959; 41-B: 719-735. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/13853092/>
9. Ponseti IV, Friedman B. Prognosis in idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am*. 1950; 32A: 381-395. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15412180/>
10. Ponseti IV, Friedman B. Changes in the scoliotic spine after fusion. *J Bone Joint Surg Am*. 1950; 32A: 751-766. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14784484/>
11. Asher M. Letter to the editor: Harrington and scoliosis. *J Neurosurg Spine*. 2013; 18: 534-535. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23432324/>
12. Park HY, Matsumoto H, Feinberg N, Roye DP, Kanj WW, Betz RR, et al. The classification for early-onset scoliosis (C-EOS) correlates with the speed of vertical expandable prosthetic titanium rib (VEPTR) proximal anchor failure. *J Pediatr Orthop*. 2017; 37: 381-386.
13. Ramírez N, Rivera-Rosario L, Restrepo RL, Cuneo A, Fernández CA, Marrero-Ortiz P. Escoliosis desarrollo temprano. Curso de instrucción. *Rev Colomb Ortop Traumatol*. 2020; 34: 167-176. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revistacolombiana-ortopedia-traumatologia-380-articulo-escoliosisdesarrollo-temprano-curso-instruccion-S0120884520300651>

Conflicto de intereses: el equipo de trabajo no tiene conflicto de intereses.

Financiamiento: esta investigación no fue patrocinada por ninguna empresa o institución.



January-March 2023
Vol. 1, no. 1 / pp. 13-23

Received: April 19, 2023
Accepted: April 20, 2023

doi: 10.35366/111049

Comparison of posterior vs double approach in the treatment of adult degenerative scoliosis

Comparación de abordaje posterior vs doble abordaje en el tratamiento de la escoliosis degenerativa del adulto

Alejandro Reyes-Sánchez,* Claudio Uribe-Alpizar,† Juan Carlos Gómez-Ríos,‡
Carla García-Ramos,§ Barón Zárate-Kalfopulos,§ José Luis Barragán-Hermosillo,‡
Joab Daniel Olivo-Gómez,‡ Armando Alpizar-Aguirre,§
Luis Rosales-Olivares,§ Omar Irving Estévez-García§

Keywords:
degenerative scoliosis, double
lumbar approach, posterior
lumbar approach.

Palabras clave:
escoliosis degenerativa,
doble abordaje lumbar,
abordaje lumbar posterior.

ABSTRACT

Introduction: the prevalence of adult degenerative scoliosis increases with age and can appear in a previously aligned column. Its prevalence is from 2 to 32% in people over 50 years of age. **Material and methods:** prospective, longitudinal, comparative controlled study with two-year follow-up, in adult degenerative scoliosis, divided into two groups group 1 treated with posterior approach and group 2 treated with double approach. 43 patients with an average age of 63.2 years, 30 women (69.76%), with curves with magnitude from 10 to 42°. 35 were subjected to a posterior approach, while 8 were treated with a double approach (ALPA + posterior). **Results:** the Roland-Morris scale in group 1 was 13.17 (0-22), and at 2 years 9.75 (0-22) for group 2 with a preoperative mean of 14.71 (8-20) and 7.28 (0-14) at 2 years. No statistical significance between groups ($p = 0.356$). The Oswestry in preoperative group 2 patients was 49.71 (26-74); 2 years in 21.85 (2-44). For group 1 in 54.27 (18-82), and 35.51 (2-82) in 2 years. Pelvic parameters have no difference and only correction of scoliosis and sagittal balance was better in the double-approach group. **Conclusions:** the ALPA + posterior approaches, compared to only the posterior approach, have an advantage in reducing the magnitude of scoliosis and restoring sagittal balance. In terms of quality of life and perception of pain, both approaches show to be equally effective.

RESUMEN

Introducción: la prevalencia de escoliosis degenerativa del adulto aumenta con la edad y puede aparecer en una columna previamente alineada. Su prevalencia es de 2 a 32% en mayores de 50 años. **Material y métodos:** estudio prospectivo, longitudinal, comparativo controlado con seguimiento a dos años, en escoliosis degenerativa del adulto y dividido en dos grupos, en el grupo 1 los tratados con abordaje posterior y en el grupo 2 los tratados con doble abordaje. Cuarenta y tres pacientes con una edad promedio de 63.2 años, 30 mujeres (69.76%) tenían curvas con magnitud de 10 a 42°. Treinta y cinco fueron sometidos a un abordaje posterior, mientras ocho fueron tratados con un doble abordaje (ALPA + posterior). **Resultados:** la escala de Roland-Morris, en el grupo 1 fue de 13.17 (0-22), y a los dos años de 9.75 (0-22) para el grupo 2 con media en preoperatorio de 14.71 (8-20) y de 7.28 (0-14) a los dos años. Sin significancia estadística entre los grupos ($p = 0.356$). El

* División Cirugía de Columna.

† Residencia en Ortopedia y Traumatología.

§ Servicio de Cirugía de Columna.

Instituto Nacional de Rehabilitación (INR) de la Secretaría de Salud (SS).

Correspondence:

Alejandro Reyes-Sánchez, MD.

E-mail: alereyes@inr.gob.mx

alereyes@vertebrae.com.mx

How to cite: Reyes-Sánchez A, Uribe-Alpizar C, Gómez-Ríos JC, García-Ramos C, Zárate-Kalfopulos B, Barragán-Hermosillo JL, et al. Comparison of posterior vs double approach in the treatment of adult degenerative scoliosis. Cir Columna. 2023; 1 (1): 13-23. <https://dx.doi.org/10.35366/111049>



Oswestry en los pacientes del grupo 2 preoperatorio fue de 49.71 (26-74); dos años en 21.85 (2-44). Para el grupo 1 en 54.27 (18-82), y de 35.51 (2-82) en dos años. En los parámetros pélvicos no hay diferencia y sólo la corrección de escoliosis y balance sagital fue mejor en el grupo de doble abordaje.

Conclusiones: *los abordajes ALPA + posterior, en comparación con sólo abordaje posterior, presentan una ventaja al disminuir la magnitud de la escoliosis y restaurar el balance sagital. En cuanto a la calidad de vida y la percepción del dolor, ambos abordajes muestran ser igualmente efectivos.*

INTRODUCTION

An increase in the adult population is currently occurring worldwide. World literature has identified that the prevalence of scoliosis increases with age and that curvatures may appear in a previously aligned spine,¹⁻³ unlike idiopathic scoliosis in young people, it presents with pain and disability in adults.⁴

Currently, a prevalence in the population of 2 to 32% is reported in those over 50 years of age and up to 60% in those over 60 years of age.^{5,6} Given that its main symptom is pain, this condition has an impact on the quality of life of those who suffer it, limiting their personal and work activities, becoming disabling. It is most frequently observed in adult patients of productive age, progressing with disability.⁷

Previous studies have shown that scoliotic curvature correction is over 70% with a double approach vs 44% with a posterior approach.⁸ Controversy exists regarding lordosis, complications, pseudoarthrosis and complication rate.⁹⁻¹⁵

This research proposes to carry out a comparative study between the clinical, radiological and functional results of two surgical techniques and their variants, as well as to establish if there is correspondence between the radiographic changes and the clinical situation of the patient.

The number of studies comparing the posterior approach with a dual approach for management of adult degenerative scoliosis is minimal. When searching with the search terms: "surgery" + "treatment" + "degenerative scoliosis" + "double approach" search in PubMed, Google Scholar, Ovid, Cochrane we obtained a total of 11 references,¹⁶⁻²⁷ however, when we searched the Mexican literature, we did not find any reference to the subject. Therefore, we conclude that there is no precedent where the results of double surgical treatment in patients with this disease are analyzed in our country.

With the hypothesis that the dual approach (ALPA *Anterio-Lateral-Transpsoas-Approach*²² + posterior) has better radiographic, clinical and functional results than a posterior approach in the treatment of adult degenerative scoliosis. This study was done to compare

the clinical, radiographic and functional results between patients who underwent double approach vs. patients who underwent posterior approach in the treatment of adult degenerative scoliosis. The specific objectives were to describe the distribution and demographic profile of patients with adult degenerative scoliosis managed in the spine surgery service of our institution, to establish the functional status and pain perception in the two groups of patients before, after and two years after surgery. Using the SF-36, Roland-Morris scales, the Oswestry disability index and the Visual Analog Scale, analyze the measurements of pelvic parameters preoperatively, postoperatively and at the end of follow-up in both groups, compare the correction values of scoliosis and lordosis deformity in the two groups of patients, and contrast the immediate and mediate transoperative and postoperative complications of the patients in both groups.

MATERIAL AND METHODS

It is a prospective study, longitudinal and deliberate intervention, controlled comparative, by direct assignment unblinded before-and-after panel study with two-year follow-up.

In patients with a diagnosis of adult degenerative scoliosis, with ICD 10 diagnosis of scoliosis, degenerative scoliosis and adult degenerative scoliosis (the database was obtained from the INR technological development department), who were treated by conservative management for three months, and subsequently in the INR spine surgery service, by surgical management, posterior approach and double approach, with BMI less than 30, without immune diseases.

The included patients were assigned treatment according to the algorithm shown in *Figure 1*.

The posterior approach consisted of positioning the patient in a prone position, incising the skin in the midline. The posterior bony elements (spinous processes, laminae, pedicles and transverse processes) are dissected subperiosteally at the levels to be treated. Once exposed, decompression of the roots, osteotomies, transforaminal intersomatic fixation

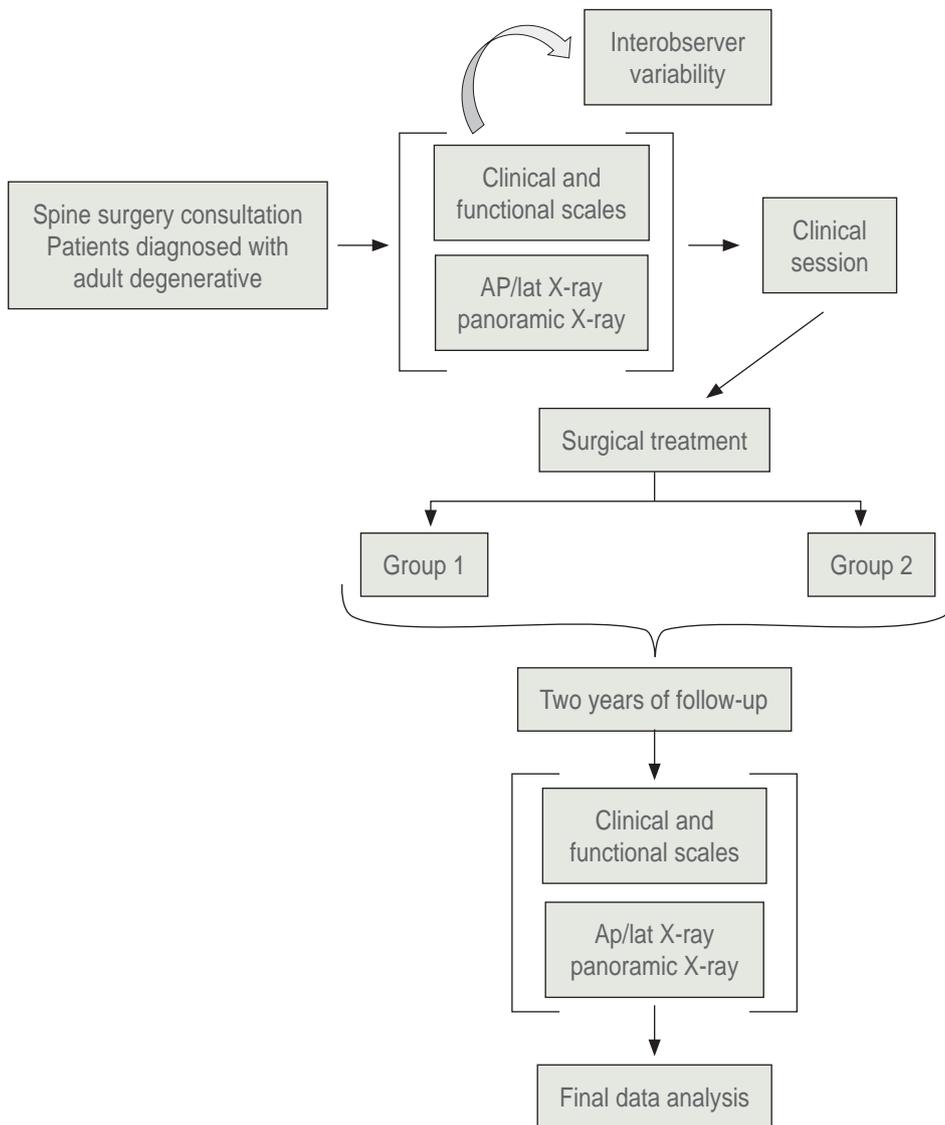


Figure 1:

The process of patient selection through the clinical session is shown. Description of intervention maneuvers and analysis of results.

for recovery of the space between the vertebral bodies and/or posterior fixation with transpedicular screws and rods can be performed, depending on the objective to be achieved with the surgery. Finally, a drain is placed and the fascia, subcutaneous cellular tissue and skin are sutured.

To perform the combined ALPA (Antero Lateral transPsoas Approach) plus posterior approach, the patient is placed in right lateral decubitus. A lateral oblique approach is performed. Below the skin and abdominal fascia are the external and internal oblique muscles and the transverse abdominis muscle, which are bluntly dissected. The transverse fascia is the deepest layer before reaching the

retroperitoneum. Digital dissection is performed through this space until the psoas is visualized. The contents of the abdomen and retroperitoneum are protected with an abdominal retractor. The psoas is incised and under fluoroscopic control the disc to be treated is marked with a needle. The psoas is dissected and access is gained through it. Lateral resection of the annulus fibrosus is performed and partial discectomy is performed, the inferior platform of the superior vertebra and the superior platform of the inferior vertebra are prepared using dilators, shavers, curettes and gouges. The contralateral annulus fibrosus is released with a Cobb elevator, avoiding reaching the contralateral psoas.

Subsequently, boxes are placed in the intersomatic spaces where balance is to be restored. The muscles, fascia and skin are sutured. After this, either in the same surgical time or in a second intervention, a posterior approach is performed, as previously described for decompression and fixation of the treated levels.

Clinical and demographic data are described with summary measures, (mean and median) for quantitative data and dispersion (standard deviation, maxima and minima).

Table 1: Demographic variables in both surgical approaches.

	Demographic parameters		p
	Posterior approach N = 35	Double approach N = 8	
Gender	Female 25: Male 10	Female 5: Male 3	0.291
Age	64.4 (46-75)	62 (43-78.0)	0.551
BMI	25.98 (28-30)	27.7 (26-29.4)	0.101

BMI = body mass index.

The kappa coefficient was used to measure interobserver agreement.

The normality of the data was analyzed with the Shapiro-Wilk test. Kruskal-Wallis was applied to compare quantitative variables between groups. Pearson's χ^2 test was used to compare qualitative variables.

The SPSS V21 statistical package was used and a significant difference was considered with an $\alpha = 0.05$.

Sixty-four patients with adult degenerative scoliosis, operated from 1995 to 2015, by 4 different surgeons were analyzed. However, 5 patients died, 15 refused to participate in the research, 1 patient presented idiopathic scoliosis. Therefore, 43 patients met the inclusion criteria, 30 women (69.76%) and 13 men (30.23%), with an age of 43-78 years (mean 63.2 years) and with curves with magnitude from 10 to 42°, (mean 22.45°). 35 underwent a posterior approach, while 8 were treated with a double approach (ALPA + posterior), the groups being homogeneous ($p = 0.291$). The posterior approach group was composed of 25 women and 10 men, while the combined approach group was composed of 5 women and 3 men. The mean age was 64.4 years (46-75) and 62.0 years (43-78) for the posterior and combined approach,

Table 2: Comparison between clinical parameters referring to VAS and clinical scales in the preoperative, postoperative and 2-year follow-up periods.

	Posterior approach	Double approach	p
Preoperative clinical parameters			
VAS (spine)	7.62 (1-10)	7.42 (1-10)	0.782
VAS (leg)	6.55 (1-10)	6.28 (1-10)	0.823
PSC	19.41 (13.8-28.7)	22.7 (17.8-31.3)	0.063
SF-36 MCS	40.56 (25.9-52.2)	41.25 (30.1-50.9)	0.810
RM	13.47 (0-22)	14.71 (8-20)	0.585
ODI	54.27 (18-82)	49.71 (26-74)	0.516
Postoperative clinical parameters			
VAS (spine)	2.34 (0-9)	1 (0-3)	0.118
VAS (leg)	2.72 (0-7)	2.28 (0-7)	0.613
Clinical parameters two years after surgery			
VAS (spine)	3.37 (0-9)	2.85 (0-6)	0.591
VAS (leg)	3.44 (0-8)	2.71 (0-7)	0.495
PSC	31.08 (17.2-47.0)	37.25 (26-52.3)	0.120
SF-36 MCS	45.13 (22.1-69.8)	54.98 (42.5-65.4)	0.050
RM	9.75 (0-22)	7.28 (0-14)	0.585
ODI	35.51 (2-82)	21.85 (2-44)	0.516

VAS = visual analogue scale. PSC = physical component summary. RM = Roland-Morris disability questionnaire. ODI = Oswestry disability scale.

Table 3: Comparison between radiographic parameters at preoperative, postoperative and 2- year follow-up.

	Posterior approach	Double approach	p
Preoperative radiographic parameters			
Cobb	21.48 (10-42)	23.42 (10-36)	0.635
PI	48.58 (25-74)	49.42 (32-65)	0.870
PT	20.03 (5-44)	21.28 (11-37)	0.759
SS	29.44 (3-52)	37.71 (15-72)	0.179
LL	43.2 (10-74)	46.14 (28-71)	0.696
Postoperative radiographic parameters			
Cobb	13.27 (2-42)	9.28 (2-20)	0.317
PI	49.82 (23-79)	48.71 (35-59)	0.862
PT	23.06 (1-46)	18.71 (11-28)	0.241
SS	27.68 (3-49)	37.28 (17-57)	0.840
LL	39 (5-69)	43 (28-61)	0.531
Clinical parameters two years after surgery			
Cobb	14.86 (0-46)	10.71 (2-19)	0.329
PI	51.51 (30-86)	50 (40-60)	0.793
PT	23 (2-46)	19.14 (9-34)	0.373
SS	29.34 (7-49)	37.71 (15-64)	0.102
LL	40.2 (31.8-52.3)	44.71 (15-63)	0.543

PI = pelvic incidence. PT = pelvic tilt. SS = sacral slope. LL = lumbar lordosis.

respectively ($p = 0.551$). The mean body mass index in the first group was 25.98 (18-30), in the second group 27.7 (26-29.4) ($p = 0.101$) (Table 1).

RESULTS

It was found that the mean preoperative low back pain, measured according to VAS, in the group treated with a single approach was 7.62 (1-10), while the pain in the extremities was 6.55 (1-10). Postoperatively, low back pain for this group decreased to 2.34 (0-9) and at 2 years it was 3.37 (0-9), while pain in the extremities decreased postoperatively to 2.72 (0-7) and at 2 years it was 3.44 (0-8). In the double approach group, the mean preoperative pain was 7.42 (6-8) and 6.28 (2-9) for low back pain and radicular pain, respectively. Postoperatively the VAS for low back pain decreased to 1.0 (0-3) and at 2 years was 2.85 (0-6), while the VAS reported for radicular pain postoperatively was 2.28 (0-7) and at 2 years was 2.71 (0-7). The difference in terms of improvement in low back pain and radicular pain, between the two groups, postoperatively and at 2 years, was not statistically significant. ($p = 0.118$, $p = 0.613$), ($p = 0.591$, $p = 0.495$).

Regarding the Roland-Morris low back pain scale, the mean preoperative value for the group treated with posterior approach was 13.17 (0-22), and at 2 years postoperatively it was 9.75 (0-22). In the group treated with double approach this was 14.71 (8-20) preoperatively and 7.28 (0-14) at 2 years. At 2 years after surgery there was no statistical significance between the groups ($p = 0.356$).

The mean Oswestry Disability Index in patients treated with a single approach was 54.27 (18-82), decreasing to 35.51 (2-82) at 2 years post-surgery. In those treated with a double approach the preoperative ODI was 49.71 (26-74); 2 years after surgery it was reported at 21.85 (2-44). The improvement in ODI was not statistically significant ($p = 0.074$).

Taking into consideration the SF-36 questionnaire, the items of physical and mental health (PCS and MCS) were analyzed separately. In the group treated with a single approach, the mean preoperative PCS and MCS were 19.41 (13.8-28.7) and 40.56 (25.9-52.2) respectively. At 2 years a slight increase in their values was found, 31.08 (17.2-47) for PCS and 45.13 (22.1-69.8) for MCS. On the other hand, in the dual approach group, preoperative PCS and MCS mean values were 22.7 (17.8-31.3) and 41.25(30.1-50.9).

Table 4: Comparison between surgical parameters and hospitalization time.

	Surgical parameters		p
	Posterior approach	Double approach	
Anesthetic time	4:42 (2:00-9:00)	6:37 (3:45-9:50)	0.023
Surgical time	4:03 (1:35-7:50)	5:33 (2:50-9:20)	0.068
Bleed	732 (100-3,900)	964 (450-2,020)	0.445
Hospital stay	3.07 (2-6)	3.0 (2-5)	0.875

In the following 2 years their values were 37.25 (26-52.3) and 54.98 (42.5-65.4), respectively. There was no significant difference between the two approaches if we refer to the PCS ($p = 0.120$); however, it is found that there is statistical significance in the postoperative MCS between the two groups ($p = 0.050$) (Table 2).

We found the preoperative curve magnitude in patients who underwent posterior approach to average 21.48° (10-42), which decreased postoperatively to 13.27° (2-42), and at 2 years remained at 14.86° (0-46). Meanwhile, in patients treated with ALPA + posterior, the average magnitude of the curve was 23.42° (10-36), which improved to 9.28° (2-20) and slightly increased at 2 years to 10.71° (2-19). The improvement in curve magnitude was not significant postoperatively ($p = 0.317$), nor at 2-year follow-up ($p = 0.329$), between groups.

In the individuals in whom the posterior approach was performed, the average preoperative lumbar lordosis was 43.2° (10-74). Postoperatively it was 39.00° (5-69), and at 2 years of follow-up 40.2° (0-79). In those who underwent the double approach, the mean preoperative lumbar lordosis was 46.14° (28-71), while postoperatively and at 2 years after surgery it was 43.0° (28-61) and 44.71° (15-63), respectively. There was no statistical significance in the correction of lumbar lordosis between the two approaches postoperatively ($p = 0.531$), or at 2 years postoperatively ($p = 0.543$).

Analyzing the pelvic parameters in both groups (Table 3), posterior and ALPA + posterior; we found that the pelvic incidence in the first group had an average of 48.58° (25-74) preoperatively, remained at 49.82° (23-79) postoperatively and increased at 2 years after surgery to 51.51° (30-86). In the second

group the preoperative average was 49.42° (32-65), 48.71° (35-59) and at 2 years it was 50.0° (40-60). The pelvic angle in the first group had a mean of 20.03° (5-44) preoperatively, after surgery it was 23.06° (1-46), remaining at 2 years at 23.0° (2-46). In the combined approach the preoperative mean in this parameter was 21.28° (11-37), after surgery it was 18.71° (11-28) and during the 2-year follow-up it was 19.14° (9-34). Finally, the sacral slope before surgery, for the first group, was on average 29.44° (3-52), postoperatively 27.68° (3-49) and 2 years after surgery 29.34° (7-49). Meanwhile, in the second group the preoperative sacral slope averaged 37.7° (15-72), postoperatively 37.28° (17-57), and 37.71° (15-64) in the subsequent 2 years. There was no evidence of significance between PI ($p = 0.862$ and $p = 0.793$), PT ($p = 0.241$ and $p = 0.373$), or SS ($p = 0.084$ and $p = 0.102$) postoperatively or at 2-year follow-up, among patients treated with the different approaches.

The average time in which the posterior approach was performed was 4:03 hours (1:35-7:50). Compared to the time used for ALPA + posterior, which was 5:33 hours (2:50-9:20), we observed that there is a difference between the two, however, it is not statistically significant ($p = 0.068$).

The anesthetic time in the single approach group averaged 4:42 hours (2:00-9:00). In contrast, in the combined approach group it was 6:37 hours (3:45-9:50), the statistical difference being significant ($p = 0.023$).

The mean bleeding rate of patients who underwent a single approach was 732 ml (100-3,900); whereas in patients treated with a double approach it was 964 ml (450-2020) ($p = 0.445$).

Table 5: Summary of complications between the two study groups.

	Complications		Total
	Posterior approach n (%)	Double approach n (%)	
Surgical site			
Infection	3 (8.5)	–	3 (6.9)
Dura laceration	8 (22.8)	1 (12.5)	9 (20.9)
CSF fistula	1 (2.8)	–	1 (2.3)
Transfusion	15 (42.8)	7 (87.5)	22 (51.1)
Radicular pain	8 (22.8)	1 (12.5)	9 (20.9)
Paresthesias	8 (22.8)	1 (12.5)	9 (20.9)

CSF = cerebrospinal fluid.

3.07 days (2-6) was the average hospital stay for those treated with a single approach, an item that did not differ from the group treated with a double approach, whose hospital stay was 3.0 days (2-5) ($p = 0.871$) (Table 4).

In the isolated posterior approach group there were 8 patients with lacerations of the dura mater (22.8%), which were repaired on the spot. One of the patients in this group developed a cerebrospinal fluid fistula (2.8%), which required reoperation to close the defect in the dura. 15 patients had excessive bleeding requiring transfusion (42.8%). 3 patients (8.5%) suffered an infection in the area of the instrumentation, so the fixation material had to be removed, one of them during the first month after surgery, so it was managed with a bandage for 1 year until consolidation was achieved. In one of the patients who was treated with a posterior approach, the procedure was performed in 2 surgical times, with a space of 5 months between one and the other. This was due to a layer hemorrhage during the first surgical time. The patient was transfused, discharged and rescheduled for a second surgical time, in order to complete the instrumentation. 8 patients (22.8%) suffered radicular pain and numbness of the extremities.

In contrast, in the group treated with a double approach, one patient presented a laceration of the dura mater (12.5%), which was repaired at the time. Seven patients (87.5%) presented excessive bleeding and required transfusion. There were no reports of infections among the dual approach group. One patient (12.5%) continued with radicular pain and numbness of the extremities (Table 5).

DISCUSSION

The mean age of presentation of degenerative scoliosis in our population is 63.2 ± 9.6 years and the gender distribution is 69.7% in women and 30.23% in men. This is similar to that described by Anwar et al²⁸ who reported an age of 63.25 ± 15.3 years and that 70.3% were women, and Pérennou et al,² who reported a mean age of 62.1 ± 12 years and that 72% were female, with a female-to-male ratio of 2/1.

The perception of preoperative low back pain using VAS was 7.62 ± 1.76 , decreasing to 2.34 ± 2.1 postoperatively and 3.37 ± 2.27 at 2 years in the patients treated with a posterior approach and was 7.42 ± 0.78 in the group treated with a combined approach, decreasing to 1 ± 1.29 postoperatively and 2.85 ± 2.84 at 2 years. In his study, Tormenti²⁵ documented

a preoperative VAS of 9.5 and postoperative VAS of 4 in patients treated with a posterior approach versus 8.8 in preoperative VAS and 3.5 in postoperative VAS in the double approach, without finding a significant difference between the two groups, which is similar to our results. Something similar was found by Hsieh et al,¹⁶ in a retrospective study with 110 patients, making a comparison between a posterior approach (54 patients) and a double approach (ALIF + posterior) (56 patients, 18 at one time and 38 at two surgical times). They established a mean preoperative VAS in the posterior approach of 9.0 and 2.32 years after surgery; in the dual approach the mean preoperative VAS was 8.2, decreasing to 2.1 at 2 years of follow-up. There was no statistical significance preoperatively ($p = 0.54$) or postoperatively ($p = 0.23$).

Regarding the perception of lower extremity pain we found that preoperatively the VAS was 6.55 ± 2.82 , 2.72 ± 1.88 postoperatively and 2.63 ± 2.01 at 2 years in patients treated with posterior approach, while in those treated with a combined approach it was 6.28 ± 2.69 preoperatively, 2.28 ± 2.62 postoperatively and 2.71 ± 2.56 at 2 years. In the study performed by Hsieh et al¹⁶ a mean preoperative VAS in the posterior approach was found to be 6.5. Two years after surgery the VAS was 0.5. In the combined approach the mean preoperative VAS was 5.5, improving to 0.9 at the end of follow-up. As in our study, there was no statistical significance between groups pre and postoperatively ($p = 0.45$ and $p = 0.22$, respectively). We found patients in whom lumbar pain was present without reporting any type of pain in the lower extremities, so we agree with what has been described in terms of degenerative scoliosis is not accompanied by stenosis in all cases.⁹

Using the Roland-Morris scale for low back pain perception we found that in patients treated with a posterior approach preoperatively the score was 13.47 ± 7.06 and at 2 years 9.75 ± 6.24 , while in patients treated with a combined approach it was 14.71 ± 4.07 preoperatively and 7.28 ± 6.42 . We did not find any report on the use of the Roland-Morris scale comparing the posterior approach vs. the double approach; however, Faldini²⁹ conducted a retrospective study, where he analyzed 81 patients with degenerative scoliosis, with an average age of 61 years (range 44-73) undergoing a posterior approach and compared the results of a short fusion (< 3 levels) (57 patients) vs a long fusion (≥ 4 levels) (24 patients), and finds in these patients a score on this preoperative scale of 15 points (range 12-19) in the short fusion group and 16

points (range 13-21) in patients undergoing long fusion, decreasing to 4 points (range 2-5) in both groups, at the last follow-up (2-5 years postoperatively); which exceeds that reported for our two groups.

The Oswestry Disability Scale (ODI) in patients treated with a posterior approach was 54.27 ± 16.65 and 35.51 ± 18.23 preoperatively and at 2 years, respectively, with a difference of 18.76 between the two figures. In the combined approach group, it was 49.71 ± 15.8 preoperatively and 22.42 ± 15.25 at 2 years, with a difference of 27.29. Similar to this, Hsieh et al¹⁶ reported in his study a preoperative ODI in the posterior approach group of 29.1, with improvement to 6.2 at 2-year follow-up, with a difference of 22.9. The ODI in the double approach was 28.8, at 2 years after surgery it was 6.4, with a difference of 22.4. There was no significant difference in the ODI between groups. Our study differs from that reported by Good and Lenke,³⁰ who in a retrospective study compared 24 patients treated with posterior approach versus 24 patients treated with double approach (anterior + posterior) and with a follow-up at 2 years. In this study, the pre-surgical ODI in patients who underwent the posterior approach was 32.4, decreasing to 19.7 at 2 years, with a difference in the mean of 13.7 ($p = 0.002$). On the other hand, in patients who underwent double approach we found a pre-surgical ODI of 33.7, which at 2 years was 21.1, with a change of 12.5 ($p = 0.017$). The comparison between one treatment and the other was not significant preoperatively ($p = 0.80$) or postoperatively ($p = 0.70$). It is worth mentioning that in this study the treated patients did not have degenerative scoliosis “*de novo*”, they were patients with idiopathic scoliosis, kyphoscoliosis and congenital scoliosis, which progressed in adulthood.

In our patients, we found that the SF-36 in the physical health item preoperatively and at 2 years in the postoperative approach group was 19.41 ± 3.91 and 31.08 ± 9.19 respectively, in patients with a combined approach it was 22.7 ± 4.67 before surgery and at 2 years 37.25 ± 9.18 . Regarding mental health, we found that in the posterior approach prior to surgery it was 40.56 ± 6.6 and at 2 years it was 45.13 ± 12.12 . In the combined approach we reported that prior to surgery it was 41.25 ± 7.25 and at 2 years it was 54.98 ± 7.84 . We found no studies reporting SF-36 in comparison between approaches. Zimmerman et al³¹ performed a prospective study with 35 patients, older than 40 years, with adult degenerative scoliosis, treated surgically and with a minimum follow-up of 2 years, without previous surgeries. They did not make the comparison between

approaches, but involved patients treated with only posterior approach (16 patients), anterior + posterior on the same day (5 patients), anterior + posterior in 2 stages (14 patients). They evaluated clinical outcomes using the SF-36 preoperatively and postoperatively, reporting mean preoperative PCS of 53.1 ± 22.8 and postoperative PCS of 75.6 ± 27.1 , with a mean improvement of 20.6 ± 16.7 . The mean preoperative MCS was 75.4 ± 19.7 and the postoperative MCS was 81.3 ± 23.8 , with a mean increase of 3.1 ± 9.1 , which is not comparable with our results.

The magnitude of the curve in the group treated with the posterior approach was $21.48 \pm 9.6^\circ$, with a correction at 2 years to $14.86 \pm 10.52^\circ$, giving a mean correction of 37.89% with this approach, while in the group treated with the combined approach the magnitude of the curve was $23.42 \pm 9.8^\circ$, with a correction at the end of follow-up to $10.71 \pm 6.7^\circ$, with a mean correction of 51.47%. This correction is below that mentioned by Tormenti,²⁵ who reports a curvature correction in patients treated with a combined approach from a mean of 38.5° to a mean of 10° , with a mean percentage correction of 70.2%, and in patients treated with a posterior approach reports a curve correction from a mean of 19° preoperatively to 11° postoperatively, with a mean percentage correction of 44.7%. Our results do not compare with those of Hsieh et al,¹⁶ who documented a curve correction of 38.5° to 21.4° (44%) in patients treated with a posterior approach and a correction of 48.3° to 9.3° (78%) in patients with a double approach, with no significant preoperative difference ($p = 0.48$), but with significant postoperative difference ($p = 0.02$) between both groups. Similarly, they contrast with the results of Pateder,²⁶ who reports a scoliotic curve correction of 54% (mean 47.2° preoperatively to 25.5° postoperatively) with a posterior approach versus 46% (mean 54.9° preoperatively to 25.7° postoperatively) with a combined anterior + posterior approach. Good and Lenke³⁰ report a mean scoliotic curvature in patients with thoracolumbar/lumbar curvature of 58° and 60° , in 2 groups treated with a posterior and a combined approach, achieving a correction of 55 and 43%, respectively, which was significant in their study ($p = 0.03$). Khan²⁷ in a study of 14 patients treated with a double approach reports a correction of the curve with a mean of 46° preoperatively to 6° at the end of follow-up, but does not make a comparison with other approaches.

Lumbar lordosis and pelvic parameters were generally not affected by treatment in either group.

LL in the posterior approach treated group was 43.2 ± 17.95 preoperatively and at 2 years was 40.20 ± 17.84 , while in the dual approach group preoperatively was 46.14 ± 16.25 and post 2 years it was 44.71 ± 15.37 . Tormenti²⁶ reports something similar, finding no changes in lumbar lordosis between patients submitted to a posterior approach and a double approach (LL $47.3 \pm 28.7^\circ$ pre and post $40.4 \pm 2.8^\circ$, in the combined approach vs $30 \pm 10.5^\circ$ pre and post $37.7 \pm 3.5^\circ$, in the posterior approach), thus preserving the LL and its hypo- or hyper lordotic curves. The results of Hsieh¹⁶ record an LL correction of 6° to 15.8° in the posterior approach group and 3.1° to 35.7° in the double approach group, which leads us to believe that most or all patients have hypo- or hyperlordotic spines. The magnitude of correction is statistically significant between groups ($p = 0.009$). Pateder²⁶ reports a correction of lumbar lordosis in patients undergoing a posterior approach of 10.2° (27° pre to 37.2° post) and 8.5° (25.4° pre to 33.9° post) in the combined approach, which turns out not to be significant. In his study, Khan²⁷ reports an increase in lumbar lordosis in patients treated with a double approach, with a mean of 35° preoperatively and a mean of 55° at the end of follow-up (mean 21 months postoperative).

No studies were found where the pre and postoperative pelvic parameters were analyzed in comparisons of the results of surgical approaches in the treatment of adult scoliosis.

Surgical times averaged $4:03 \pm 1:43$ hours and the time from induction of anesthesia to patient recovery inside the operating room was $4:42 \pm 1:45$ hours for the posterior approach, versus $5:33 \pm 2:28$ hours of surgical time and $6:37 \pm 2:29$ hours of anesthetic time for the double approach.

Reported bleeding was 732.75 ± 748.60 ml for the posterior approach and 964.28 ± 505.36 ml for the combined approach.

Hospital stay for the posterior approach was 3 ± 0.99 days versus 3 ± 1 days for the dual approach.

The results of other studies,^{32,33} in this aspect are twice as long as ours, for example Good and Lenke³⁰ reported that the surgical time was 11.6 hours for the double approach group, while it was 6.9 hours for the posterior approach group, which was significant ($p < 0.0001$). Estimated bleeding was 1,330 ml for the first group, versus 980 ml for the second group, also being statistically significant ($p = 0.04$). Hospital stay was 11.9 and 8.3 days for the combined and posterior

approaches, respectively ($p = 0.03$). Hsieh et al¹⁶ documented that the mean operative times were 172.5 minutes for ALIF and 262.5 minutes for posterior instrumentation in the dual approach group, compared to 350.5 minutes for the posterior approach group. The mean estimated bleeding was 250 ml in the ALIF and 1,650 ml in the posterior instrumentation in the double approach group. In the posterior approach the mean was 3,250 ml. Hospital stay was 16 days and 10 days for the combined and posterior approach, respectively. Although it is not within the objectives of our study to analyze the number of instrumented levels, we can establish that the difference in surgical times, bleeding and days of hospital stay is due to the extent of the instrumentations.

Complications in the surgical treatment of scoliosis are reported to be 20-40%.^{6,19} In our study no major systemic complications such as myocardial infarction, ileus, pneumonia, deep vein thrombosis, pulmonary thromboembolism, urinary tract infections, mesenteric artery syndrome or blindness were found. No surgical site infection was reported in patients treated with double approach. The percentage of dura tears was 12.5%. The percentage of patients with persistent radicular pain was 12.5%, which is similar to the 12% reported by Ailon T,³⁴ 12.5% by Tormenti²⁵ and 10.7% by Hsieh.¹⁶ Among the complications in patients treated only with the posterior approach, 3 surgical site infections were found (8.5%), which is above the infection rate reported by Smith et al,³⁵ the rate is 3.5%; Tambe,¹⁰ who refers that the rate ranges from 3 to 5%¹¹ and Bradford,¹⁴ who argues that it ranges from 1 to 8%.

The dura mater tears in this group were 22.8%, in agreement with the literature.⁴

CONCLUSIONS

The ALPA + posterior approaches, compared to the posterior approach alone, have an advantage in reducing the magnitude of scoliosis and restoring sagittal balance.

In terms of quality of life and pain perception, both approaches were shown to be equally effective.

It was observed that the hospitalization time in the two approaches is similar.

The limitations of this study are that the sample of patients treated with a dual approach is small.

In addition, the number of levels involved in instrumentation is not taken into account in the analysis.

REFERENCES

1. Robin GC, Span Y, Steinberg R, Makin M, Menczel J. Scoliosis in the elderly: a follow-up study. *Spine*. 1982; 7: 355-359.
2. Pérennou D, Marcelli C, Herisson C, Simon L. Adult lumbar scoliosis. Epidemiologic aspects in a low-back pain population. *Spine*. 1994; 19: 1231-128.
3. Li G, Passias P, Kozanek M, Fu E, Wang S, Xia Q, et al. Adult scoliosis in patients over 65 years of age. *Spine*. 2009; 34: 2165-2170.
4. Smith JS, Shaffrey CI, Berven S, Glassman S, Hamill C, Horton W, et al. Operative versus nonoperative treatment of leg pain in adults with scoliosis. a retrospective review of a prospective multicenter database with two-year follow-up. *Spine*. 2009; 34: 1693-1698.
5. Youssef JA, Orndorff DO, Patty CA, Scott MA, Price HL, Hamlin LF, et al. Current status of adult spinal deformity. *Global Spine J*. 2013; 3: 51-62.
6. Kotwal S, Pumberger M, Hughes A, Girardi F. Degenerative scoliosis: a review. *HSS J*. 2011; 7: 257-264.
7. Ploumis A, Transfeldt EE, Denis F. Degenerative lumbar scoliosis associated with spinal stenosis. *Spine J*. 2007; 7: 428-436.
8. Kuklo TR. Principles for selecting fusion levels in adult spinal deformity with particular attention to lumbar curves and double major curves. *Spine*. 2006; 31: 132-138.
9. Le Huec JC, Cogniet A, Mazas S, Faundez A. Lumbar scoliosis associated with spinal stenosis in idiopathic and degenerative cases. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2016; 26: 705-712.
10. Tambe AD. Adult degenerative scoliosis. *Orthop Trauma*. 2011; 25: 413-424.
11. Aebi M. The adult scoliosis. *Eur Spine J*. 2005; 14: 925-948.
12. Silva FE, Lenke LG. Adult degenerative scoliosis: evaluation and management. *Neurosurg Focus*. 2010; 28: 1-10.
13. Dakwar E, Cardona RF, Smith DA, Uribe JS. Early outcomes and safety of the minimally invasive, lateral retroperitoneal transpoas approach for adult degenerative scoliosis. *Neurosurg Focus*. 2010; 28: E8
14. Bradford DS, Tay BK, Hu SS. Adult scoliosis: surgical indications, operative management, complications, and outcomes. *Spine*. 1999; 24: 2617-2629.
15. Caputo AM, Michael KW, Chapman TM, Massey GM, Howes CR, Isaacs RE, et al. Clinical outcomes of extreme lateral interbody fusion in the treatment of adult degenerative scoliosis. *Scientific World Journal*. 2012; 2012: 1-5.
16. Hsieh MK, Chen LH, Niu CC, Fu TS, Lai PL, Chen WJ. Combined anterior lumbar interbody fusion and instrumented posterolateral fusion for degenerative lumbar scoliosis: indication and surgical outcomes. *BMC Surg*. 2015; 15: 1-7.
17. Fu KM, Rhagavan P, Shaffrey CI, Chernavsky DR, Smith JS. Prevalence, severity, and impact of foraminal and canal stenosis among adults with degenerative scoliosis. *Neurosurgery*. 2011; 69: 1181-1187.
18. Voin V, Kirkpatrick C, Alonso F, Rustagi T, Sanders FH, Drazin D, et al. Lateral transpoas approach to the lumbar spine and relationship of the ureter: anatomic study with application to minimizing complications. *World Neurosurg*. 2017; 104: 674-678.
19. Dwyer AF, Newton NC, Sherwood AA. An anterior approach to scoliosis. A preliminary report. *Clin Orthop Relat Res*. 1969; 62: 192-202.
20. Bhalla A, Fayssoux R, Radcliff KE. Approach options in adult spinal deformity surgery. *Semin Spine Surg*. 2015; 27: 163-168.
21. Bergey DL, Villavicencio AT, Goldstein T, Regan JJ. Endoscopic lateral transpoas approach to the lumbar spine. *Spine*. 2004; 29: 1681-1688.
22. Dahdaleh NS, Snyder LA, Smith ZA, Fessler RG, Graham RB, Koski TR. Lateral transpoas lumbar interbody fusion. Outcomes and deformity correction. *Neurosurg Clin N Am*. 2014; 25: 353-360.
23. Graham RB, Liu JC, Wong AP. Minimally invasive lateral transpoas approach to the lumbar spine: pitfalls and complication avoidance. *Neurosurg Clin N Am*. 2014; 25: 219-231.
24. Dorward IG, Lenke LG. Osteotomies in the posterior-only treatment of complex adult spinal deformity: a comparative review. *Neurosurg Focus*. 2010; 28: E4.
25. Tormenti MJ, Maserati MB, Bonfield CM, Okonkwo DO, Kanter AM. Complications and radiographic correction in adult scoliosis following combined transpoas extreme lateral interbody fusion and posterior pedicle screw instrumentation. *Neurosurg Focus*. 2010; 28: E7.
26. Pateder DB, Kebaish KM, Cascio BM, Neubaer P, Matusz DM, Kostuik JP. Posterior only versus combined anterior and posterior approaches to lumbar scoliosis in adults a radiographic analysis. *Spine* 2007; 32: 1551-1554.
27. Khan SN, Hofer MA, Gupta MC. Lumbar degenerative scoliosis: outcomes of combined anterior and posterior pelvis surgery with minimum 2-year follow-up. *Orthopedics*. 2009; 32 (4).
28. Anwar Z, Zan E, Gujar SK, Sciubba DM, Riley III LH, Gokaslan ZL, et al. Adult lumbar scoliosis: underreported on lumbar MR scans. *Am J Neuroradiol*. 2010; 31: 832-837.
29. Faldini C, Di Martino A, Borghi R, Perna F, Toscano A, Traina F. Long vs. short fusions for adult lumbar degenerative scoliosis: does balance matters? *Eur Spine J*. 2015; 24: S887-S892.
30. Good CR, Lenke LG, Bridwell KH, O'Leary PT, Pichelmann MA, Keeler KA, et al. Can posterior-only surgery provide similar radiographic and clinical results as combined anterior (thoracotomy/thoracoabdominal/

- posterior approaches for adult scoliosis? Spine. 2010; 35: 210-218.
31. Zimmerman RM, Mohamed AS, Skolasky RL, Robinson MD, Kebaish KM. Functional outcomes and complications after primary spinal surgery for scoliosis in adults aged forty years or older. a prospective study with minimum two-year follow-up. Spine (Phila Pa 1976). 2010; 35: 1861-1866.
 32. Cho KJ, Kim YT, Shin S, Suk SI. Surgical treatment of adult degenerative scoliosis. AsianSpine J. 2014; 8: 371-338.
 33. Tribus CB. Degenerative lumbar scoliosis: evaluation and management. J Am Acad Orthop Surg. 2003; 11: 174-183.
 34. Ailon T, Smith JS, Shaffrey CI, Lenke LG, Harrop JS, Fehlings M, et al. Degenerative spinal deformity. Neurosurgery. 2015; 77: 75-79.
 35. Smith JS, Shaffrey CI, Sansur CA, Berven SH, Fu KM, Broadstone PA, et al. Rates of infection after spine surgery based on 108,419 procedures: a report from the Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality Committee. Spine (Phila Pa 1976). 2011; 36: 556-563.

Conflict of interest: there is no conflict of interest in the conduct of this research.



Enero-Marzo 2023
Vol. 1, núm. 1 / pp. 24-31

Recibido: 10 de Abril de 2023
Aceptado: 13 de Abril de 2023

doi: 10.35366/111050

Manejo quirúrgico en pacientes adultos con fractura toracolumbar. Revisión sistemática

Surgical management in adult patients with thoracolumbar fracture. Systematic review

Alexis Vargas Del Toro,^{*,†} Mario A O'Connor-Córdova,^{‡,†} Pía Canal-Zárate^{§,†}

Palabras clave:

fractura toracolumbar, fractura, tratamiento, quirúrgico.

Keywords:

thoracolumbar fracture, fracture, treatment, surgical.

RESUMEN

Las fracturas más comunes de la columna vertebral están asociadas con la articulación toracolumbar. Los objetivos del tratamiento de la fractura toracolumbar son fomentar la movilización temprana y la rehabilitación restaurando la estabilidad mecánica de la fractura e induciendo la recuperación neurológica, lo que permite a los pacientes volver al trabajo. Sin embargo, todavía hay controversias sobre los métodos de tratamiento. Debe identificarse la lesión neurológica para determinar el tratamiento adecuado. La estabilidad mecánica de la fractura también debe evaluarse mediante estudios de imagen para valorar las lesiones de los tejidos blandos que involucran estructuras neurológicas o el complejo ligamentoso posterior. Basados en estos exámenes físicos e imágenes se evalúa la estabilidad de la fractura y se determina si se opta por un tratamiento conservador u operatorio. La evolución de instrumentos ha generado más interés en el tratamiento quirúrgico que preserva los segmentos móviles sin fusión y en la instrumentación a través de un enfoque mínimamente invasivo en los últimos años. Todavía hay controversia sobre el uso de estas técnicas porque aún no hay evidencias verificadas. Sin embargo, la morbilidad de los pacientes puede disminuir y se pueden lograr buenos resultados clínicos y radiográficos si los tratamientos operatorios recientes se utilizan cuidadosamente considerando el patrón de fractura y la gravedad de la lesión.

ABSTRACT

The most common fractures of the spine are associated with the thoracolumbar joint. The goals of thoracolumbar fracture treatment are to promote early mobilization and rehabilitation, restoring mechanical stability to the fracture and inducing neurological recovery, allowing patients to return to work. However, there are still controversies about treatment methods. The neurological lesion must be identified to determine the appropriate treatment. The mechanical stability of the fracture should also be assessed using imaging studies to assess for soft tissue injuries involving neurological structures or the posterior ligamentous complex. Based on these physical examinations and images, the stability of the fracture is evaluated, and it is determined whether to opt for a conservative or surgical treatment. Instrument developments have generated more interest in mobile segment-preserving surgical treatment without fusion and in instrumentation through a minimally invasive approach in recent years. There is still controversy about the use of these techniques because there is still no verified evidence. However, the morbidity of patients can be decreased, and good clinical and radiographic results can be achieved if recent operative treatments are used carefully considering the fracture pattern and the severity of the injury.

* ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6735-5568>

† ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3731-5984>

§ ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6181-9082>

† Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, campus Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México.

Correspondencia:

Alexis Vargas Del Toro

E-mail: a_7311@hotmail.com

Citar como: Vargas Del Toro A, O'Connor-Córdova MA, Canal-Zárate P. Manejo quirúrgico en pacientes adultos con fractura toracolumbar. Revisión sistemática. Cir Columna. 2023; 1 (1): 24-31. <https://dx.doi.org/10.35366/111050>



INTRODUCCIÓN

Las fracturas toracolumbares son una de las causas más importantes de discapacidad, deformidad y déficit neurológico en países industrializados y en vías de desarrollo. Representan aproximadamente 90% de todas las lesiones de la columna, lo que parece deberse a la postura lordótica, a las articulaciones facetarias orientadas más sagitalmente y a la falta de articulación estabilizada con las costillas. El desafío más importante en el abordaje de la fractura toracolumbar es el reconocimiento de la gravedad del daño, y lo que definirá el pronóstico de los pacientes.^{1,2}

Estas fracturas afectan con mayor frecuencia a los hombres, con un pico de incidencia entre 20 y 40 años de edad. La zona de transición entre T11 y L2 es la zona más involucrada hasta en 60% de los casos, de 25 a 50% involucra la zona torácica, mientras que sólo de 10 a 14% involucra la región lumbar y sacra.³

Diversos sistemas de clasificación han sido propuestos por diferentes asociaciones; sin embargo, aún no existe una clasificación universal. Algunos estudios mencionan que las fracturas por compresión (tipo A) representan de 63 a 82%, lesiones por distracción (tipo B) en 14-21% y lesiones por rotación (tipo C) en 4-16% de todos los traumatismos.³

El pronóstico y la extensión del déficit neurológico dependen del tipo de fractura, variando de una incidencia de 14% en fracturas tipo A a 32% en tipo B y a 55% en el tipo C de la última clasificación AO.³

Las lesiones de la médula espinal son con frecuencia el resultado del mecanismo de alta energía en un trauma cerrado: 56-67% es causado por accidentes automovilísticos y caídas, que se asocian comúnmente con otras lesiones como fracturas costales, neumotórax y lesiones intraabdominales hasta en 50%.³

Se han descrito varios abordajes y técnicas quirúrgicas para el tratamiento de las fracturas toracolumbares; sin embargo, la evidencia científica aún no es suficiente para respaldar la selección de una técnica quirúrgica específica como más efectiva que otras.³

Identificación y selección de datos

La selección de la literatura se efectuó utilizando las palabras clave para la búsqueda de información: "fractura toracolumbar", "fractura", "tratamiento" y "quirúrgico". La revisión fue realizada del año 2004 a febrero de 2023.

Se utilizó Google Scholar y las bases de datos de PubMed y UpToDate, donde se encontraron revisiones

sistemáticas, artículos de revisión, ensayos clínicos aleatorizados, revisiones sistemáticas y guías internacionales actualizadas.

La información recopilada fue analizada por cada uno de los elementos del equipo constructor del artículo para poder tomar la decisión de cuáles son los mejores artículos a incluir en este documento.

Estabilidad de las fracturas

La estabilidad de la fractura es un factor importante en la determinación del tratamiento de la fractura toracolumbar. Ésta se compone de estabilidad mecánica y estabilidad neurológica. Se ha clasificado la inestabilidad de la columna vertebral toracolumbar en tres subgrupos:⁴

1. Inestabilidad mecánica (primer grado).
2. Inestabilidad neurológica (segundo grado).
3. Inestabilidad combinada mecánica y neurológica (tercer grado).

La estabilidad mecánica de la columna vertebral toracolumbar se evalúa si existe o no daño en el complejo ligamentoso posterior (CLP), el cual está compuesto por el ligamento espinoso, el ligamento interespinoso, el *ligamentum flavum* y la cápsula de la articulación. Se han propuesto diferentes estudios de imagen en la evaluación del daño en el CLP como la radiografía simple, la tomografía computarizada y la resonancia magnética. Sin embargo, en diversos estudios se ha evidenciado que el uso de resonancia magnética brinda una alta sensibilidad y especificidad en la detección de lesión en el CLP y los hallazgos en imagen se comparan con los intraoperatorios.^{4,5}

La inestabilidad neurológica de la columna vertebral toracolumbar se define por la presencia de déficits neurológicos, los cuales en un inicio son resultado del impacto traumático y con el paso del tiempo por la compresión de estructuras neurales por fragmentos vertebrales. La determinación de la estabilidad neurológica es importante, ya que la detección oportuna puede evitar la progresión del daño neurológico.⁶

En conjunto, la estabilidad de las fracturas toracolumbares puede evaluarse de manera aproximada según el tipo de fractura. Los tipos de fractura son los siguientes:

Fracturas por compresión: como resultado de la carga axial en una columna flexionada, las fracturas por compresión son estables, ya que la columna media

está intacta, con la excepción de cuando la columna anterior se ha comprimido mucho con la rotura del complejo ligamentario posterior. Estas fracturas son codificadas como A1 en la clasificación AO.⁷

Fracturas por estallido: representan la mayoría de las lesiones toracolumbares. Involucran las columnas anterior y media y son causadas por una carga axial. Estas fracturas se caracterizan por pérdida de altura de la columna anterior y ruptura de la pared posterior del cuerpo vertebral. El compromiso neural es común. Las fracturas por estallido son relativamente inestables en comparación con las fracturas por compresión. Sin embargo, algunos autores creen que ciertas fracturas por estallido pueden considerarse fracturas estables. En la clasificación AO, las fracturas por estallido se pueden codificar como fracturas A3 o C, lo que indica grandes diferencias en la estabilidad de la fractura.⁷

Lesiones por flexión-distracción: representa de 1 a 16% de todas las fracturas toracolumbares y ocurre con mayor frecuencia en la unión toracolumbar. Las lesiones por flexión-distracción generalmente son lesiones de la columna posterior y media o lesiones de las tres zonas. Estas lesiones son comunes en los accidentes automovilísticos con cinturón de seguridad y pueden afectar los tejidos blandos y/o los huesos. Las lesiones por flexión y distracción se definen como lesiones de tipo B según la clasificación de la AO.⁴⁻⁷

Luxaciones por fractura: las luxaciones por fractura son lesiones muy inestables que afectan los tres pilares.^{7,8}

En muchas ocasiones es difícil determinar si una fractura es estable o inestable. Sin embargo, esta distinción es importante al momento de tomar decisiones sobre el tratamiento, especialmente cuando se decide si utilizar un enfoque quirúrgico o conservador para un paciente con una fractura.

Clasificación de las fracturas toracolumbares

La clasificación de las fracturas toracolumbares ha sido objeto de interés en la comunidad médica durante varias décadas. La clasificación adecuada de estas fracturas es crucial para determinar el curso apropiado de tratamiento y pronóstico. A lo largo de los años se han propuesto y evolucionado numerosos sistemas de clasificación; sin embargo, ninguno ha logrado una aceptación total debido a limitaciones y defectos.⁹

Uno de los primeros y más conocidos sistemas de clasificación de fracturas toracolumbares fue propues-

to por Denis en 1983. En este modelo la estabilidad de la columna vertebral toracolumbar se basaba en el concepto de tres columnas, definidas como la columna anterior, media y posterior de la columna vertebral. Según este modelo, una fractura inestable se definía como la interrupción de dos de las tres columnas, con un énfasis en la importancia de la columna media.⁴⁻⁹

Otro sistema notable de clasificación de fracturas toracolumbares es el sistema AO/OTA (*Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen/Orthopaedic Trauma Association*), que se introdujo en 1991. Este sistema clasifica las fracturas en función de la ubicación y patrón de la fractura y brinda una guía exhaustiva para el diagnóstico y tratamiento. En este sistema las fracturas se clasifican en fracturas de tipo A, B y C, siendo el tipo A el más estable y el tipo C el más inestable. Además, el sistema AO/OTA considera el patrón de la fractura como las fracturas causadas por compresión axial (tipo A), distracción (tipo B) o rotación (tipo C), y la presencia o ausencia de involucramiento neurológico.¹⁰

Más recientemente se ha propuesto el sistema de Compendio de Clasificación de Fracturas y Dislocaciones (FDCC) como un sistema de clasificación exhaustivo y actualizado para las fracturas toracolumbares. Este sistema se basa en los principios del sistema AO/OTA, pero incluye una mayor refinación y consideraciones adicionales como la dirección de desplazamiento y la presencia de fracturas expansivas. El sistema FDCC también está diseñado para proporcionar un lenguaje común y un marco para la clasificación de las fracturas vertebrales, lo que ayuda a mejorar la comunicación y la colaboración entre los profesionales de la salud.^{9,10}

Por último, el sistema de gravedad de lesiones toracolumbares (TLICS, por sus siglas en inglés) es un sistema de clasificación más nuevo para las fracturas toracolumbares que fue introducido a principios del año 2000 (*Tabla 1*). Comparado con clasificaciones más antiguas como el sistema Denis y el sistema AO/OTA, el TLICS ofrece ventajas. En primer lugar, el TLICS proporciona una evaluación más exhaustiva de la gravedad y estabilidad de la fractura, cuenta el grado de inestabilidad, la presencia de involucramiento neurológico y otros factores que afectan la estabilidad de la columna vertebral. Además, también incorpora elementos del sistema AO/OTA, como la ubicación y patrón de la fractura, para brindar una visión más exhaustiva de la lesión. Otra ventaja es su facilidad de uso y compatibilidad con otros sistemas. Esto lo convierte en una herramienta valiosa para guiar las decisiones de tratamiento.¹¹

Tabla 1: Escala sistema de gravedad de lesiones toracolumbares (TLICS).

Parámetro	Categoría	Puntos
Morfología	Compresión	1
	Estallido	1
	Translación/rotación	3
	Distracción	4
Complejo ligamentario posterior	Intacto	0
	Sospechoso	2
	Lesionado	3
Estado neurológico	Intacto	0
	Lesión radicular	2
	Médula o cono medular lesión completa	2
	Médula o cono medular lesión incompleta	3
	Cauda equina	3
Puntaje total	< 4: tratamiento no quirúrgico	
	= 4: tratamiento no quirúrgico versus quirúrgico	
	> 4: tratamiento quirúrgico	

A pesar del avance y la evolución de los sistemas de clasificación de fracturas toracolumbares, todavía existe un debate en curso entre los profesionales sobre cuál es el más apropiado. Algunos argumentan que el sistema Denis es demasiado simplista y no considera aspectos importantes de las fracturas, mientras que otros argumentan que el sistema AO/OTA y FDCC es demasiado complejo y difícil de usar en la práctica clínica, y algunos otros limitan el uso de la escala de TLICS.¹¹

En última instancia, la elección del sistema de clasificación puede depender de las circunstancias individuales del paciente y de la experiencia del equipo médico involucrado en su atención; sin embargo, en este artículo proponemos el uso de la escala de TLICS para guiar y definir un tratamiento.

Indicaciones para manejo quirúrgico

El objetivo del tratamiento de las fracturas toracolumbares es la restauración de la integridad anatómica y la estabilidad estructural de la columna, esto proporciona un entorno biológico y biomecánicamente ideal para facilitar la recuperación funcional. Los grandes avances en la biomecánica de la columna vertebral, el desarrollo de nuevas imágenes diagnósticas y las técnicas instrumentadas han llevado un cambio en la estrategia de manejo de la terapia conservadora a la intervención quirúrgica en las últimas décadas. Sin embargo, rara vez se observa deterioro neurológico en pacientes tratados de forma conservadora por

fracturas toracolumbares. Desde el punto de vista de la medicina basada en la evidencia, no existen estudios comparativos suficientes de alta calidad sobre los resultados del tratamiento conservador frente al quirúrgico, es por eso que no está nada definido.¹²

El primer factor a favor del manejo quirúrgico es la inestabilidad mecánica de la columna. La cirugía rara vez está indicada para las fracturas por compresión, mientras que la mayoría de las lesiones por flexión-distracción o fracturas-luxaciones necesitan estabilización quirúrgica. Debido a que la cirugía se recomienda con frecuencia para las fracturas por estallido con compromiso neurológico, el debate continúa para aquellos que no presentan algún déficit neurológico.¹²

El tratamiento conservador se ha visto fortalecido por la remodelación espontánea del canal espinal y la reabsorción parcial o total de los fragmentos óseos desplazados, ya que esto conducirá a la descompresión del contenido neural, independientemente de si los fragmentos óseos se han reducido por completo. Sin embargo, la elección del manejo conservador puede significar renunciar a los esfuerzos para descomprimir los contenidos neurales de forma más rápida. Cabe señalar que no hay evidencia de que exista una correlación entre la descompresión y los resultados a largo plazo para pacientes con compromiso neurológico significativo.¹²

Al tomar decisiones quirúrgicas, la mayoría de los cirujanos de columna consideran en primer lugar la presencia y gravedad del compromiso neurológico, a menos

que el paciente tenga deterioro neurológico progresivo combinado con compromiso del canal medular.¹²

Tiempo correcto de la intervención quirúrgica

Siempre han existido controversias sobre el tiempo correcto de la descompresión quirúrgica y la estabilización de la columna. Para pacientes con múltiples lesiones, la reanimación y la cirugía para salvar vidas es la primera prioridad, mientras que se recomienda esperar para la fijación de la fractura. La fijación temprana definitiva de fracturas inestables puede disminuir la mortalidad del paciente, los días de cuidados intensivos, la duración de ventilación mecánica y la incidencia de complicaciones relacionadas con la fractura, lo que reduce la estancia hospitalaria y los costos.¹³

La estabilización quirúrgica inmediata permite la pronta movilización y la rehabilitación más temprana y puede restaurar la alineación sagital de manera más confiable. La descompresión quirúrgica también despeja de manera más confiable y efectiva un canal espinal comprometido y puede restaurar de manera más efectiva la función neurológica y mejorar la rehabilitación. Los beneficios del tratamiento quirúrgico deben considerarse cuidadosamente frente a la posible morbilidad asociada con la operación. En la población con trauma agudo, las técnicas quirúrgicas abiertas convencionales pueden estar asociadas con una morbilidad significativa debido a las lesiones relacionadas con el abordaje, mayores tasas de infección y mayor pérdida de sangre. Se ha reportado una tasa de infección de hasta 10% en esta población.¹³

Sin embargo, ha surgido nueva evidencia que sugiere que la fijación urgente de fracturas no siempre logra mejores resultados y mejor pronóstico. Por el contrario, se han realizado pocos estudios sobre el momento óptimo de la fijación de fracturas toracolumbares en pacientes con lesiones múltiples. En un estudio retrospectivo de 147 pacientes con fractura toracolumbar aguda y politraumatismo encontramos que el tratamiento quirúrgico disminuye la incidencia de complicaciones pulmonares y la estancia hospitalaria. Dichos hallazgos sugieren que la cirugía permite la movilización temprana y por lo tanto, disminuye las complicaciones relacionadas con el reposo prolongado en cama.^{12,13}

Además, no se observaron diferencias significativas entre los grupos no quirúrgicos y quirúrgicos en términos de recuperación de la función neurológica. Tampoco se demostró una correlación significativa entre el momento de la intervención quirúrgica y la

incidencia de complicaciones. Ni la gravedad de la lesión ni el momento quirúrgico tuvieron un impacto significativo en la tasa de recuperación de la función neurológica, es por ello que no se puede definir un tiempo específico para la intervención quirúrgica.^{12,13}

Con respecto al momento de la intervención quirúrgica, la indicación absoluta de cirugía urgente es el deterioro neurológico progresivo en presencia de un compromiso significativo del canal espinal. Además, la estabilización quirúrgica está indicada lo antes posible en pacientes con fracturas-luxaciones y déficits neurológicos incompletos. Aunque la fijación temprana de la columna vertebral inestable puede reducir la mortalidad y la morbilidad de los pacientes, la cirugía inmediata no es obligatoria. En pacientes sin una reanimación adecuada y hemodinámicamente inestables se recomienda posponer la estabilización quirúrgica de las fracturas toracolumbares en lugar de seguir un protocolo rígido. Se debe dar prioridad a las lesiones que amenazan la vida como fracturas pélvicas inestables y lesiones en el cerebro, el tórax o el abdomen.^{12,13}

Aproximaciones quirúrgicas

Los avances en la tecnología de instrumentación espinal han contribuido en gran medida al tratamiento quirúrgico de las fracturas de la columna toracolumbar. Se han descrito tres diferentes aproximaciones: aproximación anterior, posterior y anteroposterior combinada o híbrida.⁶⁻¹⁴ La decisión de qué aproximación utilizar se toma con base en el tipo de fractura, la estabilidad de la fractura y el compromiso nervioso. A continuación se presentarán las aproximaciones preferidas según el tipo de fractura:

- 1. Fractura por compresión:** los pacientes con fracturas de compresión generalmente reciben un tratamiento conservador porque rara vez presentan déficits neurológicos. Sin embargo, si el ángulo cifótico es mayor de 30° o si la disminución de la altura del cuerpo vertebral es mayor de 50%, se sospecha de una lesión en el CLP y se recomienda un tratamiento operatorio. A su vez, si la lesión se produce en tres cuerpos vertebrales contiguos, también se considera una fractura de compresión inestable y se requiere un tratamiento operatorio. Por lo general, se realiza una fusión vertebral y se prefiere el abordaje posterior al abordaje anterior debido a que la mayoría de las fracturas de compresión no involucran el canal vertebral. Se puede

elegir una fusión de segmento corto o de segmento largo dependiendo de la situación. Actualmente, se informan resultados satisfactorios al realizar una instrumentación de segmento corto sin fusión.¹⁴

- 2. Fractura por estallido:** la elección de la aproximación es controversial dependiendo del grado de fractura y lesión neurológica, pero la cirugía se realiza por lo general con abordajes posteriores, anteriores o anteriores-posteriores. Si se muestra en estudios de imágenes compresión nerviosa debido al disco o fragmentos fracturados con lesión neurológica incompleta, puede ser una indicación para la descompresión anterior. La compresión nerviosa en las fracturas por estallido suele ocurrir en el aspecto anterior del canal vertebral debido a la retropulsión de los fragmentos fracturados. Por lo tanto, la descompresión anterior es superior para eliminar los fragmentos o tejidos blandos que comprimen las estructuras nerviosas. Se ha evidenciado que el abordaje anterior no sólo descomprime los contenidos neurológicos de manera más eficiente, sino que también brinda una estabilidad mecánica superior. Sin embargo, el abordaje anterior tiene algunas desventajas: puede resultar en lesiones viscerales y es un abordaje poco común para muchos cirujanos.¹⁴

El abordaje posterior suele utilizarse para el tratamiento de las fracturas de estallido sin déficit neurológico. Sin embargo, incluso si hay una lesión neurológica, el enfoque posterior se puede usar con el propósito de la descompresión del canal espinal, dependiendo del mecanismo o el patrón de la fractura. La aproximación combinada anterior-posterior puede ser indicada cuando se acompaña de una lesión de complejo ligamentario posterior con una lesión neurológica incompleta debido a la invasión del canal por fragmentos de fractura o si persisten los síntomas neurológicos después de un abordaje posterior. La fijación con el enfoque anterior-posterior puede proporcionar una estabilidad mejorada para todo el rango de movimiento en la columna vertebral, en comparación con la fijación con un enfoque anterior o posterior solo. Sin embargo, tiene mayor riesgo de sangrado y un tiempo quirúrgico más prolongado, además aún no se ha demostrado que sea superior a la fijación con una aproximación anterior o posterior sola. Se han realizado metaanálisis sobre este tema y se ha demostrado que tanto el abordaje anterior como el posterior se han utilizado con éxito en el tratamiento de las

fracturas por estallido de la columna toracolumbar, con resultados similares en términos de alivio del dolor y mejora funcional.¹⁴

- 3. Lesión por flexión-distracción:** la fusión con instrumentación posterior es la opción preferida en la mayoría de los casos como tratamiento quirúrgico. Este método quirúrgico brinda un efecto compresivo y de banda de tensión que resiste de manera efectiva las fuerzas distractoras. El cuerpo vertebral no está seriamente dañado en una lesión por flexión-distracción, por lo que se trata sobre todo con una fijación de segmento corto. Sin embargo, recientemente también se utiliza a menudo la instrumentación posterior sin fusión como tratamiento. Debido a que no hay proceso de fusión, se puede llevar a cabo por medio de una fijación por tornillo percutáneo. Se han realizado diferentes estudios comparando fusión con instrumentación posterior abierta y fijación por tornillo percutáneo y se ha concluido que el método percutáneo es igual de efectivo que el método abierto.¹⁵
- 4. Fractura-dislocación o luxación:** es causada por varias combinaciones de fuerzas de corte, torsión, distracción, flexión y extensión. Es una lesión muy inestable porque tres columnas, incluida la columna anterior, media y posterior, están dañadas; 75% de los casos se acompañan de lesión neurológica y el tratamiento quirúrgico es el indicado en todos los casos. En general, se prefiere la reducción y la fusión instrumentada mediante una aproximación posterior para esta lesión. Aunque rara vez se utiliza la aproximación anterior, si el soporte de la columna anterior no es suficiente o si se requiere una descompresión del canal después de una cirugía con abordaje posterior, se puede realizar una fusión intersomática mediante una aproximación posterior o una reconstrucción anterior.^{14,15}

El abordaje posterior se utiliza típicamente en los casos en los que la columna vertebral es estable y la extensión de la lesión de la médula espinal es mínima. Este abordaje es menos invasivo que el abordaje anterior y puede resultar en un tiempo de recuperación más rápido. Este abordaje también preserva el complejo ligamentario posterior, que es importante para la estabilidad de la columna vertebral.^{10,14,15}

Por otro lado, el abordaje anterior puede ser necesario en los casos en los que la columna vertebral es inestable y hay una lesión significativa de la médula espinal. Este abordaje permite una visualización y acceso directos a la columna vertebral, lo que facilita

la estabilización de la columna vertebral con tornillos, varillas o placas. El abordaje anterior también tiene menor riesgo de daño nervioso.¹⁵

Es importante tener en cuenta que ambos abordajes tienen sus propios riesgos y beneficios, y el mejor abordaje para un paciente específico debe determinarse a través de una evaluación cuidadosa y discusión entre el paciente y el cirujano. El cirujano tendrá en cuenta las necesidades individuales y el historial médico del paciente, así como la ubicación y estabilidad de la fractura al decidir sobre el mejor abordaje.

Algoritmo terapéutico

Debido a la complejidad en el tratamiento de las fracturas vertebrales toracolumbares se han propuesto diferentes algoritmos para facilitar la toma de decisiones sobre el mejor tratamiento. Los algoritmos pueden llegar a ser complejos y en esta revisión presentamos un algoritmo simplificado, en el cual se dividen las fracturas en tres grupos: las fracturas estables, las cuales no requieren de un tratamiento quirúrgico; las fracturas inestables, las cuales requieren de intervención quirúrgica; y las fracturas inestables tardías o con riesgo de convertirse en inestables, las cuales requieren un seguimiento cercano por parte del médico y en el momento que se presente déficit neurológico o progrese, la deformidad aumente o los síntomas progresen, se requiere intervenir de manera quirúrgica (Figura 1).⁶⁻¹⁵

Líneas de investigación

Aunque el tratamiento de las fracturas toracolumbares ha evolucionado durante los últimos años, todavía existen controversias. Aún no se ha establecido una clasificación universalmente aceptada que pueda guiar el tratamiento. Los métodos actuales se utilizan de acuerdo con las preferencias y la familiaridad del cirujano. Las limitaciones actuales de los implantes requieren más investigación. Las técnicas mínimamente invasivas parecen ser el futuro de la cirugía traumatológica de columna. La fijación percutánea del pedículo y el aumento percutáneo de la columna anterior han tenido la aplicación más extendida. Los procedimientos toracoscópicos y endoscópicos con grandes curvas de aprendizaje y técnicas ajenas a la mayoría de los cirujanos de columna representan una limitación.⁷⁻¹⁵

Abordajes laterales y transposas también se están utilizando con mayor frecuencia en el tratamiento de patologías de la columna. La literatura parece apoyar estas técnicas menos invasivas que producen menos morbilidad en el paciente a corto plazo; sin embargo, carece de evidencia de alto nivel.

CONCLUSIONES

Las fracturas toracolumbares se han clasificado en fractura de compresión, fractura estallido, lesión de flexión-distracción y lesión de fractura-luxación, depen-

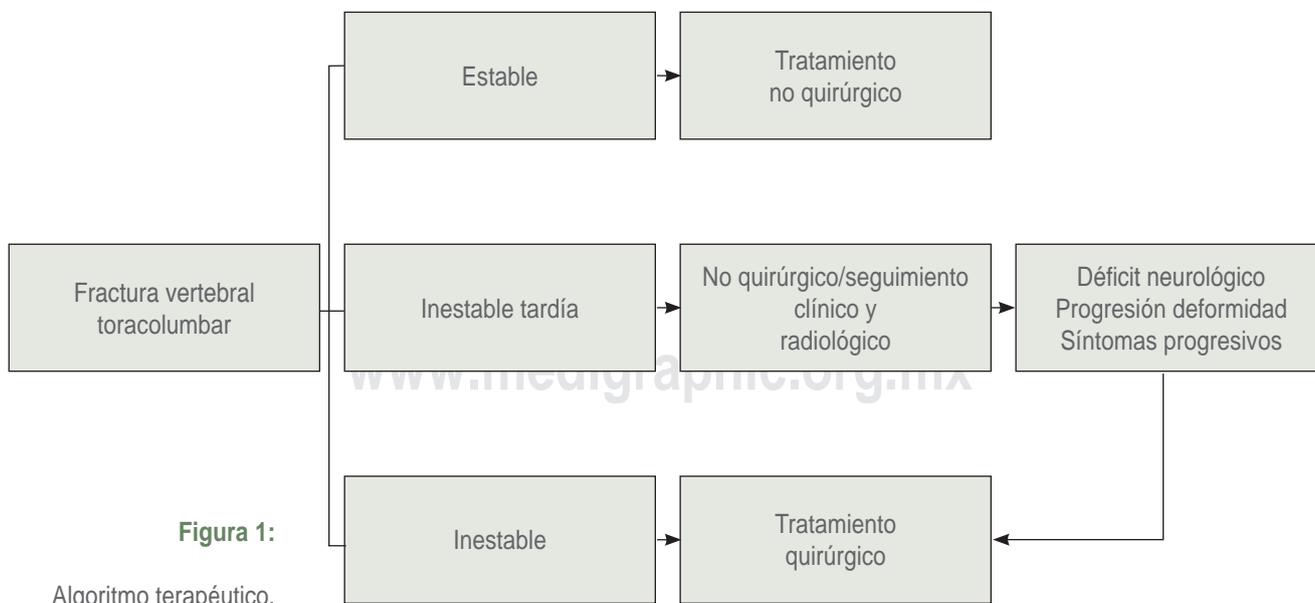


Figura 1:

Algoritmo terapéutico.

diendo del mecanismo de lesión y la morfología de la fractura. Cada lesión también se subdivide en fractura estable y fractura inestable, según la presencia de lesión neurológica, lesión de tejidos blandos y lesión ósea. El tratamiento conservador se recomienda para las fracturas estables, pero el tratamiento operatorio es necesario para las fracturas inestables. De acuerdo a la evaluación de la estabilidad de la columna vertebral con exámenes físicos y estudios de imágenes, se realiza el tratamiento quirúrgico con un enfoque anterior, posterior o anterior-posterior combinado. Para el tratamiento operatorio, la fusión instrumentada se ha realizado convencionalmente después de la reducción de la fractura; sin embargo, en función de los patrones y grados de fractura, cada vez es más frecuente la instrumentación posterior sin fusión después de una reducción indirecta. La necesidad de tratamiento operatorio con enfoque anterior ha disminuido con el desarrollo de tornillos pediculares y técnicas operatorias posteriores para la descompresión del canal y la reconstrucción anterior. Los principios para lograr la estabilidad mecánica y neurológica de la columna vertebral no han cambiado; sin embargo, los métodos quirúrgicos se han diversificado. Por lo tanto, los cirujanos deben conocer las indicaciones, ventajas y desventajas de cada tratamiento operatorio para individualizar el tratamiento.

REFERENCIAS

1. Koosha M, Nayeb Aghaei H, Khayat Kashani HR, Paybast S. Functional outcome of surgical versus conservative therapy in patients with traumatic thoracolumbar fractures and thoracolumbar injury classification and severity score of 4; a non-randomized clinical trial. *Bull Emerg Trauma*. 2020; 8: 89-97.
2. Verlaan JJ, Diekerhof CH, Buskens E, Van Der Tweel I, Verbout AJ, Dhert WJA, et al. Surgical treatment of traumatic fractures of the thoracic and lumbar spine: a systematic review of the literature on techniques, complications, and outcome. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2004; 29: 803-814.
3. Muratore M, Allasia S, Viglierchio P, Abbate M, Aleotti S, Masse A, et al. Surgical treatment of traumatic thoracolumbar fractures: a retrospective review of 101 cases. *Musculoskelet Surg*. 2021; 105: 49-59.
4. Kim BG, Dan JM, Shin DE. Treatment of thoracolumbar fracture. *Asian Spine J*. 2015; 9: 133-146.
5. Alpantaki K, Bano A, Pasku D, Mavrogenis AF, Papagelopoulos PJ, Sapkas GS, et al. Thoracolumbar burst fractures: a systematic review of management. *Orthopedics*. 2010; 33: 422-429.
6. Joaquim AF, Patel AA, Schroeder GD, Vaccaro AR. A simplified treatment algorithm for treating thoracic and lumbar spine trauma. *J Spinal Cord Med*. 2019; 42: 416-422.
7. Pneumaticos SG, Triantafyllopoulos GK, Giannoudis PV. Advances made in the treatment of thoracolumbar fractures: Current trends and future directions. *Injury*. 2013; 44: 703-712.
8. Cook E, Scantlebury A, Booth A, Turner E, Ranganathan A, Khan A, et al. Surgery versus conservative management of stable thoracolumbar fracture: the presto feasibility RCT. *Health Technol Assess*. 2021; 25: 1-125.
9. Siebenga J, Leferink VJM, Segers MJM, Elzinga MJ, Bakker FC, Haarman HJTM, et al. Treatment of traumatic thoracolumbar spine fractures: A multicenter prospective randomized study of operative versus nonsurgical treatment. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006; 31: 2881-2890.
10. Vila-Canet G, García de Frutos A, Covaro A, Ubierna MT, Caceres E. Thoracolumbar fractures without neurological impairment: A review of diagnosis and treatment. *EFORT Open Rev*. 2016; 1: 332-338.
11. Park CJ, Kim SK, Lee TM, Park ET. Clinical relevance and validity of TLICS system for thoracolumbar spine injury. *Sci Rep*. 2020; 10: 19494.
12. Dai LY. Principles of management of thoracolumbar fractures. *Orthop Surg*. 2012; 4: 67-70.
13. Wood KB, Li W, Lebl DR, Ploumis A. Management of thoracolumbar spine fractures. *Spine J*. 2014; 14: 145-164.
14. Zhu C, Wang B, Yin J, Liu XH. A comparison of three different surgery approaches and methods for neurologically intact thoracolumbar fractures: a retrospective study. *J Orthop Surg Res*. 2021; 16: 306.
15. Koreckij T, Park DK, Fischgrund J. Minimally invasive spine surgery in the treatment of thoracolumbar and lumbar spine trauma. *Neurosurg Focus*. 2014; 37: E11.

Conflicto de intereses: los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses con respecto a este artículo.

Financiamiento: no se recibió ningún apoyo financiero para la realización de este estudio.



Enero-Marzo 2023
Vol. 1, núm. 1 / pp. 32-37

Recibido: 09 de Mayo de 2023
Aceptado: 09 de Mayo de 2023

doi: 10.35366/111051

Palabras clave: radiación ionizante, rayos X, equipo de protección, radiación ocupacional, columna, cirugía ortopédica.

Keywords: ionizing radiation, X-rays, protective equipment, occupational radiation, spine, orthopedic surgery.

* Unidad de Patología Espinal del Servicio de Ortopedia y Traumatología del HIGA San Martín La Plata, Unidad de Patología Espinal Hospital Italiano La Plata, Instituto del Diagnóstico La Plata-Provincia Buenos Aires, Argentina. ORCID: 0000-0003-0060-6558

† Hospital General de Mexicali, Baja California, México. ORCID: 0000-0002-6106-6228

§ Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México. ORCID: 0000-0002-5532-5318

¶ Centro Hospital Universitario de Sao Jaoao: Porto, Porto, PT. ORCID: 0000-0001-6961-9213

|| Presidente SAPCV (2017-2018). Profesor de Ortopedia y Traumatología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Maimónides. Director Consultorio Médico de Ortopedia y Traumatología, Cirugía de Columna. CABA, Argentina. ORCID: 0000-0003-2872-8784

** Servicio COT, Complejo Hospitalario Universitario de Santiago de Compostela. ORCID: 0000-0002-0476-1507

†† Centro de Enfermedades Neurológicas, Universidad Pública de El Alto, Universidad del Valle, Universidad Franz Tamayo, La Paz, Bolivia. ORCID: 0000-0003-4371-2377

§§ Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG Belo Horizonte, Brasil. ORCID: 0000-0001-6670-5159

Principios básicos de rayos X en cirugía de columna. Revisión de la literatura. Equipo Ibero-latinoamericano de Investigación SILACO

Basic principles of X-ray in spine surgery. Literature review. SILACO Ibero-Latin American Research Team

Pedro Luis Bazán,* Marlene Vanessa Salcido Reyna,† José María Jiménez Ávila,§ Paulo Pereira,¶ Roberto Mario Muscia,|| Máximo Alberto Diez Ulloa,** Luis Miguel Duchén Rodríguez,†† Cristiano Magalhaes Menezes,§§ Andrea Solorio Guerrero,¶¶ Minerva Gabriela Itriago Gómez,*** Paulina Muleiro Estévez,††† Ratko Yurac§§§

RESUMEN

El uso de rayos X es fundamental para la práctica ortopédica, especialmente para la cirugía de columna con enfoques mínimamente invasivos. La radiación se refiere a la transmisión de energía a través de cualquier medio que puede ser transportada como onda o partícula. Los rayos X y la tomografía computarizada utilizan radiación de tipo ionizante. La radiación ionizante es un riesgo potencial tanto para los pacientes como para los profesionales de la salud debido a que puede producir un aumento de radicales libres que provocan anomalías en el ADN celular, lo cual se correlaciona con diversos tipos de cáncer. Los ortopedistas tienen cinco veces más probabilidades de desarrollar cáncer en el transcurso de su vida en comparación con otras áreas del personal de salud, debido a la constante exposición a la radiación ocupacional. La Comisión Internacional de la Protección Radiológica (ICRP) establece tres principios básicos para cumplir sus objetivos: justificación, optimización y límite de dosis. La finalidad principal de la protección radiológica es proporcionar un nivel apropiado de protección para el ser humano, sin limitar indebidamente las prácticas beneficiosas que dan lugar a la exposición de la radiación ionizante. Es muy importante seguir las recomendaciones de protección y mantenimiento de los equipos para reducir en la medida de lo posible la radiación tanto en el personal de la salud como en los pacientes.

ABSTRACT

The use of X-rays is fundamental in the orthopedic practice, especially for minimally invasive spinal surgery. Radiation refers to the transmission of energy through any medium and can be transported as a wave or a particle. X-rays and computed tomography use ionizing radiation. Ionizing radiation

Citar como: Bazán PL, Salcido RMV, Jiménez ÁJM, Pereira P, Mario MR, Diez UMA et al. Principios básicos de rayos X en cirugía de columna. Revisión de la literatura. Equipo Ibero-latinoamericano de Investigación SILACO. Cir Columna. 2023; 1 (1): 32-37. <https://dx.doi.org/10.35366/111051>



^{¶¶} Hospital General de Mexicali, Baja California, México.

ORCID:0009-0009-0272-4583

^{***} Department of orthopedic and traumatology, School of Medicine, University of Desarrollo, Santiago Chile. ORCID:0000-0002-0373-4777

^{†††} Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México. ORCID:0000-0002-5679-4271

^{§§§} Department of orthopedic and traumatology, School of Medicine, University of Desarrollo, Santiago Chile. ORCID: 0000-0003-3603-6294

Comité de investigación de la Sociedad Ibero-latinoamericana de Columna (SILACO).

Correspondencia:

Marlene Vanessa Salcido Reyna

E-mail: drasalcidoreyna@gmail.com

is a potential risk for both patients and health professionals because it can produce an increase in free radicals that cause abnormalities in cellular DNA, which is correlated with various types of cancer. Orthopedists are five times more likely to develop cancer in their lifetime compared to other areas of healthcare personnel due to constant exposure to occupational radiation. The International Commission on Radiological Protection (ICRP) establishes three basic principles to meet its objectives: justification, optimization, and dose limit. The main purpose of radiation protection is to provide an appropriate level of protection for humans, without unduly limiting beneficial practices that result in exposure to ionizing radiation. It is very important to follow the recommendations for protection and maintenance of the equipment to reduce radiation to both health personnel and patients as far as possible.

INTRODUCCIÓN

El uso de rayos X es fundamental para la práctica ortopédica y altamente utilizado en la cirugía de columna para los enfoques mínimamente invasivos. Éstos se utilizan cada vez más y requieren control fluoroscópico, por lo tanto hay mayores niveles de radiación que constituyen un riesgo para la salud; sin embargo, se ha documentado que sólo 70% de los cirujanos utiliza chaleco protector plomado y en menos de 30% puede ser asociado al uso conjunto con protección tiroidea, en ocasiones incluso no se utilizó ningún método de protección. Cabe mencionar que 86% de los cirujanos desconoce las condiciones de los chalecos, así como si se les realiza o no mantenimiento, esto evidencia la falta, control y protocolización sobre el uso y la protección de la radiación. La radiación ionizante es un riesgo potencial tanto para los pacientes como para los profesionales de la salud.¹

Los cirujanos ortopedistas expuestos a radiación tienen cinco veces más probabilidades de desarrollar cáncer en el transcurso de su vida, en comparación con otros trabajadores de la salud, debido a la exposición a la radiación ocupacional,² la prevalencia de cáncer de mama es 2.9 veces mayor en las mujeres ortopédicas comparado con la población general de EE. UU., aunado a que existe una escasez de investigaciones sólidas sobre la seguridad de la radiación para el personal de quirófano.³

La radiación ionizante ha sido clasificada como cancerígena por la Organización Mundial de la Salud,⁴ históricamente los límites recomendados de dosis de

radiación estaban basados en estudios epidemiológicos de sobrevivientes de las bombas atómicas, por ejemplo, las utilizadas en la Segunda Guerra Mundial, el accidente de Chernóbil y en algunas áreas laborales como los astronautas y técnicos radiólogos.⁵

El objetivo del presente artículo fue realizar una búsqueda y análisis de los principios básicos, así como de recomendaciones publicadas sobre el uso de rayos X en la cirugía de columna.

RAYOS X

Los rayos X se producen cuando los electrones se aceleran a través de un alto voltaje (rango, 50,000-150,000 voltios o 50-150 kVp) aplicado a un objetivo de tungsteno en un tubo de rayos X, el flujo de electrones de filamento al objetivo se conoce como la corriente del tubo y se da en miliamperios (mA). Se realiza fluoroscopia usando 2 a 30 mA y un voltaje de aceleración de 75 a 125 kVp, la cantidad de rayos X producidos y la fuente de la lesión por radiación está determinada por la corriente del tubo (mA) y la alta tensión (kVp).⁶

La radiación se refiere a la transmisión de energía a través de cualquier medio, la energía se transporta como onda o partícula.

La energía de la radiación está determinada por la rapidez con la que se repite la longitud de onda, dado que toda la radiación electromagnética viaja a la velocidad de la luz, esto está determinado por cuán pequeña es la longitud de onda; una longitud de onda más corta transportaría mayores cantidades de radiación.¹

RADIACIÓN IONIZANTE

Se denomina así a los rayos X y otras radiaciones electromagnéticas de longitud de onda corta; las modalidades de imagen, como los rayos X y la tomografía computarizada (TC) utilizan radiación ionizante, por lo que, en consecuencia, tienen riesgos asociados; mientras que otras modalidades, como la ecografía y la resonancia magnética, no lo hacen.¹ La radiación ionizante es un carcinógeno humano establecido (*International Agency for Research on Cancer 2012*) con evidencia suficiente en humanos para establecer una relación causal entre la exposición a la radiación X o gamma y el desarrollo de cáncer de mama.⁷

La radiación se produce de dos formas principalmente, de manera directa y como radiación dispersa, esta última es explicada por el efecto de dispersión de Compton, también conocido como el efecto Compton, que hace referencia a un fotón que interactúa con un electrón y pierde parte de su energía al cambiar de dirección, esto hace que el electrón sea expulsado del átomo con una energía significativa, lo que da como resultado un fotón de menor energía (longitud de onda aumentada) y un átomo ionizado, este fotón de menor energía puede dispersarse en todas las direcciones y tiene el potencial de causar más interacciones dentro del tejido, lo que explica por qué la dispersión es un riesgo potencial en los escenarios del quirófano no sólo para el cirujano sino también para otras personas cercanas.¹

A las fuentes de radiación ionizante como los rayos cósmicos, materiales radioactivos presentes en la naturaleza de forma no alterada, se les denomina radiaciones de fondo o naturales, mientras que las generadas por el ser humano se conocen como fuentes artificiales de radiación.⁸

Las fuentes naturales de radiación, como el gas radón y los rayos cósmicos, representan alrededor de 85% de la radiación (2.4 milisieverts por año), las fuentes artificiales derivadas de la producción industrial y militar contribuyen al menos con 1% de la radiación de fondo, la proporción restante proviene de la práctica médica.⁹

Las unidades de radiación incluyen gray (Gy) para la dosis de radiación absorbida, definida como un Joule de energía depositada en un kilogramo de masa, y sievert (Sv) para la dosis efectiva, que representa la intensidad de la ionización.⁴

La dosis de radiación suele informarse en muchas formas (dosis equivalente en lentes, dosis en todo el cuerpo, dosis absorbida, etcétera) y unidades (rem, rad, mGy, mSv), mientras los instrumentos utilizados

en la medición de la radiación usualmente no se estandarizan.⁴

La radiación ionizante al atravesar los tejidos puede producir un aumento de radicales libres y la aparición de anomalías en el desarrollo celular, incluidos los cambios químicos en el ADN.⁸ Los efectos de la radiación se dividen en efectos deterministas, que miden los efectos agudos a partir de dosis de radiación acumuladas (por ejemplo, enfermedad por radiación y lesiones cutáneas agudas que pueden provocar la muerte), y efectos estocásticos, que representan los efectos a largo plazo de múltiples exposiciones a dosis bajas (por ejemplo, malignidad y formación de cataratas).⁴

Los efectos nocivos clínicos y biológicos de la exposición a la radiación ionizante están bien documentados; sin embargo, existen deficiencias en la comprensión de los riesgos en la práctica clínica y en los enfoques para reducir la exposición a la radiación, existe evidencia de que en la práctica real la protección básica contra la radiación ionizante varía ampliamente.⁹ La radiación ionizante induce lesiones en el ADN, de las cuales la rotura de doble cadena (DSB, por sus siglas en inglés) es la que tienen el papel más importante en la inestabilidad genómica inducida por radiación y posteriormente en los carcinogénicos, la DSB no reparada puede conducir a la formación de aberraciones cromosómicas y una amplia clase de mutaciones de ADN que están vinculadas a diversos riesgos para la salud.¹⁰

El sistema de protección radiológico vigente se basa en la suposición de que por muy pequeña que sea la dosis de radiación siempre hay algún riesgo, esta presunción se hace con fundamento en los estudios realizados en las personas que se han expuesto a altas dosis de radiación, tales como los supervivientes de las bombas atómicas en Japón.⁸

Entre las categorías de exposición se encuentran la ocupacional, que se produce durante el desarrollo de un trabajo con fuentes radioactivas artificiales o naturales incrementadas por la acción humana; la médica, como consecuencia de los procedimientos de diagnósticos o de tratamiento a los cuales pueden ser sometidos los individuos; y la exposición del público, la cual comprende todas las exposiciones no incluidas en las ocupacionales ni en las médicas.

Desde 1928, existe un organismo internacional que se preocupa de la protección radiológica (protección de las personas y del medio ambiente contra los efectos de las radiaciones ionizantes) la Comisión Internacional de la Protección Radiológica (ICRP, por sus siglas en inglés), cuyo objetivo es evitar la aparición de

efectos biológicos deterministas y limitar al máximo la probabilidad de aparición de los efectos estocásticos.

A continuación se enlistan los tres principios básicos de las recomendaciones actuales de la ICRP:

1. Justificación
2. Optimización
3. Límite de dosis

El principio de justificación versa sobre que la exposición debe producir un beneficio neto positivo para aplicarse, para lo cual deben considerarse los efectos negativos y las alternativas posibles. La optimización ALARA (principio ALARA) cuyas siglas en inglés se refieren a la expresión “tan bajo como sea razonablemente posible”, lo cual indica que las dosis deben ser reducidas por debajo de los límites máximos establecidos. El límite de dosis indica que la cantidad de radiación recibida por un individuo no debe superar los límites establecidos en la norma nacional.⁸ En la *Tabla 1* se presentan las recomendaciones de dosis máximas tanto para la exposición ocupacional como para la exposición pública.

La finalidad principal de la protección radiológica es proporcionar un nivel apropiado de protección para el ser humano y el medio ambiente, sin limitar indebidamente las prácticas beneficiosas que dan lugar a la exposición de la radiación ionizante.⁸

Los riesgos de irradiación a que están sometidos los individuos se reducen aplicando las siguientes medidas de protección: distancia, la exposición disminuye en la misma proporción en que aumenta el cuadrado de la distancia; tiempo, la reducción del tiempo reduce la exposición; blindaje, es el hecho de interponer un

espesor de material absorbente entre el operador y la fuente de radiación.⁸

El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) tiene como misión el desarrollo de normas y guías que, conteniendo esencialmente las recomendaciones de la ICRP, hayan alcanzado un consenso internacional, este consenso no es sólo entre países, sino también con otras organizaciones de naciones unidas, como la Organización Mundial de la Salud o la Organización Internacional del Trabajo.⁸

Diferentes estudios han demostrado que la dosis de exposición es variable dependiendo de la cirugía, las cirugías que generan dosis mediana de detección significativamente más altas, mostraron ser la cirugía de cadera, fémur, tibia y columna.

En la cirugía ortopédica se puede controlar la radiación con tres variables: mecánica (cantidad, duración y dirección del haz), barreras (dispositivos de protección) y amplitud (distancia de trabajo entre el cirujano y el intensificador de imágenes).

La protección estándar contra la radiación local disponible consiste en delantales de plomo de 0.25 mm, listos para usar y de varios estilos, protectores de plomo para la tiroides (si los seleccionaba el cirujano) y la aplicación del principio ALARA.⁹

Las placas de película (dosímetros) funcionan mediante la exposición de películas fotográficas a la radiación, tienen un umbral de detección de 0.1 mSv, algunos estudios han empleado dosímetros termoluminiscentes (TLD, por sus siglas en inglés) y dosímetros personales electrónicos (EPD, por sus siglas en inglés) más sensibles. Estos últimos tienen una sensibilidad de detección de 1 μ Sv. A pesar de sus limitaciones, las placas de película se han usado

Tabla 1: Recomendaciones de dosis.

Tipo de dosis	Límite de la dosis de exposición ocupacional	Límite de la dosis de exposición pública
Dosis efectiva	20 mSv/año, promediado durante periodos definidos de cinco años, sin que ningún año supere los 50 mSv	1 mSv/año
Dosis equivalente: cristalino (lente del ojo)	20 mSv/año, promediado durante periodos definidos de cinco años, sin que ningún año supere los 50 mSv	15 mSv/año
Dosis equivalente: piel	500 mSv/año	50 mSv/año
Dosis equivalente: manos y pies	500 mSv/año	–

mSv = milisieverts.

Fuente: Frane N, et al.¹⁴

con éxito en la mayoría de los casos de los estudios contemporáneos en este campo y siguen siendo el estándar de oro para la monitorización personal de la radiación en los hospitales.⁹

Las tasas de dosis de radiación en los cirujanos de columna llegan a ser de 10 a 12 veces mayores que las de otros procedimientos musculoesqueléticos no espinales que requerían detección, dado que el intensificador de imagen establece la salida de dosis automáticamente de acuerdo con la densidad del tejido que se está penetrando, la exposición por caso dependerá tanto de la duración del cribado como de la naturaleza del tejido que se está penetrando. En la muestra, no sorprende que la obtención de imágenes de la columna vertebral a través del tronco se asocie con una exposición mayor a la de las extremidades.⁹

Los pacientes con un IMC elevado también provocan una mayor exposición ocupacional debido a la dispersión de la radiación, aunque la experiencia del cirujano está relacionada con un menor uso de fluoroscopia intraoperatoria.⁴

Las dosis de radiación se informan en muchas formas (dosis equivalente en lentes, dosis en todo el cuerpo, dosis absorbida, etcétera) y unidades (rem, rad, mGy, mSv).

Los instrumentos utilizados en la medición de la radiación no se estandarizaron entre los estudios.⁴

Los trabajadores de la salud comprenden el grupo profesional más grande expuesto a radiación ionizante ocupacional en dosis bajas y tasas de dosis bajas,¹¹ la exposición de moderadas a altas dosis de radiación induce efectos genotóxicos que pueden conducir a la carcinogénesis.¹²

MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

Es importante mencionar que la radiación en la salida aumenta a medida que envejece la unidad de fluoroscopia, la imagen y el intensificador se vuelve menos eficiente y el sistema ABC lo compensa aumentando la salida de radiación.

Sugerencias para protección del paciente

1. Planificar y utilizar opciones que no requieran rayos X cuando sea posible.
2. Posicionar al paciente lo más lejos del tubo de rayos X como sea posible.
3. Disminuir el tiempo de exposición en cuanto sea posible, las unidades de fluoroscopia no tienen un temporizador automático para terminar la expo-

sición después de que se activa y por lo tanto la presión ejercida en el pedal determina la longitud de la exposición a la radiación.

4. Utilizar la fluoroscopia pulsátil y evitar fluoroscopia continuo cuando sea posible.
5. Evitar la ampliación electrónica con el intensificador y geométrica, es decir, al acercarse al paciente a la fuente de rayos X.
6. Conocer el funcionamiento del equipo, si es posible seleccionar el kVp más alto porque producirá dosis más bajas para el paciente.

Sugerencias para reducir la radiación del *staff*

1. Tiempo. Minimizar el tiempo de radiación. El operador necesita producir eficientemente una imagen que proporcione la información necesaria para tratar al paciente, el uso de retención de última imagen y pulsado son ventajas para reducir la cantidad de rayos X.
2. Distancia. Las dosis de radiación aumentan o disminuyen de acuerdo con el inverso del cuadrado de la distancia desde la fuente. La principal fuente de exposición a la radiación del personal de fluoroscopia es la radiación dispersa del paciente, no del tubo de rayos X, eso significa que al duplicar la distancia entre la fuente de radiación (el paciente) y el *staff*, disminuye 1/4 de la radiación.
3. Blindaje. Prendas de vestir de plomo, guantes de plomo, escudos tiroideos y anteojos con plomo.

MONITORIZACIÓN

Depende de la unidad de fluoroscopia, las máquinas pueden documentar dosis pico y tiempo de fluoroscopia, el operador debe ser notificado cuando el tiempo total se ha acercado a 30 minutos, luego cada 15 minutos a partir de entonces, y los dosímetros deben utilizarse para todo el personal.

Indicaciones del uso de dosímetros

1. Cuando se asigna un dosímetro éste debe asignarse de manera individual, no compartido.
2. El dosímetro debe ser usado en el cuello fuera del delantal protegido o en el collar para tiroides.
3. Los operadores con potencial de alta exposición (radiólogos intervencionistas) recibirán dos dosímetros, el primero se debe llevar en el cuello y el otro en el torso a la altura de la cintura debajo del delantal de plomo.
4. Se pueden asignar dosímetros para monitorear un periodo de hasta tres meses, pero si las exposi-

ciones alcanzan 10% de cualquiera de los límites, por lo general, deben cambiarse mensualmente.⁶

La información es la base de las guías e instrucciones para la creación de reglamentos y leyes, por lo que los hospitales y departamentos deben garantizar que el personal del quirófano esté capacitado en los principios y los efectos de la exposición a la radiación. Los cirujanos de columna y el personal de quirófano deben tener una medición de exposición a la radiación de rutina para monitorear la exposición, así como sesiones regulares de capacitación acerca de la concientización sobre la radiación.¹³

CONCLUSIONES

El objetivo de la protección radiológica es lograr un uso eficiente de los rayos X, con el cual obtener máximos beneficios y disminuir los riesgos tanto a corto como a largo plazo. La base para lograr este objetivo es conocer los principios de protección, así como el uso adecuado de los equipos, las normas y los principios vigentes. A pesar de que esta herramienta es un eslabón básico, se necesita además contar con un equipo apropiado y en adecuadas condiciones, desde el intensificador de rayos X y las barreras de plomo, hasta el equipo de protección personal que incluya, si es posible, una personalización, esto con el objetivo de ajustar las medidas a cada cuerpo, al igual que guantes de plomo y lentes. Es muy importante enfatizar que se deben tener sistemas activos de monitorización permanente con dosímetros que sean adecuados y cumplan la normatividad para garantizar el adecuado funcionamiento y protección de los equipos.

REFERENCIAS

- Raza M, Houston J, Geleit R, Williams R, Trompeter A. The use of ionising radiation in orthopaedic surgery: principles, regulations and managing risk to surgeons and patients. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2021; 31: 947-955. Available in: <https://doi.org/10.1007/s00590-021-02955-9>
- Riaz O, Vanker R, Aslam-Pervez N, Balachandar V, Aqil A. Improving patient and staff safety by minimising radiation exposure during trauma surgery: A simple and validated predictive model. *The Surgeon*. 2019; 18: 95-99. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.surge.2019.07.005>
- Bandela JR, Jacob RP, Arreola M, Griglock TM, Bova F, Yang M. Use of CT-based intraoperative spinal navigation: management of radiation exposure to operator, staff, and patients. *World Neurosurgery*. 2013; 79: 390-394. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2011.05.019>
- Shah A, Nassri M, Kay J, Simunovic N, Mascarenhas VV, Andrade AJ, et al. Intraoperative radiation exposure in hip arthroscopy: a systematic review. *HIP Int*. 2019; 30: 267-275. Available in: <https://doi.org/10.1177/1120700019887362>
- Cheriachan D, Hughes AM, du Moulin WSM, Williams C, Molnar R. Ionizing radiation doses detected at the eye level of the primary surgeon during orthopaedic procedures. *Journal of Orthopaedic Trauma*. 2016; 30: e230. Available in: <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000000578>
- Mitchell EL, Furey P. Prevention of radiation injury from medical imaging. *J Vasc Surg*. 2011;53:22S-27S. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2010.05.139>
- Chou LB, Lerner LB, Harris AHS, Brandon AJ, Girod S, Butler LM. Cancer prevalence among a cross-sectional survey of female orthopedic, urology, and plastic surgeons in the United States. *Women's Health Issues*. 2015; 25: 476-481. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.whi.2015.05.005>
- Dorado DPJ. Protección radiológica [Internet]. 2012. Disponible en: <https://www.csn.es/documentos/10182/914805/Protecci%C3%B3n%20radiol%C3%B3gica>
- Oddy M, Aldam C. Ionising radiation exposure to orthopaedic trainees: the effect of sub-specialty training. *Ann R Coll Surg Engl*. 2006; 88: 297-301. Available in: <https://doi.org/10.1308/003588406x98702>
- Baudin C, Bernier M-O, Klovov D, Andreassi MG. Biomarkers of genotoxicity in medical workers exposed to low-dose ionizing radiation: systematic review and meta-analyses. *Int J Mol Sci*. 2021; 22: 7504. Available in: <https://doi.org/10.3390/ijms22147504>
- Matityahu A, Duffy RK, Goldhahn S, Joeris A, Richter PH, Gebhard F. The Great Unknown- A systematic literature review about risk associated with intraoperative imaging during orthopaedic surgeries. *Injury*. 2017; 48: 1727-1734. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2017.04.041>
- Pires RE, Reis IGN, de Faria ÂRV, Giordano V, Labronici PJ, Belangero WD. The hidden risk of ionizing radiation in the operating room: a survey among 258 orthopaedic surgeons in Brazil. *Patient Saf Surg*. 2020; 14: 16. Available in: <https://doi.org/10.1186/s13037-020-00238-6>
- Gowda SR, Mitchell CJ, Abouel-Enin S, Lewis C. Radiation risk amongst orthopaedic surgeons – Do we know the risk? *J Perioper Pract*. 2018; 29: 115-121. Available in: <https://doi.org/10.1177/1750458918785268>
- Frane N, Bitterman A. Radiation safety and protection. [Internet] Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022. Available in: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557499/>

Conflicto de intereses: ninguno.



Enero-Marzo 2023
Vol. 1, núm. 1 / pp. 38-41

Recibido: 15 de Abril de 2023
Aceptado: 16 de Abril de 2023

doi: 10.35366/111052

Aplicaciones de colágeno en la cirugía de columna

Application of collagen on spinal surgery

Brenda Karen Aguillon-Estrada,* Grecia Andrea Cardoso-Hernández,[‡]
Beni Camacho-Pérez,[§] Juan Pablo Aguilar-Alemán[¶]

Palabras clave:
colágeno, biomateriales,
allogénico, médula espinal.

Keywords:
collagen, biomaterials,
allogenic, spinal cord.

RESUMEN

La proteína más abundante del cuerpo humano es el colágeno. Ésta ha sido aprovechada por sus características físicas, químicas y biológicas para diferentes aplicaciones médicas. En esta revisión se enumeran brevemente las diferentes fuentes de su cosecha, asimismo se revisan de forma concisa los diferentes dispositivos hechos con la misma aprovechados en la cirugía de columna. Finalmente, se hace una diferencia de los resultados obtenidos dado el origen de la proteína y se propone como una alternativa, que se debe explorar el uso de dispositivos basados en colágeno humano.

ABSTRACT

The most abundant protein in the human body is collagen. This has been used for its physical, chemical and biological characteristics for different medical applications. In this review, the different sources of its harvest are briefly listed. Also, different devices made with it that are briefly reviewed, focused in the use in spinal surgery. Finally, it is discussed that source from is harvested the collagen influencees in results obtained, therefore devices based on human collagen is proposed as an alternative that should be explored.

INTRODUCCIÓN

El colágeno, en particular, es la proteína más abundante, llega a comprender hasta 90% de las proteínas del cuerpo. De la misma forma, desempeña funciones importantes como brindar estructura, flexibilidad y fuerza mecánica a los tejidos, señalización celular y desempeña un rol importante en los procesos de reparación y regeneración tisular. Aunado a lo anterior, el colágeno es conocido por su baja inmunogenicidad, lo que disminuye la probabilidad de rechazo en su aplicación médica. Por lo que este conjunto de características físicas, químicas y biológicas lo vuelven uno de los principales biomateriales de aplicación médica desde hace varios años.¹⁻³ En la presente revisión se busca observar las posibles ventajas del colágeno humano por encima del resto de las fuentes de colágeno para su aplicación médica en específico para cirugías de columna.

* Ingeniero. ORCID: 0009-0002-2221-9727

‡ Ingeniero. ORCID: 0000-0003-4647-7202

§ Doctor. ORCID: 0000-0001-9860-8185

¶ Doctor. Tecnológico de Monterrey
Escuela de Ingeniería y Ciencias.
ORCID: 0000-0002-0208-408X

Top Health SAPI de CV.

Correspondencia:
Juan Pablo Aguilar-Alemán
E-mail: jp.aguilar@tec.mx

Citar como: Aguillon-Estrada BK, Cardoso-Hernández GA, Camacho-Pérez B, Aguilar-Alemán JP. Aplicaciones de colágeno en la cirugía de columna. Cir Columna. 2023; 1 (1): 38-41. <https://dx.doi.org/10.35366/111052>



TIPOS DE COLÁGENO Y PROPIEDADES

Existen cerca de 28 tipos distintos de colágeno, los cuales varían en distribución y cantidad en los tejidos del cuerpo, siendo el colágeno tipo I el más abundante. Sin embargo, los cinco tipos de mayor aplicación y caracterización se presentan en la *Tabla 1*.

Animal

Se han descrito diversas fuentes para la obtención de colágeno tales como porcino, bovino, equino, aves y especies marinas a partir de diferentes tejidos. En el caso del colágeno de origen bovino y porcino, a pesar de ser los más usados a gran escala en diversas industrias, presentan el riesgo de zoonosis y de suscitar una respuesta inmunológica durante su aplicación, ya que al tratarse de un xenoinjerto, la biocompatibilidad disminuye. En particular, el colágeno derivado de bovino conlleva posibles riesgos tales como la posibilidad de transmitir enfermedades como la encefalopatía espongiiforme y la presencia de proteínas de suero bovino que pueden causar una reacción alérgica en personas susceptibles, lo cual ha provocado un creciente interés por fuentes alternativas de colágeno que sean más seguras como tejidos humanos y de animales marinos.^{4,5}

Sin embargo, en varios estudios realizados con colágeno de animales marinos se ha presentado degradación de las fibras por medio de los procesos de extracción más comunes o eficaces y desnaturalización de la molécula a temperaturas bajas de 20 o 30 °C en comparación con el colágeno bovino, porcino o humano, que son capaces de soportar las condiciones de procesamiento y alcanzar temperaturas de desnaturalización por encima de los 40 °C.^{6,7} A pesar de los riesgos y/o bajas prestaciones que puede llegar a presentar el colágeno derivado de fuentes animales, la

mayoría de las aplicaciones se enfocan en este tipo de colágenos debido a su alta disponibilidad de materia prima, bajo costo y existente regulación.⁸

Recombinante

El colágeno recombinante se ha trabajado a partir de células animales, insectos, plantas y levaduras. Sin embargo, en su mayoría existen reportes de extracción de este tipo de colágeno en plantas como tabaco, maíz transgénico y cebada. Con respecto a su aplicación se tiene información de su uso en hueso, ojos y piel en forma de esponjas, geles o fibras resultando ser de mayor eficacia en comparación con los resultados que utilizan colágeno animal. Por desgracia, la mayor desventaja de este tipo de fuentes es su alto costo de producción y los bajos rendimientos de extracción en comparación con lo obtenido de tejidos animales. Además de que llega a haber carencia de cofactores naturales que favorezcan la estabilidad de la molécula y permitan generar señalización entre las células para la regeneración de tejido en los sitios de implantación (*Figura 1*).^{9,10}

Humano

El colágeno humano no presenta estos inconvenientes y ha demostrado ser el más eficaz respecto a la compatibilidad celular al promover una buena morfología, adhesión, proliferación, diferenciación y migración celular; posee mejores propiedades mecánicas y se sugiere que podría formar interacciones y conformaciones de cadena más versátiles debido a los marcadores naturales que presenta. Adicionalmente, se ha demostrado que el colágeno de membrana amniótica tiene características bioquímicas similares al colágeno proveniente de otras fuentes; además posee un tipo de colágeno único (tipo IV), que mejora la adherencia del material.^{1,11}

Tabla 1: Tipos de colágeno más comunes y sus aplicaciones.¹

Tipo	Tejido	Orden molecular	Aplicaciones
I	Piel, hueso, dientes, tendón, ligamento y ligadura vascular	($\alpha 1$ (I)) ₂ $\alpha 2$ (I)	Constituyente de hueso y membranas para la regeneración de tejido
II	Cartílago	($\alpha 1$ (II)) ₃	Reparación de cartílago y tratamiento de artritis
III	Músculo, vaso sanguíneo	($\alpha 1$ (III)) ₃	Componente de fibras reticulares, hemostáticos y selladores de tejido
IV	Capa epitelial membrana basal	($\alpha 1$ (IV)) ₂ $\alpha 2$ (IV) ($\alpha 3$ (IV)) ₂ $\alpha 4$ (IV) ($\alpha 5$ (IV)) ₂ $\alpha 6$ (IV)	Incrementa la sujeción en cultivo celulares e indicador de necrosis diabética
V	Cabello, superficie celular y placenta	$\alpha 1$ (V), $\alpha 2$ (V), $\alpha 3$ (V)	Biomaterial para tratamientos de córnea

COLÁGENO EN CIRUGÍA DE COLUMNA

La aplicación del colágeno en intervenciones de columna ha causado una gran respuesta debido a las propiedades innatas del biomaterial como su biocompatibilidad, degradación no tóxica y propiedades mecánicas dando como resultado varios dispositivos que, en comparación con las soluciones comúnmente utilizadas para el recubrimiento de la columna, obtienen una cicatrización limpia y sin adhesión entre los tejidos involucrados.

Membrana amniótica: aloinjerto basado en colágeno

El uso de esta membrana basal se ha demostrado en procedimientos para la prevención de formación de adhesiones en intervenciones de columna. Debido a que la membrana amniótica está compuesta principalmente por colágeno, se ha comprobado la ausencia de adhesión entre los tejidos durante el proceso de cicatrización en los sitios de implantación.

Los productos de membrana amniótica, además de actuar como una barrera mecánica, han demostrado inhibir el proceso de inflamación y por consiguiente, reducir la vascularización y la formación de fibrosis. Asimismo, debido a la naturaleza biológica de estos productos, no evocan una reacción inmunológica.

En un caso clínico, a tres pacientes se les implantó un injerto de membrana amniótica entre la duramadre

y los músculos paraespinales superpuestos durante un procedimiento de fusión para limitar la formación de fibrosis epidural y de adhesiones cicatriciales. Durante el seguimiento, ninguno de los pacientes presentó adhesiones, fugas de líquido cefalorraquídeo y el injerto no formó tejido fibrótico del lado de la duramadre, pudiendo ser retirado fácilmente.^{12,13}

Espónja o andamio de colágeno bovino para recubrimiento de espina para prevenir la fibrosis epidural

La esponja de colágeno bovino Duragen Plus[®] ha comprobado ser efectivo en la prevención de fibrosis epidural en modelos animales en intervenciones de columna, contrario a lo presentado al utilizar dispositivos de grasa que se han asociado con la generación de tejido cicatrizante.

Durante un estudio clínico (NCT00387829) se evaluó la seguridad y eficacia de Duragen Plus[®] como barrera de adhesión en cirugía espinal para reducir la extensión de la formación de la fibrosis epidural y dolor radicular. Después de seis meses se observó una mejora en los parámetros de imagen por resonancia magnética (MRI) para medir la relación del espacio total disponible respecto al tejido cicatrizado, en el puntaje del cuestionario de discapacidad de Oswestry (ODI), y en la escala de evaluación del dolor (VAS) en los pacientes con el implante de Duragen (MRI = 12.375 (0.499); ODI = 6.974 (0.629); VAS = 14.010 (1.610)), en comparación con el grupo control (MRI = 12.578 (0.517); ODI = 7.118 (0.639); VAS = 16.696 (1.646)).

Esta misma tendencia se mantiene durante el seguimiento a los 12 meses; Duragen: MRI = 10.046 (0.519); ODI = 6.048 (0.625); VAS = 12.926 (1.612). Grupo control: MRI = 9.788 (0.534); ODI = 6.890 (0.633); VAS = 14.378 (1.633).¹¹

Bioscaff H, matriz o esponja de colágeno humano

La esponja de colágeno humano Bioscaff H menciona una alternativa de uso en laminectomía lumbar para evitar la fibrosis lumbar. Esta prevención está sustentada por la mayor biocompatibilidad dada la fuente alogénica. Asimismo, se ha demostrado que la respuesta de leucocitos primarios cultivados *in vitro*, en contacto por 72 horas con colágeno humano y colágeno bovino, genera menor liberación de interleucina 1-Beta (humano 47.48 pg/ml y bovino 102.09 pg/ml) y factor de necrosis tumoral alfa (humano 563.9 pg/ml y bovino 887.3 pg/ml) en aquéllos que fueron expuestos al colágeno humano. Finalmente, esto sugiere menor respuesta inflamatoria

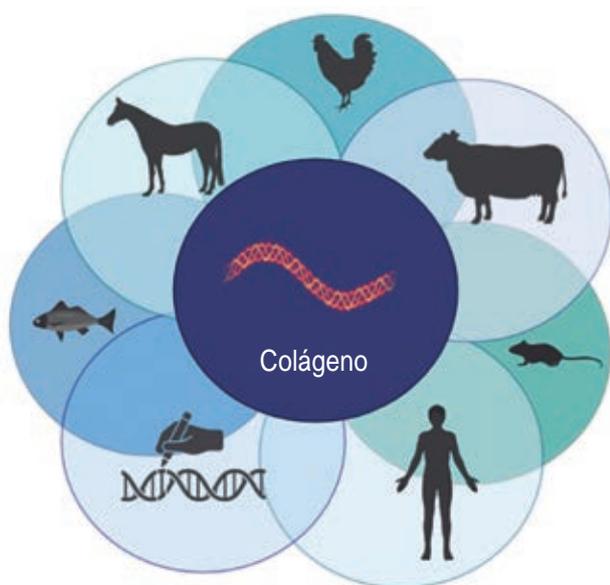


Figura 1: Fuentes de colágeno: humano, murino, bovino, porcino, equino de aves y animales marinos.

con una posible promoción de la regeneración sobre la cicatrización cuando se usa Bioscaff H.¹⁴

FUTURAS APLICACIONES

Una de las principales alternativas que se tiene actualmente para el uso de colágeno en la industria médica es la generación de biotintas, las cuales tienen múltiples aplicaciones al ser una tecnología capaz de producir soluciones para tejidos específicos al generar andamios para sitios específicos. Además de poder incrementar las prestaciones mecánicas del colágeno al alinear el material y conjugarlo con diferentes biomateriales y hasta células.^{12,15,16}

CONCLUSIÓN

Como biomaterial el colágeno es uno de los materiales más prometedores que presenta excelentes propiedades como biocompatibilidad, biodegradación, buenas propiedades mecánicas y actividad celular. Estas propiedades han demostrado que los andamios a base de colágeno son los más adecuados para las aplicaciones biomédicas, incluidas la curación de heridas, ingeniería de tejidos, recubrimiento de superficie en dispositivos médicos y medicina regenerativa, además de tener una ventaja diferenciada en su uso para intervenciones de columna al no generar adhesión entre los tejidos con perspectivas. Finalmente, es importante considerar que las fuentes de colágeno (origen) podrían interferir en la respuesta clínica, ya que algunas presentan respuestas inflamatorias dada su fuente de obtención.¹⁴

REFERENCIAS

1. Wang H. A review of the effects of collagen treatment in clinical studies. *Polymers (Basel)*. 2021; 13: 3868. doi: 10.3390/polym13223868.
2. Sun Y, Yang C, Zhu X, Wang JJ, Liu XY, Yang XP, et al. 3D printing collagen/chitosan scaffold ameliorated axon regeneration and neurological recovery after spinal cord injury. *J Biomed Mater Res A*. 2019; 107: 1898-1908. doi: 10.1002/jbm.a.36675.
3. Jafari H, Lista A, Siekapen MM, Ghaffari-Bohlouli P, Nie L, Alimoradi H, et al. Fish collagen: extraction, characterization, and applications for biomaterials engineering. *Polymers (Basel)*. 2020; 12: 2230. doi: 10.3390/polym12102230.
4. Ahearne M, Fernández-Pérez J, Masterton S, Madden PW, Bhattacharjee P, Designing Scaffolds for Corneal Regeneration. *Adv. Funct. Mater.* 2020; 30: 1908996. <https://doi.org/10.1002/adfm.201908996>
5. Liu S, Lau CS, Liang K, Wen F, Teoh SH. Marine collagen scaffolds in tissue engineering. *Curr Opin Biotechnol*. 2022; 74: 92-103. doi: 10.1016/j.copbio.2021.10.011.
6. Espinales C, Romero-Peña M, Calderón G, Vergara K, Cáceres PJ, Castillo P. Collagen, protein hydrolysates and chitin from by-products of fish and shellfish: An overview. *Heliyon*. 2023; 9: e14937
7. Fernández-Cervantes I, Rodríguez-Fuentes N, León-Deniz LV, Alcántara Quintana LE, Cervantes-Uc JM, Herrera Kao WA, et al. Cell-free scaffold from jellyfish *Cassiopea andromeda* (Cnidaria; Scyphozoa) for skin tissue engineering. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2020; 11: 110748.
8. BJG C, Jandhyala, H. Collagen market estimates and forecasts to 2027. Grand View Research Inc. Wang H. 2019.
9. Deng A, Yang Y, Du S, Yang X, Pang S, Wang X, Yang S. Preparation of a recombinant collagen-peptide (RHC)-conjugated chitosan thermosensitive hydrogel for wound healing. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2021; 119: 111555.
10. He Y, Hou Z, Wang J, Wang Z, Li X, Liu J, et al. Assessment of biological properties of recombinant collagen-hyaluronic acid composite scaffolds. *Int J Biol Macromol*. 2020; 149: 1275-1284.
11. Integra LifeSciences Corporation. (2017, September 7). DuraGen Plus® Adhesion Barrier for Use in Spinal Surgery. Identifier NCT00387829. <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/results/NCT00387829>
12. Li XH, Zhu X, Liu XY, Xu HH, Jiang W, Wang JJ, et al. The corticospinal tract structure of collagen/silk fibroin scaffold implants using 3D printing promotes functional recovery after complete spinal cord transection in rats. *J Mater Sci Mater Med*. 2021; 32: 31. doi: 10.1007/s10856-021-06500-2.
13. Duncan, J. Clinical experience with allowrap* ds amniotic membrane used as a barrier to minimize adhesions following spinal surgery. Clinical Report Series. [Retrieved April 14, 2023] Available in: <https://allosource.org/wp-content/uploads/2020/08/AlloWrap-Clinical-Series-Vol-4-Minimize-Adhesions-Post-Spinal-Surgery.pdf>
14. Aguillon-Estrada BK, Cardoso-Hernández GA, Miramontes-Beas E, Rojas-García O, Camacho-Pérez B, Aguilar-Alemán JP. Allogenic collagen dural substitute such as novel alternative of synthetic and xenogenic dural graft on neurosurgical procedures. 6th World Congress of the Tissue Engineering and Regenerative Medicine International Society.
15. Zhengwei L, Changshun R, Xufeng N. Collagen-based bioinks for regenerative medicine: fabrication, application and prospective. *Medicine in Novel Technology and Devices*. 2023; 17: 100211.
16. Rico-Llanos GA, Borrego-González S, Moncayo-Donoso M, Becerra J, Visser R. Collagen Type I Biomaterials as Scaffolds for Bone Tissue Engineering. *Polymers (Basel)*. 2021; 13: 599. doi: 10.3390/polym13040599.

Conflicto de intereses: los autores declaran que no existe conflicto de intereses alguno.



Enero-Marzo 2023
Vol. 1, núm. 1 / pp. 42-52

Recibido: 08 de Abril de 2023
Aceptado: 09 de Abril de 2023

doi: 10.35366/111053

Lesión miocárdica e infarto al miocardio perioperatorio en cirugía de columna vertebral y ortopédica compleja

Myocardial injury and perioperative myocardial infarction in spine surgery and complex orthopedic surgery

David Trujillo Flores,* Omar Marroquín-Herrera,†
Dafne Muriel Macías Argüelles,‡ Paulo Iván Vargas Ascencio[¶]

Palabras clave:

cirugía de cadera, cirugía de columna, troponinas, electrocardiograma.

Keywords:

hip surgery, spine surgery, troponins, electrocardiogram.

* Médico cardiólogo. Hospital de Especialidades 5 de Mayo, Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores al Servicio de los Poderes del Estado de Puebla. Puebla, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4628-610X>

† Cirujano de columna, Minimal Invasión Center. Spine Surgery, Orthopedics Puebla, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4159-0222>

‡ Médico cardiólogo. Hospital General de Zona con Medicina Familiar No. 2, Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). Irapuato, Guanajuato.

¶ Médico cardiólogo. Hospital General de Zona con Medicina Familiar No. 4, IMSS. Celaya, Guanajuato.

Correspondencia:
Dr. Omar Marroquín-Herrera
E-mail: dr.omarmhspine@gmail.com

RESUMEN

La lesión miocárdica después de cirugía no cardíaca (LMCNC) es un evento que puede ocurrir en diversos tipos de intervenciones, incluyendo la cirugía ortopédica compleja, en particular dentro del grupo de pacientes de alto riesgo. Se ha mostrado poca información sobre las complicaciones isquémicas que se pueden presentar en este tipo de cirugías. Con la aparición de las troponinas de alta sensibilidad (high-sensitivity cardiac troponin [hs-cTn]) y diversos puntos de corte según el laboratorio de origen, la determinación de sus valores específicos requiere una estandarización, ya que a lo largo de la historia la definición precisa ha sido variable e imprecisa. Aproximadamente 30% de las personas que se someten a una cirugía por fractura de cadera tendrán un alto nivel de troponina dentro de los primeros tres a 30 días después de la cirugía, en cambio en la cirugía de columna se encontró una incidencia para infarto agudo de miocardio (IAM) de 0.34-0.63% dentro de los primeros 30 días del postoperatorio. El diagnóstico de LMCNC requiere un alto índice de sospecha para la realización del tratamiento oportuno que disminuya la morbimortalidad a corto y largo plazo.

ABSTRACT

Myocardial injury after noncardiac surgery (MINS) is an event that can occur in various types of interventions, including complex orthopedic surgery, particularly within the group of high-risk patients. In this type of surgery, little information has been shown on the ischemic complications that can occur. With the appearance of high-sensitivity cardiac troponin (hs-cTn) with different cut-off points depending on the laboratory of origin, the determination of their specific values requires standardization, since throughout history, precise definition has been variable and imprecise. Approximately 30% of people who undergo hip fracture surgery will have a high level of troponin within the first 3 to 30 days after surgery, whereas in spinal surgery an incidence for acute myocardial infarction (AMI) was found from 0.34-0.63% within the first 30 postoperative days. The diagnosis of MINS requires a high index of suspicion to carry out timely treatment and reduce morbidity and mortality in the short and long term.

Citar como: Trujillo FD, Marroquín-Herrera O, Macías ADM, Vargas API. Lesión miocárdica e infarto al miocardio perioperatorio en cirugía de columna vertebral y ortopédica compleja. *Cir Columna*. 2023; 1 (1): 42-52. <https://dx.doi.org/10.35366/111053>



Abreviaturas:

AOS = apnea obstructiva del sueño
 BASEL PMI = *Basel perioperative myocardial injury*
 BRIHH = bloqueo de rama izquierda del haz de His
 CAD = enfermedad coronaria
 CNC = cirugía no cardíaca
 CRVM = cirugía de revascularización miocárdica
 CTC = cateterismo cardíaco invasivo
 DM2 = diabetes mellitus tipo 2
 EAC = enfermedad aterosclerosa coronaria
 EACM = eventos adversos cardiovasculares mayores
 EAP = enfermedad aterosclerosa periférica
 ECG = electrocardiograma
 EP = embolia pulmonar
 ERC = enfermedad renal crónica
 ETT = ecocardiograma transtorácico
 EVC = evento vascular cerebral
 FA = fibrilación auricular
 FC = frecuencia cardíaca
 HAS = hipertensión arterial sistémica
 hs-cTn = high-sensitivity cardiac troponin
 HVI = hipertrofia del ventrículo izquierdo
 IAM = infarto agudo de miocardio
 IAMGEST = infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST
 IAMSEST = infarto agudo de miocardio sin elevación del segmento ST
 IC = insuficiencia cardíaca
 ICA = insuficiencia cardíaca aguda
 ICP = intervención coronaria percutánea
 IEAD = índice de estado de actividad de Duke
 LMCNC = lesión miocárdica después de cirugía no cardíaca
 PAM = presión arterial media
 PCI = procedimiento cardiológico intervencionista
 PCR = proteína C reactiva
 RAC = circunfleja retroaórtica
 RCRI = *revised cardiac risk index*
 SAHOS = síndrome de apnea e hipopnea obstructiva del sueño
 SICA SEST = síndrome isquémico coronario agudo sin elevación del segmento ST
 TCO = tomografía de coherencia óptica
 TFG = tasa de filtrado glomerular
 VFG = velocidad de filtración glomerular

INTRODUCCIÓN

La lesión miocárdica después de cirugía no cardíaca (LMCNC) es una patología que se puede presentar en el curso de un procedimiento, lo que trae como consecuencia el declive en la calidad de vida y pronóstico de los pacientes que la sufren. En cirugía ortopédica, su incidencia ha sido demostrada en múltiples estudios, destaca su aparición durante cirugías complejas como la de cadera y columna en sus diversas variedades. Los métodos diagnósticos disponibles para su diagnóstico son el electrocardiograma (ECG), ecocardiograma transtorácico (ETT) y el cateterismo cardíaco invasivo (CTC), que han resultado ser herramientas de utilidad en este contexto para realizar un tratamiento oportuno y reducir las secuelas de esta patología a largo plazo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una extensa revisión de la literatura a través de las plataformas PubMed, ScienceDirect, ClinicalKey, EBSCO, *Nature Journal*, Scopus, SpringerLink, UpToDate y *National Library of Medicine* y por medio de palabras clave, para obtener la información más relevante hasta el 25 de diciembre del 2022. Se encontraron 94 artículos, 62 aceptados y 32 rechazados. Los criterios de selección que se emplearon fueron: lesión miocárdica, cirugía ortopédica, cirugía de cadera, cirugía de columna, infarto perioperatorio, así como manejo de la guía más actual de la evaluación y manejo cardiovascular de la cirugía no cardíaca 2022. Se rechazaron artículos que mostraran lesión miocárdica secundaria a factores extracardiacos incluyendo sepsis, embolia pulmonar (EP) o insuficiencia cardíaca aguda (ICA), así como artículos que no cumplieran la definición actualizada de infarto agudo de miocardio (IAM) o estatutos del diagnóstico y manejo actual del síndrome isquémico coronario agudo sin elevación del segmento ST (SICA SEST).

DEFINICIÓN

La LMCNC fue descrita en el año 2014 por primera vez¹ y se definió como la elevación del nivel de las troponinas por arriba del percentil 99 con un patrón de elevación y caída > 20%, lo cual indica un evento agudo, de tal manera que dichas elevaciones deberían ser identificadas dentro de los primeros 30 días del evento, con o sin síntomas o alteraciones electrocardiográficas, pero casi siempre ocurre en los primeros dos días postquirúrgicos,^{2,3} por lo que se recomienda determinar una cifra basal para discernir si el incremento es agudo o crónico.⁴ Además, es el resultado de un presunto origen isquémico, por ejemplo, debido a una desproporción entre la oferta y demanda de oxígeno o aterotrombosis en ausencia de otras causas no isquémicas como EP, ICA o sepsis.^{5,6} Por su parte, la definición clínica de IAM se basa en la presencia de daño miocárdico agudo detectado por la elevación en los niveles de biomarcadores cardíacos en el contexto de isquemia miocárdica aguda (*Tabla 1*).⁴

EPIDEMIOLOGÍA

En términos generales, la mortalidad perioperatoria después de la cirugía no cardíaca (CNC) es de 1 a 2% en pacientes ≥ 45 años.⁷ A su vez, la muerte de origen cardíaco es la principal causa de mortalidad

Tabla 1: Criterios diagnósticos de lesión miocárdica después de cirugía no cardíaca.²

Elevación postoperatoria de troponina ≥ 1 medición arriba del percentil 99 con un patrón de elevación/caída que indique un evento agudo
 Ocurre dentro de los primeros 30 días de la cirugía
 Atribuido a un presunto mecanismo isquémico
 Los síntomas pueden estar enmascarados por sedación y analgesia, así que los síntomas y signos electrocardiográficos no son requeridos

postoperatoria en los primeros 30 días de la cirugía,⁸ lo que representa casi la mitad del total de defunciones.⁹ Algunos estudios han mostrado que la incidencia de IAM perioperatorio llega a 6.2% y la de LMCNC a 20.1, a la vez que a 18% en cirugías vasculares y ortopédicas, respectivamente.¹⁰ Smilowitz y Berger realizaron un metaanálisis que involucró 169 estudios, con lo cual se señaló que la incidencia de LMCNC fue de 17.9%.¹¹ En un estudio retrospectivo observacional, realizado en Reino Unido, la elevación temprana de troponina a las 24 y 72 horas ocurrió en 992 de 4,335 pacientes (22.9%) sometidos a CNC de manera electiva.¹²

Dentro del espectro de la CNC, la cirugía de cadera (fijación interna de fractura o artroplastía total) es la cirugía mayor no cardíaca más realizada en adultos mayores de 65 años de edad, con una incidencia anual de 45 por cada 100,000 individuos.¹³ Aproximadamente 30% de las personas que se someten a una cirugía por fractura de cadera tendrán un alto nivel de troponina I dentro de los primeros tres a 30 días después de ella,^{14,15} mientras que con una tasa de IAM postoperatorio temprano, dentro de los primeros siete días de 10.4 a 36%.^{13,14} En un estudio prospectivo se comparó al adulto mayor en dos grupos etarios, 75-86 años frente a 82-89 años, con lo que se obtuvieron tasas de incidencias más altas de lesión miocárdica perioperatoria en el grupo de mayor edad (24.6% frente a 58.3%).¹⁶

La cirugía de columna vertebral en adultos mayores ha experimentado un aumento en su incidencia a nivel mundial, esto se asocia a una mayor expectativa de vida, así como a las diversas tecnologías y protocolos diagnósticos, tanto de patologías primarias como de las complicaciones de sus manejos quirúrgicos.¹⁷⁻²⁰ De esta manera, al considerar la cirugía de columna lumbar como el procedimiento más frecuente y basarnos en tres grandes estudios sobre complicaciones cardíacas perioperatorias, mismos que contaron con 1,002, 30,339 y 105,505 pacientes, respectivamente,

se encontró una incidencia para infarto de miocardio que va de 0.34 a 0.63% dentro de los primeros 30 días del postoperatorio.²¹⁻²³

En otro estudio, los pacientes que se sometieron a cirugías de fusión vertebral tuvieron una incidencia de IAM de 0.77%, mientras que los pacientes sometidos a procedimientos lumbares sin fusión tuvieron una incidencia de 0.45% ($p < 0.001$), como consecuencia de que la primera requiere mayor tiempo quirúrgico por su complejidad incrementada y mayor sangrado.²³ Los factores de riesgo para el desarrollo de complicaciones cardíacas observados fueron: una edad mayor a 80 años, diabetes mellitus tipo 2 (DM2), anemia preoperatoria, antecedentes de trastornos cardíacos, sexo masculino y un índice de comorbilidad de Charlson > 3 .^{22,23}

En cuanto a la distribución temporal del IAM perioperatorio, 48% experimentaron un infarto dentro de las 24 horas después de la operación, 57% a las 72 y 70% a los siete días; con lo cual llegaron a reportar tasas de mortalidad de 26.5 a 70% luego de 30 días perioperatorios.²³

FACTORES DE RIESGO

El riesgo de LMCNC es más alto en individuos que se someten a una cirugía urgente, abierta, que requieran de transfusión, con un tiempo prolongado de cirugía, una presión arterial media (PAM) < 65 mmHg, frecuencia cardíaca (FC) ≥ 110 latidos por minuto y uso de vasopresores postoperatorios.²⁴ Otros factores de riesgo incluyen DM2, insuficiencia cardíaca (IC), enfermedad aterosclerótica establecida y enfermedad renal crónica (ERC); en este último caso, comparado con individuos con una velocidad de filtración glomerular (VFG) ≥ 60 ml/min/1.73 m, aquellos con una VFG de 45 a 59, 30 a 44 y 1) también pacientes con apnea obstructiva del sueño (AOS) están predispuestos a eventos cardiovasculares, mediados por disfunción endotelial, hipertensión arterial sistémica (HAS) y episodios hipóxicos.²⁵ Así, en un estudio entre 1,218 pacientes en riesgo de AOS seguidos prospectivamente por 30 días, después de una CNC, ésta se asoció a LMCNC (HR 1.8 [IC 95%, 1.17-2.77]).²⁶ En el estudio BASEL PMI (Basel perioperative myocardial injury), cerca de 15% de los pacientes con enfermedad aterosclerosa coronaria (EAC)/enfermedad aterosclerosa periférica (EAP) preexistente o con una edad mayor de 65 años y que pasaron a cirugía desarrollaron IAM perioperatorio, con una incidencia de 0.5% dentro de 30 días, y de 1 a 2% dentro de 365 días (Tabla 2).²⁷⁻²⁹

FISIOPATOLOGÍA

Dos mecanismos fisiopatológicos pueden ser considerados como causa de LMCNC: la ruptura, fisura o erosión de una placa coronaria y la consecuente aparición de un trombo luminal (IAM tipo 1), o bien un desbalance de oferta y demanda de oxígeno junto con la presencia de placas inestables (IAM tipo 2).^{30,31} Podría existir un papel importante en cuanto al nivel de inflamación en cada tipo de infarto, ya que el IAM tipo 2 origina mayor nivel de citocinas, leucocitos y proteína C reactiva (PCR).³²

Un estudio prospectivo evaluó a 30 pacientes con IAM sin elevación del segmento ST (IAMSEST) después de CNC contra 30 pacientes con IAM no relacionado a cirugía. A dos días del evento, los pacientes pasaron a CTC con auxilio de tomografía de coherencia óptica (TCO), aunque un trombo oclusivo coronario estuvo presente en 13% de los casos de IAM perioperatorio versus 67% de aquellos no relacionados a cirugía.³³

En aproximadamente la mitad de los pacientes con IAM perioperatorio la fisiopatología subyacente no puede ser determinada con facilidad.³⁴

Aunque los valores elevados de troponina reflejan la existencia de daño en las células miocárdicas, no aportan información sobre los mecanismos fisiopatológicos subyacentes, ya que esto puede ser consecuencia de una distensión mecánica inducida por la precarga o algún tipo de estrés fisiológico como la hipotensión en un corazón que, por lo demás, es estructuralmente normal,³⁵ así como al microembolismo coronario con isquemia subendocárdica secundaria.³⁶

La anestesia y el trauma quirúrgico permiten la elevación de catecolaminas, cortisol y citocinas proinflamatorias, fluctuaciones hemodinámicas, taquicardia e hipertensión que incrementan la postcarga ventricular, lo que origina un estrés a nivel de la pared coronaria y desestabilización de lesiones ateroscleróticas preexistentes, esto a su vez provoca su disrupción mediante erosión o ruptura (*Figura 1*).^{37,38}

En un estudio de pacientes con angiografía coronaria por tomografía antes de la CNC, EAC obstructiva estuvo presente en 72% de los casos con IAM postoperatorio y sólo en 4% de los que no lo tuvieron.³⁹ En otros estudios entre pacientes con angiografía coronaria por LMCNC, EAC obstructiva fue encontrada en 77 a 94% de los casos.^{40,41} En una serie de autopsias, 46% de los pacientes con IAM postoperatorio después de CNC tuvieron evidencia de ruptura de placa.⁴²

La estimulación de los adrenorreceptores B1 incrementa la apoptosis y su densidad cambia en los pacientes mayores, los cuales presentan niveles mayores de éstos, mismos que son responsables de la liberación de troponinas.⁴³ Conforme la isquemia inicia, se libera primero la fracción libre intracelular de troponina que corresponde a 3.5% del total; al progresar, la proteólisis aumenta y permite la liberación de la fracción de troponinas estructurales del complejo tropomiosina.⁴⁴

Además, el preciso mecanismo por el cual la función renal modula la lesión miocárdica es desconocido y la interpretación de biomarcadores en la enfermedad renal puede ser desafiante en este grupo de pacientes.⁴⁵

En grandes estudios de cohorte prospectivos, 11 a 14% de los casos con elevación de troponinas se debieron a causas no isquémicas o extracardiacas como anemia o fibrilación auricular (FA) de respuesta

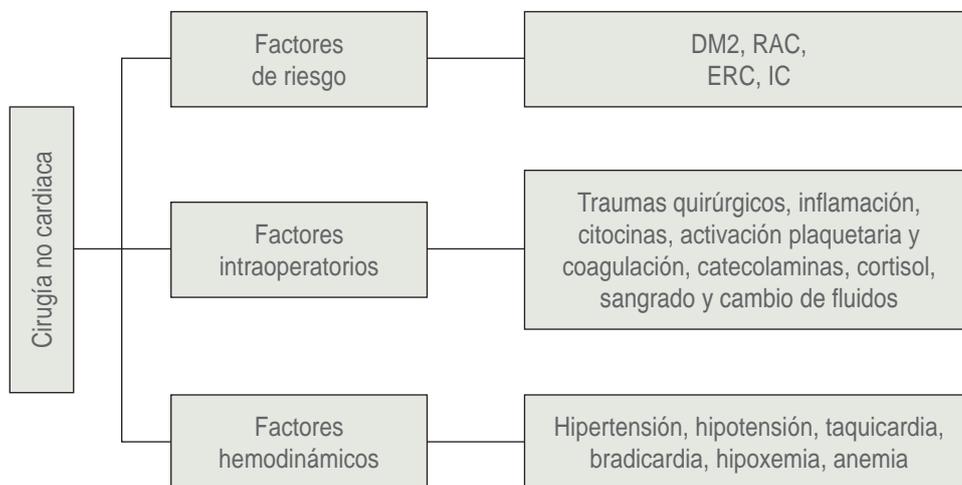
Tabla 2: Factores de riesgo preoperatorios para lesión miocárdica después de cirugía no cardíaca.²

Factores demográficos	Edad avanzada, sexo masculino
Capacidad funcional	Índice de actividad de Duke
Comorbilidades de aterosclerosis	HAS, DM2, EAC, EAP, EVC
Otras patologías cardíacas	IC, FA
Otras comorbilidades	ERC TFG < 60 ml/min/1.73 m ² , SAHOS severo
Scores de riesgo	Lee clase IV, STOP Bang alto riesgo
Evaluación preoperatoria	Péptidos natriuréticos elevados, radio neutrófilo/linfocito > 4, hiperglucemia, concentración elevada de plaquetas reticuladas, recuperación de frecuencia cardíaca anómala postejercicio en prueba de esfuerzo, isquemia reversible en test de perfusión miocárdica
Tipo de cirugía	Emergencia, complejidad del procedimiento

HAS = hipertensión arterial sistémica. DM2 = diabetes mellitus tipo 2. EAC = enfermedad aterosclerosa coronaria. EAP = enfermedad aterosclerosa periférica. EVC = evento vascular cerebral. IC = insuficiencia cardíaca. FA = fibrilación auricular. ERC = enfermedad renal crónica. TFG = tasa de filtrado glomerular. SAHOS = síndrome de apnea e hipopnea obstructiva del sueño.

Figura 1:

Fisiopatología de lesión miocárdica después de cirugía no cardíaca.
 Fuente: los autores.
 DM2 = diabetes mellitus tipo 2.
 RAC = circunfleja retroaórtica.
 ERC = enfermedad renal crónica.
 IC = insuficiencia cardíaca.



ventricular rápida, las cuales son excluidas en la definición de LMCNC.⁴⁶

DIAGNÓSTICO

En el ámbito clínico, la isquemia miocárdica generalmente puede identificarse a partir de la historia clínica y el ECG. Si hay clínica de isquemia miocárdica o se puede detectar por cambios en el ECG junto con daño miocárdico (patrón ascendente o descendente de los valores de troponinas), el diagnóstico de LMCNC es adecuado. Sin embargo, cabe mencionar que, si los valores de troponina se mantienen estables, con una variación $\leq 20\%$ entre la muestra basal/inicial y seriada, esto puede estar relacionado con un daño miocárdico crónico.^{4,46} Así, 90% de los pacientes con IAM perioperatorio no reportan síntomas típicos y son mal diagnosticados.⁴⁷ La lesión miocárdica perioperatoria comúnmente no tiene síntomas de isquemia y el ECG tiene baja sensibilidad para su diagnóstico.¹⁰

Pacientes diagnosticados con LMCNC son mayores de edad, masculinos, tienen una historia de HAS, EAC, IAM previo y ERC,⁴⁸ así como una FC preoperatoria más alta que los controles.⁴⁹

En el caso de infarto agudo de miocardio con elevación del segmento ST (IAMCEST) se tienen en consideración las manifestaciones electrocardiográficas que indican isquemia miocárdica aguda en ausencia de hipertrofia del ventrículo izquierdo (HVI) y bloqueo de rama izquierda del haz de His (BRIHH), que consisten en elevación del segmento ST en el punto J en dos derivaciones contiguas ≥ 1 mm en todas las derivaciones excepto V2-V3, a las que se aplican los siguientes pun-

tos de corte: ≥ 2 mm para varones de edad ≥ 40 años; ≥ 2.5 mm para varones < 40 años, y ≥ 1.5 mm para las mujeres de forma independiente a su edad. En el caso de depresión del segmento ST y cambios en la onda T, éstos consisten en depresión horizontal o descendente ≥ 0.5 mm en dos derivaciones contiguas o inversión de la onda T > 1 mm en dos derivaciones contiguas con onda R prominente o cociente R/S > 1 .^{50,51}

Grandes estudios sugieren que el IAMCEST acontece en 11 a 22% de IAM perioperatorios.⁵² Se ha demostrado que la frecuencia de IAMCEST en los pacientes con IAM tipo 2 oscila entre 3 y 24%.⁵³ Más de 90% de los pacientes con LMCNC no presentan elevación del segmento ST o cualquier otro síntoma de isquemia.⁵⁴

Para los pacientes con síntomas persistentes/recurrentes o un ECG inicial no diagnóstico es adecuado registrar un ECG en serie a intervalos de 15 a 30 minutos en las primeras una a dos horas.⁵⁵ En caso de existir duda, en especial cuando se trata de depresión del segmento ST y cambios en la onda T, se puede acudir al ETT, para evidenciar por imagen la pérdida de miocardio viable o nuevas anomalías regionales de la motilidad de la pared biventricular a partir de un patrón compatible con etiología isquémica.⁵⁰

De acuerdo con el estado clínico del paciente y los hallazgos de gabinete, se optaría por la realización de CTC (Figura 2). En un par de estudios se mostró que la trombosis estuvo presente en un tercio de los casos y en el resto se demostró un desbalance de oferta y demanda de oxígeno. Aquellos con estenosis coronarias tendrían una mayor oportunidad de recibir una intervención terapéutica apropiada.⁵⁶

MANEJO POSTOPERATORIO

Actualmente, se recomienda realizar la determinación de troponinas de 24 a 48 horas previas a la realización de la cirugía y dentro de los tres primeros días del postoperatorio (día 1, 2 y 3) en pacientes con enfermedad cardiovascular conocida, factores de riesgo cardiovascular (incluidos > 65 años) o síntomas sugere

ntes de enfermedad cardiovascular. En caso de bajo riesgo de sangrado, se recomienda iniciar dosis baja de antiagregante plaquetario y estatina, así como realizar estudios de imagen cardiacos no invasivos, cuyos resultados indicarían la conducta terapéutica a seguir. En caso de confirmación de un IAM, se recomienda inicio de doble antiagregación plaquetaria, dosis alta de estatina, cateterización coronaria y, de acuerdo

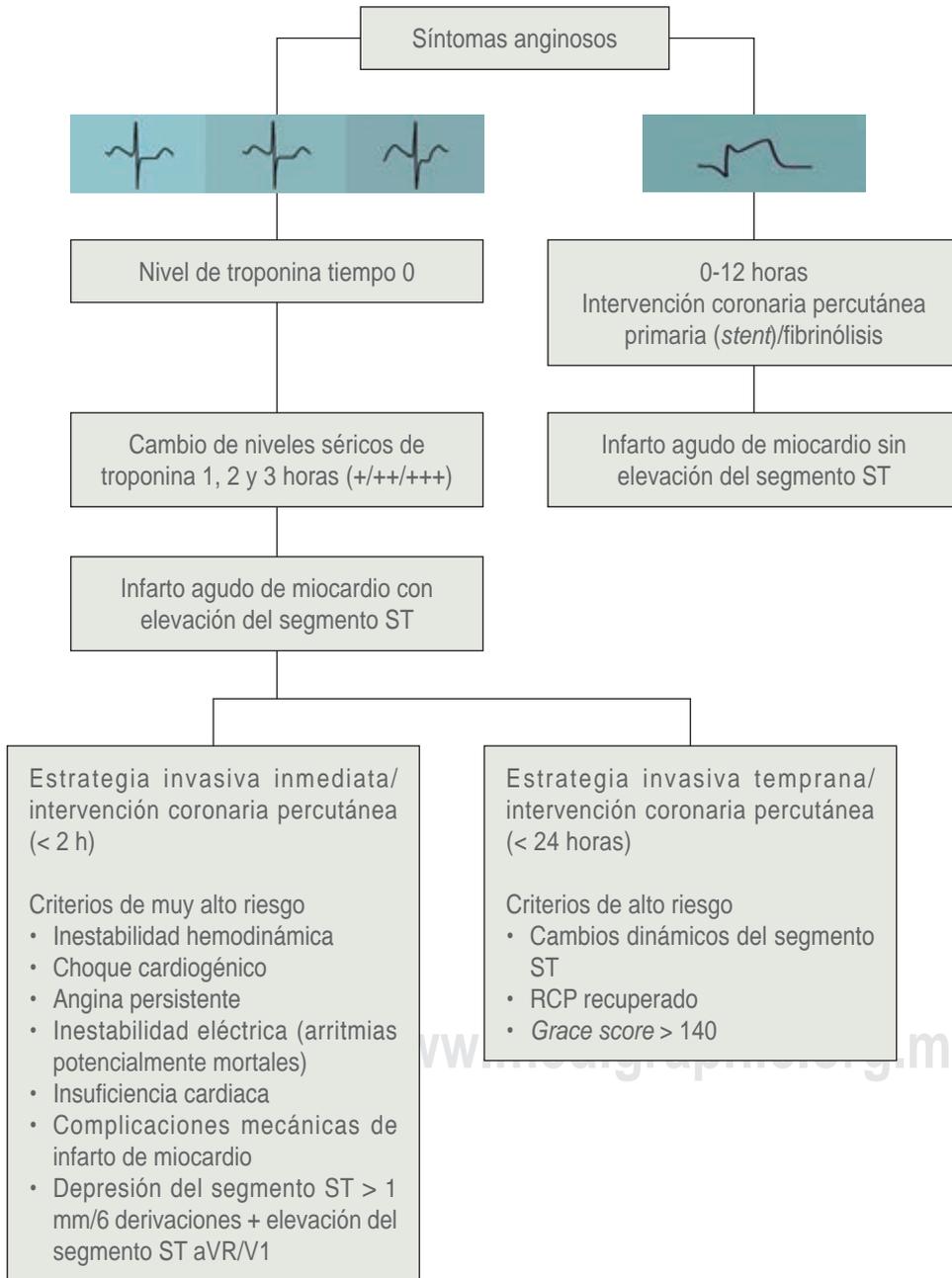


Figura 2:

Algoritmo diagnóstico de lesión miocárdica después de cirugía no cardíaca y síndrome isquémico coronario agudo de acuerdo con hallazgos clínicos, bioquímicos y electrocardiográficos.⁵⁵

con los hallazgos de revascularización coronaria, con intervención coronaria percutánea (ICP) con o sin colocación de *stent*, o cirugía de revascularización miocárdica (CRVM).^{5,37,57}

PRONÓSTICO

En general, la mortalidad después de 30 días desde el IAM postoperatorio es de cerca de 10%,⁵⁸ sean casos sintomáticos o no, y estén asociados a complicaciones vasculares mayores.⁵⁹ En otras palabras, cuanto mayor sea el aumento en el nivel de troponina, mayor será el riesgo.⁴⁶

Así, cuando mediciones seriadas de troponinas son aplicadas, un aumento absoluto ≥ 5 ng/l arriba del valor previo entre dos muestras, fue independientemente asociado con riesgo de mortalidad a 30 días con una de ellas a través de un pico >20 ng/l o un cambio postoperatorio > 65 ng/l independiente del cambio absoluto.⁵¹ Un límite de troponina T con ensayos de cuarta generación ≥ 30 ng/l se asoció a un pronóstico adverso en un estudio prospectivo.²⁷

En Francia, un estudio de cohorte prospectivo realizado en 88 pacientes consecutivos midió los niveles séricos de troponina I luego de la realización de cirugía de cadera en los días uno, dos y tres del postoperatorio, donde valores por arriba del percentil 99 fueron considerados positivos; los eventos adversos cardiovasculares mayores (EACM) considerados fueron muerte de origen cardíaco, IAM e ICA documentados durante la estancia hospitalaria y hasta un año después de la realización de la cirugía; de ellos 11 pacientes (12.5%) presentaron elevación de troponina I y nueve se mantuvieron asintomáticos. Durante el seguimiento 45% (5/11) tuvieron algún evento cardiovascular mayor y cuatro (36%) murieron durante el primer año.⁶⁰

El IAMCEST se asocia significativamente con una mortalidad hasta 10 veces mayor a corto y largo plazo (8.9-50% de mortalidad a 30 días) que aquellos con IAMSEST, y con 18.9-71% de mortalidad a dos años.^{27,54,61} A su vez, pacientes con IAM tipo 2 tienen peor pronóstico que los que no sufren enfermedades coronarias.⁶²

PREVENCIÓN

El riesgo para complicaciones cardíacas está relacionado al tipo de cirugía, mientras en el paciente está determinado por su edad, la presencia o ausencia de factores de riesgo cardiovascular (tabaquismo, hipertensión, diabetes, dislipidemia o antecedente familiar),

enfermedad cardiovascular establecida y comorbilidades.^{63,64} Así, dentro de las medidas preventivas, existen diversas pautas que hay que tener en cuenta.

Para pacientes mayores de 65 años, sin antecedentes de enfermedad cardiovascular ni factores de riesgo cardiovascular previo a cirugía de alto riesgo, se debe considerar la toma de un ECG.⁶⁵ No se recomienda obtener de forma rutinaria un ECG en pacientes de sometidos a CNC de bajo riesgo.⁶⁶⁻⁶⁸

Para pacientes con alto riesgo clínico de eventos cardiovasculares como aquellos ≥ 65 años o con EAC/EAP establecida se recomienda una toma sanguínea de troponina basal y otra determinación dentro de las primeras 48 a 72 horas, si los resultados del test pudieran modificar el manejo clínico.^{27,28}

Se recomienda la realización de un ETT en pacientes con baja capacidad funcional o NT-proBNP/BNP elevados o en sospecha de nuevos signos o síntomas inexplicables antes de una CNC de alto riesgo.⁶⁹

Además, se recomiendan las imágenes de estrés cardíaco antes de la CNC electiva de alto riesgo en pacientes con poca capacidad funcional y alta probabilidad de enfermedad coronaria (CAD, por sus siglas en inglés), de acuerdo con probabilidad pre-test o con alto riesgo clínico según el RCRI (*revised cardiac risk index*);⁷⁰ así como en aquellos pacientes asintomáticos con capacidad funcional deficiente en procedimiento cardiológico intervencionista (PCI) o CRVM previas.⁷¹

Conforme a los hallazgos de los estudios de estrés cardíaco, también se recomienda seguir utilizando las mismas indicaciones para el CTC y la revascularización tanto en el preoperatorio como en el entorno no quirúrgico.⁵⁵

El índice de estado de actividad de Duke (IEAD), que es una herramienta para evaluar la capacidad funcional, proporciona una estimación más precisa del riesgo cardíaco que la capacidad funcional evaluada subjetivamente, en éste una puntuación de 34 se asocia con mayor probabilidad de muerte a 30 días o AMI.⁶⁶

Finalmente, no hay que olvidar que en pacientes ≥ 70 años y programados para CNC de riesgo intermedio o alto, se debe considerar la detección de fragilidad utilizando herramientas de detección validada.⁶⁷

DISCUSIÓN

Las complicaciones de origen cardiovascular son la principal causa de muerte en pacientes postoperados, por ello se debe tener un alto índice de sospecha para el diagnóstico de LMCNC con apoyo de herramientas

como el ECG, biomarcadores séricos, ETT y CTC, a partir de aplicar las guías internacionales vigentes. Su aparición predice múltiples complicaciones a corto y largo plazo, por lo que el tratamiento específico del evento desencadenante impactará en los desenlaces clínicos, y tomará importancia el conocimiento absoluto de la fisiopatología, ya que es sumamente vital para prevenir desenlaces fatales.

CONCLUSIONES

La aparición de LMCNC es un evento de suma importancia que puede ocurrir durante la evolución postoperatoria de las cirugías ortopédicas y de columna vertebral más complejas que existen en la actualidad. Su identificación oportuna en la población de mayor riesgo permitirá brindar el tratamiento especializado a este sector de la población vulnerable; por ello recomendamos siempre realizar valoración prequirúrgica por un médico internista y un cardiólogo, así como una revaloración del paciente en el postquirúrgico inmediato.

REFERENCIAS

1. Botto F, Alonso P, Chan MT, Villar JC, Xavier D, Srinathan S, et al. Vascular events in noncardiac surgery patients cohort evaluation (VISION) writing group. Myocardial injury after noncardiac surgery: a large, international, prospective cohort study establishing diagnostic criteria, characteristics, predictors, and 30-day outcomes. *Anesthesiology*. 2014; 120: 564-578.
2. Ruetzler K, Smilowitz NR, Berger JS, Devereaux PJ, Maron BA, Newby LK, et al. Diagnosis and management of patients with myocardial injury after noncardiac surgery: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2021; 144: e287-e305.
3. Devereaux PJ, Szczeklik W. Myocardial injury after non-cardiac surgery: diagnosis and management. *Eur Heart J*. 2020; 41: 3083-3091.
4. Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, Chaitman BR, Bax JJ, Morrow DA, et al; Executive Group on behalf of the Joint European Society of Cardiology (ESC)/American College of Cardiology (ACC)/American Heart Association (AHA)/World Heart Federation (WHF) Task Force for the Universal Definition of Myocardial Infarction. Fourth Universal Definition of Myocardial Infarction (2018). *Circulation*. 2018; 138: e618-e651.
5. Verbree L, Grobbee RB, van Waes JA, Peelen LM, Nathoe HM, van Klei WA, et al. Causes and prevention of postoperative myocardial injury. *Eur J Prev Cardiol*. 2019; 26: 59-67.
6. Drosatos K, Lymperopoulos A, Kennel PJ, Pollak N, Schulze PC, Goldberg IJ. Pathophysiology of sepsis-related cardiac dysfunction: driven by inflammation, energy mismanagement, or both? *Curr Heart Fail Rep*. 2015; 12: 130-140.
7. Smilowitz NR, Gupta N, Ramakrishna H, Guo Y, Berger JS, Bangalore S. Perioperative major adverse cardiovascular and cerebrovascular events associated with noncardiac surgery. *JAMA Cardiol*. 2017; 2: 181-187.
8. Botto F, Alonso-Coello P, Chan MT, Villar JC, Xavier D, Srinathan S, et al. Myocardial injury after noncardiac surgery: a large, international, prospective cohort study establishing diagnostic criteria, characteristics, predictors, and 30-day outcomes. *Anesthesiology*. 2014; 120: 564-578.
9. Bartels K, Karhausen J, Clambey ET, Grenz A, Eltzschig HK. Perioperative organ injury. *Anesthesiology*. 2013; 119: 1474-1489.
10. Lagoeiro AJ, Mesquita ET, Martins WA. Myocardial injury after non-cardiac surgery - state of the art. *Arq Bras Cardiol*. 2021; 117: 544-553.
11. Smilowitz NR, Berger JS. Perioperative management to reduce cardiovascular events. *Circulation*. 2016; 133: 1125-1130.
12. Ackland GL, Abbott TEF, Jones TF, Leuwer M, Pearse RM. Early elevation in plasma high-sensitivity troponin T and morbidity after elective noncardiac surgery: prospective multicentre observational cohort study. *Br J Anaesth*. 2020; 124: 535-543.
13. Huddleston JM, Gullerud RE, Smither F, Huddleston PM, Larson DR, Phy MP, et al. Myocardial infarction after hip fracture repair: a population-based study. *J Am Geriatr Soc*. 2012; 60: 2020-2026.
14. Rostagno C, Cartei A, Rubbieri G, Ceccofiglio A, Magni A, Forni S, et al. Perioperative myocardial infarction/myocardial injury is associated with high hospital mortality in elderly patients undergoing hip fracture surgery. *J Clin Med*. 2020; 9: 4043.
15. Hu W, Chen Y, Zhao K, Wang J, Zheng M, Zhao Y, et al. Association of perioperative myocardial injury with 30-day and long-term mortality in older adult patients undergoing orthopedic surgery in China. *Med Sci Monit*. 2021; 27: e932036.
16. Wang L, Cai M, Li X, Deng X, Xue Q, Zhou L, et al. Association of acute perioperative myocardial injury with all-cause mortality within 90 days after hip fracture repair in the elderly: a prospective study. *Geriatr Orthop Surg Rehabil*. 2022; 13: 21514593211070129.
17. Marroquín-Herrera O, Rosales-Camargo S, Rodríguez-Múnera A, et al. Assessment of trauma in the subaxial cervical spine by the first contact physician. *Ortho-tips*. 2022; 18: 230-238.
18. Marroquín-Herrera O, Rosales-Camargo SA, Morales-Sáenz LC, Alvarado-Gomez F. Clostridium perfringens in the spine: A rare cause of post-surgical infection. *Surg Neurol Int*. 2021; 12: 544.
19. Gomez FA, Herrera OM, Gaona JLV, Reyes CAF, Gutiérrez MLC, Saenz LCM. Pulmonary cement

- embolism following transpedicular screws placement for thoracolumbar fractures. *Surg Neurol Int.* 2021; 12: 495.
20. Rosales-Camargo S, Marroquín-Herrera O, Morales-Sáenz LC, et al. Espondilodiscitis. Evaluación, diagnóstico y tratamiento. *Ortho-tips.* 2022; 18: 135-140.
 21. Chotisukarat H, Akavipat P, Suchartwatnchai P, Sookplung P, Eiamcharoenwit J. Incidence and risk factors for perioperative cardiovascular complications in spine surgery. *F1000Res.* 2022; 11: 15.
 22. Bovonratwet P, Bohl DD, Malpani R, Haynes MS, Rubio DR, Ondeck NT, et al. Cardiac complications related to spine surgery: timing, risk factors, and clinical effect. *J Am Acad Orthop Surg.* 2019; 27: 256-263.
 23. Harwin B, Formanek B, Spoonamore M, Robertson D, Buser Z, Wang JC. The incidence of myocardial infarction after lumbar spine surgery. *Eur Spine J.* 2019; 28: 2070-2076.
 24. Devereaux PJ, Xavier D, Pogue J, Guyatt G, Sigamani A, Garutti I, et al. Characteristics and short-term prognosis of perioperative myocardial infarction in patients undergoing noncardiac surgery: a cohort study. *Ann Intern Med.* 2011; 154: 523-528.
 25. Marin JM, Agusti A, Villar I, Forner M, Nieto D, Carrizo SJ, et al. Association between treated and untreated obstructive sleep apnea and risk of hypertension. *JAMA.* 2012; 307: 2169-2176.
 26. Chan MT, Wang CY, Seet E, Tam S, Lai HY, Walker S, et al. POSA Investigators. Postoperative vascular complications in unrecognised obstructive sleep apnoea (POSA) study protocol: an observational cohort study in moderate-to-high risk patients undergoing non-cardiac surgery. *BMJ Open.* 2014; 4: e004097.
 27. Devereaux PJ, Chan MT, Alonso-Coello P, Walsh M, Berwanger O, Villar JC, et al. Association between postoperative troponin levels and 30-day mortality among patients undergoing noncardiac surgery. *JAMA.* 2012; 307: 2295-2304.
 28. Ducepe E, Parlow J, MacDonald P, Lyons K, McMullen M, Srinathan S, et al. Canadian Cardiovascular Society guidelines on perioperative cardiac risk assessment and management for patients who undergo noncardiac surgery. *Can J Cardiol.* 2017; 33: 17-32.
 29. Sazgary L, Puelacher C, Lurati Buse G, Glarner N, Lampart A, Bolliger D, et al. Incidence of major adverse cardiac events following non-cardiac surgery. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care.* 2020; 10: 550-558.
 30. Biccard BM, Rodseth RN. The pathophysiology of perioperative myocardial infarction. *Anaesthesia.* 2010; 65: 733-741.
 31. Neumann JT, Sorensen NA, Rubsamen N, Ojeda F, Renne T, Qaderi V, et al. Discrimination of patients with type 2 myocardial infarction. *Eur Heart J.* 2017; 38: 3514-3520.
 32. Smilowitz NR, Weiss MC, Mauricio R, Mahajan AM, Dugan KE, Devanabanda A, et al. Provoking conditions, management and outcomes of type 2 myocardial infarction and myocardial necrosis. *Int J Cardiol.* 2016; 218: 196-201.
 33. Sheth T, Natarajan MK, Hsieh V, Valettas N, Rokoss M, Mehta S, et al. Incidence of thrombosis in perioperative and non-operative myocardial infarction. *Br J Anaesth.* 2018; 120: 725-733.
 34. Borges FK, Sheth T, Patel A, Marcucci M, Yung T, Langer T, et al. Accuracy of physicians in differentiating type 1 and type 2 myocardial infarction based on clinical information. *CJC Open.* 2020; 2: 577-584.
 35. Weil BR, Suzuki G, Young RF, Iyer V, Canty JM Jr. Troponin release and reversible left ventricular dysfunction following transient pressure overload: Stress-induced myocardial stunning. *J Am Cardiol Coll.* 2018; 71: 2906-2916.
 36. Sandoval Y, Jaffe AS. Refining the diagnosis of type 2 myocardial infarction. *JAMA Cardiol.* 2017; 2: 106-107.
 37. Abbott TE, Ackland GL, Archbold RA, Wragg A, Kam E, Ahmad T, et al. Preoperative heart rate and myocardial injury after non-cardiac surgery: results of a predefined secondary analysis of the VISION study. *Br J Anaesth.* 2016; 117: 172-1781.
 38. Devereaux PJ, Sessler DI. Cardiac complications in patients undergoing major noncardiac surgery. *N Engl J Med.* 2015; 373: 2258-2269.
 39. Sheth T, Chan M, Butler C, Chow B, Tandon V, Nagele P, et al. Coronary Computed Tomographic Angiography and Vascular Events in Noncardiac Surgery Patients Cohort Evaluation Study Investigators. Prognostic capabilities of coronary computed tomographic angiography before non-cardiac surgery: prospective cohort study. *BMJ.* 2015; 350: h1907.
 40. Gualandro DM, Campos CA, Calderaro D, Yu PC, Marques AC, Pastana AF, et al. Coronary plaque rupture in patients with myocardial infarction after noncardiac surgery: frequent and dangerous. *Atherosclerosis.* 2012; 222: 191-195.
 41. Ujueta F, Berger JS, Smilowitz N. Coronary angiography in patients with perioperative myocardial injury after non-cardiac surgery. *J Invasive Cardiol.* 2018; 30: E90-E92.
 42. Cohen MC, Aretz TH. Histological analysis of coronary artery lesions in fatal postoperative myocardial infarction. *Cardiovasc Pathol.* 1999; 8: 133-139.
 43. Singh K, Xiao L, Remondino A, Sawyer D, Colucci W. Adrenergic regulation of cardiac myocyte apoptosis. *J. Cell. Physiol.* 2001; 189: 257-265.
 44. Chaulin A, Karslyan L, Bazyuk E, Nurbaltaeva D, Duplyakov D. Clinical and diagnostic value of cardiac markers in human biological fluids. *Kardiologiia.* 2019; 59: 66-75.
 45. Chesnaye NC, Szummer K, Barany P, Heimbürger O, Magin H, Almqvist T, et al. Association between renal function and troponin T over time in stable chronic kidney disease patients. *J Am Heart Assoc.* 2019; 8: e013091.
 46. Puelacher C, Lurati Buse G, Seeberger D, Sazgary L, Marbot S, Lampart A. Perioperative myocardial injury

- after noncardiac surgery: incidence, mortality, and characterization. *Circulation*. 2018; 137: 1221-1232.
47. Gualandro DM, Puelacher C, Lurati Buse G, Lampart A, Strunz C, Cardozo FA, et al. Comparison of high-sensitivity cardiac troponin I and T for the prediction of cardiac complications after non-cardiac surgery. *Am Heart J*. 2018; 203: 67-73.
 48. Smilowitz NR, Redel-Traub G, Hausvater A, Armanious A, Nicholson J, Puelacher C, et al. Myocardial injury after noncardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *Cardiol Rev*. 2019; 27: 267-273.
 49. Biccard BM, Scott DJA, Chan MTV, Archbold A, Wang CY, Sigamani A, et al. Myocardial injury after noncardiac surgery (MINS) in vascular surgical patients: a prospective observational cohort study. *Ann Surg*. 2018; 268: 357-363.
 50. Ibanez B, James S, Agewall S, Antunes MJ, Bucciarelli-Ducci C, Bueno H, et al. ESC Scientific Document Group. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: The task force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*. 2018; 39: 119-177.
 51. Devereaux PJ, Biccard BM, Sigamani A, Xavier D, Chan MTV, Srinathan SK, et al. Association of postoperative high-sensitivity troponin levels with myocardial injury and 30-day mortality among patients undergoing noncardiac surgery. *JAMA*. 2017; 317: 1642-1651.
 52. Smilowitz NR, Gupta N, Guo Y, Berger JS, Bangalore S. Perioperative acute myocardial infarction associated with non-cardiac surgery. *Eur Heart J*. 2017; 38: 2409-2417.
 53. Sandoval Y, Thygesen K. Myocardial infarction type 2 and myocardial injury. *Clin Chem*. 2017; 63: 101-107.
 54. Ruetzler K, Khanna AK, Sessler DI. Myocardial injury after noncardiac surgery: preoperative, intraoperative, and postoperative aspects, implications, and directions. *Anesth Analg*. 2020; 131: 173-186.
 55. Collet JP, Thiele H, Barbato E, Barthélémy O, Bauersachs J, Bhatt DL, et al. ESC Scientific Document Group. 2020 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation. *Eur Heart J*. 2021; 42: 1289-1367.
 56. Sheth T, Chan M, Butler C, Chow B, Tandon V, Nagele P, et al. Prognostic capabilities of coronary computed tomographic angiography before non-cardiac surgery: prospective cohort study. *BMJ*. 2015; 350: 1907.
 57. Halvorsen S, Mehilli J, Cassese S, Hall TS, Abdelhamid M, Barbato E, et al. 2022 ESC Guidelines on cardiovascular assessment and management of patients undergoing non-cardiac surgery. *Eur Heart J*. 2022; 43: 3826-3924.
 58. Puelacher C, Gualandro DM, Lurati Buse G, Bolliger D, Marbot S, Kindler C, et al. Etiology of peri-operative myocardial infarction/injury after non cardiac surgery and associated outcome. *J Am Coll Cardiol*. 2020; 76: 1910-1912.
 59. The Vascular Events in Noncardiac Surgery Patients Cohort Evaluation (VISION) Study Investigators. Association between postoperative troponin levels and 30-day mortality among patients undergoing noncardiac surgery. *JAMA*. 2012; 307: 2295-2304.
 60. Ausset S, Auroy Y, Lambert E, Vest P, Plotton C, Rigal S, et al. Cardiac troponin I release after hip surgery correlates with poor long-term cardiac outcome. *Eur J Anaesthesiol*. 2008; 25: 158-164.
 61. Devereaux PJ, Duceppe E, Guyatt G, Tandon V, Rodseth R, Biccard BM, et al. Dabigatran in patients with myocardial injury after non-cardiac surgery (MANAGE): an international, randomised, placebo-controlled trial. *Lancet*. 2018; 391: 2325-2334.
 62. Lambrecht S, Sarkisian L, Saaby L, Poulsen TS, Gerke O, Hosbond S, et al. Different causes of death in patients with myocardial infarction type 1, type 2 and myocardial injury. *Am J Med*. 2018; 131: 548-554.
 63. Visseren FLJ, Mach F, Smulders YM, Carballo D, Koskinas KC, Back M, et al. 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Eur Heart J*. 2021; 42: 3227-3337.
 64. Hallqvist L, Granath F, Bell M. Myocardial infarction after noncardiac surgery in Sweden: a national, retrospective observational cohort study. *Br J Anaesth*. 2020; 125: 47-54.
 65. Noordzij PG, Boersma E, Bax JJ, Feringa HH, Schreiner F, Schouten O, et al. Prognostic value of routine preoperative electrocardiography in patients undergoing noncardiac surgery. *Am J Cardiol*. 2006; 97: 1103-1106.
 66. Wijeyesundera DN, Beattie WS, Hillis GS, Abbott TEF, Shulman MA, Ackland GL, et al. Integration of the duke activity status index into preoperative risk evaluation: a multicentre prospective cohort study. *Br J Anaesth*. 2020; 124: 261-270.
 67. Richter D, Guasti L, Walker D, Lambrinou E, Lionis C, Abreu A, et al. Frailty in cardiology: definition, assessment and clinical implications for general cardiology. A consensus document of the Council for Cardiology Practice (CCP), Association for Acute Cardiovascular Care (ACVC), Association of Cardiovascular Nursing and Allied Professions (ACNAP), European Association of Preventive Cardiology (EAPC), European Heart Rhythm Association (EHRA), Council on Valvular Heart Diseases (VHD), Council on Hypertension (CHT), Council of Cardio-Oncology (CCO), Working Group (WG) Aorta and Peripheral Vascular Diseases, WG e-Cardiology, WG Thrombosis, of the European Society of Cardiology, European Primary Care Cardiology Society (EPCCS). *Eur J Prev Cardiol*. 2022; 29: 216-227.
 68. Ganguli I, Lupo C, Mainor AJ, Raymond S, Wang Q, Orav EJ, et al. Prevalence and cost of care cascades after low-value preoperative electrocardiogram for cataract

surgery in fee-for-service medicare beneficiaries. *JAMA Intern Med.* 2019; 179: 1211-1219.

69. Steeds RP, Garbi M, Cardim N, Kasprzak JD, Sade E, Nihoyannopoulos P, et al. EACVI appropriateness criteria for the use of transthoracic echocardiography in adults: a report of literature and current practice review. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2017; 18: 1191-1204.

70. Cullen MW, McCully RB, Widmer RJ, Schroeder DR, Salonen BR, Raslau D, et al. Preoperative dobutamine stress echocardiography and clinical factors for assessment of cardiac risk after non cardiac surgery. *J Am Soc Echocardiogr.* 2020; 33: 423-432.

71. Wolk MJ, Bailey SR, Doherty JU, Douglas PS, Hendel RC, Kramer CM, et al. ACCF/AHA/ASE/ASNC/HFSA/HRS/SCAI/SCCT/SCMR/STS 2013 multimodality appropriate

use criterio for the detection and risk assessment of stable ischemic heart disease: a report of the American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force, American Heart Association, American Society of Echocardiography, American Society of Nuclear Cardiology, Heart Failure Society of America, Heart Rhythm Society, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Cardiovascular Computed Tomography, Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, and Society of Thoracic Surgeons. *J Am Coll Cardiol.* 2014; 63: 380-406.

Conflicto de intereses: los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.



Enero-Marzo 2023
Vol. 1, núm. 1 / pp. 53-55

Recibido: 26 de Marzo de 2023
Aceptado: 27 de Marzo de 2023

doi: 10.35366/111054

Aracnoiditis osificante en columna vertebral. Reporte de caso y revisión de la literatura

Arachnoiditis Ossificans in the spine. Case report and literature review

Lucia Florencia Piedrafita,* Micaela Cinalli,† Pedro Luis Bazán[§]

Palabras clave:
aracnoiditis osificante,
calcificaciones, columna.

Keywords:
*arachnoiditis ossificans,
calcifications, spine.*

RESUMEN

La aracnoiditis osificante (AO) es una entidad rara donde se observan calcificaciones alrededor del saco dural acompañadas de dolor y síntomas neurológicos progresivos. Se asume como la etapa final de una aracnoiditis adhesiva, secundaria a procesos inflamatorios crónicos consecuentes a cirugías de columna previas, infecciones espinales, mielografía con contraste intraespinal, anestesia o medicación intratecal, hemorragia subaracnoidea, tumores espinales, entre otras causas. Se presenta el caso de un paciente con múltiples cirugías de columna, infección espinal y un cuadro neurológico progresivo con espasticidad y vejiga neurogénica. Se observan en tomografía computarizada (TC) calcificaciones intradurales desde T2 a S1, con patrón circular y en "panal de abeja" en la región de cola de caballo. En resonancia nuclear magnética (RNM) se constata siringomielia y quistes aracnoideos asociados. Se interpretan las lesiones como AO. Dada la extensión de las lesiones y su patrón de calcificaciones, se optó por un tratamiento conservador. Se debe sospechar esta patología ante cuadros neurológicos progresivos sin otra causa aparente, en pacientes con antecedentes relacionados a AO. Se deberá solicitar para su estudio una TC de columna en donde se identificarán las placas cálcicas, y una RNM para observar lesiones asociadas.

ABSTRACT

Arachnoiditis ossificans (AO) is a rare entity in which calcifications are observed around the dural sac accompanied by pain and progressive neurological symptoms. It is the final stage of adhesive arachnoiditis, secondary to chronic inflammatory processes resulting from, for example, previous spinal surgeries, spinal infections, myelography with intraspinal contrast, anesthesia or intrathecal medication, subarachnoid hemorrhage, spinal tumors, etcetera. The case of a patient with multiple spinal surgeries, spinal infection and a progressive neurological picture with spasticity and neurogenic bladder is presented. Intradural calcification from T2 to S1 is observed on CT, with a circular and "honeycomb" pattern in the cauda equina region. In RNM syringomyelia and associated arachnoid cysts. It is interpreted as AO, and given the extent of the lesions and their calcification pattern, conservative treatment is decided. This pathology should be suspected in the presence of progressive neurological symptoms with no other apparent cause, in patients with related causes of AO. A CT should be requested for its study, where calcic plaques will be identified, and MRI to observe associated lesions or fibrosis where new calcified regions could arise.

* Médico Residente de Ortopedia y Traumatología. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6821-1600>

† Jefe de Residentes de Ortopedia y Traumatología. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2057-4469>

§ Médico Certificado en Cirugía de Columna Vertebral. Director AOSPine Center. Director del Curso Postbásico Universitario en Patología de Columna Vertebral del Adulto. Jefe de Servicio de Ortopedia y Traumatología. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0060-6558>

HIGA San Martín de La Plata. La Plata, Buenos Aires, Argentina.

Correspondencia:

Pedro Luis Bazán

E-mail: pedroluisbazan@gmail.com

Citar como: Piedrafita LF, Cinalli M, Bazán PL. Aracnoiditis osificante en columna vertebral. Reporte de caso y revisión de la literatura. *Cir Columna*. 2023; 1 (1): 53-55. <https://dx.doi.org/10.35366/111054>



INTRODUCCIÓN

El término “aracnoiditis osificante” (AO) hace referencia a una entidad rara en la cual se observan calcificaciones de la aracnoides y del saco dural acompañado de dolor y trastornos neurológicos progresivos.¹ Es importante diferenciarla de la calcificación asintomática de la duramadre. Su localización más frecuente suele ser en la columna torácica y en segundo lugar en la columna lumbar, la columna cervical muy raramente es afectada.²

Si bien la patogenia aún no es clara, se asume como la etapa final de la aracnoiditis adhesiva, que se produce secundaria a diversos procesos inflamatorios crónicos.³ Entre las etiologías propuestas se pueden encontrar causas locales como trauma espinal, cirugías espinales previas, anestesia o medicación intraespinal, causas generales como infecciones, hemorragia subaracnoidea, mielografías con contraste liposoluble, malformaciones arteriovenosas espinales, causas metabólicas y finalmente idiopáticas.³

El objetivo del presente artículo es reportar el caso clínico de un paciente con AO.

PRESENTACIÓN DEL CASO

Se presenta el caso de un paciente masculino de 40 años de edad, caucásico, quien refirió como antecedente que a los 15 años tuvo parestesias y debilidad muscular progresivas en ambos miembros inferiores, se diagnosticó mediante estudios complementarios médula anclada y siringomielia torácica, por lo cual se le realizó una laminectomía torácica y lumbar ese mismo año. Como consecuencia sufre una deformidad en cifosis, que fue corregida con una fijación mediante doble abordaje cuatro años más tarde. En el mismo año se tuvo que corregir la fijación por exposición de la misma, tras una nueva falla se retiró el material completamente. Meses más tarde comenzó con un cuadro de parálisis espástica progresiva y dificultad miccional, por lo que se decidió realizar un nuevo drenaje de la cavidad siringomiélica, pero ante la dificultad para la colocación del catéter proximal se eligió suspender el procedimiento y se optó finalmente por un tratamiento farmacológico. Posteriormente, se tuvieron que llevar a cabo dos limpiezas quirúrgicas por presentar espondilodiscitis T10-T11 asociada a absceso epidural, con la consecuente pseudoartrosis del segmento y la fijación de la misma por toracotomía anterolateral a los 33 años.

Actualmente presenta parálisis muscular espástica en miembros inferiores, nivel sensitivo S1 de T9 a distal, hiporreflexia aquiliana y rotuliana bilateral, sin control de esfínteres.

En la TC se observaron calcificaciones intradurales en la aracnoides, que comenzaban desde T2 hasta S1 (*Figura 1A*), además presentaban un patrón circular a nivel toracolumbar (*Figura 1B*) y en “panal de abejas” de L3-S1 (*Figura 1C*). En RNM se observó imagen intramedular a nivel torácico T4-T9 compatible con cavidad siringomiélica, quistes aracnoideos en distintas regiones de columna toracolumbar, así como regiones lineares intradurales hiperintensas en T1 e hipointensas en T2 (*Figura 2*).

Se interpretaron los hallazgos como AO, pero dada la extensión y el patrón circular y difuso se decidió no tomar una conducta quirúrgica y continuar con el tratamiento conservador para su sintomatología.

DISCUSIÓN

La AO es el estadio final de una aracnoiditis adhesiva, producto de un proceso inflamatorio crónico. En nuestro caso, las múltiples intervenciones quirúrgicas y la infección espinal pudieron haber provocado dicho proceso con la consecuente calcificación de la aracnoides. A su vez, la localización torácica implica mayor gravedad de los síntomas.⁴ A raíz de este caso hemos realizado un análisis sistemático de la bibliografía, que se encuentra en revisión, donde la causa más frecuente en los pacientes con AO fue la cirugía previa de columna, seguido de la mielografía con

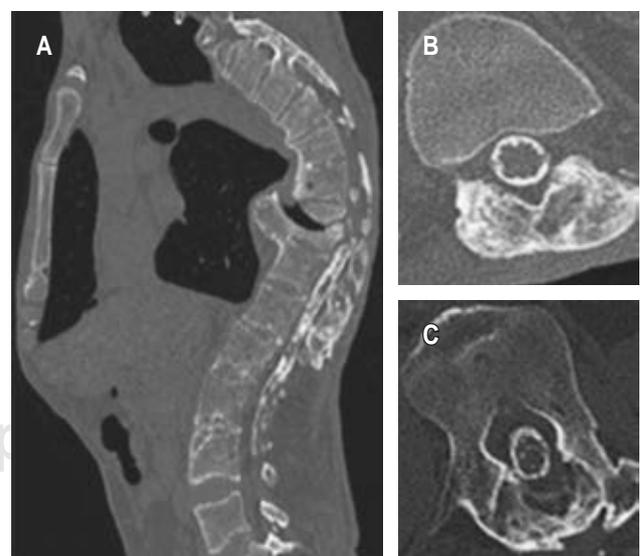


Figura 1: Imágenes tomográficas de calcificaciones intradurales: **A)** desde T2 hasta S1, **B)** con patrón circular a nivel toracolumbar y **C)** con patrón en “panal de abejas” de L3-S1.

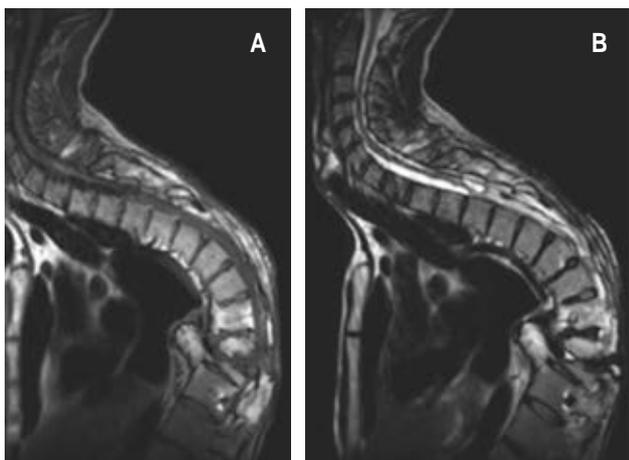


Figura 2: Imagen en resonancia donde se evidencia siringomielia (T4-T9). **A)** Quistes aracnoideos toracolumbares en secuencia T1. **B)** Quistes aracnoideos toracolumbares en secuencia T2.

contraste liposoluble y 19.5% presentaba cavidades siringomiélicas.

El estudio complementario por elección es la tomografía computarizada sin contraste, que permite una identificación clara de las placas osificadas que se muestran en contraste con la hipodensidad del contenido del canal espinal,⁵ por lo que deja observar la localización y extensión exacta de la calcificación, pero la RNM también es útil para advertir lesiones asociadas o fibrosis, donde podrían desarrollarse nuevas áreas de calcificación, por lo que deben solicitarse ambos estudios ante la sospecha de la patología.⁴

Domenicucci⁶ estableció una clasificación basada en imágenes obtenidas mediante tomografía, esto permite identificar tres tipos de patrones de las calcificaciones, según la disposición que adoptan con respecto a la médula espinal: semicircular (tipo I), circular (Tipo II) y “en panal de abejas” (tipo III).

El pronóstico de la patología es incierto, por lo que es posible que se desarrollen distintos grados de compromiso neurológico y de extensión de las calcificaciones.⁷ Como se ha mencionado en la bibliografía, algunos casos de calcificaciones extensas que revisten las raíces nerviosas pueden manifestar dolor neuropático leve, autolimitado.⁸ Debido a su variabilidad y a la infrecuencia de la patología aún no hay consenso sobre el tratamiento.⁹ Algunos proponen descompresión con laminectomía, con menor riesgo de lesión neural, lo que le propicia al paciente una mejoría neurológica;⁴ otros más agresivos proponen la resección de las placas calcificadas. Sin embargo, debido al riesgo de reosificación

y de secuelas neurológicas permanentes del tratamiento quirúrgico, se suele recomendar el tratamiento conservador en casos donde el deterioro neurológico no es rápidamente progresivo y las calcificaciones son extensas, circulares o en “panal de abeja”.¹ Según Wang y colaboradores,¹⁰ sólo la mitad de los pacientes manejados con intervención quirúrgica mostraron mejoría, incluso Bakhsh⁷ informó que la cirugía mejoró los síntomas en algunos pacientes, pero en otros los empeoró.

CONCLUSIONES

En nuestro paciente se sospechó de AO por el deterioro neurológico progresivo y los antecedentes relacionados, principalmente las múltiples intervenciones de columna. Ante la sospecha se debe solicitar TC y RNM para su correcto diagnóstico.

REFERENCIAS

1. Wright MH, Denney LC. A comprehensive review of spinal arachnoiditis. *Orthop Nurs.* 2003; 22: 215-219; quiz 220-221.
2. Scalia G, Certo F, Maione M, Barbagallo GMV. Spinal Arachnoiditis ossificans: report of quadruple-triggered case. *World Neurosurg.* 2019; 123: 1-6.
3. Wang S, Ahuja CS, Das S. Arachnoiditis ossificans: a rare etiology of oil-based spinal myelography and review of the literature. *World Neurosurg.* 2019; 126: 189-193.
4. Maulucci CM, Ghobrial GM, Oppenlander ME, Flanders AE, Vaccaro AR, Harrop JS. Arachnoiditis ossificans: clinical series and review of the literature. *eurospine.* 2014; 124: 16-20.
5. Bagley JH, Owens TR, Grunch BH, Moreno JR, Bagley CA. Arachnoiditis ossificans of the thoracic spine. *J Clin Neurosci.* 2014; 21: 386-389.
6. Domenicucci M, Ramieri A, Passacantilli E, Russo N, Trasimeni G, Delfini R. Spinal arachnoiditis ossificans: report of three cases. *Neurosurgery.* 2004; 55: 985.
7. Bakhsh WR, Mesfin A, Bridwell KH. Arachnoiditis ossificans after revision adolescent idiopathic scoliosis surgery: a 22-year follow-up and review. *Spine (Phila Pa 1976).* 2013; 38: E1166-E1170.
8. Faure A, Khalfallah M, Perrouin-Verbe B, Caillon F, Deschamps C, Bord E, et al. Arachnoiditis ossificans of the cauda equina. Case report and review of the literature. *J Neurosurg.* 2002; 97: 239-243.
9. Cinalli M, Bazán PL, Avila P. Arachnoiditis ossificans in the spine. *COLUNA.* 2023 [en prensa].
10. Wang C, Chen Z, Song Z, Xuan T. Arachnoiditis ossificans associated with syringomyelia: a case report. *Br J Neurosurg.* 2019; 33: 675-677.

Conflicto de intereses: los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.



January-March 2023
Vol. 1, no. 1 / pp. 56-58

Received: March 27, 2023
Accepted: April 06, 2023

doi: 10.35366/111055

Traumatic cervical hernia associated with myelopathy without bone-joint injury

Hernia cervical traumática asociada a mielopatía sin lesión óseo-articular

María Teresa Alvarado,* Santiago Andrés Rosales-Camargo,[†]
Omar Marroquín-Herrera,[§] Fernando Alvarado Gómez[¶]

Keywords:

cervical trauma, myelopathy,
disc hernia, trauma.

Palabras clave:

trauma cervical, mielopatía,
hernia intervertebral, trauma.

ABSTRACT

The traumatic cervical hernia without bone lesion or articular joint associated with myelopathy is a rare pathology. The reported cases in the literature had a late diagnosis, secondary to clinical and radiological findings that can be unnoticed. Usually, the first contact with the patient is not done by a spine surgeon specialist. The case presented is a male patient with facial trauma that developed a cervical myelopathy, two weeks later due to cervical traumatic hernia at C3-C4 without bone lesion, that was not diagnosed early, later the patient presented neurological alteration and required surgical treatment for decompression and anterior arthrodesis, with good outcomes after six months of follow up.

RESUMEN

La hernia cervical traumática sin lesión ósea o articular asociada a mielopatía es una patología rara. Los casos reportados en la literatura tuvieron un diagnóstico tardío, secundario a hallazgos clínicos y radiológicos que pueden pasar desapercibidos. Habitualmente, el primer contacto con el paciente no lo realiza un cirujano especialista en columna. Se presenta el caso de un paciente masculino con traumatismo facial, que desarrolló una mielopatía cervical dos semanas después por hernia cervical traumática en C3-C4 sin lesión ósea, que no fue diagnosticada precozmente, posteriormente el paciente presentó alteración neurológica y requirió tratamiento quirúrgico para su descompresión y artrodesis anterior, con buenos resultados a los seis meses de seguimiento.

INTRODUCTION

Cervical traumatic hernias without bone injury or dislocation, are a relatively rare pathology occur in 1.45% of cases of cervical trauma, most cases are diagnosed early by the mechanism suggested by the type of lesion or signs and symptoms of acute neurological alterations.¹

Additionally, cervical neurological injury has also been related to facial trauma, this association occurs in 0.01-3%. With a higher incidence in car accidents involving cyclists, when facial fractures occur, the risk of having a hidden cervical injury increase, the mechanism of trauma and cervical imaging should be carefully evaluated for early diagnosis.^{2,3}

* Neurosurgeon, Hospital Serena del Mar, MedPlus. Spine surgery research, Hospital Universitario Fundación Santa Fe de Bogotá.
[†] Medical research, spine surgery, Hospital Universitario Fundación Santa Fe de Bogotá. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4591-0134>
[§] Spine surgeon, Minimal Invasion Center. Spine Surgery-Orthopedics. Puebla, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4159-0222>
[¶] Chief of spine surgery, Hospital Universitario Fundación Santa Fe de Bogotá. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8854-0356>

Correspondence:

Omar Marroquín-Herrera
E-mail: dr.omarmhspine@gmail.com

How to cite: Alvarado MT, Rosales-Camargo SA, Marroquín-Herrera O, Alvarado GF. Traumatic cervical hernia associated with myelopathy without bone-joint injury. *Cir. Columna.* 2023; 1 (1): 56-58. <https://dx.doi.org/10.35366/111055>



The consequence of misdiagnosis of cervical traumatic hernia can lead to major complications such as myelopathy and other neurological disorders that can have important repercussions on the patient.⁴

PRESENTATION OF THE CASE

Male patient of 39 years of age suffers bicycle fall, presenting facial trauma with fractures handled by maxillofacial surgery, during the hospital hospitalization of four days was diagnosed fracture C1 type 2A AOSpine (*Figure 1*) which is treated with rigid cervical collar giving home discharge by the emergency team.

10 days after discharge, the patient consults the neurosurgical and spine team, referring in the last days to the progressive loss of strength in four extremities as well as cervicgia that does not have analgesics. Physical examination was performed by the Spine Surgery service showing signs of cervical myelopathy with neurological deficit ASIA C for which simple magnetic resonance of the cervical spine was requested, where traumatic herniation C3-C4 was found with changes at the medullary level that suggest myelopathy secondary to traumatic disc herniation not previously diagnosed (*Figure 2*). Given the MRI findings, it was decided to perform microdiscectomy with emergency anterior arthrodesis (*Figure 3*).

In the postoperative period of 24 hours, the patient presented improvement in strength as well as sensitivity in the upper limbs ASIA D, but persists with pain of bilateral C4 root characteristics, making it necessary to manage with analgesics and neuromodulator. It is decided to discharge from the hospital with sending for

rehabilitation and in the follow-up of six months the patient is neurologically intact ASIA E, joining his work activities.

DISCUSSION

Despite the report of several case series of traumatic cervical hernias that develop neurological clinical data or that are diagnosed incidentally, these are mostly associated with vertebral fractures or facet dislocations, which alert us to make an early diagnosis with imaging studies;^{5,6} however the presence of myelopathic spinal cord injury late, secondary to an isolated traumatic cervical hernia, is difficult to diagnose and only a few cases are reported in the literature with these characteristics similar to ours.⁷⁻⁹

Suspecting a cervical neurological injury leads us to the taking of nuclear magnetic resonance imaging that gives diagnostic precision in case of a traumatic hernia, at the same time we can predict the degree of injury, prognosis and urgency in the treatment,^{4,10} so it is essential to perform it for surgical decision making and the type of decompression either discectomy anterior or posterior with arthrodesis, which so far is a management alternative that has positive results in the short and long term.¹¹

CONCLUSIONS

In the emergency room department, it is important to suspect hidden cervical injuries in patients with polytrauma and facial fractures. Even if the patient doesn't have any neurological deficit the radiological studies must be completed to avoid the morbidity and mortality associated with traumatic hernias.

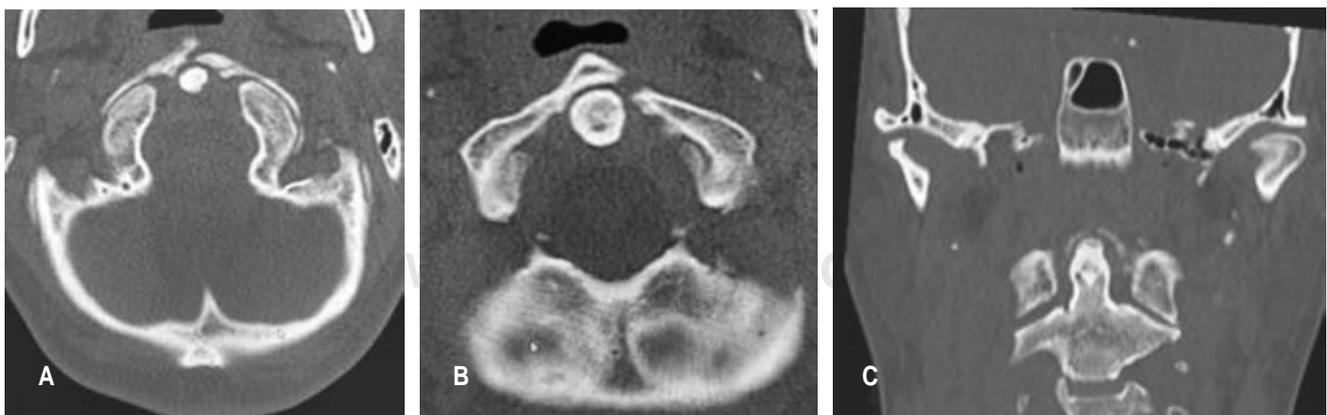


Figure 1: Simple CT scan. **A)** Axial view showing integrity of the occipital condyles and anterior arch fracture of C1. **B)** Axial view anterior arch fracture of C1. **C)** Coronal view integrity articulation C1-C2.

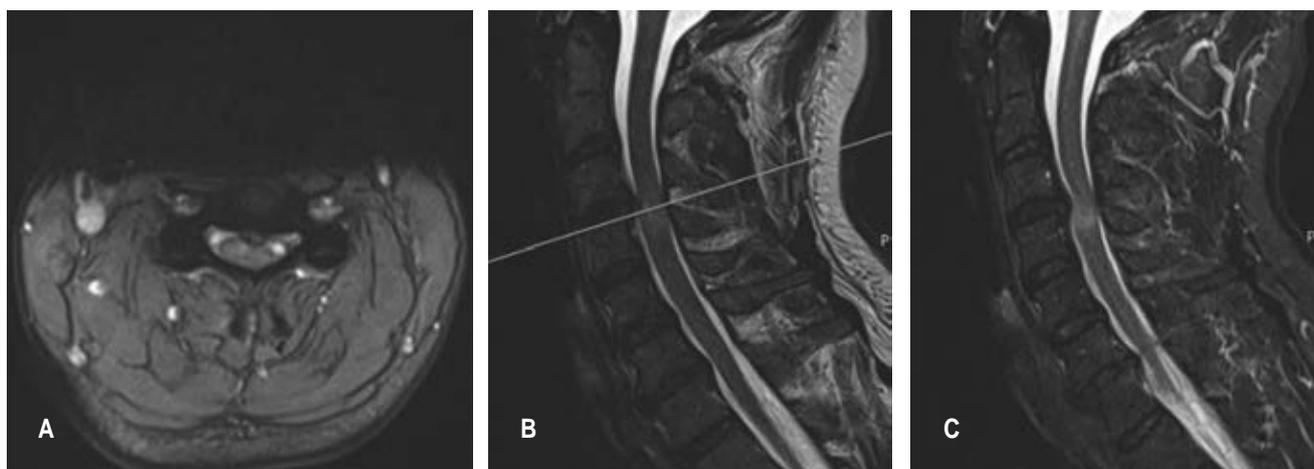


Figure 2: Magnetic resonance. **A)** Axial view C3-C4 shows traumatic central hernia compressing marrow with myelopathic changes. **B)** Sagittal view sequence T2 shows medullary hyperintensity at compression level. **C)** Sagittal view T2 stir shows hyperintensity at medullary level C3-C4.

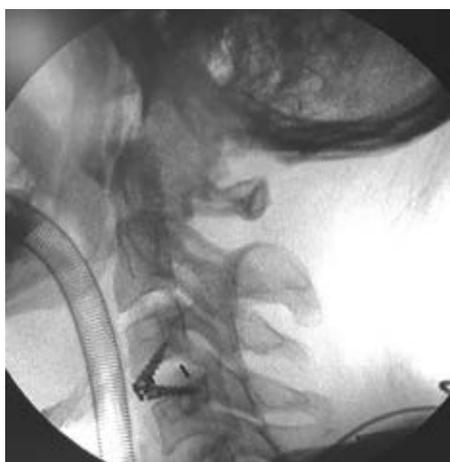


Figure 3: Trans surgical lateral X-ray shows the placement of cervical blockade cage C3-C4.

REFERENCES

1. Sane JC, Hope JMV, Diao S, Diouf JD, Kasse AN, Sy MH. Early presentation of traumatic cervical disc herniation with neurologic deficit and without an adjacent bone lesion. *Int Orthop.* 2019; 43: 785-790.
2. Philip MR, Soumithran CS. Prevalence of neurologic deficits in combined facial and cervical spine injuries: a retrospective analysis. *Craniomaxillofac Trauma Reconstr.* 2021; 14: 49-55.
3. Puolakkainen T, Thorén H, Vahasilta L, Narjus-Sterba M, Wilson ML, Brinck T, et al. Cervical spine injuries in facial fracture patients - injury mechanism and fracture type matter. *J Craniomaxillofac Surg.* 2021; 49: 387-393.
4. Marroquín-Herrera O, Rosales-Camargo S, Rodríguez-Múnera A, Alvarado-Gómez F. Assessment of trauma in the subaxial cervical spine by the first contact physician. *Ortho-tips.* 2022; 18: 230-238.
5. Dai L, Jia L. Central cord injury complicating acute cervical disc herniation in trauma. *Spine (Phila Pa 1976).* 2000; 25: 331-335; discussion 336.
6. Kumar V, Gaurav A, Dhatt SS, Neradi D, Kumar S, Shetty A. Traumatic cervical disc protruding postero-laterally mimicking lateral flexion type injury of cervical spine: a case report. *SN Compr Clin Med.* 2021; 3: 2060-2063.
7. Dezena RA, Pereira CU, Prézia de Araújo L, Romeo Boullosa JL, Nunes da Silva M. Traumatic extrusion of C5-C6 intervertebral disc associated to myelopathy without bone lesion: report of 2 cases and review. *Rev Chil Neurocirugía.* 2014; 40: 49-52.
8. Iyer RD, Sarkar B, Mittal S. Asymmetric incomplete cord syndrome: A delayed and unusual presentation of traumatic sub-axial cervical disc prolapse. *Int J Orthop Sci.* 2020; 6: 371-374.
9. Kotilainen EM, Karki T, Satomaa OK. Traumatic cervical disc herniation--tetraparesis in a patient kicked by a horse. *Acta Orthop Scand.* 1997; 68: 176-177.
10. Jentzsch T, Cadotte DW, Wilson JR, Jiang F, Badhiwala JH, Akbar MA, et al. Spinal cord signal change on magnetic resonance imaging may predict worse clinical in- and outpatient outcomes in patients with spinal cord injury: a prospective multicenter study in 459 patients. *J Clin Med.* 2021; 10: 4778.
11. Song J, Mizuno J, Nakagawa H, Inoue T. Surgery for acute subaxial traumatic central cord syndrome without fracture or dislocation. *J Clin Neurosci.* 2005; 12: 438-443.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.



Enero-Marzo 2023
Vol. 1, núm. 1 / pp. 59-64

Recibido: 10 de Abril de 2023
Aceptado: 11 de Abril de 2023

doi: 10.35366/111056

Cómo realizar un cartel científico en cirugía de columna

How to make a scientific poster in spinal surgery

José María Jiménez Ávila,* Paulina Muleiro Estévez,† Marlene Vanessa Salcido Reyna‡

Palabras clave:
cartel, póster, investigación, difusión, publicación.

Keywords:
placard, poster, research, dissemination, publication.

RESUMEN

El cartel científico es una presentación gráfica de datos de investigación que constituyen publicaciones rápidas y confiables e incluyen diferentes niveles de información, para dicho fin esta herramienta puede presentarse en una gran variedad de diseños y formatos. El objetivo principal de un cartel científico es el de compartir los resultados de una investigación de manera gráfica y breve, además el formato en el que los carteles científicos pueden presentarse puede ser tanto físico como digital, vertical u horizontal, según sea lo más adecuado para la investigación y los autores. Las secciones que un cartel científico debe incluir son las siguientes: título, introducción a la pregunta de investigación o hipótesis, explicación del método utilizado, resultados y conclusiones. Es muy importante incluir las fuentes bibliográficas dentro del mismo. La elaboración de un cartel debe seguir el formato IMRyD (Introducción, Métodos, Resultados y Discusión) y debe tener datos convincentes, texto fácil de leer en poco tiempo, un uso creativo de tablas, figuras y gráficos, siempre respetando el espacio en blanco para generar una sensación de amplitud. Una de las consideraciones primordiales de un cartel es que debe explicarse por sí mismo, lo cual permite a los espectadores avanzar a su propio paso. Un cartel podrá organizar los puntos destacados de varios hilos argumentales lo suficientemente bien definidos, para que los espectadores informados puedan saber de qué se trata y ahondar tanto como gusten. El diseño del cartel debe representar una síntesis del trabajo y utilizar de preferencia elementos gráficos y esquemas, para hacerlo más ameno e interesante. Se recomienda que el póster tenga la cualidad de explicarse por sí solo, hay que recordar que un cartel es una representación gráfica de un trabajo científico. Las características propias de un buen cartel científico son: llamativo, creativo, sinóptico, gráfico y visible a mínimo tres metros de distancia.

ABSTRACT

The scientific poster is a graphic representation of research data that constitutes fast and reliable publications that includes different levels of information. For this purpose, this tool can be presented in a wide variety of designs and formats. The main objective of a scientific poster is to share the results of an investigation in a graphic and brief way these scientific posters can be presented in both physical and digital, and developed vertical or horizontal; according to what is most appropriate for the research and for the authors. The sections that a scientific poster must include are the following: title, introduction to the research question or hypothesis, explanation of the used method, results, and conclusions. It is very important to include bibliographical sources within it. The preparation of a poster must follow the format (IMRyD) and must have convincing data, contain text that is easy to read in a short time, a creative use of tables, figures, and graphs, always leaving blank areas to generate a sensation of spaciousness. One of the primary considerations for a poster is that it should

* Clínica de Columna, Unidad Médica de Alta Especialidad del Centro Médico Nacional de Occidente, Instituto Mexicano del Seguro Social, Guadalajara, México.

† Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, campus Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México.

‡ Hospital ISSSTECALI, Mexicali, Baja California.

Correspondencia:

Paulina Muleiro Estévez
E-mail: p.muleiro@outlook.com

Citar como: Jiménez ÁJM, Muleiro EP, Salcido RMV. Cómo realizar un cartel científico en cirugía de columna. Cir Columna. 2023; 1 (1): 59-64. <https://dx.doi.org/10.35366/111056>



Tabla 1: Errores más comunes en la elaboración de un cartel.

Errores de diseño	Errores de contenido
Tablas muy largas y simples que son difíciles de seguir, la información puede estar en el texto	Inclusión de datos no esencial
Falta de sombreado y delineado en las tablas	Redundancia con el texto
Uso incorrecto de formato gráfico o escala para representar los datos	Precisión excesiva en tablas
Uso de 3D vs 2D	No visible
Diseño interfiere con la claridad de la gráfica o figura	Definición inadecuada de símbolos o abreviaciones

los requisitos especificados por los organizadores, naturalmente deberá de estar enterado de la altura y anchura establecidas, también tendrá que saber cuáles son los métodos aprobados para fijar el material al soporte; es posible que se especifique el tamaño mínimo de los caracteres y también la secuencia de la presentación, se sugiere iniciar con la elaboración del manuscrito, para posteriormente realizar un resumen estructurado (250-350 palabras), según cada revista, y por último elaborar el cartel, que tiene que contener la esencia o la respuesta a los objetivos planteados desde el protocolo, recuerde que el que lee su cartel, tiene pocos segundos visuales para llevarse la información que quiere compartir.¹

Organización

La elaboración de un cartel debe seguir el formato IMRyD (Introducción, Métodos, Resultados y Discusión), además hay que tener presentes las consideraciones gráficas y la necesidad de que sea sencillo. Un cartel bien diseñado tiene muy poco texto y la mayor parte del espacio se destina a las ilustraciones, por lo que hay que evitar algunos errores comunes (*Tabla 1*).

El título debe ser corto y atraer el interés, el resumen se incluye sólo si es un requisito del congreso, ya que ocupa mucho espacio.

La Introducción deberá presentar el problema, el cartel será un fracaso a menos que exponga claramente su finalidad desde el principio.

La sección de Métodos será muy breve, quizá sólo una frase o dos basten para describir el tipo de método utilizado, incluya sólo información esencial, por ejemplo, el diseño, población de estudio, muestra, tratamientos o evaluaciones estadísticas, la idea es describirlo con oraciones cortas y con el uso de viñetas que definan la estructura.

Los Resultados son a menudo la parte más corta en un trabajo escrito, serán normalmente la sección principal de un cartel bien diseñado, la mayor parte del espacio disponible se utilizará para ilustrar los resultados. Establezca resultados sin comentarios o interpretaciones, trate de dirigir al lector hacia las tablas y figuras, con oraciones cortas, así como con subtítulos y viñetas, lo importante es mantener las tablas y figuras cerca del texto relevante.²

La Discusión deberá ser breve, algunos de los mejores carteles no usan el título “Discusión”, en su lugar aparece el título “Conclusiones” que puede ser en forma de concisas frases numeradas. En general, será breve y relevante, hay que buscar que responda a la pregunta de la investigación y algo importante es que no repita los resultados.

Las citas bibliográficas o referencias deberán reducirse al mínimo y estar abreviadas, no es necesario seguir el formato tradicional de un artículo científico, siempre cite números en el texto y sólo límitese a las referencias relevantes, utilice el siguiente formato: primer autor et al, sin título de la publicación y de preferencia usando el formato Vancouver (*Figura 2*).

Combine figuras y tablas (que sean un total de cinco o seis), use formatos inusuales, simplifique las tablas y no duplique la información, utilice colores llamativos que contrasten con el texto y que capten la atención, para lograr un efecto estético y que enriquezca el lenguaje visual, por lo cual se sugiere usar fondos claros con letras más oscuras.

Preparación del cartel

Recuerde que el título debe ser corto y llamativo, si es demasiado largo, puede no caber en el soporte de la exhibición, el título deberá resultar legible desde una distancia de por lo menos 1.2 m, los ca-

racteres habrán de ser gruesos y negros y de unos 3 cm de altura.

Los nombres de los autores deben ser algo más pequeños (2 cm), los caracteres del texto serán de unos 4 mm de altura. (Un tipo de cuerpo 24 resultará apropiado para el texto).

Un cartel debe explicarse solo, lo cual permite que los espectadores que lo contemplen avancen a su propio paso. Si un autor tiene que dedicar la mayor parte del tiempo a explicarlo en lugar de responder preguntas científicas, el cartel habrá fracasado en gran parte.

Es importante que haya mucho espacio en blanco en todo el cartel, el apiñamiento de elementos alejará al público, trate de dejar muy en claro lo que debe mirarse en primer lugar, en segundo, etcétera (aunque mucha gente seguirá leyendo el cartel al revés).

El impacto visual resulta especialmente decisivo en una sesión de carteles, si no tiene talento gráfico, piense en la posibilidad de conseguir la ayuda de un artista, un profesional podrá crear un cartel atractivo, ya sea en el estilo tradicional sobre un soporte de cartón o en el más nuevo de reproducción fotográfica. El cartel debe destacarse visualmente, a fin de que quienes pasen por delante puedan discernir fácilmente si es algo que les interesa, si deciden que sí, tendrán todo el tiempo del mundo para preguntar detalles.^{3,4}

Un cartel puede ser mejor que una presentación verbal para mostrar los resultados de un experimento complejo (Figura 3).

Lo realmente agradable de los carteles es la variedad de ilustraciones que pueden utilizarse, no hay límites, pueden presentarse toda clase de fotografías, gráficas, dibujos, pinturas, radiografías y hasta tiras cómicas, el único límite real es la capacidad artística del autor (Figura 4).

Qué hace a un cartel BUENO

Tener datos convincentes, que contenga un texto simple y fácil de leer en poco tiempo, con un uso creativo de tablas, figuras y gráficos, que deje una sensación general de espacio.

En un cartel podrá organizar los puntos destacados de varios hilos argumentales lo suficientemente bien definidos, para que los espectadores informados puedan saber de qué se trata y enterarse de los detalles si lo desean.

Qué hace a un cartel MALO

Utilizar letras muy pequeñas que sean difíciles de leer, con mucha información innecesaria, una organización confusa, que no contenga encabezados, así como la falta de tablas, figuras y gráficas, lo que generará que la información no sea de interés. La mayoría de los carteles malos lo son porque el autor trata de mostrar demasiadas cosas; los grandes bloques de material impreso, especialmente si tienen pequeños caracteres, no serán leídos.

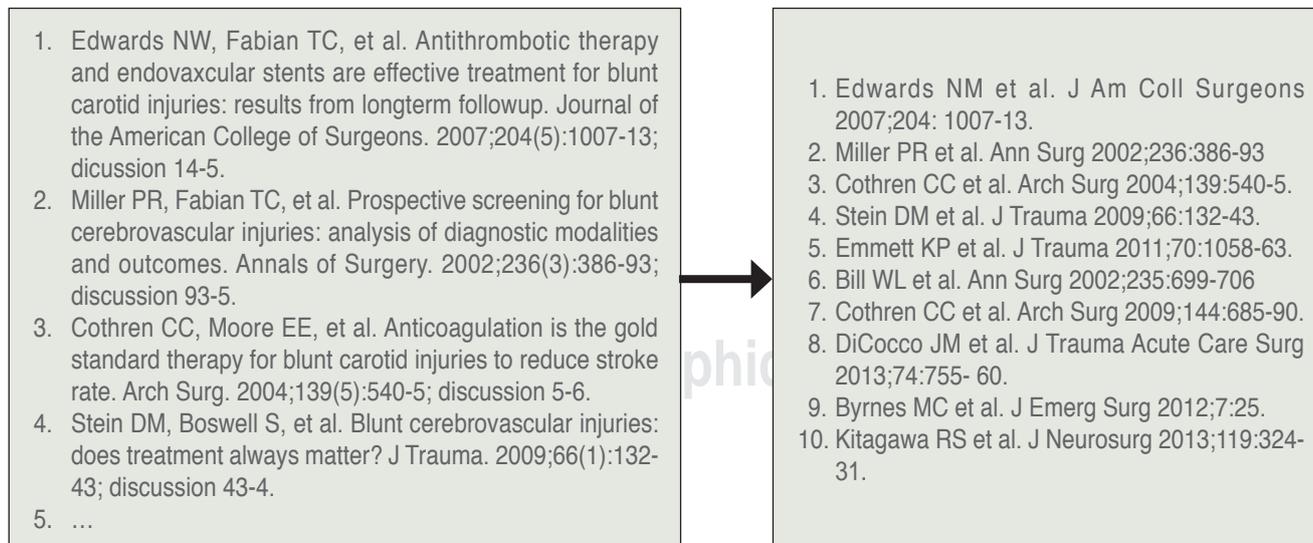


Figura 2: Uso de bibliografía en carteles científicos.



Figura 3: Cartel científico.

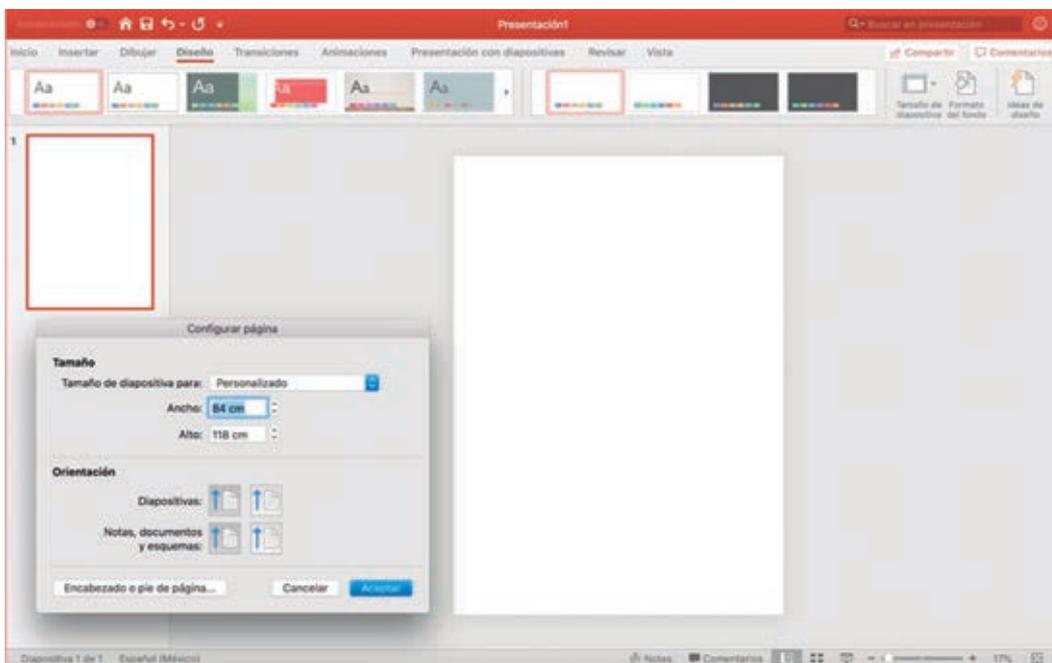


Figura 4:
Formato para la elaboración de un cartel digital.

Las multitudes se congregarán en torno a los carteles sencillos y bien ilustrados, los confusos y verbosos serán pasados por alto. Al elaborar un cartel, debe tener en mente que el lector recuerde: ¿qué decía el resumen?, ¿cuáles eran los resultados más importantes e interesantes? y algo muy importante ¿qué mensaje desea enviar al lector?^{5,6}

CONCLUSIONES

El diseño del cartel debe representar una síntesis del trabajo y utilizar de preferencia cuadros, gráficas, esquemas o fotografías, entre otros elementos gráficos, se recomienda que el póster sea autoexplicable y se presente de forma gráfica. El cartel debe contener los mismos apartados incluidos en el resumen, es recomendable que incluya referencias bibliográficas, mismas que pueden ser resumidas; el encabezado debe contener título, listado de autores e instituciones de adscripción, con una letra no menor de 3 cm de longitud para el título, para los demás apartados, considere que sus textos puedan leerse claramente a una distancia mínima de tres metros.

Hay que recordar que un cartel es una representación gráfica de un trabajo científico, por lo que no se debe simplemente amplificar un resumen y poner algunas imágenes, un buen cartel involucra claridad, análisis, síntesis e incluso didáctica y estética; al planear su póster debe tratar de identificar los principales mensajes que se desean transmitir y usarlos como una guía para su presentación y discusión.

En resumen, sea breve y relevante en su cartel, tenga en cuenta que debe responder a la pregunta de la investigación y exhortar a futuras investigaciones.

El cartel debe ser llamativo, sea creativo (use colores y formatos inusuales), minimice el número de palabras (maximice el tamaño de la fuente), coloque tablas y figuras cerca del texto relevante, recuerde que la información importante debe ser legible desde una distancia de tres metros.⁷

REFERENCIAS

1. Booth V. Writing a scientific paper and speaking at meeting. 5th ed. London: Biomechanical Society; 1981.
2. Day RA. Scientific English: a guide for scientists and other professionals. Phenix: Oryx Press; 1992.
3. Dodd JS. The ACS style guide: a manual for authors and editors. Washington, DC: The American Chemical Society; 1986.
4. Block SM. Do's and don'ts of poster presentation. Biophys J. 1996; 71: 3527-3529.
5. Zinsser W. On writing well. An informal guide to writing non-fiction. 3rd ed. Nueva York: Harper & Row Publishers; 1985.
6. Day RA. Cómo escribir y publicar trabajos científicos. Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud. Publicación Científica y Técnica; 2003. p. 598.
7. Mendoza Martínez VM, Rivera Heredia ME, González Videgaray M, Del Río Martínez JH. Criterios para la presentación de carteles científicos. Revista de la Comisión de Investigación de FIMPES. 2007; 2: 11-21.

Conflicto de intereses: no se declara ningún conflicto de intereses.

