

e-ISSN: 2992-8036

# Acta Ortopédica Mexicana



2025

3

Vol. 39, 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)





# Hialoflex®

Suplemento Alimenticio  
Ácido Hialurónico y Colágeno nativo Tipo II



EXCLUSIVA COMBINACIÓN

Matriz de



Ácido  
Hialurónico



Colágeno  
nativo  
Tipo II

## Evolución en movimiento



[hialoflex.com.mx](http://hialoflex.com.mx)

ESTE PRODUCTO NO ES UN MEDICAMENTO. EL CONSUMO DE ESTE PRODUCTO ES RESPONSABILIDAD  
DE QUIEN LO RECOMIENDA Y DE QUIEN LO USA. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL.  
NO. DE PERMISO: 233300201A0398



ifa  
CELTICS®

60  
1965 - 2025

## 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

Dra. Ana Luisa Bravo Mercado

Dr. Francisco Guillermo Castillo Vázquez

Dr. Miguel Ángel Clara Altamirano

Dr. Efraín Farfás 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. 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

Artroscopia 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. Mahumppiti Alejandra

Colmenares Torres

Hombro y Codo Dr. Pedro Peláez Damy

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

Ortobiológico Dra. Sofía Elisa Pastelník Ruiz

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. Leonardo 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 39, No. 3, Mayo-Junio 2025, 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/actaortopedia](http://www.medigraphic.com/actaortopedia) 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, Departamento de Internet, Graphimed, S.A. de C.V., Ing. Luis Rosales Jiménez. Coquimbo 936. Col. Lindavista, Alcaldía Gustavo A. Madero. C.P. 07300. Ciudad de México, México. Fecha de última modificación: 05 de mayo de 2025.

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

<b>El legado de <i>Acta Ortopédica Mexicana</i>: negociación y compromiso con la excelencia ortopédica The legacy of the Mexican Orthopaedic Act: negotiation and commitment to orthopaedic excellence</b>	125
Castañeda P .....	

### ARTÍCULOS ORIGINALES / ORIGINAL ARTICLES

<b>Prótesis de cadera como tratamiento de las fracturas acetabulares en el adulto mayor Hip prostheses as a treatment for acetabular fractures in the elderly</b>	128
Capurro-Soler B, Gidi M, Serrano P, Pizarro-Geraldo W, González-von der Meden S, Tey M, León A, Marqués F .....	
<b>Artroplastía total de cadera en pacientes con ostomías digestivas: evaluación y resultados a largo plazo Total hip arthroplasty in patients with digestive ostomies: evaluation and long-term outcomes</b>	135
Capurro-Soler B, Muñoz-Mahamud E, Badillo-Pérez E, González-von der Meden S, Alias A, Morata L, Fernández-Valencia J .....	
<b>Desenlaces quirúrgicos tempranos de las fracturas complejas de platillos tibiales Schatzker V y VI: una cohorte retrospectiva de los últimos cinco años Early surgical releases of complex Schatzker V and VI tibial plateau fractures: a retrospective cohort of the last five years</b>	139
Hernández-Caicedo AJ, Santamaría-García JC, Villa-Bandera JH, Salgado-Leal C, Blanco-Granados CT, Rivero-Centeno MA .....	
<b>Supervivencia a mediano y largo plazo de vástago femoral Synergy en artroplastía total de cadera no cementada Medium and long-term survival of Synergy femoral stem in cementless total hip arthroplasty</b>	145
García-Dobarganes-Barlow FE, Esquivel-Solorio A, García-Saud AS, Murray-López G, Garcini-Munguía F, Guevara-Álvarez A, Negrete-Corona J .....	
<b>Aplicaciones de aprendizaje profundo en ortopedia: una revisión sistemática y futuras direcciones Deep learning applications in orthopaedics: a systematic review and future directions</b>	152
González-Pola R, Herrera-Lozano A, Graham-Nieto LF, Zermeño-García G .....	
<b>Condrogénesis inducida por matriz en el tratamiento de pacientes con artrosis de la primera metatarsofalángica: una revisión sistemática Matrix-induced chondrogenesis in the treatment of patients with osteoarthritis of the first metatarsophalangeal: a systematic review</b>	164
Gonçalves-dos Santos R, Aguilar-Rodríguez A, Fischer-de Carvalho V, Alves-Storde S, Dutra-de Souza H, Pinto de Barros-Moreira WL .....	
<b>CASOS CLÍNICOS / CLINICAL CASES</b>	
<b>Fracturas del trapecio y del cuerpo ganchoso. Caso clínico de una asociación poco frecuente Trapezius and hamate body fractures. Case report of a rare association</b>	169
Graca NNJ, Duarte ML .....	
<b>Síndrome compartimental agudo no traumático en pediatría. Serie de casos y revisión de tema Acute non-traumatic compartment syndrome in paediatrics. Case series and topic review</b>	173
Navarro-Vergara AD, Navarro-Fretes A .....	
<b>Recurrencia de condroblastoma en fémur distal: presentación de un caso clínico Recurrence of chondroblastoma in the distal femur: a clinical case report</b>	180
Vásquez-Díaz H, Valdecantos-Poblete P, Ugarte-Vásquez JT, Monsalve-Fuentes J, Valenzuela-Pozo D, López-Rivera P .....	
<b>Fractura abierta de radio distal con sección completa del nervio mediano Open fracture of the distal radius with complete laceration of the median nerve</b>	187
Jiménez I, Aniel-Quiroga-Bilbao M, García-Toledo A, Marcos-García A, Caballero J, Medina J .....	

## Editorial

doi: 10.35366/119905

# El legado de *Acta Ortopédica Mexicana*: negociación y compromiso con la excelencia ortopédica

*The legacy of the Mexican Orthopaedic Act: negotiation and commitment to orthopaedic excellence*

Castañeda P\*

Texas Children's Hospital, Estados Unidos de América.

A través de su constante compromiso con la actualización y difusión de investigaciones de alta calidad, la *Acta Ortopédica Mexicana* (AOM) ha jugado un papel vital en la evolución de la ortopedia en América Latina y en el resto del mundo. Además de difundir investigaciones, estudios de casos y nuevas técnicas, la AOM destaca la importancia de la negociación en la ortopedia. La negociación juega un papel clave en la construcción de relaciones efectivas creando un ambiente propicio para la innovación clínica, el progreso y la sostenibilidad de la ortopedia.

Este ensayo explora cómo, al integrar principios de negociación y colaboración, la AOM impulsa el crecimiento de la ortopedia moderna y refuerza su relevancia en la evolución continua de la disciplina.

### Principios para mantener la excelencia ortopédica: desarrollo profesional y esfuerzos colaborativos

La excelencia ortopédica no se logra sólo mediante la habilidad individual, sino a través del compromiso continuo con el crecimiento personal y profesional, combinado con una mentalidad colaborativa. Para mantener la excelencia, es clave comprender los pilares de la ortopedia: competencia clínica, educación continua y colaboración.

Competencia clínica: la base de la excelencia ortopédica radica en las habilidades clínicas del cirujano individual. Mantenerse actualizado con las últimas técnicas quirúrgicas, comprender el cuidado centrado en el paciente y mantener un enfoque en los resultados basados en la evidencia son fundamentales.

Educación continua: el compromiso con el aprendizaje a lo largo de la vida es otro pilar fundamental. Ya sea a través de revistas académicas, conferencias, talleres o mentoría, la educación continua ayuda a los profesionales a mantenerse al día en un campo que evoluciona rápidamente. AOM, a través de sus ciclos regulares de publicación, es un contribuyente clave a este proceso educativo. Su compromiso con proporcionar las investigaciones más relevantes y actuales fomenta un entorno donde el conocimiento se refresca continuamente.

Colaboración eficaz: un aspecto clave de la excelencia ortopédica es la capacidad de colaborar eficazmente, ya sea con equipos multidisciplinarios, socios de investigación o a través de fronteras regionales e internacionales.

### La intersección entre negociación y colaboración en la práctica ortopédica

La experiencia clínica y la educación son esenciales, pero su efectividad depende en gran medida de los esfuerzos colaborativos. La negociación facilita la cooperación entre pacientes, médicos e instituciones. Esta habilidad asegura la disponibilidad y eficiencia de recursos y estrategias para un cuidado de calidad. En el ámbito clínico, la negociación también es fundamental para la toma de decisiones compartidas entre cirujanos y pacientes, ya que permite equilibrar las preferencias del paciente, las opciones médicas y las restricciones de costos de atención médica.

En el caso de AOM, la negociación ha sido crucial para su éxito continuo. A medida que la revista establece relaciones con contribuyentes, editores y fuentes de financiamien-

\* Professor of Orthopedic Surgery, Baylor School of Medicine. Chief of International Surgery, Texas Children's Hospital.

#### Correspondencia:

Pablo Castañeda

E-mail: ppcastan@texaschildrens.org

**Citar como:** Castañeda P. El legado de *Acta Ortopédica Mexicana*: negociación y compromiso con la excelencia ortopédica. Acta Ortop Mex. 2025; 39(3): 125-127. <https://dx.doi.org/10.35366/119905>



[www.medigraphic.com/actaortopedia](http://www.medigraphic.com/actaortopedia)

to, la negociación efectiva asegura que los recursos se asignen de manera que mantengan sus altos estándares. Desde las negociaciones sobre revisiones por pares y la dirección editorial hasta la integración de nuevas tecnologías en el cuidado ortopédico, encontrar un terreno común mientras se avanza en la misión de la revista es indispensable.

Una negociación eficaz mejora los resultados para los pacientes y optimiza el cuidado, asegurando el uso sabio de recursos y priorizando sus necesidades.

### Navegando desafíos: el papel de la negociación en el avance de la investigación ortopédica

En el competitivo mundo de la investigación ortopédica, los desafíos son multifacéticos. Desde asegurar financiamiento hasta gestionar la complejidad de la investigación colaborativa internacional, la negociación se convierte en una habilidad crucial. AOM ha enfrentado el desafío de mantenerse relevante ante las tendencias de la publicación digital y la necesidad de acceso abierto. La negociación con patrocinadores, instituciones y socios internacionales es crucial para asegurar la publicación y difusión de investigaciones de calidad.

El proceso de negociación a menudo implica equilibrar las demandas de la innovación con las realidades financieras. En este contexto, el éxito de AOM en fomentar un entorno en el que la investigación pueda prosperar, a pesar de las limitaciones financieras, es un testimonio del liderazgo de la revista en la educación ortopédica. Su capacidad para navegar por estos desafíos financieros e institucionales refleja los retos más amplios enfrentados por la comunidad ortopédica. Los cirujanos e investigadores deben negociar con pares, pacientes, el sistema de salud, aseguradoras y políticos para asegurar la mejor atención y el avance del campo.

La negociación efectiva también se extiende a la colaboración interdisciplinaria. La investigación ortopédica a menudo involucra asociaciones con radiología, rehabilitación y otros campos médicos. Una colaboración bien negociada mejora la investigación centrada en el paciente y los resultados quirúrgicos y postoperatorios. La capacidad de alinear a diversos interesados hacia metas comunes –mediante el respeto mutuo, recursos compartidos y una comunicación abierta– ayuda a garantizar que los resultados de la investigación no sólo sean sólidos, sino también aplicables en diferentes entornos.

### Los desafíos de la investigación y publicación

La investigación es un desafío en sí mismo. Personalmente, no me considero un investigador nato; soy cirujano, médico y humanista. No obstante, estoy convencido de que mejorar nuestros resultados clínicos requiere un pensamiento crítico y analítico. Como cualquier esfuerzo humano, la investigación está limitada por tres factores: tiempo, costo y alcance. Comprender estos factores es

esencial para superar los desafíos y alcanzar el éxito en la publicación académica.

El tiempo es un recurso no renovable y la investigación requiere una inversión considerable. En un sistema de salud saturado, dedicar tiempo a la investigación puede resultar complicado. Además, el costo asociado con la investigación varía según los recursos disponibles, lo que crea desigualdades entre distintas instituciones y países.

La motivación es un factor clave en la investigación. Puede ser intrínseca (cuando se investiga por pasión y curiosidad) o extrínseca (cuando es impulsada por factores externos como reconocimiento, financiamiento o requisitos académicos). En muchos casos, la investigación en medicina se convierte en una exigencia impuesta sin un verdadero incentivo positivo, lo que puede generar agotamiento y desinterés.

Un ejemplo de motivación negativa lo viví con mi hijo de nueve años. Después de un entrenamiento de fútbol, me dijo que ya no quería jugar más porque su entrenador había establecido una penalización: por cada error cometido en el partido, el equipo debería correr 500 metros en la próxima práctica. Esto generó un desincentivo total y una asociación negativa con el deporte.

Algo similar ocurre en la medicina. La investigación se impone como una obligación, sin motivación positiva ni apoyo adecuado. Para fomentar la investigación de calidad, es fundamental que exista un verdadero interés y un entorno que facilite el proceso.

Todos aspiramos a escribir el próximo gran artículo, pero es necesario definir metas realistas y alcanzables. La clave está en seleccionar un tema relevante, una metodología sólida y una revista adecuada para maximizar el impacto de nuestra investigación. La ciencia avanza incrementalmente con pasos pequeños que llevan a grandes revelaciones.

### El impacto de *Acta Ortopédica Mexicana* en las prácticas ortopédicas globales

El impacto de AOM va más allá de México, influyendo en la ortopedia en América Latina y otras regiones. Se ha convertido en una fuente esencial para cirujanos de países con ortopedia en desarrollo, proporcionando acceso a investigaciones de calidad en contextos donde las revistas internacionales son inaccesibles debido a su alto costo. En este sentido, AOM llena un vacío importante, manteniendo informados a los clínicos sobre los últimos avances en el cuidado ortopédico. Además, dado que los países latinoamericanos enfrentan desafíos únicos en salud, la necesidad de investigaciones localizadas es cada vez más relevante. AOM ha sido crucial en la publicación de estudios que abordan problemas específicos de la región. Este enfoque regional ha convertido al AOM en un recurso indispensable para los cirujanos que trabajan en entornos de salud con protocolos de tratamiento diferentes a los de países más desarrollados.

Aunque AOM ha jugado un papel importante en el intercambio de conocimientos dentro de la comunidad orto-

pédica, aún presenta áreas de oportunidad para mejorar. Un estudio bibliométrico de 2013 indicó que, a pesar de recibir visitas de 123 países, su índice de citación internacional es bajo, con un factor de impacto de 0.07. Además, el análisis de los 50 artículos más citados en ortopedia y traumatología de autores mexicanos mostró que ninguno provino de AOM.<sup>1</sup> Estos datos sugieren que, aunque AOM es una fuente valiosa de información, su influencia global es limitada. Para aumentar su visibilidad y citación internacional, sería recomendable que AOM se centrara en temas de relevancia mundial y fomentara colaboraciones con otras publicaciones y plataformas internacionales.

La revista no sólo mejora la práctica ortopédica, sino que también contribuye a la equidad en la atención médica, facilitando el acceso a conocimientos que apoyan resultados más equitativos. La negociación entre las prioridades globales y locales es clave en este sentido. El éxito continuo de AOM depende de su capacidad para integrar los avances globales.

### **La expansión y el futuro de AOM en la investigación ortopédica global**

A medida que la ortopedia sigue evolucionando y se enfrenta a nuevos desafíos, el papel de AOM será crucial en el avance de la investigación en América Latina y el mundo. La revista tiene la oportunidad de mantenerse como un punto de referencia, vinculado a su capacidad para adaptarse a las tendencias globales de la publicación académica. A medida que las expectativas de acceso abierto y la transparencia en la investigación aumentan, AOM puede posicionarse estratégicamente para satisfacer estas demandas. Promover la publicación de investigaciones en áreas de impacto internacional, como la ortopedia personalizada, las nuevas tecnologías de imagen y la inteligencia artificial aplicada a la cirugía ortopédica, fortalecería su relevancia y visibilidad mundial.

A continuación, propongo una estrategia práctica para autores que desean continuar con una publicación exitosa y fomentar el crecimiento de AOM. El gran autor George

Orwell, en su ensayo *Política y el idioma inglés*,<sup>2</sup> describió unas reglas para una escritura efectiva que vale la pena recordar aquí y siempre adherirse a ellas cuando uno prepara un manuscrito:

1. Nunca uses una metáfora, símil o figura retórica común. Las figuras de lenguaje que son demasiado utilizadas pierden su fuerza. Prefiere ser claro y directo en tu mensaje.
2. Usa una palabra corta en lugar de una larga. Si existe una palabra más simple, utilízala. Evita complejidades innecesarias.
3. Si es posible, elimina una palabra. Revisa cada frase y elimina lo que no sea esencial para el mensaje. La concisión mejora la claridad.
4. Usa la voz activa, no la pasiva. La voz activa hace las frases más directas y energéticas. Ejemplo: «El investigador publicó el estudio» en lugar de «El estudio fue publicado por el investigador».
5. No uses frases o palabras en otro idioma o jerga si puedes expresar lo mismo en español. Utiliza términos comunes para asegurar que el mensaje sea comprendido por una audiencia más amplia.
6. ¡Rompe todas estas reglas antes de decir una barbaridad!

Publicar en una revista de alto impacto requiere esfuerzo, estrategia y motivación adecuada. Superar los desafíos del tiempo y costo y fomentar una motivación positiva son elementos esenciales para alcanzar el éxito en la publicación académica. La investigación no sólo contribuye al avance del conocimiento médico, sino que también permite mejorar la atención y ultimadamente al tratamiento de nuestros pacientes.

### **Referencias**

1. Gómez M, Rodríguez A. Estudio bibliométrico del Acta Ortopédica Mexicana: análisis de citas y visibilidad internacional. *Rev Soc Mex Ortop Traumatol.* 2013;77(3): 99-105.
2. Orwell G. Politics and the English language. *Horizon.* 1946; 13(76): 252-65.

## Artículo original

doi: 10.35366/119906

# Prótesis de cadera como tratamiento de las fracturas acetabulares en el adulto mayor

*Hip prostheses as a treatment for acetabular fractures in the elderly*

Capurro-Soler B,\*‡§ Gidi M,\* Serrano P,\* Pizarro-Geraldo W,‡  
González-von der Meden S,‡ Tey M,\* León A,\* Marqués F\*

Hospital del Mar. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona, España.

**RESUMEN. Introducción:** las fracturas acetabulares de baja energía en adultos mayores han aumentado significativamente, con una incidencia hasta 2.4 veces más alta en las últimas tres décadas. Aunque la osteosíntesis es el tratamiento estándar en pacientes jóvenes, su idoneidad en adultos mayores es debatida debido a un mayor riesgo de complicaciones y reintervenciones. Estos riesgos se ven agravados por la osteoporosis, la comminución y el daño en la superficie articular, como la impactación de la cabeza femoral y condiciones preexistentes como la coxartrosis. La literatura sugiere que la prótesis total de cadera (PTC) puede ser más adecuada en casos de desplazamiento grave, comminución articular, impactación acetabular en la zona de carga y otros escenarios complejos. **Material y métodos:** este estudio retrospectivo analizó pacientes mayores de 65 años con fracturas de acetáculo tratados con PTC entre 2008 y 2018, con un seguimiento mínimo de un año. Se evaluaron el tipo de fractura, el mecanismo de lesión, las lesiones asociadas, el uso de tracción, el tiempo hasta la cirugía, el tipo de implante y las complicaciones. Las evaluaciones clínicas usaron la escala de Merle d'Aubigné-Postel (MAP) y el análisis estadístico se realizó con SPSS 18.0. **Resultados:** se incluyeron siete pacientes con edad media de 76.4 años. La fractura más común fue de columna anterior con hemitransversa posterior asociada. El implante más

**ABSTRACT. Introduction:** low-energy acetabular fractures in older adults have significantly increased, with an incidence up to 2.4 times higher over the last three decades. While osteosynthesis is the standard treatment in young patients, its suitability for older adults is debated due to higher risks of complications and reinterventions. These risks are exacerbated by osteoporosis, comminution, and articular surface damage, such as femoral head impaction and preexisting conditions like coxarthrosis. The literature suggests that total hip arthroplasty (THA) may be more appropriate in cases of severe displacement, articular comminution, acetabular impaction in the load zone, and other complex scenarios. **Material and methods:** this retrospective study analyzed patients over 65 years with acetabular fractures treated with THA between 2008 and 2018, with a minimum follow-up of one year. Parameters evaluated included fracture type, mechanism of injury, associated injuries, use of traction, time to surgery, type of implant, and complications. Clinical evaluations utilized the Merle d'Aubigné-Postel (MAP) scale, and statistical analysis was conducted using SPSS 18.0. **Results:** seven patients were included, with a mean age of 76.4 years. The most common fracture was anterior column with associated posterior hemi-transverse. The most used implant was the uncemented tantalum revision acetabulum. The mean

## Nivel de evidencia: III

\* Departamento de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital del Mar. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona, España.

‡ Departamento de Ortopedia y Traumatología Deportiva, Hospital Ribera IMSKE, Instituto Musculoesquelético Europeo. Valencia, España.

§ Grupo Ibérico de Cirugía de Preservación de Cadera (GIPCA). Portugal, España.

### Correspondencia:

Sebastián González-von der Meden

Hospital Ribera IMSKE Valencia, Valencia, España.

E-mail: dr.sebastiangudm@gmail.com

Recibido: 20-09-2024. Aceptado: 21-10-2024.

**Citar como:** Capurro-Soler B, Gidi M, Serrano P, Pizarro-Geraldo W, González-von der Meden S, Tey M, et al. Prótesis de cadera como tratamiento de las fracturas acetabulares en el adulto mayor. Acta Ortop Mex. 2025; 39(3): 128-134. <https://dx.doi.org/10.35366/119906>



utilizado fue el acetáculo de revisión de tantalio no cementado. El seguimiento medio fue de 7.8 años, con un puntaje MAP promedio de 16.6 al año. No ocurrieron complicaciones intraoperatorias y se observó consolidación radiográfica en todos los casos a los tres meses. **Conclusiones:** la PTC mostró buenos resultados clínicos en adultos mayores con fracturas acetabulares, sin aumentar el riesgo de complicaciones y con una alta supervivencia a largo plazo.

**Palabras clave:** fractura acetabular, prótesis total de cadera, adulto mayor.

follow-up period was 7.8 years, with an average MAP score of 16.6 at one year. No intraoperative complications occurred, and radiographic consolidation was observed in all cases at three months. **Conclusions:** THA showed good clinical outcomes in older adults with acetabular fractures, without increasing the risk of complications, and demonstrated high long-term survival.

**Keywords:** acetabular fracture, total hip arthroplasty, elderly.

#### Abreviaturas:

ASA = American Society of Anesthesiologist

MAP = Merle d'Aubigné-Postel

ORIF = reducción abierta y fijación interna [*Open Reduction and Internal Fixation*]

PTC = prótesis total de cadera

#### Introducción

Las fracturas de pelvis son una patología compleja que está aumentando en frecuencia; destaca el aumento de fracturas acetabulares de baja energía en el anciano con incremento en su incidencia de hasta 2.4 veces en las últimas tres décadas.<sup>1,2</sup>

Es sabido que la osteosíntesis es el tratamiento de elección en el paciente joven, buscando como principal objetivo la preservación articular; sin embargo, no está claro si en el adulto mayor es éste el mejor tratamiento o si lo es la prótesis total de cadera.<sup>3,4</sup> Esto debido al hecho de que el anciano tiene más riesgos de complicaciones y reintervenciones con la osteosíntesis por la mayor presencia de osteoporosis, comminución y mayor daño de la superficie articular como consecuencia de una mayor asociación de impactación de la cabeza femoral y fracturas a nivel cervical o por presencia previa de coxartrosis.<sup>5,6</sup> La literatura expone indicaciones claras para prótesis total de cadera en agudo, entre ellas destacan: fracturas con gran desplazamiento asociado a comminución articular y/o protrusión, impactación acetabular en zona de carga, pérdida de cartílago articular femoral con impactación o fractura, preexistencia de artrosis severa o necrosis femoral, evidencia radiológica de osteoporosis, coexistencia de fractura acetabular con fractura cuello femoral y fractura en hueso patológico.<sup>7</sup> Si se decide por osteosíntesis, las tasas de reconversión a prótesis total de cadera (PTC) luego de una osteosíntesis van desde 10 hasta 37%<sup>8,9</sup> y se ha visto ocurrir en promedio dentro de los dos primeros años luego de la intervención,<sup>10,11</sup> sometiendo a un paciente frágil a otro procedimiento invasivo.

El objetivo de este trabajo es evaluar los resultados clínicos, las complicaciones y el resultado funcional de una serie de pacientes intervenidos con prótesis de cadera como tratamiento de las fracturas acetabulares en el adulto mayor.

#### Material y métodos

Estudio retrospectivo, obtenido de una base de datos prospectiva de un hospital terciario español, que incluyó a los pacientes mayores de 65 años con fractura acetabular, tratados con prótesis total de cadera entre Mayo de 2008 y Mayo de 2018, con seguimiento mínimo de un año y máximo de 10 años. Para la formalización del presente estudio no fue necesaria aprobación ética por su característica retrospectiva y dado que todos los pacientes firman el consentimiento informado de inclusión en esa base de datos. Se excluyeron aquellos pacientes manejados de manera conservadora por no cumplir criterios quirúrgicos (desplazamiento menor a 2 mm, congruencia articular, superficie de carga conservada y articulación estable)<sup>12,13</sup> y aquellos a quienes se les efectuó una reducción abierta y osteosíntesis. Finalmente fueron siete pacientes los que recibieron una prótesis total de cadera como tratamiento.

El diagnóstico se obtuvo en urgencias del hospital mediante pruebas imagenológicas consistentes en radiografía (anteroposterior de pelvis en decúbito y axial de cadera) y tomografía axial computarizada (TAC) de pelvis.

Se utilizó el registro clínico de nuestro hospital para la obtención de variables demográficas, ASA (*American Society of Anesthesiologist*) y para analizar el mecanismo de lesión, tipo de fractura (clasificación de Judet y Letourneau),<sup>14,15,16</sup> lesiones asociadas, uso y tipo de tracción, tiempo entre fractura y cirugía, tipo de implante, así como las complicaciones intra y postoperatorias.

Las cirugías fueron realizadas por el equipo de tres cirujanos de cadera senior del hospital, bajo el mismo protocolo quirúrgico para todos los pacientes. El abordaje empleado fue el anterolateral de cadera.

En cuanto al sangrado quirúrgico, se valoró mediante los valores de hemoglobina (Hb) y hematocrito, tanto en un momento prequirúrgico como postquirúrgico.

La rehabilitación tras una fractura de pelvis tratada con prótesis de cadera incluye fases progresivas que comienzan con carga parcial y movilización asistida para reducir el riesgo de desplazamiento del implante y facilitar la cicatrización.<sup>17</sup> A partir de las seis semanas, se incrementa la carga y se incorporan ejercicios de fortalecimiento para mejorar la

estabilidad pélvica. Finalmente, a partir de las 12 semanas, los pacientes avanzan hacia actividades funcionales completas, logrando en la mayoría de los casos retomar su actividad previa sin complicaciones importantes, de acuerdo con estudios similares.<sup>17,18</sup>

Se realizó seguimiento habitual: un mes, tres meses, seis meses y un control anual tras el primer año postoperatorio, con controles radiográficos en cada uno de ellos.

Los resultados funcionales se midieron a través de la escala de Merle d'Aubigné-Postel (MAP)<sup>19</sup> y por medio del programa SPSS 18.0 se llevó a cabo el análisis estadístico.

**Análisis estadístico.** Las variables continuas se expresan como media y desviación estándar (DE) e intervalo de confianza de 95%. Cuando se analizaron dos elementos de datos relacionados, se utilizó la prueba de Mann-Whitney. En todos los casos, se consideró estadísticamente significativo un valor de  $p < 0.05$ . Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el paquete de software STATA 15.0 (StataCorp, College Station, Texas, EE. UU.). No se realizó un análisis de tamaño de muestra debido al objetivo descriptivo de este estudio y porque los especímenes eran limitados en número.

## Resultados

El presente estudio incluyó siete pacientes, cinco varones y dos mujeres. La edad media fue 76.4 años (67-85). En cuanto al resto de variables demográficas, presentan una cifra media de índice de masa corporal (IMC) de 28.3 (21.7-42.8) y escala ASA 3 (2-4).

En total, cuatro casos fueron secundarios a traumatismos de baja energía, siendo los tres restantes de alta energía. Según la clasificación de Judet y Letournel, cinco pacientes presentaron fractura de columna anterior asociada a hemitransversa posterior, siendo el tipo de fractura más frecuente. De los restantes, un caso correspondió a fractura de pared y columna posterior, y el último a fractura completa de ambas columnas (*Tabla 1*). Del total de casos, sólo dos presentaron otras fracturas asociadas.

En cinco casos se requirió la colocación de dispositivo de tracción blanda durante una media de 10 días (6-12); y tracción transesquelética durante 12 días (12-14) en los dos casos restantes.

En cuanto al tipo de implante utilizado, en cinco casos se realizó reconstrucción con el concepto «CAGECUP» con una copa de tantalio *multihole* que permite fijar en múltiples direcciones, media de 56 mm (52-62), fijación con cuatro tornillos (3-5) con cabeza de 36 mm (*Figura 1*). Las otras dos fracturas requirieron de un implante de reconstrucción tipo anillo de Burch-Schneider (inserto 44 mm, cabeza 28 mm) por elección del cirujano principal debido a que eran fracturas con mayor inestabilidad, un caso de ambas columnas y en una de columna anterior y hemitransversa posterior por el desplazamiento ocurrido entre fragmentos (*Figura 2*). En todos los casos se utilizó autoinjerto de cabeza de fémur, en uno de los cuales se asoció además a sustituto

óseo DBX® (Depuy Synthes) más chips de esponjosa por considerarse autoinjerto cuantitativamente insuficiente. Se implantó vástago cementado en cuatro casos y no cementado en tres (*Tabla 2*).

No se presentaron complicaciones intraoperatorias en ninguno de los casos.

El tiempo quirúrgico promedio fue 98.5 min (80-180), con un sangrado intraoperatorio medio de 520 ml (350-800). En cuanto a las repercusiones analíticas, las cifras de hemoglobina descendieron en promedio 2.7 puntos (11.85 mg/dl preoperatorio a 9.1 mg/dl postoperatorio). El único caso de transfusión de concentrado de hematíes fue el requerido para la optimización preoperatoria en un paciente que presentaba hemoglobina de 10 mg/dl antes de la cirugía. Ningún caso precisó de transfusión durante el postoperatorio.

Todos los pacientes siguieron el mismo protocolo postoperatorio, autorizándose carga parcial protegida con bastones desde el postoperatorio inmediato.

En todos los casos se realizó el seguimiento habitual al primero, tercero y sexto meses y control anual tras el primer año postoperatorio, siendo el seguimiento medio de 7.8 años (5.5-10). Los siete casos mostraron consolidación radiográfica de la fractura al tercer mes postquirúrgico.

En cuanto a las complicaciones postoperatorias, uno de los pacientes presentó fractura-avulsión de trocánter mayor tras episodio de caída casual, que se trató de forma conservadora. Se observó también un caso de dismetría de 1.5 cm en el control telemétrico, sin condicionar alteraciones secundarias en la marcha. No se observó ningún caso de aflojamiento protésico (séptico ni aséptico), tampoco ningún mal posicionamiento en varo/valgo, hundimiento del vástago o desplazamiento secundario de los implantes.

Uno de los pacientes fue *exitus* al sexto año postoperatorio, por causas no traumatólogicas.

En relación con los resultados funcionales mesurados mediante la escala MAP,<sup>19</sup> se observó una media total de 16.14 puntos; con puntuaciones en las distintas categorías: 5.85 en dolor, 5.7 en rango articular y 4.71 en marcha. Tras el análisis por subgrupos, no se encontraron diferencias significativas en tasas de supervivencia ni MAP entre los tipos de fractura, mecanismo de energía, complicaciones intraoperatorias y postoperatorias ( $p > 1.4$ ).

## Discusión

En el presente estudio, el hallazgo más relevante en fracturas acetabulares en adultos mayores, es el excelente resultado a largo plazo con el tratamiento de artroplastía total de cadera en el período subagudo, independiente de su complejidad, sin aumentar las complicaciones intraoperatorias y postoperatorias.

En el estudio de Bellis de 2013,<sup>20</sup> se menciona que, actualmente, la reducción abierta y fijación interna (ORIF, por sus siglas en inglés) es el tratamiento de elección para fracturas acetabulares desplazadas.<sup>8,9</sup> Sin embargo, los re-

sultados pueden comprometerse con frecuencia debido a osteoartritis, necrosis de la cabeza femoral u osificación heterotópica, incluso cuando se ha logrado una reconstrucción anatómica de la articulación.<sup>9,10</sup> Por estas razones, muchos pacientes requieren una PTC de rescate meses o años después del trauma inicial.<sup>11,12</sup> La literatura señala que los pacientes mayores de 65 años sometidos a ORIF presentan una tasa de reconversión de hasta 17% en un período de 27 meses, según el estudio de Capone y colaboradores 2017.<sup>21</sup> Esto es un problema importante a considerar, ya que deben ser sometidos a dos intervenciones invasivas en un corto período de tiempo; sin embargo, con una prótesis de cadera se logra resolver el problema con alta tasa de éxito y las mismas o menores complicaciones que las osteosíntesis. En una

revisión sistemática realizada por Giustra y asociados en 2024,<sup>22</sup> se comparan resultados en pacientes de edad avanzada sometidos con ORIF versus PTC, concluyendo que la PTC es un tratamiento seguro para las fracturas acetabulares de edad avanzada con una tasa aceptable de complicaciones y reintervenciones que produce buenos resultados clínicos.

De los hallazgos del presente estudio, destacamos que no existen diferencias significativas entre la utilización de tracción transesquelética versus tracción de partes blandas, cuyo objetivo es más bien manejo de dolor, sin aumentar las complicaciones intra y postoperatoria.<sup>23</sup>

En relación al momento de la intervención, consideramos que a las tres semanas, cuando comienza el callo blando **óseo**, es un buen momento, ya que disminuyen las tasas de complicaciones. Una revisión sistemática realizada por Feng Liang y su equipo en 2023<sup>24</sup> expuso que no existe diferencias en resultados funcionales entre una resolución subaguada frente a una resolución tardía, presentando esta última una mayor tasa de revisión (17 versus 4.3% p = 0.002).

En el presente estudio, el implante más utilizado fue el acetáculo de revisión de tantalio no cementado (cinco casos), media de cuatro tornillos (3-5), lo que permite crear y utilizar el concepto de CAGE-CUP, lo cual significa utilizar

**Tabla 1: Fracturas acetabulares clasificadas según Judet y Letournel.**

Clasificación de Letournel	n (%)
Columna anterior + hemitransversa posterior	5 (71.3)
Completa ambas columnas	1 (14.3)
Pared posterior y columna posterior	1 (14.3)



**Figura 1:** A) Radiografía anteroposterior (AP) de pelvis con fractura de columna anterior y hemitransversa posterior. B) Reconstrucción 3D de tomografía axial computarizada de pelvis. C) Visión del fondo acetabular a tres semanas postfractura desde un abordaje lateral. D) Injerto de cabeza femoral en la zona medial. E) Radiografía AP de pelvis con consolidación completa a tres meses postoperatorios, utilizando acetáculo de tantalio y vástago no cementado.

**Figura 2:**

Mujer de 73 años con fractura de trocánter mayor y cuello femoral, asociada a una fractura de columna anterior y hemitransversa posterior. Se manejó con una reconstrucción tipo anillo de Burch-Schneider. **A)** Se observa la fractura inicial (fractura de cotilo con fractura de cuello femoral). **B)** Radiografía de control postoperatorio. **C)** Imagen radiológica al segundo año; revela una fractura desplazada del trocánter mayor tras una caída. **D)** Radiografía de control a los 10 años postoperatorios; muestra una adecuada integración sin complicaciones.

la copa acetabular como si fuera una placa de osteosíntesis con tornillos multidireccionales fijándose en la pala ilíaca, pubis y hacia la tuberosidad isquiática; esto da estabilidad al constructo sin necesidad de realizar una reducción anatómica, permite ahorrar tiempo y disminuir el sangrado quirúrgico; además, el contar con el autoinjerto de la cabeza femoral que presenta mejores características de viabilidad que los aloinjertos de cadáver, lo cual se puede inferir del hecho que se obtuvo 100% de consolidación a los tres meses independiente del patrón y la complejidad de la fractura. También es interesante analizar el uso de vástagos no cementados (cuatro casos) para el manejo de estos pacientes ya que, igual que en el estudio de Lindberg-Larsen y asociados 2020,<sup>25</sup> el factor que más influye en la decisión es el stock óseo, ya que no existen diferencias significativas en relación con resultados postoperatorios del uso de vástago no cementado versus cementado en población adulta mayor.

En el presente trabajo se logra evidenciar la tendencia hacia un manejo precoz en etapa aguda, estabilizando al paciente hemodinámicamente, y realizándole la intervención en una etapa subaguda presenta una mejoría significativa en relación a tiempos quirúrgicos, un sangrado similar a una cirugía tardía.

Khurana y colaboradores<sup>26</sup> encontraron que los pacientes postrauma perdieron un promedio de 360 ml más de sangre en comparación con la PTC por osteoartritis (OA) prima-

**Tabla 2: Descripción de las características de los implantes y componentes utilizados en el manejo de pacientes con fracturas acetabulares.**

Implantes	Características
Cotilo de revisión de tantalio	Total = 5 Tamaño promedio = 56 mm (rango 52-62)
Tornillos	Promedio por paciente = 4 (rango 3-5) No cementado = 4 Cementado = 3
Vástago femoral	Tamaño = 36
Cabeza	Total = 2
Anillo de reconstrucción de Burch-Schneider	Inserto # 44 cementado Cabeza femoral # 28

ria, lo que requirió más transfusiones de sangre (1.59 unidades frente a 0.85 unidades); en nuestro estudio, la pérdida promedio fue de 350 ml, esto probablemente se deba a los tiempos operatorios prolongados observados en los casos de PTC postrauma que, en promedio, evidencia un aumento de 50 min según nuestros registros y a los desafíos inherentes que enfrentan los cirujanos al encontrar tejidos que han sido considerablemente alterados por el trauma inicial. Varios indicadores operatorios (por ejemplo, tiempos operatorios,

pérdida de sangre, requisitos de transfusión) reportados por Bellabarba y colegas<sup>27</sup> revelaron una tendencia similar. A pesar de estos mayores desafíos quirúrgicos, la escala de Harris Hip (HHS) de los pacientes mejoró drásticamente después de someterse a PTC retardada. Una baja HHS preoperatoria sugiere que estos pacientes experimentaron un deterioro significativo en el funcionamiento diario antes de buscar una PTC. Por lo tanto, los riesgos de resultados subóptimos y complicaciones asociadas con la PTC retardada deben ser evaluados en comparación con el potencial de mejoras significativas en el dolor, el rango de movimiento y el funcionamiento diario, durante la orientación al paciente y la toma de decisiones quirúrgicas en pacientes con antecedentes de fractura acetabular.

En relación con la tendencia de realizar un tratamiento adecuado, los beneficios encontrados muestran que lleva a disminución de complicaciones (12.5%), siendo estas complicaciones menores en relación con la técnica quirúrgica o lesiones menores sin repercusión en los resultados de supervivencia del paciente. La complicación intraoperatoria más común reportada en el estudio realizado por Makridis KG<sup>28</sup> fue la lesión nerviosa iatrogénica (2%), seguida de las fracturas periprotésicas del fémur (0.8%).

Las limitaciones del presente estudio radican principalmente en su característica retrospectiva de análisis, pero esto es una limitación relativa dado a que la base de datos es de recolección prospectiva con un completo y estricto registro de ellos en nuestro centro. Otra de las limitaciones es el tamaño muestral, debido a lo estricto de los criterios de inclusión, los cuales consideraron reclutar pacientes mayores de 65 años; aunque esto nos permitió realizar un análisis en ese subgrupo etario específico, en el cual existe la duda sobre cuál tratamiento es el que presenta mejores resultados y satisfacción del paciente. La evidencia sobre los resultados presentada en esta serie puede ayudar a los cirujanos ortopédicos en la toma de decisiones. Se necesitan más estudios y ensayos mejor diseñados para mejorar la evidencia y sacar conclusiones más sólidas sobre el papel de la PTC aguda en el tratamiento de las fracturas acetabulares complejas.

## Conclusión

El tratamiento con PTC en fracturas acetabulares en el adulto mayor presenta buenos resultados clínicos, sin aumentar el riesgo de complicaciones intraoperatorias ni postoperatorias con una alta supervivencia a largo plazo.

## Referencias

1. Ferguson TA, Patel R, Bhandari M. Fractures of the acetabulum in patients aged 60 years and older: An epidemiological and radiological study. *J Bone Joint Surg Br.* 2010; 92(2): 250-7.
2. Park KC, Oh CW, Kim JW, Oh HK, Shon HC, Kim JJ, et al. Acetabular fractures in elderly. *J Orthop Sci.* 2023; 28(2): 376-9. doi: 10.1016/j.jos.2021.12.004.
3. Manson T, Schmidt AH. Acetabular fractures in the elderly: a critical analysis review. *JBJS Rev.* 2016; 4(10): e1. doi: 10.2106/JBJS.RVW.15.00090.
4. Boraiah S, Ragsdale M, Achor T, Zelicof S, Asprinio DE. Open reduction internal fixation and primary total hip arthroplasty of selected acetabular fractures. *J Orthop Trauma.* 2009; 23(4): 243-8. doi: 10.1097/BOT.0b013e3181923fb8.
5. Butterwick D, Papp S, Gofton W, Liew A, Beaulé PE. Acetabular fractures in the elderly: evaluation and management. *J Bone Joint Surg Am.* 2015; 97(9): 758-68.
6. Li YL, Tang YY. Displaced acetabular fractures in the elderly: results after open reduction and internal fixation. *Injury.* 2014; 45(12): 1908-13. doi: 10.1016/j.injury.2014.09.004.
7. Stibolt RD Jr, Patel HA, Huntley SR, Lehtonen EJ, Shah AB, Naranje SM. Total hip arthroplasty for posttraumatic osteoarthritis following acetabular fracture: A systematic review of characteristics, outcomes, and complications. *Chin J Traumatol.* 2018; 21(3): 176-81. doi: 10.1016/j.cjtee.2018.02.004.
8. Carroll EA, Huber FG, Goldman AT, Virkus WW, Pagenkop E, Lorich DG. Treatment of acetabular fractures in an older population. *J Orthop Trauma.* 2010; 24(10): 637-44.
9. Simko P, Braunsteiner T, Vajcziková S. Early primary total hip arthroplasty for acetabular fractures in elderly patients. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2006; 73(4): 275-82.
10. Tannast M, Najibi S, Matta JM. Two to twenty-year survivorship of the hip in 810 patients with operatively treated acetabular fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2012; 94(17): 1559-67.
11. Clarke-Jenssen J, Roise O, Storeggen SAO, Madsen JE. Long-term survival and risk factors for failure of the native hip joint after operatively treated displaced acetabular fractures. *Bone Joint J.* 2017; 99-B(6): 834-840. doi: 10.1302/0301-620X.99B6.BJJ-2016-1013.R1.
12. Tornetta P. Displaced acetabular fractures: indications for operative and nonoperative management. *J Am Acad Orthop Surg.* 2001; 9(1): 18-28.
13. Alpaydin E, Erem M, Copuroglu C. Comparison of the functional and radiological results of the conservatively and surgically treated displaced acetabulum fractured patients. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2022; 28(8): 1170-9. doi: 10.14744/tjes.2021.00310.
14. Saterbak AM, Marsh JL, Turbett T, Brandser E. Acetabular fractures classification of Letournel and Judet--a systematic approach. *Iowa Orthop J.* 1995; 15: 184-96.
15. Beaulé PE, Dorey FJ, Matta JM. Letournel classification for acetabular fractures. Assessment of interobserver and intraobserver reliability. *J Bone Joint Surg Am.* 2003; 85(9): 1704-9.
16. Letournel E. Acetabulum fractures: classification and management. *Clin Orthop Relat Res.* 1980; (151): 81-106.
17. Enocson A, Blomfeldt R. Acetabular fractures in the elderly treated with a primary Burch-Schneider reinforcement ring, autologous bone graft, and a total hip arthroplasty: a prospective study with a 4-year follow-up. *J Orthop Trauma.* 2014; 28(6): 330-7.
18. Tidermark J, Blomfeldt R, Ponzer S, Soderqvist A, Tornkvist H. Primary total hip arthroplasty with a Burch-Schneider antiprotrusion cage and autologous bone grafting for acetabular fractures in elderly patients. *J Orthop Trauma.* 2003; 17(3): 193-7.
19. Ugino FK, Righetti CM, Alves DP, Guimarães RP, Honda EK, Ono NK. Evaluation of the reliability of the modified Merle d'Aubigné and Postel Method. *Acta Ortop Bras.* 2012; 20(4): 213-7. doi: 10.1590/S1413-78522012000400004.
20. De Bellis UG, Legnani C, Calori GM. Acute total hip replacement for acetabular fractures: a systematic review of the literature. *Injury.* 2014; 45(2): 356-61. doi: 10.1016/j.injury.2013.09.018.
21. Capone A, Peri M, Mastio M. Surgical treatment of acetabular fractures in the elderly: a systematic review of the results. *EFORT Open Rev.* 2017; 2(4): 97-103. doi: 10.1302/2058-5241.2.160036.
22. Giustra F, Cacciola G, Pirato F, Bosco F, De Martino I, Sabatini L, et al. Indications, complications, and clinical outcomes of fixation and acute total hip arthroplasty for the treatment of acetabular fractures: A systematic review. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2024; 34(1): 47-57. doi: 10.1007/s00590-023-03701-z.
23. Agbley DYD, Holdbrook-Smith HA, Ahonen Y. A comparative evaluation of the efficacy between skeletal traction and skin traction in pre-operative management of femur shaft fractures in Korle Bu Teaching Hospital. *Ghana Med J.* 2020; 54(3): 146-50. doi: 10.4314/gmj.v54i3.4.

24. Liang K, Gani MH, Griffin X, Culpan P, Mukabeta T, Bates P. Acute versus delayed total hip arthroplasty after acetabular fracture fixation: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2023; 33(7): 2683-93. doi: 10.1007/s00590-023-03489-y.
25. Lindberg-Larsen M, Petersen PB, Jorgensen CC, Overgaard S, Kehlet H; Lundbeck Foundation Center for Fast-track Hip and Knee Arthroplasty Collaborating Group. Postoperative 30-day complications after cemented/hybrid versus cementless total hip arthroplasty in osteoarthritis patients > 70 years. *Acta Orthop*. 2020; 91(3): 286-92. doi: 10.1080/17453674.2020.1745420.
26. Khurana S, Nobel TB, Merkow JS, Walsh M, Egol KA. Total hip arthroplasty for posttraumatic osteoarthritis of the hip fares worse than THA for primary osteoarthritis. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2015; 44(7): 321-5.
27. Bellabarba C, Berger RA, Bentley CD, Quigley LR, Jacobs JJ, Rosenberg AG, et al. Cementless acetabular reconstruction after acetabular fracture. *J Bone Joint Surg Am*. 2001; 83(6): 868-76. doi: 10.2106/00004623-200106000-00008.
28. Makridis KG, Obakponorwe O, Bobak P, Giannoudis PV. Total hip arthroplasty after acetabular fracture: incidence of complications, reoperation rates and functional outcomes: evidence today. *J Arthroplasty*. 2014; 29(10): 1983-90. doi: 10.1016/j.arth.2014.06.001.

**Financiación:** no ha requerido financiación.

**Conflictos de intereses:** los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Artículo original

doi: 10.35366/119907

# Artroplastía total de cadera en pacientes con ostomías digestivas: evaluación y resultados a largo plazo

*Total hip arthroplasty in patients with digestive ostomies: evaluation and long-term outcomes*

Capurro-Soler B,<sup>\*,‡,§</sup> Muñoz-Mahamud E,<sup>\*,‡</sup> Badillo-Pérez E,<sup>§</sup>  
González-von der Meden S,<sup>§</sup> Alias A,<sup>§</sup> Morata L,<sup>\*,¶</sup> Fernández-Valencia J<sup>\*,‡</sup>

Hospital Clínic. Universidad de Barcelona. Barcelona, España.

**RESUMEN. Introducción:** la relación entre las ostomías digestivas y el riesgo de infección de la articulación protésica después de una artroplastía total de cadera (ATC) no está bien establecida. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la supervivencia de la prótesis, los resultados clínicos y las complicaciones infecciosas en pacientes con una ostomía digestiva sometidos a ATC. **Material y métodos:** estudio observacional retrospectivo de un solo centro, que incluyó pacientes con ostomías digestivas que se sometieron a ATC entre 2005 y 2018, con al menos un año de seguimiento. Los datos recopilados incluyeron el sitio y tipo de ostomía, enfermedad subyacente, tipo de ATC, resultados clínicos medidos con la puntuación Merle d'Aubigné-Postel (MAP), infecciones postoperatorias y necesidad de cirugía de revisión. **Resultados:** se incluyeron siete pacientes con edad media de 63 años (rango 45-80) y un seguimiento promedio de 10.1 años. La causa más común de la ostomía fue cáncer de colon. La puntuación MAP promedio un año después de la cirugía fue 17.1. No hubo complicaciones ni infecciones postoperatorias. **Conclusión:** la ATC en pacientes con ostomías digestivas da resultados clínicos favorables y no aumenta el riesgo de infecciones periprotésicas.

**Palabras clave:** artroplastía total de cadera, ostomía digestiva, complicaciones postoperatorias, resultados.

**ABSTRACT. Introduction:** the relationship between digestive ostomies and the risk of prosthetic joint infection following total hip arthroplasty (THA) is not well-established. This study aimed to assess prosthesis survival, clinical outcomes, and infectious complications in patients with a digestive ostomy undergoing THA. **Material and methods:** a single-center, retrospective observational study was conducted, including patients with digestive ostomies who underwent THA between 2005 and 2018, with at least one year of follow-up. Data collected included the site and type of ostomy, underlying disease, type of THA, clinical outcomes measured by the Merle d'Aubigné-Postel (MAP) Score, postoperative infections, and the need for revision surgery. **Results:** seven patients with a mean age of 63 years (range 45-80) and a mean follow-up of 10.1 years were included. The most common cause of the ostomy was colon cancer. The average MAP Score one year postoperatively was 17.1. There were no postoperative complications or infections. **Conclusions:** the study concludes that THA in patients with digestive ostomies results in favorable clinical outcomes and does not increase the risk of periprosthetic joint infections.

**Keywords:** total hip arthroplasty, digestive ostomy, postoperative complications, results.

## Nivel de evidencia: II

\* Hospital Clínic. Universidad de Barcelona. Barcelona, España.

† Departamento de Ortopedia.

‡ Departamento de Ortopedia y Traumatología Deportiva. Hospital Ribera IMSKE. Valencia, España.

§ Departamento de Enfermedades Infecciosas.

### Correspondencia:

Bruno Capurro MD, PhD.

Jefe de la Unidad de Cadera - Departamento de Ortopedia y Traumatología Deportiva, Hospital IMSKE - Instituto Europeo de Sistema Musculoesquelético.

E-mail: doctor.capurro@gmail.com

Recibido: 13-10-2024. Aceptado: 28-10-2024.

**Citar como:** Capurro-Soler B, Muñoz-Mahamud E, Badillo-Pérez E, González-von der Meden S, Alias A, Morata L, et al. Artroplastía total de cadera en pacientes con ostomías digestivas: evaluación y resultados a largo plazo. Acta Ortop Mex. 2025; 39(3): 135-138. <https://dx.doi.org/10.35366/119907>



[www.medicgraphic.com/actaortopedica](http://www.medicgraphic.com/actaortopedica)



**Abreviaturas:**

ATC = artroplastía total de cadera  
 IMC = índice de masa corporal  
 MAP = Merle d'Aubigné-Postel  
 PJI = infección periprotésica (*Periprosthetic Joint Infection*)  
 SSI = infección del sitio quirúrgico (*Surgical Site Infection*)  
 TJA = reemplazo articular total (*Total Joint Arthroplasty*)

**Introducción**

En el anterior «Consenso Internacional sobre Infecciones Ortopédicas» llevado a cabo en Filadelfia y publicado en línea en octubre de 2018 en *The Journal of Arthroplasty*, una de las revistas más influyentes en nuestra especialidad, al analizar la sección de «Asamblea General, Prevención, Relacionada con el Huésped Local: Actas del Consenso Internacional sobre Infecciones Ortopédicas», se planteó a los expertos una serie de preguntas, una de ellas refiriéndose a los resultados en la implantación de artroplastía total de cadera (ATC) en pacientes con ostomías digestivas y urinarias, sin encontrar una respuesta respaldada por estudios que evalúen la seguridad del procedimiento y que indiquen una pauta a seguir para reducir el riesgo de complicaciones.<sup>1</sup>

La importancia de esta pregunta radica en que en la literatura se menciona una alta frecuencia de complicaciones en estos procedimientos, alcanzando hasta 20-40% de complicaciones cutáneas como infecciones en el sitio de la ostomía y hasta 6% de necrosis en casos de colostomías,<sup>2</sup> lo que podría predisponer a una mayor tasa de infección de articulaciones protésicas en pacientes que van a someterse a ATC y portan ostomías.

Hasta donde sabemos, no existen artículos que presenten series previas que evalúen a pacientes en estas circunstancias y sus resultados tras la implantación de una ATC, ni tampoco pacientes con otros tipos de ostomías; sólo se reportan tres casos de complicaciones específicas que relacionan ambos procedimientos.<sup>3,4,5</sup>

El objetivo del presente estudio fue analizar la supervivencia global de la prótesis, los resultados clínicos y las complicaciones infecciosas en pacientes con una ostomía digestiva sometidos a ATC en nuestro centro.

La hipótesis es que los pacientes que se someten a una ATC electiva portadores de ostomías en el tracto digestivo al momento de la implantación protésica presentan una mayor incidencia de complicaciones infecciosas y peores resultados clínicos y radiológicos a largo plazo.

**Material y métodos**

Se realizó un estudio observacional retrospectivo de un solo centro con recolección prospectiva de datos incluidos en la base de datos de pacientes con ostomía digestiva sometidos a ATC entre 2005 y 2018 en el Hospital Clínico, Universidad de Barcelona; Barcelona, España, con un seguimiento mínimo de un año. Para este estudio, se solicitó aprobación del Comité de Ética de nuestra institución, quienes consideraron que, debido al carácter retrospectivo

y la formalización del presente estudio, no era necesario el consentimiento ético.

Los criterios de inclusión fueron todos los pacientes sometidos a ATC electiva que eran portadores de ostomías en el tracto digestivo en el momento de la implantación protésica.

Los criterios de exclusión fueron pacientes inmunosuprimidos al momento de la cirugía y aquellos que rechazaron participar en el estudio.

Las principales variables estudiadas fueron: presencia de infección superficial de la herida quirúrgica e infección de la prótesis de cadera en el período postoperatorio. Las variables secundarias fueron: edad sociodemográfica, sexo, índice de masa corporal (IMC), comorbilidades evaluadas con la puntuación ASA, enfermedad causal de la ostomía digestiva, tiempo entre la ostomía y la implantación de la ATC, profilaxis antibiótica utilizada en el momento de la cirugía y tipo de implante protésico utilizado.

Los resultados clínicos se evaluaron con la puntuación de Merle d'Aubigné y Postel al año postoperatorio y para los resultados radiográficos se analizó el aflojamiento de los componentes protésicos en el momento del último control de seguimiento, donde un halo radiolúcido alrededor de la prótesis se consideró admisible hasta 2 mm siempre que no aumentara en controles sucesivos, esto se debe a la formación de tejido fibroso que aparece en ciertas localizaciones. Las zonas de Gruen y DeLee distinguen tres ubicaciones en el acetábulo y siete en el fémur, siendo un hallazgo normal en la zona I del acetábulo y 1 y 7 del fémur.<sup>6</sup> Se evaluaron otras complicaciones intra y postoperatorias, incluyendo dismetrías mayores a 1.5 cm, fracturas periprotésicas, calcificaciones heterotópicas, enfermedad de partículas y necesidad de reintervención protésica.

**Análisis estadístico.** El tamaño de la muestra fue el resultado de una revisión retrospectiva utilizando los criterios de inclusión y exclusión previamente descritos, sin requerir un tamaño mínimo de muestra pues se trataba de una serie de casos describiendo una combinación poco frecuente de patologías. El tratamiento de los datos se realizó de manera anónima y confidencial, recolectándose toda la información de la base de datos previamente creada con el programa Microsoft Excel 2010. Los análisis estadísticos se llevaron a cabo utilizando el paquete de software IBM SPSS Statistics 22. Se realizó análisis descriptivo de las variables, expresando las variables continuas como media y desviación estándar (DE) con un intervalo de confianza de 95%. La comparación entre el estado funcional previo y posterior a la implantación de la prótesis de cadera se efectuó con la prueba t de Student para muestras pareadas. Cuando se analizaron dos elementos de datos relacionados, se utilizó la prueba de Mann-Whitney. En todos los casos, se consideró estadísticamente significativo un valor  $p < 0.05$ .

**Resultados**

En este estudio se incluyeron siete casos, compuestos por individuos con edad media de 63 años (rango: 45-80), de los cuales cinco eran hombres (incluyendo un caso bilateral) y uno era mujer. El IMC medio del grupo fue 26.5 kg/m<sup>2</sup>, con

una clasificación ASA de 2 (rango entre 2 y 3). La duración promedio del seguimiento fue 10.1 años (rango: 3-14). El cáncer de colon surgió como la etiología más prevalente para la formación de ostomías ( $n = 4$ ), seguido por el cáncer de esófago (con un caso observado en el caso bilateral) y la colitis isquémica ( $n = 1$ ). La distribución de los tipos de ostomías comprendió tres colostomías, dos ileostomías y una yeyunostomía (notablemente observada en el caso bilateral) (Tabla 1).

Con respecto a la ATC, la coxartrosis primaria fue la patología subyacente predominante ( $n = 4$ ), seguida de la necrosis avascular de la cabeza femoral ( $n = 3$ ). El intervalo promedio entre la creación de la ostomía y la intervención de la ATC fue 7.2 años (rango: 1-12 años), con cinco casos que recibieron implantes no cementados y dos casos con implantes cementados. La evaluación postoperatoria mediante la puntuación de Merle d'Aubigné-Postel (MAP) al año arrojó una puntuación media de 17.1. Las evaluaciones radiográficas realizadas postoperatoriamente por los miembros del equipo de investigación de forma individual no revelaron halos radiolúcidos superiores a 2 mm en ninguna de las zonas de Gruen y DeLee.

De manera notable, no se registraron complicaciones postoperatorias, ni se reportaron infecciones agudas o crónicas entre los pacientes. Además, no se identificaron casos de aflojamiento aséptico y ningún paciente requirió reintervención postoperatoria.

## Discusión

El hallazgo más importante fue que las ostomías digestivas no aumentan el riesgo de complicaciones en la ATC. La ausencia de complicaciones postoperatorias, infecciones agudas o crónicas, signos de aflojamiento aséptico y la inexistencia de casos que requirieran reintervención son los hallazgos más significativos de nuestro estudio. Estos resultados destacan los resultados favorables tras la ATC en pacientes con ostomías previas. A pesar de las posibles preocupaciones sobre el mayor riesgo de infección del sitio quirúrgico/infección periprotésica (SSI/PJI) en pacientes con ostomías,<sup>1</sup> nuestros hallazgos sugieren que una evalua-

ción preoperatoria meticulosa y un cuidado óptimo de la ostomía pueden mitigar eficazmente estos riesgos.

Varios factores contribuyen al riesgo de SSI o PJI, incluidos IMC, diabetes mellitus, artritis reumatoide, depresión, uso prolongado de corticosteroides, bajos niveles de albúmina sérica y cirugías articulares previas.<sup>7,8,9,10</sup> En nuestro estudio, observamos un IMC promedio de 26.5 kg/m<sup>2</sup>, dentro del rango normal. A pesar del rango de IMC normal observado, nuestros hallazgos corroboran investigaciones previas que identifican al IMC elevado como uno de los factores de riesgo independientes asociados con complicaciones quirúrgicas, incluyendo duración prolongada de la cirugía, drenaje postoperatorio extenso, estancias hospitalarias prolongadas, intervenciones quirúrgicas previas en los sitios de incisión, uso previo de inmunosupresores, niveles bajos de proteínas preoperatorias e infecciones superficiales.<sup>11</sup>

En nuestra investigación, se administraron antibióticos profilácticos estándar durante los procedimientos quirúrgicos. En contraste, Kenneally y colaboradores (2023) llevaron a cabo una serie de casos analizando 14 pacientes que se sometieron a reemplazos articulares totales (TJA) [rodilla y cadera] para evaluar complicaciones postoperatorias en un período de 90 días. Los investigadores no reportaron complicaciones directas que impactaran las prótesis, como SSI y/o PJI, utilizando profilaxis antibiótica perioperatoria estándar. Su estudio documentó un intervalo de tiempo promedio de 8.2 años entre la ostomía y el TJA.<sup>12</sup> En contraste, nuestra investigación indicó un intervalo promedio de 7.2 años, reconociendo que el estudio anterior se centró principalmente en reemplazos totales de rodilla.

Considerando el enfoque quirúrgico y el riesgo de SSI y/o PJI, todos los pacientes en nuestro estudio fueron manejados mediante un enfoque anterolateral convencional. Sin embargo, una revisión sistemática y un metaanálisis realizados por Dockery y asociados en 2022, que incluyeron 24,407 caderas, revelaron mayor incidencia de infección en el enfoque anterior en comparación con enfoques no anteriores.<sup>13</sup> Es esencial señalar que este estudio no tuvo en cuenta el estado de la ostomía. Hasta la literatura actual, según nuestro conocimiento, no existe un estudio que compare esta cohorte de pacientes en

**Tabla 1: Hallazgos resumidos de la artroplastía total de cadera tras ostomía intestinal en seis casos clínicos individuales de 2005 a 2018. Hospital Clínic. Universidad de Barcelona. Barcelona, España.**

Número de paciente	Sexo	Edad (años)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	Causa de la ostomía	Tipo de ostomía	Intervalo de tiempo entre ostomía y ATC (años)	Cementada vs. No cementada	MAP al año
1	Hombre	45	27.14	Neoplasia de colon	Colostomía	1	No	18
2	Mujer	75	25.78	Colitis isquémica	Ileostomía	5	No	18
3	Hombre	80	27.99	Neoplasia de colon	Colostomía	12	No	18
4	Hombre	60	32.18	Neoplasia de colon	Ileostomía	1	No	18
5	Hombre	57	21.80	Neoplasia de esófago	Yeyunostomía	10	Sí	16
6	Hombre	57	24.77	Neoplasia de esófago	Yeyunostomía	10	Sí	16
7	Hombre	70	26.03	Neoplasia de colon	Ileostomía	12	No	16

IMC = índice de masa corporal. ATC = artroplastía total de cadera. MAP = Merle d'Aubigné-Postel.

**Figura 1:**

Paciente femenina sometida a una colostomía y artroplastía total de cadera derecha.

cuanto a los enfoques quirúrgicos y el riesgo de infección del sitio quirúrgico y/o infecciones periprotésicas.

Considerando la puntuación MAP obtenida durante la evaluación de un año de los pacientes, cabe destacar que la puntuación promedio fue 17.1, lo que indica resultados muy favorables. Esta observación nos lleva a inferir que esta cohorte de pacientes exhibe una recuperación postoperatoria similar a la que típicamente se observa en cohortes emparejadas por edad sin ostomías.<sup>14</sup>

La ausencia de complicaciones subraya la importancia de una gestión integral del paciente y destaca la necesidad de una investigación adicional para dilucidar factores de riesgo específicos y estrategias de manejo óptimas para esta población de pacientes. Estos hallazgos aportan información valiosa a la literatura existente, enfatizando la importancia de una evaluación preoperatoria exhaustiva y cuidado postoperatorio para optimizar los resultados en pacientes con ostomías sometidos a procedimientos de ATC.

### Aplicación clínica

Nuestro estudio subraya la importancia de una evaluación preoperatoria exhaustiva y un cuidado postoperatorio meticoloso para pacientes con ostomías previas que se someten a una ATC (*Figura 1*). A pesar de las preocupaciones potenciales sobre el aumento del riesgo de infecciones, nuestros hallazgos sugieren una prevención efectiva de las complicaciones con un manejo adecuado. Considerar factores como el IMC, la diabetes y las intervenciones quirúrgicas previas es crucial para predecir complicaciones posteriores a la ATC. Nuestro estudio destaca la necesidad de más investigación para definir factores de riesgo específicos y optimizar estrategias de manejo para este grupo de pacientes, orientando la toma de decisiones clínicas y mejorando los resultados.

### Conclusión

Los resultados de la ATC en pacientes con ostomías digestivas muestran buenos efectos clínicos, sin aumentar el riesgo de complicaciones postoperatorias y con una supervivencia a largo plazo.

### Referencias

1. Ares O, Arnold WV, Atilla B, Kumar Bari A, Battenberg A, Belzino M, et al. General assembly, prevention, host related local: proceedings of International Consensus on Orthopedic Infections. *J Arthroplasty*. 2019; 34(2S): S3-S12.
2. Salvadlena G. Incidence of complications of the stoma and peristomal skin among individuals with colostomy, ileostomy, and urostomy: a systematic review. *J Wound Ostomy Continence Nurs*. 2008; 35(6): 596-607.
3. Tortolani PJ, Kaufman HS, Nahabedian MY, Frassica FJ. Pericapsular fistula of the hip after radiation therapy and resection of a rectal carcinoma. A case report. *J Bone Joint Surg Am*. 1999; 81(11): 1596e9.
4. Long SS, Tawa NE, Ayres DK, Abdeen A, Wu JS. Coloarticular fistula: a rare complication of revision total hip arthroplasty. *Radioi Case Rep*. 2011; 6(3): 533.
5. El-Daly I, Natarajan B, Rajakulendran K, Symons S. Colo-articular fistula following a Girdlestone resection arthroplasty. *J Surg Case Rep*. 2014;2014 (5): rju043.
6. Gruen TA, McNeice GM, Amstutz HC. "Modes of failure of cemented stem-type femoral components: a radiographic analysis of loosening". *Clin Orthop Relat Res*. 1979; 141: 17-27.
7. Pruzansky JS, Bronson MJ, Grelsamer RP, Strauss E, Moucha CS. Prevalence of modifiable surgical site infection risk factors in hip and knee joint arthroplasty patients at an urban academic hospital. *J Arthroplasty*. 2014; 29(2): 272-6. doi: 10.1016/j.arth.2013.06.019.
8. Bozic KJ, Lau E, Kurtz S, Ong K, Rubash H, Vail TP, et al. Patient-related risk factors for periprosthetic joint infection and postoperative mortality following total hip arthroplasty in Medicare patients. *J Bone Joint Surg Am*. 2012; 94(9): 794-800. doi: 10.2106/JBJS.K.00072.
9. Kunutsor SK, Whitehouse MR, Blom AW, Beswick AD. Patient-related risk factors for periprosthetic joint infection after total joint arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2016; 11(3): e0150866. doi: 10.1371/journal.pone.0150866.
10. Wu C, Qu X, Liu F, Li H, Mao Y, Zhu Z. Risk factors for periprosthetic joint infection after total hip arthroplasty and total knee arthroplasty in Chinese patients. *PLoS One*. 2014; 9: e95300. doi: 10.1371/journal.pone.0095300.
11. Guo H, Xu C, Chen J. Risk factors for periprosthetic joint infection after primary artificial hip and knee joint replacements. *J Infect Dev Ctries*. 2020; 14(6): 565-71. doi: 10.3855/jidc.11013.
12. Kenneally H, Brown N, Schmitt D. Outcomes of total joint arthroplasty subsequent to ostomy: a case series. *Arthroplast Today*. 2023; 24: 101220. doi: 10.1016/j.artd.2023.101220.
13. Dockery DM, Allu S, Glasser J, Antoci V, Born CT, Garcia DR. Comparison of periprosthetic joint infection rates in the direct anterior approach and non-anterior approaches to primary total hip arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Hip Int*. 2023; 33(4): 633-9. doi: 10.1177/11207000221129216.
14. Ugino FK, Righetti CM, Alves DP, Guimaraes RP, Honda EK, Ono NK. Evaluation of the reliability of the modified Merle d'Aubigné and Postel method. *Acta Ortop Bras*. 2012; 20(4): 213-7. doi: 10.1590/S1413-78522012000400004.

**Financiamiento:** esta investigación no recibió ninguna subvención específica de agencias de financiación en los sectores público, comercial o sin fines de lucro.

**Conflictos de intereses:** los autores no tienen ningún conflicto de intereses que declarar.

Artículo original

doi: 10.35366/119908

# Desenlaces quirúrgicos tempranos de las fracturas complejas de platillos tibiales Schatzker V y VI: una cohorte retrospectiva de los últimos cinco años

*Early surgical releases of complex Schatzker V and VI tibial plateau fractures: a retrospective cohort of the last five years*

Hernández-Caicedo AJ,<sup>\*‡</sup> Santamaría-García JC,<sup>\*‡</sup> Villa-Bandera JH,<sup>\*§</sup>  
Salgado-Leal C,<sup>\*¶</sup> Blanco-Granados CT,<sup>\*¶</sup> Rivero-Centeno MA<sup>\*¶</sup>

Universidad Militar Nueva Granada, Hospital Militar Central. Bogotá, D.C.

**RESUMEN. Introducción:** las fracturas bicondilares de platillos tibiales de alta energía involucran un daño extenso a los tejidos blandos y presentan riesgos significativos postoperatorios, como infecciones, trombosis venosa y síndrome compartimental. Existe controversia sobre si manejar estas fracturas con una intervención quirúrgica definitiva o utilizando un fijador externo como parte del manejo por etapas. **Material y métodos:** estudio de cohorte retrospectivo. Se analizaron 22 pacientes con fracturas complejas de platillos tibiales en el período estudiado. Los pacientes fueron asignados a tres grupos según el manejo quirúrgico: A (fijador externo seguido de osteosíntesis), B (fijador externo definitivo) y C (osteosíntesis definitiva). Se evaluaron variables sociodemográficas, tipo de fractura y complicaciones postoperatorias, con análisis estadístico para comparar los desenlaces. **Resultados:** la mayoría de las fracturas fueron cerradas y causadas por accidentes automovilísticos. La cirugía se realizó en un promedio de 7.86 días, siendo la osteosíntesis definitiva el tratamiento más frecuente (54.5%). Se reportaron complicaciones como tromboembolias e infecciones, sin complicaciones en el postoperatorio inmediato. La consolidación de fractura se

**ABSTRACT. Introduction:** high-energy bicondylar tibial plateau fractures involve extensive soft tissue damage and present significant postoperative risks, such as infections, venous thrombosis, and compartment syndrome. There is controversy regarding whether to manage these fractures with definitive surgical intervention or by using an external fixator as part of a staged management approach. **Material and methods:** this was a retrospective cohort study. Twenty-two patients with complex tibial plateau fractures were analyzed during the study period. Patients were assigned to three groups based on surgical management: group A (external fixator followed by definitive osteosynthesis), group B (definitive external fixator), and group C (definitive osteosynthesis). Sociodemographic variables, fracture type, and postoperative complications were evaluated, with statistical analysis used to compare outcomes. **Results:** most fractures were closed and resulted from motor vehicle accidents. Surgery was performed at an average of 7.86 days, with definitive osteosynthesis being the most common treatment (54.5%). Complications such as thromboembolism and infections were reported, but there were no immediate postoperative complications. Fracture consolidation was

## Nivel de evidencia: III

\* Hospital Militar Central. Bogotá, Colombia.

† Residente de Ortopedia y Traumatología, Universidad Militar Nueva Granada.

‡ Ortopedista y traumatólogo, subspecialista en Cirugía de Hombro y Rodilla.

§ Estudiante de medicina, Universidad Militar Nueva Granada.

### Correspondencia:

Andrea Juliana Hernández Caicedo

E-mail: est.andreaj.hernanl@unimilitar.edu.co

Recibido: 09-09-2024. Aceptado: 16-10-2024.

**Citar como:** Hernández-Caicedo AJ, Santamaría-García JC, Villa-Bandera JH, Salgado-Leal C, Blanco-Granados CT, Rivero-Centeno MA. Desenlaces quirúrgicos tempranos de las fracturas complejas de platillos tibiales Schatzker V y VI: una cohorte retrospectiva de los últimos cinco años. Acta Ortop Mex. 2025; 39(3): 139-144. <https://dx.doi.org/10.35366/119908>



logró en 95% de los casos, un rango de flexión promedio de 102 grados, sin diferencias significativas entre tratamientos. **Discusión:** las fracturas Schatzker V y VI presentan desafíos significativos, aunque los métodos de fijación tienen ventajas y desventajas, los resultados funcionales son positivos con buena consolidación y recuperación de movilidad. **Conclusión:** la elección del tipo de fijación y el momento de intervención debe basarse en una evaluación integral del paciente y la fractura, considerando las complicaciones potenciales para asegurar una adecuada rehabilitación.

**Palabras clave:** fractura de platillos tibiales, fijación interna, fijación externa, infección, síndrome compartimental, tejidos.

achieved in 95% of patients, with an average range of motion of 102 degrees, with no significant differences between treatments. **Discussion:** Schatzker V and VI fractures present significant challenges. Although fixation methods have their advantages and disadvantages, functional outcomes are positive with good consolidation and recovery of mobility. **Conclusion:** the choice of fixation type and timing of intervention should be based on a comprehensive evaluation of the patient and the fracture, considering potential complications to ensure adequate rehabilitation.

**Keywords:** tibial plateau fracture, internal fixation, external fixation, infection, compartment syndrome, soft tissues.

## Introducción

Las fracturas de platillos tibiales bicondilares representan 1-2% del total de fracturas en adultos<sup>1</sup> y 5-8% de las fracturas en miembros inferiores.<sup>1,2,3</sup> En Colombia, se ha observado un aumento en la incidencia de esta patología, que afecta principalmente a hombres de entre 30 y 40 años, siendo los accidentes de tránsito, especialmente motociclistas, una de las causas más frecuentes.<sup>4,5</sup>

Dado que se trata de fracturas de alta energía que comprometen la congruencia articular debido a la comminución multiplanar y a la disociación metafisodiasfisaria, estas fracturas conllevan lesiones significativas en los tejidos blandos. Dichas lesiones requieren un manejo adecuado para minimizar el riesgo de complicaciones postoperatorias, como infecciones e inestabilidad en el foco de fractura, lo que las convierte en un reto terapéutico considerable.<sup>3,5</sup>

La decisión de manejo quirúrgico es el eje central del tratamiento, por lo cual existen diversas opciones de manejo; sin embargo, las que mayor aceptación han tenido son: el manejo en dos tiempos, con fijador externo como manejo inicial y posterior fijación interna como manejo definitivo; o en un solo tiempo con reducción abierta y fijación interna (RAFI) como manejo definitivo, realizando diferentes abordajes ya sea sencillo o doble (lateral y medial o postero-medial).<sup>1,6,7,8,9</sup> Cualquiera que sea la decisión para tratar el caso, ésta se debe tomar teniendo en cuenta variables como: mecanismo de acción del trauma, tipo de fractura, lateralidad, lesión de tejidos blandos y estado general del paciente.<sup>4,10</sup> Es importante resaltar que el manejo quirúrgico es el eje principal del tratamiento, pero no es el único; éste debe estar acompañado de tromboprofilaxis, manejo antibiótico teniendo en cuenta las características de la lesión, analgesia, terapia física y rehabilitación.<sup>3,11</sup>

El tiempo transcurrido entre el trauma y el manejo quirúrgico inicial debe idealmente ser de 24 horas o menos, ya que este intervalo se ha asociado significativamente con reducción en las complicaciones postoperatorias.<sup>1,3,4,5,12</sup> Entre estas complicaciones se incluyen infecciones en los tejidos blandos, tanto profundas como superficiales, con tasas de

incidencia de 90 y 59%, respectivamente, según el metaanálisis de Ahmad S y colaboradores. El riesgo de estas complicaciones aumenta en pacientes con antecedentes de tabaquismo o diabetes, debido a alteraciones en la respuesta inmune y en el endotelio, lo que incrementa la susceptibilidad al estrés oxidativo y a la inflamación.<sup>13</sup>

Por otro lado, están el síndrome compartimental, tromboembolismo venoso profundo, osificación heterotópica, osteoartrosis secundaria e inestabilidad persistente de la rodilla, los cuales se presentan en menor proporción,<sup>6,7,9</sup> así como el requerimiento de reintervenciones (desbridamiento, artroplastía, retiro de material de osteosíntesis) o de estancia hospitalaria prolongada secundarias a la presentación de estas complicaciones.<sup>6,9,14</sup>

El objetivo de este estudio fue determinar los principales desenlaces quirúrgicos con respecto a complicaciones como infección y síndrome compartimental, así como la funcionalidad asociada al manejo quirúrgico de forma temprana o por etapas de la fractura compleja de platillos tibiales clasificación Schatzker V y VI.

## Material y métodos

Estudio observacional y analítico, tipo cohorte, de carácter retrospectivo, basado en los registros de historias clínicas de los pacientes mayores de 18 años sometidos a manejo quirúrgico de fractura compleja de platillos tibiales entre el 1 de Enero de 2019 y el 31 de Diciembre del 2023.

Se recolectaron 22 pacientes con fracturas complejas de platillos tibiales, clasificación Schatzker V y VI, admitidos en un centro de trauma de IV nivel de las fuerzas militares.

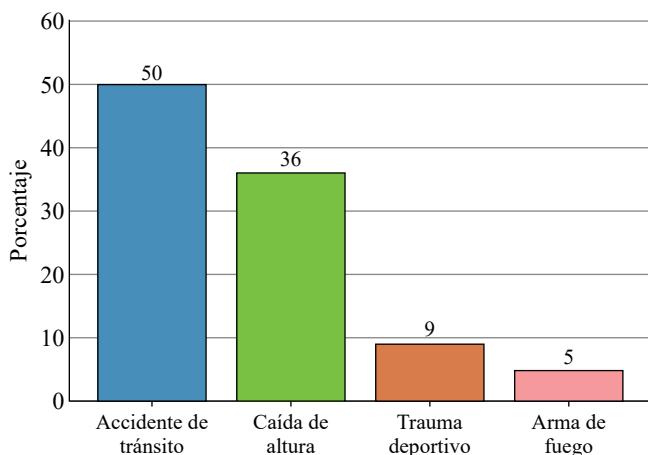
Se establecieron tres grupos de estudio basados en las etapas de manejo quirúrgico. Grupo A concerniente al manejo por etapas siendo la primera el uso de fijador externo y posteriormente según evolución clínica de los tejidos blandos, paso a osteosíntesis definitiva con placa (ocho pacientes) y un solo tiempo quirúrgico definido por dos grupos. El grupo B manejo definitivo con fijador externo. Y el grupo C osteosíntesis definitiva con fijación interna mediante placas.

Se realizó la identificación de las variables sociodemográficas, mecanismo de trauma y tipos de fractura en cuanto a si eran abiertas o cerradas, así como por su clasificación según Schatzker, la cual es ampliamente conocida y utilizada asistencialmente (*Tabla 1*). Se definió el tiempo desde el momento del trauma hasta el manejo quirúrgico definitivo, y las complicaciones durante este período. Se establecieron las complicaciones durante el seguimiento hasta tres meses postoperatorios con el fin de asegurar la disponibilidad de datos, establecidas como inmediatas (24 horas), tempranas (primeros 15 días), intermedias (seis semanas) y tardías (tres meses). Todos los pacientes recibieron tromboprofilaxis durante el primer mes postoperatorio, así como profilaxis antibiótica durante el manejo intraoperatorio. Se definió consolidación de la fractura como la presencia de signos radiológicos (presencia de tres de cuatro corticales, visualización de callo óseo) durante el seguimiento postoperatorio. Se registró el rango de flexión postoperatoria durante los controles médicos según los hallazgos del examen físico reportados en la historia clínica.

**Análisis estadístico.** Se realizó un análisis estadístico univariado para determinar las características de la población de estudio. Las variables continuas se resumen en medidas descriptivas con base en sus pruebas de normalidad (en el caso de variables normales se reportan media y desviación estándar); y las variables categóricas se resumen en frecuencias absolutas y relativas.

Para analizar las diferencias o similitudes entre los dos desenlaces quirúrgicos de interés, se contrastó la totalidad de variables con relación a la clasificación Schatzker de la lesión y el abordaje quirúrgico. En este sentido, se resumirán y presentarán la información entre categorías y en general (según la naturaleza de la variable), aportando además el resultado de pruebas de diferencias de medias (Wilcoxon) o diferencias de proporciones ( $\chi^2$  o prueba exacta de Fisher).

Finalmente, en aquellas variables que permitan cruces 2 a 2, se presentarán el *risk ratio* (RR) y su respectivo intervalo de confianza, con la intención de establecer posibles



**Figura 1:** Mecanismo de trauma de los pacientes con fracturas de platillos tibiales Schatzker V y VI.

riesgos específicos según el tipo de lesión y tipo de abordaje quirúrgico.

## Resultados

Durante el período de estudio se presentaron un total de 22 fracturas tipo V y VI, según la clasificación de Schatzker, 12 (54.5%) clasificadas como tipo V y 10 (45.5%) como tipo VI. Hubo nueve pacientes del sexo femenino (41%). La mediana de edad fue 43 años (rango 18-87) y la mayoría no tenía comorbilidades ( $n = 20$ , 91%) (*Tabla 1*).

El 91% de las fracturas fueron cerradas, atribuyéndose la mayoría a accidentes automovilísticos ( $n = 11$ , 50%), incluidos dos casos de politraumatismos (*Figura 1*). Sólo se informó un caso de síndrome compartimental en una fractura cerrada que requirió fasciotomía al ingreso, con cierre definitivo documentado a los 11 días por lo que requirió manejo en dos etapas.

El tiempo promedio en días desde el trauma hasta la intervención quirúrgica fue 7.86 días (rango 7.4-27 días).

El manejo en un solo tiempo con osteosíntesis definitiva se realizó en 12 casos (54.5%), ocho de éstos con clasificación Schatzker V; mientras que otros ocho (36.6%) pacientes fueron sometidos a manejo en dos tiempos y dos casos fueron manejados con fijador externo como parte del tratamiento definitivo (8.9%) (*Tabla 2*).

Hubo pocas complicaciones durante el seguimiento intrahospitalario hasta el manejo definitivo, con dos casos de eventos tromboembólicos en pacientes llevados a osteosíntesis definitiva en un primer tiempo y un caso de infección asociada al uso del fijador externo ( $p = 0.012$ ).

El doble abordaje se utilizó en ocho (36.3%) pacientes, siendo la combinación más utilizada elabordaje anterolateral y anteromedial para el manejo de estas fracturas complejas. Seis (27.2%) pacientes requirieron artroscopía intraoperatoria, en su totalidad casos con fracturas Schatzker V.

No se documentaron complicaciones postoperatorias dentro de las primeras 24 horas ( $p = 0.031$ ). Sin embargo, a los 15 días de seguimiento se reportó un caso de infección

**Tabla 1: Características demográficas de los pacientes (N = 22).**

Variable	Schatzker V N = 12	Schatzker VI N = 10
	n (%)	n (%)
<b>Sexo</b>		
Femenino	6 (50.0)	3 (30.0)
Masculino	6 (50.0)	7 (70.0)
Edad (años), media [rango]	46.92 [23-87]	39.6 [13.85-66]
Diabetes mellitus tipo II	1 (8.3)	0 (0.0)
<b>Mecanismo de trauma</b>		
Accidente de tránsito	5 (41.7)	6 (60.0)
Herida por arma de fuego	0 (0.0)	1 (10.0)
Caída de altura	5 (41.7)	3 (30.0)
Trauma deportivo	2 (16.7)	0 (0.0)
<b>Fracturas</b>		
Cerradas	12 (100.0)	8 (80.0)
Abiertas	0 (0.0)	2 (20.0)

del sitio quirúrgico, que aumentó a tres casos a las seis semanas. A los tres meses de seguimiento hubo un caso de infección y una trombosis venosa no complicada (*Tabla 2*).

Se documentó consolidación completa de la fractura en 95% de los pacientes durante el seguimiento postoperatorio final y un solo paciente con retraso. Respecto a los arcos de movilidad, se presentó una flexión promedio de la rodilla de 102° (rango 40-130 grados), sin diferencias estadísticamente significativas respecto al grado de complejidad de la fractura y al manejo quirúrgico final instaurado.

## Discusión

Las fracturas de platillos tibiales representan un desafío considerable en su manejo, particularmente las clasificadas como Schatzker V y VI. Estas fracturas, que suelen resultar de traumas de alta energía y conllevan un compromiso significativo de los tejidos blandos, requieren un tratamiento cuidadoso y oportuno, por lo cual, durante varios años, el manejo temporizado por etapas ha sido planteado como una opción como lo describió Egol y colaboradores, planteándose tiempos óptimos de cirugía entre seis y ocho días posterior al trauma, dado que después del quinto día la probabilidad de reducción adecuada de la fractura se reduce considerablemente.<sup>12</sup> Esta variabilidad destaca la importancia de una evaluación individualizada para determinar el momento óptimo para la cirugía, considerando como pilares el estado de los tejidos blandos y la condición clínica del paciente.

Respecto al enfoque de la intervención quirúrgica, se han planteado diversos manejos que van desde la aplicación de tutores externos en un primer tiempo quirúrgico o como manejo definitivo, reducción abierta y fijación con placa o incluso manejo percutáneo, lo cual a largo plazo ha tenido controversia respecto a las complicaciones y proceso de rehabilitación en el postoperatorio.

Mesa y asociados<sup>15</sup> compararon la fijación en un solo tiempo versus la fijación en etapas; pese a que no observaron aumento significativo en las complicaciones entre ambos métodos, el protocolo por etapas reportó 77% de buenos resultados según Patterson y Cole,<sup>17</sup> sin embargo, con mayores tasas de reintervención que, contrastados con nuestros resultados, no mostraron diferencias estadísticamente significativas respecto a complicaciones tempranas o tardías durante el seguimiento en los grupos de estudio, con incidencias nulas de forma temprana y bajas durante el seguimiento considerando el total de la población, lo cual hace difícil la comparación con otros estudios históricos.<sup>3,4,5,6</sup>

Con relación al tipo de fijación, la literatura destaca que la fijación externa es eficaz en casos con compromiso de tejidos blandos, pacientes politraumatizados, fracturas abiertas o fracturas de alta energía, ofreciendo ventajas como menor pérdida de sangre y menor tiempo quirúrgico. Sin embargo, también está asociada con mayor tasa de infecciones superficiales (OR 3.4) y profundas (OR 1.14) según el metaanálisis de Ahmad y colegas, además de osteoartritis, que debe ser evaluada en seguimientos más extensos en caso de que se opte como manejo definitivo el uso del tutor externo.<sup>13,14,16,17</sup>

Por otro lado, la fijación interna bajo reducción abierta permite un mejor control de la alineación ósea y la congruencia articular, aspectos cruciales en fracturas intraarticulares complejas como son las planteadas en este estudio. Sin embargo, a pesar de sus beneficios, la fijación interna se asocia con mayor pérdida de sangre y tiempo quirúrgico en comparación con la fijación externa, además de tasas de infección considerables en relación al tamaño de las incisiones y la disección de los tejidos blandos para lograr la reducción óptima de la fractura, que ha venido en disminución en los últimos años con el advenimiento de las técnicas mínimamente in-

Tabla 2: Comparación entre grupos según manejo quirúrgico.

Variable	Grupo A (Manejo por etapas)	Grupo B (Fijador externo)	Grupo C (Osteosíntesis definitiva)	p
Número de pacientes	8	2	12	
Edad (años), [rango]	35 [19-52]	29 [23-35]	51 [32-59]	0.166
Sexo (Masculino/Femenino)	3/5	0/2	6/6	0.369
Tiempo del trauma hasta la cirugía definitiva (días)	6	11	8	
Fasciotomía	0	0	1	0.015
Artroscopía intraoperatoria	2	0	4	0.608
Complicaciones postoperatorias tempranas (24 horas)	0	0	0	<b>0.031</b>
Complicaciones postoperatorias primeros 15 días (infección)	1 (12.5%)	0	0	0.691
Complicaciones postoperatorias seis semanas (infección)	2 (25%)	0	1 (8.3)	0.477
Complicación postoperatoria a los tres meses				
Infección	0	0	1 (8.3)	0.766
Trombosis venosa	0	0	1 (8.3)	

vasivas, concordante con los hallazgos de nuestro estudio en donde las complicaciones infecciosas se reducen a tres casos durante el período de seguimiento de tres meses.<sup>6,8,17</sup>

En cuanto a los abordajes para la fijación interna, la elección depende de la morfología del trazo de fractura y las preferencias del cirujano tratante. El abordaje dual (36.3%) es común en nuestra práctica, siendo los abordajes anterolateral y anteromedial los más frecuentemente empleados. Diversos estudios comparan el uso de un abordaje dual frente a un único abordaje cuando se requiere doble placa, concluyendo que no hay diferencias significativas en las tasas de infección (22.0% incisión única frente a 23.5% incisión doble) o necesidad de reintervención (31.7% incisión única versus 31.4% incisión doble)<sup>8,9</sup> entre ambos métodos. Sin embargo, el abordaje dual puede ofrecer como ventaja mejores resultados radiográficos, especialmente en la restauración de la anatomía en el plano sagital; por ello debe ser tenido en cuenta para mejorar los resultados quirúrgicos sin temor a incurrir en mayor riesgo de complicaciones, además de considerar las técnicas mínimamente invasivas como potenciales opciones en caso de que la morfología de la fractura permita lograr reducciones óptimas que disminuyan el riesgo de artrosis postraumáticas además del menor daño a los tejidos blandos adyacentes.<sup>5,7,9</sup>

Finalmente, en cuanto a los resultados funcionales, los rangos de movilidad mejoraron de forma progresiva durante el seguimiento postoperatorio, sin presentarse casos de rigidez articular o reintervención para movilización articular en ninguno de los grupos de estudio, además de que se evidenció una consolidación completa en 100% de los casos.<sup>16</sup>

Nuestros resultados concuerdan con la literatura actual acerca de la controversia que se presenta sobre el manejo de estas fracturas de altas complejidad dado que se reporta gran variabilidad de resultados y las diferencias no logran ser estadísticamente significativas como para estandarizar de forma sistemática el manejo de fracturas. Sin embargo, resaltamos la nulidad de complicaciones inmediatas y bajas durante el seguimiento a tres meses, además de la consolidación total y recuperación funcional de los arcos de movilidad en ambos grupos estudiados.

**Limitaciones.** Nuestro estudio presenta limitaciones como el tamaño de la muestra, la heterogeneidad de los datos durante el seguimiento y su naturaleza retrospectiva dado que esta lesión es poco frecuente, por lo cual se requieren futuros estudios prospectivos con cohortes más amplias para mejorar las recomendaciones y los resultados para los pacientes con fracturas de platillos tibiales, además de considerar otras variables que han sido descritas como determinantes de mal resultado como lo son las incisiones extensas, la disección macroscópica, las cirugías prolongadas y los implantes voluminosos.

## Conclusiones

La decisión sobre el tipo de fijación, el momento y el enfoque de la intervención debe basarse en una evaluación

integral del paciente y de la fractura específica. El compromiso de los tejidos blandos coloca al paciente en un mayor riesgo de secuelas negativas que son independientes del dispositivo de fijación, por lo cual ambas técnicas confieren ventajas y desventajas que deben ser consideradas e individualizadas con cada fractura con el fin de disminuir las principales complicaciones como infección, síndrome compartimental y trombosis venosa, y asegurar la rehabilitación de estas fracturas que comprometen la superficie articular.

## Referencias

- Unno F, Lefaivre KA, Osterhoff G, Guy P, Broekhuysen HM, Blachut PA, et al. Is early definitive fixation of bicondylar tibial plateau fractures safe? An observational cohort study. *J Orthop Trauma*. 2017; 31(3): 151-7.
- Boluda-Mengod J, Guimera-García V, Olías-López B, Renovell-Ferrer P, Carrera I, Herrera-Pérez M, et al. A proposal of a new algorithm for decision-making approaches in open reduction and internal fixation of complex tibial plateau fractures - SOTA algorithm (Spanish Orthopaedic Trauma Association). *Injury*. 2021; 52 Suppl 4: S87-98.
- Giordano V, do Amaral NP, Koch HA, E Albuquerque RP, de Souza FS, Dos Santos Neto JF. Outcome evaluation of staged treatment for bicondylar tibial plateau fractures. *Injury*. 2017; 48 Suppl 4: S34-40.
- Reátiga Aguilar J, Ríos X, González Edery E, De La Rosa A, Arzuza Ortega L. Epidemiological characterization of tibial plateau fractures. *J Orthop Surg Res*. 2022; 17(1): 106.
- Bove F, Sala F, Capitani P, Thabet AM, Scita V, Spagnolo R. Treatment of fractures of the tibial plateau (Schatzker VI) with external fixators versus plate osteosynthesis. *Injury*. 2018; 49 Suppl 3: S12-8.
- Naja AS, Bouji N, Eddine MN, Alfarii H, Reindl R, Tfayli Y, et al. A meta-analysis comparing external fixation against open reduction and internal fixation for the management of tibial plateau fractures. *Strategies Trauma Limb Reconstr*. 2022; 17(2): 105-16.
- Metcalfe D, Hickson CJ, McKee L, Griffin XL. External versus internal fixation for bicondylar tibial plateau fractures: systematic review and meta-analysis. *J Orthop Traumatol*. 2015; 16(4): 275-85.
- Dobelle E, Fabre-Aubrespy M, Mandon B, Flecher X, Ollivier M, Argenson JN, et al. Bicondylar tibial plateau fracture osteosynthesis with double-plate fixation: Similar complication rates and clinical results but improved radiographic outcomes with dual compared to single approach. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2024; 110(2): 103655.
- Guild TT, Stenquist DS, Yeung CM, Harris MB, Von Kuepell AG, Smith RM. Single versus dual incision approaches for dual plating of bicondylar tibial plateau fractures have comparable rates of deep infection and revision surgery. *Injury*. 2022; 53(10): 3475-80.
- Rodríguez-Buitrago A, Basem A, Okwumabua E, Enata N, Evans A, Penning J, et al. Hyperglycemia as a risk factor for postoperative early wound infection after bicondylar tibial plateau fractures: Determining a predictive model based on four methods. *Injury*. 2019; 50(11): 2097-102.
- Li K, Zhang S, Qiu X, Huang H, Sheng H, Zhang Y, et al. Optimal surgical timing and approach for tibial plateau fracture. *Technol Health Care*. 2022; 30(S1): 545-51.
- Egol KA, Tejwani NC, Capla EL, Wolinsky PL, Koval KJ. Staged management of high-energy proximal tibia fractures (OTA types 41): the results of a prospective, standardized protocol. *J Orthop Trauma*. 2005; 19(7): 448-55; discussion 456.
- Tripathy SK, Varghese P, Panigrahi S, Panda BB, Srinivasan A, Sen RK. External fixation versus open reduction and internal fixation in the treatment of complex tibial plateau fractures: a systematic review and meta-analysis. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2021; 55(5): 444-56.
- Zhao XW, Ma JX, Ma XL, Jiang X, Wang Y, Li F, et al. A meta-analysis of external fixation versus open reduction and internal fixation for complex tibial plateau fractures. *Int J Surg*. 2017; 39: 65-73.

15. Mesa L, Lufrano RC, Sajid MI, Flanagan C, Grewal IS, Bates P, et al. Acute versus staged fixation of bicondylar tibial plateau fractures: a dual centre international study. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2024; 34(3): 1683-90.
16. Kitchen DS, Richards J, Smitham PJ, Atkins GJ, Solomon LB. Does time to theatre affect the ability to achieve fracture reduction in tibial plateau fractures? *J Clin Med*. 2021; 11(1): 138.
17. Patterson MJ, Cole JD. Two-staged delayed open reduction and internal fixation of severe pilon fractures. *J Orthop Trauma*. 1999; 13(2): 85-91.

**Conflicto de intereses:** por parte de los autores no se presenta ningún conflicto de intereses relevante en este artículo.

**Financiación:** no existen fuentes de financiación públicas o privadas en la realización del presente estudio.

**Consideraciones éticas:** de acuerdo con la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, el

presente estudio se ajusta a la definición de investigación sin riesgo que expone en su artículo 11 literal a) Investigación sin riesgo: son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, sicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: revisión de historias clínicas, entrevistas, cuestionarios y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta.

De acuerdo con su perfil de riesgo y el tipo de variables que se midieron, se considera que el estudio no requiere consentimiento informado, tal como lo contempla el artículo 16 de la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia.

Artículo original

doi: 10.35366/119909

## Supervivencia a mediano y largo plazo de vástago femoral Synergy en artroplastía total de cadera no cementada

*Medium and long-term survival of Synergy femoral stem in cementless total hip arthroplasty*

García-Dobarganes-Barlow FE,\* Esquivel-Solorio A,‡ García-Saud AS,§ Murray-López G,¶  
Garcini-Munguía F,|| Guevara-Álvarez A,|| Negrete-Corona J||

Instituto Queretano de Alta Especialidad en Ortopedia (IQAEO). Querétaro, México.

**RESUMEN. Introducción:** la artrosis de cadera es una de las condiciones más incapacitantes que afectan la calidad de vida de los ancianos; tiene una prevalencia actual de 10%. El tratamiento avanzado de esta patología generalmente involucra la artroplastía total de cadera. Recientemente, se ha invertido la tendencia del uso de vástagos cementados a vástagos no cementados, debido a los excelentes resultados clínicos y radiológicos obtenidos con éstos últimos. **Material y métodos:** se revisaron retrospectivamente 578 artroplastías totales de cadera con vástago cónico no cementado realizadas entre 2003 y 2018. La edad promedio de los pacientes fue 62.92 años, con un seguimiento medio de 14.03 años. El seguimiento osciló entre cinco y 20 años. **Resultados:** la tasa de revisión por cualquier motivo fue de 2.3%, con una tasa de desgaste de polietileno de 1.0%, infección profunda de 0.9% y luxaciones de 0.3%. No se reportaron revisiones por aflojamiento aséptico. La tasa de supervivencia para aflojamiento aséptico fue de 100% y para todas las causas de 97.7%. La tasa de complicaciones sin necesidad de revisión fue de 5.0%, mientras que la tasa total de complicaciones fue de 7.2%. **Conclusión:** el vástago cónico no cementado de titanio de tercera generación muestra

**ABSTRACT. Introduction:** hip osteoarthritis is one of the most disabling conditions affecting the quality of life in the elderly, with a current prevalence of 10%. Advanced treatment for this condition generally involves total hip arthroplasty. Recently, there has been a shift from using cemented stems to uncemented stems due to the excellent clinical and radiological outcomes achieved with the latter. **Material and methods:** a retrospective review was conducted of 578 total hip arthroplasties using a tapered uncemented stem performed between 2003 and 2018. The average age of the patients was 62.92 years, with a mean follow-up of 14.03 years. Follow-up ranged from 5 to 20 years. **Results:** the revision rate for any reason was 2.3%, with a polyethylene wear rate of 1.0%, a deep infection rate of 0.9%, and a dislocation rate of 0.3%. No revisions were reported for aseptic loosening. The survival rate for aseptic loosening was 100%, and the overall survival rate was 97.7%. The rate of complications that did not require revision was 5.0%, while the total complication rate was 7.2%. **Conclusion:** the third generation tapered uncemented titanium stem shows excellent short- and medium-term results, with adequate osteointegration. It is expected to

### Nivel de evidencia: II

\* Cirujano de cadera y rodilla. Profesor titular del Curso de Alta Especialidad en Cirugía Articular. Instituto Queretano de Alta Especialidad en Ortopedia (IQAEO). Hospital Ángeles Centro Sur. México.

† Alta especialidad en Cirugía Articular. IQAEO. Hospital Ángeles Querétaro. Querétaro, México.

‡ Fellow del curso de Alta Especialidad en Cirugía Articular. IQAEO. Querétaro, México.

§ Cirujano traumatólogo y ortopedista. Alta especialidad en Cirugía Articular. IQAEO. Querétaro, México.

|| Profesor adjunto Curso de Alta Especialidad en Cirugía Articular. IQAEO. Querétaro, México.

### Correspondencia:

Dr. Fidel Enrique García Dobarganes Barlow

E-mail: fdobarganes@icloud.com

Recibido: 01-09-2024. Aceptado: 08-12-2024.

**Citar como:** García-Dobarganes-Barlow FE, Esquivel-Solorio A, García-Saud AS, Murray-López G, Garcini-Munguía F, Guevara-Álvarez A, et al. Supervivencia a mediano y largo plazo de vástago femoral Synergy en artroplastía total de cadera no cementada. Acta Ortop Mex. 2025; 39(3): 145-151. <https://dx.doi.org/10.35366/119909>



[www.medigraphic.com/actaortopedia](http://www.medigraphic.com/actaortopedia)



excelentes resultados a mediano plazo, con una adecuada osteointegración y se espera que continúe mostrando buenos resultados a largo plazo, considerando el aflojamiento aséptico como el principal motivo de revisión.

**Palabras clave:** vástago Synergy, artroplastía, cadera, vástago no cementado, supervivencia.

## Introducción

La coxartrosis es una de las principales causas de discapacidad en ancianos, con un riesgo estimado de 25% de desarrollar la enfermedad sintomática a los 85 años y 10% de probabilidad de requerir una artroplastía total de cadera a lo largo de la vida.<sup>1</sup> La prevalencia actual de artrosis de cadera es de 10%.<sup>2</sup> El manejo de la coxartrosis sigue siendo principalmente sintomático y paliativo, con intervenciones para modificar la enfermedad aún poco clara. La prevención primaria podría ser crucial para reducir la incidencia de la enfermedad.<sup>3</sup>

En las etapas tempranas y moderadas, el tratamiento se centra en métodos conservadores como fisioterapia, cambios en el estilo de vida, modificación de factores de riesgo y uso de medicamentos, escalando según las guías internacionales. Terapias más invasivas, como infiltraciones con esteroides o viscosuplementación, tienen resultados discutibles. En las etapas avanzadas, el tratamiento conservador es secundario y el enfoque principal es la artroplastía total de cadera.<sup>4</sup>

Recientemente, ha habido un cambio hacia el uso de vástagos no cementados en lugar de cementados, debido a sus mejores resultados clínicos y radiológicos a mediano plazo, su fijación biológica predecible, mayor facilidad de colocación y su mayor durabilidad contra la osteólisis, lo cual podría mejorar la longevidad del implante.

A pesar de su creciente popularidad, los datos publicados sobre la supervivencia de la artroplastía de cadera no cementada más allá de los 15 años siguen siendo limitados.<sup>5</sup>

El número de artroplastías de cadera ha ido en aumento en los últimos años y se espera continúe incrementando; el uso de vástagos cementados actualmente se utiliza con mayor frecuencia y su supervivencia a largo plazo es determinante para su uso continuado y para desarrollo de nuevos vástagos no cementados que tengan aun mejores resultados a largo plazo.

Debido a que en México no se cuenta con un registro nacional de artroplastías de cadera y a que tampoco existe reporte estadístico de complicaciones a corto o mediano plazo, nos propusimos específicamente en enfocarnos en el reporte y revisión de la tasa de supervivencia corto y mediano plazo teniendo en cuenta el aflojamiento aséptico del vástago Synergy no cementado realizadas por un mismo cirujano en el Hospital Ángeles Querétaro.

continue showing favorable long-term results, with aseptic loosening being the primary reason for revision.

**Keywords:** stem synergy, arthroplasty, hip, cementless stem, survivorship.

Nuestro objetivo fue evaluar y analizar la supervivencia de los vástagos Synergy no cementados sometidos a artroplastía total de cadera operados por un mismo cirujano en el Hospital Ángeles de Querétaro.

## Material y métodos

Estudio retrospectivo, observacional, analítico, de corte transversal, realizado en el Instituto Queretano de Alta Especialidad en Ortopedia, Hospital Ángeles de Querétaro, Santiago de Querétaro, México. Por un mismo cirujano ortopedista experto en cirugía articular con más de 30 años de experiencia. Esta revisión se realizó de Septiembre de 2022 a Agosto del 2023. Se revisaron retrospectivamente 720 expedientes clínicos de pacientes sometidos a artroplastía de cadera con vástago Synergy, de los cuales se eliminaron del estudio 142 por expediente clínico incompleto, continuando en el estudio un total de 578 artroplastías totales de cadera con vástago cónico no cementado realizadas entre 2003 y 2018. La edad promedio de los pacientes fue 62.92 años, con un seguimiento medio de 14.03 años. El seguimiento osciló entre cinco y 20 años, con un tiempo mínimo de cinco años. A todos los pacientes se le realizó el abordaje posterolateral de cadera y todos llevaron un mismo protocolo de rehabilitación.

El tipo de muestra fue no probabilístico, por conveniencia.

**Criterios de inclusión:** pacientes de todas las edades. Cualquier causa de coxartrosis. Fracturas intracapsulares de cadera tratadas mediante artroplastía de cadera con vástago Synergy. Reemplazo total de cadera no cementada con colocación de vástago Synergy no cementado realizado entre los años 2003 y 2018.

**Criterios de exclusión:** expediente incompleto. Seguimiento menor de cinco años. Pacientes con cirugía previa. Pacientes que no usaron Vástago Synergy no cementado.

**Instrumentos:** se obtuvieron todos los datos e información del expediente electrónico Medic Manager y de los registros en hojas de Excel sobre las complicaciones en el postquirúrgico y se evaluaron tanto del expediente como radiografías seriadas. Todos los procedimientos fueron realizados por el mismo cirujano ortopedista experto en cirugía articular con más de 30 años de experiencia.

**Aspectos éticos:** el presente trabajo de investigación se llevó a cabo en un registro de pacientes mexicanos con base al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, que se encuentra vigente ac-

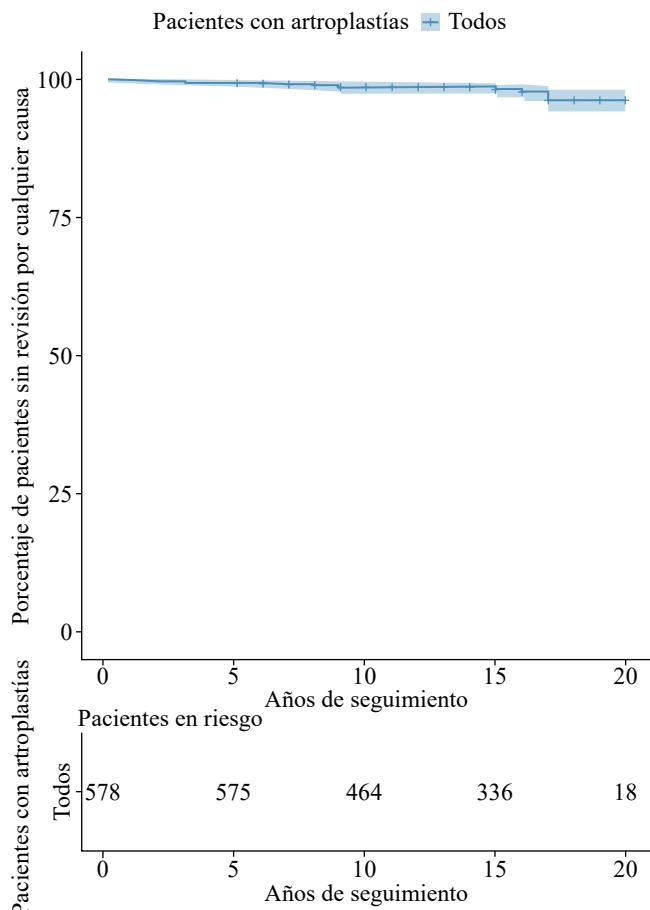
tualmente en el territorio de los Estados Unidos Mexicanos: Título segundo: de los aspectos éticos de la investigación en Seres Humanos, Capítulo I Disposiciones comunes, en los artículos 13 al 27. Título sexto: De la ejecución de la Investigación en las Instituciones de atención a la salud, Capítulo Único, en los artículos 113 al 120.

Los aspectos éticos cumplen con los lineamientos.

**Métodos estadísticos:** En este estudio se revisaron de forma retrospectiva un total de 578 artroplastías totales de cadera con vástago Synergy efectuadas en el período de 2003 a 2018. Del total de artroplastías, 236 (41%) fueron realizadas en mujeres y 342 (59%) en hombres; 375 (65%) fueron cirugías realizadas en el lado derecho y 203 (35%) en el lado izquierdo. La edad promedio de los pacientes fue 62.92 años (rango: 23-80 años). La principal causa para la realización de la artroplastía fue coxartrosis (78%), seguida de displasias (13%), artritis reumatoide (5.2%), necrosis avascular (3.5%) y trauma (0.3%). Para los pacientes incluidos en la cohorte, el tiempo promedio de seguimiento fue 14.03 años, mientras que el tiempo máximo de seguimiento fue 20 años y el tiempo mínimo cinco años. Una descripción completa de las características de los pacientes incluidos en el estudio se muestra en la [Tabla 1](#).

Radiografías anteroposteriores de la pelvis y cadera, así como laterales de cadera, fueron tomadas en cada visita de seguimiento y en su última visita de seguimiento, fueron evaluadas para observar la presencia de subsistencia, osteólisis, osteointegración, o aflojamiento.

La presencia de líneas de radiolucencia fue establecida mediante las zonas de Gruen. *Stress shielding* moderado fue establecido como una resorción ósea o densidad ósea dismi-



**Figura 1:** Supervivencia de los pacientes con vástago Synergy no cementado hasta la revisión por cualquier causa.

nuida extendiéndose en las zonas 2, 6, 9 y 13. Si se extendía más allá se clasificó como *stress shielding* severo.

La estabilidad femoral fue clasificada, de acuerdo a Engh y colaboradores, en tres categorías: 1) crecimiento óseo estable, 2) crecimiento fibroso estable y 3) inestable.<sup>6,7</sup>

Las variables cualitativas fueron presentadas como frecuencias y porcentajes, mientras que, debido a su distribución, las variables cuantitativas se presentaron como medianas y rangos.

La comparación de variables cualitativas entre los grupos se realizó mediante la prueba de  $\chi^2$  o exacta de Fisher. Por otro lado, la comparación de variables numéricas entre los grupos se efectuó con la prueba U de Mann Whitney. Se realizaron curvas de Kaplan-Meier y se compararon mediante Long-Rank.

## Resultados

Se examinaron retrospectivamente 578 artroplastías totales de cadera con vástago Synergy realizadas entre 2003 y 2018 en este estudio. En el total de artroplastías realizadas, 342 (59%) fueron hombres y 236 (41%) fueron mujeres. Al lado derecho correspondieron 375 (65%) cirugías y al izquierdo 203 (35%). La edad media de los pacientes que re-

**Tabla 1: Características de los pacientes incluidos en el estudio (N = 578).**

Características	n (%)
Género	
Femenino	236 (41)
Masculino	342 (59)
Edad (años)	
Media ± DE	62.92 ± 6.60
Mediana [RIQ]	64.00 [60.00-66.00]
Rango	23.00-80.00
Lado en el que se realizó la cirugía	
Derecho	375 (65)
Izquierdo	203 (35)
Diagnóstico inicial	
Artritis reumatoide	34 (5.9)
Coxartrosis	449 (77.7)
Displasia	73 (12.6)
Necrosis avascular	20 (3.5)
Trauma	2 (0.3)
Años de seguimiento	
Media ± DE	14.03 ± 4.32
Mediana [RIQ]	16.00 [10.00-18.00]
Rango	5.00-20.00

DE = desviación estándar. RIQ = rango intercuartílico.

cibieron la artroplastía fue 62.92 años (rango: 23-80 años). La coxartrosis (77.1%), la displasia (12.6%), la artritis reumatoide (5.9%), la necrosis avascular (3.5%) y el trauma (0.3%) fueron las principales causas para la realización de la artroplastía total de cadera.

Los pacientes de la cohorte tuvieron un seguimiento promedio de 14.03 años; el tiempo máximo fue 20 años y el mínimo fue cinco años.

La *Tabla 1* presenta una descripción detallada de las características de los pacientes que participaron en el estudio.

La *Figura 1* muestra el análisis de supervivencia de los pacientes sometidos a artroplastía total de cadera con vástago Synergy. Para esta gráfica se consideró como evento a cualquier complicación que ameritó revisión, independientemente de la causa. A los 20 años, el número de pacientes que estuvieron en riesgo fue 18 y se presentaron un total de 13 revisiones (*Figuras 2 y 3*).

Una descripción de las artroplastías y las tasas de complicaciones en los pacientes se encuentra en la *Tabla 2*.

La *Figura 4* muestra el análisis de supervivencia de los pacientes hasta la revisión por aflojamiento aséptico. A los 20 años no se presentaron eventos relacionados con el aflojamiento aséptico.

En relación con los componentes del implante, en 63.0% de las artroplastías se utilizó polietileno estándar y en 37.0% polietileno XLPE. El Cr-Co fue el componente principal de la cabeza femoral, que se empleó en 67% de las intervenciones; la copa acetabular más frecuente fue la Reflection, que se empleó en 65.0%.

Los pacientes que requirieron una revisión fueron 13 (2.2%), independientemente del motivo. La tasa de desgaste de polietileno fue de 1.0% de estas revisiones. La tasa de revisión por infección profunda fue de 0.9 (n = 5) y la tasa de luxación que requirió revisión fue de 0.3% (n = 2). Es crucial señalar que ninguno de los pacientes analizados en el estudio necesitó una revisión por aflojamiento aséptico. Además, 5.0% de los casos presentaron alguna complica-

ción sin que se necesitara una revisión (n = 29). Por último, la tasa de complicaciones fue de 7.2% (n = 42), sin importar si el paciente necesitó o no una revisión.

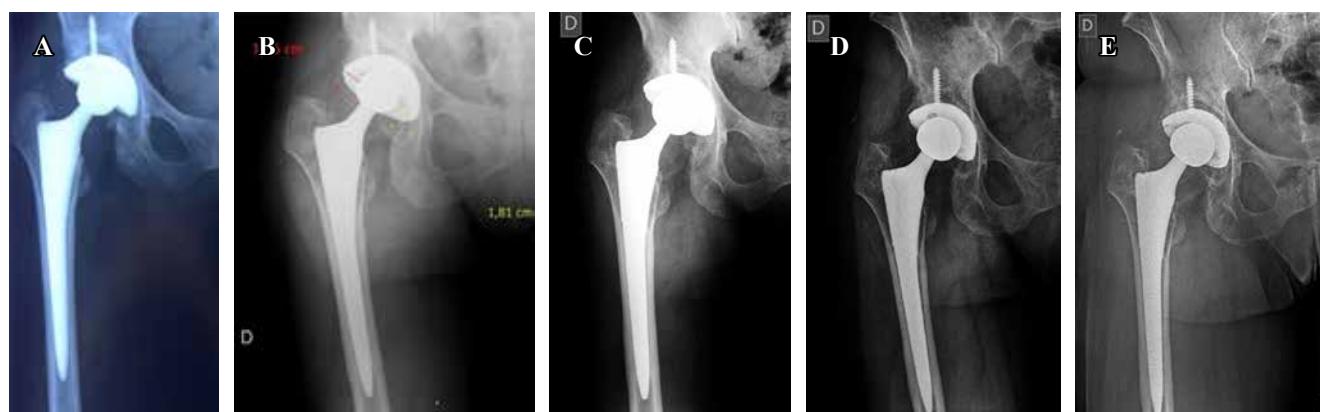
Las tasas de complicaciones encontradas en los pacientes durante el seguimiento se detallan en la *Tabla 3*. La principal complicación identificada fue infección superficial, la cual se presentó en 15 (2.6%) pacientes, seguida de las luxaciones que se reportaron en 11 (1.9%) y del desgaste de polietileno que se registró en seis (1.0%).

El objetivo de este estudio fue comparar las características de los pacientes con seguimiento a mediano plazo (menor a 10 años) y a largo plazo (que supera los 10



**Figura 3:**

Vástago Synergy no cementado.



**Figura 2:** **A)** Radiografía de cadera derecha de postoperatorio inmediato con vástago Synergy del 2004. **B)** Radiografía de cadera derecha con vástago Synergy de 10 años de evolución, con desgaste ecuatorial del polietileno tradicional, vástago Synergy osteointegrado. **C)** Vástago Synergy de 11 años de evolución con recambio de polietileno tradicional a HXLPE. **D)** Vástago Synergy con 14 años de evolución osteointegrado. **E)** Vástago Synergy de 20 años de evolución, osteointegrado, sin osteólisis, no stress shielding, sin datos de aflojamiento aséptico.

**Tabla 2: Características y tasa de complicaciones de las artroplastías con vástago Synergy (N = 578).**

Característica	n (%)
Polietileno	
Estándar	362 (63)
HXLPE	216 (37)
Cabeza femoral	
Cr-Co	384 (67)
Oxinium	194 (33)
Copa acetabular	
R3	201 (35)
Reflection	377 (65)
Complicación durante el seguimiento*	
No	536 (92.7)
Sí	42 (7.3)
Complicación con revisión	
No	565 (97.7)
Sí	13 (2.3)
Etiología de la complicación con revisión	
Sin revisión	565 (97.7)
Desgaste del polietileno	6 (1.0)
Infección profunda	5 (0.9)
Luxación recidivante (inestabilidad)	2 (0.3)
Aflojamiento aséptico	0 (0.0)
Complicación sin revisión	
No	549 (95)
Sí	29 (5.0)
Etiología de la complicación sin revisión	
Sin afectación	549 (95)
Hundimiento por vástago de menor tamaño	3 (0.5)
Fractura de trocánter menor (1 de 3)	
Infección superficial	15 (2.6)
Luxación episodio único	11 (1.9)

\* Incluye el conteo de todas las complicaciones que presentaron los pacientes durante el seguimiento (suma de las complicaciones en las que se requirió revisión más las complicaciones en las que no se requirió revisión).

años). La proporción de hombres y mujeres, así como la magnitud de intervenciones llevadas a cabo en el lado derecho y en el lado izquierdo fueron similares en ambos grupos ( $p = 0.65$  y  $p = 0.89$ , respectivamente); no obstante, en comparación con los pacientes con seguimiento a largo plazo, los pacientes con seguimiento a mediano plazo tenían una edad mayor en promedio al momento de la intervención ( $p < 0.001$ ).

Los componentes de prótesis, como el tipo de polietileno ( $p < 0.001$ ). Por otro lado, los pacientes con seguimiento a medio y a largo plazo muestran diferencias en los componentes de prótesis, como el tipo de copa acetabular ( $p < 0.001$ ) y el tipo de polietileno ( $p < 0.001$ ).

En lo relacionado con los desenlaces, la tasa de pacientes que necesitaron revisión fue similar entre los casos con seguimiento a mediano plazo y los pacientes con seguimiento a largo plazo (1.2 versus 2.7%,  $p = 0.36$ ).

La tasa de complicaciones en las que no se necesitaba revisión de las prótesis también fue similar en los grupos de estudio ( $p = 0.29$ ). Las demás comparaciones, proporciones, tasas y valores de  $p$  se explican detalladamente en la *Tabla 4*.

## Discusión

Existen varios estudios a corto y mediano plazo y tienen buenos resultados.<sup>8,9,10,11,12</sup>

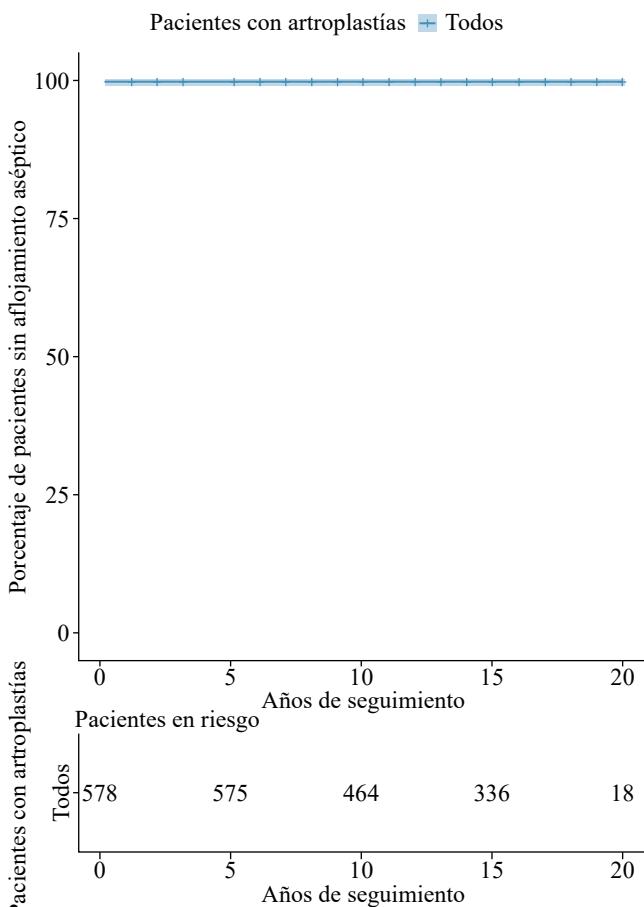
El seguimiento a largo plazo (mínimo 15 años) es limitado en relación a este vástago.<sup>13,14</sup>

Por otro lado, existen series de entre 15 y 18 años de seguimiento de otros vástagos con supervivencias en general entre 95.3 y 98.8%.<sup>7,15,16,17,18</sup>

Jacquot y colaboradores tiene un seguimiento medio de 33 años en 32 pacientes con una incidencia de revisión por aflojamiento de vástago a 35 años de 3.1% en un vástago de titanio cónico doble, completamente recubierto de hidroxiapatita.<sup>19</sup>

El seguimiento medio de Kim y asociados fue de 30.3 años y la supervivencia en general fue de 98.9% en 206 pacientes menores de 50 años. Cabe destacar que el par de fricción elegido en esta serie fue cerámica.<sup>20</sup>

Panichkul y su equipo en un estudio de 210 pacientes, la serie más larga con mayor seguimiento de este vástago, reportan que cuatro vástagos fueron revisados; uno por hundimiento a los tres meses de la cirugía, dos por fracturas B2 periprotésicas y uno por infección. Supervivencia con vástago



**Figura 4:** Supervivencia de los pacientes con vástago Synergy no cementado hasta la revisión por aflojamiento aséptico.

de revisión por aflojamiento como punto final de seguimiento fue de 99.5% a 16 años y por cualquier causa fue de 86.7%. La incidencia en este estudio de dolor anterior de muslo fue

Tabla 3: Complicaciones identificadas durante el seguimiento (N = 578).	
Característica	n (%)
Complicaciones durante la cohorte	42 (7.2)
Infección superficial	15 (2.6)
Luxaciones	11 (1.9)
Luxaciones repetitivas (con revisión)	2 (0.3)
Hundimientos por vástago de menor tamaño (sin revisión)	3 (0.5)
Fractura de trocánter menor (1 de 3)	
Infecciones quirúrgicas profundas	5 (0.9)
Desgaste del polietileno	6 (1.0)

de 3.8%, mayor que en los otros reportes de 2.8%. Si comparamos este porcentaje de dolor de muslo con otros diseños no cementados que tienen desde 1.9% hasta 40.4%, esta baja incidencia de dolor anterior se podría atribuir a la excelente estabilidad inicial del vástago, el diseño cónico y la aleación de titanio, obteniendo con ello una reducción en rigidez del vástago y un módulo de elasticidad más cercano al hueso.

El diseño Fit & Fill y los tres puntos de fijación que caracterizan a este vástago permiten una buena fijación temprana y estabilidad y para supervivencia a largo plazo. La fijación tiene contacto proximal en la cortical posterior del cuello, anterior a nivel de la metáfisis y, distalmente, en la cortical posterior; además tiene unas aletas posterior y anterior que le proveen estabilidad rotacional adicional. La ausencia de cuello puede ser un factor que permite el hundimiento; posterior acuñamiento de la prótesis en el hueso provee estabilidad axial durante la carga de peso.

Tabla 4: Comparación de las características de los pacientes con seguimiento a mediano y largo plazo (N = 578).			
Característica	Mediano plazo N = 170 n (%)	Largo plazo N = 408 n (%)	p*
Género			0.65
Femenino	67 (39)	169 (41)	
Masculino	103 (61)	239 (59)	
Edad (años), mediana [RIQ]	68.0 [64.2-70.0]	62.0 [60.0-65.0]	< 0.001
Lado en el que se realizó la cirugía			0.89
Derecho	111 (65)	264 (65)	
Izquierdo	59 (35)	144 (35)	
Diagnóstico inicial			0.97
Artritis reumatoide	10 (5.9)	24 (5.2)	
Coxartrosis	131 (77)	318 (78)	
Displasia	22 (13)	51 (13)	
Necrosis avascular	6 (3.5)	14 (3.5)	
Trauma	1 (0.6)	1 (0.3)	
Polietileno			< 0.001
Estándar	0 (0)	362 (89)	
HXLPE	170 (100)	46 (11)	
Cabeza femoral			0.075
Cr-Co	115 (51)	269 (65.8)	
Oxinium	55 (32)	139 (34.2)	
Copa acetabular			< 0.001
R3	170 (100)	31 (7.6)	
Reflection	0 (0)	377 (92)	
Complicación con revisión			0.36
No	168 (99)	397 (97)	
Sí	2 (1.2)	11 (2.7)	
Complicación sin revisión			0.29
No	164 (96)	385 (94)	
Sí	6 (3.5)	23 (5.6)	
Complicación durante el seguimiento <sup>‡</sup>			0.18
No	162 (95)	376 (92)	
Sí	9 (5.2)	33 (8.1)	

RIQ = rango intercuartílico.

\* Prueba  $\chi^2$  de independencia. Prueba de la suma de rangos de Wilcoxon. Test exacto de Fisher.

<sup>‡</sup> Incluye el conteo de todas las complicaciones que presentaron los pacientes durante el seguimiento (suma de las complicaciones en las que se requirió revisión más las complicaciones en las que no se requirió revisión).

## Conclusión

El vástago Synergy offset dual, cónico de titanio no cementado tiene excelentes resultados a mediano y a largo plazo de seguimiento, adecuada osteointegración y resultados radiográficos, teniendo en cuenta la revisión por aflojamiento aseptico como punto final del seguimiento.

## Referencias

1. Zhang Y, Jordan JM. Epidemiology of osteoarthritis. *Clin Geriatr Med.* 2010; 26(3): 355-69. doi: 10.1016/j.cger.2010.03.001.
2. Litwic A, Edwards MH, Dennis EM, Cooper C. Epidemiology and burden of osteoarthritis. *Br Med Bull.* 2013; 105: 185-99. doi: 10.1093/bmb/lds038.
3. Hunter DJ, Bierma-Zeinstra S. Osteoarthritis. *Lancet.* 2019; 393(10182): 1745-59. doi: 10.1016/S0140-6736(19)30417-9.
4. Katz JN, Arant KR, Loeser RF. Diagnosis and treatment of hip and knee osteoarthritis: a review. *JAMA.* 2021; 325(6): 568-78. doi: 10.1001/jama.2020.22171.
5. Malchau H, Herberts P, Eisler T, Garellick G, Söderman P. The swedish total hip replacement register. *J Bone Joint Surg Am.* 2002; 84-A Suppl 2: 2-20. doi: 10.2106/00004623-200200002-00002.
6. Wall PD, Brown JS, Parsons N, Buchbinder R, Costa ML, Griffin D. Surgery for treating hip impingement (femoroacetabular impingement). *Cochrane Database Syst Rev.* 2014; 2014(9): CD010796.
7. Panichkul P, McCalden RW, MacDonald SJ, Somerville LE, Naudie DN. Minimum 15-year results of a dual-offset uncemented femoral stem in total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2019; 34(12): 2992-8.
8. Kurtz S, Ong K, Lau E, Mowat F, Halpern M. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *J Bone Joint Surg Am.* 2007; 89(4): 780-5.
9. Tyrpenou E, Khoshbin A, Mohammad S, Schimitsch EH, Waddell JP, Atrey A. A large-scale fifteen-year minimum survivorship of a cementless triple tapered femoral stem. *J Arthroplasty.* 2020; 35(8): 2161-6.
10. Danesh-Cough T, Bourne RB, Rorabeck CH, McCalden R. The mid-term results of a dual offset uncemented stem for total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2007; 22(2): 195-203.
11. Engh CA, Bobyn JD, Glassman AH. Porous-coated hip replacement. The factors governing bone ingrowth, stress shielding, and clinical results. *J Bone Joint Surg Br.* 1987; 69(1): 45-55.
12. Engh CA, Massin P, Suthers KE. Roentgenographic assessment of the biologic fixation of porous-surfaced femoral components. *Clin Orthop Relat Res.* 1990; (257): 107-28.
13. Petis SM, Howard JL, McAuley JP, Somerville L, McCalden RW, MacDonald SJ. Comparing the long-term results of two uncemented femoral stems for total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2015; 30(5): 781-5.
14. MacDonald SJ, Rosenzweig S, Guerin JS, McCalden RW, Bohm ER, Bourne RB, et al. Proximally versus fully porous-coated femoral stems: a multicenter randomized trial. *Clin Orthop Relat Res.* 2010; 468(2): 424-32.
15. Nikolaou VS, Edwards MR, Bogoch E, Schimitsch EH, Waddell JP. A prospective randomised controlled trial comparing three alternative bearing surfaces in primary total hip replacement. *J Bone Joint Surg Br.* 2012; 94(4): 459-65.
16. Nishino T, Mishima H, Kawamura H, Shimizu Y, Miyakawa S, Ochiai N. Follow-up results of 10-12 years after total hip arthroplasty using cementless tapered stem -- frequency of severe stress shielding with synergy stem in Japanese patients. *J Arthroplasty.* 2013; 28(10): 1736-40.
17. De Martino I, De Santis V, D'Apolito R, Sculco PK, Cross MB, Gasparini G. The Synergy cementless femoral stem in primary total hip arthroplasty at a minimum follow-up of 15 years. *Bone Joint J.* 2017; 99-B(1): 29-36.
18. Müller LA, Wenger N, Schramm M, Hohmann D, Forst R, Carl HD. Seventeen-year survival of the cementless CLS Spotorno stem. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2010; 130(2): 269-75.
19. Vidailain JP. Twenty-year results of the cementless Corail stem. *Int Orthop.* 2011; 35(2): 189-94.
20. Capello WN, D'Antonio JA, Jaffe WL, Geesink RG, Manley MT, Feinberg JR. Hydroxyapatite-coated femoral components: 15-year minimum followup. *Clin Orthop Relat Res.* 2006; 453: 75-80.

**Conflictos de intereses:** declaramos no tener ningún conflicto de intereses financiero, de consultoría o institucional con este trabajo.

**Financiamiento:** no recibimos ninguna fuente de apoyo, incluyendo apoyo farmacéutico e industrial.

Original article

doi: 10.35366/119910

## Deep learning applications in orthopaedics: a systematic review and future directions

*Aplicaciones de aprendizaje profundo en ortopedia:  
una revisión sistemática y futuras direcciones*

González-Pola R,<sup>\*,†</sup> Herrera-Lozano A,<sup>\*,‡</sup> Graham-Nieto LF,<sup>‡,\*\*</sup> Zermeño-García G<sup>§,‡‡</sup>

Centro Médico ABC Santa Fe. Ciudad de México.

**ABSTRACT. Introduction:** artificial intelligence and deep learning in orthopedics have gained mass interest in recent years. In prior studies, researchers have demonstrated different applications, from radiographic assessment to bone tumor diagnosis. The purpose of this review is to analyze the current literature on AI and deep learning tools to identify the most used tools in the risk assessment, outcome assessment, imaging, and basic science fields. **Material and methods:** searches were conducted in PubMed, EMBASE and Google Scholar from January 2020 up to October 31st, 2023. We identified 862 studies, 595 of which were included in the systematic review. A total of 281 studies about radiographic assessment, 102 about spine-oriented surgery, 95 about outcome assessment, 84 about fundamental AI orthopedic education, and 33 basic science applications were included. Primary outcomes were diagnostic accuracy, study design and reporting standards reported in the literature. Estimates were pooled using random effects meta-analysis. **Results:** 53 different imaging methods were used to measure radiographic aspects. A total of 185 different machine learning algorithms were used, with the convolutional neural network architecture being

**RESUMEN. Introducción:** la inteligencia artificial (IA) y *deep learning* en ortopedia han ganado un gran interés en los últimos años. En estudios anteriores, se han mostrado diferentes aplicaciones, desde la evaluación radiográfica hasta el diagnóstico de tumores óseos. El propósito de esta revisión es analizar literatura actual sobre IA y *deep learning* para identificar las herramientas más utilizadas en los campos de evaluación, resultados, imágenes y ciencias básicas. **Material y métodos:** se realizaron búsquedas en PubMed, EMBASE y Google Scholar desde enero de 2020 hasta el 31 de octubre de 2023. Se identificaron 862 estudios, de los cuales 595 fueron incluidos. Se incluyeron un total de 281 estudios sobre evaluación radiográfica, 102 sobre cirugía de columna, 95 sobre evaluación de resultados, 84 sobre educación ortopédica y 33 aplicaciones de ciencias básicas. Los resultados primarios fueron la precisión diagnóstica, diseño del estudio y estándares de presentación de informes en la literatura. Las estimaciones se agruparon mediante un metaanálisis de efectos aleatorios. **Resultados:** se utilizaron 53 métodos de imagen diferentes para medir los aspectos radiográficos. Se utilizaron un total de 185 algoritmos diferentes de aprendizaje automático, siendo la arquitectura de red neuronal convolucional la más común

### Level of evidence: III

\* Cirujano Ortopédico y Traumatología, Centro de Ortopedia y Traumatología, Centro Médico ABC Santa Fe. Ciudad de México.

† Cirujano Ortopédico y Traumatólogo, Departamento de Ortopedia Hospital Español de México. Ciudad de México.

‡ Cirujano Ortopédico y Traumatólogo, Departamento de Ortopedia Hospital Ángeles Lomas. Ciudad de México.

ORCID:

\* 0000-0003-1663-9645

† 0009-0006-8158-7879

‡ 0009-0000-6730-2570

§ 0009-0006-2622-5963

### Correspondence:

Ramón González-Pola, M.D.

E-mail: rgonzalezpola@gmail.com

Received: 09-24-2024. Accepted: 11-04-2024.

**How to cite:** González-Pola R, Herrera-Lozano A, Graham-Nieto LF, Zermeño-García G. Deep learning applications in orthopaedics: a systematic review and future directions. Acta Ortop Mex. 2025; 39(3): 152-163. <https://dx.doi.org/10.35366/119910>



[www.medigraphic.com/actaortopedica](http://www.medigraphic.com/actaortopedica)

the most common (73%). To improve diagnostic accuracy and speed were the most commonly achieved results (62%). **Conclusion:** heterogeneity was high among the studies, and extensive variation in methodology, terminology and outcome measures was noted. This can lead to an overestimation of the diagnostic accuracy of DL algorithms for medical imaging. There is an immediate need for the development of artificial intelligence-specific guidelines to provide guidance around key issues in this field.

**Keywords:** deep learning, artificial intelligence, orthopedics, convolutional network, imaging.

(73%). Mejorar la precisión y la velocidad del diagnóstico fueron los resultados más reportados (62%). **Conclusión:** la heterogeneidad fue alta entre los estudios y se observó una amplia variación en la metodología, terminología y medidas de resultados. Esto puede llevar a una sobreestimación de la precisión diagnóstica de los algoritmos para imagenología. Existe una necesidad inmediata de desarrollar directrices específicas para la IA que proporcionen orientación sobre cuestiones clave.

**Palabras clave:** aprendizaje profundo, inteligencia artificial, ortopedia, red convolucional, imagenología.

## Introduction

Significant advances have been made in deep learning (DL), a subset of machine learning and artificial intelligence (AI), in the field of healthcare, particularly in orthopedic surgery. By comprehending complex algorithms, deep learning has the potential to revolutionize diagnosis, treatment planning, prediction of surgical outcomes, and even surgical procedures.

DL and machine learning (ML) methods enable computers to learn from data and make decisions or predictions without being programmed to perform specific tasks. In simple terms, ML involves teaching computers to recognize patterns or trends in data, while DL, a subset of ML, uses layers of algorithms called neural networks to analyze these data patterns more deeply.<sup>1</sup>

In the field of medical science, deep learning has become particularly valuable in analyzing medical images. By using neural networks, DL algorithms can detect intricate patterns in images such as X-Rays or MRIs, enabling them to diagnose diseases such as cancer with a high degree of accuracy. This technology acts like an expert radiologist but can work around the clock and process information at speeds and volumes far beyond human capabilities.<sup>2,3</sup>

The integration of DL and ML into medical science, especially in orthopedics, could revolutionize how we diagnose, treat, and develop interventions. These technologies significantly advance patient care, improve treatment outcomes, and drive innovation in medical research and practices. As this field continues to evolve rapidly, it holds great promise for even more remarkable breakthroughs and applications in enhancing health and quality of life.<sup>4</sup>

### Advancements in deep learning in orthopedics

#### Preoperative planning

Deep learning algorithms have been successful in preoperative planning, particularly in predicting outcomes and complications. It also helps in selecting the most appropriate surgical approach.<sup>5</sup>

#### Image interpretation

Deep learning algorithms have been developed for image interpretation and have achieved expert-level accuracy in diagnosing different orthopedic conditions through MRI, X-Ray, or CT scan readings.<sup>1,2,6</sup>

#### Prosthesis design

AI can aid in the customization of prosthetics, leading to a better fit and increased functionality for individual patients.<sup>3,7</sup>

#### Robotic orthopedic surgery

Artificial intelligence-based robotics systems have gained ground in orthopedic surgery, such as hip and knee replacements, leading to greater precision and potentially better patient outcomes.<sup>8</sup>

## Material and methods

This systematic review was carried out following the procedures highlighted in the 'PRISMA-DTA' extension for diagnostic validity studies, as well as following systematic review guidelines.<sup>9</sup>

#### Selection criteria

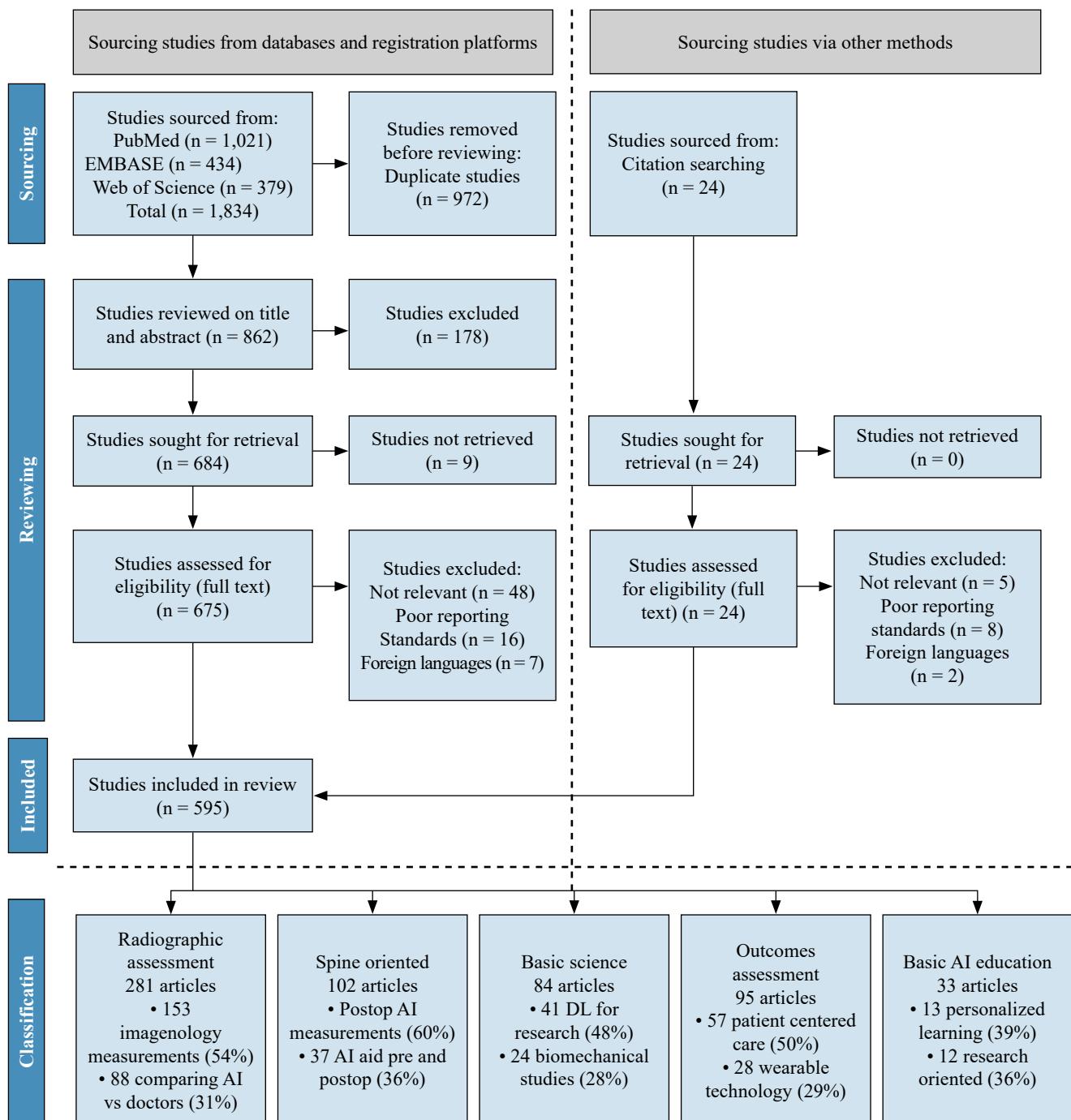
We sought studies that reveal the diagnostic accuracy and uses of DL algorithms in identifying pathologies or diseases of orthopedic interest. The primary objective was to identify the type of studies and range of diagnostic accuracy metrics. The secondary objectives included the study design and quality of reporting.

#### Data collection and searches

Electronic literature searches in PubMed, EMBASE and Google Scholar were also conducted from January 1<sup>st</sup>, 2020, up to October 31<sup>st</sup>, 2023. The search terms used consisted of Mesh terms and all-field search terms for «orthopedic

deep learning» and «neural networks» (examples are DL, convolutional networks, etc.) and specific terms such as «imaging» (such as magnetic resonance, computed tomography, ultrasound, or X-Ray), and the results were used as «diagnostic accuracy metrics» (sensitivity and specificity). We identified 862 studies, 595 of which were included in the systematic review. A total of 281 studies about radiographic assessment, 102 about spine-oriented

surgery, 95 about outcome assessment, 84 about basic AI orthopedic education and 33 about basic science application were included for review. Peer-reviewed studies that reported on the accuracy of DL algorithms for identifying pathology using medical imaging were included. Primary outcomes were diagnostic accuracy, study design and reporting standards reported in the literature. Estimates were pooled using random effects meta-analysis (*Figure 1*).



**Figure 1:** Review stages based on Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses (PRISMA) flow diagram and key-oriented classification by authors.

AI = artificial intelligence. DL = deep learning.

## Inclusion criteria

Eligible studies included those evaluating the diagnostic accuracy of a DL algorithm in the orthopedic field in general and in subspecialties. Only studies that reported either diagnostic accuracy raw data or sensitivity and specificity data were incorporated in the systematic review. No restrictions were imposed on the date range, and the most recent search took place in November 2023.

## Exclusion criteria

Articles not written in English were excluded. Abstracts, conference articles, preprints, reviews, and meta-analyses were not considered as the purpose was to scrutinize the methodology, reporting standards, and quality of primary research studies appearing in peer-reviewed journals.

## Selection process

The study selection process entailed an initial review by two different reviewers of all titles and abstracts. This was followed by a second review by the third and fourth authors of the full-text articles. This process ensured that the remaining articles met the inclusion criteria.

A total of 153 different imaging methods for radiographic aspects were identified. A total of 185 different ML algorithms were used, with the convolutional neural network architecture being the most common (73%). Improving diagnostic accuracy and speed was the most common method used (62%).

## Review

This review focuses on five principal applications of machines and deep learning methodologies in orthopedics. The key areas of focus include (1) evaluation through radiography, (2) spine-focused surgical interventions, (3) basic orthopedic science, (4) evaluation of outcomes in general orthopedic surgeries, and (5) fundamental artificial intelligence (AI) instruction for orthopedic surgeons. Given the expansive use of AI in orthopedic surgery, it is impractical to cover every facet of this review. Instead, we have opted to concentrate on a select few applications that we believe encapsulate and effectively summarize the enhancements associated with AI and deep learning; we summarize these reviews with examples in *Table 1*.

### Application 1: radiographic assessment

DL, an AI technology, possesses the ability to analyze and interpret complex medical imaging, a capability that paves the way for more accurate diagnoses and patient-specific treatments.<sup>10</sup> Studies have shown that DL can process X-Rays, CT scans, and MRI images effectively to identify specific pathologies, such as fractures, osteoarthritis, bone tumors,

deformities, and degenerative diseases.<sup>11,12</sup> Radiographic parameters are instrumental for accurately determining disease progression, planning surgeries, and predicting postoperative outcomes. Moreover, this approach has the potential to analyze biomechanical data and perform automated measurements, which are traditionally time-consuming.<sup>13</sup>

In addition to improving diagnostic accuracy, its application also brings forth the potential for expedited and optimized medical workflows. With its ability to swiftly analyze large volumes of radiographic data, clinicians can rapidly plan treatment trajectories and focus intensively on critical patient care.<sup>14,15</sup> Moreover, DL models can easily facilitate the detection of subtle or complex patterns in images, which may be challenging even for experienced radiologists. This could enhance early detection and intervention for debilitating conditions, eventually improving patient outcomes. Additionally, DL can serve as an educational tool to aid trainees and junior clinicians in enhancing their understanding and interpretation of orthopedic imaging.<sup>16</sup> Certainly, key challenges must be considered, such as ensuring the ethical use of patient data, maintaining transparency in AI decision-making processes, and eliminating interoperability issues among various healthcare systems.

However, despite its promising advantages, DL implementation in orthopedics must be approached with caution due to its dependency on the quality and size of the dataset used for training. Hence, additional research is necessary to overcome these potential limitations and standardize the use of DLs in orthopedic radiographic assessments in pursuit of precision medicine. Overcoming these obstacles will be crucial for fully realizing the potential benefits and advancements that DL offers to the field of orthopedic radiographic assessment.

### Application 2: spine-oriented surgery

DL has presented significant advancements, particularly in spine-oriented surgical procedures. Researchers and practitioners are actively exploring and utilizing DLs to assist in areas ranging from diagnosis to surgical planning and prognosis prediction.<sup>17</sup> Specific examples include the detection and classification of spinal disorders such as scoliosis, spondylolisthesis, and intervertebral disc degeneration from radiographic images. DL models have also been designed to assist in surgical planning by predicting pedicle screw placement, reducing the chances of iatrogenic injury.<sup>18,19</sup>

In addition to its use in diagnostic and treatment planning, the role of DL in enhancing intraoperative guidance and postoperative rehabilitation in spinal surgeries also demonstrates significant promise. With its advanced pattern recognition capabilities, DL can potentially provide real-time feedback during spinal surgeries, thereby increasing the precision and safety of procedures.<sup>20,21</sup> For instance, DL algorithms can aid in identifying anatomic landmarks, enhancing visualization, and assisting tool navigation, subsequently reducing the risk of medical errors.

**Table 1: Summary of deep learning techniques applied to orthopedic literature.**

Study	Aims	Deep learning method	Application
Staartjes, et al. <sup>5</sup>	Evaluate the feasibility of deriving robust deep learning-based predictive analytics from single-center, single-surgeon data	Deep neural network-based and logistic regression-based prediction models	Basic AI education Outcomes assessment
Kang, et al. <sup>7</sup>	Develop a machine learning-based implant recognition program and to verify its accuracy	Object detection and clustering. Model training with Keras deep learning platform	Basic AI education
Moon, et al. <sup>14</sup>	Automatically, rapidly, and accurately detect lower limb alignment by using anteroposterior standing X-Ray	YOLOv5 (Vision AI) HarDNet-MSEG image segmentation model	Radiographic assessment
Tan, et al. <sup>23</sup>	Identify biomarkers and develop an integrated diagnostic model for predicting the onset of early intervertebral disc degeneration	LASSO, random forest, and support vector machine recursive feature elimination	Basic science
Anastasio, et al. <sup>24</sup>	Identify combinations of orthobiologic factors applied to bone healing/fusion	Artificial neural networks	Basic science Basic AI education
Yan, et al. <sup>25</sup>	Segment chondrocytes from histological images of cartilage	U-Net (convolutional neural network)	Basic science
Melgoza, et al. <sup>26</sup>	Report a new robust quantitative mouse intervertebral disc degeneration histopathological scoring system	Artificial neural networks and multilayer perceptron	Basic science
Zhu, et al. <sup>28</sup>	Develop a predictive model for postoperative osteonecrosis of the femoral head	MATLAB convolutional neural network	Basic AI education outcomes assessment
Maki, et al. <sup>35</sup>	Develop a predictive model for surgical outcomes in patients with cervical ossification of the posterior longitudinal ligament	Machine learning, LightGBM, deep learning, RadImagenet	Spine-oriented surgery Radiographic assessment
Patel, et al. <sup>36</sup>	Develop and evaluate a model for identifying orthopedic implants using radiographs	Seven convolutional neural networks U-Net segmentation network	Basic AI education Radiographic assessment
Shen, et al. <sup>37</sup>	Developed an MRI-based system to detect early osteonecrosis of the femoral head	Convolutional neural network	Radiographic assessment
Guy, et al. <sup>38</sup>	Make the diagnosis of proximal femur fracture on radiographs	Deep learning algorithm (TensorFlow)	Radiographic assessment
Guo, et al. <sup>39</sup>	Developed a model for diagnosing supraspinatus tears shoulder MRI	Convolutional neural networks (Xception)	Radiographic assessment
Yi, et al. <sup>40</sup>	Identification, classification and differentiation for knee arthroplasty implants	Deep convolutional neural network	Radiographic assessment
Klempt, et al. <sup>41</sup>	Develop and validate a model for identification of hip and knee joint arthroplasty designs from plain radiographs	Convolutional neural network	Radiographic assessment
Merkely, et al. <sup>42</sup>	Identify cartilage defects when applied to the interpretation of knee MRI	Three convolutional neural networks	Radiographic assessment
Yamamoto, et al. <sup>43</sup>	Statistically evaluate the osteoporosis identification ability	ResNet convolutional neural network	Radiographic assessment
Tiwari, et al. <sup>44</sup>	Identify the most appropriate -based model for the detecting grade of knee osteoarthritis	Eight machine learning models (DenseNet)	Radiographic assessment Basic AI education
Leung, et al. <sup>45</sup>	Develop a prediction model for risk of knee osteoarthritis progression	Transfer learning approach (ResNet34)	Radiographic assessment
Borjali, et al. <sup>46</sup>	Develop a model for efficient and accurate hip dislocation detection following primary total hip replacement from medical narratives	Convolutional neural network natural language processing models	Basic AI education
Eweje, et al. <sup>47</sup>	Develop an algorithm that can differentiate benign and malignant bone lesions using routine MRI	EfficientNet-B0 architecture and a logistic regression model	Radiographic assessment
Ashkani, et al. <sup>48</sup>	Assess the performance of two different networks in detecting ankle fractures using radiographs	Deep convolutional neural networks Inception V3 and ResNet50	Radiographic assessment

**Continuous Table 1: Summary of deep learning techniques applied to orthopedic literature.**

Study	Aims	Deep learning method	Application
Li, et al. <sup>49</sup>	Improve the diagnostic accuracy and efficiency for diagnosing meniscal tear using MRI	Mask regional convolutional neural network. ResNet50	Radiographic assessment
Magneli, et al. <sup>50</sup>	Train and evaluate a model for AO/OTA classification of shoulder fractures	A modified CNN of the ResNet architecture	Radiographic assessment
Shen, et al. <sup>51</sup>	Exploratory investigation for the classification and prediction of mechanical states of cortical and trabecular bone tissue	Convolutional neural networks. ResNet with transfer learning	Basic science Basic AI education
Lau, et al. <sup>52</sup>	Build an image-based machine-learning model for detecting TKA loosening	Random forest classifier Xception Model, ImageNet and TensorFlow	Radiographic assessment Basic AI education
Kim, et al. <sup>53</sup>	To automatically select and position THA components that are most suitable for the patient's bone anatomy	Convolutional neural network	Basic AI education
Recht, et al. <sup>54</sup>	Accelerate MRI to allow a 5-minute comprehensive examination of the knee	Variational network U-Net	Basic science Basic AI education
Borjali, et al. <sup>55</sup>	Increase accuracy, accelerate analysis time, and reduce interobserver bias by automating 3D volume assessment of syndesmosis anatomy	Three deep learning models	Radiographic assessment Basic AI education
Yang, et al. <sup>56</sup>	To assess the severity of knee osteoarthritis in portable devices	RefineDet Deep learning-based diagnostic model	Basic AI education Radiographic assessment
Hernigou, et al. <sup>57</sup>	Provide an overview of the possibility to predict dislocation with a calculator according to the type of implant for THA	Supervised learning model Artificial neural network	Basic AI education Outcomes assessment
Rahman, et al. <sup>58</sup>	To detect loosening of the hip implant using X-Ray images	Deep Convolutional Neural Networks based novel stacking approach (HipXNet)	Basic AI education Radiographic assessment
Wang, et al. <sup>59</sup>	Develop a recovery and nursing system after total hip arthroplasty and to conduct clinical trials	Deep neural network based on Mask R-CNN	Basic AI education Outcomes assessment
Kinugasa, et al. <sup>60</sup>	Evaluate the accuracy of diagnoses made by AI on ultrasound images of developmental dysplasia of the hip	MATLAB deep learning toolbox	Basic AI education Radiographic assessment
Sharifi, et al. <sup>61</sup>	Identify spatiotemporal gait parameters, gait patterns, activity types, and changes in mobility after total knee arthroplasty	Six contemporary multivariate time series neural network architectures	Basic AI education Outcomes assessment
Li, et al. <sup>62</sup>	Evaluate the performance of DL in differentiation of benign and malignant vertebral fracture on CT	ResNet50 network	Radiographic assessment
Rouzrokh, et al. <sup>63</sup>	Identify all pelvic and hip radiographs with appropriate annotation of laterality and presence or absence of implants	Two deep-learning algorithms EfficientNetB3 classifier YOLOv5 object detector	Basic AI education Radiographic assessment
Huang, et al. <sup>64</sup>	Automated segmentation and quantification of the vertebrae and intervertebral discs on lumbar spine MRIs	Deep learning-based program (Spine Explorer)	Radiographic assessment Spine-oriented surgery
Kong, et al. <sup>65</sup>	Develop an X-Ray-based fracture prediction model using deep learning with longitudinal data	Convolutional neural network. DeepSurv	Radiographic assessment Spine-oriented surgery
Zhao, et al. <sup>66</sup>	Create a reliable learning-based approach that provides consistent and highly accurate measurements of the Cobb angle	Convolutional neural network Deep learning SpineHRformer	Radiographic assessment
Wang, et al. <sup>67</sup>	Analytic function for the correlation between lumbar disc herniation and angle and irregular variation of joint of lumbar facet-joint	Convolutional neural network- Based MRI image recognition algorithm	Radiographic assessment Spine-oriented surgery
Broida, et al. <sup>68</sup>	To more accurately screen surgical candidates seen in a spine clinic.	Transformer-based machine learning architecture	Spine-oriented surgery Basic AI education

**Continuous Table 1: Summary of deep learning techniques applied to orthopedic literature.**

Study	Aims	Deep learning method	Application
Ito, et al. <sup>69</sup>	Predict postoperative complications in patients with cervical ossification of the posterior longitudinal ligament	Deep learning was used to create two predictive models	Spine-oriented surgery Outcomes assessment
Etzel, et al. <sup>70</sup>	Predict and classify whether a patient will experience a short or long hospital LOS after lumbar fusion surgery with a high degree of accuracy	Six machine learning algorithmic analyses	Spine-oriented surgery Outcomes assessment
Maras, et al. <sup>71</sup>	Differentiate normal cervical graphs and graphs of diseases that cause mechanical neck pain	Convolutional neural networks VGG-16, VGG-19, Resnet-101, and DenseNet-201 networks	Radiographic assessment
Campagner, et al. <sup>72</sup>	Define an invasiveness score for LBP procedures based on biological markers and inflammatory profiles	Supervised machine learning	Spine-oriented surgery Outcomes assessment
Liu, et al. <sup>73</sup>	Diagnosis of benign and malignant spinal tumors based on magnetic resonance imaging	Multimodel weighted fusion framework	Radiographic assessment
Müller, et al. <sup>74</sup>	Predict the multidimensional outcome of patients undergoing surgery for degenerative pathologies of the thoracic, lumbar or cervical spine	Convolutional neural network	Spine-oriented surgery Outcomes assessment
Mandel, et al. <sup>75</sup>	Forecasting the outcome of vertebral body growth modulation from skeletally immature patients	Spatial-temporal corrective networks	Spine-oriented surgery Outcomes assessment
Fan, et al. <sup>76</sup>	Simulated foraminoplasty of percutaneous endoscopic transforaminal discectomy	Deep learning-derived 3D (DL-3D) models	Spine-oriented surgery
Chen, et al. <sup>77</sup>	Analyze perioperative factors and predict the occurrence of surgical site infection following posterior lumbar spinal surgery	LASSO regression analysis, support vector machine, and random forest	Spine-oriented surgery Outcomes assessment
Mu, et al. <sup>78</sup>	Application value of magnetic resonance spectroscopy and computed tomography in the treatment of lumbar degenerative disease and osteoporosis	Deep convolutional neural network image segmentation processing technology	Spine-oriented surgery Basic AI education
Cho, et al. <sup>79</sup>	Automatically detect the tip of the instrument, localize a point, and evaluate the detection accuracy in biportal endoscopic spine surgery	RetinaNet and YOLOv2	Spine-oriented surgery Basic AI education
Silva, et al. <sup>80</sup>	Predict spine surgery outcome	Boosted decision tree classifier (SpineCloud)	Spine-oriented surgery
Kuris, et al. <sup>81</sup>	Determine whether it could predict readmission after 3 lumbar fusion procedures	Neural network, a supervised machine learning technique	Spine-oriented surgery Outcomes assessment
von Atzingen, et al. <sup>82</sup>	Marker-less surgical navigation proof-of-concept to bending rod implants	Augmented reality with on-device machine learning	Spine-oriented surgery Basic AI education
Tran, et al. <sup>83</sup>	Semantic segmentation on X-Ray images	Multipath convolutional neural network, BiLuNet	Basic AI education Radiographic assessment
Chen, et al. <sup>84</sup>	Identify the possibility of THR in three months of hip joints by plain pelvic radiography	Sequential two-stage deep learning algorithm HipRD and SurgHipNet	Basic AI education Radiographic assessment
Niculescu, et al. <sup>85</sup>	Comparative study of the biomechanical behavior of commonly used orthopedic implants for tibial plateau fractures	Artificial Neural Network model	Basic science Basic AI education
Bonnheim, et al. <sup>86</sup>	Calculating biomarkers of cartilage endplate health using MRI images	Four independent convolutional neural networks	Basic science Radiographic assessment
Kasa, et al. <sup>87</sup>	Assess surgical performance with comparable performance to the expert human raters	Multimodal deep learning model	Basic AI education Outcomes assessment
Loftus, et al. <sup>88</sup>	Reproducibility of an automated postoperative triage classification system	Deep convolutional neural network	Basic AI education

However, complete adoption of DL in spine-related orthopedic practices remains a challenging task. Despite the considerable progress, issues such as data privacy,

algorithmic transparency, and the need for interdisciplinary collaboration between data scientists and clinicians need to be adequately addressed. As the potential of DL continues

to be explored, more comprehensive guidelines governing its application in spinal surgeries have yet to be established to leverage its benefits effectively.

### Application 3: Basic science (biomechanics/pathogenesis)

In the realm of basic science in orthopedics, the incorporation of DL has amplified the possibility of understanding intricate details and processes at the molecular, cellular, and tissue levels. The established DL algorithms can supplement traditional research methods by analyzing complex patterns and interrelationships among numerous biological variables. They can handle vast multidimensional datasets, aiding in biomarker discovery, modeling disease progression, and identifying potential therapeutic targets.<sup>22</sup>

DL can aid genomic research in orthopedics, where it could be used to understand patterns of gene expression pertaining to bone growth, determine the underlying genetic causes behind orthopedic diseases, or predict patient responses to treatments at the genetic level. Similarly, at the tissue level, DL-powered image analysis can provide a more in-depth analysis of histopathological samples, potentially enabling early detection of degenerative diseases and comprehensive assessment of cellular responses to different interventions.<sup>25</sup>

Moreover, DL can complement biomechanical studies by facilitating the analysis of complex motion patterns and forces, providing deeper insights into the effects of various physical activities on the musculoskeletal system.<sup>26</sup>

### Application 4: outcomes assessment

DL has proven to be a critical tool in orthopedics for assessing patient outcomes. By analyzing vast sets of patient data, DL models can predict patient-specific outcomes following various interventions, thereby enabling a more personalized approach to patient care. Moreover, this approach can help identify factors contributing to optimal and suboptimal outcomes, facilitating improvements in therapeutic strategies.<sup>27,28</sup> DL algorithms can be used to mine data to uncover complex, non-intuitive correlations between patient characteristics, intervention details, and postoperative outcomes. Such correlations could be used to predict future patient recovery patterns, incidence of complications, or even the likelihood of rehospitalization, allowing clinicians to effectively plan and adjust treatments and follow-up schedules.<sup>29</sup>

Furthermore, DL can be used to analyze real-time patient data collected through wearable technology to provide a comprehensive understanding of patient function and recovery in real-world settings. By mining these rich data sources, DL can potentially uncover nontraditional metrics of orthopedic outcomes, which may prove relevant in achieving patient-centered care.<sup>29,30</sup> DL can decipher patterns in movement data to accurately assess rehabilitation

progress following joint replacement or reconstructive surgeries. Likewise, this study can provide insights into the adherence of patients to prescribed rehabilitation protocols and enable tailored interventions for improving patient compliance.<sup>31,32</sup>

While this fusion of DL and wearable technology opens a new dimension in outcome research in orthopedics, key issues, including patient acceptance, data privacy, and data validity, need careful deliberation. Nonetheless, with continuous refinement and stringent validation practices, the integration of DL can undoubtedly drive a paradigm shift in outcome assessment, taking orthopedic care a step closer to the aim of optimized, patient-centered care. As we move forward, the effective application of DLs can significantly enhance the quality and efficacy of orthopedic care by ensuring that interventions align with individuals' expectations and desired outcomes.

### Application 5: fundamental AI education for orthopedic surgeons

DL, as a subset of AI, has been progressively weaving its way into medical education, including orthopedics. With its capacity to process vast and complex datasets, DL can contribute significantly to bolstering both theoretical knowledge and practical skills among medical students and professionals in the orthopedic field. For example, DL algorithms can assist in creating immersive, personalized learning experiences by identifying individual learning patterns and offering tailored educational content.<sup>33</sup>

Beyond direct educational functions, DL can serve as an integral tool in fostering research literacy among medical students and professionals in orthopedics. With increasing focus on evidence-based practice in the current healthcare landscape, having skills to conceive, conduct, and interpret research is now considered equally important as clinical skills. DL can equip learners to handle big data analytic tasks, analyze complex research data, and more accurately interpret the findings of a study.<sup>34</sup> Additionally, DL can be used as a pedagogical tool to teach foundational concepts of bioinformatics relevant to orthopedics, such as genomic studies in osteoarthritis or proteomic data analysis in bone healing.

The introduction of AI-driven research concepts in medical education faces several hurdles, including the need for curricular adaptations, lack of skilled educators, and the risk of overreliance on algorithms at the expense of contextual decision-making. Despite these challenges, the incorporation of DL in medical education is a necessary advancement that can mold a generation of medical professionals competent in both clinical and research domains of orthopedics.

Importantly, familiarizing future orthopedic practitioners with AI concepts and their uses also becomes fundamental to nurturing a workforce that is adept at leveraging DL in clinical problem solving.

## Limitations and challenges

Certain challenges surfaced in the literature under review include the ‘black box’ nature of neural network models, which makes it difficult for users and orthopedic surgeons to comprehend and explain the basis of the outcomes produced. Moreover, there are hindrances to the applicability and implementation of these models across various healthcare institutions due to variations in standardization, procedures, and dataset parameter availability. Even when dataset parameters are available, their values may differ because of varying demographics and geographical locations. These limitations may influence the overall accuracy and predictive potency of the artificial intelligence model and could pose a risk to patients if implemented indiscriminately. Thus, further investigations and trials are indispensable for confirming the efficacy of the developed model.

Despite its impressive potential, it is crucial to note that the success of DL applications relies primarily on the quality, size, and diversity of the data used for model training. The full integration of DL into surgery, therefore, requires additional studies, robust data handling techniques, and stringent validation measures to ensure accurate and reliable utilization in clinical practice.

## Future considerations

The integration of advanced technologies such as DL and AI into orthopedics marks a significant shift toward more precise, personalized, and efficient care in the field. Currently, these technologies are being applied to improve diagnostic processes, such as interpreting X-Rays and MRI scans with remarkable accuracy and modeling and simulating surgical planning. In the future, orthopedics could be profoundly impacted by further advancements in DL and AI. These technologies hold the promise of enhancing diagnostic accuracy, streamlining treatment planning, optimizing surgical interventions through robotic assistance, and tailoring patient care to individual needs with unprecedented precision. Furthermore, AI-driven predictive models could pave the way for proactive management of orthopedic conditions, potentially improving long-term outcomes.

The field of radiology research has widely embraced deep learning, a testament to the potential of this technology to revolutionize medical imaging analysis. A noticeable trend in the plethora of medical literature is the frequent use of deep learning models applied through different conception methodologies. The replication observed in radiology studies emblematic of the community’s determination to fine-tune the accuracy of these models, emphasizing the importance of deriving diverse methodologies tailored to distinct datasets and clinical scenarios, despite the commonality of the underlying algorithms. While the repetitive use of similar models facilitates a deeper understanding of their capabilities and limitations, it also poses the challenge of

potentially stalling innovation by focusing on incremental improvements rather than groundbreaking discoveries.

However, this approach has undeniably propelled radiology forward, improving image analysis, helping early and accurate diagnoses, and initiating a continual dialog on best practices. In sum, although the repetitive nature prevails in radiological deep learning research, its presence is pivotal both for incremental progress and for highlighting areas where novel contributions are crucial for further advancements in the field, urging researchers to persistently seek innovative solutions.

The widespread adoption of AI in orthopedic practice must carefully address potential challenges, including data privacy concerns, the need for substantial training datasets, and ensuring equitable access to AI-driven care. Ethical considerations around patient autonomy and the role of AI in clinical decision-making also require thoughtful addressing.

## Conclusion

Advancements in deep learning offer immeasurable opportunities in orthopedic surgery, from aiding in diagnosing complex conditions to performing surgical procedures with greater precision than ever before. However, integrating deep learning algorithms into orthopedics is associated with numerous challenges, including ethical concerns about data privacy and regulating the use of AI in clinical environments. More research is needed to validate and refine these tools and strategies so they can be safely and effectively incorporated into practice.

Heterogeneity was high between studies, and extensive variation in methodology, terminology and outcome measures was noted. This can lead to an overestimation of the diagnostic accuracy of DL algorithms for medical imaging. There is an immediate need for the development of artificial intelligence-specific guidelines to provide guidance around key issues in this field.

DL is a burgeoning field with immense potential across all areas of healthcare, particularly radiology. The present systematic review and meta-analysis scrutinized the quality of the literature and summarized the diagnostic accuracy of DL techniques. Despite the high diagnostic accuracy of DL currently available, interpreting these findings is vital considering the poor design, conduct, and reporting of studies, which could result in bias and overestimation of the power of these algorithms. Improving DL application requires standardized instructions related to study design and reporting, which can further clarify its clinical utility.

## References

1. Cabitza F, Locoro A, Banfi G. Machine learning in orthopedics: a literature review. *Front Bioeng Biotechnol.* 2018; 6: 75.
2. Groot OQ, Bongers MER, Ogink PT, Senders JT, Karhade AV, Bramer JAM, et al. Does artificial intelligence outperform natural intelligence in interpreting musculoskeletal radiological studies? A systematic review. *Clin Orthop Relat Res.* 2020; 478(12): 2751-64.

3. Shah RM, Wong C, Arpey NC, Patel AA, Divi SN. A surgeon's guide to understanding artificial intelligence and machine learning studies in orthopaedic surgery. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2022; 15(2): 121-32.
4. Padash S, Mickley JP, Vera GDV, Nugen F, Khosravi B, Erickson BJ, et al. An overview of machine learning in orthopedic surgery: an educational paper. *J Arthroplasty.* 2023; 38(10): 1938-42.
5. Staartjes VE, de Wispelaere MP, Vandertop WP, Schröder ML. Deep learning-based preoperative predictive analytics for patient-reported outcomes following lumbar discectomy: feasibility of center-specific modeling. *Spine J.* 2019; 19(5): 853-61.
6. Lalehzarian SP, Gowd AK, Liu JN. Machine learning in orthopaedic surgery. *World J Orthop.* 2021; 12(9): 685-99.
7. Kang YJ, Yoo JI, Cha YH, Park CH, Kim JT. Machine learning-based identification of hip arthroplasty designs. *J Orthop Translat.* 2019; 21: 13-7.
8. Denecke K, Baudoin CR. A review of artificial intelligence and robotics in transformed health ecosystems. *Front Med (Lausanne).* 2022; 9: 795957.
9. McInnes MDF, Moher D, Thombs BD, McGrath TA, Bossuyt PM; and the PRISMA-DTA Group, et al. Preferred reporting items for a systematic review and meta-analysis of diagnostic test accuracy studies: the PRISMA-DTA statement. *JAMA.* 2018; 319(4): 388-96. doi: 10.1001/jama.2017.19163. Erratum in: *JAMA.* 2019; 322(20): 2026.
10. Pinto-Coelho L. How artificial intelligence is shaping medical imaging technology: a survey of innovations and applications. *Bioengineering (Basel).* 2023; 10(12): 1435.
11. Berg HE. Will intelligent machine learning revolutionize orthopedic imaging? *Acta Orthop.* 2017; 88(6): 577.
12. Pankhania M. Artificial intelligence in musculoskeletal radiology: past, present, and future. *Indian Journal of Musculoskeletal Radiology.* 2020; 2: 89-96.
13. Bousson V, Benoist N, Guetat P, Attané G, Salvat C, Perronne L. Application of artificial intelligence to imaging interpretations in the musculoskeletal area: where are we? Where are we going? *Joint Bone Spine.* 2023; 90(1): 105493.
14. Moon KR, Lee BD, Lee MS. A deep learning approach for fully automated measurements of lower extremity alignment in radiographic images. *Sci Rep.* 2023; 13(1): 14692.
15. Yang S, Yin B, Cao W, Feng C, Fan G, He S. Diagnostic accuracy of deep learning in orthopaedic fractures: a systematic review and meta-analysis. *Clin Radiol.* 2020; 75(9): 713.e17-e28.
16. Lee J, Chung SW. Deep learning for orthopedic disease based on medical image analysis: present and future. *Applied Sciences.* 2022; 12(2): 681.
17. Malik AT, Khan SN. Predictive modeling in spine surgery. *Ann Transl Med.* 2019; 7(Suppl 5): S173.
18. Fan X, Zhu Q, Tu P, Joskowicz L, Chen X. A review of advances in image-guided orthopedic surgery. *Phys Med Biol.* 2023; 68(2).
19. Charles YP, Lamas V, Ntilikina Y. Artificial intelligence and treatment algorithms in spine surgery. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2023; 109(1S): 103456.
20. Rasouli JJ, Shao J, Neifert S, Gibbs WN, Habboub G, Steinmetz MP, et al. Artificial intelligence and robotics in spine surgery. *Global Spine J.* 2021; 11(4): 556-64.
21. Oginik PT, Groot OQ, Karhade AV, Bongers MER, Oner FC, Verlaan JJ, et al. Wide range of applications for machine-learning prediction models in orthopedic surgical outcome: a systematic review. *Acta Orthop.* 2021; 92(5): 526-31.
22. McDonnell JM, Evans SR, McCarthy L, Temperley H, Waters C, Ahern D, et al. The diagnostic and prognostic value of artificial intelligence and artificial neural networks in spinal surgery: a narrative review. *Bone Joint J.* 2021; 103-B(9): 1442-48.
23. Tan J, Shi M, Li B, Liu Y, Luo S, Cheng X. Role of arachidonic acid metabolism in intervertebral disc degeneration: identification of potential biomarkers and therapeutic targets via multi-omics analysis and artificial intelligence strategies. *Lipids Health Dis.* 2023; 22(1): 204.
24. Anastasio AT, Zinger BS, Anastasio TJ. A novel application of neural networks to identify potentially effective combinations of biologic factors for enhancement of bone fusion/repair. *PLoS One.* 2022; 17(11): e0276562.
25. Yang L, Coleman MC, Hines MR, Kluz PN, Brouillette MJ, Goetz JE. Deep learning for chondrocyte identification in automated histological analysis of articular cartilage. *Iowa Orthop J.* 2019; 39(2): 1-8.
26. Melgoza IP, Chenna SS, Tessier S, Zhang Y, Tang SY, Ohnishi T, et al. Development of a standardized histopathology scoring system using machine learning algorithms for intervertebral disc degeneration in the mouse model-An ORS spine section initiative. *JOR Spine.* 2021; 4(2): e1164.
27. Konmaris MA, Brendel M, Fontana MA, Otero M, Ivashkov LB, Wang F, et al. Computational pathology for musculoskeletal conditions using machine learning: advances, trends, and challenges. *Arthritis Res Ther.* 2022; 24(1): 68.
28. Zhu W, Zhang X, Fang S, Wang B, Zhu C. Deep learning improves osteonecrosis prediction of femoral head after internal fixation using hybrid patient and radiograph variables. *Front Med.* 2020; 7: 573522.
29. Kunze KN, Krivacic LM, Clapp IM, Bodendorfer BM, Nwachukwu BU, Chahla J, et al. Machine learning algorithms predict achievement of clinically significant outcomes after orthopaedic surgery: a systematic review. *Arthroscopy.* 2022; 38(6): 2090-105.
30. Clement ND, Clement R, Clement A. Predicting functional outcomes of total hip arthroplasty using machine learning: a systematic review. *J Clin Med.* 2024; 13(2): 603.
31. Poduval M, Ghose A, Manchanda S, Bagaria V, Sinha A. Artificial intelligence and machine learning: a new disruptive force in orthopaedics. *Indian J Orthop.* 2020; 54(2): 109-22.
32. Ahmed Z, Mohamed K, Zeeshan S, Dong X. Artificial intelligence with multi-functional machine learning platform development for better healthcare and precision medicine. *Database (Oxford).* 2020; 2020: baaa010.
33. Sumner J, Lim HW, Chong LS, Bunde A, Mukhopadhyay A, Kayambu G. Artificial intelligence in physical rehabilitation: A systematic review. *Artif Intell Med.* 2023; 146: 102693.
34. Han ER, Yeo S, Kim MJ, Lee YH, Park KH, Roh H. Medical education trends for future physicians in the era of advanced technology and artificial intelligence: an integrative review. *BMC Med Educ.* 2019; 19(1): 460.
35. Maki S, Furuya T, Katsumi K, Nakajima H, Honjoh K, Watanabe S, et al. Multimodal deep learning-based radiomics approach for predicting surgical outcomes in patients with cervical ossification of the posterior longitudinal ligament. *Spine (Phila Pa 1976).* 2024; 49(22): 1561-9.
36. Patel R, Thong EHE, Batta V, Bharath AA, Francis D, Howard J. Automated identification of orthopedic implants on radiographs using deep learning. *Radiol Artif Intell.* 2021; 3(4): e200183.
37. Shen X, Luo J, Tang X, Chen B, Qin Y, Zhou Y, et al. Deep learning approach for diagnosing early osteonecrosis of the femoral head based on magnetic resonance imaging. *J Arthroplasty.* 2023; 38(10): 2044-50.
38. Guy S, Jacquet C, Tsenkoff D, Argenson JN, Ollivier M. Deep learning for the radiographic diagnosis of proximal femur fractures: limitations and programming issues. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2021; 107(2): 102837.
39. Guo D, Liu X, Wang D, Tang X, Qin Y. Development and clinical validation of deep learning for auto-diagnosis of supraspinatus tears. *J Orthop Surg Res.* 2023; 18(1): 426.
40. Yi PH, Wei J, Kim TK, Saik HI, Hui FK, Hager GD, et al. Automated detection & classification of knee arthroplasty using deep learning. *Knee.* 2020; 27(2): 535-42.
41. Klemmt C, Uzosike AC, Cohen-Levy WB, Harvey MJ, Subih MA, Kwon YM. The ability of deep learning models to identify total hip and knee arthroplasty implant design from plain radiographs. *J Am Acad Orthop Surg.* 2022; 30(9): 409-15.
42. Merkely G, Borjali A, Zgoda M, Farina EM, Görtz S, Muratoglu O, et al. Improved diagnosis of tibiofemoral cartilage defects on MRI images using deep learning. *Journal of Cartilage & Joint Preservation.* 2021; 1(2): 100009.
43. Yamamoto N, Sukegawa S, Yamashita K, Manabe M, Nakano K, Takabatake K, et al. Effect of patient clinical variables in osteoporosis classification using hip X-rays in deep learning analysis. *Medicina (Kaunas).* 2021; 57(8): 846.

44. Tiwari A, Poduval M, Bagaria V. Evaluation of artificial intelligence models for osteoarthritis of the knee using deep learning algorithms for orthopedic radiographs. *World J Orthop.* 2022; 13(6): 603-14.
45. Leung K, Zhang B, Tan J, Shen Y, Geras KJ, Babb JS, et al. Prediction of total knee replacement and diagnosis of osteoarthritis by using deep learning on knee radiographs: data from the osteoarthritis initiative. *Radiology.* 2020; 296(3): 584-93.
46. Borjali A, Magnéli M, Shin D, Malchau H, Muratoglu OK, Varadarajan KM. Natural language processing with deep learning for medical adverse event detection from free-text medical narratives: a case study of detecting total hip replacement dislocation. *Comput Biol Med.* 2021; 129: 104140.
47. Eweje FR, Bao B, Wu J, Dalal D, Liao WH, He Y, et al. Deep learning for classification of bone lesions on routine MRI. *EBioMedicine.* 2021; 68: 103402.
48. Ashkani-Esfahani S, Mojahed-Yazdi R, Bhimani R, Kerkhoffs G, Guss D, DiGiovanni CW, et al. Assessment of ankle fractures using deep learning algorithms and convolutional neural network. *Foot Ankle Orthop.* 2022; 7(1): 2473011421S00091.
49. Li J, Qian K, Liu J, Huang Z, Zhang Y, Zhao G, et al. Identification and diagnosis of meniscus tear by magnetic resonance imaging using a deep learning model. *J Orthop Translat.* 2022; 34: 91-101.
50. Magnéli M, Ling P, Gislén J, Fagrell J, Demir Y, Arverud ED, et al. Deep learning classification of shoulder fractures on plain radiographs of the humerus, scapula and clavicle. *PLoS One.* 2023; 18(8): e0289808.
51. Shen SC, Peña Fernández M, Tozzi G, Buehler MJ. Deep learning approach to assess damage mechanics of bone tissue. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2021; 123: 104761.
52. Lau LCM, Chui ECS, Man GCW, Xin Y, Ho KKW, Mak KKK, et al. A novel image-based machine learning model with superior accuracy and predictability for knee arthroplasty loosening detection and clinical decision making. *J Orthop Translat.* 2022; 36: 177-83.
53. Kim M, Oh IS, Yoon SJ. Deep learning and computer vision techniques for automated total hip arthroplasty planning on 2-D radiographs. *IEEE Access.* 2022; 10: 94145-57.
54. Recht MP, Zbontar J, Sodickson DK, Knoll F, Yakubova N, Sriram A, et al. Using deep learning to accelerate knee MRI at 3 T: results of an interchangeability study. *AJR Am J Roentgenol.* 2020; 215(6): 1421-9.
55. Borjali A, Ashkani-Esfahani S, Bhimani R, Guss D, Muratoglu OK, DiGiovanni CW, et al. The use of deep learning enables high diagnostic accuracy in detecting syndesmotic instability on weight-bearing CT scanning. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2023; 31(12): 6039-45.
56. Yang J, Ji Q, Ni M, Zhang G, Wang Y. Automatic assessment of knee osteoarthritis severity in portable devices based on deep learning. *J Orthop Surg Res.* 2022; 17(1): 540.
57. Hernigou P, Barbier O, Chenaïe P. Hip arthroplasty dislocation risk calculator: evaluation of one million primary implants and twenty-five thousand dislocations with deep learning artificial intelligence in a systematic review of reviews. *Int Orthop.* 2023; 47(2): 557-71.
58. Rahman T, Khandakar A, Islam KR, Soliman MM, Islam MT, Elsayed A, et al. HipXNet: deep learning approaches to detect aseptic loosening of hip implants using X-ray images. *IEEE Access.* 2022; 10: 53359-73.
59. Wang HM, Lin YP. Deep learning-based postoperative recovery and nursing of total hip arthroplasty. *Comput Math Methods Med.* 2022; 2022: 7811200.
60. Kinugasa M, Inui A, Satsuma S, Kobayashi D, Sakata R, Morishita M, et al. Diagnosis of developmental dysplasia of the hip by ultrasound imaging using deep learning. *J Pediatr Orthop.* 2023; 43(7): e538-44.
61. Sharifi RM, Myers CA, Zandie R, Mahoor MH, Davidson BS, Clary CW. Deep learning in gait parameter prediction for OA and TKA patients wearing IMU sensors. *Sensors (Basel).* 2020; 20(19): 5553.
62. Li Y, Zhang Y, Chen Y, Wang Q, Liu K, et al. Differential diagnosis of benign and malignant vertebral fracture on CT using deep learning. *Eur Radiol.* 2021; 31(12): 9612-9.
63. Rouzrokhi P, Khosravi B, Johnson QJ, Faghani S, Vera Garcia DV, Erickson BJ, et al. Applying deep learning to establish a total hip arthroplasty radiography registry: a stepwise approach. *J Bone Joint Surg Am.* 2022; 104(18): 1649-58.
64. Huang J, Shen H, Wu J, Hu X, Zhu Z, Lv X, et al. Spine explorer: a deep learning based fully automated program for efficient and reliable quantifications of the vertebrae and discs on sagittal lumbar spine MR images. *Spine J.* 2020; 20(4): 590-9.
65. Kong SH, Lee JW, Bae BU, Sung JK, Jung KH, Kim JH, et al. Development of a spine X-ray-based fracture prediction model using a deep learning algorithm. *Endocrinol Metab (Seoul).* 2022; 37(4): 674-83.
66. Zhao M, Meng N, Cheung JPY, Yu C, Lu P, Zhang T. SpineHRformer: a transformer-based deep learning model for automatic spine deformity assessment with prospective validation. *Bioengineering (Basel).* 2023; 10(11): 1333.
67. Wang C, Yuan J, Huang Z, Shi Z. Deep learning-based correlation analysis between spine surgery lumbar facet joint and lumbar disc herniation using magnetic resonance images. *Scientific Programming.* 2021; 2021(1): 9623991.
68. Broida SE, Schrum ML, Yoon E, Sweeney AP, Dhruv NN, Gombolay MC, et al. Improving surgical triage in spine clinic: predicting likelihood of surgery using machine learning. *World Neurosurg.* 2022; 163: e192-8.
69. Ito S, Nakashima H, Yoshii T, Egawa S, Sakai K, Kusano K, et al. Deep learning-based prediction model for postoperative complications of cervical posterior longitudinal ligament ossification. *Eur Spine J.* 2023; 32(11): 3797-806.
70. Etzel CM, Veeramani A, Zhang AS, McDonald CL, DiSilvestro KJ, Cohen EM, et al. Supervised machine learning for predicting length of stay after lumbar arthrodesis: a comprehensive artificial intelligence approach. *J Am Acad Orthop Surg.* 2022; 30(3): 125-32.
71. Maras Y, Tokdemir G, Üreten K, Atalar E, Duran S, Maras H. Diagnosis of osteoarthritic changes, loss of cervical lordosis, and disc space narrowing on cervical radiographs with deep learning methods. *Jt Dis Relat Surg.* 2022; 33(1): 93-101.
72. Campagner A, Berjano P, Lamartina C, Langella F, Lombardi G, Cabitza F. Assessment and prediction of spine surgery invasiveness with machine learning techniques. *Comput Biol Med.* 2020; 121: 103796.
73. Liu H, Jiao M, Yuan Y, Ouyang H, Liu J, Li Y, et al. Benign and malignant diagnosis of spinal tumors based on deep learning and weighted fusion framework on MRI. *Insights Imaging.* 2022; 13(1): 87.
74. Müller D, Haschtmann D, Fekete TF, Kleinstück F, Reitmeir R, Loibl M, et al. Development of a machine-learning based model for predicting multidimensional outcome after surgery for degenerative disorders of the spine. *Eur Spine J.* 2022; 31(8): 2125-36.
75. Mandel W, Parent S, Kadoury S. Intraoperative forecasting of growth modulation spine surgery outcomes with spatio-temporal dynamic networks. In: Martel AL, Abolmaesumi P, Stoyanov D, Mateus D, Zuluaga MA, Zhou SK, et al., editors. Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention-MICCAI 2020. Cham: Springer International Publishing; 2020. p. 751-60.
76. Fan G, Liu H, Wang D, Feng C, Li Y, Yin B, et al. Deep learning-based lumbosacral reconstruction for difficulty prediction of percutaneous endoscopic transforaminal discectomy at L5/S1 level: A retrospective cohort study. *Int J Surg.* 2020; 82: 162-9.
77. Chen T, Liu C, Zhang Z, Liang T, Zhu J, Zhou C, et al. Using machine learning to predict surgical site infection after lumbar spine surgery. *Infect Drug Resist.* 2023; 16: 5197-07.
78. Mu S, Wang J, Gong S. Application of medical imaging based on deep learning in the treatment of lumbar degenerative diseases and osteoporosis with bone cement screws. *Comput Math Methods Med.* 2021; 2021: 2638495.
79. Cho SM, Kim YG, Jeong J, Kim I, Lee HJ, Kim N. Automatic tip detection of surgical instruments in biportal endoscopic spine surgery. *Comput Biol Med.* 2021; 133: 104384.
80. De Silva T, Vedula SS, Perdomo-Pantoja A, Vijayan R, Doerr SA, Uneri A, et al. SpineCloud: image analytics for predictive modeling of spine surgery outcomes. *J Med Imaging (Bellingham).* 2020; 7(3): 031502.
81. Kuris EO, Veeramani A, McDonald CL, DiSilvestro KJ, Zhang AS, Cohen EM, et al. Predicting readmission after anterior, posterior, and

- posterior interbody lumbar spinal fusion: a neural network machine learning approach. *World Neurosurg.* 2021; 151: e19-27.
82. Von Atzigen M, Liebmann F, Hoch A, Bauer DE, Snedeker JG, et al. HoloYolo: a proof-of-concept study for marker-less surgical navigation of spinal rod implants with augmented reality and on-device machine learning. *Int J Med Robot.* 2021; 17(1): 1-10.
83. Tran VL, Lin HY, Liu HW. MBNet: a multi-task deep neural network for semantic segmentation and lumbar vertebra inspection on X-ray images. Computer Vision–ACCV 2020: 15th Asian Conference on Computer Vision, Kyoto, Japan, November 30–December 4, 2020, Revised Selected Papers, Part I | SpringerLink [Internet]. [Cited 2024 Jan 14].
84. Chen CC, Huang JF, Lin WC, Cheng CT, Chen SC, Fu CY, et al. The feasibility and performance of total hip replacement prediction deep learning algorithm with real world data. *Bioengineering (Basel).* 2023; 10(4): 458.
85. Niculescu B, Faur CI, Tataru T, Diaconu BM, Cruceru M. Investigation of biomechanical characteristics of orthopedic implants for tibial plateau fractures by means of deep learning and support vector machine classification. *App Sci.* 2020; 10(14): 4697.
86. Bonnheim NB, Wang L, Lazar AA, Chachad R, Zhou J, Guo X, et al. Deep-learning-based biomarker of spinal cartilage endplate health using ultrashort echo time magnetic resonance imaging. *Quant Imaging Med Surg.* 2023; 13(5): 2807-21.
87. Kasa K, Burns D, Goldenberg MG, Selim O, Whyne C, Hardisty M. Multi-modal deep learning for assessing surgeon technical skill. *Sensors (Basel).* 2022; 22(19): 7328.
88. Loftus TJ, Ruppert MM, Shickel B, Ozrazgat-Baslanti T, Balch JA, Hu D, et al. Overtriage, undertriage, and value of care after major surgery: an automated, explainable deep learning-enabled classification system. *J Am Coll Surg.* 2023; 236(2): 279-91.

**Funding:** the authors declare that they received no funding, grants or other support during the preparation of this manuscript. the authors have no relevant financial or non-financial interests to disclose.

Original article

doi: 10.35366/119911

# Matrix-induced chondrogenesis in the treatment of patients with osteoarthritis of the first metatarsophalangeal: a systematic review

*Condrogénesis inducida por matriz en el tratamiento de pacientes con artrosis de la primera metatarsofalángica: una revisión sistemática*

Gonçalves-dos Santos R,\* Aguilar-Rodríguez A,† Fischer-de Carvalho V,§  
Alves-Storque S,¶ Dutra-de Souza H,|| Pinto de Barros-Moreira WL\*\*

Federal University of Mato Grosso, Brazil.

**ABSTRACT.** Osteoarthritis of the first metatarsophalangeal joint (MTP) is a common disease of the foot and is associated with decreased range of motion, especially dorsal flexion. It is the second most common pathological condition of the foot, generating pain and stiffness. Treatment for this type of osteoarthritis is still a challenge. Autologous matrix-induced chondrogenesis (AMIC) has emerged as an alternative for treating osteoarthritis while maintaining joint mobility, which has already shown good results in other regions. AMIC has good results in chondral degeneration stages I/II, but it is impossible to assign precise indication criteria for its use. Studies are needed to evaluate advanced stages of degeneration. Good functional and clinical stability have been observed in up to five years of follow-up evaluations. Associations such as cheilectomy and/or osteotomy enhance the results. Currently, there are several different techniques for approaching MTP osteoarthritis and AMIC could be an alternative, however, there is a need for studies evaluating long-term approaches, as well as their complications.

**Keywords:** autologous matrix induced chondrogenesis (AMIC), chondral defect, first metatarsophalangeal joint, osteoarthritis.

**RESUMEN.** La artrosis de la primera articulación metatarsofalángica (MTP) es una enfermedad frecuente del pie y se asocia a una disminución de la amplitud de movimiento, especialmente de la flexión dorsal. Es la segunda afección patológica más frecuente del pie y genera dolor y rigidez. El tratamiento de este tipo de osteoartritis sigue siendo un reto. La condrogénesis inducida por matriz (AMIC) ha surgido como una alternativa para tratar la osteoartritis manteniendo la movilidad articular, que ya ha mostrado buenos resultados en otras regiones. La AMIC presenta buenos resultados en los estadios I/II de degeneración condral, pero aún no es posible asignar criterios de indicación precisos para su uso. Se necesitan estudios para evaluar los estadios avanzados de degeneración. Se ha observado una buena estabilidad funcional y clínica en evaluaciones de hasta cinco años de seguimiento. Asociaciones como la queilectomía y/o la osteotomía mejoran los resultados. Actualmente, existen diferentes técnicas para el abordaje de la artrosis de la MTP y la AMIC podría ser una alternativa, sin embargo, son necesarios estudios que evalúen los abordajes a largo plazo, así como sus complicaciones.

**Palabras clave:** condrogénesis inducida por matriz autóloga (AMIC), defecto condral, primera articulación metatarsofalángica, osteoartritis.

## Level of evidence: II

\* Medical student at the Federal University of Mato Grosso, UFMT-Cuiabá. ORCID: 0009-0004-0466-9315

† Pediatric orthopedics, Shriners Hospital, Mexico. ORCID: 0009-0005-6675-9671

‡ Resident in orthopedics and traumatology at the Metropolitan Hospital, Cuiabá, Mato Grosso. ORCID: 0009-0005-3686-7890

§ Resident in orthopedics and traumatology at the Cuiabana Public Health Company, Cuiabá, Mato Grosso. ORCID: 0009-0007-7720-9776

¶ Residency in orthopedics and traumatology, Cuiabá Hospital General, MT, Brazil. ORCID: 0009-0002-9005-1444

\*\* Orthopedic doctor specializing in foot and ankle. Head supervisor of the Mato Grosso State Health Department Residency Service. Preceptor at the Orthopaedics and Traumatology Medical Residency and the Cuiabana Public Health Company. ORCID: 0000-0002-7957-0123

### Correspondence:

Ronaldi Gonçalves-dos Santos

E-mail: ronaldi.goncalves.s02@gmail.com

Received: 07-05-2024. Accepted: 09-23-2024.

**How to cite:** Gonçalves-dos Santos R, Aguilar-Rodríguez A, Fischer-de Carvalho V, Alves-Storque S, Dutra-de Souza H, Pinto de Barros-Moreira WL. Matrix-induced chondrogenesis in the treatment of patients with osteoarthritis of the first metatarsophalangeal: a systematic review. Acta Ortop Mex. 2025; 39(3): 164-168. <https://dx.doi.org/10.35366/119911>



**Abbreviations:**

AMIC = autologous matrix induced chondrogenesis  
 AOFAS = American Orthopaedic Foot and Ankle Society  
 MTP = metatarsophalangeal joint  
 PICO = Population, Intervention, Comparison, Outcome  
 PRISMA = Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses  
 VAS = visual analog scale  
 VASFA = visual analog scale foot and ankle

**Introduction**

Osteoarthritis of the first metatarsophalangeal joint (MTP) is a disease characterized by joint pain and stiffness associated with decreased range of motion, especially dorsal flexion.<sup>1</sup> It is the second most common pathological condition of the foot after hallux valgus deformity, with an incidence between 2.5 and 10% of the adult population.<sup>2</sup>

There are currently several different surgical treatment modalities for the first MTP joint, such as cheilectomy, shortening osteotomy of the first metatarsal bone, hemiarthroplasty, endoprosthesis and arthrodesis of the first MTP joint, each of which has its advantages and disadvantages.<sup>3,4</sup>

Each form of treatment has its particularities, with cheilectomy and osteotomy being preferred in milder stages, while arthroplasty and arthrodesis are preferred in severe cases.<sup>5</sup> Matrix-induced chondrogenesis has emerged as an alternative for treating osteoarthritis while maintaining joint mobility.<sup>6</sup>

In addition, it is known that autologous matrix-induced chondrogenesis (AMIC) is used successfully in the presence of bone-cartilage defects in the knee, hip, and ankle, demonstrating clinical and functional improvement in patients.<sup>7,8</sup> In this sense, the possibility of using this treatment modality for other chondral degenerative diseases is growing.

With this in mind, this study aims to review the evidence for using matrix-induced chondrogenesis to treat first metatarsophalangeal joint osteoarthritis.

**Material and methods**

This systematic review was conducted in accordance with the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA).

**Search strategy and selection criteria**

A systematic literature search was conducted in the following databases: PubMed/MEDLINE, Embase, Cochrane and Scopus. The main health science descriptors searched in English were: «*Matrix-induced chondrogenesis*», «*Hallux Rigidus*», «*first metatarsophalangeal*». The full phrase used for the search was «*Matrix-induced chondrogenesis*» AND («*Hallux Rigidus*» OR «*first metatarsophalangeal*») in the databases. Initially, all studies discussing matrix-

induced chondrogenesis treatment for osteoarthritis of the metatarsophalangeal joint of the first toe were approached for screening, and selected using the criteria.

The inclusion criteria were: a) studies that dealt with matrix-induced chondrogenesis of the first metatarsophalangeal joint; b) studies that used validated functional criteria for functional assessment; c) followed-up cases for at least 12 months; d) classified the stage of development of the degenerative disease.

The exclusion criteria were: a) studies that did not evaluate morphofunctional changes in humans; b) studies that carried out tests on cadavers; c) complications related to other pre-existing pathologies; d) studies that did not fully describe the treatment; e) biomechanical tests; f) case reports.

The articles were also selected according to the Population, Intervention, Comparison, Outcome (PICO) strategy.

**Population:** patients diagnosed with osteoarthritis of the first metatarsophalangeal joint of any degree/stage.

**Intervention:** functional analysis of the matrix-induced chondrogenesis treatment for a period equal to or greater than 12 months.

**Comparison:** by observing the evolution of the disease with the treatment modalities.

**Outcome:** to identify whether the matrix-induced chondrogenesis approach has similar results to other existing forms of treatment.

**Functional assessment tool**

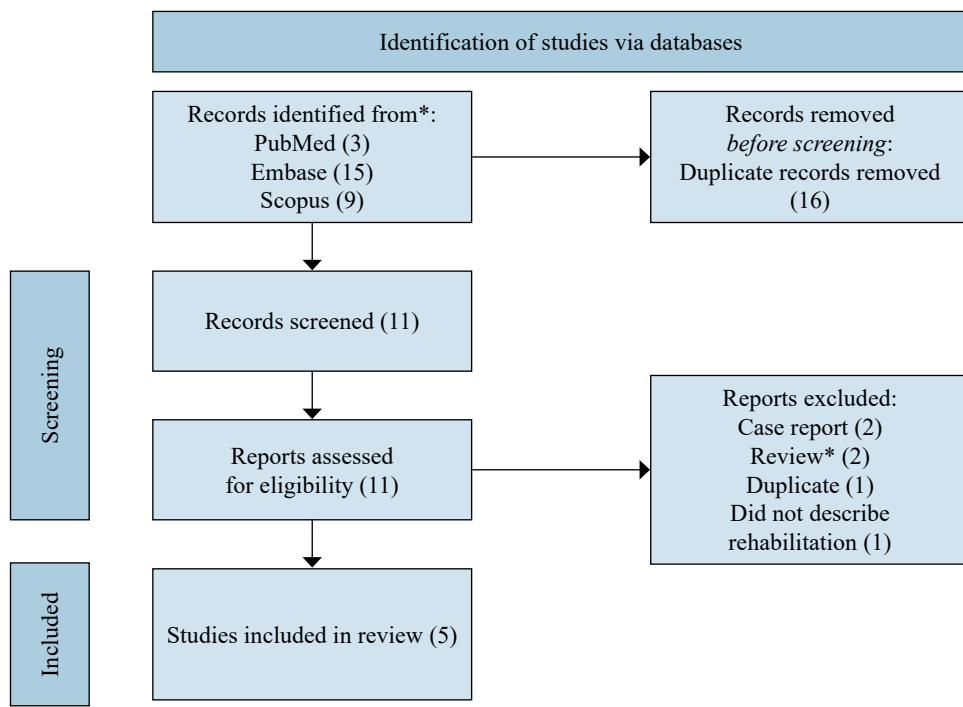
Given that the aim of this study is to evaluate functional aspects based on the degree of development and treatment modality, we chose to use widely used scales, such as the American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) and the visual analog scale (VAS). However, due to the lack of studies, other classifications can also be used if they are validated.

**Data extraction**

After an initial assessment of the abstracts against the criteria, the relevant studies were selected for full reading and sorted. A research team of four independent reviewers extracted the data. Disagreements between the reviewers regarding the inclusion or exclusion of a study were resolved by consensus and, when necessary, a fifth reviewer was consulted. The variables collected included mean age, gender, follow-up time, interventions carried out, degree of deformity and the functional results obtained.

**Quality assessment**

To assess the quality of the studies found, the Newcastle-Ottawa scale was used. This scale evaluates eight items and scores 0-9 points in relation to the selection criteria, comparability, and outcomes of the control studies.



**Figure 1:** PRISMA 2020 flow diagram for new systematic reviews which included searches of databases and registers only.

\* Reviews dealt with the treatment of osteoarthritis of the first metatarsophalangeal joint without addressing the AMIC technique.

Modified from: Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021; 372: n71. doi: 10.1136/bmj.n71.

PRISMA = Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses.

## Results

### Literature search and study characteristics

A content review was carried out, first on titles and abstracts and then on full texts, which found a total of 27 articles. The 16 duplicate articles were excluded. Of these, six were excluded because they did not meet the inclusion criteria. After analysis, five articles were considered eligible (*Figure 1*).

### Characteristics of the references

The trials included a total of 383 feet and 367 patients, 16 of whom had bilateral presentations. In addition, the stage of the disease was predominantly grade two, and the average age of the studies was mostly around the fifth decade of life (48-57.6 years).

Females predominated in all the trials.

The data collected included possible risk factors for developing the disease. The analyzed results included the time of evolution, the radiographic changes' characteristics, and the procedure's performance methods. The distribution of the studies is depicted in *Table 1*.

The criteria for inclusion in the sample observed in the articles were age between 18-74 years, BMI < 40 kg/m<sup>2</sup>, systemic inflammatory disease of medium or high activity, active infection. There was a preference for patients with unilateral involvement.

In general, AMIC showed satisfactory functional and clinical results on all the evaluation scales. Some stability was observed in the progression of the disease after treatment, and no major complications were observed in the studies. The return of range of motion was 60-70°, the scales used and their variations were VAS (1-1.5), visual analog scale for the foot and ankle (VASFA) (74.1-75), AOFAS (90-92.5), foot functional index (1-1.1) and European Society for Foot and Ankle Surgery (17.1-17.3), after a follow-up period of 12-60 months.

The complications reported were loss of amplitude reduction in one case, as well as two arthrodeses and two total replacements, among all the samples (5/383 feet).

## Discussion

There are currently no well-established criteria for the precise indication of AMIC, the main relevant factor being the preservation of the metatarsophalangeal joint. None of the studies established criteria for surgical indication, and the rehabilitation protocols varied in the literature. An important factor observed in all the studies was the type of approach according to the characteristics of the injury.<sup>6,9,10</sup> It is notable that the main region affected is the dorsal and plantar head, usually in a single lesion.<sup>11</sup> Lesions of the sesamoids have also been reported.<sup>6,9,11</sup> Therefore, it has been established that areas of joint damage of less than 3 mm can be debrided, while multiple lesions or those

larger than 3 mm should have the entire joint surface removed.<sup>6,9,10,11,12</sup>

The rehabilitation protocols, although different, followed similar principles: if joint correction, such as cheilectomy and/or osteotomy, was carried out, axial overload should be avoided in the first few weeks. On the other hand, those who didn't perform a joint correction procedure could mobilize the limb earlier.<sup>9,10</sup> Regarding the use of orthoses in these uncorrected patients, two studies used them and two didn't, which was not reflected in the functional results of the samples.<sup>9,11</sup>

The association with hallux valgus was significant in the studies, in around 20% of the samples, making it important to correct the deformity in order to improve clinical results.<sup>10</sup>

Post-surgical X-rays showed a significant increase in joint space.<sup>9</sup> This phenomenon can be explained by soft tissue edema in the first few months of treatment. This change was not observed after 12 months of follow-up. Magnetic resonance imaging showed a deposit of intra-articular scar tissue in the form of a cluster, which did not affect the results.<sup>9,11</sup>

When assessing the stability of AMIC, there are no long-term studies currently available. However, a study conducted over five years found no worsening in functional values or increase in pain during the follow-up period.<sup>11</sup> One study used peripheral blood concentrates associated with AMIC to improve the adaptive process of the material.<sup>10,11</sup> There was no statistically significant difference found with this technique compared to the others. The matrices utilized were bovine or porcine (Aesculap Novacart Basic® and chondro-Gide®, respectively), with no preference criteria between the two, availability was the deciding factor.<sup>9,10,11,12</sup>

In contrast to other treatments, AMIC can be used at any stage of the degenerative disease, which can be an important factor in the decision-making process. However, studies often use combined forms with cheilectomy and associated osteotomies, which makes it a combined form of treatment.

Cheilectomy and corrective osteotomy of the first metatarsal or phalanx can yield better results in early and intermediate stages (I-II), providing reliable stabilization of the disease for up to five years.<sup>13</sup>

Another important factor in the studies was the degree of chondral degeneration, which was mainly intermediate (stage II), making it difficult to assess advanced stages in comparison to arthroplasty and arthrodesis of the first MTP joint. Additionally, due to the combination of treatment with cheilectomy and osteotomies, it's possible that the analysis of the results may be altered, as these two methods are preferred for mild to moderate involvement, with demonstrated functional and clinical results.<sup>14</sup> Therefore, it's not possible to conclude that the positive outcome was solely due to the use of AMIC.

However, the studies did not observe factors such as the reappearance of pain due to failure to repair the chondral lesion and the need for reoperation, which occur in 5-8% of cases following cheilectomy. Additionally, overload metatarsalgia, which is the main complication of shortening osteotomies,<sup>15</sup> was not observed. This demonstrates that AMIC can provide benefits in these cases.

The results of the studies show that when comparing AOFAS scores, metal hemiarthroplasty and arthrodesis revealed mean scores ranging from 77.3 to 94.1 and 72.8 to 91.0, respectively. Arthrodesis resulted in lower VAS pain scores (weighted mean difference -1.58, 95% confidence interval [CI] 2.16 to 1.00, p < 0.00001). Comparable numbers

**Table 1: Characteristics of eligible studies and clinical and functional results.**

Study	Year	Patients/feet	Mean age (years)	Sex male/female	Stage	Treatment	Follow-up (months)	Outcome
Nurmukhametov MR, et al <sup>6</sup>	2021	19/19	48.0	4/15	3 feet/II 11 feet/III 5 feet/IV	AMIC	12	VAS (1.5) FFI (1) AOFAS (92.5) ROM (71.5°)
Richter M <sup>10</sup>	2021	176/176	52.6	28/148	II*	AMIC + PBC	24	VASFA (74.1) EFAS (17.1)
Nurmukhametov MR, et al <sup>9</sup>	2021	15/21	55.0	5/16	1 foot/I 3 feet/II 11 feet/III 6 feet/IV	AMIC	12	VAS (1) AOFAS (87.5) ROM (71.5°)
Richter M, et al <sup>11</sup>	2022	154/154	57.6	28/126	II*	AMIC + PBC	60	VASFA (75) EFAS (17.3)
Nurmukhametov MR, et al <sup>12</sup>	2020	15/16	42.2	—	I/II	AMIC	12	AOFAS (90) VASFA (9.6) ROM (67.5°) FFI (1.2)

AMIC = autologous matrix induced chondrogenesis. AOFAS = American Orthopaedic Foot and Ankle Society. EFAS = European Society for Foot and Ankle Surgery. FFI = foot functional index. ROM = range of motion. PBC = peripheral blood concentrate. VAS = visual analog scale. VASFA = visual analog scale foot and ankle.

\* Studies did not classify all patients and most of them were stage II.

of complications and revisions were observed after both interventions (odds ratio 1.16, 95% CI 0.62 to 2.15, p = 0.64).<sup>16</sup>

Although there are no comparative studies between the methods, it is possible to indirectly evaluate the results, with AMIC showing similar and satisfactory results (AOFAS 90-92.5) at 12-60 months. In addition, it is clear from the studies that the stage of chondral disease is predominantly mild-intermediate, requiring a larger sample in stages III/IV to compare with hemiarthroplasties and arthrodeses, due to their indication being in advanced stages.

## Conclusion

In this sense, given the current evidence on the use of AMIC, it is not possible to assign precise indication criteria for its use, with chondral degeneration stages I/II benefiting the most according to the characteristics of the studies. In addition, AMIC appears to be stable over a 5-year follow-up period. Techniques such as cheilectomy and osteotomy are important to guarantee a satisfactory result. With regard to the characteristics of the lesions, it is understood that areas < 3 mm can be treated only with local debridement with maintenance of healthy follow-up, while > 3 mm or multiple lesions should be treated with complete removal of the chondral tissue. There is a need to establish objective protocols for post-operative rehabilitation, as well as for indication.

Thus, AMIC has emerged as an alternative for the treatment of osteoarthritis of the first MTP joint associated with cheilectomy and/or osteotomy.

Therefore, new medium and long-term studies should be carried out, as well as comparative studies such as AMIC vs hemiarthroplasty and AMIC vs Arthrodesis in stages III/IV to better evaluate the results. Another important factor is the lack of randomized controlled studies on the subject, which in turn makes it impossible to indicate the benefits and harms of AMIC. Therefore, the choice of treatment is still surgeon-dependent and must take into account the characteristics of each patient and the cost of each procedure, with a view to clinical and functional improvement.

## References

- Berezhnoy SY. First metatarsophalangeal joint osteoarthritis: percutaneous surgery, choice of a surgical procedure, clinical and radiographic classification [in Russian]. *Traumatol Orthop Russia*. 2017; 23: 8-22. doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-8-22.
- McNeil DS, Baumhauer JF, Glazebrook MA. Evidence-based analysis of the efficacy for operative treatment of hallux rigidus. *Foot Ankle Int*. 2013; 34(1): 15-32. doi: 10.1177/1071100712460220.
- Sorbie C, Saunders GA. Hemiarthroplasty in the treatment of hallux rigidus. *Foot Ankle Int*. 2008; 29(3): 273-81. doi: 10.3113/FAI.2008.0273.
- Mackey RB, Thomson AB, Kwon O, Mueller MJ, Johnson JE. The modified oblique Keller capsular interpositional arthroplasty for hallux rigidus. *J Bone Joint Surg Am*. 2010; 92(10): 1938-46. doi: 10.2106/JBJS.I.00412.
- Calvo A, Viladot R, Giné J, Alvarez F. The importance of the length of the first metatarsal and the proximal phalanx of hallux in the etiopathogeny of the hallux rigidus. *Foot Ankle Surg*. 2009; 15(2): 69-74. doi: 10.1016/j.fas.2008.08.001.
- Nurmukhametov MR, Makarov MA, Makarov SA, Bialik EI, Biaik VE, Nesterenko VA. The use of autologous matrix-induced chondrogenesis as a surgical treatment for patients with the first metatarsophalangeal joint osteoarthritis: immediate and medium-term results. *Cartilage*. 2021; 13(1\_suppl): 1354S-65S. doi: 10.1177/1947603520958127.
- Benthein JP, Behrens P. Autologous matrix-induced chondrogenesis (AMIC): combining microfracturing and a collagen I/III matrix for articular cartilage resurfacing. *Cartilage*. 2010; 1(1): 65-8. doi: 10.1177/1947603509360044.
- Gille J, Behrens P, Volpi P, de Girolamo L, Reiss E, Zoch W, et al. Outcome of autologous matrix induced chondrogenesis (AMIC) in cartilage knee surgery: data of the AMIC registry. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2013; 133(1): 87-93. doi: 10.1007/s00402-012-1621-5.
- Nurmukhametov MR, Makarov MA, Bialik EI, Makarov SA, Khrennikov YB. Chondroplasty of the first metatarsophalangeal joint using the technique of autologous matrix-induced chondrogenesis in the treatment of patients with hallux rigidus. Analysis of near- and mid-term results. *N.N. Priorov J Traumatol Orthop*. 2020; 27(3): 32-41. doi: 10.17816/vto202027332-41
- Richter M. Autologous matrix-induced chondrogenesis plus peripheral blood concentrate (AMIC+PBC) in chondral defects of the first metatarsophalangeal joint. *Oper Orthop Traumatol*. 2021; 33(6): 471-9. doi: 10.1007/s00064-021-00742-7.
- Richter M, Zech S, Meissner SA, Naef I. Autologous matrix induced chondrogenesis plus peripheral blood concentrate (AMIC+PBC) in chondral defects of the first metatarsophalangeal joint - 5-year follow-up. *Foot Ankle Surg*. 2022; 28(8): 1366-71. doi: 10.1016/j.fas.2022.07.002.
- Nurmukhametov MR, Makarov MA, Bialik EI, Khrennikov YB, Biaik VE, Nesterenko VA. Application of the technique of autologous matrix-induced chondrogenesis in the treatment of patients with osteoarthritis of the first metatarsophalangeal joint. *Genit Ortopedi*. 2021; 27(2): 220-6. doi: 10.18019/1028-4427-2021-27-2-220-226.
- Sidon E, Rogero R, Bell T, McDonald E, Shakked RJ, Fuchs D, et al. Long-term follow-up of cheilectomy for treatment of hallux rigidus. *Foot Ankle Int*. 2019; 40(10): 1114-21. doi: 10.1177/1071100719859236.
- Roukis TS. The need for surgical revision after isolated cheilectomy for hallux rigidus: a systematic review. *J Foot Ankle Surg*. 2010; 49(5): 465-70. doi: 10.1053/j.jfas.2010.06.013
- Bobrov DS, Slinyakov LYu, Sukhareva AG. Surgical treatment of reloading metatarsalgia [in Russian]. *Moskovskiy Khirurgicheskiy Zhurnal*. 2014; 3(37): 16-8.
- Veldman HD, Eurlings R, Stevens J, Hermus JPS, Witlox AM. Metallic hemiarthroplasty or arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint as treatment for hallux rigidus: A systematic review and meta-analysis. *Foot Ankle Surg*. 2022; 28(2): 139152. doi: 10.1016/j.fas.2021.03.004

## Clinical case

doi: 10.35366/119912

# Trapezius and hamate body fractures. Case report of a rare association

*Fracturas del trapecio y del cuerpo ganchoso. Caso clínico de una asociación poco frecuente*

Graça NNJ,\* Duarte ML<sup>‡</sup>

Universidade do Oeste Paulista Campus Guarujá, Guarujá, São Paulo, Brazil.

**ABSTRACT.** The trapezium is the most radial and mobile bone in the distal row of the carpus, establishing a proximal joint with the scaphoid and a distal one with the first metacarpal. Isolated trapezium fractures are uncommon, accounting for only 1 to 5% of all carpal fractures. Fractures are often associated with other injuries, including the rare hamate body fracture. At initial presentation, diagnosing those fractures can be challenging as clinical findings are often minimal, without obvious deformities. Crushing injuries are frequently associated with trapezium tuberosity fractures while hamate body fractures are commonly caused by direct impacts. We report the case of a 19-year-old man presenting significant pain in his left hand following a motorcycle accident 30 minutes ago. Physical examination shows swelling, local hematoma and inability to move the hand. Radiography shows no detectable fracture lines. CT scan reveals a hamate bone fracture without apparent misalignment and a type I trapezium tuberosity base fracture. He made a conservative treatment with analgesic medication and immobilization with a forearm-palmar immobilization for one month followed by two months of physiotherapy. At the end of the two-month treatment, the patient exhibits normal mobility and pain-free, returning to usual activities.

**Keywords:** trapezium bone, hamate bone, case report, tomography, X-ray computed.

**RESUMEN.** El trapecio es el hueso más radial y móvil de la fila distal del carpo, estableciendo una articulación proximal con el escafoides y una distal con el primer metacarpiano. Las fracturas aisladas del trapecio son poco comunes, representando solo de 1 a 5% de todas las fracturas del carpo. Las fracturas a menudo se asocian con otras lesiones, incluyendo la rara fractura del cuerpo del ganchoso. Al inicio de la presentación, diagnosticar estas fracturas puede ser un desafío, ya que los hallazgos clínicos son a menudo mínimos, sin deformidades evidentes. Las lesiones por aplastamiento se asocian frecuentemente con fracturas de la tuberosidad del trapecio, mientras que las fracturas del cuerpo del ganchoso son comúnmente causadas por impactos directos. Informamos el caso de un hombre de 19 años que presenta dolor significativo en su mano izquierda tras un accidente de motocicleta ocurrido hace 30 minutos. El examen físico muestra hinchazón, hematoma local e incapacidad para mover la mano. La radiografía no muestra líneas de fractura detectables. La tomografía computarizada revela una fractura del hueso ganchoso sin desalineación aparente y una fractura tipo I en la base de la tuberosidad del trapecio. Se le realizó un tratamiento conservador con medicación analgésica e inmovilización con una férula antebraquial-palmar durante un mes, seguido de dos meses de fisioterapia. Al final del tratamiento de dos meses, el paciente muestra movilidad normal y ausencia de dolor, regresando a sus actividades habituales.

**Palabras clave:** hueso trapezoide, hueso ganchoso, reporte de caso, tomografía, rayos X computarizados.

\* Universidade do Oeste Paulista Campus Guarujá, Guarujá, São Paulo, Brazil.

<sup>‡</sup> Universidade de Ribeirão Preto Campus Guarujá, Guarujá, São Paulo, Brazil.

#### Correspondence:

Natâ Nascimento de Jesus Graça.

Unoeste Rua Albertino Pedro, 75,

Enseada Guarujá-SP, Brasil.

E-mail: natannascimento1601@gmail.com

Received: 07-10-2024. Accepted: 08-29-2024.

**How to cite:** Graça NNJ, Duarte ML. Trapezius and hamate body fractures. Case report of a rare association. Acta Ortop Mex. 2025; 39(3): 169-172. <https://dx.doi.org/10.35366/119912>



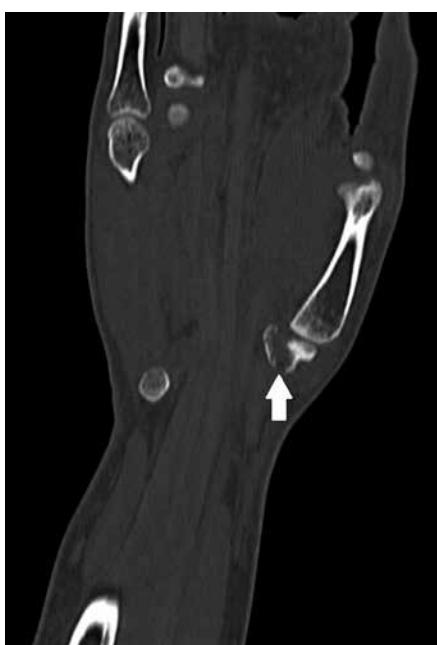
## Introduction

The trapezium is the most radial and mobile bone in the distal row of the carpus, establishing a proximal joint with the scaphoid and a distal one with the first metacarpal. Isolated trapezium fractures are uncommon, accounting for only 1 to 5% of all carpal fractures; however, they rank as the third most prevalent carpal fracture.<sup>1,2</sup>

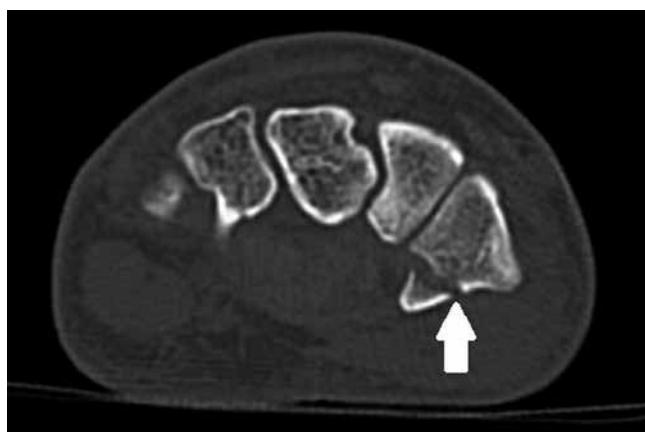
The primary injury mechanisms for thumb carpometacarpal (CMC) joint dislocations and trapezium fractures typically involve indirect axial overload or direct dorsoradial impact. Due to its effective vascularization, the trapezium is notably uncommon as a site of nonunion, unlike scaphoid fractures, which lie proximal to the perforating vessels. Subsequent complications from trapezium fractures may include CM joint stiffness, first CMC joint contracture, nonunion, carpal tunnel syndrome, flexor radial carpi tendinopathy with late rupture, as well as painful loss of pinch strength and mobility.<sup>2</sup>

Misalignment in intra-articular fractures can lead to post-traumatic osteoarthritis in both the CMC and scaphotrapezial joints. Fractures are often associated with other injuries, including the rare hamate body fracture presented in our case, not documented by any other study to date. Clinical presentation may be subtle, with no obvious deformity, and nearly complete wrist and finger range of motion. A potential indicator of fractures is the presence of pain.<sup>3,4,5</sup>

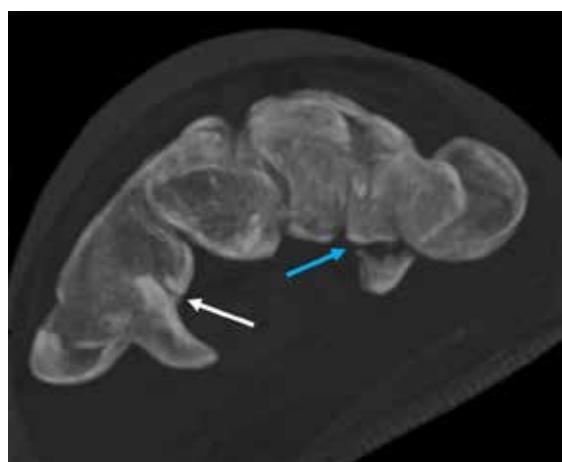
This article aims to report a case of the association of trapezium tuberosity and hamate body fractures. We did not find literature describing this fractures association.



**Figure 1:** CT scan bone window in the coronal section demonstrating fracture of the hamate bone (white arrow).



**Figure 2:** CT scan bone window in the axial section demonstrating a type I trapezium tuberosity base fracture (white arrow).



**Figure 3:** 3D computed tomography in the axial section demonstrating a type I trapezium tuberosity base fracture (blue arrow) and the fracture of the hamate bone (white arrow).

## Clinical case

A 19-year-old man presenting significant pain in his left hand following a motorcycle accident 30 minutes ago. He has significant swelling, local hematoma and inability to move the hand. Denies prior surgeries. Palpation reveals pain at the base of the thumb and palm. Left hand radiography shows no detectable fracture lines.

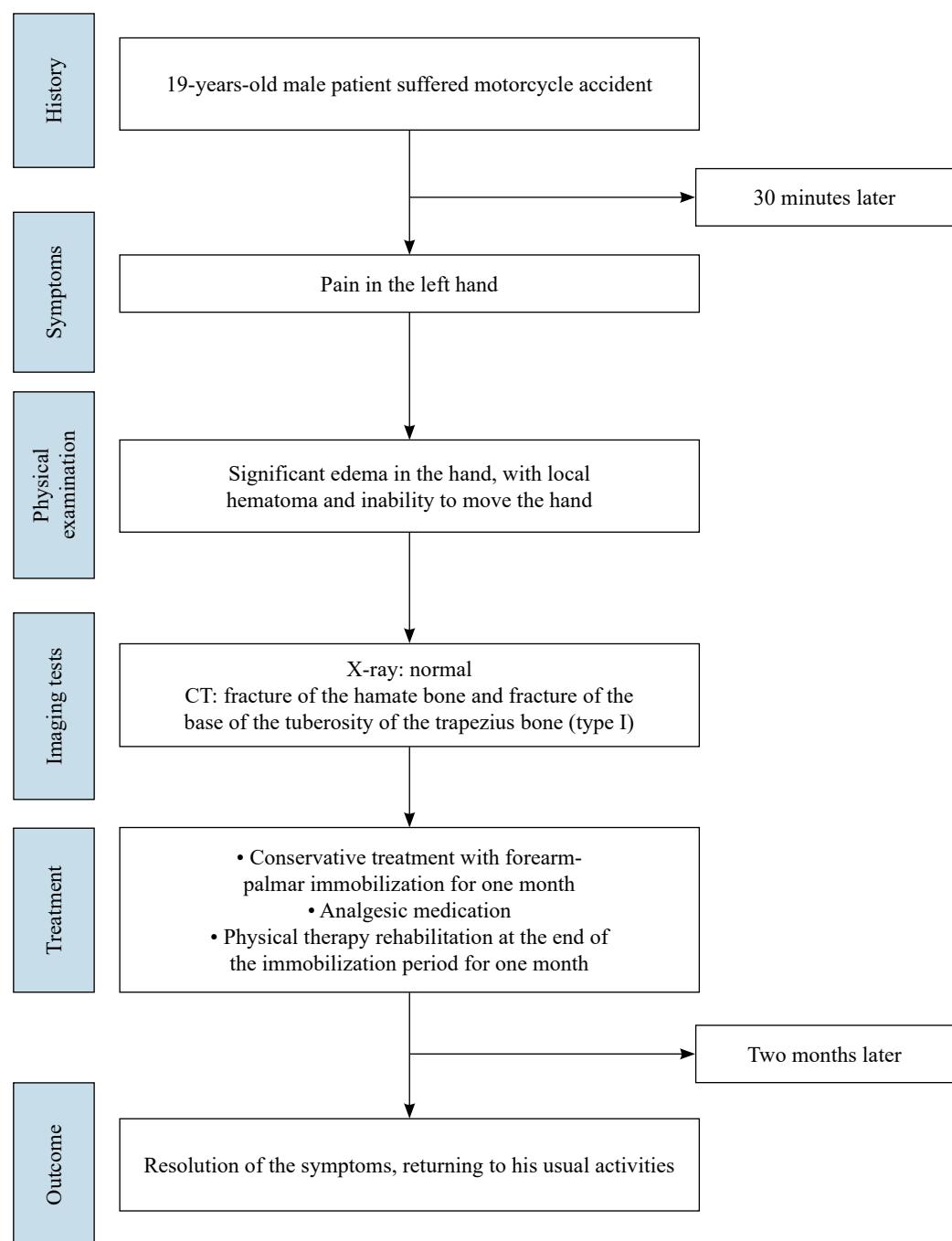
Computed tomography (CT) scan reveals a hamate bone fracture without apparent misalignment (*Figure 1*) and a type I trapezium tuberosity base fracture (according to Walker's classification) with a 0.2 cm fragment distance, without significant misalignment [ICD 10-S62] (*Figures 2 and 3*).

The patient received analgesic medication and immobilization with a forearm-palmar immobilization for one month followed by two months of physiotherapy. At the end of the four-month treatment, the patient exhibits normal mobility and pain-free, returning to usual activities. The patient's course is summarized in *Figure 4*.

## Discussion

At initial presentation, diagnosing trapezium fractures can be challenging as clinical findings are often minimal, without obvious deformities. Shadows from adjacent carpal bones can obscure the fracture line on routine wrist radiographs. Additionally, these fractures are prone to being overlooked in the emergency room due to their rarity. However, delayed diagnosis can result in degeneration of the trapeziometacarpal joint. Specific trapezium bone fractures most frequently occur in association with thumb metacarpal fractures or other carpal bones.<sup>3,4,5,6</sup>

Trapezium tuberosity fractures have been classified into two main types: type 1, located at the tuberosity base where there is direct trauma to the base, as in the described case, and type 2, located at the tuberosity tip where there is avulsion of the carpal transverse ligament from the tip.<sup>1,2</sup> Type 2 fractures are reported to have a higher risk of nonunion and may be associated with hamate hook fractures. Both fractures occur with the hand extended.<sup>1</sup> Crushing injuries are frequently associated with trapezium tuberosity fractures, while hamate body fractures are commonly caused by direct impacts, such as those from tennis racket handles, golf clubs, and baseball bats.<sup>7</sup>



**Figure 4:**

Timeline flow chart of the patient's course through diagnosis and treatment.

Gvozdenovic et al. report a patient involved in a motorcycle accident. Plain radiographs revealed a comminuted trapezium bone fracture while CT confirmed the severity of the fracture and showed a dorsal hamate avulsion fracture. The author describes that injurious forces simultaneously induce dorsal dislocation of all CMC joints and counterclockwise rotation around the first CMC joint, culminating in Rolando's fracture occurrence. The axial transmission of forces, predominantly on the radial side of the hand, is presumably responsible for the trauma. During extension, forces are transferred from the palmar to the dorsal side of the hand, resulting in dorsal displacement of all metacarpals and causing a dorsal hamate avulsion fracture.<sup>1,7,8</sup>

The described case is notably rare as the patient presents a trapezium tuberosity fracture; a condition sparsely documented in medical literature. The particularity of the case, further distinguishing it, is the simultaneous presence of a hamate body fracture. In medical literature, the most common associations are trapezium body and hamate hook fractures. The case we present stands out as the sole instance evidencing the association between a trapezium tuberosity fracture (type 1) and a hamate body fracture with resolution in two months of conservative treatment. Specific projection radiography is the preferred choice for fracture diagnosis.

An anteroposterior incidence performed with the hand in full pronation allows visualization of the trapezium and the base of the first metacarpal. CT, the gold standard for fractures, and bone scintigraphy are used to assess displacement and fragment size, especially in fractures not evident on plain radiographs. MRI is effective in identifying radiographically occult radiocarpal fractures.<sup>7,8</sup>

Trapezium fractures can be managed conservatively or surgically. Trapezium tuberosity fractures can be treated with thumb spica cast immobilization for four to six weeks. Type 2 fractures have a smaller avulsion fragment with rupture of the anterior oblique ligament (AOL) and a higher incidence of symptomatic nonunion. For these cases, there is the possibility of early operative excision of symptomatic Type 2 lesions.<sup>2,4</sup> When there is a hamate body fracture, surgical intervention is necessary for significant, unstable displacement or fractures compromising carpometacarpal joints. The surgical goal is to restore a stable joint, with special attention to the 4th and 5th carpometacarpal joints. Closed reduction and percutaneous Kirschner wire fixation can be effective for selected hamate body fractures with minimal comminution or to maintain alignment of unstable hamatometacarpal joints.<sup>9</sup> As a limitation of our study, MRI was not performed since the diagnosis was already made by CT.

## Conclusion

The presented clinical case is highly unusual, as the patient has a trapezium tuberosity and hamate body fracture. This is noteworthy as there are no similar records in medical literature. Unlike what is typically observed, this situation challenges conventional ideas about fractures in this specific area, highlighting the uniqueness of the case.

## References

1. Gibney B, Murphy MC, Ahern DP, Hynes D, MacMahon PJ. Trapezium fracture: a common clinical mimic of scaphoid fracture. *Emerg Radiol.* 2019; 26(5): 531-40.
2. Beekhuizen SR, Quispel CR, Jasper J, Deijkers RLM. The uncommon trapezium fracture: a case series. *J Wrist Surg.* 2020; 9(1): 63-70. doi: 10.1055/s-0039-1683846.
3. Panigrahi R, Biswal MR, Palo N, Panigrahi N. Isolated coronal fracture of trapezium - A case report with review of literature. *J Orthop Case Rep.* 2015; 5(3): 29-31. doi: 10.13107/jocr.2250-0685.300.
4. Suresh S. Isolated coronal split fracture of the trapezium. *Indian J Orthop.* 2012; 46(1): 99-101. doi: 10.4103/0019-5413.91643.
5. Arabzadeh A, Vosoughi F. Isolated comminuted trapezium fracture: a case report and literature review. *Int J Surg Case Rep.* 2021; 78: 363-68. doi: 10.1016/j.ijscr.2020.12.072.
6. Samson D, Jones M, Mahon A. Non-union of the trapezium: rare consequence of a rare injury. *J Surg Case Rep.* 2018; 2018 (4): rjy076. doi: 10.1093/jscr/rjy076.
7. Jensen BV, Christensen C. An unusual combination of simultaneous fracture of the tuberosity of the trapezium and the hook of the hamate. *J Hand Surg Am.* 1990; 15(2): 285-7. doi: 10.1016/0363-5023(90)90110-d.
8. Gvozdenovic R, Soelberg Vadstrup L. Total carpometacarpal joint dislocation combined with trapezium fracture, trapezoid dislocation and hamate fracture. *Chir Main.* 2015; 34(5): 264-8. doi: 10.1016/j.main.2015.06.003.
9. Price MB, Vanorby D, Mitchell S, Wu C. Hamate body fractures: a comprehensive review of the literature. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2021; 14(6): 475-84. doi: 10.1007/s12178-021-09731-6.

**Patient's consent:** «A full and detailed consent from the patient/guardian has been taken. The patient's identity has been adequately anonymized. If anything related to the patient's identity is shown, adequate consent has been taken from the patient/relative/guardian. The journal will not be responsible for any medico-legal issues arising out of issues related to patient's identity or any other issues arising from the public display of the video».

**Conflicts of interest:** authors declare no conflict of interest regarding the present study.

**Ethical statement:** full consent was obtained from the patient for the case report publication.

All authors were essential in the realization of this article. All had an important role in patient care, the research, and the writing of this article.

## Caso clínico

doi: 10.35366/119913

# Síndrome compartimental agudo no traumático en pediatría. Serie de casos y revisión de tema

*Acute non-traumatic compartment syndrome in paediatrics. Case series and topic review*

Navarro-Vergara AD,\* Navarro-Fretes A\*<sup>‡</sup>

Hospital de Trauma «Manuel Giagni»; Hospital Central del IPS; Universidad del Norte, Cátedra de Ortopedia y Traumatología. Asunción, Paraguay.

**RESUMEN. Introducción:** la causa más comúnmente asociada al síndrome compartimental es la fractura; sin embargo, no es la única. Traumas directos sin compromiso óseo, lesiones indirectas de partes blandas o lesiones iatrogénicas también pueden evolucionar de manera devastadora. A menudo, el diagnóstico se retrasa debido a la baja sospecha clínica. En pacientes pediátricos, correlacionar los hallazgos clínicos para establecer una sospecha diagnóstica se vuelve aún más desafiante, ya que los síntomas no son comunicados directamente por el paciente. **Material y métodos:** estudio observacional descriptivo de tipo serie de casos. Se incluyeron pacientes menores de 16 años hospitalizados con diagnóstico de síndrome compartimental tras accidente ofídico. Se excluyeron aquellos pacientes con síndrome compartimental relacionado con trauma o fractura. **Resultados:** se presentaron tres casos de síndrome compartimental: dos varones y una mujer. Se valoró el abordaje multidisciplinario y se documentó la evolución clínica de los pacientes. **Conclusión:** con este trabajo se busca llamar la atención sobre esta lesión para incentivar la investigación futura y la creación de protocolos que permitan una identificación oportuna y un manejo adecuado en esta población, así como su socialización a todos los profesionales involucrados en estos procedimientos.

**Palabras clave:** mordedura de víbora, síndrome compartimental, pediatría.

**ABSTRACT. Introduction:** the most associated cause of compartment syndrome is fracture; however, it is not the only one. Direct trauma without bone involvement, indirect soft tissue injuries, or iatrogenic injuries can also evolve devastatingly. Often, diagnosis is delayed due to low clinical suspicion. In pediatric patients, correlating clinical findings to establish a diagnostic suspicion becomes even more challenging, as the patient does not directly communicate symptoms. **Material and methods:** descriptive observational study of case series. Patients under 16 years of age who were hospitalized with a diagnosis of compartment syndrome following a snakebite were included. Patients with compartment syndrome related to trauma or fracture were excluded. **Results:** three cases of compartment syndrome were presented: two males and one female. A multidisciplinary approach was evaluated, and the clinical evolution of the patients was documented. **Conclusion:** this work aims to draw attention to this injury to encourage future research and the creation of protocols that allow for timely identification and appropriate management in this population, as well as its dissemination among all professionals involved in these procedures.

**Keywords:** snake bite, compartment syndrome, pediatrics.

\* Hospital de Trauma «Manuel Giagni»; Hospital Central del Instituto de Previsión Social (IPS); Universidad del Norte, Cátedra de Ortopedia y Traumatología. Asunción, Paraguay.

<sup>‡</sup> Consultor Senior, jefe de Unidad, jefe de Cátedra.

### Correspondencia:

Alberto Daniel Navarro-Vergara  
E-mail: djocote@hotmail.com

Recibido: 18-07-2024. Aceptado: 08-12-2024.

**Citar como:** Navarro-Vergara AD, Navarro-Fretes A. Síndrome compartimental agudo no traumático en pediatría. Serie de casos y revisión de tema. Acta Ortop Mex. 2025; 39(3): 173-179. <https://dx.doi.org/10.35366/119913>



[www.medicgraphic.com/actaortopedica](http://www.medicgraphic.com/actaortopedica)



## Introducción

El conjunto de signos y síntomas encasillados como síndrome compartimental (SC) tiene su desencadenante en el aumento continuo de la presión intersticial, cuya distensión se ve obstaculizada por la fascia íntegra del compartimiento, llevando al colapso del paquete vascular de la zona, cortando así toda perfusión en la región afectada.<sup>1</sup> El diagnóstico precoz y la intervención oportuna de la misma evitan las secuelas permanentes relatadas por Richard von Volkmann hace más de 140 años. La causa comúnmente ligada al SC es la fractura, pero no es la única, ya que traumas directos sin compromiso óseo, lesiones indirectas de partes blandas o lesiones iatrogénicas, también pueden evolucionar en SC; la ausencia de trauma nos puede llevar a la demora en el diagnóstico debido a la baja sospecha.<sup>2</sup> En los pacientes pediátricos se hace aún más desafiante, ya que los síntomas no son tan floridos como en el adulto y, de estar presentes, éstos no son relatados de forma directa por el niño; por ello, debemos buscar los signos que nos ayuden a fundamentar nuestras sospechas.<sup>3,4</sup> La clínica clásica para el diagnóstico se basa en el dolor desmesurado, el dolor que se exacerba con los movimientos pasivos, parestesia, parálisis, palidez y déficit de pulso, pero en el paciente pediátrico las «5P» se ven reemplazadas por las 3A: ansiedad, agitación y necesidad de analgésicos (*Figura 1*).<sup>4</sup>

En la actualidad, casi la mitad de los casos de SC en la edad pediátrica están relacionados con la fractura de tibia;<sup>5</sup> sin embargo, una causa no traumática es el síndrome compartimental por accidente ofídico. Presentamos tres casos consecutivos observados en el servicio y aprovechamos para mostrar la presentación clínica de etiología no traumática y el manejo realizado, además de hacer una revisión general del tema. De esta manera, tratamos de establecer pautas claras para que los colegas comprendan las características y los hallazgos clínicos; buscando la mejor atención médica para los pacientes pediátricos.

## Material y métodos

Estudio observacional descriptivo tipo serie de casos. Luego de la aprobación de la Dirección General y del Comité de Ética del hospital (DG\_2406/24), el estudio fue considerado sin riesgo, ya que sólo se extrajeron los datos mediante la revisión de las fichas clínicas. Se incluyeron pacientes menores de 16 años, hospitalizados con diagnóstico de síndrome compartimental postaccidente ofídico en el período de Enero a Junio de 2024 en un centro de referencia pediátrico de Asunción, Paraguay. Se excluyeron los pacientes con síndrome compartimental relacionado con trauma o fractura.

La base de datos fue suministrada por el Departamento de Estadística de la institución, obteniéndose en total 13 registros; después de filtrar y excluir las historias relacionadas con trauma, finalmente se obtuvieron y revisaron tres registros.



**Figura 1:**

Niño de tres años con trauma severo en miembro superior. La mirada trasmite temor ante el daño sufrido.

La recolección de datos fue realizada por el equipo de investigación. Se analizaron las variables demográficas y clínicas de interés, se identificó el tiempo transcurrido entre la agresión y la llegada al hospital, el tiempo entre la llegada al hospital y la fasciotomía. La cantidad de actos quirúrgicos antes del alta hospitalaria, se identificó el tratamiento final de la herida operatoria.

## Resultados

En el período de estudio seleccionado, cumplieron con los criterios de inclusión tres casos de síndrome compartimental sin relación con trauma. Los tres casos con antecedente de accidente ofídico (*Jarara/Bothrops jararaca*). Dos casos correspondieron al sexo masculino y uno al femenino. La distribución de edad fue de 14, 12 y tres años. La zona afecta fue el miembro superior en dos casos y en el miembro inferior en el restante. Dos pacientes pertenecen a los pueblos originarios (indígenas) del interior del país.

El primer caso fue derivado a nuestro servicio con historia de 12 horas de evolución, recibiendo 12 unidades de suero antiofídico previo al traslado. Paciente con diagnóstico agregado de coagulación intravascular diseminada, por lo que requiere cuidados en la Unidad de Terapia Intensiva posterior a su fasciotomía de la pierna derecha, que se realiza a las 16 horas del evento. El procedimiento quirúrgico realizado fue de dos incisiones transversales, liberando todos los compartimentos de la pierna, no se constató en el acto operatorio necrosis de la musculatura. En su evolución, se efectúan nuevos lavados quirúrgicos en tres oportunidades posterior a la fasciotomía, realizán-

dose el cierre de ésta a los 18 días del ingreso al hospital (*Figura 2*).

El segundo caso, paciente femenino de 12 años con historia previa de tres horas de evolución, presenta signos y síntomas de síndrome compartimental en la mano afectada. Se realiza fasciotomía de descarga a las nueve horas del evento, con dos abordajes en dorso y dos en palma, además de una incisión en zeta en cara volar del tercer dedo de la mano, zona donde ocurrió la mordedura de la serpiente (*Figura 3*). Requiere cuidados en terapia intensiva por alteraciones renales y la presencia de hipovolemia. Se realizan dos lavados antes del cierre de la fasciotomía.

El tercer caso corresponde a un niño de tres años, con historia previa de 18 horas de evolución, recibe suero antio-

fídico a las cuatro horas del evento. Al llegar a nuestro servicio, se realiza el diagnóstico de síndrome compartimental de miembro superior izquierdo con afectación de las tres regiones anatómicas (mano, antebrazo y brazo), además se acompaña de discrasía sanguínea y choque hipovolémico. Se realizan las fasciotomías de urgencia y es derivado a la Unidad de Terapia Intensiva para el manejo clínico correspondiente (*Figura 4*).

## Discusión

Los accidentes ofídicos representan un problema de salud pública por la morbilidad que produce, el grupo de personas afectadas y el costo elevado (60 dólares la ampolla de 10 ml) de los sueros antiofídicos.<sup>6,7</sup> En Paraguay, existen seis familias de serpientes, con aproximadamente 100 especies. De las cuales, sólo 10 especies son responsables de los accidentes ofídicos en nuestro país. La llamada «Jarara» (*Bothrops jararaca*) es la serpiente más comúnmente implicada en nuestra casuística. En 2004 se analizaron 357 casos de accidentes ofídicos en Paraguay; el grupo más afectado fue el de los varones, en edades comprendidas entre 10 y 59 años. La zona del cuerpo más frecuentemente afectada por la mordedura del animal es el miembro inferior, pero un número importante se registraron en la mano. El género *Bothrops*, llamado «Jarara», fue el más comúnmente implicada en los casos de accidente ofídico.<sup>5</sup>

El manejo de los pacientes es multidisciplinario, ya que el veneno genera una cascada de manifestaciones generales y localizadas.<sup>7</sup> El rol del traumatólogo es el manejo de las complicaciones regionales, siendo el manejo clínico liderado por el pediatra o el infectólogo. El manejo inicial ante la sospecha de SC es iniciar dosis de corticoides y valoración cercana; ante la evolución tórpida regional, está indicada la liberación del compartimiento a través de las fasciotomías.



**Figura 2:** Masculino de 14 años. Fasciotomía de miembro inferior y su evolución.



**Figura 3:**

Femenino de 12 años, incisiones de descarga de la fasciotomía realizada.



Figura 4:

Masculino de tres años, lesiones severas en todo el miembro superior izquierdo. Imagen del injerto de piel para lograr cobertura.

El tiempo transcurrido entre la mordedura y la administración del suero antiofídico es de suma importancia, considerando que éste es un factor influyente en la severidad de las manifestaciones clínicas y en el proceso de recuperación del paciente; además, según la Organización Mundial de la Salud, «el suero antiofídico es más efectivo en las primeras cuatro o seis horas posteriores a la mordedura; después de veinticuatro horas su valor es cuestionable»,<sup>7</sup> situación acontecida con nuestro paciente número 3, que tuvo una evolución tórpida en relación a los otros casos, debido a que el inicio del suero antiofídico fue muy demorado.

#### Interrogatorio y examen físico

El dolor es el síntoma por excelencia en la sospecha de SC; ésta es una verdad irrefutable en los pacientes adultos, pero tener al dolor como parámetro cuando nos enfrentamos a pacientes pediátricos no es sencillo. El niño pequeño se ve en un escenario donde las personas extrañas, con batas

blancas o uniformes ya le generan miedo y le hacen estar en estado de alerta, por lo que nos encontraremos probablemente a un paciente irritable y muchas veces exaltado.<sup>8</sup> La sospecha nos debe llevar a buscar los signos o síntomas en los niños, en paciente politraumatizado o pacientes incapacitados en comunicar sus síntomas. Cuando está presente, el dolor se caracteriza por ser desproporcionado, un dolor que se agudiza con la movilización pasiva del compartimiento afectado.<sup>9</sup> La sensibilidad que tenemos al evaluar los síntomas clásicos del SC es limitada y no es una ciencia exacta, por lo que la ausencia de algunos de ellos, no nos puede descartar estar frente al evento.<sup>10</sup> Cuando vemos déficit sensorial o debilidad motora focal, puede ser que las lesiones estén ya instauradas y el pronóstico hacerse sombrío.<sup>10</sup>

La tumefacción, la zona tensa y dolorosa son hallazgos frecuentes en el examen físico; el dolor se exacerba al realizar la palpación, además podemos valorar una disminución o ausencia de pulso distales a la afectación.<sup>8,9,10</sup> Es importante tener presente que los síntomas son dinámicos, por

lo que hay que marcar pautas de reexaminar al paciente de forma periódica y por el mismo examinador. El cirujano con más experiencia puede acompañar en la primera valoración clínica y dejar los parámetros a examinar, siempre recordando las 3A del SC en los pacientes pediátricos.<sup>4</sup>

#### Factores de riesgos

Evidentemente el trauma es el principal factor de riesgo para desencadenar el SC, pero no es el único, ya que el SC también puede aparecer en ausencia de traumas o en pacientes con comorbilidades, donde traumas leves pueden pasar desapercibido y evolucionar en el SC.<sup>1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11</sup>

En el contexto no traumático, los niños con tumefacción en las extremidades, eritema y dolor deben ser evaluados por celulitis, tromboflebitis, miositis y linfangitis.<sup>11</sup> Basados en esta experiencia, concluimos que, en el entorno clínico adecuado, se debe considerar la admisión hospitalaria y un monitoreo cercano para detectar signos de aumento de la presión compartimental en pacientes con tumefacción progresiva y aguda de la extremidad y se recomienda una evaluación por cirujanos ortopédicos.<sup>12</sup>

La detección temprana y el tratamiento quirúrgico agresivo pueden reducir las devastadoras secuelas motoras y neurológicas de los síndromes compartimentales agudos.

Las mordeduras de víboras, pacientes con alteraciones hemodinámicas, recién nacidos con malformaciones o infecciones localizadas o lesiones iatrogénicas como inyecciones intramusculares mal administradas o infusiones intravenosas extravasadas, pueden ser motivos de SC, por lo



Figura 5: Fasciotomía volar única para liberar los compartimientos del antebrazo. Fijación temporal con fijador externo.



Figura 6: Cicatriz posterior a fasciotomía de antebrazo.

que la alta sospecha es necesaria para evitar su evolución natural.<sup>11,12</sup>

Existen relatos de casos de SC espontáneos en pacientes con alteraciones hematológicas identificados como la macroglobulinemia de Waldenström,<sup>13</sup> que es una gammopathía monoclonal que involucra linfocitos B; otras alteraciones pueden ser la deficiencia adquirida del inhibidor del factor XIII, hemofilia A y un coágulo espontáneo secundario a una variante del gen MTHFR (metilentetrahidrofolato reductasa).

#### Diagnóstico

En los pacientes pediátricos, el requerimiento progresivo de analgesia es un factor sensible que debe ser considerado como indicador de SC.<sup>9,10,11,12,13,14</sup> En los pacientes menores, el dolor muchas veces puede no ser valorado, pero la tumefacción de la zona es algo que se evidencia en todos los casos; por ello, el examen físico de los pacientes pequeños es fundamental. En los niños mayores, la manifestación de dolor intenso es un factor común presente. La valoración de la ansiedad y de la agitación requiere de cierta experiencia del evaluador para reconocerlas como signos claros de SC.<sup>15</sup> El valerse de aparatos para la medición del compartimiento como diagnóstico de SC es relegado a los pacientes intubados. La medición del compartimiento afectado mostró ser sensible, guiándose como parámetro los 30 mmHg de diferencia con la presión diastólica del paciente, usándose como indicación de fasciotomía.

Existe una diferencia entre la identificación y el actuar cuando el SC se desarrolla en las extremidades superiores o inferiores, siendo el tiempo menor en el miembro superior, ya que los síntomas o signos son más floridos.<sup>16</sup> Este retraso en el diagnóstico resalta la necesidad de mejorar los métodos para diagnosticar el SC. Es por ello, que la espectroscopía cercana al infrarrojo se ha propuesto como un método no invasivo, reproducible y preciso para medir la oxigenación del tejido y diagnosticarlo, pero en países en vías de desarrollo esto está muy lejos de ser factible.<sup>17</sup>

### Tratamiento

La fasciotomía descompresiva es el estándar de oro cuando hacemos el diagnóstico de SC, siempre debemos valorar el origen de la lesión para realizar nuestros abordajes, evitando así demoras para realizar el tratamiento definitivo,<sup>9,10,11,12,13,14</sup> por ejemplo, la fijación de la fractura o la reparación vascular de ser necesaria. Cuando el área afectada es la pierna, se realizan dos incisiones para liberar los compartimientos.<sup>18</sup> Para el antebrazo, se debe efectuar una única incisión volar para descomprimir el túnel carpiano, el compartimento superficial y el compartimento profundo (*Figura 5*).<sup>18,19</sup> Las incisiones de la fasciotomía deben ser lo suficientemente grandes para descomprimir todos los compartimentos afectados.<sup>9</sup>

Normalmente se realiza a las 24 a 48 horas un nuevo control en el quirófano, donde se puede necesitar desbridar algunos tejidos con mala evolución. Se recomienda esperar cinco a siete días para realizar el cierre de la fasciotomía, donde se espera tener mejor control del tejido dañado. La necesidad de medios físicos, como la presión negativa, o de injertos autólogos deben ser valorada en heridas de dimensiones extensas, ya que evitan la infección de éstas.<sup>20</sup>

### Complicaciones

Las lesiones musculares irreversibles por la falta de irrigación se presentan desde las seis horas, es por ello que la demora en el actuar es un factor pronóstico esencial para evitar las secuelas.<sup>21</sup> Se estima que las dos primeras horas son cruciales para evitar necrosis de la musculatura. El peor escenario de la región afectada es la amputación de ésta, pero daños como las lesiones nerviosas, debilidades musculares o cambios estéticos también se encuentran como secuelas irreversibles ocasionadas por el SC.<sup>22</sup> Cuando el cirujano realiza la liberación de manera temprana, el porcentaje de complicaciones permanentes disminuye en más de 70%, mostrando la región afecta funcionalidad normal.<sup>20</sup>

Una complicación clínica que se observa en casi la mitad de los pacientes es la rabdomiólisis, que, si no se detecta, puede llevar a falla renal. Las cicatrices o las limitaciones en el rango de motilidad son complicaciones menores que pueden aparecer en la población infantil (*Figura 6*); la infección no es una complicación frecuente en este rango etario.<sup>17,18,19,20,21,22</sup>

### Fortaleza y limitaciones

La fortaleza más importante de este estudio es que se muestra casos clínicos poco frecuentes y de complicaciones graves. Además, permite afianzar los conceptos clínicos y manejo quirúrgicos del SC no traumático. Alienta al trabajo multidisciplinario en el abordaje de estas complicaciones. Las limitaciones que se pueden señalar están relacionadas al registro de la información, a falta de mayores detalles de los antecedentes y los tiempos exactos de las medidas implementadas.

### Conclusiones

Se pretende que, con este trabajo, se llame la atención sobre estas áreas para incentivar la investigación futura y la creación de protocolos que permitan una identificación oportuna y manejo adecuado en esta población con su socialización a todos los que intervienen en estos procedimientos.

### Referencias

- Prasarn ML, Ouellette EA, Livingstone A, Giuffrida AY. Acute pediatric upper extremity compartment syndrome in the absence of fracture. *J Pediatr Orthop.* 2009; 29(3): 263-8. doi: 10.1097/BPO.0b013e31819c3d54.
- Brinkemper A, Hufnagel SJ, Cibura J, Strater DM, Cibura C, Schildhauer TA, et al. Analysis of compartment syndromes in lower extremity pediatric and adolescent trauma - are there predictors of a late onset? *Injury.* 2024; 55(8): 111714.
- Ouellette EA. Compartment syndromes in obtunded patients. *Hand Clin.* 1998; 14(3): 431-50.
- Grottakau BE, Epps HR, Di Scala C. Compartment syndrome in children and adolescents. *J Pediatr Surg.* 2005; 40(4): 678-82. doi: 10.1016/j.jpedssurg.2004.12.007.
- Mortensen SJ, Orman S, Testa EJ, Mohamadi A, Nazarian A, von Keudell AG. Risk factors for developing acute compartment syndrome in the pediatric population: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2020; 30(5): 839-44. doi: 10.1007/s00590-020-02643-0.
- Vera A, Páez M, Gamarra de Cáceres G. Caracterización Epidemiológica de los accidentes ofídicos, Paraguay 2004. *Mem Inst Investig Cienc Salud.* 2006; 4(1): 20-24.
- Carvalho LAS, Pereira JMR. Aspectos epidemiológicos de accidentes ofídicos no município e Cuiabá, mato grosso. *Connectionline [Internet].* 2015; (13).
- Noonan, KJ, McCarthy JJ, MD. Compartment syndromes in the pediatric patient. *J Pediatr Orthop.* 2010; 30:S96-S101.
- Duckworth AD, McQueen MM. The diagnosis of acute compartment syndrome: a critical analysis review. *JBJS Rev.* 2017; 5(12): e1. doi: 10.2106/JBJS.RVW.17.00016.
- Ulmer T. The clinical diagnosis of compartment syndrome of the lower leg: are clinical findings predictive of the disorder? *J Orthop Trauma.* 2002; 16(8): 572-7. doi: 10.1097/00005131-200209000-00006.
- Bae DS, Kadiyala RK, Waters PM. Acute compartment syndrome in children: contemporary diagnosis, treatment, and outcome. *J Pediatr Orthop.* 2001; 21(5): 680-8.
- Schmidt AH. Acute compartment syndrome. *Injury.* 2017; 48 Suppl 1: S22-5. doi: 10.1016/j.injury.2017.04.024.
- Ogrodnik J, Oliver JD, Cani D, Boczar D, Huayllani MT, Restrepo DJ, et al. Clinical case of acute non-traumatic hand compartment syndrome and systematic review for the upper extremity. *Hand (N Y).* 2021; 16(3): 285-91. doi: 10.1177/1558944719856106.
- Shaw BA, Hosalkar HS. Rattlesnake bites in children: antivenin treatment and surgical indications. *J Bone Joint Surg Am.* 2002; 84(9): 1624-9.

15. Macer GA Jr. Forearm compartment syndrome in the newborn. *J Hand Surg Am.* 2006; 31(9): 1550. doi: 10.1016/j.jhsa.2006.07.013.
16. Sees JA, Cutler GJ, Ortega HW. Risk factors for compartment syndrome in pediatric trauma patients. *Pediatr Emerg Care.* 2020; 36(3): e115-9. doi: 10.1097/PEC.0000000000001636.
17. Livingston KS, Glotzbecker MP, Shore BJ. Pediatric acute compartment syndrome. *J Am Acad Orthop Surg.* 2017; 25(5): 358-64. doi: 10.5435/JAAOS-D-15-00655.
18. Lin J, Samora WP, Samora JB. Acute compartment syndrome in pediatric patients: a case series. *J Pediatr Orthop B.* 2022; 31(2): e236-e240. doi: 10.1097/BPB.0000000000000864.
19. Broom A, Schur MD, Arkader A, Flynn J, Gornitzky A, Choi PD. Compartment syndrome in infants and toddlers. *J Child Orthop.* 2016; 10(5): 453-60. doi: 10.1007/s11832-016-0766-0.
20. Dover M, Memon AR, Marafi H, Kelly G, Quinlan JF. Factors associated with persistent sequelae after fasciotomy for acute compartment syndrome. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2012; 20(3): 312-5. doi: 10.1177/230949901202000309.
21. Ritenour AE, Dorlac WC, Fang R, Woods T, Jenkins DH, Flaherty SF, et al. Complications after fasciotomy revision and delayed compartment release in combat patients. *J Trauma.* 2008; 64(2 Suppl): S153-61; discussion S161-2. doi: 10.1097/TA.0b013e3181607750.
22. Tsai WH, Huang ST, Liu WC, Chen LW, Yang KC, Hsu KC, et al. High risk of rhabdomyolysis and acute kidney injury after traumatic limb compartment syndrome. *Ann Plast Surg.* 2015; 74 Suppl 2: S158-61. doi: 10.1097/SAP.0000000000000460.

**Financiación:** los autores no tienen relaciones financieras relevantes para este artículo que deban divulgar.

**Conflictos de intereses:** ninguno.

## Caso clínico

doi: 10.35366/119914

# Recurrencia de condroblastoma en fémur distal: presentación de un caso clínico

*Recurrence of chondroblastoma in the distal femur: a clinical case report*

Vásquez-Díaz H,\* Valdecantos-Poblete P,\* Ugarte-Vásquez JT,\*‡  
Monsalve-Fuentes J,\*§ Valenzuela-Pozo D,\*§ López-Rivera P\*,‡

Clinica Dávila, Santiago, Chile.

**RESUMEN.** El condroblastoma es un tumor óseo benigno, originado de tejido cartilaginoso en los huesos largos. Presenta baja incidencia y puede ser asintomático o presentarse como una fractura en hueso patológico. La importancia del diagnóstico radica en la extensión, la posibilidad de recidiva y el riesgo de diseminación. Nuestro objetivo es mostrar la evolución de una paciente que siguió un curso favorable posterior a un episodio de recidiva. Se presenta el caso de una paciente de 15 años, que posterior a una leve molestia en la rodilla izquierda de seis meses de evolución presenta una caída a nivel, con dolor e impotencia funcional. Las radiografías y tomografías mostraron una fractura de fémur distal izquierdo en hueso patológico, con una lesión lítica infiltrativa en la epífisis distal. Se realizó curetaje con injerto óseo local, biopsia abierta, electrofulguración más adyuvancia con alcohol y cierre con matriz osteoconductiva. La biopsia indicó un condroblastoma sin atipias y el estudio de diseminación fue negativo. Se mantuvo con controles periódicos y a los siete meses se obtiene una resonancia magnética con una imagen sugerente de recidiva en la metáfisis adyacente. Se realiza nuevo curetaje más biopsia, la cual indicó recidiva del condroblastoma. En la actualidad se mantiene en controles, con cinco años transcurridos de la primera intervención. En la última consulta indica presentar dolor anterior de rodilla, sin signos radiológicos de recurrencia, que responde de manera correcta al

**ABSTRACT.** Chondroblastoma is a benign bone tumor that arises from cartilaginous tissue in the long bones. It has a low incidence, and can be asymptomatic, or even presenting as a pathological bone fracture. The importance of diagnosis lies in extension, recurrence and risk of dissemination. Our objective is to show the evolution of a patient, who followed a favorable course after an episode of recurrence. A 15-year-old patient is presented who, after mild discomfort in her left knee for 6 months, suffered a level fall, with pain and functional impotence. X-rays and CT showed a fracture of the left distal femur, with an infiltrative lytic lesion in the distal epiphysis. Curettage was performed with local bone graft, open biopsy, electrofulguration, adjuvant therapy with alcohol and closure with osteoconductive matrix. The biopsy indicated a chondroblastoma without atypia, and the dissemination study was negative. She remained in periodic controls, and after 7 months an MRI was obtained with an image suggestive of recurrence in the adjacent metaphysis. A new curettage with biopsy was performed, which indicated a recurrence of chondroblastoma. Currently, she is being monitored, 5 years after the first intervention. In the last appointment, she reported anterior knee pain, without radiological signs of recurrence, which responded correctly to physical management, showing her complete current functional capacity, good exercise tolerance, and no limitations in daily life.

\* Clínica Dávila, Santiago, Chile.

† Universidad de los Andes, Santiago, Chile.

‡ Universidad Diego Portales, Santiago, Chile.

### Correspondencia:

Hugo Vásquez-Díaz

Recoleta 464, Recoleta. Santiago, Chile.

E-mail: drhugovasquez@gmail.com

Recibido: 29-10-2024. Aceptado: 08-01-2025.

**Citar como:** Vásquez-Díaz H, Valdecantos-Poblete P, Ugarte-Vásquez JT, Monsalve-Fuentes J, Valenzuela-Pozo D, López-Rivera P. Recurrencia de condroblastoma en fémur distal: presentación de un caso clínico. Acta Ortop Mex. 2025; 39(3): 180-186. <https://dx.doi.org/10.35366/119914>



manejo kinésico, mostrando su completa capacidad funcional actual, con buena tolerancia al ejercicio, sin limitación en la vida diaria.

**Palabras clave:** condroblastoma, rodilla, tumor, adolescente, recidiva.

#### Abreviaturas:

PMMA = polimetilmacrilato

RMN = resonancia magnética nuclear

TAC = tomografía axial computarizada

## Introducción

El condroblastoma es una neoplasia benigna del sistema musculosquelético que se origina en tejido cartilaginoso y afecta predominantemente a los centros de osificación secundarios de las epífisis de los huesos largos. Esta entidad patológica es de baja prevalencia, representa aproximadamente entre 0.5 y 1% de todos los tumores óseos y de 5 a 9% de los tumores benignos óseos. La edad promedio de presentación oscila entre los 19 y 23 años, con una ligera predilección por el sexo masculino. Las localizaciones más frecuentes incluyen el fémur proximal (20.7%), seguido por el fémur distal (18.5%), la tibia proximal (16.3%), el húmero proximal (12%) y el pie (10.9%).<sup>1,2</sup>

El diagnóstico del condroblastoma se fundamenta en hallazgos de imagen radiológicos y estudios complementarios avanzados. Las radiografías muestran una lesión lítica bien delimitada, rodeada por un borde esclerótico delgado. Es característico observar calcificaciones puntiformes o en «pop corn», que le confieren un aspecto granular. La tomografía axial computarizada (TAC) permite definir con precisión el patrón de destrucción cortical, la reacción perióstica y la extensión del tumor. La resonancia magnética nuclear (RMN) es fundamental para evaluar la extensión intramedular, el compromiso de tejidos blandos y la presencia de niveles líquido-líquido, que pueden sugerir un componente quístico aneurismático concomitante.

De acuerdo con la clasificación de la OMS de tumores de huesos y partes blandas, el condroblastoma se categoriza como un tumor cartilaginoso benigno de bajo grado. Esta clasificación facilita su diferenciación de otras neoplasias de mayor agresividad, como el condrosarcoma de bajo grado, lo que evita errores terapéuticos y optimiza el pronóstico.<sup>3</sup>

El tratamiento estándar es quirúrgico y consiste en curretaje intralesional exhaustivo para resecar el tejido tumoral. Posteriormente, se rellena la cavidad con injertos óseos autólogos, aloplásticos o cemento polimetilmacrilato (PMMA), dependiendo de la localización y el tamaño del defecto. La utilización de adyuvantes transquirúrgicos como fenol, alcohol absoluto, nitrógeno líquido o peróxido de hidrógeno ayuda a eliminar remanentes tumorales y reducir el riesgo de recidiva local. La elección del adyuvante

**Keywords:** chondroblastoma, knee, tumor, adolescent, recurrence.

se basa en las características de la lesión y la experiencia del cirujano.<sup>4</sup>

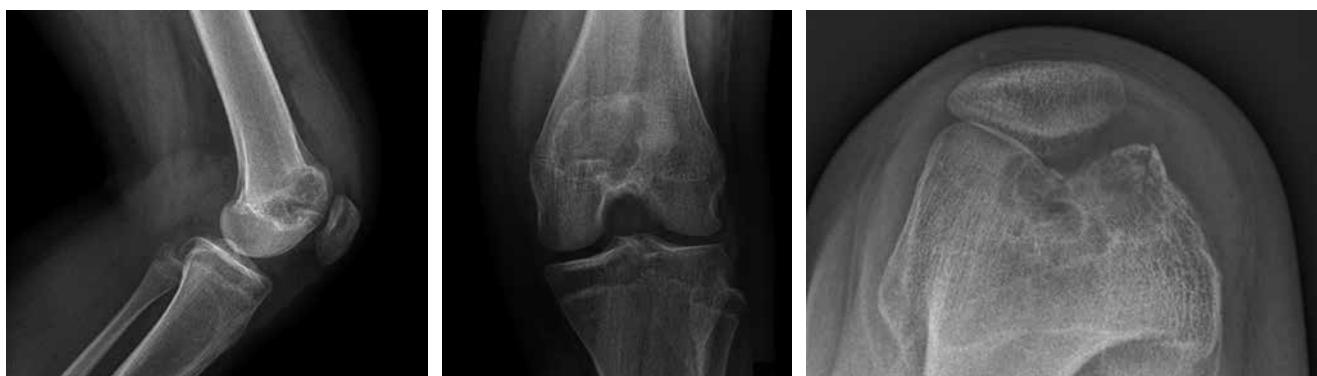
Es esencial considerar los diagnósticos diferenciales del condroblastoma, que incluyen el condrosarcoma de bajo grado, el quiste óseo aneurismático y la osteomielitis crónica. El condrosarcoma, aunque similar en algunos aspectos, presenta mayor potencial de agresividad y metástasis. El diagnóstico diferencial se confirma mediante histopatología e inmunohistoquímica, con marcadores como SATB2, S-100 y vimentina. La coexistencia con quistes óseos aneurismáticos puede complicar el manejo terapéutico. La osteomielitis crónica, con su presentación radiológica destructiva y sintomatología dolorosa, también debe ser excluida.

Distinguir entre recidiva tumoral y persistencia de la lesión es fundamental para establecer un manejo adecuado. La recidiva se define como la reaparición del tumor después de un periodo de al menos seis meses sin evidencia de enfermedad tras el tratamiento inicial. Por otro lado, la persistencia ocurre cuando el tumor no fue completamente resecado durante la cirugía inicial y reaparece en un plazo de menos de seis meses desde la intervención. En el presente caso clínico, la lesión identificada a los siete meses postoperatorios se clasifica como una recidiva tumoral, ya que hubo un periodo de remisión aparente antes de detectarse nuevamente la presencia de tejido tumoral. Esta diferenciación es crucial, ya que influye en el plan de tratamiento, la evaluación del éxito quirúrgico y el pronóstico del paciente.<sup>4</sup>

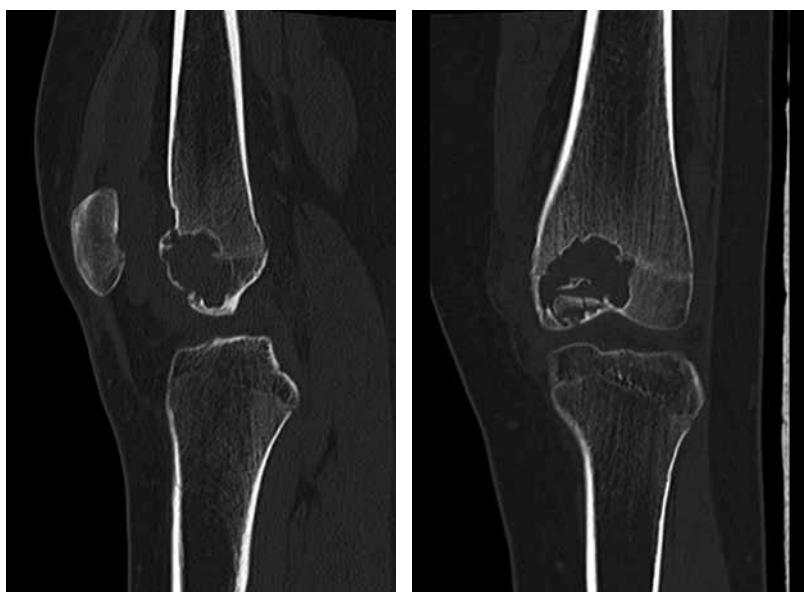
La rareza del condroblastoma y los avances recientes en su manejo justifican la necesidad de bibliografía actualizada para un abordaje óptimo. Estudios recientes, como los de Li y colaboradores, Xu y colegas así como Patel y su equipo, han aportado información valiosa sobre nuevas técnicas quirúrgicas y el uso de adyuvantes transquirúrgicos para disminuir la recidiva. Además, las investigaciones de Chen y colegas han destacado avances en el diagnóstico por imagen, particularmente en el uso de RMN para identificar componentes quísticos y diferenciarlos de otras lesiones.

## Caso clínico

Se trata de paciente de sexo femenino de 15 años y cinco meses, sin antecedentes médicos de importancia. Consultó por primera vez en Julio de 2018 por caída a nivel en escalera, con golpe en rodilla izquierda. Evolucionó con dolor e impotencia funcional inmediata. Al interrogatorio dirigido refirió dolor de tipo insidioso desde hace seis meses, sin antecedente de trauma. Se solicitaron radiografías



**Figura 1:** Radiografía anteroposterior y lateral de rodilla izquierda: fractura en hueso, lesión lítica bien delimitada, con calcificaciones centrales, rodeada por un borde esclerótico delgado sin reacción cortical, con un patrón de *pop-corn* similar al de un condroblastoma.



**Figura 2:**

Corte sagital y coronal en tomografía axial computarizada de rodilla izquierda. Imagen lítica metafisaria de fémur distal de bordes circunscritos bien definidos con fractura en hueso patológico, sin colapso de la columna medial.

de fémur derecho anteroposterior y lateral en el servicio de urgencias, las cuales mostraron una fractura en fémur distal izquierdo, con sospecha de fractura en hueso patológico en la metáfisis distal de fémur con imagen que impresiona tener una lesión lítica bien delimitada, con calcificaciones centrales, rodeada por un borde esclerótico delgado sin reacción cortical, con un patrón de *pop-corn* similar al de un condroblastoma (*Figura 1*).

Se realizó el estudio complementario con TAC y RMN; en el cual la TAC de rodilla indicó una imagen lítica metafisaria de fémur distal de bordes circunscritos bien definidos con fractura en hueso patológico, sin colapso de la columna medial (*Figura 2*) y en la RMN en el corte T2 y supresión grasa, se observó una lesión de márgenes escleróticos sin signos de reacción perióstica, con relleno de aparente densidad líquida levemente heterogéneo, con aparente invasión fisaria, sin compromiso de partes blandas, siendo compatible con neoplasia de origen condral coincidiendo con la sospecha diagnóstica de condroblastoma de fémur distal (*Figura 3*).

Por el estudio de imágenes compatibles con lesión condral benigna y con la evidencia actual sobre la patología y su evolución, se decidió iniciar el tratamiento quirúrgico sin biopsia previa con curetaje intralesional exhaustivo, seguido de relleno con injerto óseo sintético en chip de 10 mm 60 cc aproximadamente para llenar el defecto, electrofulguración y adyuvancia con alcohol absoluto al 95% (10 cc). La aplicación del adyuvante se realizó durante tres minutos, seguido de un lavado con solución salina para neutralizar su efecto. Se tomó muestra para enviar a biopsia diferida.

Se obtuvo el resultado de la biopsia en Agosto de 2018 con reporte de condroblastoma de fémur distal izquierdo, sin atipias. SATB2 y S-100 negativos.

Durante el seguimiento radiológico y clínico estricto, se realizó un control inicial al mes postoperatorio, seguido de controles cada tres meses (*Figura 4*). Durante el último mes previo al control de los siete meses postoperatorios, la paciente presentó dolor constante afebril y

sensación de calor local, sin otros signos de infección. Debido a estos síntomas, se solicitó una RMN de control con contraste, ésta reveló una pequeña lesión endomedular en la metáfisis distal de fémur, sugestiva de un foco de recidiva (*Figura 5*). Ante este hallazgo, se decidió una nueva intervención en la cual se realizó un segundo curetaje con biopsia, confirmando el diagnóstico de recidiva de condroblastoma. En esta intervención, no se aplicó injerto adicional y se optó por una resección intralesional completa sin adyuvancia.

La paciente se mantuvo, posterior a la segunda intervención, sin nuevos síntomas, con controles radiológicos periódicos, sin nuevos hallazgos. Consultó a los tres años postoperatoria por dolor anterior de rodilla, sin antecedente de trauma, describiéndose una rodilla estable, sin aumento de volumen ni de temperatura local, con dolor ubicado en relación a la articulación patelofemoral. Se tomaron imágenes radiográficas y TAC de rodilla izquierda en las que se muestra la presencia de una lesión quística poste-

rioraria en región metafisaria, no sugerente de recidiva (*Figuras 6 y 7*). Este cuadro se manejó de manera efectiva con fisioterapia enfocada en fortalecimiento muscular y propiocepción.

Por última vez, consulta a los 20 años, cinco años posterior a la primera cirugía, por molestias en relación a rodilla izquierda, específicamente en la articulación patelofemoral. Sin signos de alarma descritos. Se tomaron radiografías, sin evidencias de recidiva ni de complicaciones. Se observó un defecto óseo en la zona de recidiva, compatible con el curetaje realizado previamente (*Figura 8*).

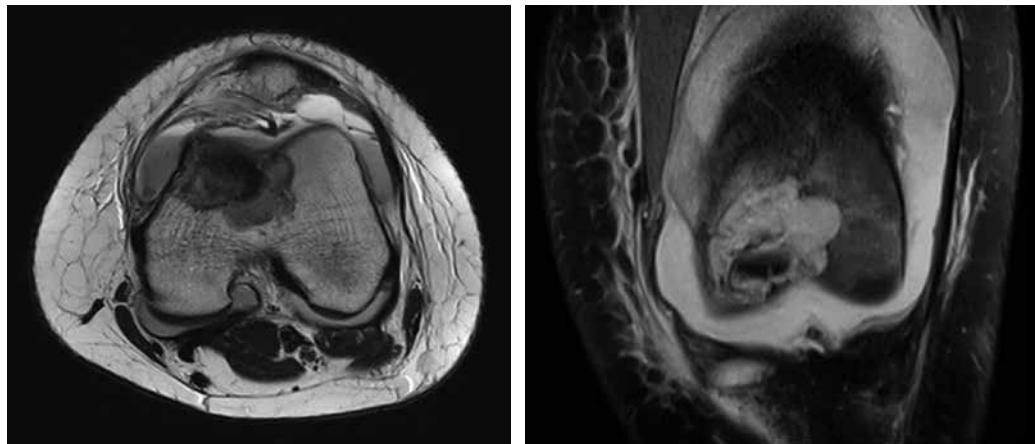
Se repitió el manejo kinésico realizado previamente, con buena respuesta, cese del dolor y recuperación de la actividad.

## Discusión

Tal como se señaló previamente, el condroblastoma es un tumor que se encuentra principalmente en la epífisis de

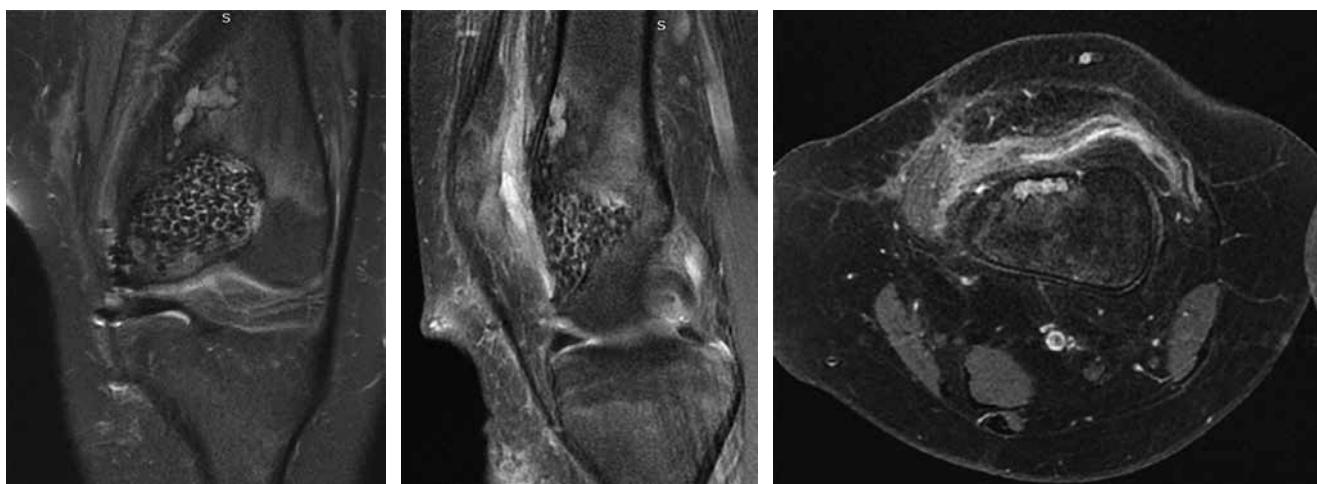
**Figura 3:**

Secuencia T2 axial y FS coronal en resonancia magnética nuclear de rodilla izquierda. Lesión de márgenes escleróticos sin signos de reacción periótica, con relleno de aparente densidad líquida levemente heterogéneo, con aparente invasión fisaria, sin compromiso de partes blandas, siendo compatible con neoplasia de origen condral, lo que coincide con la sospecha diagnóstica de condroblastoma de fémur distal.

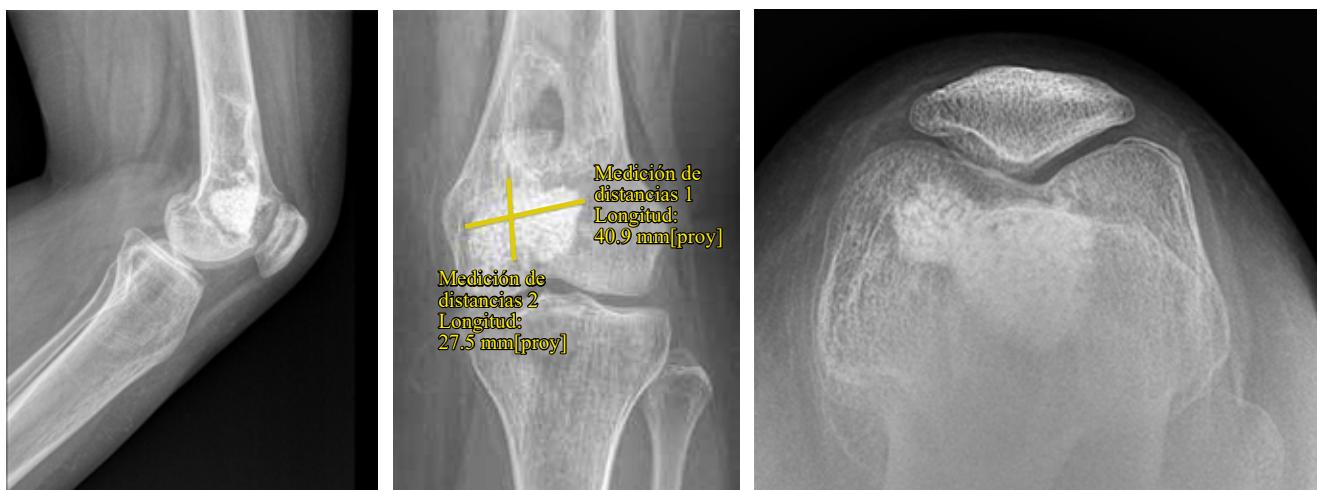


**Figura 4:**

Radiografía de rodilla izquierda anteroposterior y lateral. Control a un mes: cavidad rellena con material de injerto, con signos de integración inicial del mismo. Existe una esclerosis perilesional moderada y líneas de reabsorción ósea que sugieren un proceso de remodelación activo.



**Figura 5:** Resonancia magnética de control a los siete meses. Secuencias FS coronal y sagital, y secuencia FS con gadolinio axial: lesión endomedular bien delimitada en la región de la metáfisis distal del fémur. Se observa una señal heterogénea en secuencias ponderadas en T2, con áreas de alta intensidad que sugieren la presencia de líquido o tejido neoplásico residual. Además, hay evidencia de esclerosis perilesional sin reacción inflamatoria leve de los tejidos blandos circundantes. No se aprecian signos evidentes de destrucción cortical o extensión extraósea significativa. La señal en T1 presenta una intensidad intermedia con zonas focales de baja intensidad, lo cual es compatible con una recidiva tumoral.



**Figura 6:** Radiografía de rodilla anteroposterior, lateral y axial, tres años postoperatoria de recidiva de condroblastoma, sin signos de recidiva.

huesos largos, y es proveniente del centro de osificación secundario del hueso. Dentro de las ubicaciones más comúnmente reportadas se encuentra la de esta paciente, la cual comenzó con molestias en la rodilla debido a la ubicación del condroblastoma en la epífisis del fémur distal.

El caso de nuestra paciente se encuentra como hallazgo posterior a una fractura de baja energía en hueso patológico. El fémur distal en una paciente de 15 años es una zona de alta resistencia a la carga, con fracturas asociadas principalmente a traumas de mediana-alta energía.

El caso que se muestra se asoció además con un dolor de tipo insidioso, de característica leve, de seis meses de evolución previa a la primera consulta. Este dolor puede efectivamente haberse asociado con el desarrollo del tumor, ya que como se observa en la TAC del primer diagnóstico, el

tumor primario ocupaba prácticamente el 50% del tamaño de la epífisis del fémur distal.

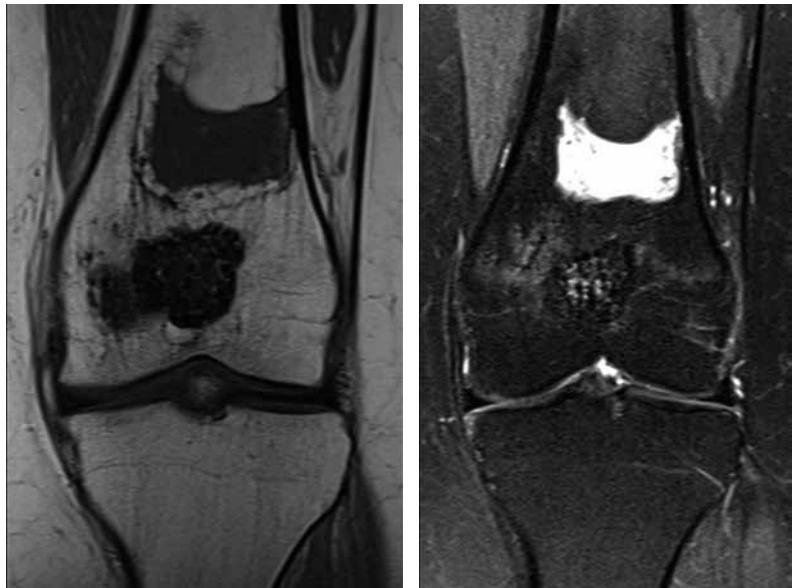
De acuerdo con el estudio realizado por Wang y colaboradores,<sup>2</sup> el síntoma principal desarrollado por los pacientes fue el dolor local, para el cual reportó un 94.6% de incidencia. Otros síntomas incluyen limitación de la movilidad, derrame articular o atrofia muscular. Por otro lado, Yang y colegas<sup>3</sup> reportan 20% de incidencia de síntomas como aumento de volumen de partes blandas, masa palpable o derrame. En nuestra paciente solamente se reportó un dolor insidioso de meses de evolución, que sufrió un aumento brusco debido a una caída a nivel. En este caso, el síntoma principal, que fue el dolor insidioso, sufrió un cambio y pasó a ser un dolor de tipo súbito, debido a la fractura en hueso patológico del fémur distal. Esta fractura se manejó de manera ortopédica.

Tal como señala Chen y su grupo,<sup>5</sup> las células del condroblastoma son normalmente positivas para vimentina, enolasa neuronal específica y proteína S100, entre otros marcadores tumorales. Sin embargo, se deben diferenciar sus características histológicas y marcadores séricos con otros diagnósticos, tal como el condrosarcoma. En nuestro caso, el estudio de marcación tumoral arrojó resultados negativos para SATB2 y S-100, lo cual nos habla de una lesión de menor agresividad. Puede también encontrarse asociado a un quiste óseo aneurismático, el cual no fue caracterizado en el caso clínico presente. Aunque es muy poco frecuente, con una incidencia de hasta 2%, se han reportado casos con diseminación pulmonar, por lo que se debe solicitar una TAC de tórax prequirúrgica para descartar metástasis.

Como se observa en la literatura, el manejo es netamente quirúrgico, el cual incluye curetaje, biopsia y relleno del

tejido con injerto óseo o cemento. De acuerdo con Deventer y su equipo, el manejo quirúrgico puede incluir, además, el uso de adyuvantes como fenol o peróxido de hidrógeno para lavar la cavidad posterior al curetaje, indicando que el peróxido de hidrógeno puede llevar a las células tumorales a la apoptosis.<sup>4</sup> Estos autores publicaron un reporte de 38 casos, en los cuales se trató a todos con curetaje y se asoció a algunos pacientes terapia adyuvante con peróxido de hidrógeno, además del relleno de la cavidad con autoinjerto óseo, sustituto óseo (injerto óseo de fosfato cálcico) o relleno con cemento (PMMA). Estos autores concluyeron que la menor tasa de recurrencia fue en el grupo asociado con terapia adyuvante con peróxido de hidrógeno comparado con aquellos que no recibieron terapia adyuvante.

En un segundo estudio, Chen W y colegas<sup>5</sup> publicaron un seguimiento a 20 pacientes diagnosticados con un con-



**Figura 7:**

Resonancia magnética de control, tres años postoperatoria de recidiva de condroblastoma. Se observa secuencias T1 y T2 sin signos de recidiva.



**Figura 8:** Radiografía de rodilla anteroposterior, lateral y axial, cinco años después de la primera intervención: se muestra una adecuada recuperación estructural y funcional del hueso afectado, reparación completa de la cavidad ósea donde se realizó el curetaje inicial. La señal medular presenta una homogeneidad característica de tejido regenerado, sin áreas de alteración de señal que sugieran recidiva tumoral. Los contornos corticales se muestran íntegros y sin signos de erosión o irregularidades, lo que indica una consolidación adecuada y ausencia de actividad osteolítico.

droblastoma, seguidos en promedio 63 meses, que fueron operados con curetaje amplio y terapia adyuvante con fenol. En este trabajo encontraron una recurrencia del 10% (dos pacientes), específicamente en un tumor acetabular y un tumor de tibia proximal, a los siete meses de seguimiento.

Previamente se comentó acerca de la recidiva del tumor, la cual se encuentra en el orden de 14-18% de incidencia en algunas series. Otros autores (Deventer y colaboradores) reportan tasas de recurrencia local del tumor desde < 10% hasta casi sobre 30%.<sup>4</sup> En esta paciente, el tratamiento consistió, en un primer tiempo, en curetaje amplio de la lesión más adyuvancia y relleno de la cavidad con injerto óseo. Luego del seguimiento, específicamente a los siete meses, se encontró una nueva lesión en la zona metafisaria, adyacente a la lesión inicial, a la cual se le realizó una nueva biopsia y fue diagnosticada como recidiva del tumor inicial. Comparado con la literatura señalada previamente, el tumor recidió con una nueva lesión metafisaria, aproximadamente al mismo tiempo de seguimiento que los casos señalados. Sin embargo, la terapia adyuvante con alcohol no evitó la recurrencia de las células tumorales en nuestro caso.

Por último, luego de dos cirugías realizadas en esta paciente, se muestra su correcta evolución. En la actualidad, han transcurrido cinco años desde la primera intervención y la paciente refiere buena funcionalidad en su vida diaria, sin limitación en sus actividades. Realiza deportes sin problemas, señalando en el último control la aparición de dolor anterior de rodilla, lo cual no se relaciona con la aparición de una nueva recidiva ni una complicación de las cirugías previas, confirmado con radiografías sin hallazgos patológicos y con una buena respuesta a la terapia física.

## Conclusión

El chondroblastoma es una lesión tumoral poco frecuente. Se encuentra asociado principalmente a la epífisis de

huesos largos, pero también puede encontrarse en huesos planos como la pelvis. Sus manifestaciones principales son dolor de tipo insidioso y fracturas en hueso patológico. El estudio diagnóstico requiere de imagenología para su caracterización y posible diseminación. Su tratamiento es quirúrgico en todos los casos, con curetaje asociado a injerto óseo, adyuvancia o cemento óseo. Su seguimiento es importante, debido a las altas tasas de recurrencia. Se presentó el caso de una paciente de 15 años que fue diagnosticada y tratada por un chondroblastoma de fémur distal, con un episodio de recidiva, seguimiento completo de seis años y buena respuesta al tratamiento. Es de suma importancia el hecho de continuar con el estudio de esta patología, que, si bien no es común, genera complicaciones a futuro en los pacientes.

## Referencias

1. Gonzalez MR, Subhawong TK, Pretell-Mazzini J. Benign bone lesions found in childhood. *Orthop Clin North Am.* 2023; 54(1): 59-74. doi: 10.1016/j.ocl.2022.08.001.
2. Wang J, Du Z, Yang R, Tang X, Yan T, Guo W. Analysis for clinical feature and outcome of chondroblastoma after surgical treatment: A single center experience of 92 cases. *J Orthop Sci.* 2022; 27(1): 235-41.
3. International Agency for Research on Cancer, World Health Organization, International Academy of Pathology. WHO classification of tumours of soft tissue and bone tumours. 5a ed. Fletcher CDM, editor. IARC; 2020.
4. Deventer N, Deventer N, Gosheger G, de Vaal M, Budny T, Laufer A, et al. Chondroblastoma: Is intralesional curettage with the use of adjuvants a sufficient way of therapy? *J. Bone Oncol.* 2021; 26: 100342. doi:10.1016/j.jbo.2020.100342.
5. Chen W, et al. Imaging features and differential diagnosis of chondroblastoma. *Skeletal Radiology.* 2020; 49(5): 723-33.

Este trabajo fue aprobado por el Comité Ético Científico de Clínica Dávila, con carta de aprobación firmada en Santiago, el día 26 de Julio de 2024.

## Clinical case

doi: 10.35366/119915

# Open fracture of the distal radius with complete laceration of the median nerve

*Fractura abierta de radio distal con sección completa del nervio mediano*

Jiménez I,\*‡§ Aniel-Quiroga-Bilbao M,\* García-Toledo A,\* Marcos-García A,\* Caballero J,\*§ Medina J§¶

Hospital Universitario Insular de Gran Canaria. Las Palmas de Gran Canaria, España.

**ABSTRACT. Introduction:** median nerve neuropathy accompanying a distal radius fracture is common. Differential diagnosis includes nerve contusion, acute carpal tunnel syndrome, forearm compartment syndrome or exacerbation of an idiopathic carpal tunnel syndrome. **Case report:** a 44-year-old male presented with a right distal radius fracture after a motorcycle accident. He presented a 1.3 cm blunt wound situated proximal to the radiocarpal flexion crease and complained of well-defined numbness in the median nerve territory. The fracture was reduced and fixed using a volar plate and the median nerve was explored finding a complete section with a 2.0 cm defect. The carpal tunnel was released and a sural nerve fascicular graft was interposed presenting good results at final follow-up. **Conclusion:** a median nerve transection after a radius fracture is an exceedingly rare injury. This case report emphasizes the importance of an accurate physical examination including the initial neurological assessment.

**Keywords:** distal radius fracture, median nerve, nerve injury, nerve section, open fracture.

**RESUMEN. Introducción:** las fracturas desplazadas de extremo distal del radio se acompañan frecuentemente de manifestaciones clínicas sugestivas de neuropatía del nervio mediano. El diagnóstico diferencial debe incluir la contusión o lesión nerviosa directa, el síndrome del túnel carpiano agudo, el síndrome compartimental del antebrazo o la exacerbación de un síndrome del túnel carpiano idiopático. **Caso clínico:** un varón de 44 años presentó una fractura del radio distal derecho tras un accidente de motocicleta. Presentaba una herida contusa de 1.3 cm situada proximalmente al pliegue de flexión radiocarpiano y refería disestesias bien definidas en el territorio sensitivo del nervio mediano. La fractura se trató mediante reducción abierta y osteosíntesis con placa volar y, por los hallazgos en la exploración inicial, se exploró el nervio mediano encontrando una sección completa con un defecto de 2.0 cm. Se liberó el túnel carpiano y se interpuso un injerto fascicular de nervio sural que presentó buenos resultados en el seguimiento final. **Conclusión:** la sección del nervio mediano tras una fractura de muñeca es una lesión extremadamente rara. Este caso clínico subraya la importancia de una exploración física inicial minuciosa incluyendo la evaluación neurológica inicial.

**Palabras clave:** fractura distal del radio, nervio mediano, lesión nerviosa, sección nerviosa, fractura abierta.

\* Orthopedic Surgery and Traumatology Service. Insular University Hospital of Gran Canaria. Las Palmas de Gran Canaria, Spain.

‡ ORCID: 0000-0001-9922-5805.

§ San Roque University Hospital. Las Palmas de Gran Canaria, Spain.

¶ Mutua de Accidentes de Canarias. Las Palmas de Gran Canaria, Spain.

### Correspondence:

Isidro Jiménez MD, PhD

Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología.

Hospital Universitario Insular de Gran Canaria.

Avenida Marítima del Sur s/n, Las Palmas de Gran Canaria, 35016, Las Palmas, España.

E-mail: isidro\_jimenez@hotmail.com

Received: 05-03-2024. Accepted: 09-25-2024.

**How to cite:** Jiménez I, Aniel-Quiroga-Bilbao M, García-Toledo A, Marcos-García A, Caballero J, Medina J. Open fracture of the distal radius with complete laceration of the median nerve. Acta Ortop Mex. 2025; 39(3): 187-189. <https://dx.doi.org/10.35366/119915>



## Introduction

Median nerve neuropathy accompanying a distal radius fracture is common with varying levels of nerve compromise. It can be caused by blunt contusion, stretch of the nerve over the angulated distal radius, swollen pronator quadratus muscle, fracture hematoma in the carpal tunnel or from bony fractured edges (Wolfe, 2011).<sup>1</sup> It often resolves after reduction of the fracture but, when nerve symptoms persist after reduction, the differential diagnosis should include nerve contusion, acute carpal tunnel syndrome, forearm compartment syndrome or exacerbation of an underlying idiopathic carpal tunnel syndrome (Floyd et al. 2015).<sup>2</sup>

A median nerve transection in association with a distal radius fracture is an exceedingly rare injury that has been exceptionally reported in the available literature.<sup>3</sup>

## Case report

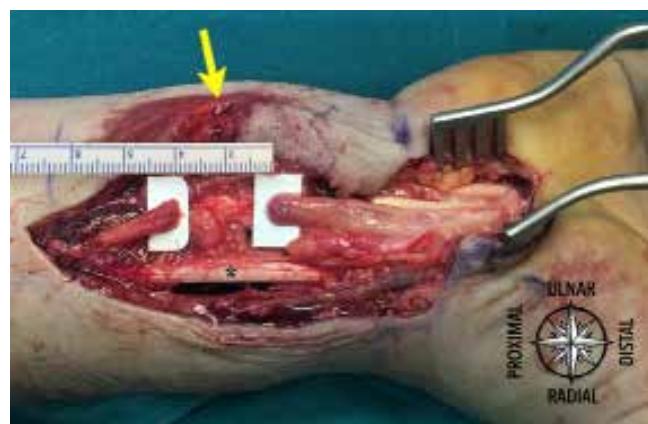
A 44-year-old right-handed male presented at the emergency department with pain and deformity at his wrist after a low-speed motorcycle accident. He had no injuries to other level except in his right wrist where he presented a dinner fork deformity, great soft tissue attrition in the volar aspect and a blunt wound measuring 1.3 cm from radial to ulnar situated 3 cm proximal to the radiocarpal flexion crease. Thumb and fingers active motion were unaffected. There were no vascular issues but in the neurological assessment he complained of well-defined numbness in the volar aspect of his thumb, index, middle and radial aspect of his ring fingers.

After local cleansing, wound irrigation and temporary stabilization in plaster; intravenous broad-spectrum antibiotics was administered. Fracture aligning and splinting improved the pain but did not change the digital paresthesia.

Plain radiographs were taken showing a displaced intra-articular distal radius fracture (*Figure 1*).



**Figure 1:** Anteroposterior and lateral radiographs of the right wrist: displaced intraarticular distal radius fracture with radius shortening, metaphyseal dorsal comminution and 30° of dorsal angulation.



**Figure 2:** Intraoperative photograph showing the cutaneous attrition at the volar-ulnar aspect of distal forearm, the traumatic wound (arrow), integrity of the *flexor carpi radialis* tendon (\*) and a blunt complete section of the median nerve with a 2.0 cm gap.

He was diagnosed of an open and displaced distal radius fracture of the right wrist type 2 of the Gustilo & Anderson classification with suspected median nerve injury and surgical treatment was recommended.

The extended flexor carpi radialis approach was carried out; the fracture was reduced and fixed using a volar plate. As the patient presented well-defined paresthesias in the median nerve distribution, the nerve was explored and a complete section with a 2.0 cm defect was found (*Figure 2*). The carpal tunnel was released and a sural nerve fascicular graft was interposed. He had a complete motor recovery at six months after the repair. At one-year follow-up, he reported a slightly diminished sensitivity compared to the other hand but he had no limitations in his daily-living activities.

## Discussion

Median nerve dysfunction may accompany distal radius fractures and its treatment. Such nerve disorders can be further classified as primary or secondary, and may occur either acutely, subacutely, or late. An understanding of the factors associated with nerve dysfunction and appropriate detection of abnormalities on physical examination, coupled with directed intervention, are the key points in achieving optimal outcome.

Direct injury (laceration or transection) of the median nerve in association with a distal radius fracture is extremely uncommon and, to the best of our knowledge, it has been previously published only in one case report.<sup>3</sup> Factors such as hematoma, fracture displacement, swelling and the position of the wrist are more likely the cause of acute or subacute median nerve dysfunction.<sup>4</sup>

There is no consensus in the treatment of acute median neuropathy associated with fractures of the distal radius.<sup>2</sup>

In patients presenting closed injuries, if neurologic symptoms worsen or show no improvement over the first 24 to

48 hours, the reduction cannot be obtained or maintained in the presence of median nerve compression symptoms or those that have higher energy injuries where it may be difficult to monitor the neurological status, carpal tunnel release and operative stabilization of the fracture seems to be a rational choice.

In open injuries as in this case report, we believe that the median nerve status should be routinely assessed when addressing the distal radius fracture since, in the exceptional case of a median nerve section, the result might be devastating if the proper diagnosis and treatment is not carried out.

We believe that this report emphasizes the importance of an adequate medical record and an accurate physical examination including the initial neurological assessment.

#### References

1. Tagil M. Distal radius fractures. In: Wolfe SW, Pederson WC, Kozin SH, Cohen MS (Eds). Green's Operative Hand Surgery 8th ed. Philadelphia, PA: Elsevier; 2021: 601-76.
2. Floyd WE 4th, Earp BE, Blazar PE. Acute median nerve problems in the setting of a distal radius fracture. *J Hand Surg Am.* 2015; 40(8): 1669-71.
3. Lusthaus S, Matan Y, Finsterbush A, Chaimsky G, Mosheiff R, Ashur H. Traumatic section of the median nerve: an unusual complication of Colles' fracture. *Injury.* 1993; 24(5): 339-40.
4. Dennison DG. Median nerve injuries associated with distal radius fractures. *Tech Orthop.* 2006; 21(1): 48-53.

**Informed consent statement:** written informed consent was obtained from all subjects prior to inclusion in the study.

**Statement of Human and Animal Rights:** all procedures were performed in accordance with ethical standards and the 1975 Declaration of Helsinki, revised in 2008.

**Ethics committee:** our institution does not require ethics committee approval for the reporting of individual cases or case series.

# Información e instrucciones para los autores

Comité Editorial



## 1) Políticas editoriales generales.

- *Acta Ortopédica Mexicana (La Revista)* recibe todos los manuscritos originales e inéditos que contribuyan a enriquecer el conocimiento y desarrollo de la ortopedia y traumatología musculoesquelética provenientes de todas las fuentes y todos los países. También recibe manuscritos enviados por autores con especialidades o materias relacionadas con la Ortopedia. El Editor en Jefe se reserva el derecho de someter el manuscrito a revisión, definir la pertinencia, su aceptación o rechazo según el consenso del Comité y/o Consejo Editorial.
- *La Revista* tiene una política general incontrovertible de revisión por pares anónima.
- Los artículos publicados y sus ilustraciones son exclusivos de *La Revista* que es propietaria de los derechos de copia (Copyright).
- *La Revista* recibe para publicar artículos que representen la epidemiología, el desarrollo técnico y científico, las innovaciones, los logros y el pensamiento de la Ortopedia y Traumatología de las instituciones, hospitales y países donde se genera el artículo.
- Las opiniones, criterios, manifestaciones y resultados de los estudios, investigaciones o comunicaciones publicadas por *La Revista* son responsabilidad absoluta de los autores firmantes y de ninguna manera representan una posición o respaldo oficial de *La Revista* ni del *Colegio Mexicano de Ortopedia y Traumatología*.
- El Editor en Jefe de *La Revista* puede solicitar datos adicionales relacionados con el trabajo a publicar; en estos casos, los autores deben proporcionar a *La Revista* los datos disponibles para su revisión de una manera oportuna.
- En los casos donde se mencione un producto con marca registrada, sólo se permite la mención de la marca una sola vez; las menciones subsecuentes acerca del producto deberán hacerse por su nombre genérico (Ejemplo: implante, fijador, clavo, etc.) o por el nombre de la sal (en el caso de sustancias farmacológicas).
- En ocasiones, los autores o los revisores pueden tener conflictos por algún tipo de interés con respecto al tema del manuscrito. En tales circunstancias, todos los escritos se someterán al Editor en Jefe y en ciertos casos al Consejo Editorial, quienes no deberán tener ningún interés conocido con respecto del tema. Cualquiera de éstos tomará la

decisión final con respecto a la aceptación o el rechazo de los manuscritos.

## 2) Aspectos éticos.

- Todos los manuscritos que involucren seres humanos, deberán incluir una declaración en la que se especifique que los individuos involucrados otorgaron un **consentimiento informado** para participar en el estudio y que el protocolo o proyecto ha sido **aprobado por un Comité Examinador** Ético y Científico Institucional o por uno similar en el sitio donde se efectuó el estudio. La declaración debe incluir la expresa aceptación de los involucrados en el artículo de que los datos relacionados con la investigación pueden ser publicados en *La Revista*. Todos los estudios se deben realizar conforme a los acuerdos adoptados por las asociaciones médicas mundiales plasmadas en la declaración de Helsinki publicada en *JAMA* 2000;284:3043-5.<sup>2</sup>
- Debe protegerse la confidencialidad del paciente y de los datos proporcionados por éste. Se recomienda apegarse a los estándares del Código de Ética Médica del Colegio Mexicano de Ortopedia <http://www.smo.edu.mx>,<sup>3</sup> del «Acta de Portabilidad y Responsabilidad de Seguros Médicos Norteamericanos» [U.S. Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA). <http://www.hippa.org/>]<sup>4</sup> o por normatividades similares en cada país.
- Todos los manuscritos que involucren experimentos en animales deben incluir una declaración por el autor de que el estudio ha sido aprobado por un Comité de Regulación para la utilización de animales o por una estructura sucedánea en cada institución o país. La declaración debe expresar que hubo supervisión para el adecuado trato y buen manejo del sufrimiento de los animales.

## 3) Procedimiento de envío del manuscrito a *La Revista*.

### Paso 1. Registro del manuscrito.

Para registrar el manuscrito el autor correspondiente debe efectuarlo vía Internet a la dirección:  
<https://www.editorialmanager.com/aom>

### Paso 2. Seguir las instrucciones del *Editorial Manager* para **registro como autor** y una vez registrado dar click en **Enviar nuevo manuscrito**.



#### 4) Preparación del manuscrito original.

Para la preparación de un manuscrito, los autores deben seguir las recomendaciones generales hechas por el Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas. La versión actualizada se encuentra disponible en: [www.icmje.org](http://www.icmje.org),<sup>5</sup> en general reconocidas como «estilo Vancouver».

#### 5) Contenido del manuscrito original.

El cuerpo del manuscrito debe estar escrito a doble espacio, con letra Times New Roman de 12 puntos con márgenes de 25 mm por los cuatro lados. Las páginas deben contener un máximo de 4,000 palabras y cada sección debe comenzar en una hoja por separado. Al final deben incluirse los anexos (tablas, cuadros y figuras con sus listas de títulos y pies). Las páginas deben numerarse secuencialmente.

El artículo debe incluir:

- 5.1 Un *resumen estructurado* en inglés y español de no más de 250 palabras, que incluya cinco párrafos, con los encabezados: *Antecedentes* (que indica cuál es la pregunta primaria de la investigación), *Métodos, resultados, conclusiones o discusión* y *Nivel de la evidencia* (para los artículos clínicos). Para la sección de *Nivel de evidencia*, describa el tipo de estudio y asigne el nivel de evidencia que clasifica a la pregunta primaria de la investigación, según los criterios en la tabla 1.
- 5.2 *Introducción*: Indique el problema que indujo el estudio, incluyendo una revisión sucinta de la literatura relevante. Muestre la hipótesis o el propósito del estudio.
- 5.3 *Materiales y métodos*: Describa el diseño del estudio usando términos metodológicos estándar. Todos los diseños de estudios deben incluir información sobre la muestra que contengan: cómo fue tomada, cómo se identifican los criterios de inclusión, exclusión y eliminación y cómo se calculó el tamaño de la muestra; debe indicarse si fue tomada a discreción o si fue estimada con una base estadística. Las revisiones sistemáticas (*Systematic reviews*) y los meta-análisis (*Meta-analysis*) deben incluir una descripción de las fuentes de datos usadas para el estudio y los métodos empleados para su selección.
- 5.4 *Métodos estadísticos*: Los métodos deben describirse con detalle, hacer un particular énfasis en la estrategia utilizada para analizar los datos. También deben describirse prolijamente las justificaciones para el uso de estrategias estadísticas complejas.
- 5.5 Identifique software estadístico, a menos que un cierto aspecto del análisis fuera únicamente dependiente en ese paquete de software en particular. *La Revista* estimula que siempre que sea posible se utilicen instrumentos de validación de resultados. Las escalas novedosas de medición sólo deben usarse si se juzga que las escalas existentes son de cierta manera inexac-

tas para las necesidades del estudio. Deben incluirse referencias de las nuevas escalas utilizadas como por ejemplo las relacionadas con la confiabilidad.

- 5.6 *Resultados*: Proporcione un informe detallado de los datos obtenidos durante el estudio. El editor toma la decisión final sobre la suficiencia del seguimiento reportado en estos casos. Los datos del texto de todo el manuscrito deben concordar, incluyendo ilustraciones, leyendas o tablas. Las medidas deben expresarse usando términos convencionales y con las unidades soportadas por el Sistema Internacional de Mediciones.
- 5.7 *Discusión*: Sea sucinto. ¿Qué demuestra su estudio? ¿Su hipótesis se confirma o se refuta? Discuta la importancia de los resultados y conclusiones del artículo con respecto a la literatura relevante mundial. Analice reflexivamente sus datos y discuta las fortalezas, debilidades y limitaciones del estudio.

#### 6) Tablas e ilustraciones.

Las tablas, figuras e ilustraciones deben enviarse electrónicamente a [aomrevista@gmail.com](mailto:aomrevista@gmail.com) acompañando al artículo.

- Cada figura debe titularse y enviarse como archivo separado. No deben enviarse más de 10 figuras. *La Revista* apreciará no enviar figuras o ilustraciones que se hayan publicado en otra parte; sin embargo, cuando se juzgue necesario usarlas, el autor debe incluir una carta, en la que el propietario original del derecho de autor le concede permiso a *La Revista* de reimprimir la ilustración o en su defecto debe colocarse al pie de la figura la leyenda «tomada de, con la cita bibliográfica que refiera su procedencia». Debe incluirse una información completa acerca de dónde fue publicada y la página en la cual apareció la ilustración. Las *ilustraciones* que acompañan el manuscrito deben ser enviadas con formatos *JPG* con resolución de 300 ppi. Cualquier manipulación digital de una imagen (color, contraste, brillo, etc.) debe aplicarse a la imagen completa y no debe dar lugar a una deficiente representación de la imagen original. Es inaceptable el realce o la alteración de una parte de la imagen, sin una justificación clara y explícita en la leyenda.
- *La Revista* no publica reproducciones en color.
- De acuerdo con la obligación de la Revista de proteger la confidencialidad del paciente y de los datos proporcionados por éste, retire cualquier escritura que pueda identificar al paciente (Ej.: nombres, iniciales, números de pacientes, etc.).
- La resolución de las imágenes electrónicas es crítica y se relaciona directamente con la calidad en que aparecerán cuando estén impresas o se publiquen por Internet. Las imágenes en escala de grises, incluyendo radiografías, deben tener una resolución mínima de 300 ppi. Los dibujos o creaciones artísticas deben tener una resolución mínima de 1,200 ppi. Es preferible un tamaño original de la imagen de 127 x 178 milímetros (5 x 7 pulgadas).

## Información e instrucciones para los autores

Tabla 1. Niveles de evidencia para preguntas de investigación primaria<sup>1</sup>  
Tipos de estudios

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudios terapéuticos - Investigan los resultados de los estudios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudios pronósticos - Investigan el efecto de las características de un paciente sobre los resultados de la enfermedad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudios de diagnóstico - Investigan una prueba diagnóstica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Economía y análisis de decisión - Desarrollan un modelo económico de decisión</li> </ul>
Nivel I	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo controlado seleccionado al azar de alta calidad, con diferencia estadísticamente significativa o ninguna diferencia estadísticamente significativa, pero con intervalos de confianza estrechos</li> <li>• Revisión sistemática<sup>2</sup> o ensayos controlados Nivel-I seleccionados al azar (cuando los resultados del estudio sean homogéneos<sup>3</sup>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio prospectivo de alta calidad<sup>4</sup> (todos los pacientes fueron enrolados en el mismo punto de la enfermedad con seguimiento de 80% de los pacientes listados)</li> <li>• Revisión sistemática<sup>2</sup> de estudios Nivel-I</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prueba de criterios de diagnóstico previamente desarrollados en series consecutivas de pacientes (con aplicación de referencias con estándar de «oro» universales)</li> <li>• Revisión sistemática<sup>2</sup> de estudios Nivel-I</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos y alternativas sensibles; valores obtenidos de muchos estudios; análisis de sensibilidad multivariados (multiway)</li> <li>• Revisión sistemática<sup>2</sup> de estudios Nivel-I</li> </ul>
Nivel II	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio controlado seleccionado al azar, de poca calidad (ej.: 80% de seguimiento, no cegado o con inadequada selección al azar)</li> <li>• Estudio prospectivo<sup>4</sup> comparativo<sup>5</sup></li> <li>• Revisión sistemática<sup>2</sup> de estudios del Nivel-II o de estudios Nivel-I con resultados contradictorios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio retrospectivo<sup>6</sup></li> <li>• Controles no tratados de un estudio controlado seleccionados al azar</li> <li>• Estudio prospectivo de poca calidad (Ej.: Pacientes enrolados en diferentes estadios de su enfermedad o &lt; de 80% de seguimiento)</li> <li>• Revisión sistemática 2 de Nivel II de estudios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de criterios diagnósticos con base en pacientes consecutivos (Con aplicación a referencias con estándar de «oro» universales)</li> <li>• Revisión sistemática<sup>2</sup> de estudios Nivel II</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos y alternativas sensibles; valores obtenidos de estudios limitados; análisis de sensibilidad multivariados (multiway)</li> <li>• Revisión sistemática<sup>2</sup> de estudios Nivel II</li> </ul>
Nivel III	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudios de casos control<sup>7</sup></li> <li>• Estudio retrospectivo<sup>6</sup> comparativo<sup>5</sup></li> <li>• Revisión sistemática<sup>2</sup> de estudios Nivel III</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudios de casos control<sup>7</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudios de pacientes no consecutivos (sin estándar de «oro» constantemente aplicado)</li> <li>• Revisión sistemática<sup>2</sup> de estudios Nivel III</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis basados en alternativas y costes limitados; estimaciones pobres</li> <li>• Revisión sistemática 2 de estudios Nivel III</li> </ul>
Nivel IV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Serie de casos<sup>8</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Serie de casos<sup>8</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudios casos control</li> <li>• Estándar de pobre referencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ningún análisis de sensibilidad</li> </ul>
Nivel V	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opinión de expertos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opinión de expertos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opinión de expertos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opinión de expertos</li> </ul>

1. Hacen una evaluación completa de la calidad de estudios mediante la valoración crítica de todos sus aspectos de diseño
2. Estudian la combinación de resultados a partir de dos o más estudios anteriores
3. Los estudios proporcionan resultados consistentes
4. El estudio fue comenzado antes de que se enrolara al primer paciente
5. Se refiere a pacientes tratados de una forma comparada contra los que se trataron de otra manera (Ejemplo: una arthroplastía de cadera cementada vs una arthroplastía de cadera no cementada) en una misma institución
6. El estudio fue empezado después de que se enroló al primer paciente
7. Compara a pacientes con base a sus resultados. Los denominados «casos» (Ej.: arthroplastía total de cadera total fallida). Se comparan con los denominados «controles» que no tienen los mismos resultados (Ej.: arthroplastía total de cadera exitosa)
8. Pacientes tratados de una forma sin un grupo de comparación con pacientes tratados de otra manera

Esta tabla fue adaptada por JBMIS del material publicado por el centro para la Medicina Basada en Evidencias, Oxford, Reino Unido. Para más información por favor vea <http://www.cebm.net/>

- Si tiene dudas con respecto al envío electrónico de imágenes, póngase en contacto con [aomrevista@gmail.com](mailto:aomrevista@gmail.com)
- Incluya *leyendas* en todas las ilustraciones y mencione el orden en que se presentan. La leyenda debe explicar lo que se muestra en cada ilustración. Si hay microfotografías, especifique a qué amplificación se presentan. Defina todas las flechas y otros indicadores que aparezcan en la ilustración. Si una ilustración corresponde a un paciente que se identifica por número del caso, incluya ese número en la leyenda.
- No enviar gráficas de pastel o pie ya que no serán publicadas debido a su no uso en la literatura científica.

**conforme al orden de aparición en el texto (no alfabéticamente)** y deben estar en el formato de PubMed/Index Medicus (para ver un ejemplo, diríjase al sitio Web del Centro Nacional para Información biotecnológica o al National Center for Biotechnology Information [NCBI] ([www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi)). Todas las referencias deben estar citadas en el texto. Incluir artículos publicados en AOM en los últimos 5 años.

### 8) Estilo.

Utilice un formato estilo Vancouver, preferentemente conforme los «Recomendaciones para la preparación, presentación, edición y publicación de trabajos académicos en revistas médicas» [«Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical

## 7) Bibliografía.

No deben incluirse citas de resúmenes de reuniones con más de tres años. **Las referencias se deben numerar**

*Journals»] emitido por el Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas. La versión actualizada se encuentra disponible en: [www.icmje.org](http://www.icmje.org).<sup>5</sup> Para las pautas de estilo, utilice «Estilo y formato científicos. Manual CBE para los autores, editores y editoriales 6a ed.» [«*Scientific Style and Format. The CBE Manual for Authors, Editors, and Publishers, 6th ed.*»] publicado por la Cambridge University Press.<sup>12</sup>*

Tenga presente lo siguiente:

1. El reporte de porcentajes debe incluir numerador y denominador. Redondee el porcentaje cuando el denominador sea menor a 200. Los porcentajes no deben ser utilizados cuando el valor de «n» es menor de veinte.
2. No debe usarse ninguna abreviatura o sigla. Hágalo con muy pocas excepciones.

## 9) Autoría.

El orden de los nombres de los participantes en el estudio únicamente refleja un acuerdo entre los autores, ya que cada autor debe haber contribuido significativamente en la elaboración del artículo y debe estar dispuesto a asumir una responsabilidad pública para con uno o más aspectos relativos al estudio, como podrían ser: diseño, adquisición de datos, análisis e interpretación de los mismos, etc. Todos los autores deben haber estado implicados activamente en el diseño y revisión crítica del manuscrito y cada uno debe aprobar la versión final a publicarse. Los participantes que han contribuido sólo en una sección del manuscrito o únicamente con casos, deberán recibir acreditaciones y reconocimientos en una nota aparte al pie de página.<sup>13</sup>

## 10) Agradecimientos.

Este punto es opcional. Si desea incluir agradecimientos, éstos deben anexarse en un archivo separado, no deben incluirse en el texto del manuscrito.

## 11) Cartas al Editor.

Son bienvenidos comentarios de los lectores con respecto a los artículos publicados. Las cartas serán aceptadas y corregidas a discreción del Editor. Las cartas seleccionadas y las respuestas del autor serán publicadas en forma impresa en forma bimestral.

## 12) Revisión de manuscritos.

Los manuscritos serán evaluados por el Editor de *La Revista* y se enviarán a revisores pares. El tiempo entre la recepción de un manuscrito y la decisión de su publicación se hará en un promedio de seis semanas o más tiempo, según sea cada caso en particular.

### Correspondencia:

Edificio World Trade Center, Montecito 38, piso 25, Oficinas 23-27, Col. Nápoles, 03810.

Tel. +52 (55) 9000-2790 al 94, ext.108.

E-mail: [revista@smo.edu.mx](mailto:revista@smo.edu.mx)

[www.smo.edu.mx](http://www.smo.edu.mx)

## Bibliografía

1. Godlee F, Jefferson T: Peer Review in Health Sciences. London: BMJ Books; 1999.
2. World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. JAMA 2000; 284: 3043-5.
3. Código de Ética Médica. Ed. Fernández Vázquez JM: Sociedad Mexicana de Ortopedia. Abril 2007.
4. U.S. Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA). <http://www.hippa.org> 01/02/09
5. Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals: Writing and Editing for Biomedical Publication. International Committee of Medical Journal Editors. <http://www.icmje.org> 08/03/17
6. Centre for Evidence-Based Medicine. Oxford University. <http://www.cebm.net> 01/02/09
7. Moher D, Schulz KF, Altman D, for the CONSORT Group. The CONSORT Statement: Revised Recommendations for Improving the Quality of Reports of Parallel-Group Randomized Trials. JAMA 2001; 285: 1987-91. <http://www.consort-statement.org> 01/02/09
8. Reporting cohort, case-control studies and cross-sectional studies. ESTROBE Panel. <http://www.strobe-statement.org> 01/02/09
9. Reporting meta-analysis studies. QUORUM, [http://www.consortstatement.org/mod\\_product/uploads/QUOROM%20Statement%201999.pdf](http://www.consortstatement.org/mod_product/uploads/QUOROM%20Statement%201999.pdf) 01/02/09.
10. Bailar JC III, Mosteller F: Guidelines for statistical reporting in articles for medical journals: amplifications and explanations. Ann Intern Med 1988; 108: 266-73.
11. Designing Clinical Research, eds. Stephen Hulley, Steven Cummings, 1988. Williams y Wilkins, Baltimore 128-49.
12. Scientific Style and Format: The CBE Manual for Authors, Editors, and Publishers, 6th ed. Cambridge. University Press.
13. Davidoff F, for the CSE Task Force on Authorship: Who's the author? Problems with biomedical authorship and some possible solutions. Science Editor 2000; 23(4): 111-9.
14. Flanagin A, Fontanarosa PB, DeAngelis CD. Authorship for research groups. JAMA 2002; 288: 3166-8.





¿TIENES UN ARTÍCULO QUE  
QUIERAS PUBLICAR CON  
NOSOTROS?



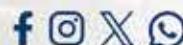
TE INVITAMOS A ENVIARLO  
A TRAVÉS DE LA  
**PLATAFORMA EDITORIAL**

<https://www.editorialmanager.com/aom>



DESCARGA  
NUESTROS  
NÚMEROS

síguenos en nuestras redes



WhatsApp: 55.3518.1164

# LXXI

CONGRESO  
NACIONAL DE  
ORTOPEDIA  
DE LA CIUDAD DE MÉXICO



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



[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