

e-ISSN: 2992-8036

# Acta Ortopédica Mexicana



2026

3

Vol. 40, Número

Mayo • Junio

Indexada en PubMed y SciELO

Órgano Oficial del Colegio Mexicano de Ortopedia y Traumatología, A.C.

[www.colegiocmo.com.mx](http://www.colegiocmo.com.mx)





## ACTA ORTOPÉDICA MEXICANA

### DIRECTOR EDITORIAL

Dr. Guillermo de Jesús García Félix Díaz

### EDITOR EN JEFE

Dr. Armando Torres Gómez, MSc, FACS

### COEDITORES

Dr. Roberto Berebichez Fridman, MSc  
Dra. Ana Luisa Bravo Mercado  
Dr. Francisco Guillermo Castillo Vázquez  
Dr. Miguel Ángel Clara Altamirano  
Dr. Efraín Farías Cisneros, PhD, FACS  
Dr. Salomón Jasqui Remba  
Dr. Pedro Jorba Elguero  
Dr. Jorge Luis Martínez Peniche  
Dr. Juan Matus Jiménez  
Dra. Elizabeth Pérez Hernández  
Dr. Carlos Rafael Procell Villalobos  
Dr. Jacobo Saleme Cruz  
Dra. Ana María Serrano Ardila

### COEDITORES INTERNACIONALES

Dr. Javier Masquijo – Argentina  
Dra. Elena Vacas Sánchez – España  
Dr. Alex Betech – EUA  
Dr. Pablo Castañeda Leeder – EUA

### COORDINADOR MÉDICO

Dr. Francisco Guillermo Castillo Vázquez

### ASESOR EN ÉTICA DE INVESTIGACIÓN

Dr. Jesús Javier Briseño Pérez

### ASESORA CIENTÍFICA

Dra. Gabriela Angélica Martínez Nava

### COORDINADORA EDITORIAL

Lic. María Fernanda González Velasco

### CONSEJO EDITORIAL/PAST EDITORS

Dr. M. Iván Encalada Díaz  
Dr. Felipe Gómez García  
Dr. Octavio Sierra Martínez

## CONSEJO DIRECTIVO 2024-2026

PRESIDENTE Dr. Guillermo de Jesús García Félix Díaz

VICEPRESIDENTE Dr. Daniel Diego Ball

Iº SECRETARIO PROPIETARIO Dr. Arturo Joaquín Chávez

TESORERO PROPIETARIO Dr. Ernesto A. Delgado Cedillo

IIº SECRETARIO PROPIETARIO Dr. José Luis Rodríguez Flores

Iº SECRETARIO SUPLENTE Dr. Cesáreo Trueba Vasavilbaso

IIº SECRETARIO SUPLENTE Dra. María de la Luz Ortiz Gutiérrez

TESORERO SUPLENTE Dra. Stephany Villanueva Martínez

PRESIDENTE CONGRESO 2025 Dr. Pablo Arturo García Zárate



## COLEGIO MEXICANO DE ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGÍA A.C. Sociedad Mexicana de Ortopedia (Fundada en 1946)

World Trade Center México

Montecito Núm. 38, Piso 25, Oficinas 23-27, Col. Nápoles,  
C.P. 03810 Ciudad de México

Tel. 55-9000-2790 al 94. Internet: <https://www.colegiocmo.com.mx>

E-mail: [revista@colegiocmo.com.mx](mailto:revista@colegiocmo.com.mx)

### COORDINADORES DE COMITÉS ESPECIALES (VOCALES)

Dr. Fidel E. García Dobarganes Barlow  
Dra. Alexia Cesin Abdala  
Dra. Diana Ramos Cruz  
Dra. María Martha Rius Zavala

### COORDINADORES DE COMITÉS REGULARES

Artroscopía Ortopedia del Dr. Marcos Acuña Tovar  
Deporte y Cartílago  
Cadera y Rodilla Dr. Efraín Díaz Borjón  
Columna Dr. Sergio Soriano Solís  
Desastres Dr. José Noé Salazar López  
Dolor Dr. Gustavo Alejandro  
Rosas Sánchez  
Enfermería Ortopédica Enf. Mahumppti Alejandra  
Colmenares Torres  
Hombro y Codo Dr. Pedro Peláez Dany  
Infecciones Óseas Dr. Arturo Pérez Cuellar  
Investigación Dr. Patricio Dabdoub González  
Mano y Muñeca Dr. Miguel Ángel  
Hernández Álvarez  
Médicos Generales Dr. Héctor Antonio Soriano Solís  
Metabolismo Óseo Dra. Graciela Gallardo García  
Ortobiológicos Dra. Sofía Elisa Pastelín Ruíz  
Ortopedia Geriátrica Dra. María Fernanda  
López Medina  
Ortopedia Pediátrica Dr. Oscar Daniel Isunza Alonso  
Peritos en Ortopedia Dr. Juan Manuel Viruega Avalos  
Pie y Tobillo Dra. Patricia Parra Téllez  
Rehabilitación Reh. Paulina de Regil González  
Residentes Dr. Daniel Zimbrón López  
Trauma y Osteosíntesis Dr. Lionardo Leonardo González  
Tumores del Sistema Dr. Jorge Alberto  
Músculo-Esquelético Sánchez Rodríguez

### COMITÉ DE CREDENCIALIZACIÓN

Dr. Alejandro Herce Santisteban  
Dra. Anel Ramiro Domínguez  
Dr. Guillermo Alejandro Salas Morales

### COMITÉ DE EDUCACIÓN MÉDICA CONTINUA

Dr. Ignacio Cancino Quiroz  
Dr. Enrique Guinchard y Sánchez†

Órgano Oficial del Colegio Mexicano de Ortopedia y Traumatología, A.C.  
Incluida en LILACS (OMS-OPS), EXTRAMED (OMS), MedLine (NLM)

**Acta Ortopédica Mexicana** Volumen 40, No. 3, Mayo-Junio 2026, es una publicación bimestral editada por el Colegio Mexicano de Ortopedia y Traumatología, A.C. Montecito 38, Piso 25, Oficinas 23-27, Col. Nápoles, Alcaldía Benito Juárez, C.P. 03810, Ciudad de México, México. Tel. 55 9000 2790.

[www.medigraphic.com/actaortopedica](http://www.medigraphic.com/actaortopedica) revista@smo.edu.mx. Editor responsable, Dr. Armando Torres Gómez. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2022-060212515100-203. e-ISSN: 2992-8036. Ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Dra. María de la Luz Rosales Jiménez. Arte, diseño, composición tipográfica y distribución por Graphimedic, S.A. de C.V., Coquimbo 936, Col. Lindavista, Alcaldía Gustavo A. Madero, Ciudad de México, México, C.P. 07300. Tels.: 55 8589-8527 al 32, correo electrónico: [emyc@medigraphic.com](mailto:emyc@medigraphic.com).

Fecha de última modificación: 01 de junio de 2026. Tamaño del archivo 3,354 KB

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de **Acta Ortopédica Mexicana**.

## Contenido / Contents

### EDITORIAL / EDITORIAL

**Construyendo el futuro de la ortopedia mexicana: visión 2026-2028**

**Building the future of Mexican orthopedics: vision 2026-2028**

Diego-Ball D ..... 133

### ARTÍCULOS ORIGINALES / ORIGINAL ARTICLES

**Resultados clínicos y radiológicos de pacientes con estenosis lumbar central operados con técnica microscópica unilateral «over the top»: signo del vacío como predictor de falla**

**Clinical and radiological results of patients with central lumbar stenosis operated on with unilateral microscopic «over the top» technique: the void sign as a predictor of failure**

Cullari ML, Jorquera J, Gutiérrez L, De Giano JI, Aguirre F, Aguer S, Miguens E, Lloyd R ..... 134

**Metaanálisis de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior, con y sin refuerzo anterolateral: resultados clínicos y funcionales estratificados por edad y nivel deportivo**

**Meta-analysis of anterior cruciate ligament reconstruction, with and without anterolateral reinforcement: clinical and functional outcomes stratified by age and sport level**

Morales-Valdes JF, Sáenz-González MC ..... 141

**Cambios neurofisiológicos asociados a la corrección del genu valgo con prótesis total de rodilla**

**Neurophysiological changes after correction of valgus deformity with total knee arthroplasty**

Aparicio G, Martín-Albarrán S, Cortés-Bonilla R, Rubias-Ramos C,

Pérez-Ruiz P, García-Crespo R, Marco-Martínez F ..... 156

**El impacto de la morfología preoperatoria del músculo multifido en los resultados quirúrgicos de la espondilolistesis degenerativa lumbar: un estudio de cohorte retrospectivo**

**The impact of preoperative multifidus muscle morphology on surgical outcomes in lumbar degenerative spondylolisthesis: a retrospective cohort study**

García-Ramos C, Pérez-Oliya J, Carreón-Cerda C, Solorio-Pineda S, Hernández-Moctezuma D, Álvarez-Ramírez C, Alpizar-Aguirre A, Reyes-Sánchez A ..... 164

**Fracturas vertebrales causadas por reductores de velocidad en la carretera: un estudio transversal**

**Vertebral fractures caused by speed humps on the road: a cross-sectional study**

Ricciardi G, Zamorano JJ, Cirillo-Totera JI, Cabrera JP, Quinteros-Rivas G, Carazzo CA, Guiroy A, Yurac R ..... 172

### ARTÍCULO DE REVISIÓN / REVIEW

**Fractura del hallux: anatomía, biomecánica, clasificación, manejo y rehabilitación. Revisión narrativa**

**Hallux fracture: anatomy, biomechanics, classification, management, and rehabilitation. Narrative review**

Romero-Ante JM, Hernández-Devia A ..... 179

### CASOS CLÍNICOS / CLINICAL CASES

**Absceso de Brodie en el isquion de un paciente pediátrico: caso clínico**

**Brodie's abscess in the ischium of a pediatric patient: a case report**

Gonçalves-Schroder e Souza B, Sabbagh-Loures-Vieira L, Francisco-Munck-Fontes L,

Guimarães-Brum de Castro F, Demolinari-Pires D ..... 187

**Músculo dorsal ancho. Reporte de caso de una lesión rara diagnosticada mediante resonancia magnética**

**Latissimus dorsi. Case report of a rare lesion diagnosed by magnetic resonance imaging**

Graca NNJ, Duarte ML ..... 192

### TÉCNICA QUIRÚRGICA / SURGICAL TECHNIQUES

**Descripción anatómica de un nuevo abordaje posterolateral con doble ventana para el manejo de fracturas de platillos tibiales**

**Anatomical description of a new posterolateral double-window approach for the management of tibial plateau fractures**

Melo-Realpe JP, Hernández-Caicedo AJ, Villa-Bandera JH, Gil-Noriega GA,

Orlando-Clavijo E, Suárez-Mejía LA, Hernández-Díaz TA ..... 195

**Manejo del menisco discoide lateral en niños y adolescentes: una revisión de los avances recientes**

**Managing discoid lateral meniscus in children and adolescents: a review of recent advances**

Masquijo JJ, Pedraza-Corbi A ..... 201

### CARTA AL EDITOR / LETTER TO THE EDITOR

**Tratamiento de la osteítis del pubis: artrodesis con nueva técnica a propósito de dos casos y revisión de la literatura**

**Treatment of osteitis pubis: arthrodesis with a new technique regarding two cases and review of the literature**

Ganal I, Ersin-Celen Z ..... 209

## Editorial

doi: 10.35366/123282

## Construyendo el futuro de la ortopedia mexicana: visión 2026-2028

*Building the future of Mexican orthopedics: vision 2026-2028*

Diego-Ball D\*

Centro Médico ABC, Santa Fe, Ciudad de México, México.

La ciencia médica evoluciona constantemente y con ella también debe evolucionar la manera en que compartimos el conocimiento. Hoy tengo el honor de asumir la Dirección Editorial de *Acta Ortopédica Mexicana* para el bienio 2026-2028, una revista que representa no sólo el órgano científico oficial del Colegio Mexicano de Ortopedia y Traumatología, sino también una de las publicaciones médicas más importantes y consolidadas de nuestro país. *Acta Ortopédica Mexicana* mantiene su indexación en PubMed, MEDLINE, SciELO, entre otros, consolidándose como un referente académico nacional e internacional.

Recibo esta responsabilidad con profundo respeto por el trabajo realizado por quienes han fortalecido esta revista a lo largo de décadas. Gracias a ese esfuerzo colectivo, *Acta Ortopédica Mexicana* se ha consolidado como un espacio serio, ético y representativo de la ortopedia mexicana. Nuestro compromiso hacia el futuro será claro: **seguir creciendo**.

Crecimiento significa fortalecer la calidad científica de nuestras publicaciones, ampliar nuestra presencia internacional y mantener los estándares editoriales que exige una revista indexada de alto nivel. Pero también significa abrir más puertas y construir una comunidad más incluyente y participativa para todos los ortopedistas de México.

Uno de los pilares fundamentales de esta nueva etapa será la integración activa de las generaciones jóvenes. En nuestro país existe una nueva generación de médicos con gran preparación, iniciativa y capacidad de innovación. Debemos impulsarlos y brindarles oportunidades reales para participar en investigación, publicación científica y generación de contenido académico. La ciencia médica no puede construirse únicamente desde la experiencia; también nece-

sita la energía y visión de quienes representan el futuro de nuestra especialidad.

Queremos una revista dinámica, moderna y cercana a toda la comunidad ortopédica nacional. Una revista que represente tanto a los grandes centros académicos como a quienes ejercen la ortopedia con excelencia en cada región de México. El conocimiento científico pertenece a todos aquellos comprometidos con mejorar la atención de nuestros pacientes.

Asimismo, creemos firmemente que el futuro editorial debe avanzar de la mano de la tecnología. La inteligencia artificial, las plataformas digitales y las nuevas herramientas de difusión científica están transformando la educación y la investigación médica. *Acta Ortopédica Mexicana* debe mantenerse a la vanguardia, aprovechando estas tecnologías para mejorar sus procesos editoriales y ampliar el acceso al conocimiento.

Nuestra revista es, además, una publicación bilingüe –en español e inglés–, lo que ha permitido ampliar significativamente su alcance internacional. Actualmente, recibimos contribuciones científicas no sólo de México, sino también de países como España, Colombia, Argentina, Perú, Estados Unidos e incluso India, reflejo del creciente reconocimiento y proyección global de nuestra comunidad académica.

Este proyecto requiere la participación de todos: autores, revisores, investigadores, residentes y profesores. Cada manuscrito enviado y cada revisión realizada fortalecen nuestra comunidad científica.

Hoy iniciamos una nueva etapa con entusiasmo y visión de futuro. Invito a toda la comunidad ortopédica nacional a sumarse a este esfuerzo colectivo para hacer de *Acta Ortopédica Mexicana* una revista cada vez más sólida, innovadora e internacional.

\* Director Editorial. Bienio 2026-2028.

**Correspondencia:**

Dr. Daniel Diego-Ball

E-mail: diego.ortopediacentro@gmail.com

Citar como: Diego-Ball D. Construyendo el futuro de la ortopedia mexicana: visión 2026-2028. *Acta Ortop Mex.* 2026; 40(3): 133. <https://dx.doi.org/10.35366/123282>



## Artículo original

doi: 10.35366/123283

## Resultados clínicos y radiológicos de pacientes con estenosis lumbar central operados con técnica microscópica unilateral «over the top»: signo del vacío como predictor de falla

*Clinical and radiological results of patients with central lumbar stenosis operated on with unilateral microscopic «over the top» technique: the void sign as a predictor of failure*

Cullari ML,\* Jorquera J,\* Gutiérrez L,\* De Giano JI,\* Aguirre F,\* Aguer S,\* Miguens E,\* Lloyd R\*

Hospital Británico de Buenos Aires, Argentina.

**RESUMEN. Introducción:** la estenosis espinal lumbar es una afección frecuente en pacientes de edad avanzada que puede provocar claudicación neurogénica o radiculopatía. Una de las técnicas quirúrgicas actuales para la descompresión es el abordaje «over the top», que consiste en una descompresión microscópica unilateral con resección parcial de la lámina, el ligamento amarillo y parte de la articulación facetaria, sin causar inestabilidad. El objetivo fue evaluar los resultados clínicos y radiológicos postoperatorios de pacientes con estenosis lumbar degenerativa tratados con la técnica «over the top». **Material y métodos:** se realizó un estudio retrospectivo entre enero de 2022 y diciembre de 2023. Se utilizaron escala visual analógica (EVA) y *Oswestry Disability Index* (ODI) para evaluar los resultados clínicos. Se evaluó la presencia del «signo de vacío» tomográfico, así como los cambios en las imágenes según la clasificación de Schizas. También se registraron las complicaciones postoperatorias y las reintervenciones. **Resultados:** se incluyó a un total de 56 pacientes. La EVA lumbar preoperatoria fue de  $7.21 \pm 1.24$  [rango 4-9] y a los 12 meses fue de  $3.11 \pm 1.54$  [rango 2-8] ( $p < 0.00001$ ). El ODI preoperatorio fue de  $32 \pm 8.02$  [rango 25-39]; a los 12 meses mejoró significativamente, siendo de  $14.92 \pm 5.03$  [rango 7-26] ( $p < 0.00001$ ). Se encontró una asociación estadísticamente significativa entre los pacientes con neumodisco preoperatorio y los que se sometieron a reintervención ( $p = 0.025$ ). Ningún paciente mostró signos de

**ABSTRACT. Introduction:** lumbar spinal stenosis is a common condition in elderly patients, which can lead to neurogenic claudication or radiculopathy. One of the current surgical techniques used for decompression is the «over the top» approach, which consists of a unilateral microscopic decompression with partial resection of the lamina, ligamentum flavum, and part of the facet joint, without causing instability. The objective was to evaluate the clinical and radiological postoperative outcomes of patients with degenerative lumbar stenosis treated with the «over the top» technique. **Material and methods:** a retrospective study was conducted between January 2022 and December 2023. The *Visual Analogue Scale* (VAS) and *Oswestry Disability Index* (ODI) scales were used to assess clinical outcomes. The presence of the tomographic «vacuum sign» was evaluated, as well as imaging changes according to the Schizas classification. Postoperative complications and reoperations were also recorded. **Results:** a total of 56 patients were included. The preoperative lumbar VAS was  $7.21 \pm 1.24$  [range 4-9], and at 12 months it was  $3.11 \pm 1.54$  [range 2-8] ( $p < 0.00001$ ). The preoperative ODI was  $32 \pm 8.02$  [range 25-39]; at 12 months, it significantly improved to  $14.92 \pm 5.03$  [range 7-26] ( $p < 0.00001$ ). A statistically significant association was found between patients with preoperative pneumodisc and those who underwent reoperation ( $p = 0.025$ ). No patients showed signs of

### Nivel de evidencia: III

\* Servicio de Patología Espinal, Hospital Británico de Buenos Aires, Argentina.

#### Correspondencia:

Matías Leonardo Cullari, MD, PhD

E-mail: matiaslcullari@gmail.com

Recibido: 01-07-2025. Aceptado: 06-08-2025.

**Citar como:** Cullari ML, Jorquera J, Gutiérrez L, De Giano JI, Aguirre F, Aguer S et al. Resultados clínicos y radiológicos de pacientes con estenosis lumbar central operados con técnica microscópica unilateral «over the top»: signo del vacío como predictor de falla. Acta Ortop Mex. 2026; 40(3): 134-140. <https://dx.doi.org/10.35366/123283>



inestabilidad postoperatoria en la evaluación radiográfica.  
**Conclusión:** la técnica de descompresión mínimamente invasiva «over the top» proporciona buenos resultados clínicos en el tratamiento quirúrgico de la estenosis espinal lumbar.

**Palabras clave:** estenosis espinal, vértebras lumbares, descompresión, cirugía, tratamiento.

postoperative instability on radiographic assessment.  
**Conclusion:** the minimally invasive «over the top» decompression technique provides good clinical outcomes in the surgical treatment of lumbar spinal stenosis.

**Keywords:** spinal stenosis, lumbar vertebrae, decompression, surgery, treatment.

#### Abreviaturas:

ODI = *Oswestry Disability Index* (índice de discapacidad de Oswestry)

UH = unidad Hounsfield

ULBD = *Unilateral Laminotomy for Bilateral Decompression* (laminotomía unilateral para descompresión bilateral)

EVA = escala visual analógica

## Introducción

La estenosis del conducto lumbar es una de las patologías degenerativas de la columna más frecuentes en el adulto mayor. Los cambios anatómicos subyacentes se deben a la hipertrofia de las articulaciones facetarias, así como a la hipertrofia y plegado del ligamento amarillo, además del componente discal. La compresión de los elementos neurales puede causar claudicación neurogénica de la marcha por estenosis del canal central o radiculopatía por invasión del receso lateral.<sup>1</sup> Esto puede llevar a síntomas mecánicos de dolor lumbar superpuestos como resultado de la inestabilidad dinámica.<sup>2</sup> Cuando el tratamiento conservador falla, la descompresión quirúrgica puede proporcionar mejoras en el dolor, la discapacidad y la calidad de vida.<sup>3</sup> El objetivo primario de la cirugía es la descompresión de los elementos neurales sin generar inestabilidad mecánica.<sup>4</sup>

Al momento de elegir la técnica quirúrgica, es importante tener en cuenta las comorbilidades del paciente, la sintomatología que presenta y la presencia de signos de inestabilidad. Dentro de las técnicas más utilizadas está la laminectomía o laminotomía con sus diversas variantes, donde el cirujano extirpa parte o la totalidad de la lámina.<sup>5,6</sup> Aunque se ha demostrado que la descompresión sin instrumentación es una técnica eficaz en pacientes con claudicación neurogénica, el papel de la artrodesis tiene su lugar cuando está asociado a inestabilidad segmentaria. En ciertos subgrupos con espondilolistesis degenerativa o inestabilidad dinámica, se ha sugerido un punto a favor de la fusión lumbar.<sup>7,8</sup>

La evaluación preoperatoria del paciente para pronosticar la inestabilidad postoperatoria es crucial. La estabilidad segmentaria de la columna se ve comprometida por la propia naturaleza del enfoque quirúrgico, con la probabilidad del aumento de movimiento cuando se realizan descompresiones más amplias, donde se produce una mayor interrupción ligamentaria o se incluyen múltiples niveles.<sup>9</sup> De hecho, una de las causas más frecuentes de fracaso de la técnica mínimamente invasiva es la inestabilidad postlaminectomía.<sup>10</sup>

Históricamente, se han desarrollado diferentes técnicas de descompresión mínimamente invasiva con el objetivo de evi-

tar la inestabilidad segmentaria postquirúrgica. En 1988, Senegas describe la técnica de recalibrado,<sup>11</sup> que consiste en aumentar el diámetro de cada una de las tres porciones que se encuentran estenosadas (conducto, receso lateral y foramen radicular), conservando una parte importante de los arcos posteriores y de las facetas articulares con la finalidad de no desestabilizar la columna lumbar.<sup>12</sup> En la actualidad, una variante de esta técnica es la descompresión microscópica «over the top», también denominada *Unilateral Laminotomy for Bilateral Decompression* (ULBD, por sus siglas en inglés), donde se ingresa de manera unilateral y se reseca una parte de lámina y ligamento amarillo, preservando así la articulación facetaria. En los casos de estenosis central, también se reseca parte del ligamento amarillo y faceta contralateral (menos de un tercio).<sup>13</sup>

El objetivo primario de este trabajo fue evaluar los resultados clínicos y radiológicos postoperatorios, así como factores de falla postoperatoria en pacientes con estenosis lumbar degenerativa tratados con la técnica «over the top».

## Material y métodos

**Diseño:** el estudio fue aprobado por el Comité de Ética del Hospital Británico de Buenos Aires y fue desarrollado en concordancia con los puntos estipulados en la Declaración de Helsinki. Se trata de un estudio retrospectivo, observacional, de cohorte de pacientes que fueron intervenidos con la técnica de descompresión mínimamente invasiva «over the top» entre enero de 2022 y diciembre de 2023.

**Población estudiada:** se incluyeron pacientes con claudicación neurogénica diagnosticados con estenosis lumbar degenerativa a expensas de hipertrofia del ligamento amarillo o hipertrofia facetaria, quienes realizaron todos los controles imagenológicos pre- y postoperatorios en nuestro centro. Todos los pacientes se sometieron a un tratamiento conservador previo de al menos seis meses con analgésicos y rehabilitación.

Se excluyeron pacientes con cirugías de columna lumbar previas, antecedentes de patologías oncológica y fracturas, pacientes sin espondilolistesis radiológica previa y aquellos con menos de un año de seguimiento.

Se registró la edad de los pacientes al momento de la cirugía, sexo, osteoporosis, diabetes mellitus, tabaquismo y nivel lumbar operado. Se registraron además complicaciones postoperatorias y reintervenciones.

**Definiciones:** la estenosis de canal lumbar se definió como el estrechamiento estructural del conducto lumbar, de los recesos laterales o de los agujeros de conjunción en la zona lumbar.<sup>14</sup> El diagnóstico se realizó a través del entorno clínico e imagenológico, incluyendo resonancia magnética, que demuestra una reducción del diámetro del canal espinal a expensas de la hipertrofia facetaria y del ligamento amarillo.

**VARIABLES CLÍNICAS:** se realizó el cuestionario de *Oswestry Disability Index* (ODI) para evaluar en qué proporción el dolor altera las actividades cotidianas de cada paciente,<sup>15</sup> así como la escala visual analógica (EVA) de dolor lumbar y en miembros inferiores,<sup>16</sup> que consiste en una escala subjetiva de dolor de < 1 a 10. Estos cuestionarios se realizaron una semana previa a la cirugía y al año de seguimiento.

**VARIABLES IMAGENOLÓGICAS:** en la resonancia magnética nuclear, en un corte axial en secuencia T2 en el nivel intervenido, se utilizó la clasificación de Schizas para evaluar la morfología del conducto lumbar.<sup>17</sup> Esta evaluación se realizó en el preoperatorio y al año de la intervención. También en el preoperatorio, en un corte sagital T2, se evaluó la degeneración del disco intervertebral según la clasificación de Pfirrmann.<sup>18</sup>

En tomografía axial computarizada se evaluó la presencia de neumodisco (signo del vacío) en el preoperatorio y se midieron las unidades Hounsfield (UH) en las vértebras superior e inferior del espacio intervenido. Para el resultado final de la medición, en un corte axial de cada vértebra, se realizaron tres mediciones de superior a inferior por vértebra y se calculó el promedio de cada una. Luego, se calculó el valor promedio de las UH entre las dos vértebras comprometidas. Utilizamos esta medición como parámetro de osteoporosis de los pacientes, considerando a aquellos con menos de 100 UH como osteoporóticos.<sup>19</sup>

Se obtuvieron radiografías dinámicas en flexión y extensión antes de la cirugía y a los 12 meses postoperatorios, definiendo la inestabilidad mecánica como una traslación en el plano sagital de  $\geq 5$  mm del segmento lumbar intervenido;<sup>20</sup> la evaluación radiológica fue realizada por dos observadores.

**Técnica quirúrgica:** se trata de una descompresión selectiva del conducto vertebral con el objetivo de disminuir la compresión sobre los elementos neurales y conservar los elementos estabilizadores (como el arco posterior con los ligamentos supra- e interespinosos) y al menos dos tercios de las facetas articulares.

La técnica quirúrgica consiste en abordar unilateralmente el segmento afectado por estenosis a través del espacio lateral entre las láminas, reseca el ligamento amarillo y, de ser necesario, con empleo de pinza Kerrison ampliar el foramen reseca los bordes de hueso de las láminas contiguas. Se reseca todo el ligamento amarillo engrosado que comprime al saco dural, así como el tercio interno de las facetas articulares hipertrofiadas. Una vez descomprimido el espacio del abordaje, se utiliza una pinza Kerrison y/o *drill* de altas revoluciones para realizar una descompresión contralateral

(«over the top») y así aumentar la descompresión del conducto en los casos de estenosis central (*Figura 1*).

**Análisis estadístico:** la población fue descrita utilizando media y desviación estándar o mediana e intervalo intercuartílico, según la distribución. Se realizó el análisis de varianza a dos colas ANOVA (*Analysis Of Variance*) con test de comparaciones múltiples ( $\chi^2$ ) para comparar los cambios imagenológicos en el tiempo y resultados de ODI. Un valor p de < 0.05 se consideró estadísticamente significativo. Todos los análisis se realizaron utilizando GraphPad Prism version 8.0.1 for Windows, GraphPad Software, La Jolla, California, USA.

## Resultados

### Datos demográficos

En el período analizado hubo un total de 65 pacientes con estenosis del conducto lumbar, a los cuales se les realizó la descompresión «over the top». Nueve pacientes no reunieron los estudios imagenológicos necesarios para participar en el estudio, lo que nos da un total de 56 pacientes como grupo de estudio. El promedio de seguimiento postoperatorio fue de 21.4 meses (12-33 meses). La edad promedio de los pacientes al momento de la cirugía fue de 71 años (53-89 años). El índice de masa corporal promedio fue de 27 kg/m<sup>2</sup> (21-35). Hubo 42 hombres (75%) y 14 mujeres (25%). Los datos demográficos se muestran en la *Tabla 1*.

### Parámetros clínicos

La EVA lumbar preoperatorio fue de  $7.21 \pm 1.24$  (4-9); a los 12 meses fue de  $3.11 \pm 1.54$  (2-8) ( $p < 0.00001$ ) (*Figura 2*). La EVA de miembros inferiores en el preoperatorio fue de  $8.09 \pm 1.15$  (5-9), mientras que a los 12 meses fue de  $2 \pm 1.47$  (0-7) ( $p < 0.00001$ ) (*Figura 2*). El ODI preoperatorio fue de  $32 \pm 8.02$  (25-39); mientras que a los 12 meses fue significativamente mejor, con  $14.92 \pm 5.03$  (7-26) ( $p < 0.00001$ ) (*Figura 3*).

### Parámetros radiológicos

Con base en la clasificación de Pfirrmann, hubo cuatro pacientes con Pfirrmann 3 (7.14%), 42 pacientes con Pfirrmann 4 (75%) y 10 pacientes con Pfirrmann 5 (17.86%). Con respecto a los valores de Schizas, los resultados comparativos pre- y postoperatorios se muestran en la *Tabla 2*.

Realizamos un análisis comparativo entre los resultados clínicos y radiológicos postoperatorios, evaluando el ODI y la morfología del canal estrecho lumbar (Schizas). Si bien se observaron mejores resultados en los pacientes con Schizas A (13.87), no se observaron diferencias significativas respecto a los Schizas B (14.50) y C (15.23) ( $p = 0.834$ ).

Hubo siete pacientes que requirieron una reintervención por persistencia de dolor lumbar (EVA > 8). A seis de ellos

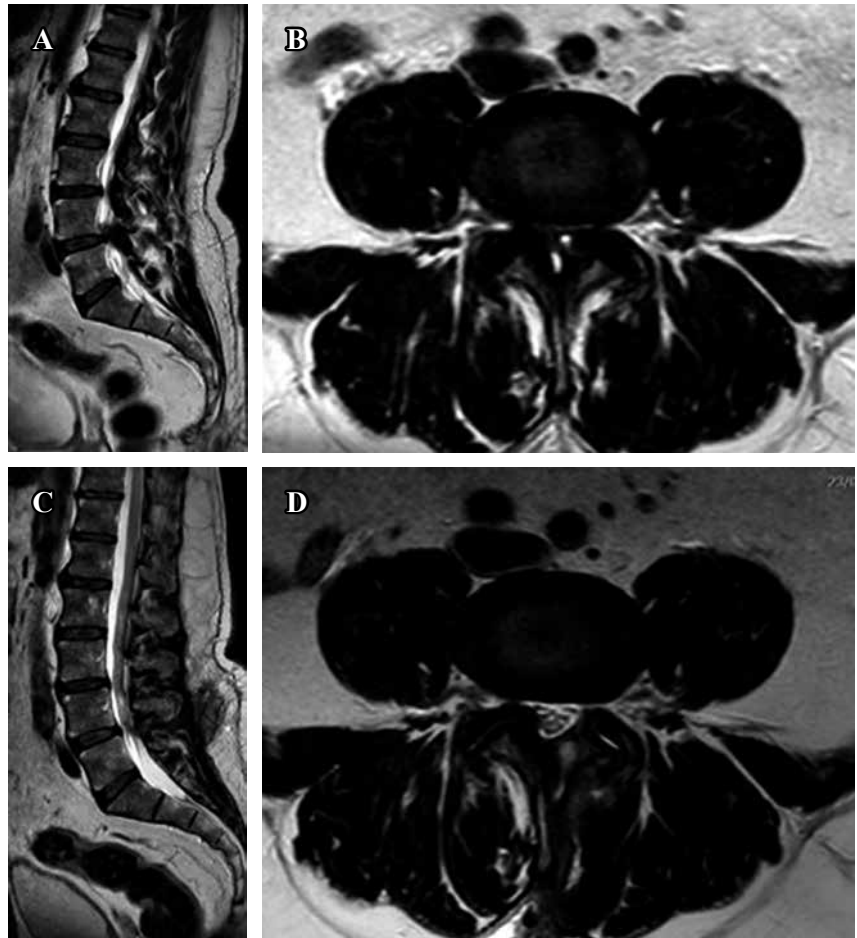


Figura 1:

Paciente de sexo masculino de 68 años, con claudicación de la marcha a los 200 metros y debilidad de ambos miembros inferiores. En las imágenes **A-B**) se observa el severo estrechamiento del conducto lumbar a nivel L4-L5 (Schizas D). En las imágenes **C-D**) observamos la descompresión del conducto lumbar al año postoperatorio (Schizas A).

Tabla 1: Datos demográficos (N = 56).

Variables	n (%)
Sexo	
Masculino	42 (75)
Femenino	14 (25)
TBQ	4 (7.14)
DBT	12 (21.42)
Osteoporosis	18 (32.14)
Edad (años)	71
Niveles	
L2-L3	8 (14.42)
L3-L4	14 (25.00)
L4-L5	28 (50.00)
L5-S1	6 (10.71)
UH	116
Neumodisco	22 (39.28)
Pfirrmann	
3	4 (7.14)
4	42 (75.00)
5	10 (17.85)

DBT = diabetes mellitus. TBQ = tabaquismo. UH = unidades Hounsfield.

se les realizó descompresión indirecta vía fusión intercorporal lateral oblicua (OLIF, por sus siglas en inglés) y artrodesis percutánea posterior, mientras que al restante se les

realizó una microdiscectomía por extrusión discal del segmento intervenido.

Hubo 22 pacientes (39.28%) que, en la tomografía, presentaban neumodisco al momento de la intervención. Al analizar los pacientes con neumodisco preoperatorio y los pacientes reintervenidos, encontramos una relación estadísticamente significativa ( $p = 0.025$ ) (Tabla 3).

El promedio de UH fue de  $111.31 \pm 30.60$  (50-170). Se realizó un análisis comparativo entre los pacientes con osteoporosis y los pacientes reintervenidos, el cual no arrojó una relación significativa ( $p = 0.741$ ).

Se analizaron las radiografías dinámicas postoperatorias de aquellos pacientes que no presentaban neumodisco previo a la cirugía. De los 34 pacientes evaluados, ninguno presentó inestabilidad postoperatoria al año de seguimiento.

Se registró un paciente con infección de sitio quirúrgico que requirió dos *toilettes* a los 9 y 13 días de la intervención. Se obtuvo un rescate de *Enterobacter cloacae* productora de metalo-beta-lactamasa (MBL); se suministró tratamiento antibiótico por 14 días con ceftazidima, vancomicina, avibactam y aztreonam, para luego realizar ocho semanas de sulfametoxazol/trimetoprima (TMS) vía oral.

**Discusión**

El dolor lumbar es la principal causa de discapacidad a nivel global en la población anciana. La estenosis lumbar degenerativa es una de las causas más comunes, con una incidencia de más de 20% en la población por encima de los 60 años.<sup>21</sup> La edad se considera un factor de riesgo independiente para esta enfermedad; se relaciona con un aumento del riesgo de morbilidad tras una cirugía abierta de columna.<sup>22</sup> Estudios han mostrado que las tasas de morbilidad y complicaciones después de la cirugía fueron más altas en pacientes geriátricos en comparación con pacientes más jóvenes,<sup>23</sup> lo que demuestra la importancia de seleccionar el tratamiento quirúrgico adecuado en estos pacientes.

La descompresión microscópica «over the top» preserva las articulaciones facetarias y el arco posterior, limitando la inestabilidad postoperatoria y protegiendo las estructuras neurales, con un bajo sangrado intraquirúrgico. Nuestra técnica presentó mejoras significativas desde el punto de vista clínico, utilizando la escala de Oswestry ( $p < 0.00001$ ).

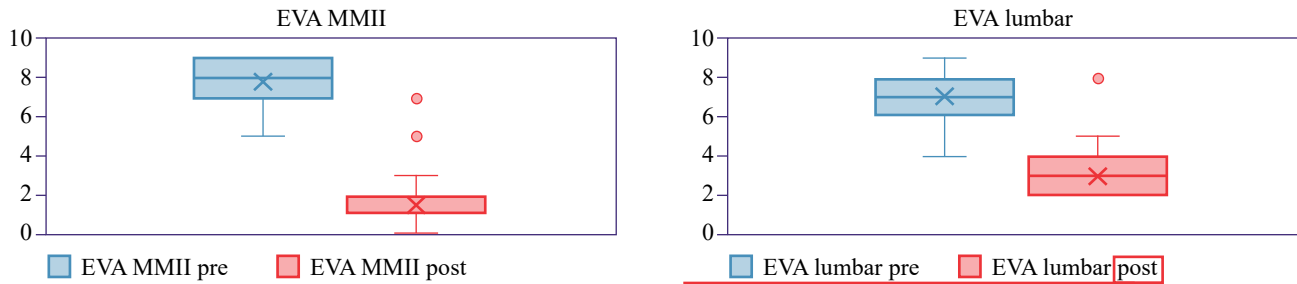
Horan y su equipo realizaron un estudio comparando dos técnicas mínimamente invasivas diferentes a la nuestra para el tratamiento del conducto lumbar central estrecho.<sup>24</sup> Obtuvieron una EVA postoperatoria lumbar de 3.3 para la laminectomía

y 2.9 en la laminotomía, puntajes similares a lo reportado por nosotros (3.11); por su parte, la EVA de miembros inferiores fue de 3.5 para laminectomía y 3.2 para laminotomía; en este caso, con valores superiores a nuestros resultados.<sup>24</sup>

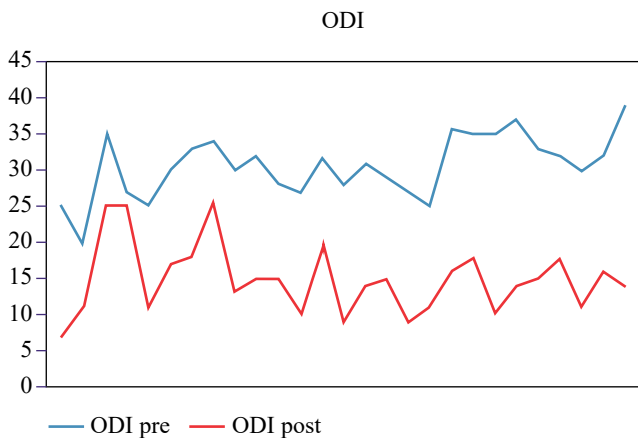
Mobbs y colaboradores evaluaron los resultados clínicos postoperatorios utilizando la técnica de laminectomía abierta y laminectomía mínimamente invasiva unilateral. Los resultados del ODI fueron similares entre sí (13.23 y 12.56, respectivamente), análogo a lo reportado en nuestro estudio (14.92).<sup>25</sup>

El proceso de envejecimiento y la presencia de comorbilidades en pacientes mayores, como las enfermedades cardiovasculares, pueden dificultar la cicatrización de heridas, lo que podría comprometer los resultados. Esto se debe, en parte, al incremento en el riesgo de infecciones y a su impacto directo en la rehabilitación de los músculos de la columna vertebral.<sup>26</sup> La técnica «over the top» permite realizar incisiones más pequeñas, lo que favorece una mejor cicatrización y disminuye la posibilidad de complicación de las heridas en la población de edad avanzada. Además, esta técnica minimiza la pérdida de sangre.<sup>27</sup>

Una de las complicaciones más comunes asociadas a la técnica «over the top» es la ruptura del saco dural. Se reconoce que el canal espinal opuesto puede requerir una considerable retracción del saco dural durante el enfoque



**Figura 2:** Resultados clínicos pre- y postoperatorios de la EVA en miembros inferiores y lumbar. MMII = miembros inferiores. Post = postoperatorio. Pre = preoperatorio. EVA = escala visual analógica.



**Figura 3:** Análisis comparativo del Oswestry Disability Index pre- y postoperatorio. ODI = Oswestry Disability Index. Post = postoperatorio. Pre = preoperatorio.

Tabla 2: Análisis comparativo de los resultados pre- y postoperatorios según la clasificación de Schizas (N = 56).	
Schizas	n (%)
<b>Preoperatorio</b>	
B	8 (14.28)
C	16 (28.57)
D	32 (57.14)
<b>Postoperatorio</b>	
Tipo B	
A	N = 8
A	8 (100.00)
Tipo C	
A	N = 16
A	4 (25.00)
B	10 (62.50)
C	2 (12.50)
Tipo D	
A	N = 32
A	4 (12.50)
B	14 (43.75)
C	14 (43.75)
D	0 (0)

Tabla 3: Relación entre pacientes reoperados y presencia de neumodisco preoperatorio.

	Reoperados	No reoperados	p
Neumodisco	6	16	<b>0.0254</b>
No neumodisco	2	32	

unilateral, lo que incrementa el riesgo de ruptura dural o daño nervioso. En nuestra investigación, no se registraron lesiones durales. Sidhu y colaboradores encontraron que la incidencia de rupturas durales en la técnica microquirúrgica «over the top» varía entre 0 y 18%.<sup>27</sup> Esta tasa es inferior a la de rupturas durales reportadas en la mayoría de los estudios sobre cirugía de descompresión para el canal estrecho degenerativo.<sup>28</sup> En caso de que se produzca una lesión dural, es importante repararla cuando sea posible, de manera cuidadosa y rápida para prevenir fugas de líquido cefalorraquídeo.

El signo del vacío o neumodisco es un signo tomográfico que se asocia a inestabilidad segmentaria. Ocurre cuando una cavidad discal se abre en posición supina, disminuyendo la presión intradiscal y generando una burbuja de gas nitrógeno.<sup>29</sup> Esto representa un marcador de movimiento del espacio lumbar. Estos micromovimientos pueden resultar en una carga mecánica anormal y un aumento del estrés sobre las estructuras neurales adyacentes, particularmente las raíces nerviosas.<sup>30</sup> Además, la inestabilidad y los micromovimientos asociados con el signo del vacío pueden inducir un estado proinflamatorio dentro del disco y los tejidos circundantes. En nuestro estudio, analizamos la relación entre la presencia de neumodisco preoperatorio y el índice de reintervenciones por falla de la descompresión «over the top», encontrando una relación estadísticamente significativa ( $p = 0.025$ ).

Lee y su equipo analizaron los resultados clínicos y el índice de reoperación en pacientes con canal estrecho lumbar y neumodisco. Dividieron a los pacientes en dos grupos según la técnica quirúrgica (endoscópica y artrodesis), sin encontrar casos que requirieron reoperación en ninguno de los grupos.<sup>31</sup> Sin embargo, aquellos con presencia de neumodisco que recibieron tratamiento endoscópico tuvieron peores resultados clínicos a los dos años de seguimiento. A partir de este estudio, pensamos que la presencia de neumodisco preoperatorio puede ser considerada como un signo predictor de falla para la descompresión mediante ULBD en pacientes con estenosis degenerativa del canal lumbar.

El objetivo de la técnica «over the top» es lograr una descompresión adecuada de las estructuras neurales. Para evaluar la morfología del conducto lumbar, utilizamos la clasificación de Schizas a través de resonancia magnética nuclear. En nuestro estudio, incluimos a 32 pacientes con canal estrecho severo (Schizas D). De éstos, ocho (25%)

mejoraron a Schizas C, 14 (43.75%) a tipo B y 10 (31.25%) a Schizas A. En comparación con nuestros hallazgos, Thomé y colaboradores observaron que la técnica de descompresión unilateral (ULBD) estaba asociada con una descompresión menos efectiva en comparación con la laminotomía bilateral, aunque la diferencia no fue estadísticamente significativa.<sup>23</sup> Este resultado podría indicar que el enfoque ULBD ofrece una visión menos adecuada del receso contralateral debido a la exposición limitada que proporciona el enfoque unilateral.

En nuestra práctica, la elección de la técnica de descompresión mediante ULBD se fundamentó en los síntomas presentados por los pacientes y la gravedad de la estenosis lumbar. Para los pacientes mayores con hipertrofia facetaria, se realizó una facetectomía parcial ipsilateral para asegurar una descompresión efectiva de la estenosis foraminal y del receso lateral.

La preservación de la articulación facetaria bilateral es un factor importante para mantener la estabilidad espinal.<sup>32</sup> La descompresión tradicional implica una laminectomía amplia y la eliminación de las estructuras espinales posteriores. Como resultado, se puede generar una desestabilización postoperatoria y la necesidad de una reoperación con fijación. Mariconda y colaboradores mostraron que las tasas de reoperación en descompresión abierta varían de 11 a 30%.<sup>33</sup> En nuestro estudio, ningún paciente presentó inestabilidad mecánica iatrogénica al año de seguimiento. La técnica microquirúrgica «over the top» preserva más de 70% de la articulación facetaria del lado ipsilateral, de manera que reduce el riesgo de inestabilidad espinal.

Nuestro estudio no está exento de limitaciones. Primero, el diseño del estudio fue no randomizado, lo que puede haber introducido sesgo de muestreo, ya que se trató de un análisis retrospectivo en un sólo centro y con un tamaño de muestra relativamente pequeño. Segundo, el período de seguimiento fue limitado, lo que restringe la capacidad de sacar conclusiones sobre la eficacia a largo plazo y el impacto de la técnica estudiada a nivel clínico y radiológico. La investigación futura con tamaños de muestra más grandes y un monitoreo extendido es necesaria para confirmar nuestros hallazgos y evaluar a fondo los resultados a largo plazo.

## Conclusión

La descompresión mínimamente invasiva «over the top» proporciona buenos resultados clínicos en el tratamiento quirúrgico del canal estrecho lumbar. Se trata de una técnica que preserva la articulación facetaria y los elementos del arco posterior, representando una alternativa práctica y segura para tratar el canal estrecho mientras se mantiene la estabilidad espinal. Es importante tener en cuenta el signo del vacío tomográfico como valor pronóstico de falla para esta técnica, lo que es fundamental al momento de planificar la intervención quirúrgica de estos pacientes.

## Referencias

- Bae HW, Rajae SS, Kanim LE. Nationwide trends in the surgical management of lumbar spinal stenosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013; 38(11): 916-26. doi: 10.1097/BRS.0b013e3182833e7c.
- Katz JN, Harris MB. Clinical practice. Lumbar spinal stenosis. *N Engl J Med*. 2008; 358(8): 818-25. doi: 10.1056/NEJMc0708097.
- Weinstein JN, Tosteson TD, Lurie JD, Tosteson A, Blood E, Herkowitz H, et al. Surgical versus nonoperative treatment for lumbar spinal stenosis four-year results of the spine patient outcomes research trial. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010; 35(14): 1329-38. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181e0f04d.
- Weinstein JN, Tosteson TD, Lurie JD, Tosteson AN, Blood E, Hanscom B, et al. Surgical versus nonsurgical therapy for lumbar spinal stenosis. *N Engl J Med*. 2008; 358(8): 794-810. doi: 10.1056/NEJMoa0707136.
- Lee S, Srikantha U. Spinous process splitting laminectomy: clinical outcome and radiological analysis of extent of decompression. *Int J Spine Surg*. 2015; 9: 20. doi: 10.14444/2020.
- Silvers HR, Lewis PJ, Asch HL. Decompressive lumbar laminectomy for spinal stenosis. *J Neurosurg*. 1993; 78(5): 695-701. doi: 10.3171/jns.1993.78.5.0695.
- Robertson PA, Grobler LJ, Novotny JE, Katz JN. Postoperative spondylolisthesis at L4-5. The role of facet joint morphology. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1993; 18(11): 1483-90.
- Sharma M, Langrana NA, Rodriguez J. Role of ligaments and facets in lumbar spinal stability. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1995; 20(8): 887-900. doi: 10.1097/00007632-199504150-00003.
- Irwin ZN, Hilibrand A, Gustavel M, McLain R, Shaffer W, Myers M, et al. Variation in surgical decision making for degenerative spinal disorders. Part I: lumbar spine. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005; 30(19): 2208-13. doi: 10.1097/01.brs.0000181057.60012.08.
- Javalkar V, Cardenas R, Tawfik TA, Khan IR, Bollam P, Banerjee AD, et al. Reoperations after surgery for lumbar spinal stenosis. *World Neurosurg*. 2011; 75(5-6): 737-42. doi: 10.1016/j.wneu.2010.10.043.
- Senegas J, Etchevers JP, Vital JM, Baulny D, Grenier F. Le recalibrage du canal lombaire, alternative à la laminectomie dans le traitement des sténoses du canal lombaire [Recalibration of the lumbar canal, an alternative to laminectomy in the treatment of lumbar canal stenosis]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 1988; 74(1): 15-22.
- Ochoa CH, Abad ML, Carrillo MR. Recalibrage simple o con artrodesis en el canal lumbar estrecho degenerativo. *Ortho-tips*. 2005; 1(2): 111-9.
- Cho HS, Kim SH, Han JS, Kim BJ. Radiological outcomes of unilateral laminotomy for bilateral decompression in lumbar spinal stenosis with and without discectomy. *World Neurosurg*. 2023; 175: e1307-14. doi: 10.1016/j.wneu.2023.04.124.
- Arnoldi CC, Brodsky AE, Cauchoix J, Crock HV, Dommissie GF, Edgar MA, et al. Lumbar spinal stenosis and nerve root entrapment syndromes. Definition and classification. *Clin Orthop Relat Res*. 1976; (115): 4-5.
- Fairbank JC, Pynsent PB. The Oswestry disability index. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000; 25(22): 2940-52. doi: 10.1097/00007632-200011150-00017.
- Huskisson EC. Measurement of pain. *Lancet*. 1974; 2: 1127-31.
- Shimizu T, Fujibayashi S, Otsuki B, Murata K, Matsuda S. Indirect decompression with lateral interbody fusion for severe degenerative lumbar spinal stenosis: minimum 1-year MRI follow-up. *J Neurosurg Spine*. 2020; 33(1): 27-34. doi: 10.3171/2020.1.SPINE191412.
- Pfirrmann CW, Metzendorf A, Zanetti M, Hodler J, Boos N. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001; 26(17): 1873-8. doi: 10.1097/00007632-200109010-00011.
- Schreiber JJ, Anderson PA, Rosas HG, Buchholz AL, Au AG. Hounsfield units for assessing bone mineral density and strength: a tool for osteoporosis management. *J Bone Joint Surg Am*. 2011; 93(11): 1057-63. doi: 10.2106/JBJS.J.00160.
- Lv B, Sun S, Wang H, Xiao L, Xu T, Ji P, et al. Clinical efficacy and rehabilitation of microscopic "over the top" for bilateral decompression in degenerative lumbar stenosis: a retrospective study. *Biomed Res Int*. 2020; 2020: 7174354. doi: 10.1155/2020/7174354.
- Coronado-Zarco R, Cruz-Medina E, Arellano-Hernández A, Chavez-Arias D, León-Hernández SR. Effectiveness of calcitonin in intermittent claudication treatment of patients with lumbar spinal stenosis: a systematic review. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009; 34(22): E818-22. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181afe60a.
- Arinzo ZH, Fredman B, Zohar E, Shabat S, Feldman JS, Jedeikin R, Gestein RJ. Surgical management of spinal stenosis: a comparison of immediate and long term outcome in two geriatric patient populations. *Arch Gerontol Geriatr*. 2003; 36(3): 273-9. doi: 10.1016/s0167-4943(02)00172-3.
- Thomé C, Zevgaridis D, Leheta O, Bazner H, Pockler-Schoniger C, Wohrle J, et al. Outcome after less-invasive decompression of lumbar spinal stenosis: a randomized comparison of unilateral laminotomy, bilateral laminotomy, and laminectomy. *J Neurosurg Spine*. 2005; 3(2): 129-41. doi: 10.3171/spi.2005.3.2.0129.
- Horan J, Husien MB, Bolger C. Bilateral laminotomy through a unilateral approach (minimally invasive) versus open laminectomy for lumbar spinal stenosis. *Br J Neurosurg*. 2021; 35(2): 161-5. doi: 10.1080/02688697.2020.1777253.
- Mobbs RJ, Li J, Sivabalan P, Raley D, Rao PJ. Outcomes after decompressive laminectomy for lumbar spinal stenosis: comparison between minimally invasive unilateral laminectomy for bilateral decompression and open laminectomy: clinical article. *J Neurosurg Spine*. 2014; 21(2): 179-86. doi: 10.3171/2014.4.SPINE13420.
- Rahman M, Summers LE, Richter B, Mimran RI, Jacob RP. Comparison of techniques for decompressive lumbar laminectomy: the minimally invasive versus the "classic" open approach. *Minim Invasive Neurosurg*. 2008; 51(2): 100-5. doi: 10.1055/s-2007-1022542.
- Sidhu GS, Henkelman E, Vaccaro AR, Albert TJ, Hilibrand A, Anderson DG, et al. Minimally invasive versus open posterior lumbar interbody fusion: a systematic review. *Clin Orthop Relat Res*. 2014; 472(6): 1792-9. doi: 10.1007/s11999-014-3619-5.
- Mayer HM, List J, Korge A, Wiechert K. Mikrochirurgie bei degenerativer lumbaler Spinalstenose. Bilaterale Over-the-top-Dekompression durch unilateralen Zugang [Microsurgery of acquired degenerative lumbar spinal stenosis. Bilateral over-the-top decompression through unilateral approach]. *Orthopade*. 2003; 32(10): 889-95. German. doi: 10.1007/s00132-003-0536-9.
- Kanna RM, Hajare S, Thippeswamy PB, Shetty AP, Rajasekaran S. Advanced disc degeneration, bi-planar instability and pathways of peri-discal gas suffusion contribute to the pathogenesis of intradiscal vacuum phenomenon. *Eur Spine J*. 2022; 31(3): 755-63.
- Murata K, Akeda K, Takegami N, Cheng K, Masuda K, Sudo A. Morphology of intervertebral disc ruptures evaluated by vacuum phenomenon using multi-detector computed tomography: association with lumbar disc degeneration and canal stenosis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2018; 19(1): 164. doi: 10.1186/s12891-018-2086-7.
- Lee HR, Lee KJ, Lee SY, Yang JH. Impact of the disc vacuum phenomenon on surgical outcomes in lumbar spinal stenosis: a comparative study between endoscopic decompression and minimally invasive oblique lateral interbody fusion. *J Clin Med*. 2024; 13(19): 5827. doi: 10.3390/jcm13195827.
- Deyo RA, Martin BI, Kreuter W, Jarvik JG, Angier H, Mirza SK. Revision surgery following operations for lumbar stenosis. *J Bone Joint Surg Am*. 2011; 93(21): 1979-86. doi: 10.2106/JBJS.J.01292.
- Mariconda M, Fava R, Gatto A, Longo C, Milano C. Unilateral laminectomy for bilateral decompression of lumbar spinal stenosis: a prospective comparative study with conservatively treated patients. *J Spinal Disord Tech*. 2002; 15(1): 39-46. doi: 10.1097/00024720-200202000-00006.

## Artículo original

doi: 10.35366/123284

# Metaanálisis de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior, con y sin refuerzo anterolateral: resultados clínicos y funcionales estratificados por edad y nivel deportivo

*Meta-analysis of anterior cruciate ligament reconstruction, with and without anterolateral reinforcement: clinical and functional outcomes stratified by age and sport level*

Morales-Valdes JF,<sup>\*,‡</sup> Sáenz-González MC<sup>\*,§</sup>

Hospital Regional «Lic. Adolfo López Mateos», ISSSTE. Ciudad de México, México.

**RESUMEN. Introducción:** la reconstrucción del ligamento cruzado anterior (RLCA) suele restablecer la estabilidad anteroposterior de la rodilla; sin embargo, en algunos pacientes persiste laxitud rotacional (*pivot shift* positivo). Para mejorar este control rotacional, se han retomado procedimientos anterolaterales (tenodesis lateral o reconstrucción del ligamento anterolateral) que buscan reforzar la estabilidad y proteger el injerto. **Material y métodos:** metaanálisis sistemático (PRISMA) de 31 estudios comparativos (aleatorizados y de cohortes) que evaluaron RLCA aislada versus RLCA con refuerzo anterolateral, con un total de 3,172 pacientes y  $\geq 12$  meses de seguimiento. Se analizaron estabilidad articular (*pivot shift*, pruebas dinámicas), resultados subjetivos (IKDC, Lysholm, Tegner) y tasas de rerruptura del injerto. **Resultados:** la adición del refuerzo anterolateral redujo significativamente el riesgo de *pivot shift* residual (RR = 0.45; IC95%: 0.37-0.55;  $p < 0.001$ ), lo que representa 55% menos de probabilidad de inestabilidad rotacional postoperatoria. La tasa agregada de rerruptura fue también menor con refuerzo (3.8 vs 11.3%; RR = 0.33; IC95%: 0.24-0.48). El grupo con refuerzo obtuvo puntajes funcionales ligeramente superiores: IKDC +2.96 puntos (IC95%: 0.47-5.45), Lysholm +2.43 (no significativo) y Tegner +0.47 (IC95%: 0.06-0.88). **Conclusiones:** este metaanálisis

**ABSTRACT. Introduction:** although anatomic anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR) typically restores anteroposterior stability, residual rotational laxity—often manifesting as a positive pivot-shift test—may persist in some patients. To address this, anterolateral augmentation procedures, such as lateral extra-articular tenodesis (LET) or anterolateral ligament (ALL) reconstruction, have regained interest for enhancing rotational control and graft protection. **Material and methods:** we conducted a systematic review and meta-analysis (PRISMA guidelines) of 31 Level I–II comparative studies (randomized trials and cohort studies) involving a total of 3,172 patients with a minimum follow-up of 12 months. Studies compared isolated ACLR versus ACLR with anterolateral reinforcement. Pooled outcomes included objective stability measures (pivot shift, Lachman test, instrumented laxity), patient-reported functional scores (IKDC, Lysholm, Tegner), and graft re-rupture rates. **Results:** the addition of anterolateral reinforcement significantly reduced the risk of residual pivot shift (RR = 0.45; 95%CI: 0.37-0.55;  $p < 0.001$ ), indicating a 55% lower likelihood of postoperative rotational instability. Graft re-rupture rates were also lower in the augmented group (3.8 vs 11.3%; RR = 0.33; 95%CI: 0.24-0.48). Functional outcomes were slightly better with combined procedures: pooled IKDC scores were

## Nivel de evidencia: II (metaanálisis de estudios clínicos)

\* Hospital «Lic. Adolfo López Mateos», Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE). Ciudad de México, México.

‡ Maestro en ciencias en Economía de la Salud, médico residente de Ortopedia. ORCID: 0009-0000-6681-171X

§ Médico cirujano, médico residente de Ortopedia. ORCID: 0009-0004-1880-2324

### Correspondencia:

Mario César Sáenz-González

E-mail: msaenzg93@gmail.com

Recibido: 25-04-2025. Aceptado: 27-01-2026.

**Citar como:** Morales-Valdes JF, Sáenz-González MC. Metaanálisis de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior, con y sin refuerzo anterolateral: resultados clínicos y funcionales estratificados por edad y nivel deportivo. Acta Ortop Mex. 2026; 40(3): 141-155. <https://dx.doi.org/10.35366/123284>



sugiere que la RLCA con refuerzo anterolateral ofrece mejor estabilización rotacional y menor tasa de rrruptura del injerto, sin comprometer la función subjetiva a corto plazo. Estos hallazgos respaldan su consideración en pacientes con alto riesgo de inestabilidad rotacional persistente.

**Palabras clave:** reconstrucción del ligamento cruzado anterior, lesiones del ligamento cruzado anterior, inestabilidad articular, tenodesis, resultados del tratamiento.

#### Abreviaturas:

IC95% = intervalo de confianza de 95%

IKDC = *International Knee Documentation Committee* (Comité Internacional de Documentación de la Rodilla)

LAL = ligamento anterolateral

LCA = ligamento cruzado anterior

RLCA = reconstrucción del ligamento cruzado anterior

RR = razón de riesgo

## Introducción

La lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) es una de las más frecuentes en la rodilla de pacientes jóvenes y deportistas. El tratamiento estándar es la reconstrucción quirúrgica del LCA reconstrucción de ligamento cruzado anterior (RLCA), con la cual generalmente se recupera la estabilidad anteroposterior de la rodilla. No obstante, incluso tras una RLCA técnicamente exitosa, puede persistir inestabilidad rotacional residual en un subconjunto de casos, evidenciada por un *pivot shift* postoperatorio positivo. Esta inestabilidad rotacional remanente se asocia con resultados funcionales subóptimos, sensación de fallo articular e incluso podría contribuir a un mayor riesgo de daño meniscal o condral a largo plazo.

Desde hace décadas se han explorado procedimientos extraarticulares anterolaterales para abordar la inestabilidad rotacional. Lemaire y Macintosh describieron en los años 1970-80 técnicas de tenodesis lateral extraarticular combinadas con RLCA, buscando restringir la rotación interna excesiva. Más recientemente, el redescubrimiento del ligamento anterolateral (LAL) de la rodilla y su posible papel estabilizador ha renovado el interés en estas técnicas combinadas. Estudios clínicos contemporáneos sugieren que agregar una tenodesis anterolateral o reconstruir el LAL junto con la RLCA puede mejorar el control rotatorio de la rodilla y disminuir la tasa de rrruptura del injerto, especialmente en pacientes jóvenes y/o con *pivot shift* preoperatorio de alto grado. En particular, un ensayo clínico multicéntrico reportó que añadir una tenodesis lateral extraarticular redujo la incidencia de nuevas roturas del injerto en pacientes de alto riesgo. Por otro lado, algunos autores no han encon-

2.96 points higher (95%CI: 0.47-5.45), Lysholm scores increased by 2.43 points (not statistically significant), and Tegner scores were 0.47 points higher (95%CI: 0.06-0.88).

**Conclusions:** this meta-analysis indicates that supplementing ACL reconstruction with an anterolateral procedure provides superior rotational stability and lowers graft failure rates, without compromising short-term patient-reported outcomes. These findings support the consideration of combined approaches in patients at elevated risk of persistent rotational instability—particularly pivoting athletes.

**Keywords:** anterior cruciate ligament reconstruction, anterior cruciate ligament injuries, joint instability, tenodesis, treatment outcomes.

trado mejoras significativas en resultados funcionales con el refuerzo anterolateral y advierten sobre la posibilidad de mayor morbilidad o restricción articular con procedimientos adicionales. Persisten, por tanto, dudas acerca de qué pacientes se benefician realmente de la RLCA con refuerzo anterolateral y si esta técnica compromete o no otros aspectos funcionales (rango de movimiento, puntuaciones clínicas, etcétera).<sup>1,2</sup> En la práctica clínica actual, esto representa un dilema: ¿debe adicionarse el refuerzo anterolateral de rutina en la RLCA o reservarlo sólo para pacientes con factores de alto riesgo?

En este contexto, el objetivo de este metaanálisis fue comparar la RLCA aislada versus la RLCA con refuerzo anterolateral en términos de estabilidad articular, resultados funcionales y tasa de rrruptura del injerto, incluyendo un análisis por subgrupos de edad y nivel deportivo. Planteamos la hipótesis de que la adición del refuerzo anterolateral mejoraría la estabilidad rotacional y reduciría la tasa de fallos del injerto sin detrimento de la función, con beneficios potencialmente mayores en pacientes jóvenes o atletas de alto nivel.<sup>3,4</sup>

## Material y métodos

**Diseño del estudio:** metaanálisis de 31 estudios comparativos sobre reconstrucción del ligamento cruzado anterior (RLCA) sola versus con refuerzo anterolateral, elaborado conforme a las guías PRISMA. Se elaboró un protocolo previo de búsqueda, selección y análisis de datos. Dada la naturaleza de síntesis de literatura publicada, no se requirió aprobación por comité de ética.

**Criterios de inclusión:** estudios clínicos comparativos (ensayos aleatorizados o estudios prospectivos/retrospectivos de cohortes) que evaluaran RLCA primaria aislada contra RLCA con refuerzo anterolateral (tenodesis lateral extraarticular y/o reconstrucción del ligamento anterolateral, LAL). No se impuso un tamaño muestral mínimo, pero sí un seguimiento postoperatorio mínimo de 12 meses.

**Criterios de exclusión:** se excluyeron reportes de casos individuales, series sin grupo comparativo, estudios biomecánicos o en cadáveres, cirugías de revisión de LCA, y

aquéllos con técnicas anterolaterales obsoletas no anatómicas. En caso de publicaciones con posible traslape de pacientes, se incluyó solo el estudio más completo o reciente.

**Fuentes de datos y estrategia de búsqueda:** dos revisores independientes llevaron a cabo una búsqueda electrónica en PubMed/MEDLINE, EMBASE y Scopus (última búsqueda: 15 de marzo de 2025) utilizando términos en inglés y español relacionados con «ACL reconstruction», «anterolateral ligament», «lateral extra-articular tenodesis», «ALL reconstruction» y «anterolateral reinforcement». Se complementó con búsqueda manual en las listas de referencias de los estudios seleccionados. Los títulos y resúmenes identificados se filtraron aplicando los criterios de inclusión; luego se obtuvo el texto completo de los estudios potencialmente relevantes para evaluar la elegibilidad.

**Extracción de datos:** de cada estudio incluido se extrajeron las siguientes variables: autor, año, tamaño muestral y características de los pacientes (edad, sexo y nivel de actividad deportiva).

#### Desenlaces principales:

- **Laxitud anteroposterior instrumentada:** medida por artrometría (diferencia en milímetros de desplazamiento anterior entre la rodilla operada y la sana).
- **Estabilidad rotacional clínica:** proporción de pacientes con prueba de Lachman positiva residual y con prueba de *pivot shift* residual en el seguimiento postoperatorio.
- **Puntuaciones funcionales:** escalas validadas de rodilla, principalmente IKDC subjetivo (*International Knee Documentation Committee*) y escala Lysholm, así como el nivel de actividad física según la escala de Tegner.
- **Retorno al deporte:** proporción de pacientes que retomaron la actividad deportiva al mismo nivel que antes de la lesión.
- **Tasa de fallo del injerto:** rerruptura del LCA reconstruido.

Los datos numéricos (medias, desviaciones estándar, números de eventos) se extrajeron directamente de las publicaciones o se calcularon a partir de la información proporcionada (por ejemplo, derivando una desviación estándar de un error estándar, intervalo de confianza de 95% o de gráficos cuando fue necesario).

**Síntesis de datos y análisis estadístico:** los metaanálisis se llevaron a cabo utilizando el *software Stata 17* (Stata-Corp, Texas, EE.UU.). Los resultados de los estudios se combinaron mediante un modelo de efectos aleatorios DerSimonian-Laird, dado que se anticipó heterogeneidad clínica entre estudios (por diferencias en técnicas quirúrgicas, criterios de indicación, etcétera). Para desenlaces dicotómicos (por ejemplo, presencia/ausencia de *pivot shift*, fallo del injerto, retorno al deporte), se calcularon razones de riesgo (RR) con sus intervalos de confianza de 95% (IC95%). Un  $RR < 1$  en desenlaces como *pivot shift*, Lachman o fallo del injerto indica menor incidencia de ese evento (mejor resultado) en el grupo con refuerzo anterolateral; a la inversa, un  $RR > 1$  en retorno al deporte indica mayor tasa de retor-

no exitoso en el grupo con refuerzo, y un  $RR = 1$  implica que no existe diferencia entre las dos intervenciones. Para desenlaces continuos (por ejemplo, diferencia de laxitud en mm, puntajes IKDC, Lysholm, Tegner), se calcularon diferencias de medias (DM) entre grupos. No fue necesario usar diferencia de medias estandarizada, ya que las escalas funcionales empleadas fueron uniformes entre los estudios. La heterogeneidad estadística se evaluó con el estadístico  $I^2$  y la prueba Q de Cochran. Se consideró heterogeneidad importante si  $I^2 > 50\%$  o  $p$  de heterogeneidad  $< 0.10$ ; en esos casos, se exploraron posibles causas mediante análisis de subgrupos (grupos etarios –adultos vs jóvenes– y tipo de deportistas –profesionales vs amateur–). Adicionalmente, para desenlaces con  $\geq 10$  estudios se evaluó el sesgo de publicación mediante inspección visual de gráficos funnel y prueba de Egger.

Los resultados del metaanálisis se presentan como medidas agrupadas con sus IC95% y valores de  $p$  asociados, acompañados de gráficos de bosque (*forest plots*) para cada desenlace principal. Un total de nueve a 24 estudios contribuyeron a cada metaanálisis, dependiendo del desenlace (menos estudios para retorno al deporte, más para *pivot shift* y Lysholm).

## Resultados

### Características de los estudios incluidos

La búsqueda inicial identificó 112 referencias potenciales; tras eliminar duplicados y aplicar los criterios de selección, finalmente se incluyeron 31 estudios (publicados entre 2001 y 2024) que comparan RLCA con y sin refuerzo anterolateral. La *Tabla 1* presenta las características generales de los estudios incluidos (autor, año, tipo de estudio y tamaño muestral),<sup>5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30</sup> mientras que la *Tabla 2* resume las técnicas quirúrgicas (injerto y procedimiento anterolateral)<sup>5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30</sup> empleadas en cada estudio. En conjunto abarcan aproximadamente 2,673 pacientes; el tamaño muestral por estudio varió de 30 a 618 pacientes. En síntesis, 15 estudios fueron ensayos clínicos aleatorizados (nivel I-II) y 16 fueron estudios comparativos no aleatorizados (cohortes prospectivas o retrospectivas, nivel III). La edad promedio de los participantes osciló entre 23 y 30 años, con predominio de pacientes varones jóvenes deportistas. En la mayoría de los estudios, al menos 50-70% de los pacientes realizaban deportes de pivote (fútbol, básquetbol, esquí, etcétera).

En cuanto a las técnicas quirúrgicas, en todos los casos la RLCA fue anatómica monofascicular utilizando autoinjertos. Aproximadamente 60% de las reconstrucciones emplearon injertos de tendones isquiotibiales (semitendinoso  $\pm$  grácil) y 35% utilizaron autoinjerto de tendón rotuliano hueso-tendón-hueso; unos pocos casos utilizaron aloinjertos. Los métodos de refuerzo anterolateral variaron entre estudios:

Tabla 1: Resultados funcionales de reconstrucción de ligamento cruzado anterior aislado y reconstrucción de ligamento cruzado anterior + aumento de ligamento anterolateral.

Autor	Año	Escala Lysholm				IKDC				Escala Tegner				Artrometría			
		RLCA		RLCA + LAL		RLCA		RLCA + LAL		RLCA		RLCA + LAL		RLCA		RLCA + LAL	
		n	Media ± DE	n	Media ± DE	n	Media ± DE	n	Media ± DE	n	Media ± DE	n	Media ± DE	n	Media ± DE	n	Media ± DE
Anderson	2001	-	-	-	-	ND	ND	ND	ND	-	-	-	-	33	3.1 ± 2.3	34	2.6 ± 2.2
Zaffagnini	2006	-	-	-	-	25	72 ± 1.2	25	84 ± 1.8	25	7.1 ± 1.3	25	8.5 ± 1.9	ND	ND	ND	ND
Zaffagnini	2008	-	-	-	-	ND	ND	ND	ND	37	6.5 ± 1.5	35	6 ± 2	37	1.1 ± 1.9	35	0.7 ± 2.4
Vadala	2013	-	-	-	-	28	93.7 ± 3.38	27	94.2 ± 3.33	28	6.7 ± 1.35	27	7.5 ± 1.15	28	2.8 ± 0.77	27	2.7 ± 0.89
Trichine	2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	4.1 ± 6.5	55	3.5 ± 6.4
Zhang	2016	20	89.3 ± 2.3	20	96.2 ± 1.6	20	89.1 ± 2.6	20	96.2 ± 1.6	20	4.8 ± 0.3	20	6.3 ± 0.3	20	7.1 ± 0.3	20	3.4 ± 0.2
Ferretti	2016	56	95.46 ± 5.68	60	96.24 ± 3.5	56	93.77 ± 6.63	60	96.19 ± 3.3	-	-	-	-	56	2.98 ± 3.31	60	1.8 ± 1.34
Ibrahim	2017	50	96 ± 3.5	53	98 ± 5	ND	ND	ND	ND	50	8 ± 1	53	8 ± 1	50	1.8 ± 0.8	53	1.3 ± 0.2
Imbert	2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	9.1 ± 4.8	32	8.8 ± 5.3
Helito	2018	68	91 ± 2.3	33	95.4 ± 5.3	33	92.7 ± 5.9	33	92.7 ± 5.9	-	-	-	-	ND	ND	ND	ND
Helito	2019	60	86.3 ± 7.8	30	88.3 ± 7.3	60	84.3 ± 9.8	30	86.9 ± 9.3	-	-	-	-	-	-	-	-
Abdelrazek	2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Goncharov	2019	30	92.1 ± 3.93	18	97.4 ± 1.18	30	90.3 ± 3.73	18	96.3 ± 1.8	-	-	-	-	-	-	20	1.1 ± 0.8
Lee	2019	45	85.1 ± 18.4	42	88.5 ± 16.9	45	76.7 ± 17.2	42	79.2 ± 18.8	-	-	-	-	-	-	-	-
Getgood	2020	-	-	-	-	-	-	-	-	298	85.1 ± 1.1	291	85.3 ± 1.1	-	-	-	-
Castoldi	2020	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	-	-	-	-	-	-
Porter	2020	27	92.5 ± 4.8	28	96.8 ± 8	27	90.9 ± 10.7	28	94.2 ± 11.2	ND	ND	ND	ND	-	-	-	-
Yoon	2020	21	62 ± 21.3	18	58.7 ± 16.1	21	56.4 ± 20.7	18	57.8 ± 15.7	-	-	-	-	-	-	-	-
Hamido	2020	52	94 ± 4.5	50	96 ± 5	-	-	-	-	52	7.8 ± 1.4	50	7.9 ± 0.9	52	2.5 ± 0.7	50	1.2 ± 0.7
Joseph	2020	51	90.1 ± 6.2	35	90.2 ± 12.1	51	85.9 ± 8.8	35	88.4 ± 11.6	ND	ND	ND	ND	-	-	-	-
Erden	2021	33	87.8 ± 4.4	30	89.2 ± 4.5	33	88.7 ± 5.3	30	89.2 ± 92.2	-	-	-	-	33	1.8 ± 0.7	30	1.2 ± 0.5
Toker	2022	37	73.5 ± 5.8	31	72.3 ± 6.1	37	56.1 ± 3.1	31	56.8 ± 5.3	-	-	-	-	37	3.4 ± 0.7	31	2.2 ± 1
Coquard	2022	-	-	-	-	-	-	-	-	111	3.7 ± 0.85	111	3.8 ± 0.84	-	-	-	-
Laboudie	2022	101	86.4 ± 15.2	102	86 ± 16.8	101	83.3 ± 14.3	102	82 ± 14.4	ND	ND	ND	ND	101	1.3 ± 1.3	102	1 ± 1.3
Legnani	2022	20	85.4 ± 7.8	16	86.9 ± 9.1	20	82.2 ± 8.6	16	84.8 ± 8.5	-	-	-	-	20	1.8 ± 0.9	16	1.6 ± 0.6
Monaco	2022	-	-	-	-	34	86.4 ± 9.5	71	87.3 ± 9.8	ND	ND	ND	ND	35	2.7 ± 1.7	61	1.6 ± 1.1
Heard	2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lee	2023	39	87.3 ± 7.9	39	90.7 ± 8.1	39	82.9 ± 8.8	39	87.1 ± 9.8	39	5.6 ± 1.3	39	6.1 ± 1.4	39	2.3 ± 1.2	39	1.4 ± 1.2
Yan	2023	35	89.6 ± 17.6	35	89.7 ± 13.3	35	84.3 ± 15.9	35	84.7 ± 12.2	35	5.5 ± 2.1	35	6 ± 1.7	35	3.5 ± 2.8	35	4.2 ± 2.2
Gonnanchon	2024	39	85.6 ± 12.3	40	85.8 ± 13.8	39	80.5 ± 11.7	40	82.05 ± 14.6	39	6.2 ± 1.3	40	6.6 ± 1.6	-	-	-	-
Lee	2024	26	76.5 ± 14	24	81.5 ± 14.3	26	73.3 ± 17.5	24	77.7 ± 9.7	26	5.4 ± 1.5	24	6.1 ± 1.1	-	-	-	-

DE = desviación estándar. IKDC = International Knee Documentation Committee. LAL= ligamento anterolateral. ND = no desglosado. RLCA = reconstrucción del ligamento cruzado anterior

Tabla 2: Resultados clínicos de reconstrucción de ligamento cruzado anterior aislado y reconstrucción de ligamento cruzado anterior + aumento de ligamento anterolateral.

Autor	Año	Pivot shift residual				Lachman residual				Fallo de injerto				Retorno al deporte			
		RLCA		RLCA + LAL		RLCA		RLCA + LAL		RLCA		RLCA + LAL		RLCA		RLCA + LAL	
		Casos	No casos	Casos	No casos	Casos	No casos	Casos	No casos	Casos	No casos	Casos	No casos	Casos	No casos	Casos	No casos
Anderson	2001	13	20	11	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zaffagnini	2006	9	16	2	23	6	19	2	23	-	-	-	-	-	-	-	-
Zaffagnini	2008	0	37	2	33	-	-	-	-	0	37	0	35	0	37	3	32
Vadala	2013	16	12	5	22	8	20	11	16	2	32	0	28	-	-	-	-
Trichine	2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zhang	2016	11	9	4	16	10	10	5	15	-	-	-	-	-	-	-	-
Ferreti	2016	-	-	-	-	-	-	-	-	8	48	0	60	-	-	-	-
Ibrahim	2017	6	44	5	48	5	45	4	49	-	-	-	-	-	-	-	-
Imbert	2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Helito	2018	24	44	3	30	-	-	-	-	5	63	0	33	-	-	-	-
Helito	2019	31	29	8	22	-	-	-	-	13	47	1	29	-	-	-	-
Abdelrazek	2019	4	16	2	18	4	16	5	15	2	18	1	19	-	-	-	-
Goncharov	2019	11	19	0	18	13	17	0	18	-	-	-	-	20	10	18	0
Lee	2019	20	25	4	38	5	40	3	39	-	-	-	-	12	33	24	18
Getgood	2020	-	-	-	-	-	-	-	-	34	264	11	280	-	-	-	-
Castoldi	2020	1	41	0	38	3	39	1	37	12	30	5	33	-	-	-	-
Porter	2020	6	21	4	24	-	-	-	-	4	23	0	28	-	-	-	-
Yoon	2020	18	3	8	10	21	0	12	6	3	18	2	16	-	-	-	-
Hamido	2020	9	43	2	48	50	2	50	0	5	47	0	50	52	0	50	0
Joseph	2020	0	51	1	34	0	51	2	33	1	50	0	35	-	-	-	-
Erden	2021	3	30	0	30	6	27	2	38	2	31	0	30	0	33	0	30
Toker	2022	0	31	3	34	-	-	-	-	4	33	1	30	-	-	-	-
Coquard	2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laboudie	2022	27	74	13	89	-	-	-	-	12	89	6	96	33	68	30	72
Legnani	2022	2	18	1	15	1	19	1	15	0	20	0	16	-	-	-	-
Monaco	2022	10	25	6	55	-	-	-	-	6	29	0	61	5	29	6	65
Heard	2023	-	-	-	-	-	-	-	-	34	278	11	295	47	265	56	250
Lee	2023	15	24	3	36	-	-	-	-	-	-	-	-	22	17	13	26
Yan	2023	3	32	0	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gonnanchon	2024	-	-	-	-	-	-	-	-	5	34	0	40	6	33	7	70
Lee	2024	13	13	6	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

LAL = ligamento anterolateral. RLCA = reconstrucción de ligamento cruzado anterior aislado.

21 estudios emplearon una tenodesis extraarticular lateral (principalmente técnica de Lemaire modificada, utilizando una tira de banda iliotibial fijada al cóndilo femoral lateral o a la tibia proximal), mientras que 10 estudios realizaron una reconstrucción anatómica del LAL (usando autoinjerto de tendón grácil o fascia lata atravesando túneles óseos en las inserciones anatómicas del LAL en fémur y tibia). Dos estudios emplearon un enfoque combinado (tenodesis más refuerzo interno tipo «*internal brace*»). Pese a diferencias técnicas, el objetivo en todos los casos fue limitar la traslación anterolateral excesiva de la tibia (mejorando la estabilidad rotatoria de la rodilla). El seguimiento mínimo informado fue 12 meses (mediana aproximada de 24 meses); tres estudios reportaron seguimiento a más de cinco años (hasta 19 años en el estudio de Castoldi y colaboradores).<sup>20</sup>

La calidad metodológica de los estudios fue valorada con la escala MINORS (para estudios no aleatorizados) y con la herramienta Cochrane para evaluar el riesgo de sesgo en ensayos aleatorizados. La mayoría de los ensayos aleatorizados se evaluaron con riesgo de sesgo bajo o moderado (principalmente debido a la dificultad de cegar al cirujano y paciente a la intervención). Los estudios observacionales obtuvieron puntuaciones de calidad de 18-24 en la escala MINORS, indicando una calidad metodológica aceptable en general. No se detectó sesgo de publicación significativo en

los desenlaces principales según la inspección visual de los gráficos funnel ni en la prueba de Egger ( $p > 0.1$  en todos los casos).

*Estabilidad rotacional (pivot shift)*: un total de 24 estudios reportaron la proporción de pacientes con prueba de *pivot shift* residual en el seguimiento postoperatorio, comparando RLCA aislada contra RLCA con refuerzo anterolateral. En el grupo de RLCA aislada, la incidencia de un *pivot shift* residual (grado 1+ o mayor) varió ampliamente: entre 10 y 40% de los pacientes según el estudio (promedio alrededor de 20%). En contraste, en el grupo de RLCA + refuerzo anterolateral, la incidencia de *pivot shift* positivo fue consistentemente menor (rango 0-20%, típicamente < 10%). Al combinar los datos, la adición del refuerzo anterolateral redujo de forma significativa la probabilidad de *pivot shift* residual (RR = 0.45; IC95%: 0.37-0.55;  $p < 0.001$ ) (Figura 1). Esto indica que el grupo con refuerzo presentó 55% menos riesgo de inestabilidad rotacional clínica postoperatoria que el grupo sin refuerzo. La heterogeneidad entre estudios fue muy baja ( $I^2 = 1.7\%$ ,  $p = 0.44$ ), lo que evidencia una alta consistencia de este efecto beneficioso a través de los distintos trabajos. Ningún estudio incluido mostró un resultado opuesto (es decir, ninguno reportó más *pivot shift* en el grupo con refuerzo); en el peor de los casos, algunos ensayos pequeños, por ejemplo,

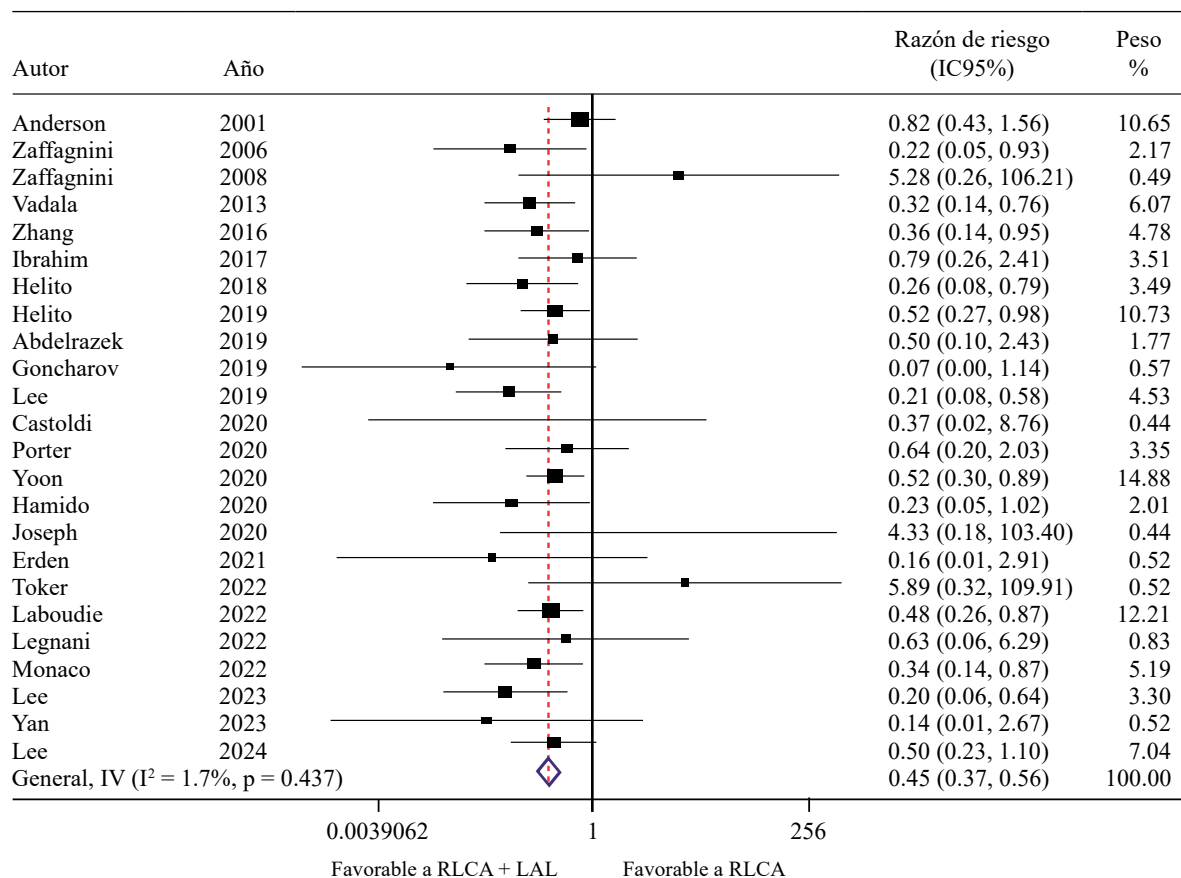
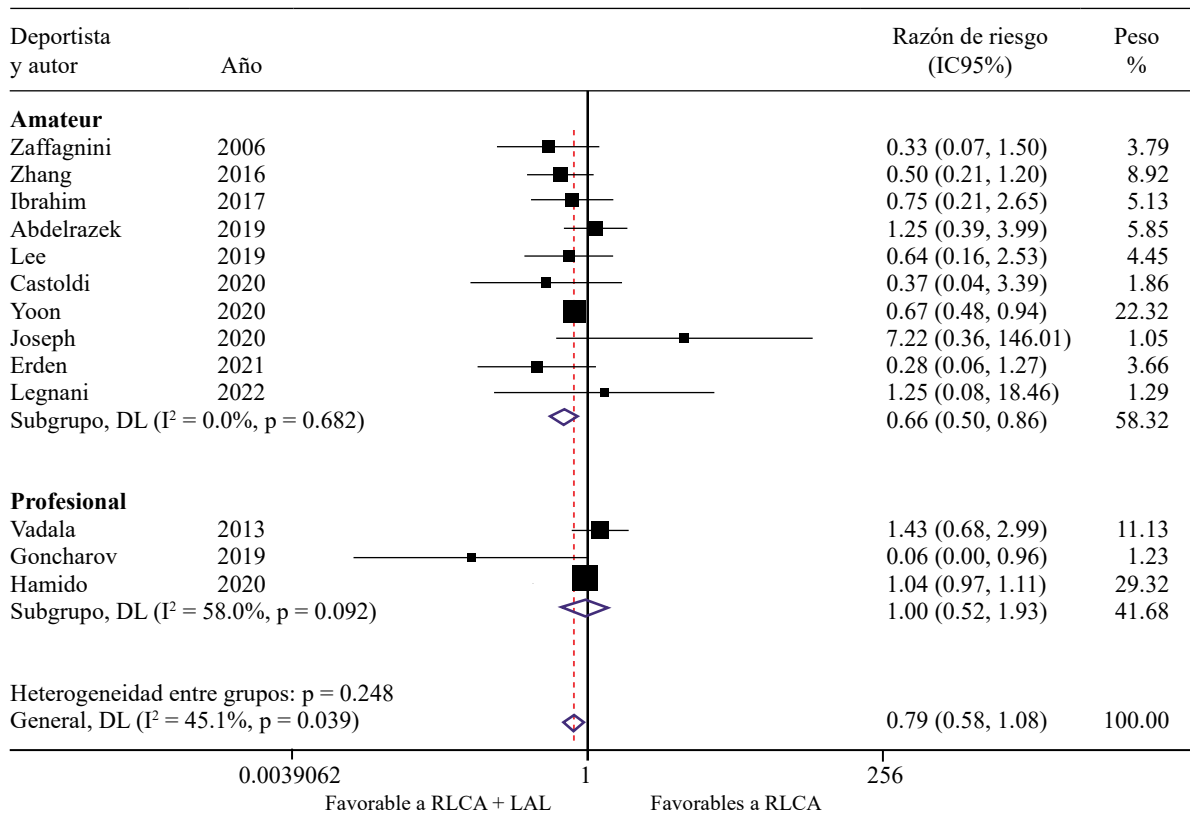


Figura 1: Forest plot de *Pivot shift* residual postoperatorio del grupo de RLCA contra RLCA + LAL. Modelo de efectos fijos. IC95% = intervalo de confianza de 95%. IV = inverse variance (varianza inversa). LAL = ligamento anterolateral. RLCA = reconstrucción de ligamento cruzado anterior.



**Figura 2:** Forest plot de Lachman residual postoperatorio del grupo de RLCA contra RLCA + LAL. Modelo de efectos variables, por subgrupos de deportistas profesionales contra amateur en RLCA. DL = DerSimonian-Laird. IC95% = intervalo de confianza de 95%. LAL = ligamento anterolateral. RLCA = reconstrucción de ligamento cruzado anterior.

Anderson y colaboradores y Abdelrazek y su equipo,<sup>5,16</sup> no encontraron diferencia significativa, pero la mayoría reportó tendencias a favor del grupo reforzado. Notablemente, varios estudios reportaron cero casos de *pivot shift* de grado 2-3 en pacientes con RLCA + LAL. Incluso en poblaciones de alto riesgo (*pivot shift* preoperatorio grado III), el refuerzo logró reducir el *pivot shift* postquirúrgico a grado 0-1 en la gran mayoría de las rodillas, mientras que la RLCA aislada dejó un porcentaje de pacientes con *pivot shift* persistente de grado II. En conjunto, estos hallazgos confirman que el refuerzo anterolateral confiere una mejor estabilización rotatoria de la rodilla reconstruida.

**Estabilidad anteroposterior – Lachman y laxitud instrumentada:** se analizaron por separado la laxitud al examen de Lachman y las mediciones instrumentadas de traslación anterior.

**Test de Lachman:** trece estudios reportaron la proporción de pacientes con Lachman anormal residual (usualmente definido como deslizamiento > 5 mm o un *end-point* blando). Globalmente, la RLCA aislada logró eliminar el Lachman en la mayoría de los pacientes, pero dejó aproximadamente un 10-15% con Lachman positivo leve en el postoperatorio. Con la adición de la tenodesis o LAL, esa proporción fue ligeramente menor (5-10%). Sin embargo, la diferencia agrupada no fue estadísticamente significativa (RR = 0.79; IC95%: 0.58-1.08;  $p = 0.15$ ; (Figura 2)). En otras palabras, el grupo

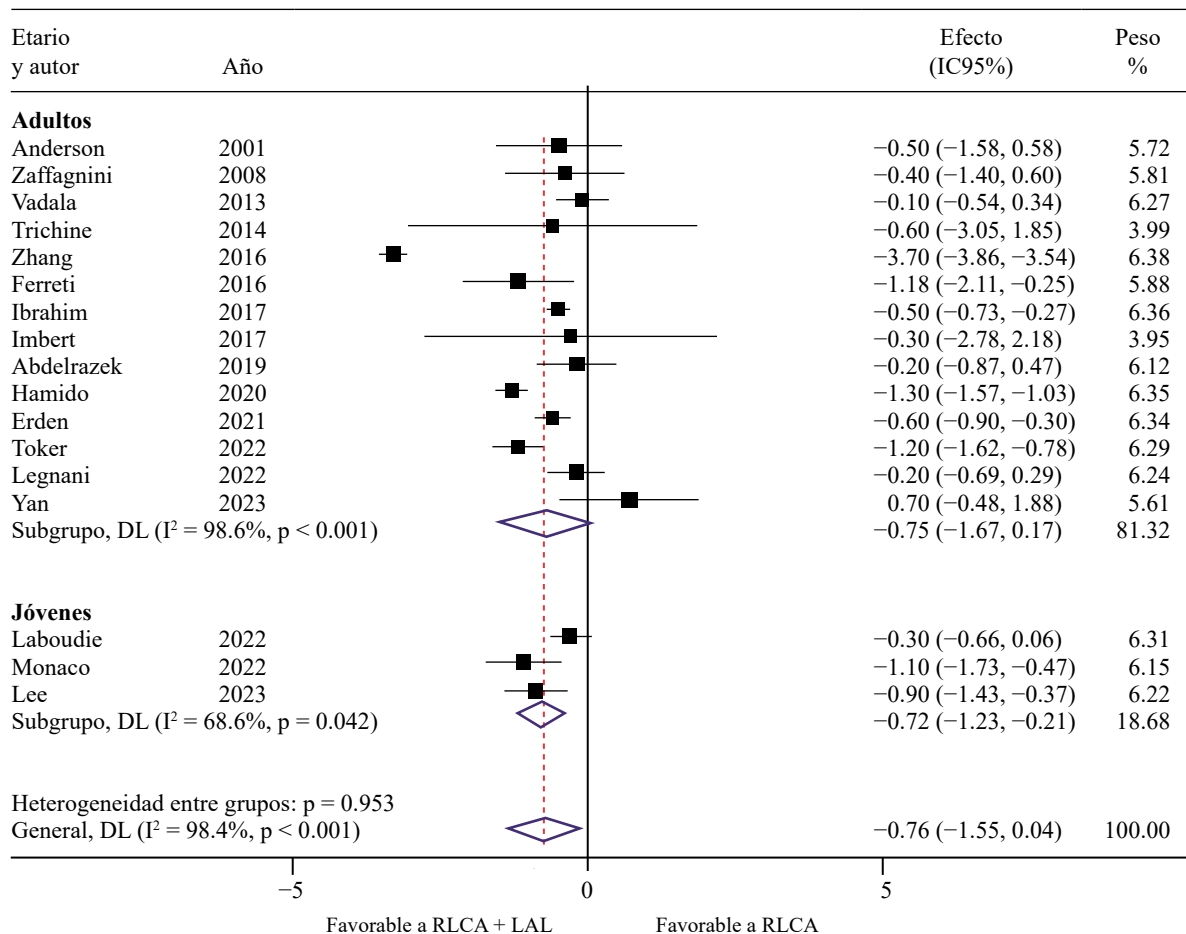
con refuerzo presentó aproximadamente 30% menos casos de Lachman positivo, aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa. Es posible que la potencia estadística para detectar diferencias en Lachman fuera limitada, ya que varios estudios tenían muy pocos eventos (muchos pacientes de ambos grupos presentaron Lachman negativo). No obstante, cabe destacar que ningún estudio encontró más Lachman positivos en el grupo reforzado que en el aislado. En suma, ambos abordajes (con y sin refuerzo) restauran adecuadamente la estabilidad anterior estática de la rodilla, por lo que las diferencias en Lachman tienden a ser mínimas; el refuerzo podría aportar un beneficio marginal en el control del Lachman sólo en casos de rodillas de deportistas amateur (RR = 0.66; IC95%: 0.50-0.86;  $I^2 = 0\%$ ,  $p = 0.68$ ).

**Laxitud instrumentada (artrometría):** 17 estudios reportaron mediciones instrumentadas de la laxitud anterior mediante artrometría (KT-1000/2000 u otros dispositivos). La mayoría informó la diferencia anteroposterior entre la rodilla operada y la sana en milímetros. Preoperatoriamente, todos los pacientes tenían diferencias marcadas (> 5 mm) entre la rodilla lesionada y la contralateral. En el periodo postoperatorio, la RLCA aislada típicamente redujo esa diferencia a 1-3 mm en promedio. Con el refuerzo anterolateral, varias series documentaron diferencias aún menores, con medias < 1 mm en algunos casos. En el metaanálisis, el grupo con refuerzo mostró una laxitud anterior residual

ligeramente menor: la diferencia de medias agrupada fue de  $-0.76$  mm (IC95%:  $-1.55$  a  $0.04$ ) a favor de RLCA + refuerzo, con un IC95% que incluye el 0 (Figura 3), indicando ausencia de diferencia significativa entre ambos grupos. La heterogeneidad estadística fue muy alta ( $I^2 = 98\%$ ,  $p < 0.001$ ), atribuible a diferencias entre dispositivos de medición, distintos puntos de corte y variaciones metodológicas (por ejemplo, algunos estudios midieron la laxitud a  $30^\circ$  de flexión contra otros a  $90^\circ$ ). A pesar de ello, la dirección del efecto fue uniformemente hacia menor laxitud con refuerzo en prácticamente todos los estudios, variando sólo en la magnitud de esa reducción. Es decir, ningún estudio reportó mayor laxitud instrumentada en el grupo reforzado, y varios encontraron diferencias significativas de 1-2 mm en favor del refuerzo. Motivo por el cual se realizó un análisis por subgrupos etarios: para el grupo de pacientes jóvenes la diferencia de medias agrupada fue de  $-0.72$  mm (IC95%:  $-1.23$  a  $-0.21$ ) a favor de RLCA + refuerzo ( $I^2 = 68.6\%$ ;  $p = 0.04$ ), lo que sugiere un pequeño beneficio en este subgrupo, susceptible de confirmación con investigaciones futuras.

**Fallo del injerto (rerruptura):** la tasa de rerruptura del LCA reconstruido fue uno de los desenlaces críticos anali-

zados, dado que, aunque es relativamente infrecuente, tiene gran importancia clínica especialmente en atletas jóvenes. Se obtuvieron datos sobre fallo del injerto en 17 estudios. En el metaanálisis, el grupo de RLCA aislada presentó una tasa agregada de rerruptura de aproximadamente 11.3%, mientras que el grupo de RLCA + refuerzo tuvo 3.8% de fallos del injerto. La razón de riesgo combinada fue 0.33 (IC95%: 0.24-0.48;  $I^2 = 0\%$ ,  $p = 0.92$ ), favoreciendo claramente al grupo con refuerzo (Figura 4). En otras palabras, la adición del refuerzo anterolateral se asoció a una reducción relativa del 67% en el riesgo de ruptura del injerto en el seguimiento a corto-medio plazo. Este resultado fue altamente significativo y consistente: prácticamente todos los estudios observaron una menor proporción de rerrupturas en el grupo con técnica combinada. Por ejemplo, el estudio de Getgood y colaboradores<sup>19</sup> reportaron 4% de fallos con tenodesis contra 11% sin ella; en el estudio de Helito y su grupo<sup>15</sup> no hubo ninguna ruptura en el grupo RLCA + LAL contra dos rupturas en el grupo RLCA sola; en el estudio de Yoon y su equipo,<sup>22</sup> igualmente encontraron menos rerrupturas con LAL (3 contra 9%) en atletas con *pivot shift* alto. La heterogeneidad entre estudios fue esencialmente nula ( $I^2 = 0\%$ ), indicando que, a pesar de las distintas poblaciones



**Figura 3:** Forest plot de artrometría postoperatoria del grupo de RLCA contra RLCA + LAL por subgrupo de edad. Modelo de efectos variables. DL = DerSimonian-Laird. IC95% = intervalo de confianza de 95%. LAL = ligamento anterolateral. RLCA = reconstrucción de ligamento cruzado anterior.

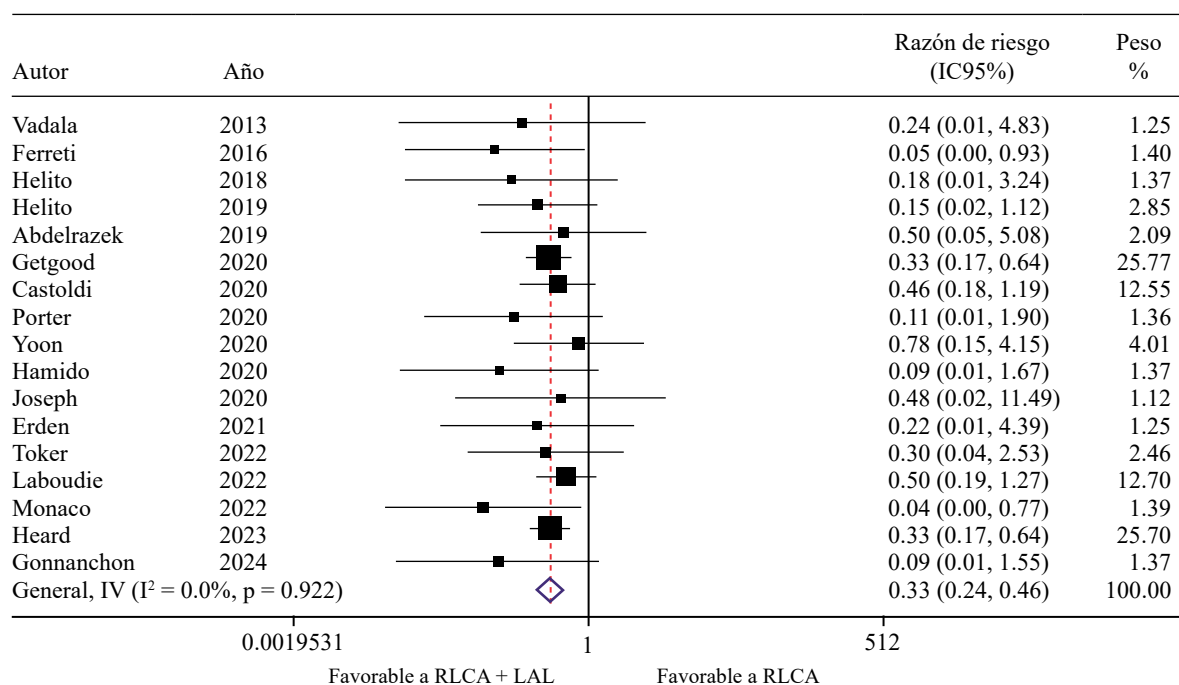


Figura 4: Forest plot de fallo del injerto postoperatorio del grupo de RLCA contra RLCA + LAL. Modelo de efectos fijos. DL = DerSimonian-Laird. IC95% = intervalo de confianza de 95%. LAL = ligamento anterolateral. RLCA = reconstrucción de ligamento cruzado anterior.

evaluadas, la dirección y magnitud del beneficio en reducción de fallos fue consistente. Cabe destacar que en algunos estudios pequeños el número absoluto de rerrupturas fue muy bajo en ambos grupos, limitando el poder estadístico individual, pero al agruparlos la tendencia general fue contundente.

**Retorno al deporte:** nueve estudios informaron la proporción de pacientes que retornaron al deporte al mismo nivel competitivo que antes de la lesión. En términos globales, aproximadamente cuatro de cada cinco pacientes lograron retomar su nivel deportivo previo tras la RLCA, con y sin refuerzo. La tasa agrupada de retorno al nivel deportivo fue 81.8% con refuerzo versus 82.6% con RLCA aislada (RR = 1.08; IC95%: 0.85-1.36;  $p = 0.52$ ) (Figura 5). Es decir, estadísticamente el refuerzo anterolateral no incrementó la probabilidad de un retorno deportivo exitoso. La heterogeneidad global fue moderada ( $I^2 = 67\%$ ), posiblemente asociada a diferencias entre subgrupos de edad (se observó una tendencia no significativa a mayor retorno en pacientes adultos con refuerzo, versus ninguna diferencia en pacientes jóvenes). En cualquier caso, factores ajenos a la estabilidad biomecánica (por ejemplo, confianza del paciente y adaptación durante la rehabilitación) pueden influir considerablemente en el retorno al deporte, lo cual concuerda con la observación de que no hubo diferencias marcadas entre grupos en esta meta.

**Resultados funcionales y clínicos subjetivos:** varios estudios evaluaron escalas clínicas funcionales de rodilla reportadas por los pacientes. Principalmente se analizaron el puntaje IKDC subjetivo y la escala de Lysholm, además del nivel de actividad física mediante la escala de Tegner. A

continuación, se resumen los hallazgos en estos desenlaces funcionales:

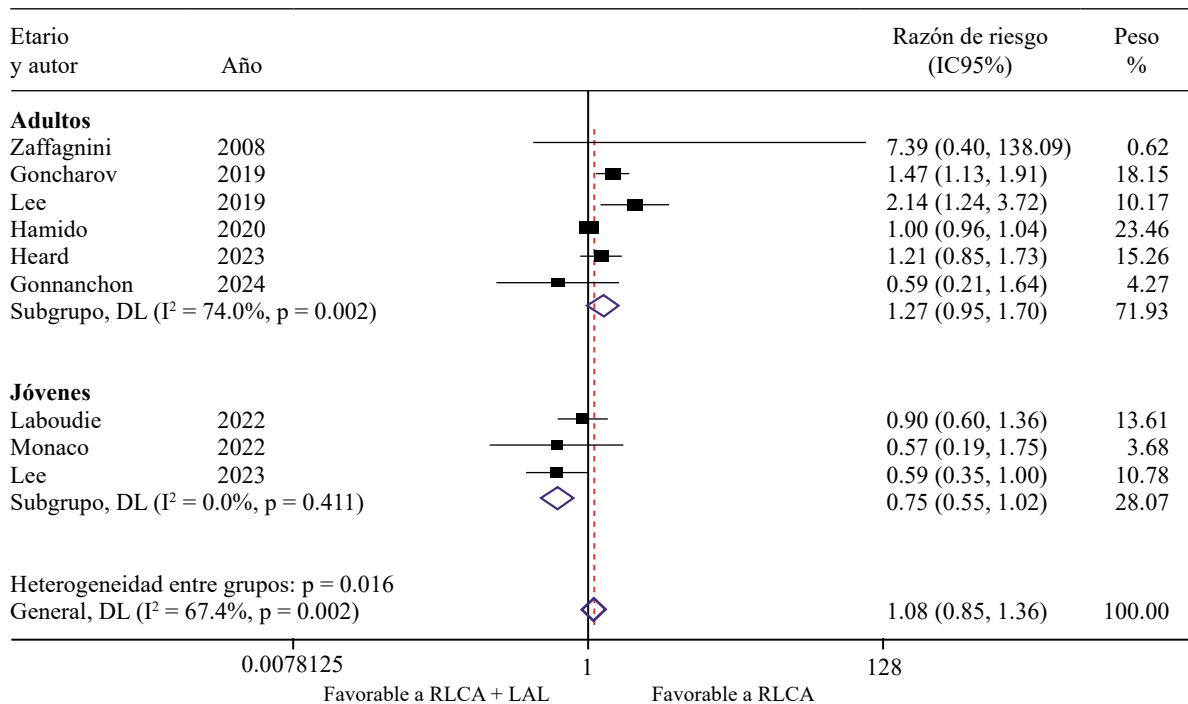
- **Puntuación IKDC subjetiva:** un total de 20 estudios midieron el puntaje IKDC subjetivo al final del seguimiento. Los valores promedio oscilaron entre 80 y 90 puntos (de un máximo de 100) en ambos grupos, reflejando un buen estado funcional general tras la cirugía. En el metaanálisis, hubo diferencia significativa en el IKDC final entre RLCA aislada y RLCA + refuerzo (DM = 2.96 puntos a favor del refuerzo; IC95%: 0.47 a 5.45;  $I^2 = 94\%$ ;  $p < 0.001$ ) (Figura 6). Pese a que la heterogeneidad se considera alta, se abordó mediante un análisis por subgrupos etarios: los pacientes jóvenes no mostraron una diferencia de medias significativa, mientras que en los adultos se obtuvo una DM  $\approx 3.3$  puntos a favor del refuerzo (IC95%: 0.58 a 6.02). Esto sugiere que este beneficio podría variar según la edad y sería susceptible de confirmación con investigaciones futuras en pacientes adultos.
- **Escala Lysholm:** este puntaje funcional se reportó en 19 estudios. De forma analógica, el puntaje Lysholm postoperatorio promedio se encontró en el rango de «bueno a excelente» (90-100 puntos) en ambos grupos. La diferencia de medias fue de 2.43 puntos con refuerzo (IC95%: -1.1 a 5.7;  $p = 0.18$ ) (Figura 7). La diferencia no alcanzó significancia estadística ni relevancia clínica, pese a la heterogeneidad global observada. Al analizar por subgrupos etarios, los pacientes jóvenes no parecieron beneficiarse de manera significativa en el puntaje Lysholm, en contraste con los adultos donde se observó una tendencia favorable pero no concluyente.

- Nivel de actividad Tegner:** doce estudios documentaron el cambio en el nivel de actividad Tegner desde antes de la lesión hasta el postoperatorio. Antes de la lesión, la puntuación Tegner media oscilaba entre 7 y 9 (de 10), indicando participación en deportes competitivos intensos. Tras la cirugía, hubo una reducción promedio en ambos grupos (muchos pacientes bajaron 1-2 niveles en la escala, por ejemplo, de nivel competitivo a recreativo). Sin embargo, los pacientes con refuerzo tendieron a mantener niveles de actividad ligeramente más altos. El metaanálisis mostró una diferencia de medias global de 0.47 puntos Tegner a favor del grupo con refuerzo (IC95%: 0.06-0.88;  $p = 0.026$ ) (Figura 8). Esto sugiere que proporcionalmente más pacientes con RLCA + LAL lograron retornar exactamente al mismo nivel de competencia deportiva que tenían antes de la lesión, en comparación con RLCA sola. Por ejemplo, el estudio de Gonnachon y colaboradores<sup>3</sup> reportó que 71% de los pacientes con refuerzo retomaron su nivel deportivo previo, contra 59% en el grupo sin refuerzo, a pesar de tasas generales de retorno similares. La diferencia en Tegner observada, si bien estadísticamente significativa, fue modesta en magnitud clínica; es posible que esté relacionada con la menor incidencia de pequeños episodios de inestabilidad («falso») durante esfuerzos máximos en quienes tienen el refuerzo, lo que se traduciría en mayor confianza para competir al nivel más alto. Además, al analizar por subgrupos se encontró que los deportistas amateurs podrían beneficiarse en mayor medida que los profesionales, ya que en estos últimos la diferencia en Tegner no fue significativa (el IC95% incluyó el 0).

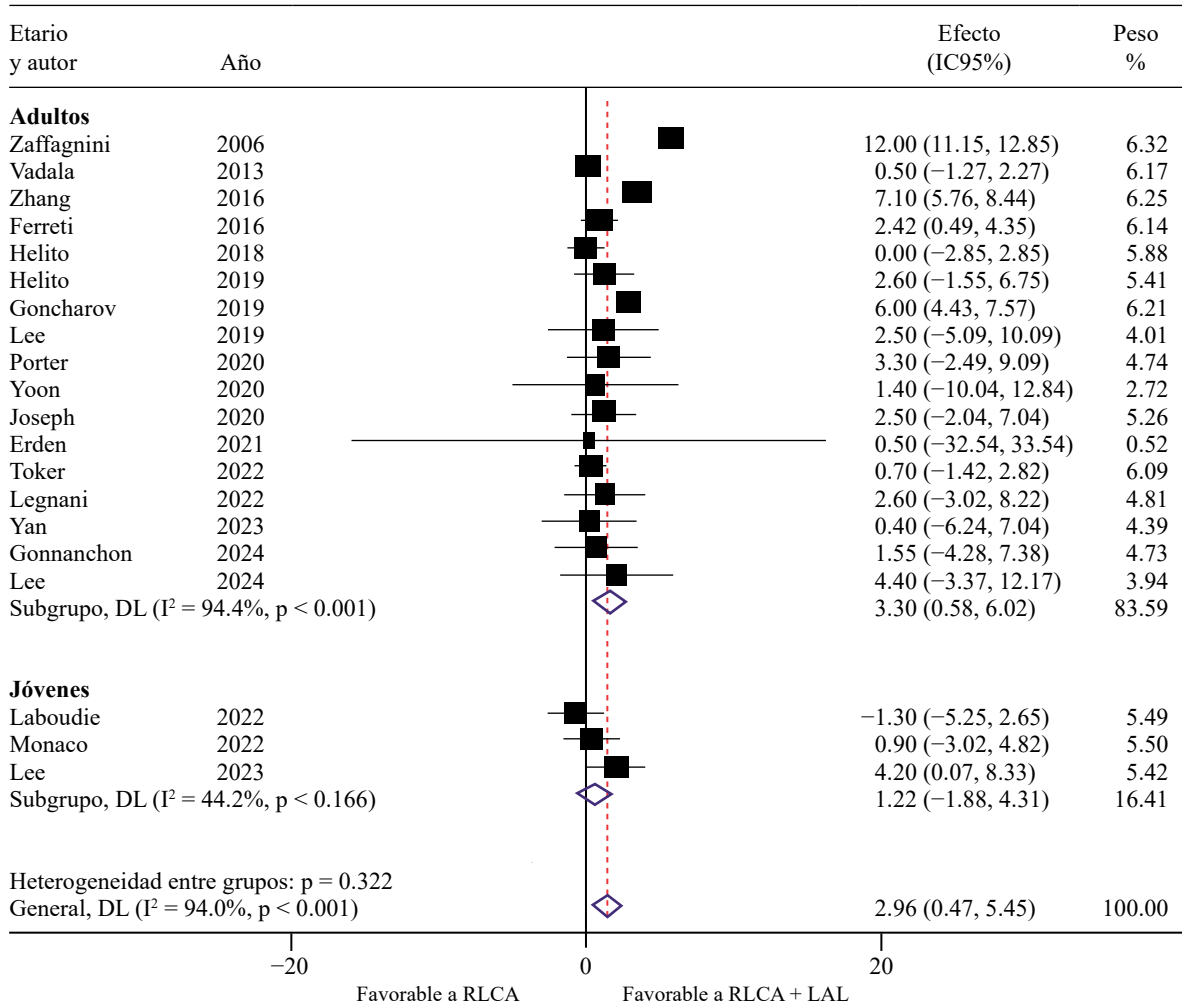
**Discusión**

Los resultados de este metaanálisis indican que la reconstrucción primaria del LCA complementada con un refuerzo anterolateral proporciona beneficios significativos en la estabilidad de la rodilla y en la protección del injerto, en comparación con la técnica estándar aislada. En particular, encontramos que la adición de una tenodesis lateral extra-articular o la reconstrucción del LAL redujo marcadamente la incidencia de *pivot shift* postoperatorio (RR = 0.45) y las tasas de rerruptura del injerto (RR = 0.33). Estos hallazgos cuantitativos respaldan la creciente evidencia a favor de las técnicas combinadas (RLCA + refuerzo anterolateral). Por ejemplo, nuestros datos concuerdan con el ensayo aleatorizado multicéntrico de Getgood y su equipo,<sup>19</sup> que mostró 65% menos rerrupturas al añadir tenodesis en jóvenes atletas. Asimismo, este metaanálisis corrobora observaciones de cohortes prospectivas como la de Helito y colaboradores,<sup>15</sup> quienes describieron mejor control del *pivot shift* al combinar RLCA con LAL en pacientes hiperlaxos.

Una contribución importante de este estudio es haber analizado la evidencia dispersa por subgrupos para demostrar con solidez que la estabilización anterolateral adicional sí marca una diferencia en la estabilidad rotacional clínica de la rodilla reconstruida. Históricamente, existía cierto escepticismo derivado de estudios tempranos (por ejemplo, Anderson y su equipo<sup>5</sup>) que no hallaron mejoras funcionales claras con la tenodesis lateral. Sin embargo, aquellos estudios iniciales en ocasiones empleaban técnicas no anatómicas o incluían poblaciones heterogéneas. En contraste, la



**Figura 5:** Forest plot de retorno al deporte postoperatorio por subgrupo etario en el grupo de RLCA contra RLCA + LAL. Modelo de efectos variables. DL = DerSimonian-Laird. IC95% = intervalo de confianza de 95%. LAL = ligamento anterolateral. RLCA = reconstrucción de ligamento cruzado anterior.



**Figura 6:** Forest plot de escala IKDC postoperatorio del grupo de RLCA contra RLCA + LAL por subgrupo etario. El peso y la prueba de heterogeneidad entre subgrupos son modelos de efectos aleatorios. DL = DerSimonian-Laird. IC95% = intervalo de confianza de 95%. IKDC = *International Knee Documentation Committee* (Comité Internacional de Documentación de la Rodilla). LAL = ligamento anterolateral. RLCA = reconstrucción de ligamento cruzado anterior.

mayoría de las investigaciones en la última década han utilizado procedimientos anterolaterales anatómicos y reproducibles, lo cual se refleja en la reducción consistente del *pivot shift* que encontramos. Este aspecto es clínicamente relevante porque el *pivot shift* es una prueba estrechamente asociada a la percepción de inestabilidad por parte del paciente y al riesgo de lesión meniscal secundaria a largo plazo. Por lo tanto, el refuerzo anterolateral podría conferir una rodilla más estable en situaciones de giros bruscos, protegiendo tanto el injerto como las estructuras meniscales y cartilaginosas a lo largo del tiempo.

Es notable que la tenodesis lateral o la reconstrucción del LAL actúan como un «seguro» adicional para el injerto del LCA, especialmente en pacientes jóvenes de alto riesgo. Es decir, la tasa de fallo observada en el grupo RLCA aislada (~11%) coincide con la reportada en la literatura para pacientes < 25 años que practican deportes de pivote (aproximadamente 10-20% de rrruptura a 2-5 años), mientras que la tasa con refuerzo (3-4%) se asemeja a la observa-

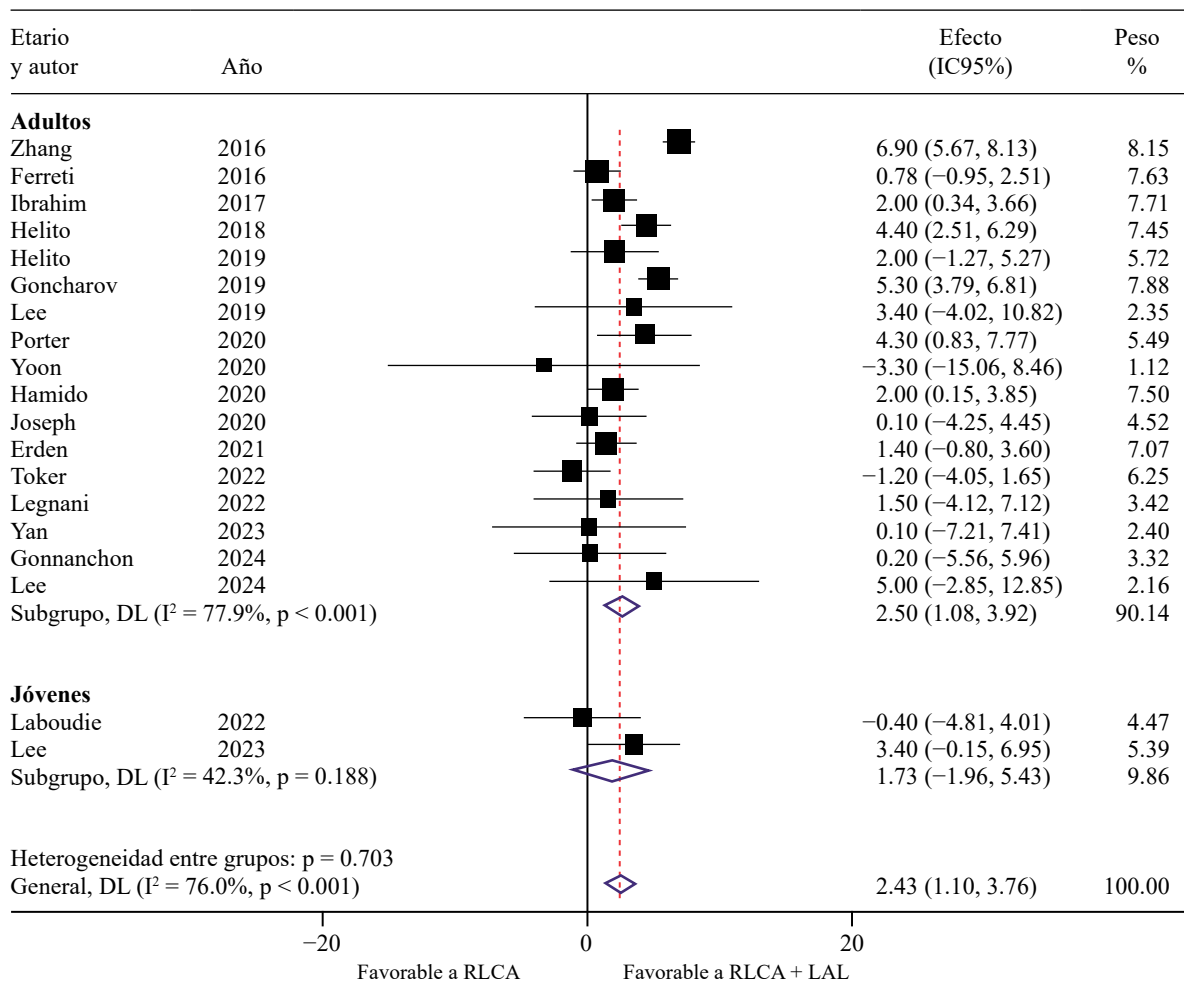
da en poblaciones de menor demanda. Esto indica que la técnica combinada consigue equiparar el riesgo de fallo de pacientes de alto riesgo al de pacientes promedio, un logro importante desde el punto de vista clínico. Este beneficio concuerda con la biomecánica: la presencia de una estructura anterolateral suplementaria limita la rotación tibial interna excesiva y descarga al injerto del LCA en maniobras de corte y desaceleración (justo cuando suelen ocurrir las rrrupturas). Nuestros hallazgos también coinciden con otros metaanálisis recientes y revisiones sistemáticas que concluyen que el refuerzo lateral reduce significativamente las rrrupturas sin aumentar las complicaciones.<sup>1,2,4</sup> Específicamente, Joseph y colaboradores (2020) y Yan y su equipo (2023) reportaron conclusiones muy similares a las nuestras, mostrando que la RLCA con refuerzo anterolateral mejora la estabilidad rotacional (menor *pivot shift*) y reduce la incidencia de fallos del injerto en comparación con la RLCA aislada. Cabe destacar que dichos metaanálisis emplearon criterios de inclusión ligeramente distintos: Joseph

y colaboradores se enfocaron en un número más limitado de estudios disponibles hasta 2019, mientras que Yang y su equipo incluyeron investigaciones más recientes, pero sin análisis de subgrupos por edad o nivel deportivo como el nuestro. No obstante, a pesar de estas variaciones metodológicas, sus hallazgos concuerdan en respaldar el uso de procedimientos combinados en pacientes con alto riesgo de inestabilidad rotacional.

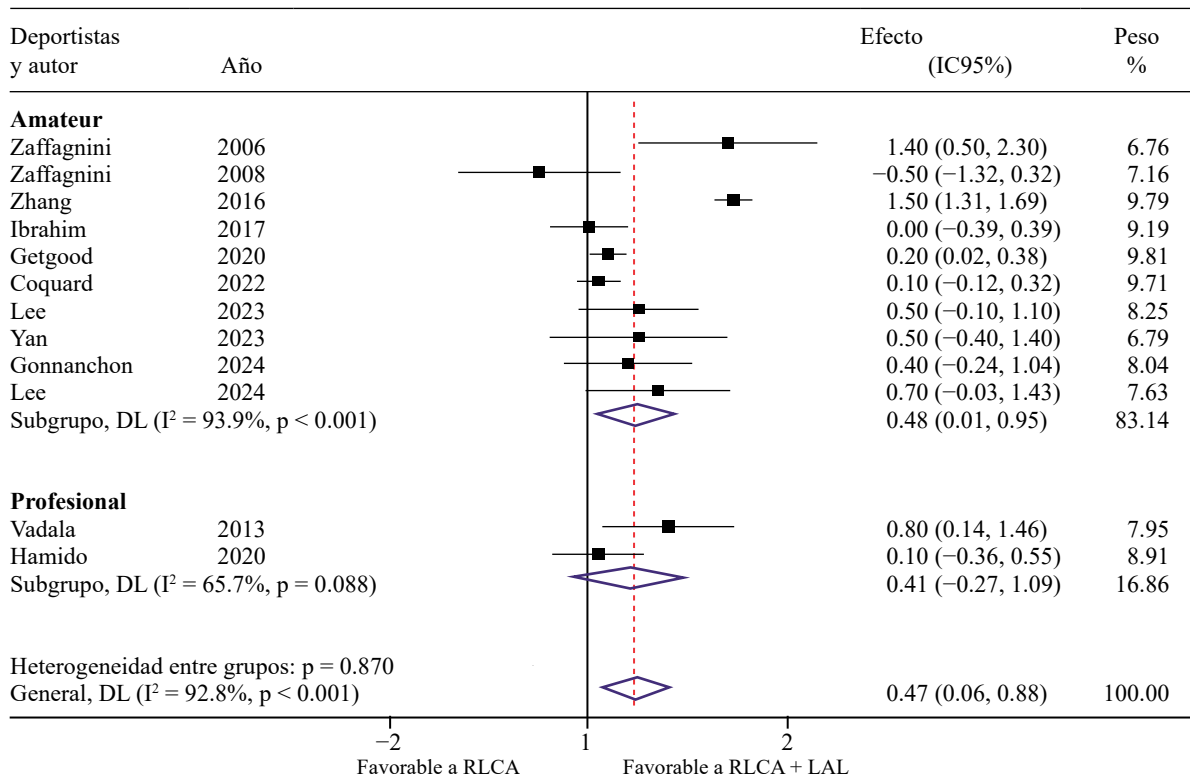
Por otro lado, nuestros resultados no mostraron diferencias significativas en los desenlaces funcionales subjetivos a corto plazo ni en la tasa global de retorno al deporte entre RLCA con refuerzo versus sin refuerzo. Esto sugiere que, para la mayoría de los pacientes que logran una reconstrucción exitosa sin complicaciones, agregar el refuerzo anterolateral no cambia perceptiblemente su experiencia de recuperación en las actividades cotidianas o deportivas inmediatas. Ambos grupos, con rehabilitación adecuada, alcanzaron puntuaciones altas en las escalas de rodilla y porcentajes elevados de reincorporación deportiva, de forma muy similar. Este hallazgo podría interpretarse inicialmente como una falta de beneficio clínico tangible; sin embargo, debe analizarse en contexto. Existen al menos tres consideraciones importantes:

1. *Sensibilidad de las escalas:* las escalas IKDC y Lysholm pueden no ser lo suficientemente sensibles para captar diferencias sutiles en la máxima estabilidad rotacional alcanzada.
2. *Duración del seguimiento:* muchos estudios tuvieron seguimientos relativamente cortos (1-2 años), un periodo en el cual pacientes jóvenes y atléticos suelen sentirse bien siempre que no ocurra un fallo del injerto. Es posible que emerjan beneficios funcionales del refuerzo sólo a largo plazo; por ejemplo, menor deterioro funcional debido a menos lesiones meniscales o degeneración articular, aspectos que requieren seguimiento prolongado para confirmarse.
3. *Riesgo de relesión vs beneficio inmediato:* la similitud observada en el retorno deportivo sugiere que, aun sin refuerzo, la mayoría de pacientes puede volver a jugar si el injerto no falla; la diferencia es que un porcentaje mayor de quienes no llevan refuerzo arriesgan una relesión al volver a la competencia.

En otras palabras, el principal beneficio del refuerzo está más en lo que previene (inestabilidad recurrente y relesión del injerto), que en una mejoría funcional inme-



**Figura 7:** Forest plot de Escala Lysholm postoperatorio del grupo de RLCA contra RLCA + LAL. Modelo de efectos variables. DL = DerSimonian-Laird. IC95% = intervalo de confianza de 95%. LAL = ligamento anterolateral. RLCA = reconstrucción de ligamento cruzado anterior.



**Figura 8:** Forest plot de escala de Tegner postoperatorio del grupo de RLCA contra RLCA + LAL por subgrupo de deportistas. Modelo de efectos variables.  
DL = DerSimonian-Laird. IC95% = intervalo de confianza de 95%. LAL = ligamento anterolateral. RLCA = reconstrucción de ligamento cruzado anterior.

diata percibida por el paciente. De hecho, nuestro hallazgo de un puntaje Tegner ligeramente superior con refuerzo podría indicar que, al prevenir micro-inestabilidades o episodios de falseo durante esfuerzos extremos, esos pacientes se sienten con mayor confianza para mantener la intensidad deportiva máxima; por el contrario, algunos pacientes sin refuerzo optan por retomar la actividad a un nivel ligeramente menor por precaución o por alguna molestia leve residual.

En cuanto a la seguridad, tanto nuestros resultados como la literatura indican que las complicaciones específicas de añadir una tenodesis lateral o reconstrucción del LAL son mínimas. Tampoco hay indicios de que la tenodesis cause una sobrecarga articular significativa: incluso en seguimientos de 5-20 años, estudios comparativos no han encontrado diferencias en la incidencia de gonartrosis radiográfica entre rodillas con versus sin tenodesis.<sup>20,28</sup> En el aspecto técnico, realizar la reconstrucción combinada sí implica un mayor tiempo quirúrgico y cierta curva de aprendizaje para el cirujano; sin embargo, en manos experimentadas agrega solo 10-15 minutos al procedimiento y suele poder realizarse a través de las mismas incisiones que la RLCA estándar. Desde la perspectiva de la rehabilitación, algunos protocolos sugieren cautela las primeras semanas (por ejemplo, evitar estrés en varo o rotación excesiva) cuando se ha realizado una tenodesis, pero en general la rehabilitación es muy similar a la de una RLCA convencional.

### Implicaciones clínicas

Con base en estos hallazgos, la incorporación de un procedimiento anterolateral extraarticular junto con la RLCA primaria debería considerarse al menos en pacientes de alto riesgo, tales como atletas jóvenes en deportes de pivote o contacto, o en cirugías de reconstrucción de revisión, donde la evidencia disponible<sup>18</sup> también ha mostrado beneficios de añadir refuerzo. En estos contextos, el refuerzo anterolateral puede ser la diferencia entre una rodilla que permanece estable sin nuevas lesiones y una que podría lastimarse nuevamente. Los cirujanos deben, por tanto, estratificar el riesgo de cada paciente: varios autores proponen criterios objetivos (edad < 25 años, *pivot shift* grado 2+ o 3+, *genu recurvatum* > 10°, práctica de deporte de alto nivel, etcétera) para decidir la realización de la tenodesis adicional. Nuestros datos apoyan esa estrategia de selección, ya que los mayores beneficios del refuerzo se concentran precisamente en esos subgrupos de alto riesgo.

Asimismo, es importante educar a los pacientes respecto a qué esperar de la cirugía. La adición del refuerzo anterolateral no implica una recuperación más rápida ni mejoras funcionales dramáticas en el corto plazo; su principal ventaja radica en reducir la probabilidad de una nueva ruptura del injerto o la sensación de inestabilidad ante esfuerzos máximos. Por lo tanto, pacientes deportistas competitivos pueden optar por esa protección extra a costa de una peque-

ña incisión adicional y quizá un leve aumento en la rigidez inicial de la rodilla, algo que la mayoría considera aceptable si se traduce en una mayor longevidad del injerto. De hecho, encuestas recientes indican que muchos atletas de élite y cirujanos de equipos profesionales ya se inclinan por realizar una tenodesis complementaria en reconstrucciones primarias de alto riesgo, una tendencia que nuestros resultados respaldan con evidencia científica.

### Limitaciones

Este estudio tiene las limitaciones inherentes a los metaanálisis de la literatura. Primero, existe heterogeneidad clínica entre los estudios incluidos: diferentes cirujanos, técnicas quirúrgicas y criterios de indicación del refuerzo. Intentamos mitigar esto aplicando un modelo de efectos aleatorios y realizando análisis de subgrupos. Aun así, los resultados de *pivot shift* y de rerruptura del injerto mostraron una notable consistencia a pesar de la heterogeneidad, lo cual refuerza la validez de nuestras conclusiones. Segundo, la mayoría de los seguimientos reportados son a corto y mediano plazo; se debe tener precaución al extrapolar estos hallazgos a resultados de muy largo plazo (> 10 años), aunque la evidencia limitada disponible más allá de cinco años es alentadora. Tercero, algunos desenlaces (por ejemplo, el retorno al deporte) podrían estar influenciados por factores no controlados (protocolos de rehabilitación, motivación individual del paciente) que varían entre estudios. Cuarto, no fue posible analizar por separado los resultados de tenodesis versus reconstrucción del LAL, ya que muchos estudios agruparon ambos tipos de refuerzo anterolateral en sus análisis. No obstante, revisiones previas sugieren que ambas técnicas ofrecen beneficios comparables en estabilidad rotatoria, lo que justifica la agrupación que realizamos. Quinto, puede existir cierto sesgo de publicación: es más probable que se publiquen estudios con resultados positivos (menos *pivot shift* o menos fallos con refuerzo), aunque nuestras pruebas formales (gráficos funnel y test de Egger) no detectaron un sesgo de publicación.

### Áreas de investigación futura

Si bien este metaanálisis aporta claridad sobre el tema, quedan áreas por explorar. Se requieren estudios con seguimiento a largo plazo para determinar si la estabilización anterolateral reduce la incidencia de artrosis postraumática y para confirmar que las bajas tasas de fallo del injerto se mantienen a 5-10 años. Además, harían falta ensayos clínicos aleatorizados enfocados en subgrupos específicos para afinar mejor las indicaciones del refuerzo. Otra línea de investigación sería perfeccionar las técnicas y materiales del refuerzo: por ejemplo, comparar en un ensayo multicéntrico el uso de tenodesis contra reconstrucción del LAL con injerto, con el fin de optimizar la técnica con el mejor perfil riesgo-beneficio.

### Conclusiones

Este metaanálisis demuestra que la adición de un refuerzo anterolateral a la reconstrucción del ligamento cruzado anterior (RLCA) ofrece ventajas clínicas significativas. Se observaron menores tasas de *pivot shift* residual y rerruptura del injerto, así como una laxitud anterior objetivamente inferior mediante artrometría. Si bien los resultados funcionales subjetivos y el retorno al deporte fueron similares entre los grupos, la mayor estabilidad rotacional y menor tasa de fallos apoyan el uso de una estrategia combinada en pacientes jóvenes, deportistas o con *pivot shift* elevado. No se evidenció un aumento en la tasa de complicaciones asociadas al procedimiento adicional. Con base en estos hallazgos, el uso del refuerzo anterolateral debe individualizarse según factores de riesgo específicos de cada paciente.

### Referencias

1. Joseph L, Demey G, Chamu T, Schmidt A, Germain A, van Rooij F, et al. Adding a modified Lemaire procedure to ACLR in knees with severe rotational knee instability does not compromise isokinetic muscle recovery at the time of return-to-play. *J Exp Orthop*. 2020; 7(1): 84. doi: 10.1186/s40634-020-00302-1.
2. Miglioni F, Lucenti L, Mok YR, Bardazzi T, D'Ambrosi R, De Carli A, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction using lateral extra-articular procedures: a systematic review. *Medicina (Kaunas)*. 2025; 61(2): 294.
3. Gonnachon A, Labattut L, Abdoul Carime N, Orta C, Baulot E, Martz P. Does combined anterior cruciate ligament and anterolateral ligament reconstruction improve return to sport? *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2024; 34(2): 981-7.
4. Mercurio M, Cofano E, Gasparini G, Galasso O, Familiari F, Sanzo V, et al. Isolated ACL reconstruction versus combined ACL and anterolateral ligament reconstruction: functional outcomes, return to sport, and survivorship: an updated meta-analysis of comparative studies. *Am J Sports Med*. 2025; 53(4): 971-80.
5. Anderson AF, Snyder RB, Lipscomb AB Jr. Anterior cruciate ligament reconstruction. A prospective randomized study of three surgical methods. *Am J Sports Med*. 2001; 29(3): 272-9.
6. Lording TD, Lustig S, Servien E, Neyret P. Lateral reinforcement in anterior cruciate ligament reconstruction. *Asia Pac J Sports Med Arthrosc Rehabil Technol*. 2014; 1(1): 3-10.
7. Zaffagnini S, Grassi A, Lucidi GA, Dal Fabbro G, Ambrosini L. Combined anterior cruciate ligament reconstruction and lateral extra-articular tenodesis: the "over-the-top" technique. *Video J Sports Med*. 2023; 3(5): 26350254231177378.
8. Vadalá AP, Iorio R, De Carli A, Bonifazi A, Iorio C, Gatti A, et al. An extra-articular procedure improves the clinical outcome in anterior cruciate ligament reconstruction with hamstrings in female athletes. *Int Orthop*. 2013; 37(2): 187-92.
9. Trichine F, Alsaati M, Chouteau J, Moyen B, Bouzitouna M, Maza R. Patellar tendon autograft reconstruction of the anterior cruciate ligament with and without lateral plasty in advanced-stage chronic laxity. A clinical, prospective, randomized, single-blind study using passive dynamic X-rays. *Knee*. 2014; 21(1): 58-65. doi: 10.1016/j.knee.2013.06.001.
10. Yan F, Zhou P, Wen S, et al. The influence of arthroscopic double-bundle anatomical reconstruction surgery on knee joint stability in patients with anterior cruciate ligament injuries of the knee joint. *Shanghai Med Pharm J*. 2023; 44: 39-43.
11. Ferretti A, Monaco E, Ponzo A, Basiglioni L, Iorio R, Caperna L, et al. Combined intra-articular and extra-articular reconstruction in anterior cruciate ligament-deficient knee: 25 years later. *Arthroscopy*. 2016; 32(10): 2104-11.

12. Ibrahim SA, Shohdy EM, Marwan Y, Ramadan SA, Almisfer AK, Mohammad MW, et al. Anatomic reconstruction of the anterior cruciate ligament of the knee with or without reconstruction of the anterolateral ligament: a randomized clinical trial. *Am J Sports Med.* 2017; 45(7): 1558-66.
13. Meynard P, Pelet H, Angelliaume A, Legallois Y, Lavignac P, De Bartolo R, et al. ACL reconstruction with lateral extra-articular tenodesis using a continuous graft: 10-year outcomes of 50 cases. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2020; 106(5): 929-35.
14. Helito CP, Camargo DB, Sobrado MF, Bonadio MB, Giglio PN, Pécora JR, et al. Combined reconstruction of the anterolateral ligament in chronic ACL injuries leads to better clinical outcomes than isolated ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018; 26(12): 3652-9.
15. Helito CP, Sobrado MF, Giglio PN, Bonadio MB, Pécora JR, Camanho GL, Demange MK. Combined reconstruction of the anterolateral ligament in patients with anterior cruciate ligament injury and ligamentous hyperlaxity leads to better clinical stability and a lower failure rate than isolated anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2019; 35(9): 2648-54.
16. Abdelrazek BH, Gad AM, Abdel-Aziz A. Rotational stability after ACL reconstruction using anatomic double bundle technique versus anatomic single bundle technique plus anterolateral ligament augmentation. *J Arthrosc Jt Surg.* 2019; 6(2): 108-13.
17. Goncharov EN, Koval OA, Dubrov VE, Bezuglov EN, Filimonova AM, Goncharov NG. Clinical experience with combined reconstruction of the anterior cruciate and anterolateral ligaments of the knee in sportsmen. *Int Orthop.* 2019; 43 (12): 2781-2788. doi: 10.1007/s00264-019-04409-8.
18. Lee DW, Kim JG, Cho SI, Kim DH. Clinical outcomes of isolated revision anterior cruciate ligament reconstruction or in combination with anatomic anterolateral ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2019; 47(2): 324-33.
19. Getgood AMJ, Bryant DM, Litchfield R, Heard M, McCormack RG, Rezansoff A, et al. Lateral extra-articular tenodesis reduces failure of hamstring tendon autograft anterior cruciate ligament reconstruction: two-year outcomes from the STABILITY study randomized clinical trial. *Am J Sports Med.* 2020; 48(2): 285-97.
20. Castoldi M, Magnussen RA, Gunst S, Batailler C, Neyret P, Lustig S, et al. A randomized controlled trial of bone-patellar tendon-bone anterior cruciate ligament reconstruction with and without lateral extra-articular tenodesis: 19-year clinical and radiological follow-up. *Am J Sports Med.* 2020; 48(7): 1665-72.
21. Porter M, Shadbolt B. Modified iliotibial band tenodesis versus lateral extracapsular tenodesis, to augment anterior cruciate ligament reconstruction: a two-year randomized controlled trial. *ANZ J Surg.* 2022; 92(9): 2247-53.
22. Yoon KH, Hwang IU, Kim EJ, Kwon YB, Kim SG. Anterolateral ligament reconstruction improves anteroposterior stability as well as rotational stability in revision anterior cruciate ligament reconstruction with high-grade pivot shift. *J Knee Surg.* 2021; 34(12): 1310-7.
23. Hopper GP, Aithie JMS, Jenkins JM, Wilson WT, Mackay GM. Combined anterior cruciate ligament repair and anterolateral ligament internal brace augmentation: minimum 2-year patient-reported outcome measures. *Orthop J Sports Med.* 2020; 8(12): 2325967120968557.
24. Ni QK, Chen W, Lv JT, Wang YJ, Mu MD, Zhang H, et al. Lateral extra-articular tenodesis notably reduced residual knee instability and anterior tibial translation in patients with an anterior cruciate ligament injury combined with a high-grade pivot-shift phenomenon. *Orthop J Sports Med.* 2025; 13(4): 23259671251323905.
25. Toker MB, Erden T, Toprak A, Taser OF. Does anterolateral ligament internal bracing improve the outcomes of anterior cruciate ligament reconstruction in patients with generalized joint hypermobility? *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2022; 28(3): 320-7.
26. Arora M, Tapasvi S, Shah J. Anterior cruciate ligament reconstruction using peroneus longus with lateral extra-articular tenodesis has excellent functional outcomes with a high return to sport rate: a prospective cohort study of 482 patients over two years. *Knee.* 2026; 60: 104404.
27. Laboudie P, Douiri A, Bouguennec N, Biset A, Graveleau N. Combined ACL and ALL reconstruction reduces the rate of reoperation for graft failure or secondary meniscal lesions in young athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2022; 30(10): 3488-98.
28. Devitt BM, Bouguennec N, Barford KW, Porter T, Webster KE, Feller JA. Combined anterior cruciate ligament reconstruction and lateral extra-articular tenodesis does not result in an increased rate of osteoarthritis: a systematic review and best evidence synthesis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017; 25(4): 1149-60.
29. Heard M, Marmura H, Bryant D, Litchfield R, McCormack R, MacDonald P, et al. No increase in adverse events with lateral extra-articular tenodesis augmentation of anterior cruciate ligament reconstruction - Results from the stability randomized trial. *J ISAKOS.* 2023; 8(4): 246-54.
30. Lee JH, Lee GB, Chung W, Han SB, Jang KM. Addition of anterolateral ligament reconstruction to primary anterior cruciate ligament reconstruction could benefit recovery of functional outcomes. *Sci Rep.* 2024; 14(1): 11440. doi: 10.1038/s41598-024-62444-x.

Artículo original

doi: 10.35366/123285

## Cambios neurofisiológicos asociados a la corrección del *genu valgo* con prótesis total de rodilla

*Neurophysiological changes after correction of valgus deformity with total knee arthroplasty*

Aparicio G,<sup>\*,‡</sup> Martín-Albarrán S,<sup>\*,§</sup> Cortés-Bonilla R,<sup>\*,§</sup>  
Rubias-Ramos C,<sup>\*,¶</sup> Pérez-Ruiz P,<sup>\*,||</sup> García-Crespo R,<sup>\*,‡</sup> Marco-Martínez F<sup>\*,‡</sup>

Hospital Clínico San Carlos. Madrid, España.

**RESUMEN. Objetivo:** correlacionar los cambios neurofisiológicos en el territorio inervado por el nervio *peroneus communis* o ciático poplíteo externo (CPE) con los grados de corrección de la deformidad de *genu valgo* mediante prótesis de rodilla (PTR). **Material y métodos:** estudio prospectivo de cohorte de 23 pacientes. Se realizó estudio neurofisiológico del CPE preoperatorio y postoperatorio al mes y seis meses. Después se analizó la asociación entre la corrección de la deformidad, la diferencia de longitud del miembro intervenido y las variables neurofisiológicas que presentaron hallazgos considerados patológicos (polifasia, pérdida de unidades motoras, disminución de la amplitud de los potenciales evocados). **Resultados:** dieciséis de 23 pacientes completaron el estudio. La corrección de la deformidad fue de 9.3° de media y la diferencia de longitud +10.1 mm de media. En el electromiograma al mes de la cirugía, siete pacientes no mostraron anomalías, los otros nueve presentaron algún tipo de hallazgo, se normalizaron a los seis meses. En tres pacientes se mantuvieron hallazgos leves. En cuanto al electroneurograma (ENG), las velocidades de conducción motora y sensitiva fueron normales en todos los casos, aunque trece pacientes mostraron anomalías compatibles con neuroapraxia de distinto grado de severi-

**ABSTRACT. Objective:** we aimed to search for a correlation between neurophysiological changes in the anatomic distribution of the common peroneal nerve (CPN) and the degrees of valgus deformity correction after total knee arthroplasty (TKA). **Material and methods:** a prospective cohort study of 23 patients was conducted. A preoperative and at one and six months postoperative neurophysiological studies of the CPN were performed. Subsequently, the association between the pathologic neurophysiological findings found (polyphasicity, motor unit loss, low amplitude of evoked potentials) with the degrees of deformity correction and the limb length difference after TKA was analyzed. **Results:** sixteen of 23 patients completed the study. The mean valgus deformity correction was 9.3°, and the mean lower limb length difference was +10.1 mm. One-month postoperative electromyogram (EMG) was normal in seven patients while the other nine patients showed some findings that normalized at six months. In three patients, mild findings remained. As to electroneurogram (ENG), in all cases there were normal sensory and motor conduction velocities even though thirteen patients showed changes compatible with neurapraxia in different degrees of severity. At six months

**Nivel de evidencia: II (estudio prospectivo pronóstico con 70% de seguimiento).**

\* Hospital Clínico San Carlos. Madrid, España.

‡ Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología.

§ Servicio de Neurofisiología Clínica.

¶ Servicio de Medicina Física y Rehabilitación.

|| Servicio de Medicina Preventiva y Salud Pública. Unidad de Apoyo Metodológico a la Investigación.

**Correspondencia:**

Gustavo Aparicio-Campillo

C/Cobos de Segovia, 5, Escalera 1, 5o A 8005, Madrid, España.

E-mail: [aparicio22021@gmail.com](mailto:aparicio22021@gmail.com)

Recibido: 04-11-2024. Aceptado: 08-07-2025

**Citar como:** Aparicio G, Martín-Albarrán S, Cortés-Bonilla R, Rubias-Ramos C, Pérez-Ruiz P, García-Crespo R et al. Cambios neurofisiológicos asociados a la corrección del *genu valgo* con prótesis total de rodilla. Acta Ortop Mex. 2026; 40(3): 156-163. <https://dx.doi.org/10.35366/123285>



dad. A los seis meses, todos los/las pacientes presentaron valores normales salvo uno. En ningún caso hubo clínica de parálisis del CPE. No hubo correlación estadística de los hallazgos neurofisiológicos con la magnitud de corrección de la deformidad. **Conclusiones:** no hemos hallado correlación entre los hallazgos del estudio neurofisiológico, ni con la magnitud de la corrección de la deformidad, ni con la diferencia de longitud de los miembros inferiores, por lo que no hemos podido determinar el umbral de deformidad en valgo que indicaría una liberación profiláctica del CPE.

**Palabras clave:** prótesis total de rodilla, electromiografía, nervio ciático poplíteo externo.

all patients showed normal values, except one. In any case, there was no clinical sign of major sensory or motor loss in the distribution of the CPN. No statistical correlation could be found between neurophysiological findings and the degrees of valgus deformity correction. **Conclusion:** we could not find a correlation between neurophysiological changes and the degrees of valgus deformity correction or leg length difference. A threshold of valgus deformity correction indicating prophylactic common peroneal nerve decompression could not be established.

**Keywords:** total knee arthroplasty, electromyography, common peroneal nerve.

#### Abreviaturas:

CPE = nervio ciático poplíteo externo  
EMG = electromiograma  
ENG = electroneurografía  
PAMC = potencial de acción motora compuesto  
PAUM = potencial de acción de unidad motora  
PTR = prótesis total de rodilla

#### Introducción

La afectación postoperatoria del nervio *peroneus communis* o nervio ciático poplíteo externo (CPE) después de una prótesis total de rodilla (PTR) está descrita como motivo de litigio. En una encuesta de la Asociación Americana de Cirujanos de Cadera y Rodilla, la lesión nerviosa fue la causa más frecuente de demanda judicial relacionada con la cirugía de artroplastías.<sup>1</sup> Otros autores la describen como la segunda causa de reclamación tras la infección<sup>2</sup> o un resultado insatisfactorio para el paciente.<sup>3</sup>

La parálisis del CPE tras PTR, se describe con una incidencia global de 0.16-2.2%,<sup>4,5,6,7,8,9</sup> mayor en la corrección del *genu valgo*.

Como factores predisponentes se han descrito la edad, obesidad, tabaquismo, deformidad en valgo superior a 10 grados;<sup>5,7,10,11,12</sup> diabetes; raquiestenosis o cirugía previa del raquis;<sup>7,9</sup> artritis reumatoide;<sup>8</sup> hepatitis B; osteotomía tibial previa; duración de la cirugía; cirugía de revisión; tiempo de anestesia; anestesia epidural;<sup>9</sup> tiempo de isquemia del miembro mayor de 120 minutos;<sup>7,10</sup> pérdida hemática con hematoma postoperatorio; presión del torniquete y experiencia del cirujano.<sup>4,7</sup>

Los cambios neurofisiológicos indicativos de una lesión del CPE pueden observarse por una parte en la electroneurografía (ENG) (velocidades de conducción motora y sensitiva, amplitud del potencial evocado de acción sensitivo [PANS] y potencial de acción motora compuesto [PAMC], latencia, duración); como en el electromiograma (EMG) (amplitud y duración de los potenciales de acción de unidad motora [PAUM], polifasia, morfología de la actividad muscular). Dependiendo de si la lesión es axonal o desmielinizante, aguda o crónica, se verán los correspondientes cambios neurofisiológicos.<sup>13</sup>

La neuropatía del CPE es una patología subestimada, existiendo pacientes con afectación subclínica en los que dicha lesión pasa desapercibida. Las tasas de incidencia publicadas no representan la incidencia real, debido a la presencia de esta afectación subclínica que sólo se puede diagnosticar mediante estudios electrodiagnósticos.<sup>14</sup>

El objetivo del presente estudio fue registrar, en una cohorte de pacientes y de manera prospectiva, los cambios neurofisiológicos en el territorio inervado por el CPE tras la corrección del *genu valgo* asociado a artrosis de rodilla mediante PTR y compararlos con la situación neurofisiológica preoperatoria. Se pretendía establecer un umbral de deformidad a partir del cual sería necesaria una liberación profiláctica.

La hipótesis nula fue que no existe correlación entre el grado de corrección del valgo mediante PTR y los cambios neurofisiológicos, frente a la alternativa en la que sí existiría una correlación.

#### Material y métodos

Para plantear la pregunta de investigación, se siguió el método PICO (Población de estudio o pacientes, Intervención, Comparación y *Outcomes* o resultados).<sup>15</sup>

**Criterios de inclusión:** estudio prospectivo de cohorte de pacientes con deformidad en valgo y artrosis de rodilla independientemente del grado de deformidad, ya que se buscaba una correlación de grados menores y mayores de la deformidad con los hallazgos neurofisiológicos, operados de PTR entre Septiembre de 2021 y Mayo de 2023. Se incluyeron sólo pacientes que acudieron a la consulta del primer autor del estudio y firmaron el consentimiento específico. Los **criterios de exclusión:** fueron todos los casos operados de PTR por deformidad distinta al *genu valgo* (mayoritariamente *genu varo*). Se recogieron las variables referidas en la *Tabla 1*.

Todos los/las pacientes fueron intervenidos mediante alineación mecánica salvo uno que fue intervenido mediante alineación cinemática. Seis PTR fueron posteroestabilizadas cementadas: cinco de ellas *Optetrak Logic*<sup>®</sup> (Exactech, Inc.,

Gainesville, FL) y una *Persona*<sup>®</sup> con asistencia del brazo robótico ROSA (Zimmer Biomet, Warsaw, Indiana, USA); siete posteroestabilizadas con poste con mayor grado de constricción cementadas: seis de ellas del mismo sistema Optetrak Logic y una del sistema *Persona*<sup>®</sup> con asistencia robótica; dos bisagras rotacionales, una de ellas *Endomodel*<sup>®</sup> (Waldemar Link GmbH and Co. KG), cementada y otra *Genux MK*<sup>®</sup> (MUTARS GenuX MK, Implantcast GmbH, Buxtehude, Germany), no cementada; una constreñida (NMCCK, Exactech, Inc., Gainesville, FL), cementada en la bandeja tibial.

Todos los y las pacientes fueron intervenidos por cirujanos con experiencia en cirugía de prótesis de rodilla. En todos los pacientes se colocó un vendaje en el quirófano tras el cierre de la herida quirúrgica, que se mantuvo las primeras 48 horas del postoperatorio, manteniendo el miembro intervenido en ligera flexión sobre una almohada.

Tanto en el preoperatorio como en la revisión postoperatoria, en ningún paciente se objetivó clínicamente parálisis de los nervios tibiales posteriores ni CPE, ni pérdida de sensibilidad, salvo en un paciente que presentó dolor neuropático localizado en cara lateral de la rodilla en la que se objetivó neuropatía sensitivo-motora distal del miembro inferior de moderada-severa intensidad para el CPE y muy leve del tibial posterior.

## Intervención

*Estudio de telerradiografía de miembros inferiores (Figura 1):* las telerradiografías de miembros inferiores se realizaron mediante el equipo Digital Wall Stand GC-WS-1 (*GE Hualun Medical Systems Co Ltd.*, Beijing, China), con el colimador AL01C (*Siemens Kemnath*,



**Figura 1:**

Mediciones radiográficas del eje mecánico y el ángulo femorotibial anatómico. El eje anatómico del fémur se trazó entre un punto en el centro de la diáfisis del fémur (centro I de Moreland) y el centro de la rodilla. El eje anatómico de la tibia se trazó entre el centro de la rodilla y el centro del tobillo (centro de la superficie articular del astrágalo).

Germany para *GE Healthcare*, Milwaukee, Wi, USA). Los pacientes se situaron en bipedestación con los pies paralelos en posición de rotación neutra. La distancia entre la fuente de rayos X y la placa fue 1.83 metros. Se realizaron las siguientes mediciones pre y postoperatorias dos veces separadas por un intervalo de siete días y por el mismo observador para calcular la fiabilidad intraobservador (mediante el sistema *PACS/RIS Enterprise Imaging Agfa Healthcare*, *Agfa-Gevaert Group*, Mortsel, Belgium):

1. Grados de deformidad del miembro pre y postoperatoria, midiendo el ángulo femorotibial anatómico entre los ejes anatómicos del fémur y tibia según describieron Moreland y colaboradores.<sup>16</sup> La mayoría de los estudios que relacionan la corrección del valgo mediante prótesis de rodilla y la afectación del CPE describen el uso de este ángulo femorotibial anatómico en lugar del mecánico.<sup>6,9,17,18,19</sup>
2. Longitud del eje mecánico (distancia centro de cabeza femoral a centro del tobillo) pre y postoperatoria, diferencia expresada en milímetros (*Figura 1*).

Se realizaron estudios neurofisiológicos (EMG y ENG) del territorio del CPE preoperatorio y posteriormente postoperatorios al mes y a los seis meses de la intervención quirúrgica, mediante el equipo Nicolet EDX (*Natus Neurology*, *Natus Medical Incorporated*, Wisconsin, USA).

**Tabla 1: Datos generales y factores predisponentes de afectación del CPE (N = 16).**

Variables	n (%)
Género	
Mujeres	13 (81.3)
Hombres	3 (18.8)
Edad (años), media ± DE	66.2 ± 13.2
IMC (kg/m <sup>2</sup> ), media ± DE	28.4 ± 5.1
Comorbilidades	
Patología de columna	3 (18.8)
Artritis reumatoide	1 (6.3)
Diabetes mellitus	1 (6.3)
Tabaquismo	1 (6.3)
Osteotomía previa de rodilla	1 (6.2)
Anestesia raquídea + bloqueo nervio crural	16 (100)
Uso de drenaje (Redon) y cantidad recogida en 24 horas (ml), mediana [RIC]	215 [120-375]
Uso de torniquete y tiempo (minutos), mediana [RIC]	75 [65.2-84.5]
Presión torniquete (mmHg)	300 (100)
DE = desviación estándar. IMC = índice de masa corporal. RIC = rango intercuartílico.	

Para la realización del EMG se usaron electrodos de aguja concéntrica de 26G, colocadas en el mayor volumen muscular detectado tras la activación voluntaria por parte del paciente de cada uno de los músculos estudiados. Se exploraron los músculos tibial anterior, *peroneus longus* y *gastrocnemius* (la inclusión del *gastrocnemius* forma parte del protocolo recomendado para una neuropatía del CPE, para diferenciarla del tronco del ciático, más proximal).<sup>13</sup> Se estudió la actividad en reposo, siendo patológica la presencia de actividad muscular espontánea (signo de denervación aguda, de daño axonal), así como la actividad en el máximo esfuerzo, siendo patológica la pérdida de unidades motoras. Asimismo, se analizaron la morfología de los PAUM y porcentaje de polifasia, considerando un aumento de la incidencia de polifasia cuando esta supera 10%. La amplitud normal de los PAUM en un adulto es  $\geq 2.5$  milivoltios en los territorios estudiados y la duración media es de entre 25 y 35 milisegundos.<sup>20</sup>

Durante el ENG, se realizó estimulación eléctrica del componente motor del CPE desde su trayecto proximal a la cabeza del peroné con registro en músculos tibialis anterior, *peroneus longus* y *extensor digitorum brevis*. Asimismo, se realizó estimulación eléctrica del nervio tibialis desde fosa poplíteica con registro en músculo abductor hallucis, mediante electrodo percutáneo bipolar/aguja monopolar y estudio antidrómico sensitivo de los nervios suralis y *peroneus superficialis*. Se registraron amplitud y morfología de los PAMC y PANS, así como las velocidades de conducción motora y sensitiva.

Por último, la valoración funcional preoperatoria y postoperatoria de los pacientes se realizó mediante cuestionario WOMAC.

#### Comparación. Variables a comparar/correlacionar

Se comparó la diferencia pre y postoperatoria de grados de deformidad y de longitud del miembro intervenido, frente a las variables neurofisiológicas descritas. *A priori*, se calculó el tamaño muestral necesario basándonos en las diferencias pre y postoperatorias. Para una diferencia de velocidad de conducción motora (VCM) de 5 m/s se requería un tamaño de 13 pacientes (intervalo de confianza de 95%, potencia de 80%). Para una diferencia del PAMC de  $\geq 1$  milivoltios, se requería un tamaño muestral de 14 pacientes (intervalo de confianza de 95%, potencia de 80%). Previendo retiradas y pérdidas de seguimiento, la muestra se amplió hasta 23 pacientes, de los que únicamente 16 completaron finalmente el estudio. A pesar de no encontrar las diferencias planteadas al inicio, el estudio se completó con el tamaño previamente calculado, tal y como se aprobó por el comité local de ética. Debido a la falta de estudios similares para realizar un cálculo previo del tamaño muestral, esta investigación se puede considerar como un estudio piloto.

Las potencias fueron calculadas utilizando un nivel de significancia de 5% ( $\alpha = 0.05$ ). El cálculo del tamaño muestral se realizó con el *software* de Stata 16.

Se realizó un análisis descriptivo en el que se calcularon las frecuencias y los porcentajes de las variables cualitativas, así como las medidas de tendencia central (media y mediana) y de dispersión (desviación estándar [DE], rango y rango intercuartílico [RIC]) de las variables cuantitativas.

Para la comparación de las variables cuantitativas se aplicó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney o la de Kruskal-Wallis para variables que no cumplieran con la suposición de normalidad, el coeficiente de correlación de Pearson para estudiar la correlación de las variables cuantitativas con distribución normal y el de Spearman en caso de que no siguieran dicha distribución.

La fiabilidad de las mediciones se estimó mediante el coeficiente de correlación intraclase utilizando el modelo de efectos mixtos de dos factores. Además, se aplicó la prueba t de Student de comparación de dos medias para medidas repetidas para evaluar la fiabilidad intraobservador.

Se consideraron estadísticamente significativas las diferencias con valores de  $p < 0.05$ . El procesamiento y análisis de los datos se realizaron utilizando el *software* estadístico IBM SPSS Statistics v.26.

Este estudio se realizó una vez aprobada su idoneidad por el Comité de Ética e Investigación Científica (CEIC) del hospital al que están afiliados los autores, con el código 21/186-E, al cumplir los preceptos éticos formulados en la Declaración de Helsinki. Todos los pacientes otorgaron su consentimiento informado específico para el estudio.

## Resultados

Veintitrés pacientes firmaron el consentimiento informado para ser incluidos, de ellos, 16 completaron el estudio. Los siete pacientes restantes fueron descartados: por enfermedad médica severa en dos casos, que imposibilitaba su seguimiento (ingresos por severa insuficiencia respiratoria y sepsis con ingreso en unidad de cuidados intensivos, respectivamente); un caso se negó a continuar el estudio; un paciente fue operado en otro centro y los restantes tres casos no se presentaron al estudio postoperatorio.

#### Mediciones radiográficas (Tabla 2)

El grado de valgo preoperatorio fue de entre 9 y 26°, media 17° y el postoperatorio entre 5 y 15° (este último correspondía a la paciente intervenida mediante alineación cinemática), media 7.6°. La diferencia entre valgo pre y postoperatorio (grados de corrección de la deformidad) fue de 1-16°, media 9.3°, mediana 9° (RIC 7.2-12.2°).

Tres pacientes presentaban flexo preoperatorio: 20° de flexo en dos pacientes, 5° de flexo en un paciente. En estos pacientes el flexo se corrigió con la intervención.

La longitud del eje mecánico preoperatorio (centro de cabeza femoral a centro de superficie articular distal de la tibia) fue de 721-915 mm, media 822 mm. La longitud del eje mecánico postoperatorio fue de 728-940 mm, media 838

mm. La diferencia de longitud pre y postoperatoria fue de +10.1 mm (1 cm de alargamiento), con una mediana de 7.5 mm (RIC: 5.2-11.5). En 13 pacientes se alargó el eje mecánico del miembro intervenido y en tres pacientes hubo acortamiento del eje mecánico.

El WOMAC preoperatorio fue de 37.6 de media, desviación típica 12.2; y el postoperatorio de 82.2 de media, desviación típica 16.

#### Datos neurofisiológicos (Tablas 3 y 4)

En el preoperatorio, 13 de los 16 pacientes presentaban un EMG normal y tres pacientes partían de hallazgos patológicos leves. En el estudio realizado al mes de la cirugía, siete pacientes no mostraron anomalías electromiográficas. Los otros nueve pacientes presentaron las alteraciones referidas en la *Tabla 3*. Al final del seguimiento, a los seis meses postoperatorio, el EMG fue normal o similar al preoperatorio en 13 de los 16 pacientes. En tres pacientes se mantuvieron cambios leves.

En cuanto al ENG, las velocidades de conducción motora y sensitiva fueron normales en todos los casos. Tres pacientes no mostraron cambios en el postoperatorio. Los 13 pacientes restantes mostraron afectaciones compatibles con neuroapraxia del CPE. En siete pacientes se trataba de una afectación leve o muy leve y en seis pacientes el estudio fue compatible con una neuroapraxia moderada-severa en algún momento del seguimiento. A los seis meses, todos los pacientes presentaron valores normales salvo uno que presentaba cambios compatibles con afectación moderada, que además eran previos a la cirugía.

**Tabla 2: Grados de valgo (ángulo femorotibial anatómico) y diferencia de longitud.**

Grados de valgo preoperatorios	Grados de valgo postoperatorios	Grados de corrección	Diferencia de longitud (mm) (preoperatoria vs. postoperatoria)
26	10	16	+45
16	6	10	-3
15	7	8	-7
9	5	4	+5
18	8	10	+9
19	9	10	+10
18	10	8	+2
21	4	17	+13
15	6	9	+9
17	6	13	+6
14	5	9	+12
17	9	8	+5
18	15	3	+14
22	6	16	-6
9	8	1	+7
18	11	7	+8

**Tabla 3: Hallazgos electromiográficos (EMG).**

	Normal	Cambios neurofisiológicos (aumento de polifasia, pérdida de unidades motoras y/o actividad muscular espontánea)
EMG 1 mes postoperatorio	13 pacientes	3 pacientes
EMG 3 meses postoperatorios	7 pacientes	9 pacientes
EMG 6 meses postoperatorios	13 pacientes	3 pacientes (hallazgos leves)

**Tabla 4: Hallazgos electroneurográficos (ENG).**

	Normal	Disminución potenciales evocados motores y/o sensitivos
ENG preoperatorio	13 pacientes	3 pacientes
ENG un mes postoperatorio	3 pacientes	13 pacientes
ENG 6 meses postoperatorio	15 pacientes	Un paciente

Las variables radiográficas (longitudes del eje mecánico pre y postoperatorias, del lado intervenido y del contralateral, grados de valgo) mostraron una concordancia intraclase muy alta (0.842-0.999, IC95%); esto es una excelente fiabilidad intraobservador de las mediciones en dos momentos distintos.

No se encontraron diferencias significativas en la asociación entre los grados de corrección de la deformidad ni la diferencia de longitud pre y postoperatoria con la escala funcional WOMAC, ni con la presencia de polifasia patológica, pérdida de unidades motoras ni con la amplitud de los potenciales (*Tabla 5*).

## Discusión

El hallazgo más importante de este estudio es que no existió correlación entre los hallazgos del estudio neurofisiológico, ni con la magnitud de la corrección de la deformidad, ni con la diferencia de longitud de los miembros inferiores, por lo que no se pudo establecer un umbral de deformidad a partir del cual fuera necesaria la liberación profiláctica del CPE. No existen estudios prospectivos ni retrospectivos publicados que estudien la correlación entre la deformidad en valgo y los cambios neurofisiológicos del CPE. Este es el primero hasta ahora, por lo que no se puede comparar con trabajos previos.

Rose y colaboradores<sup>5</sup> describieron una incidencia de parálisis del CPE en 2.6% de las rodillas en valgo, 0.78% de las rodillas en varo, 2% de las rodillas en flexo y 1.2% de las rodillas sin deformidad.

Zywiell y su equipo<sup>21</sup> describieron la «disfunción del CPE tras PTR». Se trata de pacientes que presentaron síntomas diferentes a las típicas lesiones del CPE, como parestesias transitorias y disestesias en la cara lateral de la pierna con la flexoextensión del tobillo. El tratamiento de esta disfunción debe ser conservador inicialmente con neurolépticos tipo gabapentina o pregabalina y en algunos casos, liberación quirúrgica del CPE si los síntomas duran más de tres meses y son incapacitantes.<sup>10,11,22</sup> En nuestra serie, ningún paciente presentó afectación motora clínica del CPE, aunque como hemos visto en el ENG, 13 de los 16 pacientes sí presentaron cambios compatibles con neuroapraxia subclínica del CPE en distintos grados de severidad, aunque los dos pacientes con mala puntuación WOMAC, presentaron neuroapraxia moderada mantenida del CPE según el ENG y clínicamente dolor neuropático localizado en cara lateral de la rodilla que requirió tratamiento con neurolépticos y capsaicina tópica en uno de ellos.

En esta serie no encontramos un índice corporal elevado de media. Respecto a otros factores predisponentes de lesión del CPE un paciente fue diabético, dos pacientes con patología de raquis lumbar, un paciente con artritis reumatoide y un paciente con osteotomía tibial previa.

En cuanto al uso del manguito de isquemia, aunque la mayoría de los estudios no demuestran que la presión del manguito o la duración de la isquemia sean factores significativos, en la práctica, una presión inferior a 300 mmHg y una duración inferior a dos horas se consideran seguras.<sup>7,14</sup> Por otra parte, la compresión del muslo por el manguito de isquemia provoca cambios sensoriales en el EMG.<sup>24</sup> En nuestra serie, todos los pacientes fueron intervenidos mediante el uso de manguito de isquemia a 300 mmHg y la duración de la intervención fue inferior a dos horas en todos los casos.

En cuanto al mecanismo de lesión del CPE asociado al procedimiento PTR, se han descrito<sup>4,5,6</sup> tanto la tracción del nervio, como la compresión directa (por ejemplo, el asociado con un vendaje compresivo apretado con isquemia neural resultante) o una combinación de ambos mecanismos de lesión. La mayoría de las parálisis del CPE asociadas a PTR aparecen tras la corrección de deformidades severas en valgo o flexo de la rodilla, debido a la tracción ejercida sobre el nervio al corregir la deformidad. Los pacientes con *genu valgo* mayor de 10° que requieren una PTR son candidatos para presentar síntomas de afectación del CPE.<sup>5,7,10,12,23</sup> No obstante, en este estudio no hemos encontrado asociación entre los hallazgos neurofisiológicos ni con los grados de corrección ni con la diferencia de longitud resultante.

Park y su equipo<sup>6</sup> sugirieron un tercer mecanismo que es causado por la doble compresión del nervio en pacientes con patología raquídea previa.<sup>25</sup> Cuatro de los/las pacientes presentaban patología previa (tres raquiostenosis y uno espondilitis anquilosante), pero los cambios neurofisiológicos no fueron significativos; en cuanto a la recuperación, Park y colaboradores<sup>6</sup> encontraron que, en los casos de parálisis incompleta, 75% de las lesiones se recuperan completamente al año y el resto mejoraron a los dos años; pero sólo 25% de las lesiones completas llegan a recuperarse en su totalidad. En una revisión sistemática<sup>26</sup> sobre la lesión del CPE tras PTR y su recuperación, otros autores concluyen que tras un seguimiento medio de 3.6 años, 66% de los pacientes con una lesión incompleta se recuperó sin necesidad de cirugía. Los pacientes que presentaron una lesión completa tuvieron peor pronóstico, 39% logró la recuperación completa. No obstante, todos los pacientes mostraron algún grado de recuperación. La mayoría de los/las pacientes de esta investigación presentaron una recuperación completa o

Tabla 5: Asociaciones entre datos radiográficos, clínicos y neurofisiológicos.

	Correlación de Spearman		P (ns)	
Diferencia de grados vs WOMAC posterior	0.148		0.584	
Incremento de la dismetría vs WOMAC posterior	-0.087		0.748	
	Diferencia de grados, mediana [RIC]	p (ns)	Incremento de la dismetría, mediana [RIC]	p (ns)
Porcentaje polifasia		0.870		0.624
Normal (n = 10)	9.5 [6.0-10.7]		8.50 [5.75-11.00]	
Patológico (n = 6)	8.5 [7.0-16.0]		6.50 [4.25-20.25]	
Pérdidas de unidades motoras		0.954		0.191
Normal (n = 11)	9 [7.0-13.0]		8.0 [6.0-14.0]	
Patológico (n = 5)	9 [6.0-13.0]		6.0 [3.5-9.0]	
Amplitud de potenciales evocados		0.325		0.586
Normal/leve (n = 6)	9.5 [7.7-16.2]		8.50 [4.5-22.5]	
Moderado/severo (n = 10)	8.5 [3.7-10.7]		7.0 [5.75-10.5]	

ns = no significativo.

mejoría casi completa de los hallazgos neurofisiológicos a los seis meses de la cirugía.

El tratamiento de la parálisis del CPE es conservador de primera elección, pero está descrita la descompresión en los primeros tres meses con mejoría clínica,<sup>23</sup> o incluso la descompresión profiláctica en *genu valgo* > 15°.<sup>18,27,28</sup>

Puijk y colaboradores<sup>19</sup> realizaron una revisión sistemática sobre la liberación profiláctica del CPE durante la cirugía de PTR en los pacientes con *genu valgo*. No existe una evidencia directa que demuestre que realizar la descompresión profiláctica sea más efectiva que no realizarla en cuanto a la aparición de la parálisis del CPE. Se necesitan estudios con mayor número de pacientes, comparando pacientes a los que se realice una liberación profiláctica frente a otro grupo de pacientes a los que no se realice. Los resultados del presente estudio no pueden avalar la liberación profiláctica del CPE.

Reconocemos como limitaciones la muestra pequeña de pacientes y la ausencia de un grupo de control de pacientes con *genu varo* intervenidos de PTR, pues los cambios neurofisiológicos encontrados pueden ser propios del procedimiento, no únicamente de la deformidad en valgo. No encontramos diferencias mínimas clínicamente importantes durante el desarrollo del estudio, por lo que continuar con el mismo para alcanzar un tamaño muestral mayor no se consideró ético. El seguimiento de sólo seis meses corresponde al planteamiento inicial del estudio y es adecuado para observar los cambios neurofisiológicos.

## Conclusiones

No hubo correlación entre los hallazgos del estudio neurofisiológico, ni con la magnitud de la corrección de la deformidad, ni con la diferencia de longitud de los miembros inferiores, por lo que no hemos podido determinar el umbral de deformidad en valgo que indicaría una liberación profiláctica del CPE.

## Agradecimientos

Agradecemos a los pacientes que accedieron a participar en el presente estudio.

## Referencias

- Upadhyay A, York S, Macaulay W, McGrory B, Robbennolt J, Bal BS. Medical malpractice in hip and knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2007; 22(6 Suppl 2): 2-7. doi: 10.1016/j.arth.2007.05.003.
- Gibon E, Farman T, Marmor S. Knee arthroplasty and lawsuits: the experience in France. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2015; 23: 3723-8. doi: 10.1007/s00167-014-3292-y.
- Patterson DC, Grelsamer RP, Bronson MJ, Moucha CS. Lawsuits after primary and revision total knee arthroplasty: a malpractice claims analysis. *J Arthroplasty*. 2017; 25: 235-42. doi: 10.5435/JAAOS-D-16-00736.
- Shetty T, Nguyen JT, Sasaki M, Wu A, Bogner E, Burge A, et al. Risk factors for acute nerve injury after total knee arthroplasty. *Muscle Nerve*. 2018; 57: 946-50. doi: 10.1002/mus.26045.
- Rose HA, Hood RW, Otis JC, Ranawat CS, Insall JN. Peroneal-nerve palsy following total knee arthroplasty. A review of the Hospital for Special Surgery experience. *J Bone Joint Surg Am*. 1982; 64(3): 347-51.
- Park JH, Restrepo C, Norton R, Mandel S, Sharkey PF, Parvizi J. Common peroneal nerve palsy following total knee arthroplasty: prognostic factors and course of recovery. *J Arthroplasty*. 2013; 28(9): 1538-42. doi: 10.1016/j.arth.2013.02.025.
- Horlocker TT, Hebl JR, Gali B, Jankowski CJ, Burkle CM, Berry DJ, et al. Anesthetic, patient, and surgical risk factors for neurologic complications after prolonged total tourniquet time during total knee arthroplasty. *Anesth Analg*. 2006; 102(3): 950-5. doi: 10.1213/01.ane.0000194875.05587.7e.
- Schinsky MF, Macaulay W, Parks ML, Kiernan H, Nercessian OA. Nerve injury after primary total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2001; 16(8): 1048-54. doi: 10.1054/arth.2001.26591.
- Idusuyi OB, Morrey BF. Peroneal nerve palsy after total knee arthroplasty. Assessment of predisposing and prognostic factors. *J Bone Joint Surg Am*. 1996; 78(2): 177-84. doi: 10.2106/00004623-199602000-00003.
- Speelziek SJA, Staff NP, Johnson RL, Sierra RJ, Laughlin RS. Clinical spectrum of neuropathy after primary total knee arthroplasty: a series of 54 cases. *Muscle Nerve*. 2019; 59(6): 679-682. doi: 10.1002/mus.26473.
- Young D, Marske D, Sharpe KP. Delayed onset of peroneal nerve palsy after total knee arthroplasty. *Orthopedics*. 2022; 45(6): e342-4. doi: 10.3928/01477447-20220706-06.
- Asp JP, Rand JA. Peroneal nerve palsy after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1990; 261: 233-7.
- Preston DC, Shapiro BE. Neuropatía del peroneo. En: Preston DC, Shapiro BE, editores. *Electromiografía y trastornos musculares*. Amsterdam: Elsevier Inc; 2021. pp. 441-58.
- Nercessian OA, Ugwonalu OF, Park S. Peroneal nerve palsy after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2005; 20(8): 1068-73. doi: 10.1016/j.arth.2005.02.010.
- Van der Hoek N, Restrepo C. La pregunta de investigación. En: Bhandari M, Guerra-Farfán E, Bagó-Granell J. *Investigación en Cirugía Ortopédica*. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2018. pp. 79-82.
- Moreland JR, Bassett LW, Hanker GJ. Radiographic analysis of the axial alignment of the lower extremity. *J Bone Joint Surg Am*. 1987; 69(5): 745-9.
- Villa M, Farrar J, Larkin K, Satpathy J, Isaacs J, Patel N. Prophylactic common peroneal nerve release for total arthroplasty of the valgus knee: surgical technique and early outcomes. *Arthroplast Today*. 2023; 23: 101205. doi: 10.1016/j.artd.2023.101205.
- Puijk R, Rassir R, Kok LM, Sierevelt IN, Vergroesen DA, Schutte BG, et al. No common peroneal nerve palsies found after a peroneal nerve release prior to TKA in fixed valgus deformities (a retrospective cohort study). *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2022; 30(12): 4010-4. doi: 10.1007/s00167-022-06891-x.
- Puijk R, Rassir R, Kok LM, Sierevelt IN, Nolte PA. Common peroneal nerve palsy after TKA in valgus deformities; a systematic review. *J Exp Orthop*. 2022; 9(1): 12. doi: 10.1186/s40634-021-00443-x.
- Pascual SI. Aspectos electrofisiológicos. *An Pediatr Contin*. 2007; 5(5): 266-78.
- Zywiel MG, Mont MA, McGrath MS, Ulrich SD, Bonutti PM, Bhav A. Peroneal nerve dysfunction after total knee arthroplasty: characterization and treatment. *J Arthroplasty*. 2011; 26(3): 379-85. doi: 10.1016/j.arth.2010.03.020.
- Ward JP, Yang LJ, Urquhart AG. Surgical decompression improves symptoms of late peroneal nerve dysfunction after TKA. *Orthopedics*. 2013; 36(4): e515-9. doi: 10.3928/01477447-20130327-33.
- Olivecrona C, Blomfeldt R, Ponzer S, Stanford BR, Nilsson BY. Tourniquet cuff pressure and nerve injury in knee arthroplasty in a bloodless field: a neurophysiological study. *Acta Orthop*. 2013; 84(2): 159-64. doi: 10.3109/17453674.2013.782525.
- Johnson DB Jr, Marfo KA, Zochowski CG, Berend KR, Lombardi AV Jr. Acute common peroneal nerve decompression after total knee arthroplasty. *Orthopedics*. 2021; 44 (4): e556-62. doi: 10.3928/01477447-20210618-17.

25. Upton AR, McComas AJ. The double crush in nerve entrapment syndromes. *Lancet*. 1973; 2(7825): 359-62. doi: 10.1016/s0140-6736(73)93196-6.
26. Carender CN, Bedard NA, An Q, Brown TS. Common peroneal nerve injury and recovery after total knee arthroplasty: a systematic review. *Arthroplast Today*. 2020; 6(4): 662-7. doi: 10.1016/j.artd.2020.07.017.
27. Makhdom A, Hamilton AA, Rozbruch SR. The role of prophylactic peroneal nerve decompression in patients with severe valgus deformity at the time of primary total knee arthroplasty. *Strategies Trauma Limb Reconstr*. 2022; 17(1): 38-43. doi: 10.5005/jp-journals-10080-1545.
28. Xu J, Liu H, Luo F, Lin Y. Common peroneal nerve “pre-release” in total knee arthroplasty for severe valgus deformities. *Knee*. 2020; 27(3): 980-6. doi: 10.1016/j.knee.2020.02.012.

**Financiación:** la presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

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

# The impact of preoperative multifidus muscle morphology on surgical outcomes in lumbar degenerative spondylolisthesis: a retrospective cohort study

*El impacto de la morfología preoperatoria del músculo multifido en los resultados quirúrgicos de la espondilolistesis degenerativa lumbar: un estudio de cohorte retrospectivo*

García-Ramos C,\* Pérez-Oliva J,\* Carreón-Cerda C,† Solorio-Pineda S,\*  
Hernández-Moctezuma D,\* Álvarez-Ramírez C,\* Alpizar-Aguirre A,\* Reyes-Sánchez A\*

National Institute of Rehabilitation «Luis Guillermo Ibarra Ibarra». Mexico City, Mexico.

**ABSTRACT. Introduction:** the multifidus muscle is a key stabilizer of the lumbar spine. While its deterioration has been associated with degenerative spinal conditions, the specific impact of its preoperative morphology on surgical outcomes remains unclear. The objective of this study is to evaluate the relationship between preoperative multifidus muscle morphology (cross-sectional area and fatty degeneration) and clinical-surgical outcomes following lumbar fusion surgery. **Material and methods:** a retrospective cohort study of 99 patients aged 40-65 years with L4-L5 degenerative spondylolisthesis undergoing lumbar fixation and arthrodesis (2022-2024). Preoperative MRIs assessed cross-sectional area multifidus (CSAM) and fatty degeneration. Three spine surgeons performed measurements with substantial interobserver reliability ( $\kappa = 0.80$ ). Clinical outcomes (ODI, Roland Morris, SF-36, VAS), surgical variables, and complications were analyzed. **Results:** the cohort (31.31% male, 68.69% female; mean age  $59.15 \pm 8.78$  years) showed significant positive correlations between CSAM and intraoperative blood loss ( $r = 0.249$ ,  $p = 0.013$ ) and postoperative complications ( $r = 0.217$ ,  $p = 0.031$ ). Fatty degeneration demonstrated no

**RESUMEN. Introducción:** el músculo multifido es un estabilizador clave de la columna lumbar. Aunque su deterioro se ha asociado con patologías degenerativas, el impacto específico de su morfología preoperatoria en los resultados quirúrgicos permanece incierto. El objetivo de este estudio es evaluar la relación entre la morfología preoperatoria del músculo multifido (área transversal del multifido y la degeneración grasa) y los resultados clínico-quirúrgicos tras la artrodesis lumbar. **Material y métodos:** estudio retrospectivo de cohortes de 99 pacientes de 40-65 años con espondilolistesis degenerativa L4-L5 intervenidos (2022-2024). Se utilizaron resonancias magnéticas preoperatorias para valorar el área transversal del multifido (por sus siglas en inglés CSAM, *cross-sectional area multifidus*) y degeneración grasa del multifido. Tres cirujanos realizaron las mediciones con confiabilidad interobservadora sustancial ( $\kappa = 0.80$ ). Se analizaron resultados clínicos (ODI, Roland Morris, SF-36, EVA), variables quirúrgicas y complicaciones. **Resultados:** la cohorte (31.31% hombres, 68.69% mujeres; edad media  $59.15 \pm 8.78$  años) mostró correlaciones positivas significativas entre CSAM y sangrado intraoperatorio

## Level of evidence: III

\* Spine Surgery Department, National Institute of Rehabilitation. Mexico City, Mexico.

† Clínica Hospital ISSSTE Mérida, Mexico.

### Correspondence:

Alejandro Reyes-Sánchez

National Institute of Rehabilitation «Luis Guillermo Ibarra Ibarra», Spine Surgery Division.

Calzada México-Xochimilco No. 289, Col. Arenal de Guadalupe, Tlalpan, CP 14389, Mexico City, México.

E-mail: alereyes@inr.gob.mx

Received: 07-14-2025. Accepted: 01-09-2026.

**How to cite:** García-Ramos C, Pérez-Oliva J, Carreón-Cerda C, Solorio-Pineda S, Hernández-Moctezuma D, Álvarez-Ramírez C et al. The impact of preoperative multifidus muscle morphology on surgical outcomes in lumbar degenerative spondylolisthesis: a retrospective cohort study. Acta Ortop Mex. 2026; 40(3): 164-171. <https://dx.doi.org/10.35366/123286>



significant association with complications ( $p = 0.214$ ) or clinical improvement. All patient groups showed significant clinical improvement at 12 months postoperatively regardless of fatty infiltration severity. **Conclusions:** larger multifidus muscle volume correlates with increased surgical complexity, while fatty degeneration does not predict complications or clinical outcomes. These findings highlight the importance of comprehensive muscle morphology assessment in preoperative planning. A retrospective cohort study was conducted.

**Keywords:** paraspinal muscles, spinal fusion, spondylolisthesis, pathology, lumbar vertebrae.

( $r = 0.249$ ,  $p = 0.013$ ) y complicaciones postoperatorias ( $r = 0.217$ ,  $p = 0.031$ ). La degeneración grasa no mostró asociación significativa con complicaciones ( $p = 0.214$ ) ni mejoría clínica. Todos los grupos mostraron mejoría clínica significativa a los 12 meses postoperatorios, independientemente de la severidad de la infiltración grasa. **Conclusiones:** un mayor volumen del músculo multifido se correlaciona con mayor complejidad quirúrgica, mientras que la degeneración grasa no predice complicaciones ni resultados clínicos. Estos hallazgos resaltan la importancia de la evaluación integral de la morfología muscular en la planificación preoperatoria. Se realizó un estudio de cohorte retrospectivo.

**Palabras clave:** músculos paraespinales, fusión espinal, espondilolistesis, patología, vértebras lumbares.

## Introduction

Degenerative spondylolisthesis affects 10-15% of patients with chronic low back pain, and surgical intervention is often required when conservative measures fail.<sup>1</sup> The lumbar paraspinal muscles, particularly the multifidus, play a crucial role in maintaining spinal stability, posture, and protecting structural elements.<sup>2,3,4,5</sup> Understanding preoperative predictors of surgical complexity becomes crucial for optimizing outcomes in this specific population.

Age-related degeneration of the lumbar paravertebral muscles follows a predictable pattern, with systematic reviews demonstrating progressive fatty infiltration and muscle atrophy that correlates with advancing age.<sup>2</sup> This degenerative process significantly impacts spinal sagittal alignment, as muscle quantity and quality are critical determinants of spinal biomechanics.<sup>3</sup> The accuracy of MRI signal intensity ratio measurements in evaluating multifidus muscle injury and atrophy has been well-established, providing reliable non-invasive assessment tools for clinical practice.<sup>4</sup>

Changes in paraspinal muscles have been consistently associated with low back pain and spinal degeneration, with CT studies demonstrating clear relationships between muscle degeneration and clinical symptoms.<sup>5</sup> Fat infiltration of paraspinal muscles is particularly associated with both low back pain and disability in community-based adults,<sup>6</sup> highlighting the clinical relevance of muscle quality assessment. Advanced 3D analysis techniques using T2 images have improved our ability to quantify fatty infiltration of paravertebral lumbar muscles,<sup>7</sup> offering more precise evaluation methods.

The correlation between multifidus fatty atrophy and lumbar disc degeneration in low back pain patients has been demonstrated,<sup>8</sup> while the effects of spinal stabilization exercises on muscle cross-sectional areas

show the potential for therapeutic intervention.<sup>9</sup> Sedentary lifestyle represents a significant risk factor for low back pain development,<sup>10</sup> emphasizing the modifiable nature of some muscle-related risk factors. CT measurements have consistently shown reduced trunk muscle areas in patients with chronic low back pain,<sup>11</sup> supporting the importance of muscle preservation.

Preoperative paraspinal and psoas major muscle atrophy, along with paraspinal muscle fatty degeneration, have been identified as factors influencing surgical outcomes in lumbar disc disease.<sup>12</sup> Severe lumbar intervertebral disc degeneration associates with Modic changes and fatty infiltration in paraspinal muscles at most lumbar levels,<sup>13</sup> illustrating the interconnected nature of spinal degeneration processes. CT imaging studies confirm significant differences in trunk muscles between chronic low back pain patients and healthy controls,<sup>14</sup> while local denervation atrophy of paraspinal muscles contributes to postoperative failed back syndrome.<sup>15</sup>

Given this comprehensive background, our study aims to precisely evaluate how both morphological characteristics of the multifidus muscle influence intraoperative parameters and clinical outcomes following lumbar fusion surgery for degenerative spondylolisthesis, building upon existing literature while addressing gaps in surgical outcome prediction.

## Material and methods

### Study design and population

A retrospective cohort study was conducted following STROBE guidelines. The study received approval from the institutional ethics committee (reference #2021-45-SPINE), and informed consent was waived due to the retrospective nature. Sample size calculation was performed a priori using G\*Power software, indicating that

97 patients would provide 90% power to detect a moderate correlation ( $r = 0.30$ ) with  $\alpha = 0.05$ .

Inclusion criteria comprised:

- Patients aged 40-65 years.
- Single-level L4-L5 degenerative spondylolisthesis (Meyerding grade I-II).
- Primary lumbar fixation and arthrodesis performed between January 2022 and June 2024.
- Complete preoperative MRI studies including axial T2-weighted sequences.
- Minimum 12-month postoperative follow-up.

Exclusion criteria were rigorously applied:

- Previous lumbar spine surgery.
- Traumatic or isthmic spondylolisthesis.
- Active spinal infection or malignancy.
- Inflammatory spondyloarthropathies.
- Neuromuscular disorders affecting paraspinal muscles.
- Incomplete imaging or clinical data.
- Revision surgery cases.

#### Data collection protocol

#### Clinical variables

Data abstraction followed a standardized protocol using our institution's electronic medical records. Demographic and clinical variables included:

- Age, sex, body mass index (BMI).
- Comorbidities.
- Smoking status and pack-year history.
- Duration of symptoms prior to surgery.
- Preoperative and 12-month postoperative patient-reported outcomes:
  - Oswestry disability index (ODI) version 2.0.
  - Roland-Morris disability questionnaire.
  - SF-36 Health Survey (physical and mental component summ)
  - Visual analog scale (VAS) for lumbar pain (0-10).

#### Surgical variables

Intraoperative data were extracted from anesthesia records and surgical reports:

- Operative time (skin incision to closure).
- Intraoperative blood loss (quantified by suction canister volume minus irrigation).
- Need for blood transfusion.
- Surgical approach (posterior vs transforaminal lumbar interbody fusion).
- Fusion levels and instrumentation details.

#### Complication assessment

Postoperative complications were systematically categorized and monitored for 12 months, and those included were: surgical site infection, hardware failure, pseudarthrosis, symptomatic adjacent segment disease, superficial infection, transient neurological deficits, dural tear, reoperations.

#### MRI acquisition and analysis protocol

##### Imaging parameters

All patients underwent preoperative lumbar spine MRI using 3.0 Tesla scanners (Philips Achieva) with standardized protocols:

- Axial T2-weighted turbo spin-echo sequences.
- Slice thickness: 3 mm with 0.5 mm gap.
- Field of view: 200 × 200 mm.
- Matrix size: 320 × 256.
- Repetition time/echo time: 3,000-4,000/90-110 ms.

##### Muscle morphology assessment

Three fellowship-trained spine surgeons (interobserver variability  $\kappa = 0.80$ ) with 10-15 years of experience, blinded to clinical outcomes, independently performed all measurements using DICOM viewer (version 3.3.5). Measurements were conducted at the L4-L5 intervertebral disc level following a standardized protocol:

Cross-sectional area measurements:

- Multifidus muscle boundaries defined:
  - Medial: spinous processes and interspinous ligament.
  - Lateral: plane between multifidus and longissimus muscles.
  - Posterior: thoracolumbar fascia.
  - Anterior: vertebral body and lamina.
- Manual tracing excluded visible fat and fibrous tissue.
- Three consecutive slices centered at the disc level were measured and averaged.
- Vertebral body area (VBA) was measured at the same level for normalization.
- Muscle-to-bone ratio calculated as CSAM/VBA (*Figure 1*).

Fatty degeneration classification:

Fatty infiltration was graded using a modified four-grade scale adapted from Faur et al., classification (*Figure 2*):<sup>8</sup>

**Grade 1 (mild):** < 25% fatty infiltration, normal muscle bulk.

**Grade 2 (moderate):** 25-50% fatty infiltration, some muscle atrophy.

**Grade 3 (severe):** 50-75% fatty infiltration, marked muscle atrophy.

**Grade 4 (very severe):** > 75% fatty infiltration, severe muscle replacement.

For statistical analysis, grades were grouped as «mild degeneration» (grades 1-2) and «severe degeneration» (grades 3-4).

**Quality control measures**

To ensure measurement consistency:

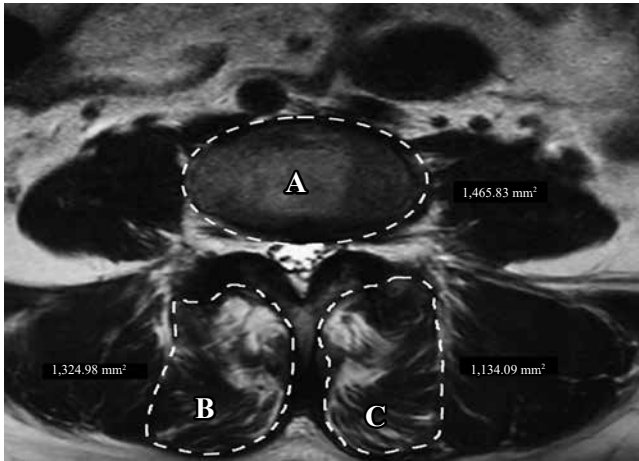
- Initial training session with reference images and standardized measurement protocol.
- Intra-observer reliability was assessed by repeating 20 random measurements after four weeks.
- Regular calibration sessions during the data collection period.
- Consensus meeting for measurements with > 15% interobserver variation.
- All measurements were performed in standardized window settings (window width 400 HU, level 40 HU).

**Statistical analysis**

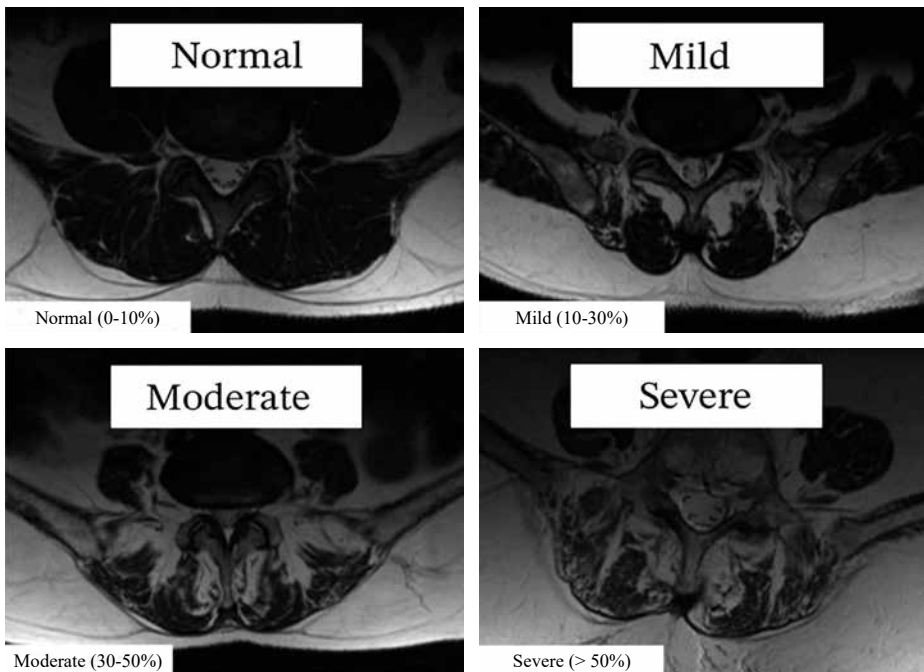
Data analysis was performed using SPSS Statistics version 28.0 (IBM Corp., Armonk, NY). Continuous variables were expressed as mean ± standard deviation for normally distributed data or median with interquartile range for non-normal distributions. Categorical variables were reported as frequencies and percentages.

**Primary analyses:**

- Normality assessment using the Kolmogorov-Smirnov test with Lilliefors correction.
- Interobserver reliability for morphological measurements using intraclass correlation coefficients (ICC) for continuous variables and Cohen’s kappa (κ) for categorical variables.
- Correlation analyses using Pearson’s correlation for normally distributed continuous variables and Spearman’s rank correlation for ordinal or non-normal data.
- Group comparisons using independent t-tests or Mann-Whitney U tests for continuous variables, and chi-square or Fisher’s exact tests for categorical variables.



**Figure 1:** The vertebral body area (VBA) at the level of the L4-L5 intervertebral disc (label A) was analyzed and compared with the cross-sectional area multifidus (CSAM) at the same level (labels B and C). This measurement allowed for the assessment of the relationship between bony morphology and paravertebral muscle mass in the lower lumbar region.



**Figure 2:**

Axial T2-weighted magnetic resonance images showing the different grades of fatty infiltration in the lumbar multifidus muscle (LMM) according to the classification described by Faur et al.<sup>8</sup>

Secondary analyses:

- Multiple linear regression to adjust for potential confounders (age, sex, BMI, comorbidity index).
- Logistic regression for binary outcome variables (complication occurrence).
- Analysis of covariance (ANCOVA) for group comparisons of clinical improvement.
- Sensitivity analyses excluding outliers (> 3 standard deviations from the mean).

Statistical significance:

A two-tailed p-value < 0.05 was considered statistically significant. For multiple comparisons, the Bonferroni correction was applied to maintain the family-wise error rate. All statistical assumptions were tested, including linearity, homoscedasticity, and multicollinearity. Missing data were handled using multiple imputation with 5 imputed datasets when the missingness was < 5%.

Results

Patient characteristics

From an initial screening of 134 patients, 99 met all inclusion criteria. The cohort comprised 31 men (31.31%) and 68 women (68.69%) with a mean age of 59.15 ± 8.78 years. Mean preoperative clinical scores demonstrated significant disability: ODI 45.43 ± 17.66, Roland-Morris 14.64 ± 5.40, and lumbar VAS 7.15 ± 1.44.

Comorbidities were present in 43.4% of patients, with hypertension (20.8%) and diabetes mellitus (13.2%) being the most common. The mean presence of comorbidity was 1.2 ± 1.1. Spondylolisthesis was grade 1 in 54.7% and grade 2 in 45.3% of cases. Demographic and baseline characteristics are detailed in *Table 1*.

Parameters	Mean ± SD	Min-Max
Age (years)	59.15 ± 8.78	43-65
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	26.15 ± 2.91	19-39
Clinical variables		
ODI (%)	45.43 ± 17.66	12-94
RM (points)	14.64 ± 5.40	3-24
Lumbar VAS (points)	7.15 ± 1.44	4-10
SF-36, PCS (points)	35.91 ± 16.62	16-90
SF-36, MCS (points)	48.25 ± 15.22	20-95
Surgical variables		
Surgical time (min)	187.28 ± 81.62	80-480
Bleeding (ml)	437.92 ± 322.18	100-1,600

BMI = body mass index. MCS = mental component summary.  
 ODI = Oswestry disability index. PCS = physical component summary.  
 RM = Roland Morris. SD = standard deviation.  
 VAS = visual analog scale.

Grade	n (%)
1	6 (6.1)
2	49 (49.5)
3	33 (33.3)
4	11 (11.1)
Total	99 (100.0)

Muscle morphology assessment

All morphological measurements showed substantial interobserver agreement ( $\kappa = 0.80$ ). Intra-observer reliability was excellent (ICC = 0.92, 95%CI 0.88-0.95). Fatty degeneration distribution was: grade 1: 6 patients (6.1%), grade 2: 49 patients (49.5%), grade 3: 33 patients (33.3%), grade 4: 11 patients (11.1%).

The distribution of fatty degeneration grades is presented in *Table 2*.

The mean CSAM was 4,403.3 ± 856.7 mm<sup>2</sup> and mean VBA was 1,281.0 ± 245.3 mm<sup>2</sup>, resulting in a muscle-to-bone ratio of approximately 3.44:1. Detailed morphological measurements are presented in *Table 3*.

Surgical outcomes and correlations

A strong positive correlation was observed between operative time and intraoperative blood loss (r = 0.754, p < 0.001). Mean operative time was 185.4 ± 45.2 minutes, and mean blood loss was 450.8 ± 156.7 ml. CSAM showed significant positive correlations with both blood loss (r = 0.249, p = 0.013) and overall complication incidence (r = 0.217, p = 0.031).

Blood loss also correlated with postoperative complications (r = 0.374, p < 0.001). The overall complication rate was 18.2%, with major complications occurring in 8.1% and minor complications in 10.1% of patients. Notably, fatty infiltration showed no significant association with postoperative complications (p = 0.214).

Clinical improvement

All patient groups demonstrated significant improvement in clinical outcomes at 12-month follow-up (*Table 4*). The mean improvement in ODI was 25.5 ± 8.3 points (p < 0.001), representing a 56.1% improvement from baseline. Roland-Morris improved by 8.2 ± 3.1 points (p < 0.001), and lumbar VAS decreased by 4.3 ± 1.2 points (p < 0.001). SF-36 physical component summary scores improved from 28.4 ± 6.7 to 41.2 ± 8.3 (p < 0.001).

Statistical analysis confirmed no significant correlation between fatty degeneration grade and the magnitude of improvement in ODI (r = 0.08, p = 0.43), Roland-Morris (r = 0.05, p = 0.62), or VAS (r = 0.09, p = 0.38). Subgroup

analysis comparing «mild degeneration» (grades 1-2) versus «severe degeneration» (grades 3-4) showed no significant differences in clinical improvement ( $p > 0.05$  for all outcome measures) (Table 5).

Multiple regression analysis adjusting for age, sex, BMI, and comorbidity index confirmed that CSAM remained independently associated with blood loss ( $\beta = 0.231$ ,  $p = 0.018$ ) and complications ( $\beta = 0.205$ ,  $p = 0.035$ ), while fatty degeneration showed no independent associations.

**Discussion**

This study provides compelling evidence that distinct aspects of multifidus muscle morphology have specific implications for lumbar fusion surgery outcomes. The substantial interobserver reliability ( $\kappa = 0.80$ ) strengthens the validity of our morphological assessments and subsequent conclusions, building upon established MRI measurement accuracy for multifidus muscle evaluation.<sup>4</sup>

The most significant finding was the association between larger multifidus muscle volume and increased surgical complexity. This finding extends previous research demonstrating that paraspinal muscle degeneration correlates with degenerative lumbar spondylolisthesis.<sup>16,17</sup> While Da et al.<sup>16</sup> found quantitative relationships between paraspinal muscle degeneration and spondylolisthesis degree, our study advances this

knowledge by demonstrating the surgical implications of muscle volume. Similarly, Liu et al.<sup>17</sup> established associations between paravertebral muscle parameters and single-level degenerative spondylolisthesis, but our work specifically addresses surgical outcomes.

The paradoxical finding that larger muscle volume predicts increased surgical complexity, while fatty degeneration shows no such association, challenges conventional surgical wisdom. This suggests that the mechanical challenges posed by robust muscular anatomy may outweigh the metabolic implications of fatty infiltration in determining surgical outcomes. This distinction becomes particularly relevant when considering that sarcopenia significantly impacts degenerative lumbar spinal stenosis outcomes<sup>18</sup> and associates with low back pain in community studies.<sup>19</sup>

From a technical perspective, larger CSAM likely indicates: 1. greater muscle bulk requiring more extensive retraction and potentially compromising surgical exposure, 2. richer vascularization increasing bleeding risk during dissection, and 3. potentially correlating with higher body mass index, though this requires further investigation. Our findings align with Stanuszek et al.<sup>12</sup> who emphasized preoperative muscle assessment, but refine the approach by distinguishing between volume and quality implications.

Our findings align with the systematic review by Dallaway et al.<sup>2</sup> showing age-related paravertebral muscle degeneration, yet we demonstrate that among surgical candidates, age-related changes may have different implications than previously understood. The relationship between muscle quality and spinal sagittal alignment established by Jun et al.<sup>3</sup> provides context for understanding why muscle morphology matters, though our results suggest its impact differs between conservative and surgical management.

The lack of association between fatty degeneration and surgical outcomes challenges some assumptions derived from community-based studies.<sup>6,20</sup> While Kjaer et al.<sup>20</sup> found MRI-defined fat infiltrations associated with low

**Table 3: Volume of the multifidus at L4-L5.**

Measurements	Min-Max	Mean ± SD
CSAM L4-L5 right (mm <sup>2</sup> )	1,028-3,241	2,166.02 ± 444.981
CSAM L4-L5 left (mm <sup>2</sup> )	1,298-3,768	2,237.28 ± 528.808
CSAM total (mm <sup>2</sup> )	2,326-7,001	4,403.30 ± 941.972
VBA (mm <sup>2</sup> )	877-1,689	1,281.00 ± 188.523
Lumbar musculature (%)	211.26-494.66	344.4986 ± 58.364

CSAM = cross-sectional area multifidus. SD = standard deviation.  
VBA = vertebral body area.

**Table 4: Pre- and post-operative clinical assessment.**

	Related differences			
	Mean ± SD	Error	95%CI LL-UL	p
Lumbar VAS	5.340 ± 2.43	0.33	4.66-6.01	0.005*
SF36 physical	-49.94 ± 18.31	2.51	-54.99 - -44.89	0.005*
SF36 mental	-37.64 ± 17.71	2.43	-42.52 - -32.76	0.005*
RM	11.43 ± 5.33	0.733	9.96-12.90	0.005*
ODI	34.26 ± 21.66	2.97	28.29-40.23	0.005*

CI = confidence interval. LL = lower limit. ODI = Oswestry disability index. RM = Roland Morris. SD = standard deviation. UL = upper limit.  
VAS = visual analog scale.  
\*  $p < 0.05$ .

Table 5: Testing of related samples.

Degree of fatty degeneration		Related differences			Sig. (bilateral)
		Mean $\pm$ SD	Error	95% CI LL-UL	
1	Lumbar VAS	4.375 $\pm$ 2.560	0.905	2.235-6.515	0.002
	SF36 physical	-45.000 $\pm$ 22.804	8.062	-64.064 - -25.936	0.001
	SF36 mental	-42.375 $\pm$ 23.970	8.475	-62.414 - -22.336	0.002
	Roland Morris	8.125 $\pm$ 5.303	1.875	3.691-12.559	0.003
	Oswestry	37.750 $\pm$ 20.742	7.333	20.410-55.090	0.001
2	Lumbar VAS	4.950 $\pm$ 2.544	0.569	3.759-6.141	0.005
	SF36 physical	-50.300 $\pm$ 14.291	3.195	-56.988 - -43.612	0.005
	SF36 mental	-39.700 $\pm$ 10.438	2.334	-44.585 - -34.815	0.005
	Roland Morris	12.100 $\pm$ 5.619	1.256	9.470-14.730	0.005
	Oswestry	29.600 $\pm$ 25.052	5.602	17.875-41.325	0.005
3	Lumbar VAS	5.722 $\pm$ 2.372	0.559	4.543-6.902	0.005
	SF36 physical	-50.500 $\pm$ 20.726	4.885	-60.807 - -40.193	0.005
	SF36 mental	-33.722 $\pm$ 22.962	5.412	-45.141 - -22.303	0.005
	Roland Morris	12.056 $\pm$ 4.929	1.162	9.605-14.506	0.005
	Oswestry	36.444 $\pm$ 20.915	4.930	26.044-46.845	0.005
4	Lumbar VAS	6.571 $\pm$ 1.813	0.685	4.895-8.248	0.005
	SF36 physical	-53.143 $\pm$ 19.794	7.481	-71.449 - -34.836	0.005
	SF36 mental	-36.429 $\pm$ 10.830	4.093	-46.445 - -26.413	0.005
	Roland Morris	11.714 $\pm$ 5.282	1.997	6.829-16.600	0.001
	Oswestry	38.000 $\pm$ 14.832	5.606	24.282-51.718	0.001

LL = lower limit. SD = standard deviation. UL = upper limit. VAS = visual analog scale.

back pain, and Teichtahl et al.<sup>6</sup> demonstrated relationships with disability in community adults, our surgical population appears to respond differently to intervention. This may reflect the fundamental difference between mechanical decompression/fusion versus conservative management for pain originating from different sources.

Notably, all patient groups experienced significant clinical improvement regardless of preoperative muscle morphology. This finding is particularly encouraging in the context of studies showing severe degeneration associations with poor outcomes.<sup>13,21,22</sup> Kim et al.<sup>21</sup> identified paraspinal muscle problems as risk factors for adjacent segment degeneration, but our results suggest this may not affect short-term surgical success. The potential for postoperative denervation atrophy identified by Sihvonen et al.<sup>15</sup> underscores the importance of surgical technique in preserving muscle function.

### Clinical implications

Based on our findings, we propose the following clinical algorithm for preoperative assessment:

1. Routine CSAM measurement on preoperative MRI for all patients undergoing lumbar fusion.
2. Stratification of surgical complexity based on CSAM values:
  - a. CSAM > 5,000 mm<sup>2</sup>: anticipate increased bleeding risk and plan accordingly.

- b. CSAM 4,000-5,000 mm<sup>2</sup>: standard surgical planning.
  - c. CSAM < 4,000 mm<sup>2</sup>: consider potential for easier dissection but assess bone quality.
3. Patient counseling emphasizing that fatty degeneration on MRI does not predict surgical outcomes.
  4. Resource allocation optimization based on anticipated surgical complexity.

### Limitations and future directions

This study has several limitations that should be acknowledged. Its retrospective design introduces inherent selection biases, though we employed rigorous inclusion criteria and statistical adjustments to mitigate these effects. The single-center nature may limit generalizability, though our cohort characteristics align with typical degenerative spondylolisthesis populations. While our visual grading scale showed excellent reliability, future studies would benefit from quantitative fat fraction measurements using chemical-shift imaging as employed by Hoppe et al.<sup>7</sup>

Additionally, we did not account for all potential confounders, such as specific surgical techniques or surgeon experience, though all procedures were performed by fellowship-trained spine surgeons using standardized approaches. The 12-month follow-up period provides robust short-to-medium term outcomes, but longer-term assessment is needed to evaluate the sustainability of clinical improvements.

Future research should focus on:

- Multicenter validation of our findings across diverse populations.
- Development of automated CSAM measurement tools for clinical implementation.
- Investigation of whether preoperative rehabilitation can modify surgical risk factors.
- Long-term assessment of muscle morphology changes following surgery.
- Exploration of genetic and metabolic factors influencing muscle degeneration patterns.

## Conclusions

In patients undergoing L4-L5 fusion for degenerative spondylolisthesis, multifidus muscle volume correlates with surgical complexity parameters, including blood loss and complication rates. In contrast, fatty degeneration does not predict surgical outcomes or clinical improvement. These findings highlight the importance of comprehensive muscle morphology assessment in preoperative planning while challenging conventional assumptions about the prognostic significance of fatty infiltration.

From a clinical perspective, this distinction is crucial: surgeons can now use CSAM measurements to anticipate technical challenges while reassuring patients that fatty changes on MRI do not necessarily portend poorer surgical outcomes. The integration of muscle morphology assessment into routine preoperative evaluation represents a practical advancement in personalized surgical planning for lumbar degenerative disorders.

## References

1. García-Ramos CL, Valenzuela-González J, Baeza-Álvarez VB, Rosales-Olivarez LM, Alpizar-Aguirre A, Reyes-Sánchez A. Degenerative spondylolisthesis I: general principles. *Acta Ortop Mex.* 2020; 34(5): 324-8.
2. Dallaway A, Kite C, Griffen C, Duncan M, Tallis J, Renshaw D, et al. Age-related degeneration of the lumbar paravertebral muscles: systematic review and three-level meta-regression. *Exp Gerontol.* 2020; 133: 110856.
3. Jun HS, Kim JH, Ahn JH, Chang IB, Song JH, Kim TH, et al. The effect of lumbar spinal muscle on spinal sagittal alignment: evaluating muscle quantity and quality. *Neurosurgery.* 2016; 79(6): 847-55.
4. Zhi-Jun H, Wen-Bin X, Shuai C, Zhi-Jie Z, Feng-Dong Z, Xiao-Jing Y, et al. Accuracy of magnetic resonance imaging signal intensity ratio measurements in the evaluation of multifidus muscle injury and atrophy relative to that of histological examinations. *Spine (Phila Pa 1976).* 2014; 39(10): E623-9.
5. Kalichman L, Hodges P, Li L, Guermazi A, Hunter DJ. Changes in paraspinal muscles and their association with low back pain and spinal degeneration: CT study. *Eur Spine J.* 2010; 19(7): 1136-44.
6. Teichtahl AJ, Urquhart DM, Wang Y, Wluka AE, Wijethilake P, O'Sullivan R, et al. Fat infiltration of paraspinal muscles is associated with low back pain, disability, and structural abnormalities in community-based adults. *Spine J.* 2015; 15(7): 1593-601.
7. Hoppe S, Maurer D, Valenzuela W, Benneker LM, Bigdon SF, Hackel S, et al. 3D analysis of fatty infiltration of the paravertebral lumbar muscles using T2 images—a new approach. *Eur Spine J.* 2021; 30(9): 2570-6.
8. Faur C, Patrascu JM, Haragus H, Anglitoiu B. Correlation between multifidus fatty atrophy and lumbar disc degeneration in low back pain. *BMC Musculoskelet Disord.* 2019; 20(1): 414.
9. Kim S, Kim H, Chung J. Effects of spinal stabilization exercise on the cross-sectional areas of the lumbar multifidus and psoas major muscles, pain intensity, and lumbar muscle strength of patients with degenerative disc disease. *J Phys Ther Sci.* 2014; 26(4): 579-82.
10. Chen SM, Liu MF, Cook J, Bass S, Lo SK. Sedentary lifestyle as a risk factor for low back pain: a systematic review. *Int Arch Occup Environ Health.* 2009; 82(7): 797-806.
11. Kamaz M, Kiresi D, Oguz H, Emlik D, Levendoglu F. CT measurement of trunk muscle areas in patients with chronic low back pain. *Diagn Interv Radiol.* 2007; 13(3): 144-8.
12. Stanuszek A, Jedrzejek A, Gancarczyk-Urlik E, Kolodziej I, Pisarska-Adamczyk M, Milczarek O, et al. Preoperative paraspinal and psoas major muscle atrophy and paraspinal muscle fatty degeneration as factors influencing the results of surgical treatment of lumbar disc disease. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2022; 142(7): 1375-84.
13. Ozcan-Eksi EE, Eksi M, Akcal MA. Severe lumbar intervertebral disc degeneration is associated with modic changes and fatty infiltration in the paraspinal muscles at all lumbar levels, except for L1-L2: a cross-sectional analysis of 50 symptomatic women and 50 age-matched asymptomatic men. *World Neurosurg.* 2019; 122: e1069-e77.
14. Danneels LA, Vanderstraeten GG, Cambier DC, Witvrouw EE, De Cuyper HJ. CT imaging of trunk muscles in chronic low back pain patients and healthy control subjects. *Eur Spine J.* 2000; 9(4): 266-72.
15. Sihvonen T, Herno A, Paljarvi L, Airaksinen O, Partanen J, Tapaninaho A. Local denervation atrophy of paraspinal muscles in postoperative failed back syndrome. *Spine (Phila Pa 1976).* 1993; 18(5): 575-81.
16. Da W, Jian Q, Evan J, Chan AK, McCormick PC, Mandigo CE, et al. Quantitative analysis of relationship between paraspinal muscle degeneration and degree of degenerative lumbar spondylolisthesis. *Spine (Phila Pa 1976).* 2025; 50(19): 1327-35.
17. Liu S, Shi Q, Da WW, Xue CC, Chen L, Li YN, et al. Association between paraspinal muscle parameters and single-segment degenerative lumbar spondylolisthesis: retrospective, cross-sectional cohort study. *Spine (Phila Pa 1976).* 2025; 50(12): 841-8.
18. Park S, Kim HJ, Ko BG, Chung JW, Kim SH, Park SH, et al. The prevalence and impact of sarcopenia on degenerative lumbar spinal stenosis. *Bone Joint J.* 2016; 98-b(8): 1093-8.
19. Tanishima S, Hagino H, Matsumoto H, Tanimura C, Nagashima H. Association between sarcopenia and low back pain in local residents prospective cohort study from the GAINA study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2017; 18(1): 452.
20. Kjaer P, Bendix T, Sorensen JS, Korsholm L, Leboeuf-Yde C. Are MRI-defined fat infiltrations in the multifidus muscles associated with low back pain? *BMC Med.* 2007; 5: 2.
21. Kim JY, Ryu DS, Paik HK, Ahn SS, Kang MS, Kim KH, et al. Paraspinal muscle, facet joint, and disc problems: risk factors for adjacent segment degeneration after lumbar fusion. *Spine J.* 2016; 16(7): 867-75.
22. White AA 3rd, Gordon SL. Synopsis: workshop on idiopathic low-back pain. *Spine (Phila Pa 1976).* 1982; 7(2): 141-9.

**Conflict of interests:** the authors declare that they have no conflicts of interest to disclose.

**Ethical considerations:** No funding was received for the development of this study. No data has been manipulated. All participants provided informed consent before their participation.

Original article

doi: 10.35366/123287

## Vertebral fractures caused by speed humps on the road: a cross-sectional study

*Fracturas vertebrales causadas por reductores de velocidad en la carretera: un estudio transversal*

Ricciardi G,\* Zamorano JJ,† Cirillo-Totera JI,§ Cabrera JP,¶  
Quinteros-Rivas G,|| Carazzo CA,\*\* Guiroy A,†† Yurac R§§

Sanatorio Güemes, Buenos Aires, Argentina.

**ABSTRACT. Introduction:** traumatic spinal injuries account for nearly 700,000 new cases annually worldwide and are most commonly associated with high-energy trauma. An uncommon mechanism was reported as thoracolumbar fractures in bus passengers after vehicles crossed speed humps. Subsequent reports have documented similar injuries, typically affecting the thoracolumbar spine and passengers seated in the rear rows. Despite the widespread use of speed humps as traffic-calming devices, their potential role in vertebral fractures remains poorly explored and may represent an underrecognized mechanism of spinal injury. **Objective:** to evaluate the experience of Latin American spine surgeons with thoracolumbar fractures in bus passengers caused by road speed humps. **Material and methods:** a cross-sectional survey was conducted among spine surgeons in Latin America between February and March 2025. Participants were recruited through a non-probabilistic snowball sampling method

**RESUMEN. Introducción:** las lesiones traumáticas de la columna vertebral representan cerca de 700,000 casos nuevos al año en todo el mundo y se asocian con mayor frecuencia a traumatismos de alta energía. Se ha descrito un mecanismo poco común consistente en fracturas toracolumbares en pasajeros de autobús después de que los vehículos atraviesan reductores de velocidad. Reportes posteriores han documentado lesiones similares, que típicamente afectan la columna toracolumbar y a pasajeros sentados en las filas posteriores. A pesar del uso generalizado de los reductores de velocidad como medidas de control del tráfico, su posible papel en causar fracturas vertebrales permanece poco explorado y podría representar un mecanismo subreconocido de lesión espinal. **Objetivo:** evaluar la experiencia de cirujanos de columna de América Latina con fracturas toracolumbares en pasajeros de autobús causadas por reductores de velocidad en la vía. **Material y métodos:** Se realizó una encuesta transversal entre cirujanos de columna de América

### Nivel de evidencia: IV

\* Centro Médico Integral Fitz Roy. Sanatorio Güemes. Department of Orthopedic Surgery, Hospital General de Agudos «Dr. Teodoro Álvarez». Buenos Aires, Argentina. ORCID: 0000-0002-6959-9301

† Hospital del Trabajador Achs Salud (HTAS). Department of Orthopedics and Traumatology (DOT), Universidad del Desarrollo (UD). Spine Unit, Department of Traumatology, Clínica Alemana. Santiago, Chile. ORCID: 0000-0002-7284-0784

§ HTAS. Clínica Universidad de los Andes. Facultad de Medicina, Universidad Andrés Bello. Santiago, Chile. ORCID: 0000-0001-6937-5634

¶ Hospital Clínico Regional de Concepción. Facultad de Medicina, Universidad de Concepción. Concepción, Chile. ORCID: 0000-0003-4685-6106

|| DOT, UD. Spine Unit (SU), Department of Traumatology (DT), Clínica Alemana. Santiago, Chile. ORCID: 0000-0002-3844-4884

\*\* Neurosurgery, University of Passo Fundo, São Vicente de Paulo Hospital. Passo Fundo-RS, Brazil. ORCID: 0000-0001-6339-2214

†† Neurosurgery. Elite Spine Health and Wellness Center. Florida, USA. ORCID: 0000-0001-9162-6508

§§ DOT, UD. SU, DT, Clínica Alemana. Santiago, Chile. ORCID: 0000-0003-3603-6294

#### Correspondence:

Guillermo A Ricciardi, MD

E-mail: guillermoricciardi@gmail.com

Received: 05-12-2025. Accepted: 01-09-2026.

**How to cite:** Ricciardi G, Zamorano JJ, Cirillo-Totera JI, Cabrera JP, Quinteros-Rivas G, Carazzo CA et al. Vertebral fractures caused by speed humps on the road: a cross-sectional study. Acta Ortop Mex. 2026; 40(3): 172-178. <https://dx.doi.org/10.35366/123287>



using the AOSpine database. An online questionnaire explored: 1) demographic and professional background; 2) experience with thoracolumbar trauma; and 3) cases attributed specifically to speed humps. **Results:** of 224 responses received, 165 complete surveys were analyzed. Respondents were predominantly male (94.5%), orthopedic surgeons (67.9%), and had over five years of spinal surgery experience (73.9%). The highest response rates came from Chile (30.9%), Mexico (18.2%), Brazil (15.8%), and Argentina (13.3%). Most surgeons acknowledged speed humps as common urban traffic measures and had encountered thoracolumbar fractures resulting from them. Only 9.7% had never treated such cases. The typical patient was female (67.9%), older than 45 years (72.7%), with isolated thoracolumbar fractures (84.2%) located between T10 and L2, without neurological injury (87.8%), and most commonly classified as type A fractures (93.3%). The most frequently reported vehicle position at the time of injury was the last row of bus seats (53.9%). **Conclusion:** spine surgeons in several Latin American countries report clinical experience with thoracolumbar fractures related to speed humps, a mechanism of injury underrepresented in current literature. These findings highlight the need for increased awareness and preventive measures in public transportation safety.

**Keywords:** speed humps, spine, vertebral fractures, bus, spine surgeons, trauma.

Latina entre Febrero y Marzo de 2025. Los participantes fueron reclutados mediante un muestreo no probabilístico en cadena (bola de nieve) utilizando la base de datos de AOSpine. Un cuestionario en línea exploró: 1) antecedentes demográficos y profesionales; 2) experiencia con trauma toracolumbar; y 3) casos atribuidos específicamente a reductores de velocidad. **Resultados:** de 224 respuestas recibidas, se analizaron 165 encuestas completas. Los encuestados fueron predominantemente hombres (94.5%), cirujanos ortopédicos (67.9%) y con más de cinco años de experiencia en cirugía de columna (73.9%). Las tasas de respuesta más altas provinieron de Chile (30.9%), México (18.2%), Brasil (15.8%) y Argentina (13.3%). La mayoría de los cirujanos reconoció los reductores de velocidad como medidas de tránsito urbano comunes y había encontrado fracturas toracolumbares resultantes de éstos; sólo el 9.7% nunca había tratado casos así. El paciente típico era mujer (67.9%), mayor de 45 años (72.7%), con fracturas toracolumbares aisladas (84.2%) localizadas entre T10 y L2, sin lesión neurológica (87.8%) y más comúnmente clasificadas como fracturas tipo A (93.3%). La posición del vehículo más frecuentemente reportada al momento de la lesión fue la última fila de asientos del autobús (53.9%). **Conclusión:** los cirujanos de columna en varios países de América Latina reportan experiencia clínica con fracturas toracolumbares relacionadas con reductores de velocidad, un mecanismo de lesión poco representado en la literatura actual. Estos hallazgos resaltan la necesidad de mayor concientización y medidas preventivas en la seguridad del transporte público.

**Palabras clave:** reductores de velocidad, columna vertebral, fracturas vertebrales, autobús, cirujanos de columna, trauma.

## Introduction

The estimated incidence of traumatic spinal injuries worldwide is approximately 700,000 new cases per year, with a wide geographical variability. High-energy trauma, such as traffic accidents and falls, are the primary causes.<sup>1</sup> In 1996, Bowery et al. reported the first two cases of thoracolumbar spine fractures that occurred in passengers seated on public transport buses after the vehicles had traversed speed humps on the road.<sup>2</sup> Speed humps are one of the most common physical traffic calming interventions used in urban areas. The pavement surface features a gradual raised area to reduce vehicle speeds and collisions.<sup>3</sup>

This specific blunt trauma injury mechanism to the spine has been reported from Latin American authors in the literature after Bowery's original publication.<sup>4,5,6</sup> Munjin et al. reported the largest cohort of patients with this injury documented to date. They described 52 fractures in 46 bus passengers after indirect trauma crossing speed humps in Chile.<sup>5</sup> Most of the injuries occur in the thoracolumbar spine and affect passengers seated in the last row of seats.<sup>2,4,5,6</sup> A similar mechanism has been described in speedboat passengers.<sup>7</sup>

While speed humps are widely used as traffic-calming measures, their potential role as a cause of vertebral fractures remains underexplored. Understanding the epidemiological burden and clinical implications of these injuries is crucial for developing preventive strategies and improving patient outcomes.

It remains unclear whether this injury mechanism is truly limited to certain countries due to cultural factors, traffic law enforcement, and infrastructure design, or if it is an underrecognized phenomenon in other regions where it has not yet been reported.

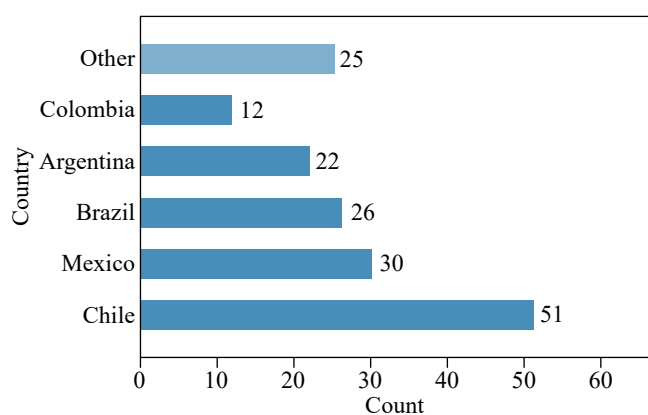
The objective of this study is to evaluate the experience of Latin American spine surgeons with thoracolumbar fractures caused by speed humps. This will help establish the importance of future research aimed at preventing these traumatic spine injuries.

## Material and methods

This is a cross-sectional study on thoracolumbar fractures among bus passengers caused by speed humps. An online survey was conducted among spine surgeons actively working in Latin American centers between

Table 1: Questionnaire.

Section, question	Answer options
Demographic and professional data	
1. Age	
2. Gender	Male Female Other
3. Country/City	
4. Type of healthcare institution	Public Private Both
Spinal trauma experience	
5. Spine surgery experience (years)	Resident < 5 5-10 > 10
6. Do you perform spinal trauma surgery? (%)	No < 25 25-50 51-75 > 75
Experience with thoracolumbar fractures caused by speed humps	
7. Have you treated thoracolumbar fractures caused by speed humps?	Never Rarely Sometimes Frequently Very frequently
8. Age group most commonly affected (years)	0-18 18-65 > 65
9. Predominant gender among affected patients	Male Female No gender difference
10. Most commonly affected spinal region	C0-C7 T1-T9 T10-L2 L3-L5
11. Most frequent seat position of the injured passenger	S1-Coccyx Not recorded Front row Middle rows Last row
12. Have you documented similar injuries in other vehicles?	No Cars Trucks Motorcycles Bicycles Other (specify)
13. Have you managed these fractures non-surgically?	Rarely Sometimes Frequently Very frequently
14. Have you identified osteoporosis or high fragility fracture risk in these cases?	Never Rarely Sometimes Frequently Very frequently
15. Most common fracture type according to AOSpine classification	A0 A1 A2 A3-A4 B C I don't use this classification
16. How important is it to improve prevention strategies in your city/country?	Very important Important Moderately important Slightly important Not important



**Figure 1:** Respondent’s country distribution. Countries with a low response rate were included in the category «other» (Venezuela n = 5, Paraguay n = 5, Bolivia n = 4, Peru n = 4, Cuba n = 2, Dominican Republic n = 2, Ecuador n = 1, Uruguay n = 1).

Table 2: Demographic and professional data.	
Variables	Results n (%)
<b>Age (years), mean ± SD [range]</b>	46.6 ± 10.6 [44.9-48.2]
<b>Gender</b>	
Male	156 (94.5)
Female	9 (5.5)
<b>Medical specialty</b>	
Orthopedic surgeon	112 (67.9)
Neurosurgeon	53 (32.1)
<b>Type of health institution</b>	
Public	24 (14.5)
Private	51 (30.9)
Both	90 (54.5)
<b>Spine surgery experience (years)</b>	
Resident	9 (5.5)
Spine surgeon (< 5)	34 (20.6)
Spine surgeon (5-10)	26 (15.8)
Spine surgeon (> 10)	96 (58.2)
<b>Percentage of spine trauma surgeries per year</b>	
0	2 (1.2)
< 25	79 (47.9)
25-50	47 (28.5)
50-75	25 (15.2)
> 75	12 (7.3)

February and March 2025, using a non-probabilistic «snowball» sampling method. An online questionnaire was sent via email and other messaging applications to spinal surgeons, including both male and female neurosurgeons and orthopedic surgeons, registered in the AOSpine database from Latin American centers who have agreed to receive surveys. Incomplete questionnaires (i.e. those with less than 50% of answers) were excluded. An online self-administered questionnaire was designed using the SurveyMonkey Inc (San Mateo, CA) application, following an interactive consensus among the members of the AOSpine Latin America Trauma Study Group (Table 1).

The survey included three sections: 1) demographic and professional data; 2) experience with thoracolumbar trauma cases; and 3) experience with thoracolumbar fractures caused by speed humps.

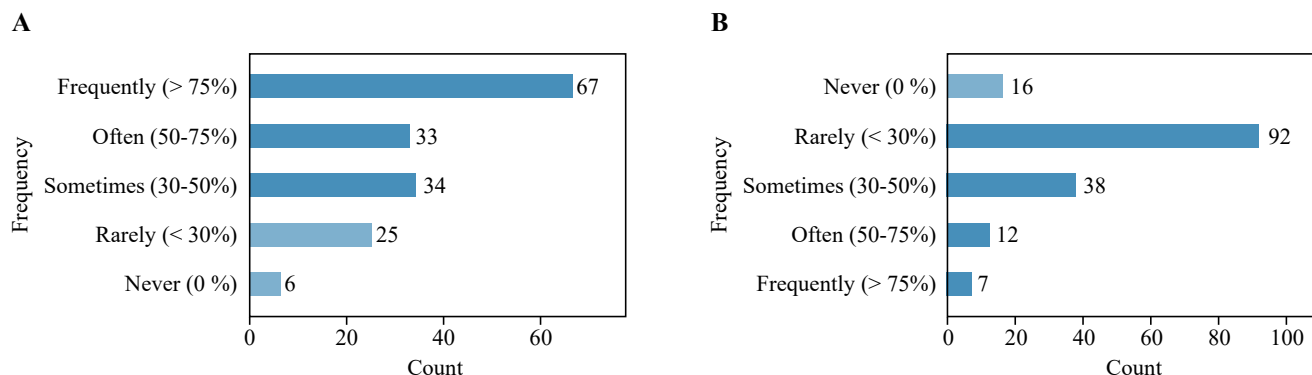
The survey was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki. Institutional review board approval (2017-97) was obtained to ensure the anonymity of subjects and healthcare centers participating in the study. All participants consented to their participation by answering the form.

**Statistical analysis**

Qualitative variables were expressed as counts and percentages. The quantitative variables were described with the mean and median, according to their distribution and their dispersion measures, standard deviation (SD) and range. For the description, analysis, tables and graphics design SPSS Statistics 25 software was used. IP addresses were recorded as metadata with each survey response, allowing assessment for duplication and preventing multiple entries from the same individual.

**Results**

During the study period, 224 responses were received. We excluded 59 incomplete questionnaires



**Figure 2:** A) Local use of speed humps. B) Treatment of vertebral injuries caused by speed humps.

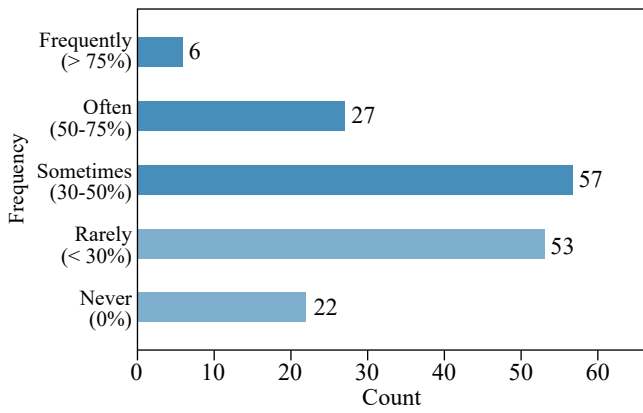


Figure 3: Misdiagnoses frequency distribution.

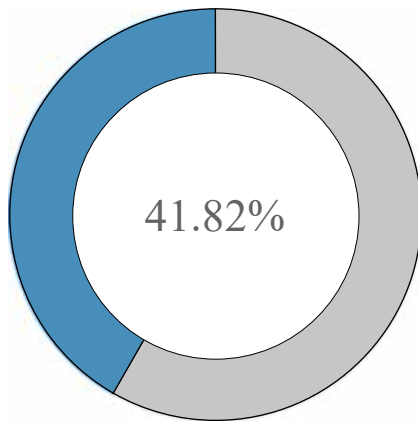


Figure 4: Circular chart: percentage of patients with initial assessment after 24 hours from trauma.

(completion rate = 73.6%). Finally, 165 responses were analyzed, from mostly male spinal surgeons (n = 156; 94.5%), 112 orthopedic surgeons (67.9%) and 53 (32.1%) neurosurgeons, with more than five years of experience in spinal surgery (n = 122; 73.9%). The largest proportion of respondents worked in Chile (n = 51; 30.9%), followed by Mexico (n = 30; 18.2%), Brazil (n = 26; 15.8%) and Argentina (n = 22; 13.3%) (Figure 1). Demographic and professional data of respondents are presented in Table 2.

### Experience with thoracolumbar fractures caused by speed humps

The majority of participants recognized the use of speed humps as a local speed reduction measure in their cities, although with varying frequency (81.2% answered at least «sometimes» or more) (Figure 2). They also reported at least one previous case of thoracolumbar fracture caused by speed humps (Figure 2). However, most of them described those cases as rare in their daily practice

(«rarely» n = 92; 55.8%). It is important to highlight that only 16 (9.7%) spinal surgeons have never treated a patient with this specific injury.

### Initial assessment

Among surveyed spinal surgeons more than 50% responded that these injuries are misdiagnosed at least «sometimes» («sometimes/often/frequently» n = 90; 54.5%) (Figure 3). Additionally, more than 40% (n = 69; 41.8%) described that these injuries are assessed after initial 24 hours from trauma during its daily practice (Figure 4).

### Demographic and clinical features

Respondents described more frequently female patients (n = 112; 67.9%), older than 45 years old (n = 120; 72.7%) with isolated (associated injuries n = 43; 26.1%) thoracolumbar fractures (T10-L2 n = 139; 84.2%), without neurological injury (neurological injury «never/rarely» n = 145; 87.8%) and type A (from A1 to A4) fracture from AOSpine Classification system (n = 154; 93.3%) (Table 3). Most of them described the presence of documented or at least suspected osteoporosis («often/frequently» n = 93; 56.3%).

### Injury mechanism

In relation with the injury mechanism, bus passengers seated in the last row of seats was the main documented vehicle position (n = 89; 53.9%) (Figure 4), 32.1% do not document this information during the initial assessment after spinal injuries related to speed humps. Other vehicles, different from buses, were less frequently reported like cars (n = 38; 23%), trucks/vans (n = 17; 10.3%), and motorcycles (n = 6; 3.6%).

### Imaging

For imaging these vertebral injuries, spinal surgeons rely mainly on computerized tomography (CT) (n = 133; 80.6%), followed by MRI (n = 121; 73.3%) and X-Ray (n = 85; 51.5%) (Figures 5 and 6). Only 30.3% (n = 50) of

Table 3: Fracture type distribution.

AOSpine classification type	Fracture n (%)
A1	76 (46.1)
A2	21 (12.7)
A3/A4	57 (34.5)
B1	2 (1.2)
B2	2 (1.2)
C	7 (4.2)

spinal surgeons support the use of densitometry, and other studies, such as dynamic X-Rays (n = 15; 9.1%), CT-based Hounsfield unit assessment (< 1%), or vitamin D dosage (< 1%) were rarely suggested.

### Treatment

More than 60% of spinal surgeons answered to indicate surgery in less than 50% of the cases (n = 102; 61.8%) and almost one third of the sample «never» or «rarely» (n = 52; 31.5%). Treatment decisions did not significantly differ according to the speciality of the spinal surgeon.

### Topic relevance

More than 70% (n = 125; 75.7%) of surveyed spinal surgeons considered «important/very important» work for prevention for spinal injuries caused by speed humps.

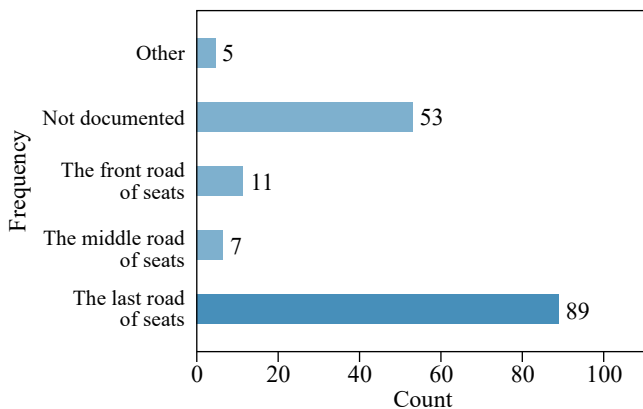


Figure 5: Vehicle position distribution.

## Discussion

The survey results indicate that spinal injuries caused by speed humps are a matter of daily practice for spinal surgeons in several Latin American countries. Although rare in previous publications, our survey found that surgeons from Chile, Mexico, Brazil, and Argentina have experience in diagnosing and treating this type of injury. Surgeons from other Latin American countries, with a low response rate in our survey, also recognized this mechanism of injury.

According to the injury mechanism, most of the surveyed spinal surgeons reported that their patients were frequently bus passengers seated in the last row of seats. Previous literature has identified this location as the primary site for patients who have suffered injuries caused by road speed humps.<sup>4,5,6</sup> Munjin et al. published a detailed description of the injury mechanism, which implies a torque generated as the motor vehicle rises while it passes over the speed hump, consequently it generates a catapult effect on the vehicle's suspension system. The passenger elevates suddenly from their seat, falling back abruptly and hitting the seat shortly because of gravity.<sup>5</sup> It should be noted that, in addition to buses, other vehicles were mentioned in our survey.

Females over the age of 45 with bone fragility may be at a higher risk of this type of injury. However, these are purely hypothetical predictive factors derived from limited prior descriptions and also supported by the spinal surgeon's experience documented in our survey. Longitudinal cohorts are necessary to identify specific risk factors for these injuries.<sup>2,4,5,6</sup> Munjin et al. reported a heterogeneous group of 46 patients with a broad age range, from young healthy patients to adults over 65 years old. They documented bone metabolism disorders in 23.9% of their patients.<sup>5</sup>

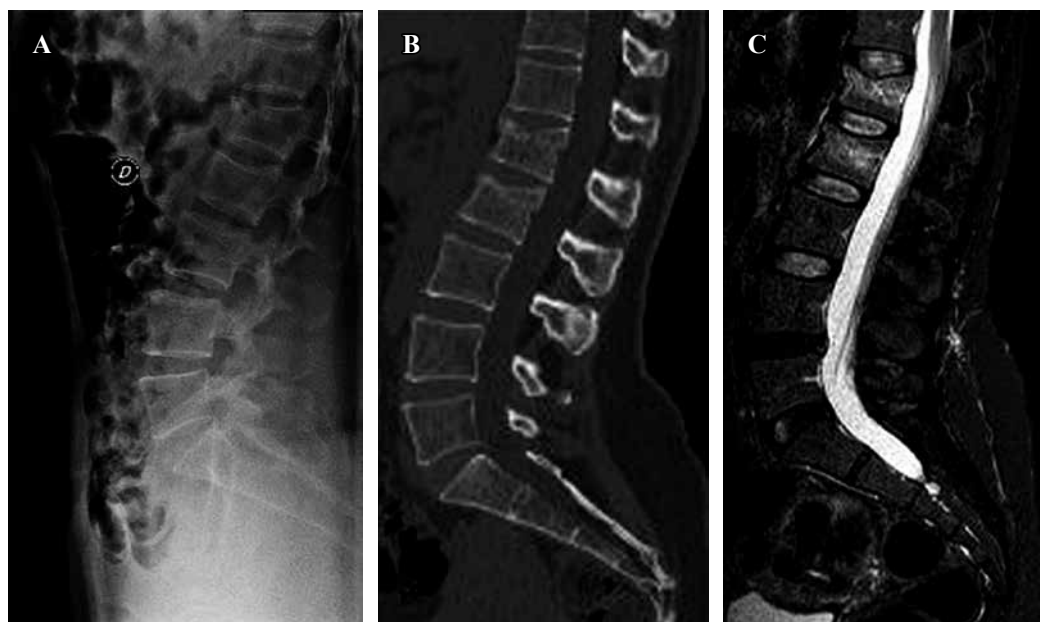


Figure 6:

Representative case example of a stable thoracolumbar fracture. A 45-year-old female patient with no relevant comorbidities, who was traveling as a passenger in the last row of seats on a bus. She sustained compression fractures at L1 and L2 after the vehicle passed over a speed bump. The injury was managed conservatively.

Formaggin et al. reported a demographically similar case series of 23 patients and excluded patients with documented severe osteoporosis.<sup>6</sup> Both series suggest that this type of injury mechanism could be interpreted as at least moderate energy trauma carrying a risk of traumatic vertebral fractures.<sup>5,6</sup> Females were the predominant gender in both publications, accounting for more than 50% of the patients.<sup>5,6</sup>

In our survey, the respondents primarily evaluated and classified spinal injuries caused by road humps as traumatic compression fractures. However, 30% of surveyed surgeons suggested the need for densitometry to assess bone mineral density. It is debatable how we judge the energy of this injury mechanism, and this could have an impact on our daily practice, for example when we have to decide whether spinal fractures are purely traumatic compression fractures or a particular type of spinal fragility fracture. This may be important in the assessment of occupational accidents.<sup>6</sup>

Previous publications have shown that spinal injuries caused by speed humps mainly affect the thoracolumbar spine.<sup>2,4,5,6</sup> In fact, over 80% of the respondents reported predominantly treating thoracolumbar injuries. The thoracolumbar junction is a transition zone between the rigid thoracic spine and the mobile lumbar spine, which justifies its vulnerability and high frequency of traumatic compression fractures.<sup>5</sup>

According to the fracture classification, type A fractures were mostly reported in the literature in accordance with the spinal surgeon's experience documented in our survey. Neurological injury is a rare complication. None of the patients reported by Munjin et al had neurological impairment and only one of those documented by Formaggin et al.<sup>5,6</sup>

The survey has limitations. Several Latin American countries are underrepresented. Additionally, the survey relied on a clinician's recollection of practice, which makes it vulnerable to recall bias. To generalize our results in the region, a larger sample size is needed. The primary future task is to conduct large multicenter patient cohorts to determine the clinical profile of patients with spinal injuries caused by speed humps, as well as biomechanical studies that may support the described mechanism of injury. The combination of this key information could support future guidelines to evaluate future policy decisions to prevent traumatic spinal injuries caused by speed humps.

## Conclusion

Our survey revealed that spine surgeons in Chile, Mexico, Brazil, and Argentina have encountered vertebral fractures in bus passengers related to the sudden impact over speed humps, an injury mechanism scarcely reported in the literature. This suggests a potentially underestimated public health issue. Whether this pattern is truly limited to certain countries due to differences in road design, transportation safety regulations, and law enforcement, or whether it is simply underrecognized elsewhere, remains unclear. To address this gap, we propose the development of prospective multicenter studies across diverse regions to determine the true incidence and contributing factors. In parallel, public policy initiatives should consider reviewing the design standards and placement of speed control devices, particularly in areas where high-risk public transportation practices are prevalent. Strengthening data collection systems and including spine trauma mechanisms in traffic safety evaluations may also help guide more effective preventive strategies.

## References

1. Kumar R, Lim J, Mekary RA, et al. Traumatic spinal injury: global epidemiology and worldwide volume. *World Neurosurg.* 2018; 113: e345-e63. doi: 10.1016/j.wneu.2018.02.033.
2. Bowrey D, Thomas R, Evans R, et al. Road humps: accident prevention or hazard? *Emergency Medicine Journal.* 1996; 13: 288-9. doi: 10.1136/emj.13.4.288.
3. Rothman L, Macpherson A, Buliung R, et al. Installation of speed humps and pedestrian-motor vehicle collisions in Toronto, Canada: a quasi-experimental study. *BMC Public Health.* 2015; 15: 774. doi: 10.1186/s12889-015-2116-4.
4. Aslan S, Karcioğlu O, Katirci Y, Kandis H, Ezirmik N, Bilir O. Speed bump-induced spinal column injury. *Am J Emerg Med.* 2005; 23(4): 563-4. doi: 10.1016/j.ajem.2004.12.015.
5. Munjin MA, Zamorano JJ, Marré B, et al. Speed hump spine fractures: injury mechanism and case series. *J Spinal Disord Tech.* 2011; 24(6): 386-9. doi: 10.1097/BSD.0b013e3182019dda.
6. Formaggin S, Ricciardi GA, Fosser G, Garfinkel I, Carrioli G, Ricciardi DO. Fracturas vertebrales causadas por reductores de velocidad o "lomos de burro". *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol.* 2024; 89(1): 15-21. <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2024.89.1.1807ID>.
7. Maempel JF, Maempel FZ. The speedboat vertebral fracture: a hazard of holiday watersports. *Scott Med J.* 2019; 64(2): 42-8. doi: 10.1177/0036933018760226.

Artículo de revisión

doi: 10.35366/123288

## Fractura del *hallux*: anatomía, biomecánica, clasificación, manejo y rehabilitación. Revisión narrativa

*Hallux fracture: anatomy, biomechanics, classification, management, and rehabilitation. Narrative review*

Romero-Ante JM,\* Hernández-Devia A‡

Hospital Alma Mater de Antioquia.

**RESUMEN. Introducción:** las fracturas de la falange proximal del *hallux* se encuentran dentro de las lesiones más frecuentes del antepié con alta relevancia clínica debido a su impacto en la biomecánica de la marcha. Estas fracturas pueden variar de acuerdo al mecanismo del trauma, el compromiso articular y la afectación de partes blandas. Existen diferentes opciones terapéuticas incluyendo tratamiento conservador y manejo quirúrgico con diferentes técnicas e implantes, por lo que se realizó una revisión de la literatura en inglés y español de los últimos 30 años sobre estas fracturas. **Objetivo:** reunir la información general disponible acerca de las fracturas que afectan la falange proximal del *hallux*, con relación a la anatomía, biomecánica, mecanismo de trauma, evaluación clínica, clasificación de la fractura, opciones de manejo y plan de rehabilitación. **Material y métodos:** se revisó la literatura disponible desde 1993 hasta 2024, obtenida de libros de texto y bases de datos como PubMed, Cochrane, Embase, Google Scholar, con el fin de unificar los conceptos más importantes hasta el momento publicados. **Conclusión:** las lesiones traumáticas que afectan el *hallux* deben evaluarse de manera adecuada, tras determinar el mecanismo causal y la inspección radiográfica, en búsqueda de fracturas o luxofracturas, las cuales pueden exhibir criterios de estabilidad o inestabilidad que nos inclinen la balanza para la toma de decisiones

**ABSTRACT. Introduction:** fractures of the proximal phalanx of the *hallux* are among the most common forefoot injuries and are of significant clinical relevance due to their impact on gait biomechanics. These fractures may vary according to the mechanism of injury, the degree of articular involvement, and the associated soft tissue damage. Several therapeutic options are available, including conservative treatment and surgical management using different techniques and implants. Therefore, a review of the English and Spanish language literature published over the last 30 years regarding these fractures was conducted. **Objective:** to gather the general information available about fractures affecting the proximal phalanx of the *hallux*, in relation to anatomy, biomechanics, trauma mechanism, clinical evaluation, fracture classification, management options and rehabilitation protocol. **Material and methods:** the available literature from 1993 to 2024 was reviewed, including information obtained from textbooks and databases such as PubMed, Cochrane, Embase, Google Scholar, to unify the most important concepts published so far. **Conclusion:** traumatic injuries affecting the *hallux* should be adequately evaluated after figuring out the causal mechanism and do a right radiographic inspection, to rule out fractures or fracture-dislocation, which may require, according to stability or instability criteria, a possible

### Nivel de evidencia: IV

\* Médico Ortopedista, Hospital Alma Mater de Antioquia. Antioquia, Colombia. ORCID: 0000-0002-9390-9496

‡ Residente de Ortopedia y Traumatología, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. ORCID: 0009-0000-4779-5937

#### Correspondencia:

Juan Manuel Romero-Ante

E-mail: [juanmaorto@hotmail.es](mailto:juanmaorto@hotmail.es)

[juanmaro04041977@gmail.com](mailto:juanmaro04041977@gmail.com)

Recibido: 07-01-2025. Aceptado: 04-04-2025.

Citar como: Romero-Ante JM, Hernández-Devia A. Fractura del *hallux*: anatomía, biomecánica, clasificación, manejo y rehabilitación. Revisión narrativa. Acta Ortop Mex. 2026; 40(3): 179-186. <https://dx.doi.org/10.35366/123288>



hacia un posible manejo quirúrgico. La gran mayoría de lesiones son susceptibles de manejo conservador; en casos seleccionados, la reducción cerrada o abierta con el uso de implantes puede llegar a ser necesaria para disminuir la probabilidad de secuelas sintomáticas y/o funcionales.

**Palabras clave:** falange proximal, *hallux*, fijación interna, rehabilitación, complicaciones.

surgical management. Many injuries are susceptible to conservative management, but in selected cases, closed or open reduction with the use of implants may become necessary to reduce the probability of symptomatic and/or functional sequelae.

**Keywords:** proximal phalanx, *hallux*, internal fixation, rehabilitation, complications.

## Introducción

El *hallux* tiene una falange proximal y una distal, mientras que los dedos restantes o menores poseen una falange proximal, media y distal. Las fracturas en las falanges son las más comunes entre las fracturas del antepié; las del *hallux* son clínicamente más significativas debido a que pueden generar un compromiso de la fase de despegue, en el tercer ciclo de la marcha. Las fracturas de la falange proximal del *hallux* pueden presentar patrones simples o complejos, de acuerdo con la personalidad de la fractura, el mecanismo del trauma, el trazo articular y el compromiso de partes blandas.<sup>1</sup>

Las diferentes alternativas terapéuticas que existen para estas fracturas varían desde el tratamiento conservador hasta intervenciones quirúrgicas, incluyendo el uso de implantes como agujas de Kirschner, tornillos y placas.

Al igual que en otras fracturas, es esencial realizar un enfoque individualizado para cada paciente y su lesión, evaluando cuidadosamente la demanda funcional, así como las expectativas de recuperación y rehabilitación. Esto permitirá definir el tipo de tratamiento más adecuado en cada caso particular.

Se realizó una revisión de la literatura disponible en inglés y en español de los últimos 30 años relacionada con las fracturas que afectan la falange proximal del *hallux*. El objetivo de esta revisión fue obtener una visión general de las características de estas fracturas, así como de su anatomía y la función del *hallux* dentro de la biomecánica del ciclo de la marcha. Asimismo, se buscó entender el impacto de un tratamiento adecuado y oportuno para lograr un desenlace funcional favorable, con una recuperación satisfactoria.

## Anatomía

El *hallux* está compuesto por dos falanges, una proximal y otra distal. Las dos falanges están conectadas por una articulación interfalángica (IF) de tipo trocoide que da principalmente un rango de movimiento en el plano sagital. La falange proximal recibe las inserciones de varios tendones que permiten la flexión dorsal y plantar, siendo fundamental para la marcha.<sup>2</sup>

En la base dorsal de la falange proximal del *hallux* se insertan: el extensor *hallucis brevis*, cuya función es la extensión de la articulación metatarsofalángica del primer dedo,

el *abductor hallucis* (zona medial de la base), el cual abduce y flexiona, el *flexor hallucis brevis* (zona lateral y medial de la base), que genera la flexión de la articulación metatarsofalángica, y el *adductor hallucis* (zona lateral de la base), el cual aduce el primer dedo.<sup>3</sup>

La articulación metatarsofalángica del *hallux* es una enartrosis (*Ball and socket*) en la cual la cabeza del primer metatarsiano tiene forma de leva y es más grande que la base de la falange proximal, generando así un movimiento más complejo al de una simple bisagra en el cual el centro de la rotación es dinámico. La movilidad pasiva suele ser de 45° en flexión plantar y de 90° en flexión dorsal,<sup>4</sup> con movimientos de abducción y aducción limitados. A su vez, la disposición de los ligamentos en forma de abanico que se originan desde los epicóndilos medial y lateral de la cabeza del metatarsiano constituyen los ligamentos colaterales medial y lateral, responsables de la restricción mecánica del estrés en valgo y varo, respectivamente.<sup>5</sup>

En la zona plantar, la placa plantar, la cual es fuerte y fibrosa, provee estabilidad, insertándose firmemente en la base de la primera falange, pero holgadamente en el aspecto plantar del cuello del metatarsiano como parte de la cápsula articular. Presenta un espesor de 2 a 5 mm, siendo más gruesa en la zona situada por debajo de la cabeza del metatarsiano. La parte dorsal de la placa es lisa, lo cual permite el deslizamiento suave de la cabeza del metatarsiano sobre ella. La placa en sí misma es una confluencia de los ligamentos y tendones, incluyendo los colaterales, la fascia plantar, los ligamentos metatarso-sesamoideos y falange-sesamoideos, los músculos abductor y *adductor hallucis*, el extensor *digitorum brevis* y el flexor *hallucis brevis*. La placa plantar, junto con la base de la falange y los ligamentos colaterales, forman una unidad anatómico-funcional cuya función es aumentar la base articular de la falange proximal y, por ende, son un estabilizador estático de la articulación metatarsofalángica.<sup>6</sup>

## Biomecánica

Durante el ciclo de la marcha, el antepié experimenta picos de presión plantar más altos cuanto mayor sea la velocidad al caminar o correr. Los dedos de los pies representan 62.2% del pico de empuje durante el despegue, y alcanzan 76.7% a velocidad máxima. Por otra parte, para el caso solamente del *hallux*, éste soporta, en condiciones basales, 27% de la carga, y llega al 64.6% durante la marcha rápida.<sup>7</sup>



**Figura 1:**

Representación del *hallux*. Museo del Vaticano. Roma. Italia. 2019. Cortesía: familia Romero Rosero.

## Epidemiología

Las fracturas en las falanges de los pies representan 3.6 al 8% del total de lesiones en la extremidad inferior. De éstas, las fracturas que comprometen el *hallux* alcanzan 38-56% de todas las lesiones de los dedos; en la falange proximal, se ubican en 44.6%.<sup>8,9</sup>

## Mecanismo de trauma

Varía desde traumas de baja energía, resultantes de fuerzas directas o indirectas, hasta traumas de alta energía, por la caída de un objeto pesado o un impacto directo posterior a una caída de altura o accidente automovilístico.<sup>10</sup>

Las fracturas del *hallux* típicamente ocurren a través de mecanismos de aplastamiento, carga axial o hiperextensión. En el primer caso, se debe a la caída de un objeto pesado directamente en esta zona. El mecanismo con carga axial ocurre al sufrir trauma frontal contra un elemento sólido (Figura 1). Son las más frecuentes y ocasionan fracturas conminutas o transversas. Finalmente, la lesión por hiperextensión genera fracturas espirales o avulsivas.<sup>11</sup>

## Evaluación clínica

En el contexto agudo, el dolor local, el edema, la equimosis, la presencia de heridas, la imposibilidad para calzar el zapato, la ausencia del despegue en el ciclo de la marcha, la limitación para la flexoextensión de la articulación interfalángica o aún de la metatarsofalángica, así como la presencia de un hematoma subungueal son signos clínicos que pueden estar presentes.<sup>12,13</sup>

## Estudios de imagen

En trauma de pie, las radiografías con proyección anteroposterior (AP), lateral, oblicuas comparativas y, si el paciente lo tolera, con apoyo o carga, son apropiadas para la evaluación inicial.<sup>14</sup>

Por otra parte, la tomografía axial computarizada ofrece la mejor calidad de resolución, así como mejor rendimien-

to para evaluar la anatomía ósea y las lesiones traumáticas como fracturas o luxofracturas, disminuyendo los errores asociados a la sobreposición de imágenes y distorsión que pueden presentarse con la radiografía convencional. Sin embargo, se debe considerar que la tomografía es más costosa y está asociada con dosis más altas de radiación.<sup>15</sup>

## Clasificación

La clasificación AO (Asociación para el estudio de la Osteosíntesis) permite un entendimiento claro de estas fracturas, de forma similar a lo postulado para los huesos largos. Las falanges están representadas por el número 88 y el *hallux* por el número 1; posteriormente, se asigna el número dependiendo de la localización de la fractura: 1 si es proximal, 2 medial o 3 si es distal en la diáfisis; por último, se asigna la letra A, B o C de acuerdo con el tipo de fractura, si es extraarticular, articular parcial o intraarticular completa, respectivamente.<sup>16</sup>

## Tratamiento

### Conservador

La mayoría de las fracturas del *hallux* son candidatas a manejo conservador.<sup>17</sup> Las fracturas no desplazadas pueden tratarse con inmovilización mediante un vendaje digital (*buddy-tapping*), aplicación de hielo, elevación y analgésicos orales, con restricción de la carga del pie afectado mediante un zapato de suela rígida por seis semanas o con una férula de yeso en algunos casos. Como alternativa, se puede usar un zapato de descarga en el antepié o una ortesis.

Se debe realizar un seguimiento una o dos semanas después para descartar un desplazamiento adicional, el cual puede ocurrir secundario a la tracción e *imbalance* del extensor y el *flexor hallucis longus*.<sup>18</sup>

### Quirúrgico

La cirugía está indicada en pacientes con fracturas intraarticulares desplazadas de más de 2 mm, compromiso de la superficie articular mayor a un tercio, presencia de subluxación plantar, fracturas abiertas, metadiáfisarias inestables por desviación rotacional, lesiones fisarias y extraarticulares con conminución.<sup>19</sup> Los ángulos aceptables de deformidad inicial en fractura de falange proximal del *hallux* para determinar si se realiza únicamente una reducción cerrada o instrumentación aún no están claramente definidos.<sup>20</sup>

Dworkin y su equipo,<sup>21</sup> en una serie comparativa de 12 casos en el manejo de fracturas de la falange proximal del *hallux*, consideran una opción adecuada inclinarse por la reducción cerrada en casos de angulación inicial, hasta 25 grados en el plano sagital, y por osteosíntesis, si la angulación excede los 42 grados. Al final del análisis de los datos exponen que la angulación residual tras cualquiera de estos manejos ofrecía buenos resultados si se conseguía una angulación de 12 a 15 grados en el plano sagital y 4 grados de angulación en el plano transversal.

Por otra parte, las fracturas abiertas de la falange proximal del *hallux* se clasifican, según Gustilo y Anderson, en tipo I, II y III. Deben ser llevadas a manejo quirúrgico siguiendo los mismos principios que en otros huesos; asimismo, se recomienda realizar lavado y desbridamiento, aplicación de toxoide tetánico, iniciar antibiótico venoso y proceder a la estabilización de la fractura con el método ideal, de acuerdo con sus características particulares.<sup>22</sup>

### Métodos de fijación

El método de reducción percutáneo o abierto, el tipo de material para la fijación y el abordaje para estas fracturas estará determinado por factores tales como patrón de fractura, tamaño de los fragmentos óseos, conminución, calidad del hueso, tiempo de evolución, compromiso de los tejidos blandos, disponibilidad de recurso y la experticia del cirujano.<sup>23</sup>

#### Agujas de Kirschner

Se pueden usar para fracturas transversas extraarticulares, de forma percutánea y con una configuración cruzada. Idealmente en fracturas con poco tiempo de evolución. No obstante, estos implantes ofrecen menor estabilidad que los tornillos; no deben cruzarse en el foco de fractura. Su tiempo de permanencia es de 4 a 6 semanas<sup>10</sup> (Figuras 2 y 3).

Se ha descrito la técnica de reducción cerrada con vendaje de gasa alrededor de la fractura de falange proximal para mantenerla de forma rápida, no invasiva y sin necesidad de



**Figura 3:** Radiografía de control postquirúrgico de pie derecho. **A)** Fijación con agujas de Kirschner cruzadas en falange proximal de *hallux* y en segundo dedo, con implantación endomedular. **B)** Adecuada reducción y posición de las agujas. Luxación de quinto dedo reducida (cabeza de flecha).

posicionar pinzas de puntas que generen interferencia con la fluoroscopia, mientras se hace la fijación con agujas de Kirschner.<sup>24</sup>

#### Tornillos

Se dispone en el mercado de diversos sistemas de minifragmentos con tornillos para implantación con técnica de compresión (*lag screw*). Los sistemas de 2.4 a 2.7 mm son los recomendados para fracturas con patrones simples extraarticulares (espirales, oblicuas y transversas), y en fracturas parciales articulares (unicondilares).<sup>25</sup> Actualmente, los tornillos canulados y sin cabeza son los más utilizados, ya que tienen un mejor perfil biomecánico y generan menos irritación de los tejidos blandos adyacentes<sup>26</sup> (Figura 4).

#### Placas

En caso de fracturas con inestabilidad (conminución, segmentarias, mala calidad ósea, trazos bicondilares) con alto riesgo de pérdida de la reducción, el uso de implantes más rígidos permite mantener la alineación durante el proceso de rehabilitación hasta alcanzar la consolidación de la fractura, disminuyendo la posibilidad de pérdida de la reducción y falla en el manejo.<sup>27</sup> Los sistemas de miniplacas pueden ser convencionales o bloqueados; estos últimos se utilizan principalmente en las fracturas de pacientes con osteoporosis y/o conminución.<sup>25</sup>



**Figura 2:** **A)** Radiografía anteroposterior de pie derecho, con fractura transversa de falange proximal de *hallux* y del segundo dedo (flechas delgadas blancas). Luxación interfalángica de quinto dedo (cabeza de flecha). **B)** Radiografía oblicua de pie derecho, con angulación no tolerable de ambas fracturas (flecha en Y).

El autoinjerto de hueso esponjoso tomado del calcáneo, tibia proximal o tibia distal es seguro y tiene bajas tasas de complicaciones mayores, cerca de 6.8%, lo cual es menos de la mitad de lo reportado con la toma de injerto de cresta ilíaca. Puede aplicarse en defecto óseo residual tras la reducción de la fractura<sup>28</sup> (Figura 5).

## Abordajes quirúrgicos

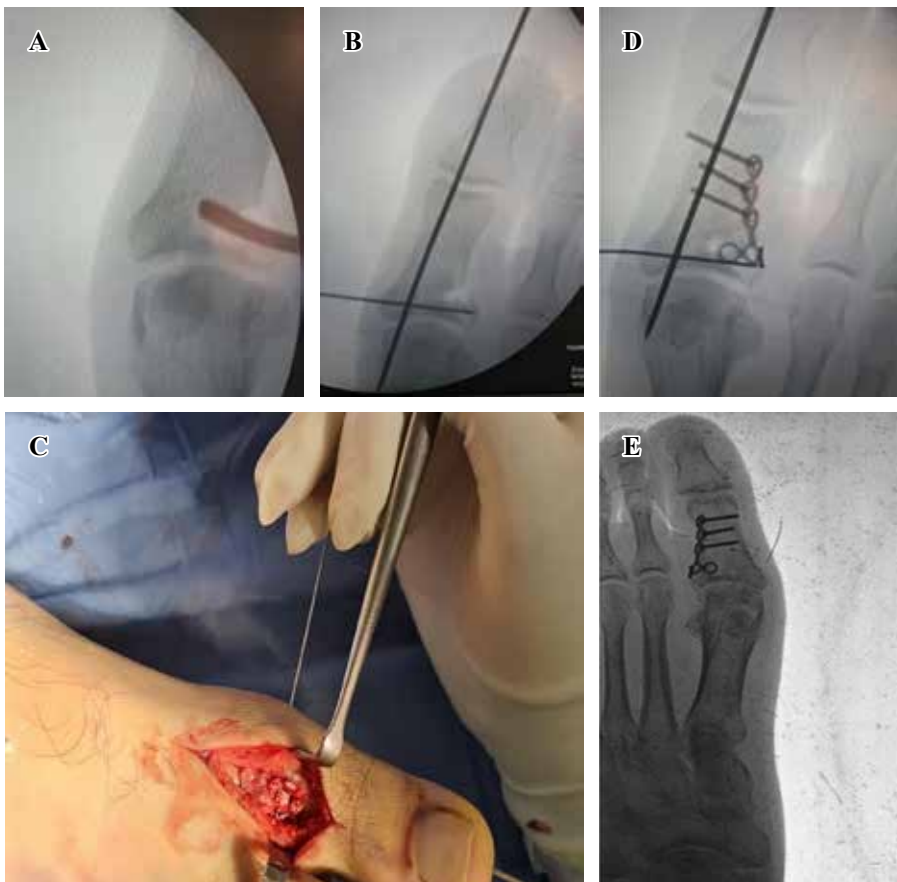
### Abordaje medial

Es el más frecuentemente empleado y recomendado para fracturas de falange proximal y distal, con o sin tra-



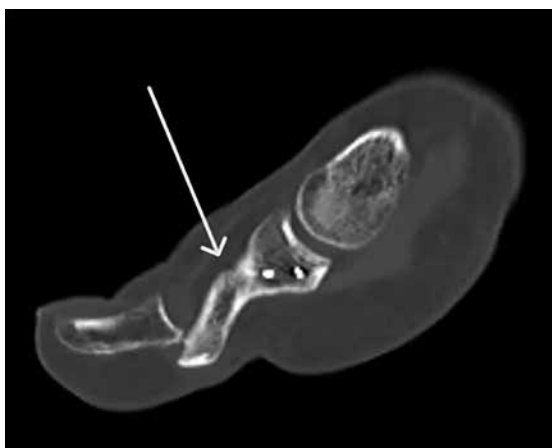
**Figura 4:**

Radiografía de *hallux*. **A)** Fractura unicoronal en falange proximal lateral. **B)** Fijación con tornillos de rosca completa con técnica de compresión. **C)** Fractura unicoronal medial pequeña con escalón articular. **D)** Fijación con tornillo canulado sin cabeza.



**Figura 5:**

Fractura de *hallux* izquierdo. **A)** Desimpacción articular. **B)** Reducción sostenida con agujas de Kirschner. **C)** Aplicación de injerto óseo córtico-esponjoso en defecto óseo residual (imagen intraoperatoria). **D)** Fijación con placa y tornillos. **E)** Radiografía de control con resultado final, tras consolidación de fractura.



**Figura 6:** Fractura de falange proximal de *hallux*. Mal unión de fragmento condilar, con deformidad en flexión plantar (flecha blanca).

zo articular. Es útil en caso de fractura de sesamoideos o de tercio distal del primer metatarsiano. Inicia con una incisión en piel sobre el tercio medio de la falange proximal y se extiende hasta la región metadiáfisaria de la falange distal. Se deben identificar y proteger los paquetes digitales neurovasculares: plantar medial (rama del nervio plantar medial) y dorsal medial (rama del nervio peroneo superficial), los cuales proporcionan la inervación sensitiva local.<sup>29</sup>

#### Abordaje dorsomedial

Empleado para la reducción y fijación de fracturas bicondilares desplazadas (> 2 mm), así como en fractura unicondilar medial o diáfisarias inestables. Se realiza una incisión dorsal longitudinal sobre la falange proximal, la cual se puede extender incluso a la articulación interfalángica en forma paratendinosa, medial al extensor largo del *hallux*. Permite la manipulación, reducción y fijación de fragmentos articulares, sin necesidad de desinsertar el mecanismo extensor.<sup>30</sup>

#### Abordaje dorsolateral

Este abordaje permite manejar fracturas supraintercondilares de la falange proximal del *hallux* con inestabilidad, mala unión, mala rotación o aquellas con desplazamiento en valgo, las cuales requieren colocación de implantes laterales. Se realiza medial al paquete colateral lateral digital, sin necesidad de incidir el extensor largo del *hallux* o el complejo ligamentario lateral metatarsofalángico.<sup>31</sup>

#### Rehabilitación

De acuerdo con la literatura revisada, no existe un único protocolo de rehabilitación adecuado para este tipo de fracturas; no obstante, la recomendación usual para aquellas en las que se definió manejo conservador es, inicialmente, reposo, elevación de la extremidad, consumo de medica-

mentos antiinflamatorios, así como inmovilización con una férula o zapato de suela rígida, limitando la extremidad al apoyo parcial de sólo 15 a 20 kg en retropié, hasta por seis semanas. Esto ayuda a prevenir la pérdida de masa muscular que ocurre en los protocolos de no apoyo. Posterior a este tiempo, se permitirá el apoyo de acuerdo con la consolidación documentada en el seguimiento radiográfico.<sup>32</sup>

En el caso de manejo quirúrgico, se debe iniciar con arcos de movimientos pasivos y activos del pie y tobillo; en los primeros días postquirúrgicos se recomienda mantener elevada la extremidad como medida antiedema. Los pines se remueven de 4 a 6 semanas postoperatorias. Otros implantes como tornillos o placas de minifragmentos se remueven sólo si el paciente percibe prominente el implante, idealmente usando el mismo abordaje, un año después de la fijación.<sup>10</sup>

Para reducir la rigidez y prevenir la artrofibrosis tardía, debe iniciarse la movilización pasiva del dedo bajo supervisión del grupo de terapia física, sólo una vez que el edema, dolor y las incisiones quirúrgicas estén sanas. Además, se recomienda prescribir ejercicios de estiramiento en otros grupos musculares y mantener el estado cardiovascular (ejercicios de fortalecimiento del *core* y del tercio superior del cuerpo).<sup>33</sup>

#### Complicaciones

Las complicaciones asociadas a estas fracturas no son muy frecuentes, ya que en general tienen un buen pronóstico, no obstante, hay algunas que se deben mencionar por su impacto funcional.

1. Mala unión con deformidades residuales en valgo o en varo. Es más frecuente el *hallux valgus* cuando la localización de la fractura fue en la zona lateral de la cabeza o diáfisis de la falange proximal y en la zona medial de la base, para el caso de la deformidad en varo<sup>34</sup> (Figura 6).
2. La artrosis postraumática secundaria se puede presentar en fracturas con trazo articular y con reducción no anatómica, que dejan como secuela deformidad, dolor refractario y limitación funcional. La opción terapéutica más usada para esta complicación es la artrodesis de la primera articulación metatarsofalángica, que es un procedimiento en el cual la parte más distal del primer metatarsiano y la más proximal de la base de la falange proximal se preparan y se fusionan con el objetivo de eliminar el dolor, corregir las deformidades residuales a este nivel, incrementar la estabilidad de la columna media y mejorar la marcha. Se ha convertido en el procedimiento estándar para el manejo de esta secuela. Es un procedimiento confiable, con tasas de fusión de 88 al 100% y bajas tasas de revisión, con alto grado de satisfacción en los pacientes, que varían entre 73 y 100%.<sup>35</sup>

Las opciones actuales para fijación incluyen tornillos en varias configuraciones, agujas de Kirschner o de Steinmann, tornillos biodegradables, placas bloqueadas o grapas con memoria de compresión; es posible la combinación de estas técnicas de fijación.<sup>36</sup>

## Conclusión

Las fracturas de la falange proximal del *hallux* requieren una evaluación individualizada basada en el tipo de fractura (estables, inestables, cerradas, abiertas), el estado de los tejidos blandos, las expectativas de recuperación y la demanda funcional del paciente.

Frecuentemente se puede ofrecer un tratamiento conservador, que incluye inmovilización, restricción del apoyo, analgésicos orales y antibióticos, en caso de herida que comunique con el foco de fractura. No obstante, en fracturas desplazadas, con conminución o inestables, se debe realizar un manejo quirúrgico, sea con pines, tornillos o placas.

La rehabilitación temprana con limitación parcial de la carga y apoyo progresivo, una vez haya signos de consolidación, es clave para un buen desenlace funcional; no obstante, aun cuando se realice, podrían aparecer complicaciones como el *hallux valgus* o la artrosis postraumática.

Las limitaciones de esta revisión incluyen la exclusión de artículos en otros idiomas fuera del inglés y español, así como la falta de estudios aleatorizados controlados, lo que evidencia la necesidad de más investigaciones clínicas para validar las estrategias terapéuticas propuestas.

## Referencias

- Coughlin MJ, Haskell A. *Coughlin and Mann's surgery of the foot and ankle*. 10th edition. Philadelphia, PA: Elsevier; 2024. pp. 2022-2025.
- Latarjet M, Ruiz LiA. Anatomía Humana. 5a ed. Buenos Aires: Panamericana; 2019. p. 699.
- Gray H, Drake RL, Vogl W, Mitchell AWM. *Gray's anatomy for students*. 3rd ed. Philadelphia, PA: Churchill Livingstone Elsevier; 2015. pp. 650-655.
- Maestro M, Leemrijse T, Rivet JJ. Anatomía y biomecánica del gran arto o *hallux*. *EMC-Podología*. 2018; 20(3): 1-11. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1762-827X\(18\)91762-1](https://doi.org/10.1016/S1762-827X(18)91762-1)
- Kelikian AS, Sarrafian SK, Sarrafian SK, editors. *Sarrafian's anatomy of the foot and ankle: descriptive, topographical, functional*. 3rd ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2011. pp. 92-98.
- Viladot AV, Gasch J. La placa plantar. *Revista del Pie y Tobillo*. 2015; 29(1): 2-10. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1697-2198\(16\)30002-7](https://doi.org/10.1016/S1697-2198(16)30002-7)
- Doerks F, Riedel L, Einfeldt AK, Windhagen H, Hurschler C, Jakubowitz E. Contribution of various forefoot areas to push-off peak at different speeds and slopes during walking. *Gait Posture*. 2024; 108: 264-9. doi: 10.1016/j.gaitpost.2023.12.016.
- York PJ, Wydra FB, Hunt KJ. Injuries to the great toe. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2017; 10(1): 104-12. doi: 10.1007/s12178-017-9390-y.
- Ng ZH, Downie S, Makaram NS, Kolhe SN, Mackenzie SP, Clement ND, et al. A multicenter national study of the effectiveness of virtual fracture clinic management of orthopedic trauma during the COVID-19 pandemic (MAVCOV): a cross-sectional study protocol. *Bone Jt Open*. 2021; 2(3): 211-5. doi: 10.1302/2633-1462.23.BJO-2020-0191.R1.
- Rammelt S, Swords M, Dhillon MS, Sands AK. Manual of fracture management: foot and ankle. Stuttgart: Thieme Medical Publishers, Incorporated; 2019. pp. 559-561.
- Hatch RL, Hacking S. Evaluation and management of toe fractures. *Am Fam Physician*. 2003; 68(12): 2413-8.
- Jahss MH. Stubbing injuries to the *hallux*. *Foot Ankle*. 1981; 1(6): 327-32. Available in: <https://doi.org/10.1177/107110078100100605>
- Akella A, Daniel AR, Gould MB, et al. Subungual hematoma. *Cureus*. 2023; 15(11): e48952. doi: 10.7759/cureus.48952.
- Gorbachova T, Chang EY, Ha AS, et al. ACR appropriateness Criteria® acute trauma to the foot. *J Am Coll Radiol*. 2020; 17(5): S2-11. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2020.01.019>
- Anazor F, Sibanda V, Abubakar A, Dhinsa BS. Computed tomography scan architectural measurements in adult foot and ankle surgery: a narrative review for orthopaedic trainees. *Cureus*. 2022; 14(11): e32039. doi: 10.7759/cureus.32039.
- AO Foundation Surgery Reference [Internet]. [cited October 20, 2024]. Available in: <https://surgeryreference.aofoundation.org/>
- Mittlmeier T, Haar P. Sesamoid and toe fractures. *Injury*. 2004; 35 Suppl 2: SB87-97. doi: 10.1016/j.injury.2004.07.015.
- Van Vliet-Koppert ST, Cakir H, Van Lieshout EM, De Vries MR, Van Der Elst M, Schepers T. Demographics and functional outcome of toe fractures. *J Foot Ankle Surg*. 2011; 50(3): 307-10. doi: 10.1053/j.jfas.2011.02.003.
- Eves TB, Oddy MJ. Do broken toes need follow-up in the fracture clinic? *J Foot Ankle Surg*. 2016; 55(3): 488-91. doi: 10.1053/j.jfas.2016.01.034.
- Perlman MD. Fractures of the proximal phalanx of the *hallux*: the use of plates with displaced multifragment fractures. *J Foot Surg*. 1992; 31(3): 260-7.
- Dworkin JD, Harris EC, Ryan PM. Fractures of the great toe proximal phalanx: a case series and review of the literature. *Techniques in Foot & Ankle Surgery*. 2021; 21: 90-94. doi: 10.1097/BTF.0000000000000309.
- Sexton SE. Open fractures of the foot and ankle. *Clin Podiatr Med Surg*. 2014; 31(4): 461-86. doi: 10.1016/j.cpm.2014.06.001.
- Salleh R, Beischer A, Edwards WH. Disorders of the hallux interphalangeal joint. *Foot Ankle Clin*. 2005; 10(1): 129-40. doi: 10.1016/j.fcl.2004.09.001.
- Liu R, Pan D, Mu Z, Tang Y. Circular-gauze wrapping in close reduction and internal fixation for proximal phalangeal fractures of the *hallux*. *Asian J Surg*. 2024; 47(6): 2806-7. doi: 10.1016/j.asjsur.2024.02.076
- Rammelt S, Swords M, Dhillon MS, Sands AK. Manual of fracture management: foot and ankle. Bicondylar proximal phalangeal fracture of the great toe Stuttgart: Thieme Medical Publishers, Incorporated; 2019. pp. 570-572.
- Mandala M, Shaunak S, Kreitmair P, Phadnis J, Guryel E. Biomechanical comparison of headless compression screws versus independent locking screw for intra-articular fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2024; 34(3): 1319-25. doi: 10.1007/s00590-023-03792-8.
- Godoy-Santos AL, Giordano V, Cesar-Netto C, Sposeto RB, Bitar RC, Wajnsztein A, et al. *Hallux proximal phalanx fracture in adults: and overlooked diagnosis*. *Acta Ortop Bras*. 2020; 28(6): 318-22: Available in: <http://dx.doi.org/10.1590/1413-785220202806236612>
- Attia AK, Mahmoud K, ElSweify K, Bariteau J, Labib SA. Donor site morbidity of calcaneal, distal tibial, and proximal tibial cancellous bone autografts in foot and ankle surgery. A systematic review and meta-analysis of 2296 bone grafts. *Foot Ankle Surg*. 2022; 28(6): 680-90. doi: 10.1016/j.fas.2021.09.005.
- Meinberg EG, Agel J, Roberts CS, Karam MD, Kellam JF. Fracture and dislocation classification compendium-2018. *J Orthop Trauma*. 2018; 32 Suppl 1: S1-S170. doi: 10.1097/BOT.0000000000001063
- Nishikawa DRC, Duarte FA, de Cesar NC, Monteiro AC, Albino RB, Fonseca FCP. Internal fixation of displaced intra-articular fractures of the *hallux* through a dorsomedial approach: a technical tip. *Foot Ankle Spec*. 2018; 11(1): 77-81. doi: 10.1177/1938640017735889.
- Godoy-Santos AL, Wajnsztein A, Tacuri-Juncay ME, Netto CD, Matías-Joannas G, Giordano V. Supraintercondylar fracture of the proximal phalanx of the *hallux*. 2020; 14(1): 109-113. doi: 10.30795/jfootankle.2020.v14.1154.
- Robertson GAJ, Sinha A, Hodkinson T, Koc T. Return to sport following toe phalanx fractures: a systematic review. *World J Orthop*. 2023; 14(6): 471-84. doi: 10.5312/wjo.v14.i6.471.
- Hsu AR, Anderson RB. Foot and ankle injuries in American Football. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2016; 45(6): 358-67.

34. Kim S, Lee M, Seok S. Intra-articular fracture of proximal phalanx of great toe accompanied by valgus deformity associated with sports activities. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2017; 25(1): 2309499017690324. doi: 10.1177/2309499017690324.
35. Prissel MA, Brandao R, Dujela MD, Fidler CM, Langan T, Hyer CF. High utility of the 1st metatarsal phalangeal joint fusion. *Clin Podiatr Med Surg*. 2022; 39(2): 157-65. doi: 10.1016/j.cpm.2021.11.002.
36. LaCoste KL, Andrews NA, Ray J, Harrelson WM, Shah A. First metatarsophalangeal joint arthrodesis: a narrative review of fixation constructs and their evolution. *Cureus*. 2021; 13(4): e14458. doi: 10.7759/cureus.14458.

Clinical case

doi: 10.35366/123289

## Brodie's abscess in the ischium of a pediatric patient: a case report

### *Absceso de Brodie en el isquion de un paciente pediátrico: caso clínico*

Gonçalves-Schroder e Souza B,\* Sabbagh-Loures-Vieira L,† Francisco-Munck-Fontes L,‡  
Guimarães-Brum de Castro F,‡ Demolinari-Pires D§

Faculdade de Ciências Médicas e da Saúde de Juiz de Fora, Juiz de Fora – MG, Minas Gerais, Brazil.

**ABSTRACT.** Osteomyelitis, a bone infection, is rare in the pelvic bones of children, particularly in the ischium, with few documented cases in the literature. *Staphylococcus aureus* is the most common causative agent. Brodie's abscess, a subacute form of osteomyelitis, primarily affects boys and is challenging to diagnose, as it may be mistaken for bone tumors due to its insidious clinical presentation. Brodie's abscess causes bone destruction, bone marrow edema, and complications in soft tissues and joints. Diagnostic methods such as magnetic resonance imaging, which reveals the «penumbra sign», and needle biopsy are essential for diagnosis. Treatment involves prolonged antibiotic therapy and, in some cases, surgical drainage. Malignant tumors, avulsions, and inflammatory conditions, such as ischial osteitis, should be excluded in the differential diagnosis. The objective of this report is to describe a rare case of subacute osteomyelitis in the ischial bone of a pediatric patient, highlighting the imaging, laboratory findings, and clinical manifestations observed.

**Keywords:** Brodie's abscess, osteomyelitis, child.

**RESUMEN.** La osteomielitis, una infección ósea, es rara en los huesos pélvicos de los niños, particularmente en el isquion, con pocos casos documentados en la literatura. *Staphylococcus aureus* es el agente causal más común. El absceso de Brodie, una forma subaguda de osteomielitis, afecta principalmente a los varones y es difícil de diagnosticar, ya que puede confundirse con tumores óseos debido a su presentación clínica insidiosa. El absceso de Brodie causa destrucción ósea, edema de la médula ósea y complicaciones en los tejidos blandos y las articulaciones. Métodos diagnósticos como la resonancia magnética, que revela el «signo de penumbra», y la biopsia con aguja son esenciales para el diagnóstico. El tratamiento incluye terapia antibiótica prolongada y, en algunos casos, drenaje quirúrgico. Se deben excluir en el diagnóstico diferencial tumores malignos, avulsiones y condiciones inflamatorias, como la osteítis isquiática. El objetivo de este informe es describir un caso raro de osteomielitis subaguda en el hueso isquiático de un paciente pediátrico, destacando los hallazgos de imágenes, laboratorio y manifestaciones clínicas observadas.

**Palabras clave:** absceso de Brodie, osteomielitis, niño.

\* Physician and professor of medicine at the College of Medical and Health Sciences in Juiz de Fora (SUPREMA) Brazil.

† Medical student at the SUPREMA. Brazil.

§ Radiologist at Mater Dei Hospital. Brazil.

**Correspondence:**

Lucas Sabbagh Loures Vieira

**E-mail:** lucasabbagh@gmail.com

Received: 03-16-2025. Accepted: 01-09-2026.

**How to cite:** Gonçalves-Schroder e Souza B, Sabbagh-Loures-Vieira L, Francisco-Munck-Fontes L, Guimarães-Brum de Castro F, Demolinari-Pires D. Brodie's abscess in the ischium of a pediatric patient: a case report. Acta Ortop Mex. 2026; 40(3): 187-191. <https://dx.doi.org/10.35366/123289>



**Abbreviations:**

BA = Brodie's Abscess

MRI = Magnetic Resonance Imaging

**Introduction**

Osteomyelitis of the pelvic bones is uncommon in children and adolescents and extremely rare in the ischium. This condition is important because it can lead to both local and systemic complications, with potential acute and long-term sequelae.<sup>1,2</sup> Specifically, Brodie's Abscess (BA), a rare form of subacute osteomyelitis, predominantly affects male pediatric patients, although isolated cases have been reported in adults.<sup>1,3,4</sup> BA is an atypical manifestation of subacute osteomyelitis, defined as a well-circumscribed intramedullary collection of purulent and necrotic material, encapsulated by granulation tissue and surrounded by sclerotic bone.<sup>2,3,5</sup> Its onset is often insidious, typically presenting with intermittent localized pain in the absence of fever or systemic signs of infection.<sup>3</sup>

Among the most frequent etiologic agents, *Staphylococcus aureus* stands out as the primary cause of BA.<sup>4</sup> Other pathogens have also been reported, including *Pseudomonas*, *Haemophilus influenzae*, *Streptococcus*, and coagulase-negative staphylococci, among others.<sup>2</sup>

Pathologically, it is associated with bone marrow edema, cortical bone destruction, and adjacent soft tissue and joint involvement.<sup>6</sup> While BA typically arises in the metaphysis near the growth plate, it can also develop in the epiphysis or diaphysis of long bones, though diaphyseal involvement is atypical for abscess formation.<sup>2,5,7</sup>

The diagnostic complexity of BA in the pelvic bones is further increased by its anatomical location, which lies close to critical neurovascular structures—particularly the sciatic nerve.<sup>6</sup> The challenging and poorly accessible topography of the region significantly restricts the feasibility of minimally invasive diagnostic procedures, making imaging studies the gold standard for accurate detection, differential diagnosis of other osseous lesions, and effective management.<sup>6,8,9</sup>

Subacute osteomyelitis of the ischium with BA formation is a clinical entity that, to date, has been limited to approximately 10 documented cases in the literature. In this case report, we present a well-documented and illustrative description that highlights not only the rarity of the condition but also the key diagnostic and therapeutic considerations essential for clinical decision-making. In this way, the atypical anatomical site and the subacute infectious process demand a high index of suspicion and a multidisciplinary approach for timely diagnosis and effective intervention.

**Case presentation**

This is a case of an 11-year and 5-month-old male patient, previously healthy, with a two-week history of right gluteal pain, worsening during ambulation and supine position, along with sporadic episodes of intense pain.

He denied any history of trauma, fever, infections, or accompanying constitutional symptoms. He also denied medication use and comorbidities. He reported starting regular football practice a year ago with a weight loss of 2 kg during this period.

On physical examination, he presented with limping and mild pain during hip rolling, as well as tenderness on palpation of the ischial tuberosity, without edema or inflammatory signs. Hip range of motion was normal, although painful at the extremes of external rotation and extension. Impact tests were negative, as were Drehmann, Lasegue, and Stinchfield tests.

Initial radiographic examinations did not reveal signs of abnormalities, prompting the need for further investigations. Laboratory test results are presented in [Table 1](#), corresponding to the dates of June 21, 23, and 29, 2023. The Magnetic Resonance Imaging (MRI) performed on June 21, 2023, showed edema in the ischial bone marrow, raising the possibility of osteitis, bone contusion, or infection ([Figure 1](#)).

The patient was managed with active clinical observation, serial radiographic exams, analgesia, anti-inflammatory medication, antibiotic therapy, and rest. However, despite these measures, painful symptoms persisted for another three weeks, prompting a new MRI and laboratory tests.

Clinical analysis results, represented in [Table 1](#) on July 3, 2023, showed a reduction in laboratory parameters, albeit with values close to or exceeding the upper limit. The MRI, performed on July 18, 2023, revealed an intraosseous lesion with extensive adjacent bone marrow edema and periosteal reaction, as well as a liquid collection in soft tissues suggesting the presence of purulent content ([Figure 2](#)).

Based on these findings, surgical treatment was recommended to drain the abscess, curette the bone lesion, and obtain cultures and material for pathological anatomy.

The surgery was conducted under spinal anesthesia, and a posterior-lateral Kocher-Langenbeck incision was performed. During the operation, the presence of a fistulous opening, closely related to the sciatic nerve, confirmed the impossibility of treatment by less invasive means such as interventional radiology. After isolating and protecting the nerve, the intraosseous abscess in the ischium was curetted, and it was confirmed that there was no communication with the joint ([Figure 3](#)). The collected material was sent for culture and pathological anatomy, which showed no growth upon cultivation; however, the pathological report confirmed the presence of bone infection and the absence of lesions suggestive of malignancy. In the immediate postoperative period, the patient reported complete relief from painful symptoms, and both postoperative and follow-up radiographs revealed the lytic region of the abscess in the debrided ischium near the greater sciatic notch ([Figure 4](#)).

The patient was treated with intravenous antibiotic therapy using vancomycin and meropenem for three weeks, followed by oral antibiotic therapy with clindamycin for

Table 1: Patient laboratory test results.

Parameters	Dates								
	21/06/23	23/06/23	29/06/23	03/07/23	05/01/24	07/01/24	10/01/24	15/01/24	22/01/24
Hemoglobin (g/dl)	13.4	14	13.2	12.1	9.2	8	7.3	7.5	9.3
Leukocytes (/mm <sup>3</sup> )	12,490	10,730	11,370	10,470	11,600	18,010	27,880	13,910	8,808
ESR (mm)	84	92	51	37		102	149	102	94
CRP (mg/dl)	–	8.5	10.3	7.4	132	198	277	174	49

Source: Author's own elaboration, 2024.  
CRP = C-Reactive Protein. ESR = Erythrocyte Sedimentation Rate.

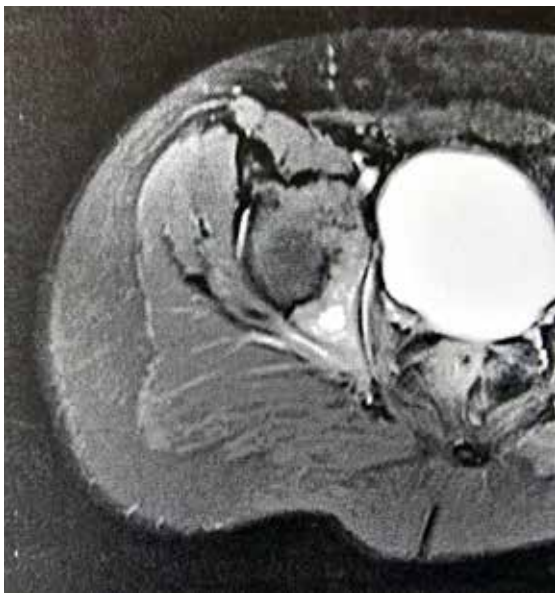


Figure 1: Magnetic resonance imaging in the axial plane, post-contrast, showing a delineated intraosseous lesion with bone marrow edema and periosteal reaction.

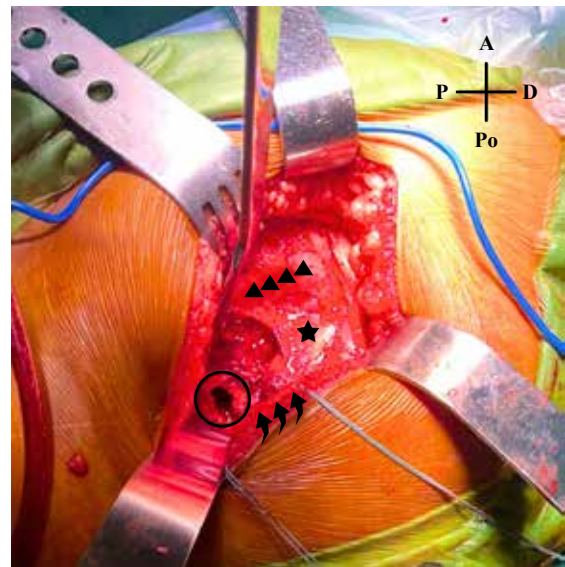
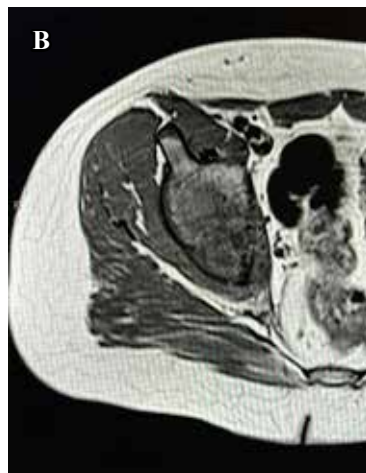
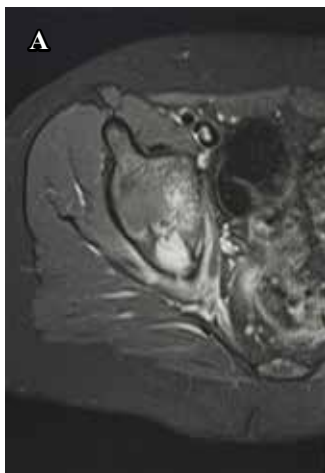


Figure 3: Intraoperative view of the posterior hip approach showing several surgical landmarks: ▲ = trochanteric border. ★ = quadratus femoris muscle. ○ = abscess opening. ↗ = externally rotated hip muscles retracted posteriorly, protecting the sciatic nerve.

Figure 2:

Magnetic resonance imaging in the axial plane. **A)** T2 fat suppression sequence (T2FS) showing increased intraosseous lesion. **B)** T1 sequence with the penumbra sign. **C)** Post-contrast with peripheral enhancement of the halo containing purulent center.



an additional six weeks due to the inability to identify the pathogen through cultures.

After one year of follow-up, the patient remained asymptomatic, with no complaints of pain, deformities, or morphological changes on radiographic examination of the hip (*Figure 5*). Postoperative images showed bone remodeling, as the bone cavity was no longer identifiable. No other abnormalities were observed, such as periosteal reaction, new lytic lesions, or signs of bone deformity. Follow-up laboratory tests showed normal inflammatory parameters, and no complications were recorded.

## Discussion

BA can mimic a variety of conditions, including benign and malignant bone tumors such as osteosarcoma and Ewing sarcoma, highlighting the importance of a thorough understanding of this entity for accurate diagnosis.<sup>2,6</sup> Other conditions, such as ischiatic osteitis, stress fractures, juvenile osteochondroses, and bone metastases, are also commonly included in the differential diagnosis.<sup>3,10</sup> A systematic review including 407 patients highlighted that BA is often diagnosed late.<sup>4</sup> This delay is largely due to its insidious and nonspecific presentation, with patients typically reporting only localized pain, while fever is uncommon and inflammatory markers may be inconclusive.<sup>3,4</sup>

Plain radiographs are always the initial recommended tests in the evaluation of painful hips in children and adolescents; however, they do not exclude the possibility of other differential diagnoses, and the use of more sensitive and specific imaging methods such as MRI should be considered.<sup>3,10</sup> The «penumbra sign» in T1-weighted MRI, which presents as a halo surrounding an abscess cavity with a signal higher than the main abscess, can be useful in differentiating subacute osteomyelitis from other bone lesions.<sup>2</sup> However, diagnostic confirmation is only possible



**Figure 4:** Immediate postoperative anteroposterior pelvic radiograph showing a suction drain within the bone cavity.



**Figure 5:** Six-month postoperative anteroposterior pelvic radiograph demonstrating complete resolution of the abscess with no signs of periosteal reaction.

through histopathological examination obtained via needle biopsy; in cases like the one presented, where there is risk to noble neurovascular structures like the sciatic nerve, confirmation is made via open surgery.<sup>3,6</sup>

In this case report, the cultures were negative, preventing the identification of the etiological agent. This negativity is common in osteomyelitis, occurring in about 24 to 68% of cases,<sup>11</sup> leading to the recommendation of empirical intravenous antibiotic therapy directed at the most common pathogen.<sup>12</sup> In light of this, we opted for a broad-spectrum antibiotic, as the clinical history did not indicate relevant risk factors for any specific germ.

Conservative treatment with isolated antibiotic therapy has been reported in the literature as successful in cases of subacute osteomyelitis, especially if the diagnosis is early.<sup>12,13</sup> However, in the clinical case in question, we chose to complement with invasive treatment since painful symptoms persisted alongside the presence of a purulent collection in the ischial region, this last aspect being considered an indication for surgical treatment.<sup>13</sup> In this process, material for analysis was obtained, facilitating combined drainage of the collection and, eventually, curettage and debridement.

Finally, BA generally has a good prognosis with positive long-term outcomes when treatment is early and adequate. However, it requires prolonged follow-up to ensure satisfactory functional recovery and to identify possible complications that may arise, such as avascular necrosis, limb length discrepancy, pathological fractures, and organ failure.<sup>14</sup>

## Conclusion

BA involving the ischium is an exceptionally uncommon manifestation of subacute osteomyelitis, especially in the

pediatric population. The deep pelvic location, coupled with the proximity to vital neurovascular structures such as the sciatic nerve, poses significant diagnostic and therapeutic challenges-particularly due to the limited feasibility of minimally invasive approaches like image-guided biopsy or drainage. This case reinforces the need to include this rare entity in the differential diagnosis of persistent pelvic pain with nonspecific symptoms. Reporting atypical presentations such as this one is essential for enhancing clinical awareness and supporting more accurate and timely intervention in comparable future cases.

#### References

1. Hamzaoui A, Salem R, Koubaa M, Zrig M, Mnif H, Abid A, et al. *Escherichia coli* osteomyelitis of the ischium in an adult. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2009; 95(8): 636-8.
2. Silva CI, Figueroa GMJ, Cañete CI, Hodgson O F, Gündel PA. Absceso de Brodie, una patología de difícil diagnóstico. *Rev Chil Pediatr.* 2020; 91(6): 947-52.
3. Chin J, Naito T, Hon K, Lomiguen C. Challenges in the diagnosis of Brodie's abscess in subacute osteomyelitis. *J Orthop Case Rep.* 2020; 10(3): 1-4.
4. van der Naald N, Smeeing DPJ, Houwert RM, Hietbrink F, Govaert GAM, van der Velde D. Brodie's abscess: a systematic review of reported cases. *J Bone Jt Infect.* 2019; 4(1): 33-9.
5. Salik M, Mir MH, Philip D, Verma S. Brodie's abscess: a diagnostic conundrum. *Cureus.* 2021; 13(7): e16426.
6. Saad A, Kalia S, Le Nail LR, Davies M, James S, Botchu R. Isolated ischial lesions-demographics and imaging features. *Indian J Musculoskelet Radiol.* 2019; 1(1): 14-20.
7. Pulido PG, Hotchen A, Gojanur A, Corbett J, Stohr KK. Brodie's abscesses can stimulate the growth plate in children. *J Bone Jt Infect.* 2019; 4(6): 264-7.
8. Gabbott B, Faria G, Lawson G, Daly K. A Brodie's abscess with soft tissue collection-complicating an already difficult diagnosis. *J Surg Case Rep.* 2018; 2018(1): rjx263.
9. Schlur C, Bachy M, Wajfisz A, Ducou le Pointe H, Josset P, Vialle R. Osteoid osteoma mimicking Brodie's abscess in a 13-year-old girl. *Pediatr Int.* 2013; 55(2): e29-31.
10. Ribeiro SC, Barreto KSS, Alves CBS, Almendra Neto OL, da Nóbrega MV, Braga LRC. Hip pain in childhood. *Radiol Bras.* 2020; 53(1): 63-8.
11. Pääkkönen M, Kallio MJ, Kallio PE, Peltola H. Significance of negative cultures in the treatment of acute hematogenous bone and joint infections in children. *J Pediatric Infect Dis Soc.* 2013; 2(2): 119-25.
12. Chen JA, Lin HC, Wei HM, Hsu YL, Lai HC, Low YY, et al. Clinical characteristics and outcomes of culture-negative versus culture-positive osteomyelitis in children treated at a tertiary hospital in central Taiwan. *J Microbiol Immunol Infect.* 2021; 54(6): 1061-9.
13. Alvares PA, Mimica MJ. Osteoarticular infections in pediatrics. *J Pediatr (Rio J).* 2020; 96 Suppl 1(Suppl 1): 58-64.
14. Jumabhoy I, Uzoho C, Desai V. An infective cause for the limping child. *BMJ Case Rep.* 2019; 12(9): e228964.

**Funding:** this research has not received any specific funding from sector agencies.

Clinical case

doi: 10.35366/123290

## Latissimus dorsi. Case report of a rare lesion diagnosed by magnetic resonance imaging

*Músculo dorsal ancho. Reporte de caso de una lesión rara diagnosticada mediante resonancia magnética*

Graca NNJ,\* Duarte ML‡

UNOESTE – Campus Guarujá, Guarujá (SP), Brazil.

**ABSTRACT.** The latissimus dorsi is a flat muscle that covers most of the back. Its injury happens when there is avulsion of the tendon. There are currently few reported cases in the literature, but most sources agree that latissimus dorsi injuries are more common among professional athletes. The main injury sites should be highlighted: tendon, myotendinous junction, ventral muscle, and costal muscle. Patients with latissimus dorsi muscle injury describe a burning or popping sensation in the armpit followed by pain and weakness. Magnetic resonance imaging confirms the diagnosis of avulsion injury, defining its extent and excluding the hypothesis of the presence of other involvements and masses. We report a case of a 64-year-old woman who report pain in her right shoulder after a fall in the bathroom diagnosed with insertional rupture of the latissimus dorsi and teres major muscles. She was treated conservatively, presenting the range of motion recovered and being able to carry out daily activities after two months.

**Keywords:** muscles, magnetic resonance imaging, trauma.

**RESUMEN.** El músculo dorsal ancho es un músculo plano que cubre la mayor parte de la espalda. Su lesión ocurre cuando hay avulsión del tendón. Actualmente, hay pocos casos reportados en la literatura, pero la mayoría de fuentes indican que la lesión del músculo dorsal ancho es más frecuente en atletas profesionales. Se deben destacar los principales sitios de lesión: tendón, unión miotendinosa, músculo ventral y músculo costal. Los pacientes con lesión del músculo dorsal ancho describen una sensación de ardor o chasquido en la axila seguida de dolor y debilidad. La resonancia magnética confirma el diagnóstico de lesión por avulsión, define su alcance y excluye la presencia de otras afectaciones y masas. Presentamos el caso de una mujer de 64 años que informó dolor en su hombro derecho después de una caída en el baño, diagnosticada con ruptura insercional de los músculos dorsal ancho y teres mayor. Fue tratada conservadoramente, recuperando el rango de movimiento y siendo capaz de realizar actividades diarias después de dos meses.

**Palabras clave:** músculos, resonancia magnética, trauma.

### Level of evidence: IV

\* Medical student of UNOESTE, Campus Guarujá. Guarujá (SP), Brazil.

‡ Radiologist, UNAERP. Guarujá (SP), Brazil.

#### Correspondence:

Nata Nascimento de Jesus Graca

Unoeste Rua Albertino Pedro 75, Enseada Guarujá-SP, Brasil.

**E-mail:** natannascimento1601@gmail.com

Received: 07-10-2024. Accepted: 10-12-2024.

**How to cite:** Graca NNJ, Duarte ML. Latissimus dorsi. Case report of a rare lesion diagnosed by magnetic resonance imaging. Acta Ortop Mex. 2026; 40(3): 192-194. <https://dx.doi.org/10.35366/123290>



**Abbreviations:**

MRI = magnetic resonance imaging

NSAIDs = non-steroidal anti-inflammatory drugs

**Introduction**

The latissimus dorsi is a flat muscle of the back. It has a broad origin that includes: the lower thoracic spine, ribs, iliac crest, and thoracolumbar fascia. Injuries to the latissimus dorsi are uncommon. They occur in cases of acute trauma involving tendon avulsion, which often occurs concomitantly with ipsilateral shoulder trauma.<sup>1,2,3</sup>

Avulsion injuries are the result of excessive muscle tension and sports activities. There are currently few reported cases in the literature, but most sources agree that latissimus dorsi injuries are more common among professional athletes. Among them, the injury becomes frequent in water skiers and baseball pitchers.<sup>1,2</sup>

The injury of this muscle is not always evident and there is the possibility of causing minor disability. Some studies reported a low deficit in shoulder strength, mobility, and function.<sup>1</sup>

The aim of this study is to present a case report and review the literature on latissimus dorsi lesions.

**Clinical case**

A 64-year-old woman reported pain in her right shoulder after a fall in the bathroom 60 days ago. The patient reports that at the time of the trauma the shoulder dislocated and immediately returned. She denies the practice of sports but mentions polycystic kidneys, systemic arterial hypertension under treatment, and a previous hysterectomy. She mentions having difficulty lifting her right upper limb and performing daily activities such as sweeping the house, performing personal hygiene tasks, and combing her hair. She also says that she has difficulty sleeping. During those 60 days, the patient used analgesic medication and cryotherapy.

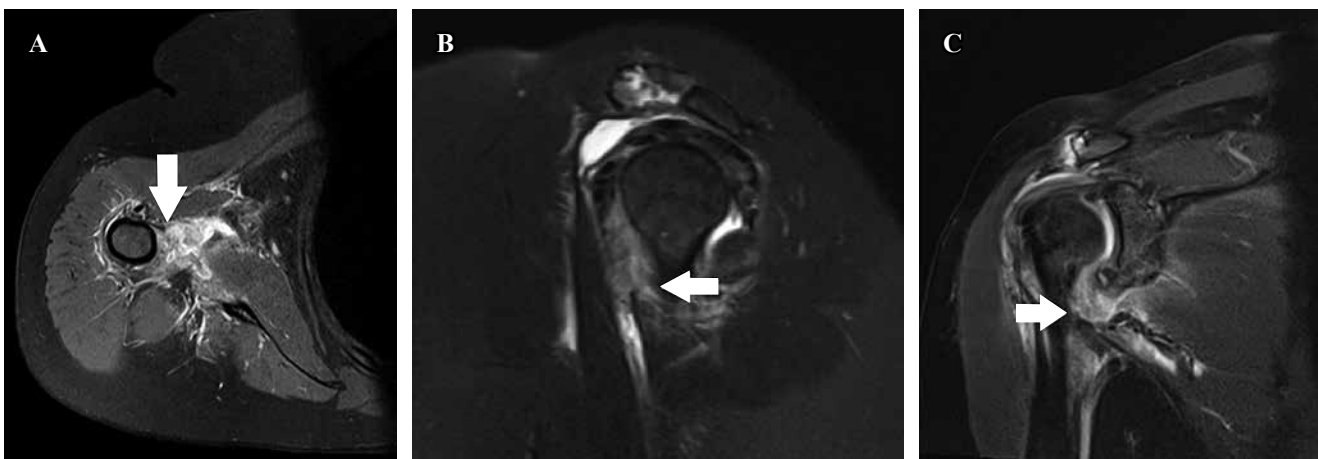
Physical examination shows a limitation of upper limb elevation, as well as external rotation and abduction, in addition to pain on palpation of the axillary region, with significant edema but without evident ecchymosis. She was not able to perform internal rotation tests. There was no evidence of neurovascular deficit. Magnetic resonance imaging (MRI) detected insertional rupture of the latissimus dorsi and teres major muscles (*Figure 1*).

The patient made a conservative treatment, as she denied surgical intervention, with analgesic medication and a sling for four weeks with physiotherapy, which started with pain relief protocol for a week, following restoration of shoulder range of motion. The patient presents, after physiotherapy, with the range of motion recovered and being able to carry out daily activities, but with limitation on internal rotation movements, as movements for personal hygiene, and unable to carry attached objects, initiating muscle strengthening. One year later, she reports normal range of motion of the shoulder and strength.

**Discussion**

The latissimus dorsi is responsible for sustaining eccentric contractions in specific situations in the baseball pitching cycle.<sup>4</sup> Eccentric contraction with extreme concentric contraction during acceleration followed by a rapid return to eccentric contraction poses a risk of tendon injury.<sup>4</sup> Throwers describe a sudden onset of intense, localized pain posterior to the armpit.<sup>4</sup> The injury mechanism is comprised of resisted contraction with the arm in extreme abduction, external rotation, and hyperextension.<sup>4</sup>

The lesion can occur in any region of the latissimus dorsi. The main injury sites should be highlighted: tendon, myotendinous junction, ventral muscle, and costal muscle.<sup>5</sup> Latissimus dorsi injuries are mostly reported by professional baseball players, military services, CrossFit practices, rock



**Figure 1:** Magnetic resonance imaging in the axial section in **A**) the proton density fat saturated (DP FAT SAT) sequence and **B**) in the sagittal section and **C**) coronal section in the T2 FAT SAT sequence detecting insertional rupture of the latissimus dorsi and teres major muscles (white arrow).

climbing, tennis, and golfers. The incidence is higher in young males.<sup>5</sup>

Patients with latissimus dorsi muscle injury describe a burning or popping sensation in the armpit followed by pain and weakness. Its injury occurs in situations of abduction and external rotation during resistance exercises that can be exemplified as pull-up, in which the individual holds onto a metal bar and keeps the arms extended above the head during a fall or pulling the body up and down.<sup>3</sup>

In the clinical presentation, axillary bruises and a palpable mass may be present, which is usually confused with sarcoma. Using imaging modalities, it is possible to obtain the differential diagnosis of osteoma and intracortical osteoid or periosteal osteosarcoma.<sup>1,3,6</sup> To obtain the diagnosis, radiological exams are used, in addition to guiding the conduct. MRI and ultrasonography are options that provide information for the characterization of lesions into four basic categories, namely:<sup>3</sup>

1. Isolated lesion or avulsion.
2. Injuries combined with latissimus dorsi injury associated with trauma to the teres major muscle.
3. Isolated myotendinous lesion.
4. Muscle strain.

An MRI confirms the diagnosis of an avulsion injury and defines its extent. It also excludes the possibility of other injuries or masses. Furthermore, it is useful for delineating disseminated lesions over the shoulder even if they are minimal. It is essential to report its importance since computed tomography is the best imaging modality to detect bone lesions and differentiate local calcification from a bone fragment, however, it does not present the quality of MRI for the evaluation of soft tissue.<sup>1,2</sup>

In the case of partial ruptures of the latissimus dorsi, the choice of treatment is non-surgical intervention (period of rest and progressive return to activities). Whereas in complete rupture, the humeral insertion of the latissimus requires surgical repair. Some authors recommend surgical intervention to high-level athletes to preserve muscle strength and reestablish anatomy – an objective that is difficult to achieve with conservative treatment – but the conservative treatment had good results when indicated for recreational athletes. Other reports have described conservative treatment directed towards subacute injuries

of the latissimus dorsi as an effective therapy making it possible for the athlete to return to physical activities. In conservative therapy, rest must be present together with cryotherapy and non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs). The goal of physiotherapy in conservative treatment is the restoration of movement. Once the range of motion of the shoulder has been restored, strengthening of the teres major muscle followed by assisted training should be initiated. Patients under conservative therapy can return to activities within six months with a slight functional deficit.<sup>3,6</sup>

## Conclusion

We report a case of injury to the latissimus dorsi, which is a flat muscle that covers most of the back. Among musculotendinous avulsions or tears of the shoulder, injury to the latissimus dorsi is uncommon. The diagnosis of this lesion is obtained mainly through MRI. The treatment can be performed both conservatively and invasively, however, it has been reported that the surgical process is directed to high-level athletes to preserve muscle strength, while conservative treatment has good results when directed to recreational athletes.

## References

1. Spinner RJ, Speer KP, Mallon WJ. Avulsion injury to the conjoined tendons of the latissimus dorsi and teres major muscles. *Am J Sports Med.* 1998; 26(6): 847-9.
2. Schickendantz MS, Kaar SG, Meister K, Lund P, Beverley L. Latissimus dorsi and teres major tears in professional baseball pitchers: a case series. *Am J Sports Med.* 2009; 37(10): 2016-20.
3. Friedman MV, Stensby JD, Hillen TJ, Demertzis JL, Keener JD. Traumatic tear of the latissimus dorsi myotendinous junction: case report of a crossfit-related injury. *Sports Health.* 2015; 7(6): 548-52.
4. Nagda SH, Cohen SB, Noonan TJ, Raasch WG, Ciccotti MG, Yocum LA. Management and outcomes of latissimus dorsi and teres major injuries in professional baseball pitchers. *Am J Sports Med.* 2011; 39(10): 2181-6.
5. George MS, Khazzam M. Latissimus dorsi tendon rupture. *J Am Acad Orthop Surg.* 2019; 27(4): 113-8.
6. Anderson SE, Hertel R, Johnston JO, Stauffer E, Leinweber E, Steinbach LS. Latissimus dorsi tendinosis and tear: imaging features of a pseudotumor of the upper limb in five patients. *AJR Am J Roentgenol.* 2005; 185(5): 1145-51.

**Conflict of interests:** authors declare no conflict of interests regarding the present study.

## Descripción anatómica de un nuevo abordaje posterolateral con doble ventana para el manejo de fracturas de platillos tibiales

### *Anatomical description of a new posterolateral double-window approach for the management of tibial plateau fractures*

Melo-Realpe JP,\* Hernández-Caicedo AJ,\* Villa-Bandera JH,‡  
Gil-Noriega GA,‡ Orlando-Clavijo E,‡ Suárez-Mejía LA,§ Hernández-Díaz TA§

Hospital Militar Central. Bogotá, Colombia.

**RESUMEN. Introducción:** la reducción anatómica y la fijación estable son fundamentales en el tratamiento de fracturas articulares para prevenir artrosis postraumática y disfunción articular. Sin embargo, la exposición quirúrgica del platillo tibial lateral sigue siendo un desafío, especialmente en la columna posterolateral; se requiere implementar nuevos abordajes que permitan una visualización adecuada de la superficie articular. En este estudio se busca describir anatómicamente un abordaje posterolateral con doble ventana (anterior y posterior al bíceps femoral) en un espécimen cadavérico, optimizando la exposición quirúrgica sin necesidad de realizar osteotomías. **Material y métodos:** se realizaron disecciones en dos rodillas de un cadáver, empleando un abordaje posterolateral con doble ventana (anterior y posterior al bíceps femoral). Se midió la superficie expuesta de la tibia utilizando una regla uniplanar y se calcularon los porcentajes de visualización del platillo tibial lateral. **Resultados:** en la rodilla izquierda, la exposición del cuadrante anterolateral fue de 82% y de 66% en el posterolateral. En la rodilla derecha, se obtuvo 70 y 66%, respectivamente. La ventana anterolateral permitió una mayor exposición en comparación con la posterolateral. **Conclusión:** esta técnica representa una opción quirúrgica viable para optimizar la

**ABSTRACT. Introduction:** anatomical reduction and stable fixation are crucial in the treatment of articular fractures to prevent post-traumatic osteoarthritis and joint dysfunction. However, surgical exposure of the lateral tibial plateau remains a challenge, especially in the posterolateral column. New approaches are needed to provide adequate visualization of the articular surface. This study aims to anatomically describe a posterolateral double-window approach (anterior and posterior to the biceps femoris) in cadaveric specimens, optimizing surgical exposure without the need for osteotomies. **Material and methods:** dissections were performed on two knee specimens, employing a posterolateral double-window approach (anterior and posterior to the biceps femoris). The exposed tibial surface was measured using a uniplanar ruler, and the percentages of lateral tibial plateau visualization were calculated. **Results:** in the left knee, the exposure of the anterolateral quadrant was 82%, and in the posterolateral quadrant was 66%. In the right knee, 70 and 66% were obtained, respectively. The anterolateral window provided greater exposure compared to the posterolateral one. **Conclusion:** this technique represents a viable surgical option to optimize tibial exposure without osteotomies.

### Nivel de evidencia: V

\* Residente de Ortopedia y Traumatología. Universidad Militar Nueva Granada (UMNG). Hospital Militar Central (HMC). Bogotá, Colombia.

‡ Ortopedista y traumatólogo. UMNG. Especialista en Cirugía de Hombro y Rodilla. HMC. Bogotá, Colombia.

§ Médico general. UMNG. Bogotá, Colombia.

### Correspondencia:

Luis Alejandro Suárez-Mejía

E-mail: md.lsuarezmejia@gmail.com

Recibido: 05-04-2025. Aceptado: 23-11-2025.

**Citar como:** Melo-Realpe JP, Hernández-Caicedo AJ, Villa-Bandera JH, Gil-Noriega GA, Orlando-Clavijo E, Suárez-Mejía LA et al. Descripción anatómica de un nuevo abordaje posterolateral con doble ventana para el manejo de fracturas de platillos tibiales. Acta Ortop Mex. 2026; 40(3): 195-200. <https://dx.doi.org/10.35366/123291>



exposición tibial sin osteotomías. Se requieren estudios clínicos para validar su impacto en la recuperación funcional de los pacientes.

**Palabras clave:** fracturas de la meseta tibial, fijación de fracturas, articulación de la rodilla, procedimientos quirúrgicos, cirugía.

Clinical studies are needed to validate its impact on functional recovery in patients.

**Keywords:** tibial plateau fractures, fracture fixation, knee joint, surgical procedures, surgery.

## Introducción

El abordaje posterolateral a los platillos tibiales es una técnica quirúrgica clave en el tratamiento de fracturas y patologías que afectan la rodilla y la tibia proximal. La reducción anatómica y la fijación estable de las fracturas articulares son objetivos fundamentales para garantizar una adecuada biomecánica de la rodilla y prevenir complicaciones a largo plazo.<sup>1</sup>

Se ha demostrado que una visualización incompleta de la superficie articular fracturada aumenta el riesgo de una reducción inadecuada en 30-50% de los casos, lo que puede comprometer la estabilidad de la articulación y su capacidad de soportar carga.<sup>2,3</sup>

Actualmente, el abordaje anterolateral es una de las técnicas más utilizadas, permitiendo la exposición de aproximadamente 36% de la superficie articular del platillo tibial lateral. En casos más complejos, un abordaje lateral extendido con osteotomía epicondilar lateral puede ampliar la exposición hasta 83%. Mediante la liberación de fibras meniscocapsulares posteriores al tendón poplíteo se puede lograr una visualización cercana al 100% del platillo lateral.<sup>4,5,6</sup>

Sin embargo, la columna posterior (posterolateral) presenta desafíos adicionales, ya que, en más de 60% de los casos, estructuras como la cabeza del peroné, el paquete neurovascular y el complejo posterolateral limitan su visualización.<sup>7</sup> Actualmente no existe un abordaje quirúrgico estandarizado que garantice una visualización adecuada sin necesidad de realizar osteotomías, las cuales pueden comprometer la estabilidad de la articulación tibiofibular proximal.

Este estudio tiene como objetivo describir anatómicamente un abordaje posterolateral con ventanas anterior y posterior al bíceps femoral en un espécimen cadavérico, permitiendo la adecuada visualización de los cuadrantes anterolateral y posterolateral del platillo tibial, así como de sus estructuras adyacentes. Con este abordaje se busca optimizar la exposición quirúrgica sin recurrir a osteotomías, lo que podría reducir complicaciones asociadas como lesión del ligamento colateral lateral, del tendón poplíteo o del paquete neurovascular (nervio peroneo común y arteria poplíteo). Asimismo, esta técnica podría minimizar la morbilidad postoperatoria, mejorar la reha-

bilitación del paciente y disminuir costos asociados con reintervenciones.

## Material y métodos

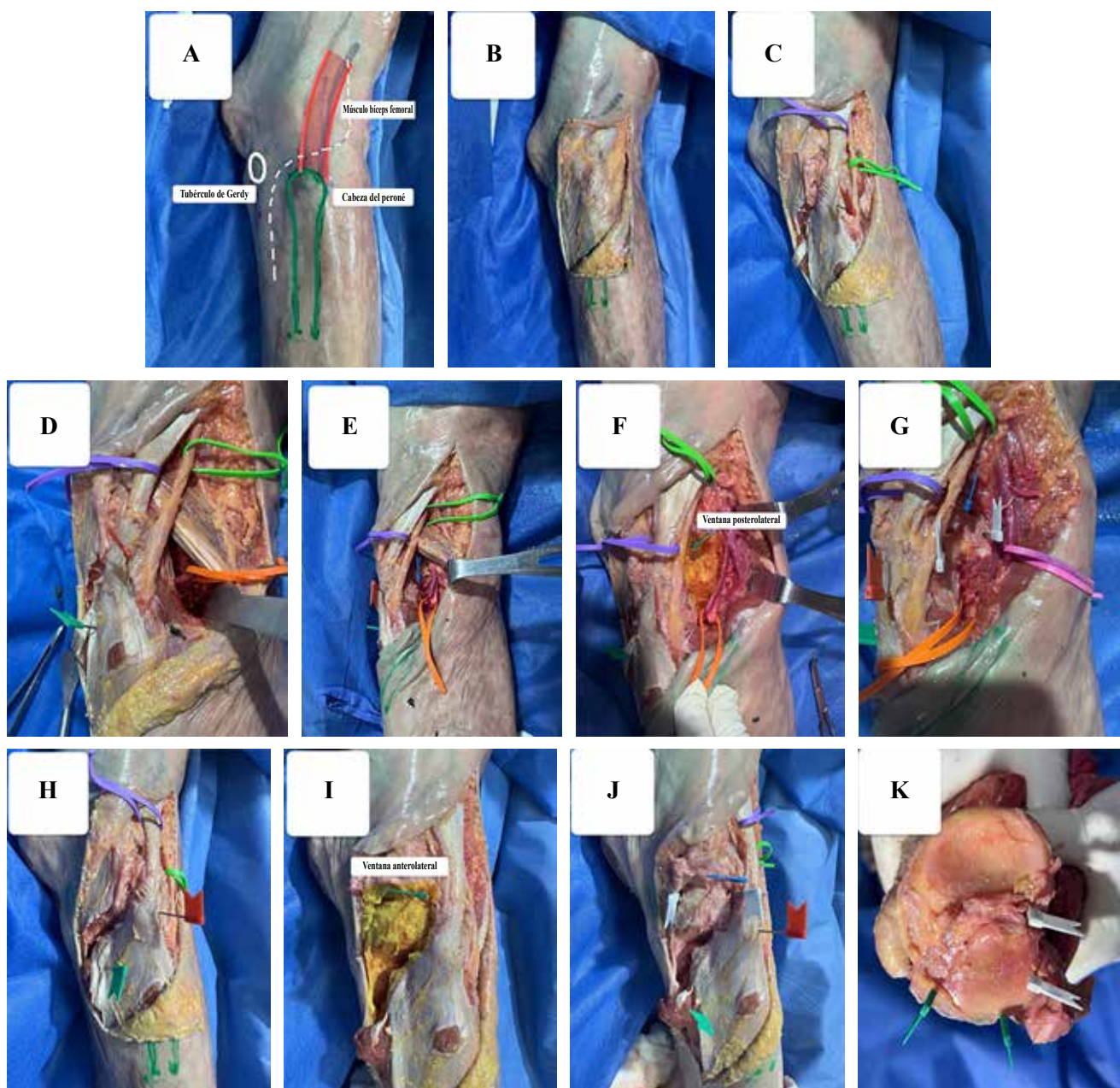
Este estudio es de tipo anatómico y descriptivo. Se realizaron disecciones cadavéricas en una muestra de dos rodillas de un cadáver, empleando un abordaje con método denominado «doble ventana» y teniendo como punto de referencia el bíceps femoral, con el fin de exponer la porción lateral de la tibia proximal. Se realizó una ventana anterior al bíceps para acceso a la tibia anterolateral y un abordaje posterior al bíceps para acceso a la tibia posterolateral en cada rodilla.

Como único criterio de inclusión se consideró la ausencia de patologías previas en la rodilla o deformidades. No se tomó en cuenta la edad ni el sexo de los cadáveres utilizados.

El cadáver fue entregado por el Centro Latinoamericano de Investigación y Entrenamiento de Cirugía de Mínima Invasión (CLEMI), que brindó apoyo completo para la realización de este estudio.

Cada paso del proceso de disección fue registrado de manera fotográfica (*Figura 1*) y se llevó a cabo de la siguiente manera:

1. Colocación del cadáver en posición flotante, identificación de la lateralidad y marcación de referentes anatómicos macroscópicos (*Figura 1A*).
2. Incisión desde el borde posterior del bíceps femoral hacia distal en forma de S itálica, aproximadamente 15 cm, pasando a través del tubérculo de Gerdy y alcanzando la tuberosidad anterior y cresta anterior de la tibia (abordaje de Frosch) (*Figura 1B*).
3. Incisión de piel y tejido celular subcutáneo hasta identificar el tracto iliotibial, el tendón del bíceps femoral y, posteriormente, el nervio peroneo común (*Figura 1C*).
4. Separación del músculo gastrocnemio externo para identificar la arteria genicular superior (*Figura 1D*).
5. Desinserción del músculo sóleo para acceder a la superficie articular posterior de manera profunda (*Figura 1E*).
6. Desperiostización ligera para obtener acceso a la superficie articular posterior (*Figura 1F*).
7. Completar acceso a la ventana posterior, con evidencia de superficie articular, demarcación y medición (*Figura 1G*).



**Figura 1:** Paso a paso del abordaje posterolateral con ventanas anterior y posterior al bíceps femoral. Bandera naranja: cabeza del peroné. Bandera verde: tracto iliotibial. Bandera azul: superficie articular. Listón morado: tendón del bíceps femoral. Listón verde: nervio peroneo común. Listón naranja: arteria genicular superior. Listón rosado: arteria poplítea.

8. Ventana anterior: incisión entre el borde anterior del tendón del bíceps femoral y el tracto iliotibial (*Figura 1H*).
9. Identificación y desinserción del músculo tibial anterior para exponer el plano óseo.
10. Desperiostización para revelar la superficie lateral anterior de la tibia (*Figura 1I*).
11. Demarcación y medición de la superficie articular (*Figura 1J*).
12. Verificación de superficie anterolateral y posterolateral visualizada (*Figura 1K*).

### Metodología estadística

Se identificaron y delimitaron las ventanas quirúrgicas del abordaje lateral de los platillos tibiales según la técnica descrita. Posteriormente, se realizaron mediciones de la superficie total de la tibia expuesta en cada ventana utilizando una regla uniplanar, expresando los resultados en centímetros.

El porcentaje de exposición de la superficie tibial para cada ventana se calculó mediante la fórmula del mismo nombre (*Figura 2*).

Antes de iniciar la recolección de datos, este protocolo fue aprobado por el comité de ética del Programa de Investigación del Hospital Militar Central de Bogotá.

### Resultados

En la rodilla izquierda, la visualización del cuadrante anterolateral fue de 3.7 cm y la del cuadrante posterolateral fue de 2.0 cm, correspondientes al 82 y 66% de exposición, respectivamente (Figura 3).

En la rodilla derecha, la visualización del cuadrante anterolateral fue de 3.5 cm y la del cuadrante posterolateral fue de 2.0 cm, correspondientes al 70 y 66% de exposición, respectivamente (Figura 4).

### Discusión

El abordaje posterolateral a los platillos tibiales es una estrategia quirúrgica clave en el tratamiento de fracturas y patologías que afectan la rodilla y la tibia proximal. En

este estudio se evaluó la exposición de la superficie tibial mediante la técnica de doble ventana, lo que permitió una visualización diferenciada de las regiones anterolateral y posterolateral del platillo tibial lateral sin necesidad de osteotomías.

La ventana anterolateral proporcionó una exposición significativa de la superficie tibial, con un porcentaje de visualización superior al 80% en la rodilla izquierda y de 70% en la rodilla derecha. En contraste, la ventana posterolateral presentó una exposición más limitada de 66% en promedio; sin embargo, este resultado es relevante considerando que se preserva la cabeza del peroné. En la literatura se describe una visualización de 86.6% de la superficie posterolateral cuando se realiza osteotomía y de 36% sin corte fibular, pero con un abordaje estándar.<sup>8</sup>

Además, el abordaje de doble ventana ofrece ventajas significativas frente a otras técnicas quirúrgicas como el abordaje único posterolateral o el anterolateral convencional. Estudios recientes han mostrado que la combinación de ambas ventanas proporciona una visualización más amplia del platillo tibial lateral, lo que facilita la reducción y fijación de fracturas complejas sin necesidad de disecciones extensas que puedan comprometer el tejido blando circundante.<sup>9,10</sup>

$$\text{Porcentaje de exposición} = \left( \frac{\text{Superficie expuesta en la ventana}}{\text{Superficie total de la tibia proximal}} \right) \times 100$$

Figura 2: Fórmula de porcentaje de exposición.

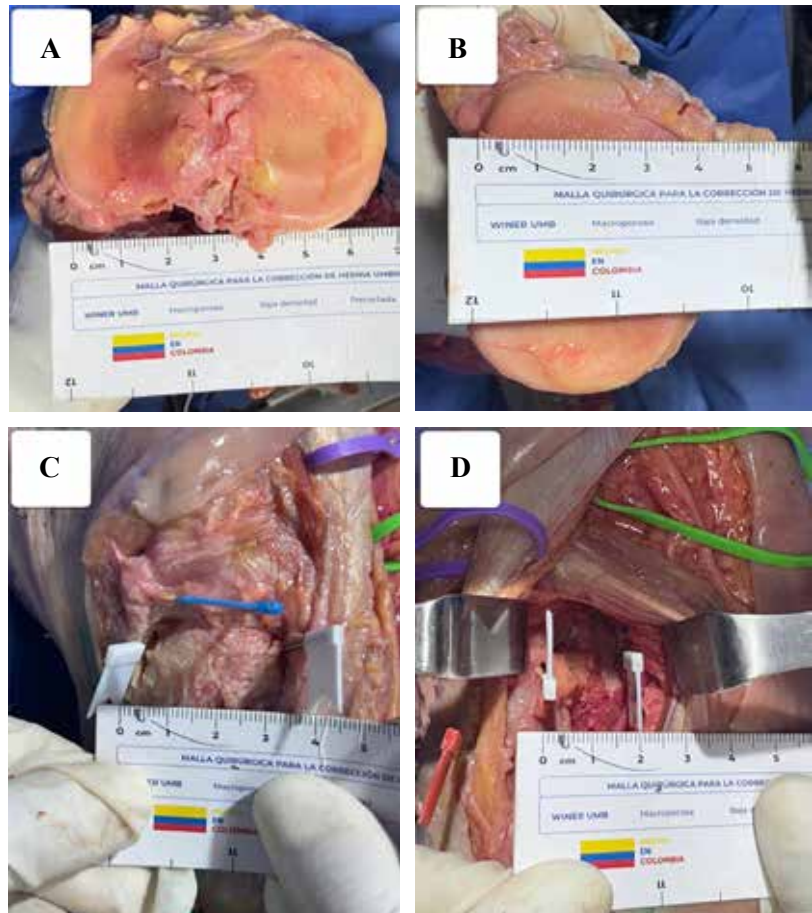
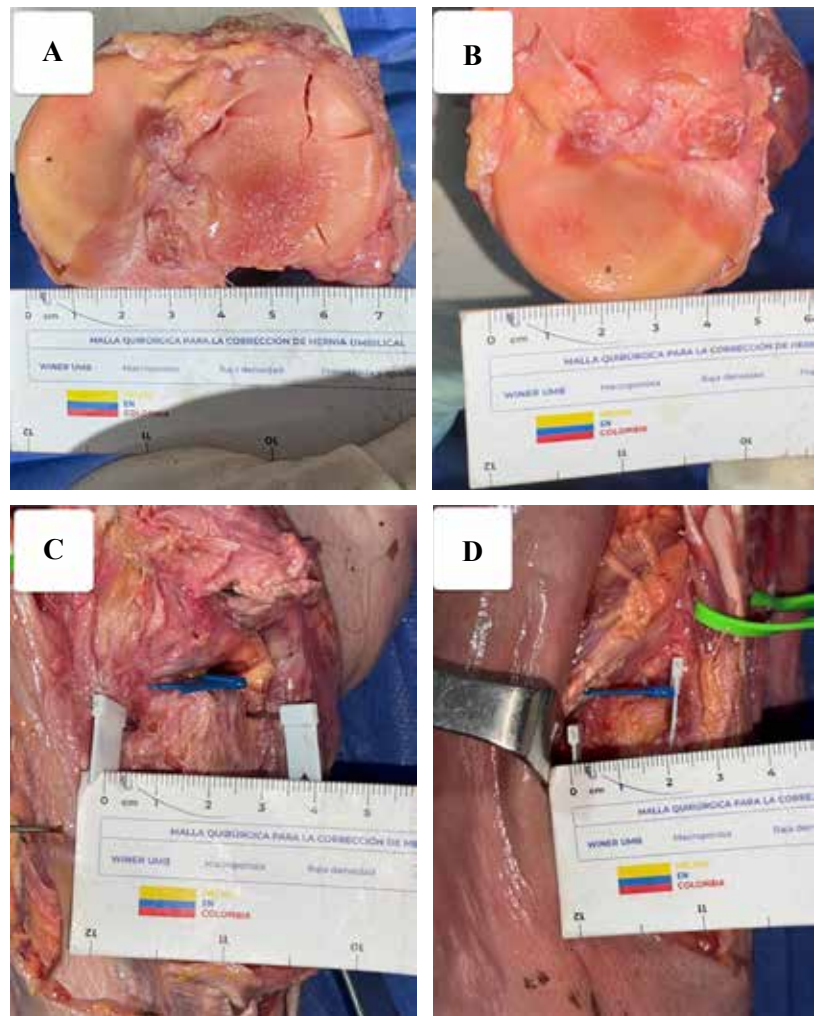


Figura 3:

- A) Medición del ancho total de la superficie tibial (3.0 cm).
- B) Medición del diámetro anteroposterior del platillo tibial (4.5 cm).
- C) Medición de la ventana anterolateral en el abordaje posterolateral de la rodilla izquierda (3.7 cm).
- D) Medición de la ventana posterolateral en el abordaje posterolateral de la rodilla izquierda (2.0 cm).



**Figura 4:**

**A)** Medición del ancho total de la superficie tibial (3.0 cm). **B)** Medición del diámetro anteroposterior del platillo tibial (5.0 cm). **C)** Medición de la ventana anterolateral en el abordaje posterolateral de la rodilla derecha (3.5 cm). **D)** Medición de la ventana posterolateral en el abordaje posterolateral de la rodilla derecha (2.0 cm).

Desde una perspectiva biomecánica, la exposición lograda mediante el abordaje de doble ventana podría mejorar la colocación de implantes y la estabilidad de la fijación, lo cual ha sido reportado en estudios que han analizado la relación entre la exposición tibial y la correcta alineación de los materiales de osteosíntesis.<sup>11</sup>

Finalmente, se ha demostrado que el abordaje posterolateral mejora la accesibilidad a la tibia proximal sin poner en riesgo estructuras neurovasculares importantes y disminuyendo el riesgo de un escalón articular postreducción.<sup>12,13</sup>

### Limitaciones

Este estudio presenta algunas limitaciones. En primer lugar, se trata de disecciones cadavéricas, lo cual impide evaluar directamente la respuesta biológica de los tejidos o el impacto en la recuperación postoperatoria y restringe la valoración de los beneficios clínicos a largo plazo de la técnica quirúrgica empleada. En segundo lugar, no se realizó una validación interobservador de

las mediciones, ya que éstas fueron efectuadas por un único investigador; la inclusión de múltiples observadores y la evaluación de la concordancia interobservador habrían reforzado la objetividad del protocolo. Además, el tamaño muestral es reducido, lo que limita la generalización robusta de los hallazgos.

### Conclusión

El abordaje posterolateral con doble ventana (anterior y posterior al bíceps femoral) permite una adecuada exposición del platillo tibial lateral sin necesidad de realizar osteotomías. La ventana anterolateral mostró mayor porcentaje de exposición, mientras que la posterolateral ofreció una visualización complementaria preservando estructuras críticas y, por ende, mitigando riesgos y complicaciones al no recurrir a abordajes transfibulares. Este abordaje constituye una alternativa prometedora; los hallazgos descritos proporcionan información valiosa para futuras investigaciones. Se recomienda realizar estudios experimentales en modelos cadavéricos frescos que simulen hemorragia,

edema y variaciones anatómicas, ensayos biomecánicos que evalúen la estabilidad de la fijación y estudios clínicos prospectivos que validen su seguridad y eficacia en pacientes y su aplicabilidad en la práctica quirúrgica. Es una alternativa con potencial para mejorar la eficacia de los procedimientos de osteosíntesis y reducir el riesgo de complicaciones postoperatorias.

#### Referencias

- Müller ME, Allgower M, Schneider R, Willenegger H. Manual of internal fixation: techniques recommended by the AO-ASIF group. Berlin: Springer-Verlag; 1979.
- Frosch KH, Balcarek P, Walde T, Stürmer KM. A new posterolateral approach without fibula osteotomy for the treatment of tibial plateau fractures. *J Orthop Trauma*. 2010; 24(8): 515-20.
- Barei DP, Nork SE, Mills WJ, Henley MB, Benirschke SK. Complications associated with internal fixation of high-energy bicondylar tibial plateau fractures utilizing a two-incision technique. *J Orthop Trauma*. 2006; 20(2): 85-91.
- Carlson DA. Posterior bicondylar tibial plateau fractures. *J Orthop Trauma*. 2005; 19(2): 73-8.
- Fakler JK, Locherbach C, Josten C. Surgical treatment of tibial plateau fractures. *EFORT Open Rev*. 2017; 2(5): 205-10.
- Solomon LB, Stevenson AW, Baird RP, Pohl AP. Posterolateral approach to the tibial plateau revisited: radiographic analysis of the revised posterolateral approach. *J Orthop Trauma*. 2013; 27(8): e186-93.
- Solomon LB, Ferris L, Fiorenza M, Callary SA, Howie DW. Long-term functional outcomes following tibial plateau fractures. *ANZ J Surg*. 2018; 88(3): 225-30.
- Krause M, Frings J, Isik H, Frosch KH. Comparison of extended lateral approaches to the tibial plateau: The articular exposure of lateral epicondyle osteotomy with and without popliteus tendon vs. fibula osteotomy. *Injury*. 2020; 51(8): 1874-8.
- Cho JW, Kim J, Lee JH, Bae J, Oh HK. Comparison of three surgical approaches for the posterolateral tibial plateau fracture: radiological and clinical outcomes. *J Knee Surg*. 2020; 33(9): 913-20.
- Sun H, Zheng Y, Zhang Y, Liu X, Zhu Y. A modified anterolateral approach with posterolateral fragment reduction via the anterior tibiofibular ligament window in tibial plateau fractures. *J Orthop Surg Res*. 2022; 17(1): 198.
- Gwinner C, Mardian S, Schwabe P, Schaser KD, Krapohl BD, Jung TM. Current concepts review: fractures of the tibial plateau. *Unfallchirurg*. 2017; 120(8): 653-69.
- De Boeck H. Surgical approaches to the tibial plateau. *Oper Orthop Traumatol*. 2015; 27(4): 201-13.
- Zhai Q, Hu C, Pang Q, Ding R, Shen M, Zhang K. Comparison of different surgical approaches for the treatment of posterolateral tibial plateau fractures: a systematic review and meta-analysis. *Orthop Surg*. 2021; 13(3): 869-79.

## Surgical technique

doi: 10.35366/123292

# Managing discoid lateral meniscus in children and adolescents: a review of recent advances

*Manejo del menisco discoide lateral en niños y adolescentes: una revisión de los avances recientes*

Masquijo JJ,\* Pedraza-Corbi A‡

Sanatorio Allende, Córdoba, Argentina.

**ABSTRACT.** Discoid lateral meniscus (DLM) is a structural anomaly characterized by an increased volume and altered collagen fibers, primarily affecting the lateral meniscus. Although its incidence varies, DLM is often present in the pediatric population and may present with acute or chronic knee symptoms, such as joint line pain, mechanical symptoms, and the inability to achieve terminal extension. Diagnosis is typically confirmed through magnetic resonance imaging and clinical evaluation. Histological studies have revealed disorganization and decreased collagen density in DLM, predisposing it to tears and instability. Various classification systems exist, with recent advancements focusing on meniscal width, height, stability, and tears, to guide treatment decisions. Conservative management is suitable for asymptomatic cases, whereas symptomatic patients may benefit from saucerization to restore meniscal function. Surgical intervention, including saucerization and repair, is indicated in cases of peripheral instability or tears. Additionally, addressing mechanical axis deviations in skeletally immature patients is crucial for optimizing the outcomes. This review provides insights into the pathogenesis, classification, and treatment strategies of DLM in children and adolescents.

**Keywords:** meniscus, discoid, children, meniscal preservation, saucerization, guided growth.

**RESUMEN.** El menisco discoide lateral (MDL) es una anomalía estructural que se caracteriza por un aumento de volumen y alteración de las fibras de colágeno, afectando principalmente al menisco lateral. Aunque su incidencia varía, el MDL se presenta con frecuencia en la población pediátrica y puede presentarse con síntomas agudos o crónicos de rodilla, como dolor en la línea articular, síntomas mecánicos e incapacidad para lograr la extensión terminal. El diagnóstico se confirma generalmente mediante resonancia magnética y evaluación clínica. Los estudios histológicos han revelado desorganización y disminución de la densidad de colágeno en el MDL, lo que predispone a desgarros e inestabilidad. Existen diversos sistemas de clasificación, con avances recientes centrados en la anchura, la altura, la estabilidad y los desgarros del menisco, para orientar las decisiones terapéuticas. El tratamiento conservador es adecuado para casos asintomáticos, mientras que los pacientes sintomáticos pueden beneficiarse de la saucerización para restaurar la función meniscal. La intervención quirúrgica, que incluye saucerización y reparación, está indicada en casos de inestabilidad periférica o desgarros. Además, abordar las desviaciones del eje mecánico en pacientes con esqueleto inmaduro es crucial para optimizar los resultados. Esta revisión proporciona información sobre la patogénesis, la clasificación y las estrategias de tratamiento de la MDL en niños y adolescentes.

**Palabras clave:** menisco, discoide, niños, preservación meniscal, saucerización, crecimiento guiado.

### Level of evidence: V

\* Department of Pediatric Orthopedics and Traumatology, Sanatorio Allende. Córdoba, Argentina.

‡ Hospital Universitario y Politécnico La Fe de Valencia. Valencia, España.

#### Correspondence:

Dr. Javier Masquijo

Independencia 757, 1st Floor, Córdoba.

E-mail: jmasquijo@gmail.com

Received: 11-14-2024. Accepted: 02-01-2025.

**How to cite:** Masquijo JJ, Pedraza-Corbi A. Managing discoid lateral meniscus in children and adolescents: a review of recent advances. Acta Ortop Mex. 2026; 40(3): 201-208. <https://dx.doi.org/10.35366/123292>



**Abbreviations:**

DLM = discoid lateral meniscus

MRI = magnetic resonance imaging

PRI = peripheral rim instability

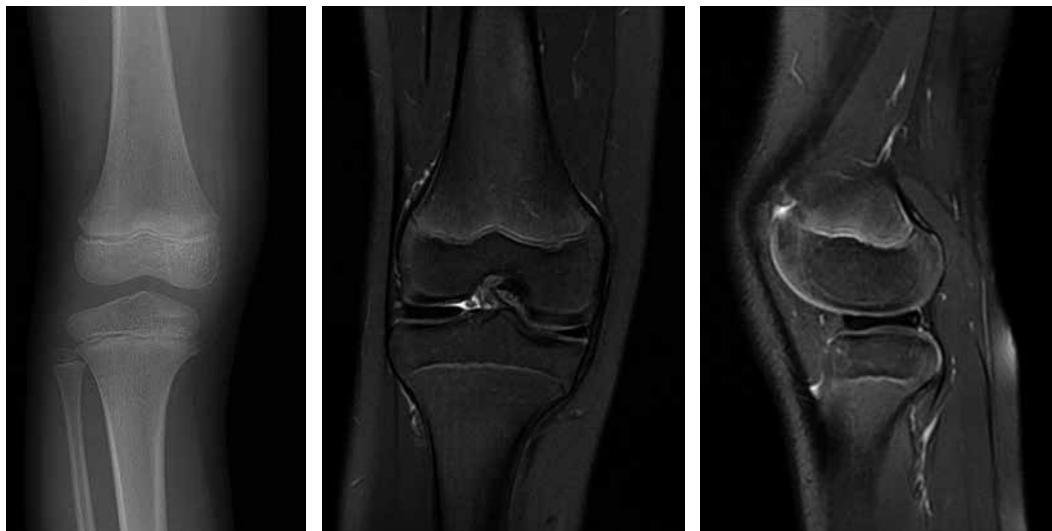
PRISM = Pediatric Research in Sports Medicine

**Introduction**

Discoid lateral meniscus (DLM) is a structural alteration characterized by increased volume and decreased and disorganized collagen fibers affecting its shape and stability, predisposing it to tears at an early age.<sup>1</sup> The frequency of presentation varies from 0.4 to 20%<sup>2</sup> and is almost exclusively located in the lateral meniscus (*Figure 1*). This condition can be incidentally detected in asymptomatic patients or presents with mechanical symptoms (pain, swelling, joint catching, and locking). Magnetic resonance imaging (MRI) is an important diagnostic tool that, combined with clinical characteristics, confirms the diagnosis, analyzes meniscal morphology and the presence of associated tears, and evaluates signs of peripheral rim instability (PRI). PRI occurs due to acute or chronic meniscocapsular junction tears or abnormal, attenuated, or absent meniscocapsular attachments of the discoid meniscus and is postulated to occur in areas of higher stress.<sup>3,4</sup> If the rim can be everted or translated to the other half of the tibial plateau after saucerization, it is considered unstable.<sup>5</sup> The incidence of rim instability in pediatric patients has variable rates in the existing literature, from 28 to 77%.<sup>2,3,5</sup> In a recent study that assessed 470 patients,<sup>6</sup> rim instability was identified in 49% of the cohort. The same authors observed a higher prevalence of rim instability in the younger age group (< 14 years), particularly among those with complete discoid meniscus variants. Regarding the type of instability, a slightly elevated incidence of anterior instability was noted in patients over 14 years of age, contrasting with a predominance of posterior instability in the younger age group.

**Histology and pathogenesis**

The etiology of discoid meniscus is still not fully understood, and several theories have been proposed. Smillie, in the 1940s, proposed the theory that the discoid lateral meniscus is a normal fetal developmental stage in which the central area of the cartilage plate fails to resorb.<sup>7</sup> However, embryological studies have shown that the lateral meniscus does not have a discoid shape during development,<sup>8,9</sup> and histological findings suggest that the discoid shape of the meniscus may be a pathological entity. Atay et al.<sup>10</sup> conducted a study examining partial thickness biopsies of symptomatic discoid lateral menisci. These results revealed that a highly organized collagen matrix was not present in DLM. The collagen fibers were disorganized and decreased in number, and the collagen concentration was low. These factors contribute to a decrease in the ability of the meniscus to act as a stress absorber, similar to that observed in adult patients with degenerated menisci. Papadopoulos et al.<sup>11</sup> conducted a histomorphological study of the discoid lateral meniscus, taking samples during arthroscopy. They found no significant difference in the architecture of the radially arranged collagen. However, there was significant distortion of circumferential fibers, especially throughout the height of the anterior and posterior thirds and in the middle and posterior thirds of the discoid meniscus near the tibial surface. In addition, the posterior third showed signs of extensive myxoid degeneration and bone metaplasia. Choi et al., in their transmission electron microscopy study, also mentioned low density and disorganization in the ultrastructure of collagen in the discoid lateral meniscus, which may lead to meniscal tears.<sup>12</sup> The absence of proper meniscofemoral insertion and changes in meniscal vascularization may also be involved in this malformation.<sup>13</sup> In summary, DLM represents a spectrum with high variability in collagen architecture density and disorganization, vascularization, and peripheral

**Figure 1:**

Anteroposterior radiograph, and coronal/sagittal MRI slices of a lateral discoid meniscus without evidence of tears or peripheral instability.

insertions, which predispose patients to tears to a greater or lesser extent, occurring with or without traumatic events.

## Classification

Watanabe and Ikeuchi proposed the most commonly used classification in 1969.<sup>14</sup> The authors classified DLM into three types based on arthroscopic findings. Type I refers to complete and stable DLM that covers the entire lateral tibial plateau. Type II is a stable partial DLM, covering up to 80% of the tibia. Type III DLM is unstable because it lacks menisco-tibial insertions and is probe-displaceable. This variant is also called the Wrisberg type because the Wrisberg posterior menisiofemoral ligament is the only posterior anchor. Although this classification system is the most mentioned in the literature, it has certain limitations, as it does not differentiate DLM with or without tears and does not provide any guidance for management or prognosis. Klingele et al., in a series of symptomatic DLMs, found that hypermobility due to peripheral rim instability was nearly 28%.<sup>15</sup> The authors established that it could be found in both complete and incomplete discoid menisci, and could be located in the anterior or posterior horn. Accordingly, Good et al.<sup>5</sup> proposed a new classification system. They recommended classifying DLMs as either complete or incomplete. Additionally, these could be subclassified as stable or unstable, and this instability could be anterior or posterior depending on the location. Furthermore, tears in the meniscal body should be noted. This classification is useful for making surgical decisions and formulating treatment strategies. Ahn et al. proposed an MRI-based classification to help surgeons choose treatment methods in symptomatic DLMs, based on the type of meniscal «displacement» due to peripheral capsular detachments.<sup>3</sup> The described types were without displacement (no capsular detachment), anterocentral displacement (posterior horn detachment), posterocentral displacement (anterior horn detachment), and central displacement (posterolateral detachment with displacement of the entire meniscus). More recently, a study group from the Pediatric Research in Sports Medicine (PRISM) society developed a classification system through a comprehensive review of existing classification systems, followed by a consensus method of the expert group. This classification includes four main characteristics: meniscal width, meniscal height, peripheral stability, and meniscal tear<sup>16</sup> (Table 1).

**Treatment:** the current algorithm used by the authors is illustrated in *Figure 2*.

### Asymptomatic

Patients incidentally diagnosed with a discoid meniscus on MRI examination in the absence of symptoms do not require formal treatment. However, close follow-up is recommended to monitor symptom development.

**Table 1: PRISM (Pediatric Research in Sports Medicine) classification system for lateral discoid meniscus.<sup>17</sup>**

Component	Description
Width	
W0	Normal
W1	Incomplete, wider than normal, covering < 90% of the tibial plateau
W2	Almost complete/full, covering ≥ 90% of the tibial plateau
Height	
H0	Normal, similar to a normal meniscus
H1	Abnormal, greater than a normal meniscus
Instability	
S0	Normal stability
SA	Abnormal stability in the anterior half of the meniscus
SP	Abnormal stability in the posterior half of the meniscus
SAP	Abnormal stability in the anterior and posterior meniscus
Tear type	
T0	No tear or tear in the central/flatten zone
THA	Horizontal in the anterior half
THP	Degenerative/complex/radial
THAP	Tear location
TDA	Radial, complex, or degenerative tear in the anterior half
TDP	Radial, complex, or degenerative tear in the posterior half
TDAP	Radial, complex, or degenerative tear in the anterior and posterior halves

### Symptomatic without tears

While the vast majority of patients presenting with symptoms have meniscal tears, there is a subgroup that may experience joint catching, a locking sensation, or even pain without findings of tears on MRI. The initial treatment for these patients should be conservative. Preserving meniscal function is important; therefore, saucerization should be reserved for cases that remain symptomatic after a period of rehabilitation. The goal of saucerization is to create a more normal-functioning meniscus with sufficient tissue to absorb the load (*Figure 3*). This treatment allows for satisfactory short- and medium-term outcomes.<sup>17,18</sup> While it is traditionally recommended to preserve a peripheral rim of 6-8 mm on the lateral meniscus, there is currently controversy regarding the amount of residual tissue that should be preserved. This recommendation has been applied without considering the patient's age or knee size, and lacks support from long-term clinical observations and biomechanical studies. Studies on cadavers of pediatric patients have shown that meniscal width progressively increases with patient age,<sup>19</sup> and a width of at least 10 mm is considered normal for eight-year-olds and at least 15 mm for adolescents.<sup>20</sup> Recent clinical research has revealed that a residual width of 6-8 mm for the lateral meniscus may be insufficient and may increase the risk of meniscal extrusion and lateral femoral condyle osteochondritis dissecans.<sup>21,22</sup>

Liu et al.<sup>23</sup> conducted a study using a finite element model of the knee and observed that when the residual width of the lateral meniscus exceeded 12 mm, there were no significant changes in maximum stress at the knee joint compared to preoperative levels. However, decreasing the width from 12 to 8 mm resulted in a slight increase in peak contact stress. When the width was reduced from 8 to 0 mm, the peak contact stress significantly increased. These findings are supported by a similar study conducted in pediatric patients.<sup>24</sup> This research suggests that it is important to consider a residual width greater than 10 mm to avoid

complications and preserve proper knee function in patients with a discoid lateral meniscus.

**Symptomatic tears or peripheral instability**

Patients with a discoid lateral meniscus who experience mechanical symptoms often present with intrasubstance meniscal tears, or peripheral rim instability due to unstable peripheral tears or Wrisberg-type discoid meniscus. Ahn et al. have reported that a prolonged duration of symptoms before surgical treatment is an independent risk

**Discoid lateral meniscus**

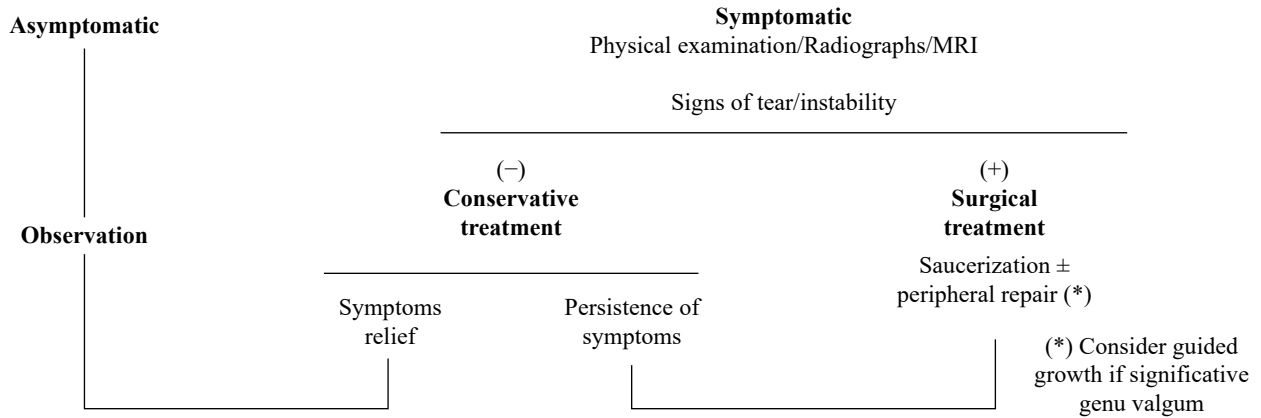


Figure 2: Author’s preferred current treatment algorithm for discoid meniscus.



Figure 3:

Arthroscopic saucerization procedure for lateral discoid meniscus.



Figure 4: Arthroscopic saucerization, and peripheral repair with inside-out technique. A) Anatomic landmarks. B) Arthroscopic image after saucerization and peripheral repair. C) Marrow venting.

Table 2: Evidence regarding meniscal rim preservation surgery.

Author	Journal	Year	LOE	N (knees)	Mean age	Gender (M/F)	Treatment			Follow-up (months)	Complications	Revision rate (%)
							S	S+R	STM			
Bellier <sup>34</sup>	Arthroscopy	1989	IV	16 (19)	10.5	10/6	18	0	1	36	Residual symptoms (2)	15.7
Aichroth PM <sup>35</sup>	J Bone Joint Surg Br	1991	IV	52 (62)	10.5	28/24	6	0	48	54	Arthritic changes (3)	7.4
Ogüt T <sup>36</sup>	J Pediatr Orthop	2003	IV	11	11.5	6/5	11	0	0	54	Ossificans myositis (1)	NR
Atay OA <sup>37</sup>	Arthroscopy	2003	IV	33 (34)	5.6	19/14	33	0	1	60	NR	NR
Adachi N <sup>38</sup>	Arthroscopy	2004	IV	5	15.4	4/1	0	5	0	24	Residual pain (1)	20
Good C <sup>3</sup>	Arthroscopy	2007	IV	27 (30)	10.1	8/19	7	21	2	29.8	Residual pain (3), intermitent symptoms (4)	11.1
Ahn J <sup>3</sup>	Arthroscopy	2008	IV	23 (28)	9	10/13	0	23	0	50.9	Residual pain (2), growth discrepancy (1)	NR
Wasser L <sup>39</sup>	Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research	2011	III	18 (20)	9	7/13	9	8	3	37	OCD (1), re-tear (2)	10
Stilli S <sup>40</sup>	Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc	2011	IV	97 (104)	8	33/64	0	0	104	102	NR	NR
Carter C <sup>41</sup>	J Pediatr Orthop	2012	III	51 (57)	11.7	22/29	33	24	0	15	Residual symptoms (3), re-tear (3)	3.5
Ahn J <sup>42</sup>	Arthroscopy	2015	IV	38 (48)	9.9	33/15	22	18	8	120	Arthritic changes (19)	6.3
Yoo WJ <sup>43</sup>	Arthroscopy	2015	IV	86 (100)	10.7	56/30	45	42	13	108	OCD (5), re-tear (5)	12
Lee C <sup>44</sup>	Arthroscopy	2016	IV	20 (21)	15.3	10/10	15	6	0	81.6	Arthritic changes (19)	NR
Matsuo T <sup>45</sup>	Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc	2017	IV	9	14	5/4	0	9	0	6	NR	NR
Hagino T <sup>46</sup>	Arch Orthop Traumat Surg	2017	IV	34 (39)	12.9	13/21	32	6	1	14	OCD (2)	5.4
Haskel J <sup>32</sup>	Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc	2018	IV	17 (19)	9.3	NR	4	15	0	132	Residual pain (9), locking sensation (2)	20.6
Ohnishi Y <sup>47</sup>	The Knee	2018	III	52 (56)	19.4	28/24	39	17	0	30	Re-tear (1)	2
Kinugasa K <sup>48</sup>	The Knee	2019	IV	4	16.2	2/2	0	4	0	24	NR	NR
Lins L <sup>33</sup>	J Pediatr Orthop	2021	IV	25 (30)	10.8	8/17	20	10	0	234	Arthritic changes (2)	44
Perkins C <sup>30</sup>	J Pediatr Orthop	2021	IV	30 (32)	12	15/15	0	32	0	54	Residual pain (1), re-tear (2)	9
Silverstein R <sup>6</sup>	Am J Sports Med	2023	III	274	12.4	142/129	83	148	43	17	NR	22.1
Bauwens PH <sup>49</sup>	Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc	2023	III	51 (60)	11	22/29	3	57	0	41.5	Instability (10)	18.3
Lu X <sup>30</sup>	International Orthopaedics	2023	IV	128	24.1	40/88	75	33	20	23.3	NR	NR
Rublev G <sup>51</sup>	Arthrosc Sports Med Rehabil	2024	III	20 (22)	8.4	9/11	9	11	0	36	NR	NR

F = female, LOE = level of evidence, M = male, NR = not reported, S = saucerization, S+R = saucerization + repair, STM = subtotal meniscectomy.

factor for poor outcomes and progression to high-grade osteoarthritis.<sup>25</sup> Therefore, delaying surgical treatment is not recommended once the patient presents with mechanical symptoms and MRI shows signs of instability or tears. Traditionally, the treatment for symptomatic unstable discoid meniscus has been total or subtotal meniscectomy. However, long-term studies have shown poor outcomes with this approach, including instability and degenerative changes in the lateral compartment.<sup>26,27,28</sup> Recent research recommends preserving the meniscal rim using techniques such as saucerization and peripheral stabilization, which have shown encouraging mid-term results<sup>29,30,31</sup> (Figure 4). Although patient-reported outcomes are still favorable in the long term, they tend to decline over time,<sup>32</sup> and nearly half of patients may require revision saucerization with or without meniscal repair<sup>33</sup> (Table 2).

### The role of guided growth

In all patients considered suitable candidates for surgery, it is crucial to thoroughly assess the mechanical axis. Diagnostic imaging should include standing hip-to-ankle alignment films to identify and measure any coronal plane deformities. These radiographs not only help evaluate preoperative limb alignment but also serve as a baseline for tracking changes after treatment. In a neutrally aligned knee, the mechanical axis runs between the tibial spines (located laterally in valgus alignment), with both the mechanical lateral distal femoral angle and medial proximal tibial angle typically measuring 87°, falling within the normal range of 85° to 90°. Additionally, alongside lower extremity radiographs, assessing the patient's skeletal age is crucial and can be achieved through a single radiographic view of the left hand<sup>52</sup> or knee<sup>53</sup> for calculating the remaining growth potential.

Guided growth holds significant importance for pediatric patients with DLM and genu valgum, utilizing their skeletal growth potential to correct angular deformities and avoiding

the necessity for more invasive procedures like osteotomies. By addressing lower limb malalignment through guided growth techniques (Figure 5), orthopedic surgeons can enhance the biomechanical conditions of the knee joint, potentially minimizing the risk of symptom advancement, meniscal tears, and prolonged joint degeneration in the long term.

### Future directions

Exploring future avenues in studying the discoid lateral meniscus may entail refining repair techniques to account for abnormal tissue morphology and optimizing approaches that consider the unique anatomical characteristics of the discoid meniscus. Additionally, investigating biologic augmentation strategies could enhance the healing potential of meniscal repairs in DLM cases. Furthermore, conducting long-term follow-up studies may help elucidate the natural history of DLM and shed light on how rim-preserving procedures may prevent the onset of degenerative processes. Lastly, delving into the role of meniscal transplantation, including various types of grafts such as meniscus allografts,<sup>54</sup> collagen implants, synthetic polymers, 3D printed scaffolds,<sup>55,56</sup> and semitendinosus allografts<sup>57</sup> in patients with DLM and meniscal deficiency could offer insights into the effectiveness, safety, and long-term advantages of restoring knee function and mitigating degenerative changes.

### Conclusion

Discoid menisci represent a congenital variation of the meniscus, characterized by an abnormal shape, stability, and histological structure, which predisposes children to a higher incidence of tears and mechanical symptoms. Although the precise etiology is not fully elucidated, advancements in imaging and histological studies have provided valuable insights into its pathogenesis. Early recognition and appropriate management are crucial for optimizing

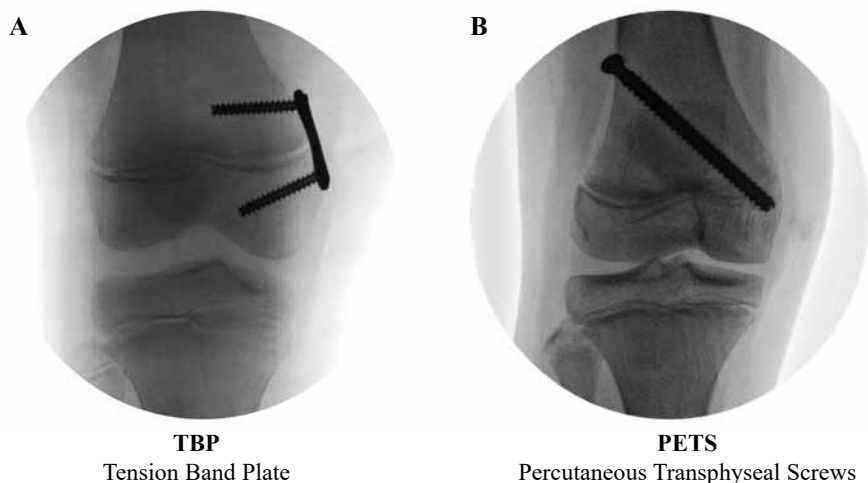


Figure 5:

Guided growth with tension band plates (A) and transphyseal screws (B).

outcomes and preventing long-term complications. The evolution of classification systems has provided clinicians with a more nuanced understanding of DLM morphology and stability, aiding in treatment decision-making. Conservative management is appropriate for asymptomatic cases with close monitoring of symptom development. For symptomatic cases, saucerization offers a viable option for restoring meniscal function and alleviating symptoms. Surgical intervention, including saucerization and repair, is indicated for cases with peripheral instability or tears. Additionally, addressing mechanical axis deviations can be crucial for optimizing outcomes, particularly in skeletally immature patients.

## References

- Kocher MS, Logan CA, Kramer DE. Discoid lateral meniscus in children: diagnosis, management, and outcomes. *J Am Acad Orthop Surg.* 2017; 25(11): 736-43. doi: 10.5435/JAAOS-D-15-00491.
- Rohren EM, Kosarek FJ, Helms CA. Discoid lateral meniscus and the frequency of meniscal tears. *Skeletal Radiol.* 2001; 30(6): 316-20. doi: 10.1007/s002560100351.
- Ahn JH, Lee SH, Yoo JC, Lee YS, Ha HC. Arthroscopic partial meniscectomy with repair of the peripheral tear for symptomatic discoid lateral meniscus in children: results of minimum 2 years of follow-up. *Arthroscopy.* 2008; 24(8): 888-98.
- Kim JH, Bin SI, Lee BS, et al. Does discoid lateral meniscus have inborn peripheral rim instability? Comparison between intact discoid lateral meniscus and normal lateral meniscus. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2018; 138(12): 1725-30.
- Good CR, Green DW, Griffith MH, Valen AW, Widmann RF, Rodeo SA. Arthroscopic treatment of symptomatic discoid meniscus in children: classification, technique, and results. *Arthroscopy.* 2007; 23(2): 157-63. doi: 10.1016/j.arthro.2006.09.002.
- Silverstein RS, McKay SD, Coello P, et al. Relationship between age and pathology with treatment of pediatric and adolescent discoid lateral meniscus: a report from the SCORE multicenter database. *Am J Sports Med.* 2023; 51(13): 3493-501. doi: 10.1177/03635465231206173.
- Smillie IS. The congenital discoid meniscus. *J Bone Joint Surg Br.* 1948; 30B(4): 671-82.
- Kaplan EB. The embryology of the menisci of the knee joint. *Bull Hosp Joint Dis.* 1955; 16(2): 111-24.
- Kaplan EB. Discoid lateral meniscus of the knee joint; nature, mechanism, and operative treatment. *J Bone Joint Surg Am.* 1957; 39-A(1): 77-87.
- Atay OA, Pekmezci M, Doral MN, Sargon MF, Ayvaz M, Johnson DL. Discoid meniscus: an ultrastructural study with transmission electron microscopy. *Am J Sports Med.* 2007; 35(3): 475-8. doi: 10.1177/0363546506294678.
- Papadopoulos A, Kirkos JM, Kapetanios GA. Histomorphologic study of discoid meniscus. *Arthroscopy.* 2009; 25(3): 262-8. doi: 10.1016/j.arthro.2008.10.006.
- Choi YH, Seo YJ, Ha JM, Jung KH, Kim J, Song SY. Collagenous ultrastructure of the discoid meniscus: a transmission electron microscopy study. *Am J Sports Med.* 2017; 45(3): 598-603. doi: 10.1177/0363546516674181.
- Kim JG, Han SW, Lee DH. Diagnosis and treatment of discoid meniscus. *Knee Surg Relat Res.* 2016; 28(4): 255-62. doi: 10.5792/ksrr.16.050.
- Watanabe M, Takeda S, Ikeuchi H. *Atlas of arthroscopy.* 2nd edition. Tokyo, Japan: Igaku-Shoin Ltd, 1969.
- Klinge KE, Kocher MS, Hresko MT, Gerbino P, Micheli LJ. Discoid lateral meniscus: prevalence of peripheral rim instability. *J Pediatr Orthop.* 2004; 24(1): 79-82. doi: 10.1097/00004694-200401000-00015.
- Lee RJ, Nepple JJ, Schmale GA, et al. Reliability of a new arthroscopic discoid lateral meniscus classification system: a multicenter video analysis. *Am J Sports Med.* 2022; 50(5): 1245-53. doi: 10.1177/03635465221076857.
- Lee YS, Teo SH, Ahn JH, Lee OS, Lee SH, Lee JH. Systematic review of the long-term surgical outcomes of discoid lateral meniscus. *Arthroscopy.* 2017; 33(10): 1884-95. doi: 10.1016/j.arthro.2017.04.006.
- Ng YH, Tan SHS, Lim AKS, Hui JH. Meniscectomy leads to good mid-term to long-term outcomes for children and adolescents with discoid lateral meniscus. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2021; 29(2): 352-7. doi: 10.1007/s00167-020-05929-2.
- Rohde MS, Trivedi S, Randhawa S, et al. Pediatric meniscus morphology varies with age: a cadaveric study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2023; 31(10): 4179-86. doi: 10.1007/s00167-023-07447-3.
- Gamble JG, Abdalla AB, Meadows MG, et al. Radial width of the lateral meniscus at the popliteal hiatus: relevance to saucerization of discoid lateral menisci. *Am J Sports Med.* 2022; 50(1): 138-41. doi: 10.1177/03635465211056661.
- Mochizuki T, Tanifuji O, Watanabe S, Sato T, Endo N. The postoperative shorter meniscal width was the risk factor of lateral meniscal extrusion in the middle portion for juvenile and adolescent knees with discoid lateral meniscus. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2021; 29(9): 2857-66. doi: 10.1007/s00167-020-06188-x. Epub 2020 Jul 30. Erratum in: *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2021; 29(9): 2867-8. doi: 10.1007/s00167-020-06227-7.
- Mochizuki T, Tanifuji O, Sato T, Watanabe S, Endo N. Predictive factors for developing osteochondritis dissecans after surgery for discoid lateral meniscus are younger age and shorter meniscal width. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2021; 29(1): 100-8. doi: 10.1007/s00167-019-05750-6.
- Liu W, Sun X, Liu W, Liu H, Zhai H, Zhang D, Tian F. Finite element study of a partial meniscectomy of a complete discoid lateral meniscus in adults. *Med Eng Phys.* 2022; 107: 103855. doi: 10.1016/j.medengphys.2022.103855.
- Yokoe T, Ouchi K, Matsumoto T, Tajima T, Chosa E. Effect of the volume of resected discoid lateral meniscus on the contact stress of the tibiofemoral joint: a finite element analysis. *Knee.* 2023; 42: 57-63. doi: 10.1016/j.knee.2023.02.013.
- Ahn JH, Kang DM, Choi KJ. Risk factors for radiographic progression of osteoarthritis after partial meniscectomy of discoid lateral meniscus tear. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2017; 103(8): 1183-8. doi: 10.1016/j.otsr.2017.09.013.
- Medlar RC, Mandiberg JJ, Lyne ED. Meniscectomies in children. Report of long-term results (mean, 8.3 years) of 26 children. *Am J Sports Med.* 1980; 8(2): 87-92. doi: 10.1177/036354658000800205.
- Manziona M, Pizzutillo PD, Peoples AB, Schweizer PA. Meniscectomy in children: a long-term follow-up study. *Am J Sports Med.* 1983; 11(3): 111-5. doi: 10.1177/036354658301100301.
- Washington ER 3rd, Root L, Liener UC. Discoid lateral meniscus in children. Long-term follow-up after excision. *J Bone Joint Surg Am.* 1995; 77(9): 1357-61. doi: 10.2106/00004623-199509000-00011.
- Carabajal M, Allende GJ, Masquijo JJ. Mid-term results of arthroscopic remodelling combined with peripheral repair in children with unstable discoid meniscus. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 2020; 64(3): 206-12. English, Spanish. doi: 10.1016/j.recot.2019.10.002.
- Perkins CA, Busch MT, Christino MA, Willimon SC. Saucerization and repair of discoid lateral menisci with peripheral rim instability: intermediate-term outcomes in children and adolescents. *J Pediatr Orthop.* 2021; 41(1): 23-7. doi: 10.1097/BPO.0000000000001695.
- Logan CA, Tepolt FA, Kocher SD, Feroe AG, Micheli LJ, Kocher MS. Symptomatic discoid meniscus in children and adolescents: a review of 470 cases. *J Pediatr Orthop.* 2021; 41(8): 496-501. doi: 10.1097/BPO.0000000000001907.
- Haskel JD, Uppstrom TJ, Dare DM, Rodeo SA, Green DW. Decline in clinical scores at long-term follow-up of arthroscopically treated discoid lateral meniscus in children. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018; 26(10): 2906-11. doi: 10.1007/s00167-017-4825-y.
- Lins LAB, Feroe AG, Yang B, et al. Long-term minimum 15-year follow-up after lateral discoid meniscus rim preservation surgery in

- children and adolescents. *J Pediatr Orthop*. 2021; 41(9): e810-e815. doi: 10.1097/BPO.0000000000001903.
34. Bellier G, Dupont JY, Larrain M, Caudron C, Carlioz H. Lateral discoid menisci in children. *Arthroscopy*. 1989; 5(1): 52-6. doi: 10.1016/0749-8063(89)90092-3.
  35. Aichroth PM, Patel DV, Marx CL. Congenital discoid lateral meniscus in children. A follow-up study and evolution of management. *J Bone Joint Surg Br*. 1991; 73(6): 932-6. doi: 10.1302/0301-620X.73B6.1955439.
  36. Ogüt T, Kesmezacar H, Akgün I, Cansü E. Arthroscopic meniscectomy for discoid lateral meniscus in children and adolescents: 4.5 year follow-up. *J Pediatr Orthop B*. 2003; 12(6): 390-7. doi: 10.1097/01202412-200311000-00007.
  37. Atay OA, Doral MN, Leblebicioglu G, Tetik O, Aydingöz U. Management of discoid lateral meniscus tears: observations in 34 knees. *Arthroscopy*. 2003; 19(4): 346-52. doi: 10.1053/jars.2003.50038.
  38. Adachi N, Ochi M, Uchio Y, Kuriwaka M, Shinomiya R. Torn discoid lateral meniscus treated using partial central meniscectomy and suture of the peripheral tear. *Arthroscopy*. 2004; 20(5): 536-42. doi: 10.1016/j.arthro.2004.01.028.
  39. Wasser L, Knörr J, Accadbled F, Abid A, Sales De Gauzy J. Arthroscopic treatment of discoid meniscus in children: clinical and MRI results. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2011; 97(3): 297-303. doi: 10.1016/j.otsr.2010.11.009.
  40. Stilli S, Marchesini Reggiani L, Marcheggiani Muccioli GM, Cappella M, Donzelli O. Arthroscopic treatment for symptomatic discoid lateral meniscus during childhood. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2011; 19(8): 1337-42. doi: 10.1007/s00167-011-1440-1.
  41. Carter CW, Hoellwarth J, Weiss JM. Clinical outcomes as a function of meniscal stability in the discoid meniscus: a preliminary report. *J Pediatr Orthop*. 2012; 32(1): 9-14. doi: 10.1097/BPO.0b013e31823d8338.
  42. Ahn JH, Kim KI, Wang JH, Jeon JW, Cho YC, Lee SH. Long-term results of arthroscopic reshaping for symptomatic discoid lateral meniscus in children. *Arthroscopy*. 2015; 31(5): 867-73. doi: 10.1016/j.arthro.2014.12.012.
  43. Yoo WJ, Jang WY, Park MS, et al. Arthroscopic treatment for symptomatic discoid meniscus in children: midterm outcomes and prognostic factors. *Arthroscopy*. 2015; 31(12): 2327-34. doi: 10.1016/j.arthro.2015.06.032.
  44. Lee CR, Bin SI, Kim JM, Kim NK. Magnetic resonance imaging findings in symptomatic patients after arthroscopic partial meniscectomy for torn discoid lateral meniscus. *Arthroscopy*. 2016; 32(11): 2366-72. doi: 10.1016/j.arthro.2016.04.012.
  45. Matsuo T, Kinugasa K, Sakata K, Ohori T, Mae T, Hamada M. Post-operative deformation and extrusion of the discoid lateral meniscus following a partial meniscectomy with repair. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017; 25(2): 390-96. doi: 10.1007/s00167-016-4393-6.
  46. Hagino T, Ochiai S, Senga S, et al. Arthroscopic treatment of symptomatic discoid meniscus in children. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2017; 137(1): 89-94. doi: 10.1007/s00402-016-2575-9.
  47. Ohnishi Y, Nakashima H, Suzuki H, Nakamura E, Sakai A, Uchida S. Arthroscopic treatment for symptomatic lateral discoid meniscus: the effects of different ages, groups and procedures on surgical outcomes. *Knee*. 2018; 25(6): 1083-90. doi: 10.1016/j.knee.2018.06.003.
  48. Kinugasa K, Hamada M, Yonetani Y, Matsuo T, Mae T, Nakata K, Horibe S. Discoid lateral meniscal repair without saucerization for adolescents with peripheral longitudinal tear. *Knee*. 2019; 26(3): 803-8. doi: 10.1016/j.knee.2019.03.007.
  49. Bauwens PH, Vandergugten S, Fiquet C, Raux S, Cance N, Chotel F. Discoid lateral meniscus instability in children: part II.: repair first to minimise the saucerisation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2023; 31(11): 4816-23. doi: 10.1007/s00167-023-07538-1.
  50. Lu X, Fan Y, Jiang B, Qian J, Yang B. Arthroscopic treatment of the symptomatic discoid lateral meniscus improves the knee function in the long-term: a ten-year follow-up study. *Int Orthop*. 2023; 47(10): 2449-55. doi: 10.1007/s00264-023-05941-4.
  51. Rublev GA, Natchkebia L, Gaprindashvili V, Mohamed MA, Tamazishvili T, Kartoza I, Zimlitski M. Arthroscopic saucerization of discoid lateral meniscus, with meniscus repair as indicated, results in excellent outcomes in pediatric patients younger than 12 years of age. *Arthrosc Sports Med Rehabil*. 2024; 6(2): 100915. doi: 10.1016/j.asmr.2024.100915.
  52. Heyworth BE, Osei DA, Fabricant PD, et al. The shorthand bone age assessment: a simpler alternative to current methods. *J Pediatr Orthop*. 2013; 33(5): 569-74. doi: 10.1097/BPO.0b013e318293e5f2.
  53. Furdock RJ, Sun KJ, Ren B, et al. The reliability of the modified fels knee skeletal maturity system. *J Pediatr Orthop*. 2024; 44(2): e192-6. doi: 10.1097/BPO.0000000000002553.
  54. Turati M, Boerci L, Piatti M, et al. Meniscal allograft transplants in skeletally immature patients: a systematic review of indications and outcomes. *Healthcare (Basel)*. 2023; 11(9): 1312. doi: 10.3390/healthcare11091312.
  55. Vasiliadis AV, Koukoulis N, Katakalos K. Three-dimensional-printed scaffolds for meniscus tissue engineering: opportunity for the future in the orthopaedic world. *J Funct Biomater*. 2021; 12(4): 69. doi: 10.3390/jfb12040069.
  56. Li J, Zhang F, Ga X, Gao G, Guo T. Total meniscus replacement with a 3D printing of network hydrogel composite scaffold in a rabbit model. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2024; 32(5): 1187-98. doi: 10.1002/ksa.12139.
  57. Rönnblad E, Rotzius P, Eriksson K. Autologous semitendinosus tendon graft could function as a meniscal transplant. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2022; 30(5): 1520-6. doi: 10.1007/s00167-021-06606-8.

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

**Funding:** this work has not received any funding.

**Protection of humans and animals:** the authors declare that no experiments were conducted on humans or animals for this research.

**Data Confidentiality:** the authors declare that they have followed their institution's protocols regarding the publication of patient data.

**Right to privacy and informed consent:** the authors declare that no patient data appear in this article.

Letter to the editor

doi: 10.35366/123293

## Treatment of osteitis pubis: arthrodesis with a new technique regarding two cases and review of the literature

*Tratamiento de la osteítis del pubis: artrodesis con nueva técnica a propósito de dos casos y revisión de la literatura*

Ganal I,\* Ersin-Celen Z‡

Yalova Aktif Private Hospital, Yalova, Turkey.

### Dear Editor:

Recently, we read with great interest the article «Treatment of osteitis pubis: arthrodesis with a new technique regarding two cases and review of the literature» by Olucha-Puchol and colleagues, which discusses the surgical treatment of pubic symphysis osteitis in patients aged 65 and above.<sup>1</sup> While we appreciate the authors' efforts to address this complex condition, we believe that several key aspects of the study warrant further discussion.

First, the chosen surgical method (arthrodesis using a subpubic plate, wire suture, and autologous graft) appears highly invasive. Such a procedure, particularly in patients aged 65 and over, carries significant risks of complications. The extensive dissection and placement of hardware in a biomechanically sensitive area could lead to issues such as infection, non-union, or hardware failure. A study by Ganal and Celen demonstrated that minimally invasive arthroscopic techniques carry a lower risk of complications while providing successful mid-term functional outcomes.<sup>2</sup> Therefore, we believe that less invasive alternatives should be explored and considered (*Figure 1*).

Secondly, the postoperative protocol recommending four weeks of non-weight-bearing movement raises

considerable concerns. Given the advanced age of the patients (65 and 72 years), prolonged immobility significantly increases the risk of complications such as deep vein thrombosis, pulmonary embolism, and muscle atrophy.<sup>3</sup> Being unable to walk for four weeks would inevitably result in muscle strength loss in the short term. This immobility not only affects the patients' quality of life but also delays overall recovery.

Additionally, there is growing evidence that minimally invasive surgical techniques may be more appropriate, particularly for elderly patients. It has been shown that arthroscopic treatments shorten recovery time, enable quicker functional recovery, and reduce complication rates.<sup>4</sup> For this reason, minimally invasive approaches should be investigated further in the treatment of pubic symphysis osteitis.

In conclusion, while the authors have presented a potentially effective technique for managing refractory pubic symphysis osteitis, the invasiveness of the procedure and the prolonged immobility postoperatively raise significant concerns. We advocate for further research into less invasive alternatives, and careful reconsideration of postoperative protocols to minimize complications and accelerate recovery for these patients.

\* Department of Orthopaedics and Traumatology, Yalova Aktif Private Hospital, Yalova, Turkey.

‡ Department of Orthopaedics and Traumatology, Ankara Bilkent City Hospital, Ankara, Turkey.

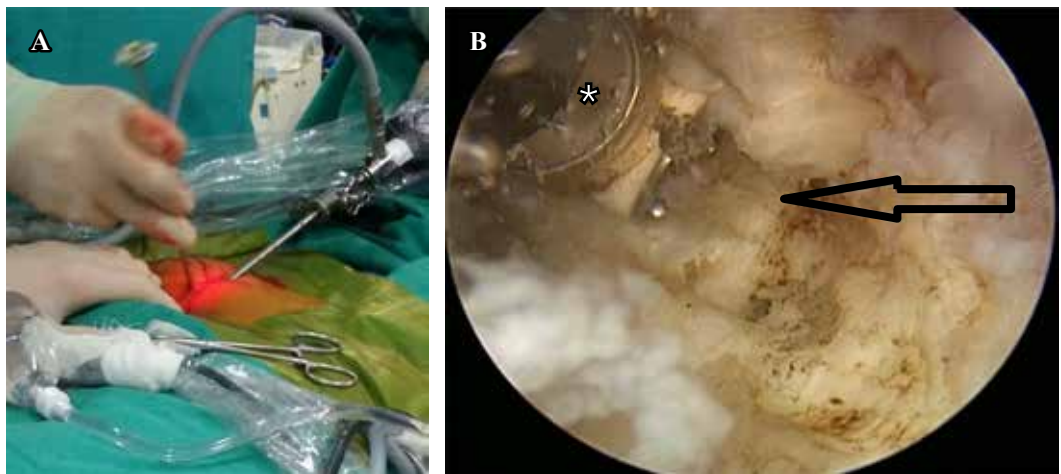
### Correspondence:

Assoc. Prof. Dr. Zekeriyâ Ersin-Celen

E-mail: drersincelen@gmail.com

**How to cite:** Ganal I, Ersin-Celen Z. Treatment of osteitis pubis: arthrodesis with a new technique regarding two cases and review of the literature. Acta Ortop Mex. 2026; 40(3): 209-210. <https://dx.doi.org/10.35366/123293>





**Figure 1:**

**A)** Arthroscopic treatment of a patient with osteitis pubis. **B)** Completed arthroscopic excision of the pubic symphysis joint (black arrow) using shaver and radiofrequency probe (white asterisk).

### References

1. Olucha-Puchol J, Rodríguez-Collell JR, Renovell-Ferrer P. Tratamiento de la osteítis del pubis: artrodesis con nueva técnica a propósito de dos casos y revisión de la literatura. *Acta Ortop Mex.* 2024; 38(2): 123-8.
2. Ganal I, Celen ZE. Midterm functional outcomes of arthroscopically treated recalcitrant osteitis pubis in competitive soccer players. *Orthop J Sports Med.* 2023; 11(10): 23259671231203677.
3. Aprisunadi, Nursalam N, Mustikasari M, Ifadah E, Hapsari ED. Effect of early mobilization on hip and lower extremity postoperative: a literature review. *SAGE Open Nurs.* 2023; 9: 23779608231167825.
4. Matsuda DK, Ribas M, Matsuda NA, Domb BG. Multicenter outcomes of endoscopic pubic symphysectomy for osteitis pubis associated with femoroacetabular impingement. *Arthroscopy.* 2015; 31(7): 1255-60.



# LXXI

**CONGRESO  
NACIONAL DE  
ORTOPEDIA**  
DE LA CIUDAD DE MÉXICO



# WTC **ABRIL 29** DOS **MAYO 03** MIL **26**



Facultad de Medicina  
de la UNAM con el  
No. SGENC/005/2026



[WWW.COLEGIOCMO.COM.MX](http://WWW.COLEGIOCMO.COM.MX)



WHATSAPP : 55 3518 1164

## INFORMES

[atencionsocios@colegiocmo.com.mx](mailto:atencionsocios@colegiocmo.com.mx)

WTC México, Montecito 38 piso 25,  
Oficinas 23 a 27 Col. Nápoles, 03810  
Tel.: 55 9000 2790 al 94