

ISSN: 2992-8036

Acta Ortopédica Mexicana



2024

Vol. 38, Número

5

Septiembre-Octubre

Órgano Oficial del Colegio Mexicano de Ortopedia y Traumatología, A.C.
Internet: <https://www.colegiocmo.com.mx>





En el tratamiento del sobrepeso
y la obesidad...



Detrás de la **D³** eficiencia, hay razones de peso...

Morebon[®] **D³**
Colecalciferol

...cada unidad cuenta



No. de Aviso: 2417012002C00274

#CAMBIELAHISTORIA #OBESIDADSERIAMENTE
INFORMACIÓN EXCLUSIVA PARA EL PROFESIONAL DE LA SALUD



ACTA ORTOPÉDICA MEXICANA

DIRECTOR EDITORIAL

Dr. Guillermo de Jesús García Félix Díaz

EDITOR EN JEFE

Dr. Armando Torres Gómez, MSc, FACS

COEDITORES

Dra. Claudia Arroyo Berezowsky

Dr. Roberto Berebichez Fridman

Dra. Ana Luisa Bravo Mercado

Dr. Efraín Farías Cisneros, PhD, FACS

Dr. Salomón Jasqui Remba

Dr. Pedro Jorba Elguero

Dr. Jorge Luis Martínez Peniche

Dr. Juan Matus Jiménez

Dra. Elizabeth Pérez Hernández

Dr. Jacobo Saleme Cruz

Dra. Ana María Serrano Ardila

COEDITORES INTERNACIONALES

Dr. Javier Masquijo – Argentina

Dra. Elena Vacas Sánchez – España

Dr. Alex Betch – EUA

Dr. Pablo Castañeda Leeder – EUA

ASISTENTES EDITORIALES

Dra. Ruth Gabriela Castro Yañez

Dra. Silvia Isabel García García

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

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. Mahumppti 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

Ortobiológicos Dra. Sofía Elisa Pastelín Ruíz

Ortopedia Geriátrica Dra. María Fernanda

López Medina

Ortopedia Pediátrica Dr. Oscar Daniel Isunza Alonso

Peritos en Ortopedia Dr. Juan Manuel Viruega Avalos

Pie y Tobillo Dra. Patricia Parra Téllez

Rehabilitación Reh. Paulina de Regil González

Residentes Dr. Daniel Zimbrón López

Trauma y Osteosíntesis Dr. Lionardo Leonardo González

Tumores del Sistema Dr. Jorge Alberto

Músculo-Esquelético Sánchez Rodríguez

COMITÉ DE CREDENCIALIZACIÓN

Dr. Alejandro Herce Santisteban

Dra. Anel Ramiro Domínguez

Dr. Guillermo Alejandro Salas Morales

COMITÉ DE EDUCACIÓN MÉDICA CONTINUA

Dr. Ignacio Cancino Quiroz

Dr. Enrique Guinchard y Sánchez

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

Acta Ortopédica Mexicana Volumen 38, No. 5, Septiembre-Octubre 2024. Es una publicación bimestral editada y distribuida por el Colegio Mexicano de Ortopedia y Traumatología, A.C. Montecito 38, Piso 25, Oficinas 23-27, Col. Nápoles, Alcaldía Benito Juárez, C.P. 03810, Ciudad de México, México. Tel. 55 9000 2790.

www.medigraphic.com/actaortopedica revista@smo.edu.mx. Editor responsable. Dr. Armando Torres Gómez. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo

No. 04-2022-060212410200-102. ISSN: 2992-8036. Ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Departamento de Internet, Graphimedic, S.A. de C.V., Ing. Luis Rosales Jiménez, Coquimbo 936, Col. Lindavista, Alcaldía Gustavo A. Madero,

C.P. 07300, Ciudad de México, México. Fecha de última modificación: 04 de septiembre de 2024 de 2024.

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

- La importancia de la formación en investigación para el cirujano ortopedista**
The importance of research training for the orthopedic surgeon
Dr. Armando Torres-Gómez, MSc, FACS..... 277

ARTÍCULOS ORIGINALES / ORIGINAL ARTICLES

- Correlación y concordancia diagnóstica entre la resonancia magnética nuclear y artroscopía en la ruptura del manguito rotador: un estudio de 10 años en el Centro Médico Naval**
Correlation and diagnostic agreement between magnetic resonance imaging and arthroscopy in rotator cuff rupture: a 10-year study at the Naval Medical Center
Nicolás-Piña I, Muñoz-Galguera RA, Díaz-De-Jesús B..... 279

- Índice para la medición estática y dinámica de los forámenes lumbares en pacientes con estrechez foraminal**
Index for static and dynamic measurements of the lumbar foramina in patients with foraminal stenosis
Barraza-Silva JA, Sauri-Barraza JC..... 285

- Minimizando riesgos: evaluación de la relación entre el aflojamiento de vástagos femorales y el riesgo de presentar fractura periprotésica de cadera**
Minimizing risk: evaluation of the relationship between femoral stem loosening and the risk of presenting with peri-prosthetic hip fracture
Flores-Gallardo J, Sánchez-Pérez C, Vaquero J..... 291

- Resultados comparativos del empleo de clavos PFN frente a PFNA2 para fracturas osteoporóticas inestables intertrocantéricas en ancianos**
Comparative outcomes of PFN vs PFNA2 nailing for osteoporotic unstable intertrochanteric fractures in the elderly
Dahuja A, Khatri K, Kaur R, Bansal K, Singh S..... 298

ARTÍCULOS DE REVISIÓN / REVIEW

- Conversiones de prótesis unicompartmentales fallidas a reemplazo total de rodilla**
Conversions from failed unicompartmental prostheses to total knee replacement
Olivetto R..... 307

- Navegación asistida por ordenador versus cirugía convencional en artroplastía total de rodilla. Una revisión narrativa de la literatura**
Computer-assisted navigation in total knee arthroplasty. A narrative review of the literature
Hernández-Vaquero D..... 321

- Necrosis avascular del navicular (Müller-Weiss). Una revisión sistemática**
Avascular necrosis of the navicular (Müller-Weiss). A systematic review
Gonçalves-dos Santos R, Furtuoso-Junior VF, Pinto de Barros-Moreira WL, Assunção-Tostes A, Caixeta FC, dos Santos-Carneiro T..... 333

CASOS CLÍNICOS / CLINICAL CASES

- Osteosarcoma superficial silente tratado con la técnica hemi-capanna. Reporte de un caso**
Silent surface osteosarcoma treated following the hemi-capanna technique. A case report
Donadeu-Sánchez S, Manrique-Gamo E, García-Maroto RC, Alarcón L, Cebrián-Parra JL..... 340

- Recuperación de miembro superior con aloinjerto intercalar masivo para condrosarcoma humeral**
Upper limb salvage with massive intercalary allograft for humeral chondrosarcoma
Salcedo G, Varela A, Villamues N..... 345

- Trasplante de menisco lateral con aloinjerto, una buena alternativa para el manejo del síndrome postmeniscectomía en pacientes jóvenes. Presentación de un caso**
Lateral meniscus transplantation with allograft, a good alternative for the management of postmeniscectomy syndrome in young patients. Presentation of a case
Zárate-de la Torre M, Gómez-Mont-Landerreche JG, Torres-Valdés RA..... 351

La importancia de la formación en investigación para el cirujano ortopedista

The importance of research training for the orthopedic surgeon

Dr. Armando Torres-Gómez, MSc, FACS*

Centro Médico ABC. Ciudad de México, México.

Cada vez existen más opciones para que los médicos nos formemos como investigadores. Se podría pensar que la formación en investigación está limitada a que el médico se vuelva investigador, sin embargo, los alcances de esta formación son mucho más amplios.

1. Mejora la práctica clínica. El médico mejora su práctica clínica al tener mejores herramientas (basadas en la ciencia) para mantenerse actualizado.
2. Capacidad crítica para evaluar la evidencia. Una formación en investigación proporciona habilidades para evaluar críticamente la literatura médica y científica, esto es esencial para discernir qué investigaciones son relevantes y válidas para su aplicación en la práctica diaria.
3. Contribución al conocimiento científico. Los cirujanos ortopedistas con formación en investigación, poseen habilidades para identificar problemas clínicos y quirúrgicos no resueltos y diseñar estudios de calidad para abordarlos. Para este punto no es un requisito indispensable tener formación en investigación, muchos cirujanos poseen la cualidad de identificar dichos problemas; la asociación con un experto en investigación dará como resultado mejores diseños y trabajos de investigación.
4. Docencia. Los cirujanos que también tienen formación como investigadores pueden aportar aspectos de esta disciplina a la formación de nuevos profesionales enseñando, no solo las habilidades clínicas, sino también el enfoque crítico y basado en evidencia, además de tener una mejor capacidad de liderar proyectos y equipos de investigación.
5. Asesorar tesis. Los cirujanos ortopedistas con formación en investigación pueden aportar sus conocimientos en metodología de investigación, epidemiología y bioestadística para la asesoría de tesis de especialidad.
6. Participación en comités editoriales. Si bien no es un requisito, en la mayoría de las revistas científicas de calidad, el contar con formación en investigación aporta al médico herramientas útiles y valiosas para desempeñar mejor su labor como revisor o miembro del comité editorial. Esto tiene un impacto positivo en la calidad de la publicación científica.
7. Acceso a financiación y recursos. Los profesionales de la salud con grados académicos relacionados a la investigación tienen mayor facilidad para acceder a becas, recursos y fondos para la investigación.

Existen diversos cursos, postgrados y diplomados para formar a un médico como investigador; probablemente en nuestro medio la Maestría en Ciencias es el modelo más popular. Este postgrado profesionaliza al médico formándolo con las herramientas necesarias para ser un investigador sólido. También la Maestría en Investigación Clínica y en Epidemiología, los doctorados en Ciencias de la Salud, Epidemiología y Salud Pública, que aportan formación avanzada en dichos temas.

Estas maestrías y doctorados son programas de postgrado universitario que requieren una gran inversión de tiempo y no todos los cirujanos disponen de él, sin embargo, existe una gran variedad de cursos y diplomados en metodología de la investigación, bioestadística, análisis de datos, epidemiología y redacción científica, que pueden ayudarles.

* Editor en Jefe. Acta Ortopédica Mexicana. Centro Médico ABC. Ciudad de México, México.

Correspondencia:

Dr. Armando Torres Gómez, MSc, FACS,

E-mail: atorresmd@yahoo.com

Citar como: Torres-Gómez A. La importancia de la formación en investigación para el cirujano ortopedista. Acta Ortop Mex. 2024; 38(5): 277-278. <https://dx.doi.org/10.35366/117374>



Es importante tener en cuenta que la bioética debe ser el eje de la investigación y de la formación de todo investigador, muchos programas la incluyen como materia o contienen temas relacionados, también existen maestrías, cursos y diplomados solo de este tema.

En años recientes hemos visto cada vez más ortopedistas que se forman en estas áreas, lo que nos lleva a tener un mayor impacto y mejores proyectos y trabajos de investigación, lo cual ayuda a la mejora continua de los centros de enseñanza y sobre todo de nuestra Revista.

Artículo original

doi: 10.35366/117375

Correlación y concordancia diagnóstica entre la resonancia magnética nuclear y artroscopía en la ruptura del manguito rotador: un estudio de 10 años en el Centro Médico Naval

Correlation and diagnostic agreement between magnetic resonance imaging and arthroscopy in rotator cuff rupture: a 10-year study at the Naval Medical Center

Nicolás-Piña I,^{*‡} Muñoz-Galguera RA,^{*§} Díaz-De-Jesús B^{*¶}

Centro Médico Naval, Secretaría de Marina, Armada de México, Ciudad de México, México.

RESUMEN. Introducción: la artroscopía es el estándar de referencia para detectar rupturas del manguito rotador, pero su carácter invasivo limita su uso generalizado. La resonancia magnética nuclear (RMN) es una alternativa precisa. La correlación y concordancia diagnóstica entre la RMN y la artroscopía no es clara en población mexicana. **Material y métodos:** se incluyeron adultos con síndrome del manguito rotador que se sometieron a artroscopía y RMN de hombro. Los hallazgos se clasificaron en ruptura total (100%), ruptura parcial grado I (< 50%), ruptura parcial grado II (≥ 50%) o sin ruptura. Se evaluó la correlación y concordancia diagnóstica entre la RMN y la artroscopía. Se calculó la exactitud, sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo (VPP) y valor predictivo negativo (VPN) de la RMN para diagnosticar rupturas del manguito rotador. **Resultados:** incluimos 147 pacientes con síndrome del manguito rotador. La RMN identificó rupturas en 83%, de las cuales 91.8% fueron confirmadas por artroscopía. La concordancia diagnóstica entre la artroscopía y RMN fue moderada ($\kappa = 0.452$, $p = 0.0001$). De igual manera, la artroscopía y la RMN tuvieron una concordancia moderada para clasificar las rupturas parciales grado I, parciales grado II y totales ($\kappa = 0.412$, $p = 0.0001$).

ABSTRACT. Introduction: arthroscopy is the gold standard for detecting rotator cuff tears, but its invasive nature limits widespread use. Magnetic resonance imaging (MRI) serves as a precise alternative. The correlation and diagnostic agreement between MRI and arthroscopy are unclear in the Mexican population. **Material and methods:** adults with rotator cuff syndrome who underwent shoulder arthroscopy and MRI were included. Findings were classified as total tear (100%), partial tear grade I (< 50%), partial tear grade II (≥ 50%), or no tear. Concordance and correlation between MRI and arthroscopy were evaluated. The accuracy, sensitivity, specificity, positive predictive value (PPV), and negative predictive value (NPV) of MRI for diagnosing rotator cuff tears were calculated. **Results:** we included 147 patients with rotator cuff syndrome. MRI identified tears in 83%, of which 91.8% were confirmed by arthroscopy. Diagnostic agreement between arthroscopy and MRI was moderate ($\kappa = 0.452$, $p = 0.0001$). Similarly, arthroscopy and MRI showed moderate agreement in classifying partial tears grade I, partial tears grade II, and complete tears ($\kappa = 0.412$, $p = 0.0001$). Significant correlations were found in detecting partial tears grade I, partial tears grade

Nivel de evidencia: III

* Secretaría de Marina, Armada de México, Universidad Naval, Escuela de Postgrados en Sanidad Naval.

‡ Residente de Ortopedia.

§ Médico adscrito de Ortopedia.

¶ Profesora titular.

Correspondencia:

Irving Nicolás-Piña

E-mail: irvingnicolas95@hotmail.com

Recibido: 11-02-2024. Aceptado: 12-03-2024.

Citar como: Nicolás-Piña I, Muñoz-Galguera RA, Díaz-De-Jesús B. Correlación y concordancia diagnóstica entre la resonancia magnética nuclear y artroscopía en la ruptura del manguito rotador: un estudio de 10 años en el Centro Médico Naval. Acta Ortop Mex. 2024; 38(5): 279-284. <https://dx.doi.org/10.35366/117375>



= 0.0001). Se evidenciaron correlaciones significativas en la detección de rupturas parciales grado I, parciales grado II y totales ($\rho = 0.77$, $p = 0.0001$) entre la RMN y artroscopía. **Conclusiones:** la resonancia magnética nuclear y la artroscopía exhibieron una concordancia diagnóstica moderada ($\kappa = 0.452$, $p = 0.0001$), junto con una correlación positiva fuerte ($\rho = 0.77$, $p = 0.0001$), para la detección de rupturas en el manguito rotador, independientemente del grado de severidad.

Palabras clave: artroscopía, manguito rotador, resonancia magnética, correlación.

II, and complete tears ($\rho = 0.77$, $p = 0.0001$) between MRI and arthroscopy. **Conclusions:** magnetic Resonance Imaging (MRI) and arthroscopy demonstrated moderate diagnostic agreement ($\kappa = 0.452$, $p = 0.0001$) along with a strong positive correlation ($\rho = 0.77$, $p = 0.0001$) for detecting rotator cuff tears, regardless of severity.

Keywords: arthroscopy, rotator cuff, magnetic resonance, correlation.

Introducción

El manguito rotador, un conjunto de músculos y tendones esenciales para la movilidad del hombro, es propenso a sufrir rupturas que pueden ser parciales o totales.^{1,2} Estas lesiones, que generan dolor y limitan la funcionalidad, son una causa común de consulta médica.³ La ruptura del manguito rotador no sólo afecta la calidad de vida, sino que también puede llevar a complicaciones a largo plazo si no se diagnostican y tratan de manera adecuada.⁴

La artroscopía, una técnica quirúrgica mínimamente invasiva, se ha convertido en una herramienta valiosa para el diagnóstico y tratamiento de las lesiones de la ruptura del manguito rotador.^{4,5} A través de pequeñas incisiones, permite visualizar directamente la estructura del hombro y realizar reparaciones precisas. Sin embargo, su naturaleza invasiva limita su uso como herramienta de diagnóstico primario. Por otro lado, la resonancia magnética nuclear (RMN) es una alternativa no invasiva para el diagnóstico de estas lesiones.⁶ Proporcionando imágenes detalladas de los tejidos blandos, la RMN es capaz de identificar rupturas del manguito rotador con alta precisión, además es útil en especial para el diagnóstico precoz y la planificación del tratamiento.⁷

Sin embargo, existe una falta de claridad sobre la correlación entre los hallazgos de la RMN y los de la artroscopía en población mexicana. Esta brecha en el conocimiento puede afectar la precisión diagnóstica y la elección del tratamiento óptimo. La correlación y concordancia diagnóstica entre ambas técnicas no ha sido suficientemente explorada, particularmente en contextos específicos como el nuestro.

El objetivo de nuestro estudio es llenar esta laguna de conocimiento, evaluando la correlación y concordancia diagnóstica entre la RMN y la artroscopía en la detección de rupturas del manguito rotador. También analizaremos el cambio de la precisión diagnóstica de la RMN de acuerdo con el grado de ruptura del manguito rotador por artroscopía. Este análisis permitirá mejorar la toma de decisiones clínicas y ofrecer tratamientos más efectivos para los casos en nuestra región.

Material y métodos

Diseño del estudio y selección de pacientes

Realizamos un estudio observacional, descriptivo, transversal. Incluimos adultos de ambos sexos con diagnóstico de síndrome del manguito rotador y que se realizaron artroscopía y RMN de hombro. Excluimos a sujetos con procedimientos quirúrgicos previos en el hombro. Todos fueron atendidos de manera consecutiva en el Centro Médico Naval de la Ciudad de México entre Enero de 2010 a Diciembre de 2020.

Recolección de información de los pacientes

Recolectamos datos demográficos como edad, sexo y comorbilidades para enriquecer nuestra base de datos.

Artroscopía de hombro

Las artroscopías se llevaron a cabo por cuatro cirujanos especializados. Recabamos los hallazgos de la artroscopía y los clasificamos como: ruptura total, ruptura parcial grado I (< 50%), ruptura parcial grado II ($\geq 50\%$) o sin ruptura. La clasificación de las lesiones se apejó a la clasificación sugerida por ISAKOS.⁸ De igual manera, registramos a los casos que se sometieron a reparación por artroscopía, así como el tipo de procedimiento realizado.

RMN de hombro

Todas las RMN se llevaron a cabo en el departamento de radiología de nuestro hospital. Las lesiones del manguito del rotador se clasificaron de la siguiente manera: ruptura total (100%), ruptura parcial grado I (< 50%), ruptura parcial grado II ($\geq 50\%$) o sin ruptura.⁹ Los hallazgos se midieron en las imágenes sagitales (a nivel de las tuberosidades) y coronales.

Tamaño de la muestra

Para el cálculo de la muestra usamos el programa G*Power.¹⁰ Usamos una fórmula de correlación y calcula-

mos *post hoc* la potencia del estudio tomando en cuenta un tamaño del efecto de correlación entre artroscopía y RMN de 0.2, una cola y un error alfa de 5%. Con 147 pacientes alcanzamos una potencia de 80%.

Métodos estadísticos

Se utilizó el paquete estadístico SPSS v.26 para el procesamiento de los datos. Se realizó un análisis estadístico descriptivo. Usamos la prueba de Shapiro-Wilk para obtener la distribución de las variables numéricas. La edad se describió con mediana y rangos. Las variables cualitativas se describieron con frecuencias y porcentajes. Se calculó la concordancia usando el coeficiente Kappa entre la presencia o ausencia de lesión entre la RMN y la artroscopía. Usamos matrices de confusión para calcular la exactitud (IC95%), sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo de acuerdo con la presencia de lesión en la RMN y la artroscopía. Usamos curvas ROC para calcular el área bajo la curva de la RMN para predecir lesiones por artroscopía. Después, obtuvimos la correlación bivariada y concordancia kappa usando el grado de severidad de ruptura reportado en la RMN y la artroscopía. Todas las pruebas fueron bivariadas y un valor de $p < 0.05$ se consideró significativo. Los valores perdidos fueron abordados con un análisis de casos completos.

Consideraciones éticas

El estudio fue revisado y aprobado por el Comité de Ética del Centro Médico Naval. Por la naturaleza retrospectiva del estudio, el comité de ética de nuestro hospital nos exentó de un consentimiento informado. Se garantizó la confidencialidad y el anonimato de los datos de los sujetos en todo momento. Las prácticas de manejo de datos se adherieron estrictamente a las normativas nacionales e internacionales de protección de datos y derechos humanos como la Declaración de Helsinki.

Tabla 1: Características de la población incluida en el estudio.

	n (%)
Sexo	
Femenino	89 (60.5)
Masculino	58 (39.5)
Lateralidad	
Izquierda	61 (41.5)
Derecha	86 (58.5)
Diabetes mellitus	37 (25.2)
Hipertensión arterial	39 (26.5)
Dislipidemia	18 (12.2)
Hipotiroidismo	9 (6.1)
Artritis reumatoide	2 (1.4)
LES	3 (2.0)
Osteoporosis	3 (2.0)
Osteoartritis	6 (4.1)

LES = lupus eritematoso sistémico.

Tabla 2: Detección de lesiones en el manguito rotador mediante artroscopía y resonancia magnética nuclear.

Resonancia magnética nuclear	Artroscopía	
	Sin ruptura n (%)	Con ruptura n (%)
Sin ruptura	13 (56.5)	12 (9.7)
Con ruptura	10 (43.5)	112 (90.3)

Tabla 3: Grado de severidad de las lesiones del manguito rotador según los resultados de artroscopía y resonancia magnética nuclear en el estudio.

Severidad de ruptura	n (%)
Artroscopía	
Sin ruptura	23 (15.6)
Ruptura parcial grado I (< 50%)	55 (37.4)
Ruptura parcial grado II (≥ 50%)	27 (18.4)
Ruptura total (100%)	42 (28.6)
RMN	
Sin ruptura	25 (17.0)
Ruptura parcial grado I (< 50%)	56 (38.1)
Ruptura parcial grado II (≥ 50%)	38 (25.9)
Ruptura total (100%)	28 (19.0)

RMN = resonancia magnética nuclear.

Resultados

Este estudio incluyó a 147 casos con síndrome del manguito rotador. Hubo un predominio de sexo femenino (60.5%) con una mediana de edad 58 años (rango de 19-81 años). Las comorbilidades más frecuentes fueron la diabetes mellitus tipo 2 (25.2%) e hipertensión arterial (26.5%) (Tabla 1). Los procedimientos de artroscopía fueron realizados por cuatro cirujanos especializados, 84.4% de los pacientes se sometió a reparación del manguito de los rotadores.

La RMN identificó lesiones en 122 pacientes (83%) (Tabla 2), de los cuales 112 (91.8%) fueron confirmadas por artroscopía. Se observó una discrepancia en dos casos de lesión entre la RMN y la artroscopía (Tabla 2). Los hallazgos artroscópicos revelaron ruptura parcial grado I en 37.4% de los pacientes, grado II en 18.4% y ruptura total en 28.6% (Tabla 3). Por su parte, la RMN mostró ruptura parcial grado I en 38.1%, grado II en 25.9% y total en 19% (Tabla 3). La RMN demostró una buena exactitud diagnóstica (85%, IC95% = 78.2-90.4), buena AUC (0.734, IC95% = 0.61-0.86) y una sensibilidad elevada (90.2%) para detectar rupturas; sin embargo, la especificidad fue moderada (56.5%) (Figura 1). El valor predictivo positivo (VPP) fue de 91.8% y el valor predictivo negativo (VPN) fue de 52%.

La comparación de la clasificación de la lesión entre ambas técnicas mostró diferencias significativas en la clasificación de las rupturas (χ^2 , $p < 0.00001$) (Tabla 4). Además, el análisis de correlación y concordancia entre la RMN y la artroscopía mostró resultados significativos. La concordancia

cia entre la presencia o ausencia de ruptura en la artroscopía y la RMN fue moderada ($\kappa = 0.452$, $p = 0.0001$). De igual manera, la artroscopía y la RMN tuvieron una concordancia moderada para clasificar las rupturas parciales grado I, parciales grado II y totales ($\kappa = 0.412$, $p = 0.0001$). Las correlaciones fueron notables en la detección de rupturas parciales grado I, parciales grado II y totales ($\rho = 0.77$, $p = 0.0001$) (Tabla 5).

Discusión

Este estudio ha establecido una correlación diagnóstica moderada entre la RMN y la artroscopía en la identificación de rupturas del manguito rotador. Estos hallazgos sugieren que la RMN es una herramienta diagnóstica valiosa, destacándose por su alta sensibilidad en la detección de rupturas del manguito rotador. Sin embargo, la variabilidad observada en la clasificación de las lesiones entre la RMN y la ar-

troscopía subraya la importancia de complementar estos hallazgos con una evaluación clínica detallada, considerando factores adicionales en la interpretación de los resultados.

Aunque la RMN muestra una sensibilidad elevada para la detección de lesiones, su especificidad es moderada. Esto implica que, mientras la RMN es eficaz para identificar la presencia de lesiones, debe usarse con precaución para excluirlas. Estos resultados son especialmente pertinentes en el manejo de pacientes con rupturas del manguito rotador, donde una detección temprana y precisa es crucial. Se recomienda una interpretación cuidadosa de los resultados de la RMN, integrando otros factores clínicos para una evaluación más exacta y completa de la severidad de las lesiones.

Nuestros resultados evidencian una correlación diagnóstica entre la RMN y la artroscopía para identificar rupturas del manguito rotador, en línea con estudios anteriores, incluyendo la investigación de Thiagarajan y su equipo.¹¹ Ellos reportaron una sensibilidad de 90.62% en la RMN para estas rupturas, un hallazgo que nuestro estudio respalda. Sin embargo, hemos observado, al igual que Thiagarajan, que la RMN tiende a subestimar la severidad de las lesiones en comparación con la artroscopía.¹¹ Este aspecto es particularmente notable en la clasificación de rupturas totales (Tabla 4). Esta tendencia resalta la importancia crítica de una evaluación clínica detallada y el empleo de múltiples herramientas diagnósticas, especialmente para lesiones SLAP, donde la RMN podría ser menos precisa.¹¹

Además, encontramos similitudes notables entre nuestros resultados y los de la investigación de Shibayama y su equipo, que se centró en la precisión de la RMN para identificar rupturas parciales del tendón del bíceps.¹² Estos hallazgos convergentes refuerzan la importancia de la RMN de corte radial en el diagnóstico preciso de tales lesiones. La consistencia entre ambos estudios subraya la relevancia clínica de la RMN como una herramienta diagnóstica eficaz, particularmente en lesiones específicas del manguito rotador.

Al comparar nuestros resultados con la investigación de Dong y Wang,¹³ que se enfocó en pacientes con dolor de hombro debido a lesiones deportivas, observamos una alta precisión en el uso de la RMN para diagnosticar rupturas del manguito rotador similar a lo encontrado en nuestra po-

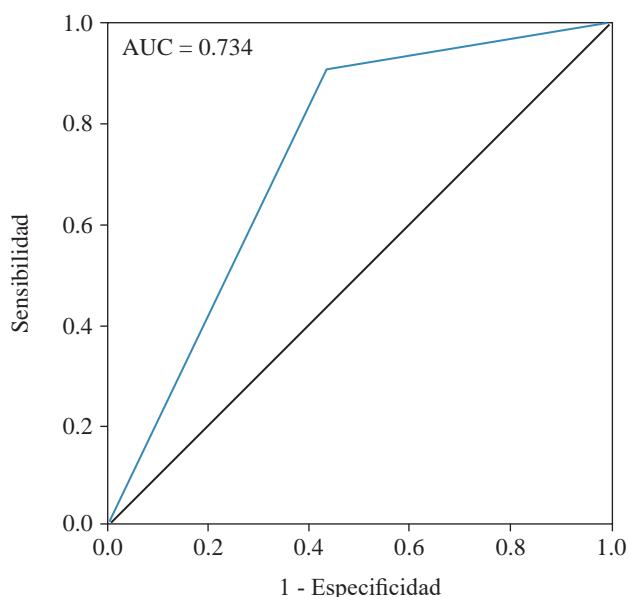


Figura 1: Curva Receiver Operating Characteristic de la capacidad predictiva de la resonancia magnética nuclear para detectar lesiones del manguito del rotador.

Tabla 4: Comparación entre los hallazgos de resonancia magnética nuclear y artroscopía de hombro.

Diagnóstico por resonancia magnética nuclear	Diagnóstico por artroscopía			
	Integridad n (%)	Ruptura parcial		Ruptura total n (%)
		< 50% n (%)	≥ 50% n (%)	
Integridad	13 (56.5)	9 (16.4)	3 (11.1)	0
Ruptura parcial grado I (< 50%)	9 (39.1)	38 (69.1)	9 (33.3)	0
Ruptura parcial grado II (≥ 50%)	1 (4.3)	8 (14.5)	10 (37.0)	19 (45.2)
Ruptura total (100%)	0	0	5 (18.5)	23 (54.8)

La comparación entre la resonancia magnética nuclear y artroscopía demostró diferencias significativas en la clasificación de los pacientes (χ^2 , $p < 0.00001$).

Tabla 5: Correlación, concordancia y rendimiento diagnóstico de la resonancia magnética nuclear y la artroscopía de acuerdo a la presencia y severidad de la ruptura.

	Correlación (rho)	p	Concordancia (Kappa)	p
General (con vs sin ruptura)	0.45	0.0001	0.452	0.0001
Por grado de lesión (sin ruptura a ruptura total)	0.77	0.0001	0.412	0.0001

blación militar. Aunque hay variaciones en los porcentajes, ambos estudios resaltan la eficacia de la RMN en el diagnóstico de estas lesiones. Esto subraya la capacidad de la RMN para ser efectiva en diferentes entornos clínicos, desde lesiones deportivas hasta contextos militares.

Nuestros resultados presentan similitudes y diferencias con el estudio prospectivo de Sharma y colaboradores.¹⁴ En su investigación, la RMN demostró ser altamente sensible y específica para diagnosticar rupturas del manguito rotador. Específicamente, encontraron una sensibilidad de 89.6% y una especificidad de 100% en rupturas totales.¹⁴ Para rupturas de espesor parcial, la RMN alcanzó una sensibilidad de 100% y una especificidad de 86.6%. Además, la precisión diagnóstica de la RMN fue de 93.1% en rupturas de espesor total y de 91.1% en rupturas de espesor parcial.¹⁴ Significativamente, la concordancia entre la RMN y los hallazgos artroscópicos fue considerable, con valores kappa de 0.85 para ruptura de espesor total y 0.81 para los de espesor parcial.

Los resultados obtenidos por Bhatnagar y colaboradores también apoyan la eficacia de la RMN en el diagnóstico de rupturas del manguito rotador y otras afecciones del hombro, alineándose con nuestras conclusiones.¹⁵ En su estudio, destacaron una sensibilidad de 91% de la RMN para rupturas del manguito rotador, junto con una alta sensibilidad para otros problemas del hombro, como defectos osteocondrales y lesiones de Bankart.¹⁵ La precisión de la RMN varió según el tipo de lesión, siendo mayor para defectos osteocondrales (100% de precisión) y rupturas del manguito rotador (90% de precisión) y menor para lesiones SLAP (70% de precisión).

Limitaciones del estudio

Es crucial reconocer las limitaciones de este estudio para contextualizar adecuadamente sus hallazgos. Una limitación significativa es el tamaño de muestra; aunque suficiente para identificar correlaciones generales, su magnitud limitó la profundidad de análisis en subgrupos específicos, especialmente en la correlación detallada entre la RMN y la artroscopía en lesiones de diferentes grados de severidad. Esto subraya la importancia de futuros estudios con muestras más grandes para una evaluación más precisa y detallada.

El enfoque retrospectivo del estudio introduce potenciales sesgos, en particular relacionados con la recopilación y calidad de los datos. La naturaleza retrospectiva del estudio

puede estar sujetos a errores de documentación y omisiones en los expedientes, afectando la robustez de los datos analizados. Además, este enfoque limita el control sobre variables confusoras y no permite seguimientos prospectivos de los pacientes, lo cual puede influir en la interpretación de los resultados.

Otra limitación notable es la falta de evaluación de la concordancia entre diferentes cirujanos en la realización de procedimientos de artroscopía. Esta omisión podría introducir variabilidad en los resultados y afectar la uniformidad en la clasificación de las lesiones.

Conclusiones

Este estudio aporta una visión esclarecedora sobre la correlación diagnóstica entre la RMN y la artroscopía en la detección de rupturas del manguito rotador en pacientes del Centro Médico Naval. A pesar de ciertas variaciones en la clasificación de las lesiones, la correlación significativa observada confirma la eficacia de la RMN como herramienta diagnóstica. Su elevada sensibilidad en diversos grados de severidad de lesiones resalta su rol crucial en la identificación temprana. No obstante, es esencial una interpretación cautelosa de los resultados, considerando tanto la variabilidad en la clasificación como la metodología retrospectiva empleada. Estas descripciones son de gran relevancia para la práctica clínica en personal militar, enfatizando la importancia de una evaluación clínica exhaustiva en el tratamiento de pacientes con lesiones del manguito rotador. Futuras investigaciones con enfoques más amplios y prospectivos son necesarias para profundizar en la comprensión de esta correlación diagnóstica.

Referencias

1. Miniato MA, Anand P, Varacallo M. *Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Shoulder*. 2023. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024.
2. Maruvada S, Madrazo-Ibarra A, Varacallo M. *Anatomy, rotator cuff*. 2023. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024.
3. Yang S, Kim TU, Kim DH, Chang MC. Understanding the physical examination of the shoulder: a narrative review. *Ann Palliat Med*. 2021; 10(2): 2293-2303.
4. Zong LZ, Duan MM, Yuan WW, Lu HD. Efficacy of shoulder arthroscopic surgery for the treatment of rotator cuff injury: a protocol of systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2020; 99(26): e20591.
5. Nho SJ, Shindle MK, Sherman SL, Freedman KB, Lyman S, MacGillivray JD. Systematic review of arthroscopic rotator cuff

- repair and mini-open rotator cuff repair. *J Bone Joint Surg Am.* 2007; 89(Suppl 3): 127-36.
6. McCrum E. MR imaging of the rotator cuff. *Magn Reson Imaging Clin N Am.* 2020; 28(2): 165-79.
 7. Adriani M, Saccomanno MF, Motta M, Galli S, Milano G. Reliability of magnetic resonance imaging criteria for the preoperative assessment of rotator cuff tears: a systematic review. *Am J Sports Med.* 2024; 52(3): 845-58.
 8. Rodríguez MB, Arce G, Barrenechea DM, Calvo E. La clasificación ISAKOS de las roturas del manguito rotador. *Rev Esp Artrosc Cir Articul.* 2020; 27(4): 339-47.
 9. Spencer EE Jr, Dunn WR, Wright RW, Wolf BR, Spindler KP, McCarty E, et al. Interobserver agreement in the classification of rotator cuff tears using magnetic resonance imaging. *Am J Sports Med.* 2008; 36(1): 99-103.
 10. Castro MC, Martini HA. Potencia estadística y cálculo del tamaño del efecto en G*Power: complementos a las pruebas de significación estadística y su aplicación en psicología. *Salud & Sociedad.* 2014; 5(2): 210-44.
 11. Thiagarajan A, Nagaraj R, Marathe K. Correlation between clinical diagnosis, mri, and arthroscopy in diagnosing shoulder pathology. *Cureus.* 2021; 13(12): e20654.
 12. Farooqi AS, Lee A, Novikov D, Kelly AM, Li X, Kelly JD 4th, Parisien RL. Diagnostic accuracy of ultrasonography for rotator cuff tears: a systematic review and meta-analysis. *Orthop J Sports Med.* 2021; 9(10): 23259671211035106.
 13. Dong X, Wang L. The imaging diagnosis of patients with shoulder pain caused by sports injury. *Appl Bionics Biomech.* 2022; 2022: 5272446.
 14. Sharma G, Bhandary S, Khandige G, Kabra U. MR Imaging of rotator cuff tears: correlation with arthroscopy. *J Clin Diagn Res.* 2017; 11(5): TC24-7.
 15. Bhatnagar A, Bhonsle S, Mehta S. Correlation between MRI and arthroscopy in diagnosis of shoulder pathology. *J Clin Diagn Res.* 2016; 10(2): RC18-21.

Original article

doi: 10.35366/117376

Index for static and dynamic measurements of the lumbar foramina in patients with foraminal stenosis

Índice para la medición estática y dinámica de los forámenes lumbares en pacientes con estrechez foraminal

Barraza-Silva JA,^{*,‡} Sauri-Barraza JC^{*,§}

ABC Medical Center, Ciudad de México, México.

ABSTRACT. Introduction: lumbar foraminal stenosis refers to the constriction of the lateral canal through which the nerve root exits the spinal canal in the lumbar spine. It occurs in 8-11% of patients aged over 40 years. Failure to detect and alleviate foraminal constriction can contribute to up to 60% of instances of unsuccessful lumbar surgery. This study aimed to develop an index to assess the extent of foraminal narrowing, thereby aiding decisions regarding direct or indirect foraminal decompression. **Material and methods:** a cross-sectional study was conducted, involving 49 patients, wherein measurements of all five lumbar foramina were taken using X-rays and simple magnetic resonance imaging. These measurements primarily focused on the foraminal width and the lower endplate, which were then correlated to establish a foraminal width/lower endplate index. **Results:** the foraminal width/lower endplate index < 10% yielded an odds ratio (OR) of 3.07 on lateral radiography, 3.59 on flexion radiography, and 4.01 on extension radiography. In MRI, an OR of 0.195 was found for the left foramina, while an OR of 3.07 was observed for the right foramina. **Conclusion:** this study paves the way for further exploration of preoperative and postoperative clinical outcomes across various surgical decompression methods guided by the FW/LE index. To enhance decision making, it is recommended to conduct research comparing pre- and postoperative clinical

RESUMEN. Introducción: la estenosis foraminal lumbar se define como el estrechamiento del canal lateral por donde sale la raíz nerviosa del canal espinal en la columna lumbar, ocurre de 8-11% en pacientes mayores de 40 años. El fallo en la detección y descompresión del foramen representa 60% de las causas de cirugía lumbar fallida. Este estudio tuvo como objetivo generar un índice que evalúa el grado de estrechez foraminal y así apoyar la toma de decisiones para una descompresión foraminal directa o indirecta. **Material y métodos:** se realizó un estudio transversal, donde se incluyeron 49 pacientes a los cuales se les midieron los cinco forámenes lumbares con rayos X y resonancia magnética simple. Estas mediciones incluyeron principalmente el ancho foraminal y la plataforma vertebral inferior del cuerpo vertebral superior y se correlacionaron para formar un índice ancho foraminal/plataforma vertebral inferior. **Resultados:** el índice ancho foraminal/plataforma vertebral inferior < 10% tiene un OR de 3.07 en la radiografía lateral, un OR de 3.59 en la radiografía en flexión y un OR de 4.01 en la radiografía en extensión. En la resonancia magnética se obtuvo un OR de 0.195 para los forámenes izquierdos y un OR de 3.07 para los forámenes derechos. **Conclusión:** este estudio abre el camino para una mayor exploración de los resultados clínicos preoperatorios y postoperatorios en diversos métodos de descompresión quirúrgica guiados por el índice FW/LE. Para mejorar la toma de decisiones,

Level of evidence: III

* ABC Medical Center.

‡ Fourth year resident of Orthopaedics Surgery.

§ Orthopaedic and Spine Surgeon.

Correspondence:

Jorge Arturo Barraza-Silva

Av. Carlos Fernández Graef Num. 154, Col. Santa Fe Contadero, CP 05348, Alc. Cuajimalpa de Morelos, Ciudad de México, México.

E-mail: Jorge_arturo77@hotmail.com

Received: 02-06-2024. Accepted: 04-30-2024.

How to cite: Barraza-Silva JA, Sauri-Barraza JC. Index for static and dynamic measurements of the lumbar foramina in patients with foraminal stenosis. Acta Ortop Mex. 2024; 38(5): 285-290. <https://dx.doi.org/10.35366/117376>



findings in individual patients, considering their FW/LE index measurements.

Keywords: foraminal stenosis, lumbar spine, magnetic resonance imaging, lateral radiography, cross-sectional study.

se recomienda realizar una investigación que compare los hallazgos clínicos preoperatorios y postoperatorios en pacientes individuales, teniendo en cuenta sus mediciones del índice FW/LE.

Palabras clave: estenosis foraminal, columna lumbar, resonancia magnética, radiografía lateral, estudio transversal.

Introduction

Lumbar foraminal stenosis is defined as the narrowing of the lateral canal (foramen) through which the nerve root exits the spinal canal in the lumbar spine.¹ It can be caused by congenital, developmental, acquired, and inflammatory etiologies.² The most common is due to a degenerative process where there is a loss of intervertebral disc height causing anterior and posterior subluxation of the superior articular process of the inferior vertebra, occurring in 8-11% of patients over 40 years.^{1,2,3}

Among the degenerative causes are disc herniations, osteoarthritis, spondylolisthesis, scoliosis, and facet joint osteoarthritis, among others.²

Clinically, pain may manifest while at rest, such as when sitting, lying supine, or lying laterally, as well as during prolonged standing and/or walking. The pain may present as radicular, radiating towards the affected dermatomes in the lower extremities, or as mechanical discomfort localized in the lumbar or gluteal region, which limits the range of motion, particularly in spine extension where the foramen dynamically narrows. Physical examination findings are typically nonspecific. The positive Kemp sign involves an exacerbation of radicular pain during extension and lateralization of the spine. These movements alter the foraminal space, thereby compromising the exiting nerve root and resulting in radicular pain.⁴ Some patients may exhibit reduced strength, altered sensitivity, and/or changes in myotendinous reflexes.^{2,3} The average duration of symptoms is usually 43.7 ± 14.6 months for mechanical lumbar pain and 15.3 ± 12.9 months for radicular pain.⁵

As diagnostic tools, lateral and dynamic flexion-extension lumbar radiographs are used, as well as computed tomography and magnetic resonance imaging.^{3,6,7} There are various classifications for lumbar stenosis, primarily descriptive and lacking specific guidance on management. For central lumbar canal stenosis, the Schizas classification is used, which assesses compression in axial T2 images.⁸ Grade A indicates either no stenosis or minimal stenosis attributed to a homogeneous distribution of cerebrospinal fluid. Grade A is further classified into 4 points based on the position of the roots. Grade B signifies moderate stenosis, characterized by roots occupying the entire dural sac, yet with cerebrospinal fluid still present between them. Grade C denotes severe stenosis, where the roots are indistinguishable from each other, while the posterior epidural fat remains

visible. Grade D represents extreme stenosis, akin to type C where the posterior epidural fat is not visualized.⁸

The lateral recess stenosis described by Bartynski in magnetic resonance imaging comprises 4 grades. Grade 0 denotes no compression, while grade 1 indicates a narrowing of the lateral recess without nerve root compression. grade 2 signifies compression of the nerve root. Grade 3 represents severe hypertrophy of the ligamentum flavum and facets, resulting in severe compression of the nerve and absence of cerebrospinal fluid in the lateral recess.⁹

The most used classification for foraminal stenosis is proposed by Lee and colleagues.¹⁰ This classification is derived from magnetic resonance imaging, where grade 0 signifies no foraminal stenosis, and grade 1 indicates vertical or transverse narrowing with fat obliteration. Grade 2 presents vertical and transverse narrowing but without morphological changes in the nerve root. Grade 3 indicates morphological changes to the nerve root.¹⁰

In the study led by Dr. Hasegawa and colleagues, they discovered that in the subset of nerve roots with compression data, most were linked to foraminal height reduction below 15 mm and a posterior intervertebral disc height of 4 mm or less. With both factors present, they observed a coexistence of facet subluxation and hypertrophy of the ligamentum flavum, both contributing to nerve root compression.¹¹

Failure to identify foraminal stenosis and neglecting foraminal decompression could contribute to 60% of unsuccessful lumbar surgeries.¹² This study aimed to establish an index to quantify the extent of foraminal narrowing and based on the findings, recommend either direct or indirect decompression.

Materials and methods

An observational and retrospective study was conducted between the years 2020 and 2023. The present project was submitted to and approved by the Ethics and Research Committees of the ABC Medical Center, with registration number CMABC-23-34. Data were obtained from the electronic medical records of the hospital, as well as from the Picture Archiving and Communication System (PACS) of Carestream.

Patients with lumbar and foraminal stenosis secondary to spondylolisthesis, adult degenerative scoliosis, osteoarthritis, facet joint osteoarthritis, and degenerative disc disease at the levels of L4-L5 and L5-S1 were included. These patients were

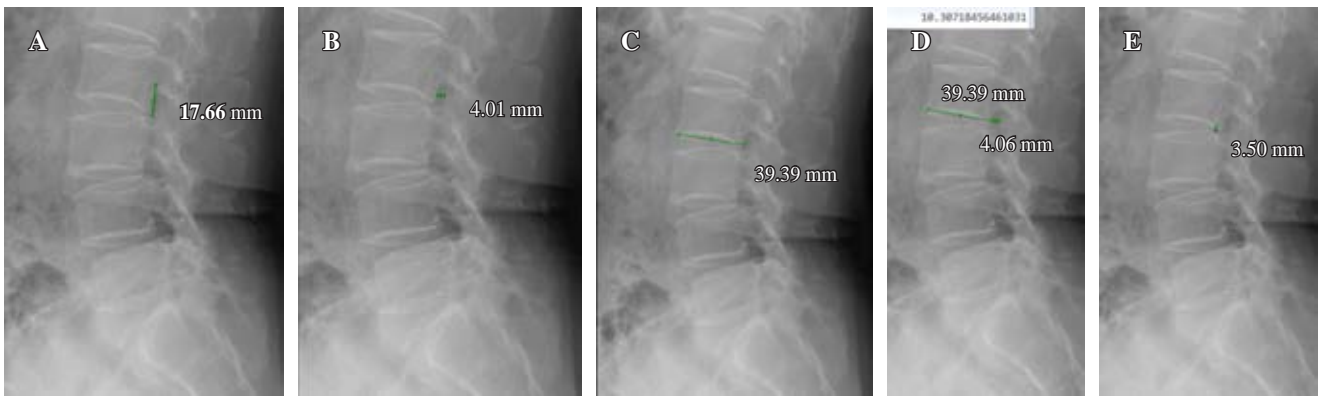


Figure 1: Lateral radiograph of the lumbar spine in a weight-bearing position. **A)** Measurement of foraminal height. **B)** Measurement of foraminal width. **C)** Measurement of the inferior endplate. **D)** Index of foraminal width/inferior endplate platform with a result of 10%. **E)** Measurement of posterior disc height.

required to have lumbar spine magnetic resonance imaging, lateral and dynamic radiographs of the lumbar spine in a weight-bearing position. Patients without lumbar magnetic resonance imaging and radiographs, those diagnosed with cancer, rheumatic disease, sepsis, spondylodiscitis, use of antiresorptive calcium medications, history of lumbar vertebral fracture, disorders in calcium metabolism, inability to achieve independent weight-bearing, transitional vertebra, pregnancy, or previous lumbar spine surgery were excluded.

All measurements were conducted by a resident physician in traumatology and orthopedics, who assessed the foramina from L1-S1, and performed the following measurements: 1) **Foraminal height**, measuring the distance between the pedicles; 2) **Foraminal width**, extending from the posterior edge of the vertebral body to the anterior edge of the superior articular process. In cases where there were two posterior edges due to obliquity or rotation of the vertebral body, the most posterior edge of the vertebral body was taken as a reference. 3) **Lower endplate**, measured from its anterior limit to its posterior edge; 4) **Posterior disc height**, measured as the distance between the posterior edges of the vertebral endplates. These measurements are illustrated in *Figures 1 and 2*.

Of these foramina, those of L1-L2, L2-L3, and L3-L4 were considered without reduction, while those of L4-L5 and L5-S1 were considered with reduction.

Following the measurements, the foraminal width/lower endplate (FW/LE) index was calculated. This index is obtained by dividing the measured foraminal width by the lower endplate measurement and multiplying the result by 100 to express it as a percentage.

During this study, a consensus was reached among 3 spine surgeons in the service, establishing that a foraminal width/lower endplate index of less than 10% suggests performing direct decompression. This decision is based on the inference that with a bone distance of less than 4 mm in foraminal width, there will be compression and morphological changes of the nerve, despite the removal of soft structures such as intervertebral disc or ligamentum flavum. This inference is supported by the understanding that the nerve root occupies

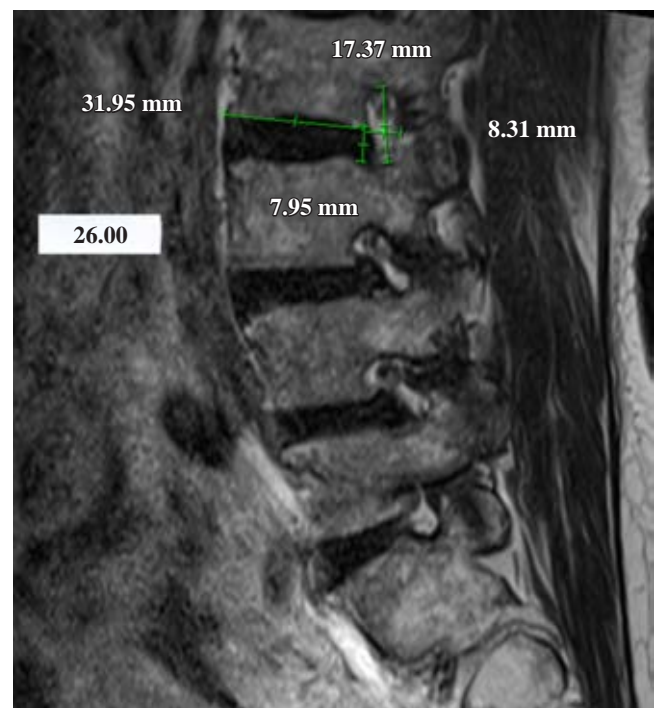


Figure 2: Lumbar plain magnetic resonance imaging in T2 sequence with sagittal view. Combined measurement of foraminal height and width, inferior endplate, index of foraminal width/inferior endplate with a result of 26%, and measurement of posterior disc height.

approximately between 23.89 and 32.18% of the foraminal area depending on the lumbar level.^{11,13}

Moreover, demographic data including age, gender, Oswestry disability index, and body mass index (BMI) for each patient were documented. The information was input into a Microsoft Excel database, and its accuracy was verified by two physicians who underwent prior training.

For statistical analysis, the IBM SPSS v27.0 software was employed. Initially, a descriptive analysis was conducted to delineate the clinical features of the patients. Quantitative data distribution was assessed, and variables with a normal

distribution were presented as mean and standard deviation, while those with a non-normal distribution were expressed as median and interquartile range (P25-P75). Additionally, qualitative variables were depicted as frequencies and proportions.

To ascertain heterogeneity among the foraminal width/lower endplate index in the five studied foramina, a Kruskal-Wallis test was performed, where a p-value < 0.05 was deemed statistically significant.

Furthermore, a simple logistic regression analysis was executed to assess the impact of a foraminal width/lower endplate index < 10% as an independent variable, with foraminal reduction (L4-L5 and L5-S1) as the dependent variable. The odds ratio, along with the 95% confidence interval and p-value, were examined.

Results

Forty-nine patients were enrolled, consisting of 26 males and 23 females, with a mean age of 55 years and a median body mass index of 24.5 kg/m². The Oswestry Disability Index yielded a mean score of 49%. The population’s descriptive analysis is detailed in *Table 1*.

A total of 245 foramina were analyzed, with 49 measurements obtained for each foraminal level, constituting 20% each. Among these, the foramina of L1-L2, L2-L3, and L3-L4 were considered without reduction, representing a frequency of 147 and 60% of the total. Foramina considered with reduction were L4-L5 and L5-S1, accounting for 40%.

Table 1 delineates the results regarding foraminal measurements from lateral, flexion, and extension radiographs. In the flexion radiograph, the foraminal height had a median of 19 mm, while the foraminal width had a mean of 7.1 mm with a standard deviation of 2.8 mm. The lower endplate yielded a median of 39.8 mm. The FW/LE index averaged 17.8% with a standard deviation of 7.21%.

Furthermore, *Table 1* presents the descriptive analysis results of foraminal measurements obtained through magnetic resonance imaging. For the left foramina, foraminal height measured a median of 19.8 mm, and foraminal width recorded a median of 7.5 mm. The lower endplate averaged 31.94 mm, with the FW/LE index averaging 23.3%. The posterior disc height averaged 6.3 mm. For the right foramina, foraminal height reached a median of 19.6 mm, while foraminal width averaged 7.1 mm. The lower endplate measured a median of 39.8 mm, with the FW/LE index averaging 17.81%. The posterior disc height yielded a median of 5.1 mm.

Table 2 illustrates the bivariate analysis results between the FW/LE index < 10% for predicting foraminal reduction, encompassing lateral, flexion, and extension radiographs, as well as magnetic resonance imaging. In lateral radiographs, an odds ratio (OR) of 3.07 was obtained for foraminal compression, with a p-value of 0.004. In flexion radiographs, the OR was 3.59, with a p-value of 0.013. In extension radiographs, the OR was 4.01, with a p-value < 0.0001. For left foramina measured by magnetic resonance imaging, the OR was 0.195, with a p-value of 0.002. For right foramina, the OR was 3.07, with a p-value of 0.004.

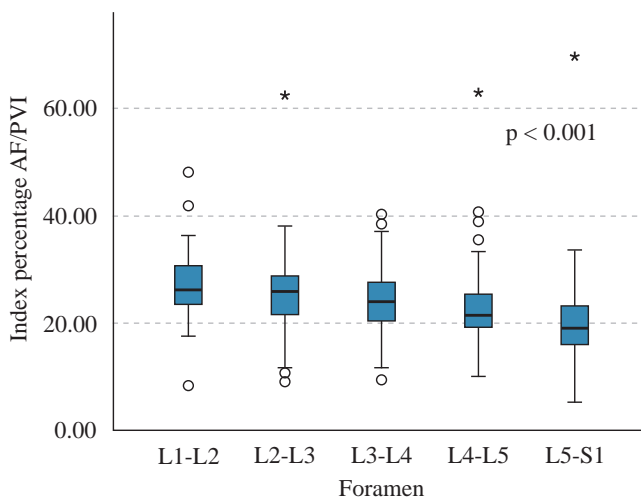
Table 1: Description of the patients’ characteristics and foraminal measurements.

Gender, n (%)			
Female	23 (46.9)		
Male	26 (53.1)		
Age	55 [21-83]*		
Oswestry	49 (10) [‡]		
BMI	24.5 (22.49-26.6) [§]		
Radiograph	Lateral	Flexion	Extension
Foraminal			
Height	19 (16.2-21.9) [§]	20.4 (4.5) [‡]	19.6 (16.8-21.5) [§]
Width	7.1 (2.8) [‡]	8.1 (3) [‡]	7.1 (2.8) [‡]
Inferior Endplate	39.8 (38.1-42.4) [§]	41.2 (21.8) [‡]	40.5 (37.7-43.4) [§]
FW/LE index	17.81 (7.21) [‡]	20.87 (10.61) [‡]	17.53 (7.11) [‡]
Posterior disc height	5.1 (4.1-6.3) [§]	6.2 (3.5) [§]	5.5 (4.4-6.7) [§]
Magnetic resonance	Left	Right	
Foraminal			
Height	19.8 (17.3-22.3) [§]	19.6 (16.2-21.9) [§]	
Width	7.5 (6.2-8.7) [§]	7.1 (2.8) [‡]	
Inferior endplate	31.94 (3.07) [‡]	39.8 (38.1-42.4) [§]	
FW/LE index	23.30 (19.51-27.48) [§]	17.81 (7.21) [‡]	
Posterior disc height	6.3 (1.9) [‡]	5.1 (4.1-6.3) [§]	
BMI = body mass index. FW/LE = foraminal width/lower endplate. * Mean [range of age]. [‡] Mean ± standard deviation. [§] p50 (p25-p75).			

Table 2: Bivariate analysis of the FW/LE index < 10% to predict foraminal decrease.

FW/LE index < 10%	OR (CI 95%)	p
Radiograph		
Lateral	3.07 (1.43-6.58)	0.004
Flexion	3.59 (1.32-9.81)	0.013
Extension radiograph	4.01 (1.86-8.64)	< 0.0001
Magnetic resonance imaging		
Left	0.195 (0.07-0.56)	0.002
Right	3.07 (1.43-6.58)	0.004

FW/LE = foraminal width/lower endplate. CI95% = 95% confidence interval.

**Figure 3:** Analysis of heterogeneity of the FW/LE index among the different foramina analyzed.

Additionally, *Figure 3* illustrates a Kruskal-Wallis's test comparing the foraminal width index and the lower endplate in radiographs and magnetic resonance imaging, indicating that at levels L4-L5 and L5-S1, there is a lower FW/LE index ($p < 0.001$).

Discussion

The debate surrounding the optimal decompression approach for patients with lumbar and foraminal spinal stenosis remains contentious.¹⁴ Dr. Gagliardi and colleagues conducted a systematic review comparing the outcomes of direct and indirect lumbar decompression at a one-year follow-up. Interestingly, their findings revealed that the choice of decompression method did not correlate with the severity of foraminal or spinal stenosis. Clinical outcomes demonstrated no significant discrepancy across the various decompression approaches.¹⁴

This study succeeded in developing the FW/LE index, representing a pioneering objective metric suggesting the appropriate approach based on foraminal constriction, thereby mitigating the risk of surgical failure attributable to this factor.

During the index's development, it was observed that the study cohort's mean age of 55 years aligned with prior literature,³ suggesting the index's applicability in patients anticipated to experience intervertebral disc height loss due to degenerative processes.

When traversing the foraminal space, the nerve root measures approximately 5.5 mm on the right side at L4 and 5.8 mm on the left. At L5, these dimensions are approximately 6.1 mm on the right and 5.7 mm on the left.¹³ Notably, the nerve root occupies roughly 23.89 to 32.18% of the foraminal area depending on the lumbar level.¹³ Consequently, a foraminal width of less than 4 mm suggests nerve compression at L4-L5 and L5-S1, even post soft tissue removal such as the intervertebral disc or ligamentum flavum, corresponding to an index below 10%.

Measurement of the FW/LE index was confined to unaffected foramina L1-L2, L2-L3, and L3-L4 to establish a comparative benchmark against affected foramina. The index's utilization between two structures served to counterbalance radiographic technique variations, as these structures are influenced by identical magnification factors.¹⁵

Emphasizing the need for comprehensive foraminal constriction assessment, dynamic radiographs, and magnetic resonance imaging were incorporated, given the lumbar spine positional impact on foraminal dimensions, even though our findings from the bivariate analysis demonstrate statistical significance across all studies included.^{16,17,18,19,20}

In our magnetic resonance imaging measurements, a statistically significant difference was noted in left foramina, likely influenced by the inclusion of 8 patients with adult degenerative scoliosis, representing 40 foramina.

This study bears significance as, in the event of significant clinical findings, it could aid surgical decision-making. The previous classifications for spinal stenosis, lateral recess stenosis and foraminal stenosis do not suggest a therapeutic conduct. The FW/LE index given its reliance on bone references, underscores persisting nerve compression post soft tissue resection. Notably, in cases of indirect decompression, such as lateral or anterior approaches, a FW/LE index below 10% could heighten the risk of surgical failure due to inadequate foraminal decompression. Future studies are warranted to ensure measurement consistency across observers and correlation with clinical outcomes in patients with an index below 10%.

To extrapolate the study's findings, comparative analyses of preoperative and postoperative clinical outcomes, alongside validated functional scores such as the Oswestry Disability Index in the Mexican population,²¹ are recommended.

Conclusions

The FW/LE index has emerged as a valuable tool for evaluating foraminal stenosis, offering a novel measurement approach. Assessing the degree of obstruction allows for the assessment of whether direct or indirect decompression

would be more beneficial. This study paves the way for further exploration of preoperative and postoperative clinical outcomes across various surgical decompression methods guided by the FW/LE index. To enhance decision-making, it is recommended to conduct research comparing pre- and postoperative clinical findings in individual patients, considering their FW/LE index measurements.

References

- Hutchins J, Hebelka H, Lagerstrand K, Brisby H. A systematic review of validated classification systems for cervical and lumbar spinal foraminal stenosis based on magnetic resonance imaging. *Eur Spine J*. 2022; 31(6): 1358-69. doi: 10.1007/s00586-022-07147-5.
- Choi YK. Lumbar foraminal neuropathy: an update on non-surgical management. *Korean J Pain*. 2019; 32(3): 147-59. doi: 10.3344/kjp.2019.32.3.147.
- Orita S, Inage K, Eguchi Y, et al. Lumbar foraminal stenosis, the hidden stenosis including at L5/S1. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*. 2016; 26(7): 685-93. doi: 10.1007/s00590-016-1806-7.
- Miller KJ. Physical assessment of lower extremity radiculopathy and sciatica. *J Chiropr Med*. 2007; 6(2): 75-82. doi: 10.1016/j.jcme.2007.04.001.
- Jenis LG, An HS. Spine update. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000; 25(3): 389-94. doi: 10.1097/00007632-200002010-00022.
- Hasegawa T, An HS, Haughton VM. Imaging anatomy of the lateral lumbar spinal canal. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI*. 1993; 14(6): 404-13. doi: 10.1016/S0887-2171(05)80034-4.
- Aota Y, Niwa T, Yoshikawa K, Fujiwara A, Asada T, Saito T. Magnetic resonance imaging and magnetic resonance myelography in the presurgical diagnosis of lumbar foraminal stenosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007; 32(8): 896-903. doi: 10.1097/01.brs.0000259809.75760.d5.
- Schizas C, Theumann N, Burn A, et al. Qualitative grading of severity of lumbar spinal stenosis based on the morphology of the dural sac on magnetic resonance images. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010; 35(21): 1919-24. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181d359bd.
- Bartynski WS, Lin L. Lumbar root compression in the lateral recess: MR imaging, conventional myelography, and CT myelography comparison with surgical confirmation. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2003; 24(3): 348-60.
- Lee S, Lee JW, Yeom JS, et al. A Practical MRI grading system for lumbar foraminal stenosis. *ARJ Am J Roentgenol*. 2010; 194(4): 1095-8. doi: 10.2214/AJR.09.2772.
- Hasegawa T, An HS, Haughton VM, Nowicki BH. Lumbar foraminal stenosis: critical heights of the intervertebral discs and foramina. A cryomicrotome study in cadavers. *J Bone Joint Surg Am*. 1995; 77(1): 32-8.
- Burton CV, Kirkaldy-Willis WH, Yong-Hing K, Heithoff KB. Causes of failure of surgery on the lumbar spine. *Clin Orthop Relat Res*. 1981; 157: 191-9.
- Zhao X, Zhao J, Guan J, et al. Measurement of the nerve root of the lower lumbar region using digital images. *Medicine*. 2018; 97(8): e9848. doi: 10.1097/MD.00000000000009848.
- Gagliardi MJ, Guiroy AJ, Camino-Willhuber G, et al. Is indirect decompression and fusion more effective than direct decompression and fusion for treating degenerative lumbar spinal stenosis with instability? A systematic review and meta-analysis. *Global Spine J*. 2023; 13(2): 499-511. doi: 10.1177/21925682221098362.
- Torg JS, Pavlov H, Genuario SE, et al. Neurapraxia of the cervical spinal cord with transient quadriplegia. *J Bone Joint Surg Am*. 1986; 68(9): 1354-70.
- Inufusa A, An HS, Lim TH, Hasegawa T, Haughton VM, Nowicki BH. Anatomic changes of the spinal canal and intervertebral foramen associated with flexion-extension movement. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1996; 21(21): 2412-20. doi: 10.1097/00007632-199611010-00002.
- Schonstrom N, Lindahl S, Willén J, Hansson T. Dynamic changes in the dimensions of the lumbar spinal canal: an experimental study *in vitro*. *Journal of Orthopaedic Research*. 1989; 7(1): 115-21. doi: 10.1002/jor.1100070116.
- Mayoux-Benhamou MA, Revel M, Aaron C, Chomette G, Amor B. A morphometric study of the lumbar foramen. *Surg Radiol Anat*. 1989; 11(2): 97-102. doi: 10.1007/BF02096463.
- Fujita N, Yagi M, Yamada Y, et al. Changes in the lumbar intervertebral foramen between supine and standing posture in patients with adult spinal deformity: a study with upright computed tomography. *Skeletal Radiol*. 2023; 52(2): 215-24. doi: 10.1007/s00256-022-04185-4.
- Mataki K, Koda M, Shibao Y, et al. New methods for diagnosing lumbar foraminal stenosis using dynamic digital tomosynthesis radiculography. *J Clin Neurosci*. 2020; 77:106-109. doi: 10.1016/j.jocn.2020.05.011.
- Manrique-Guzman S, Lerma A, Larocque-Guzman CM, et al. Cross-cultural adaptation and validation of the Spanish version of the Oswestry disability index for Mexican population. *Disabil Rehabil*. 2024; 46(13): 2910-7. doi: 10.1080/09638288.2023.2232303.

Artículo original

doi: 10.35366/117377

Minimizando riesgos: evaluación de la relación entre el aflojamiento de vástagos femorales y el riesgo de presentar fractura periprotésica de cadera

Minimizing risk: evaluation of the relationship between femoral stem loosening and the risk of presenting with peri-prosthetic hip fracture

Flores-Gallardo J,* Sánchez-Pérez C,* Vaquero J*‡

Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid, España.

RESUMEN. Introducción: evaluación de factores predictores de fractura periprotésica en vástagos femorales aflojados. **Material y métodos:** estudio de casos y controles retrospectivo, comparando vástagos aflojados asépticos en dos grupos. Casos: pacientes que experimentaron fractura periprotésica femoral antes de poder efectuar recambio (n = 9). Controles: experimentaron recambio protésico, sin llegar a producirse fractura (n = 19). **Resultados:** la intensidad del dolor (EVA) fue el aspecto más importante (p = 0.01), predominando en los controles. Los parámetros radiológicos simples no mostraron hallazgos predictores de fractura periprotésica de manera estadísticamente significativa (número de zonas de Gruen, suma de las mismas en milímetros, stress shielding, pedestal, desgaste del polietileno, hundimiento del vástago). El papel de las pruebas complementarias (TAC y gammagrafía) para el diagnóstico definitivo del aflojamiento sí fue relevante, pero sin significación. El tipo de implante no mostró diferencias. La supervivencia total del implante fue mayor en los casos respecto a los controles (p = 0.016). Esta diferencia continúa al comparar cada vástago aflojado hasta la fractura o recambio (p = 0.024). **Conclusión:** el principal factor protector de fractura es el propio recambio de un vástago con diagnóstico clínico y radiológico de aflojamiento. En esto juega un papel determinante un adecuado seguimiento del paciente, sobre todo

ABSTRACT. Introduction: evaluation of predictors of periprosthetic fracture in loosened femoral stems. **Material and methods:** retrospective case-control study comparing aseptic loosened stems in two groups: cases: patients who experienced periprosthetic femoral fracture before replacement could be performed (n = 9). Controls: experienced prosthetic replacement without fracture (n = 19). **Results:** pain intensity (VAS) was the most important aspect (p = 0.01), predominating in the controls. The simple radiological parameters did not show statistically significant findings predictive of peri-prosthetic fracture (number of Gruen zones, sum of them in mm, stress shielding, pedestal, polyethylene wear, stem subsidence). The role of complementary tests (CT and scintigraphy) for the definitive diagnosis of loosening was relevant, but not significant. The type of implant showed no differences. Overall implant survival was higher in cases than in controls (p = 0.016). This difference continues when comparing each loosened stem until fracture or replacement (p = 0.024). **Conclusion:** the main factor protecting against fracture is the replacement of a stem with clinical and radiological diagnosis of loosening. Adequate follow-up of the patient plays a determining role in this, especially when considering the greater intensity of pain in the controls, which used to guide surgeons to perform replacements before the fracture

Nivel de evidencia: III

* Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid, España.

‡ Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España.

Correspondencia:

Jaime Flores-Gallardo

Avenida de Córdoba, Núm. 2 5o J, Madrid, 28026, España.

E-mail: jaime.095@hotmail.com

Recibido: 11-03-2024. Aceptado: 24-03-2024.

Citar como: Flores-Gallardo J, Sánchez-Pérez C, Vaquero J. Minimizando riesgos: evaluación de la relación entre el aflojamiento de vástagos femorales y el riesgo de presentar fractura periprotésica de cadera. Acta Ortop Mex. 2024; 38(5): 291-297. <https://dx.doi.org/10.35366/117377>



al considerar la mayor intensidad del dolor en los controles, que orientaba antes a los cirujanos a realizar recambios antes de ocurrir la fractura. Esto se refuerza si tenemos en cuenta que hasta un tercio de los casos no tenían revisiones regladas y por lo tanto no tuvieron oportunidad de recambio previo a la fractura. Resulta también muy importante el papel de las pruebas complementarias (TAC y gammagrafía) al tener en cuenta la baja rentabilidad diagnóstica extraída de las radiografías simples.

Palabras clave: aflojamiento aséptico, fractura periprotésica, reemplazo de cadera, artroplastia de revisión.

occurred. This is reinforced if we take into account that up to one third of the cases did not have regular check-ups, and therefore did not have the opportunity for replacement prior to the fracture. The role of complementary tests (CT and scintigraphy) is also very important, taking into account the low diagnostic yield obtained from simple X-rays.

Keywords: aseptic loosening, periprosthetic fracture, hip replacement, revision arthroplasty.

Introducción

El aflojamiento de vástagos femorales ha sido ampliamente descrito como un factor de riesgo inequívoco de fractura periprotésica,^{1,2,3,4} ya que se reduce la cantidad de energía necesaria para desencadenar el evento.² Este aflojamiento se definiría a grandes rasgos como el fracaso de una prótesis articular en ausencia de causas mecánicas que lo hayan propiciado⁵ (p. ej. fractura). Esto puede ocurrir o bien porque el vástago nunca logró su propósito de osteointegrarse, o bien porque sí lo hizo, pero perdió su estabilidad como fruto de una reacción inflamatoria,⁶ ya sea de origen infeccioso o no. Su diagnóstico continúa siendo controvertido al día de hoy, habiendo facultativos que diferencian entre el diagnóstico clínico de aflojamiento y el diagnóstico radiológico de aflojamiento.

Sin embargo, sigue habiendo muchos aspectos por aclarar acerca de esta asociación aflojamiento-fractura, existiendo incluso estudios experimentales que ponen en duda la conexión.⁷ Una vez sospechado el aflojamiento del implante, se suele indicar el recambio antes que se produzcan potenciales complicaciones derivadas del vástago aflojado. Sin embargo, el tiempo desde los primeros indicios clínicos y radiológicos hasta la cirugía de recambio varía según la práctica individual y experiencia de cada cirujano, sin haber un claro consenso.

El objetivo de nuestro estudio es determinar qué potenciales aspectos concretos del aflojamiento (radiológicos, clínicos o combinados) pueden ser de mayor utilidad, en la predicción y prevención de fracturas periprotésicas.

Material y métodos

Se realizó un estudio de casos y controles retrospectivo, comparando dos grupos de pacientes con diagnóstico de aflojamiento protésico tratados en nuestro centro entre los años 2016 y 2023:

Casos: pacientes que sufrieron fractura periprotésica femoral antes de poder realizar recambio del vástago aflojado (n = 9). Estos pacientes fueron reclutados del total de fracturas periprotésicas femorales ocurridas en nuestro centro

durante el periodo de tiempo establecido (n = 28), realizándose el diagnóstico de aflojamiento de manera retrospectiva a través de estudios radiológicos y comentarios clínicos de evolución previos a la fecha de fractura.

Controles: pacientes con diagnóstico de aflojamiento protésico, sometidos a cirugía de recambio, sin llegar a producirse fractura periprotésica (n = 19) (Figura 1).

El diagnóstico de aflojamiento se obtuvo de la combinación de la presencia de signos:

Clínicos: dolor derivado del implante (frecuentemente referido en muslo), principalmente durante la marcha o movimiento.

Radiológicos: hallazgo en radiografías simples de radiolucencias progresivas de más de 2 mm en dos radiografías espaciadas al menos un año (describiendo su localización según las zonas de Gruen) (Figura 2). También se tuvieron en cuenta otros hallazgos radiológicos como el stress shielding, el fenómeno del pedestal, el desgaste del polietileno o el hundimiento del vástago. Por último, también incluimos pacientes con hallazgos incongruentes en radiografías simples, pero que mostraron signos de aflojamiento en otras pruebas complementarias radiológicas (resonancia magnética, tomografía computarizada y gammagrafía).

Aquellos pacientes que sólo presentaran signos radiológicos o clínicos, pero no ambos, fueron excluidos del estudio. Se excluyeron también las fracturas periprotésicas que involucraron el componente acetabular, así como cualquier cuadro infeccioso que justificara el aflojamiento y/o la fractura, evaluando únicamente los aflojamientos asépticos. Para minimizar el riesgo de sesgos, fueron excluidas del estudio las fracturas provocadas por traumatismos de alta energía, las fracturas patológicas de origen oncológico y todo paciente que ya tuviera algún recambio protésico previo en la cadera afecta (evaluación únicamente de implantes primarios).

Todos los procedimientos fueron realizados por cuatro cirujanos experimentados en patología de cadera de nuestro centro, empleando para ello el abordaje posterolateral de Moore.

Se estudiaron parámetros epidemiológicos, clínicos y radiológicos, tipo de implante empleado y parámetros de resultado, como las pérdidas sanguíneas perioperatorias derivadas de los procedimientos (revisión de vástago vs tratamiento de fracturas) y el tiempo de estancia hospitalaria global en cada caso.

Se empleó el programa informático SPSS para el análisis estadístico, empleando las pruebas de t de Student para variables cuantitativas paramétricas, χ^2 y test exacto de Fisher para variables cualitativas y las curvas de supervivencia de Kaplan-Meier para evaluar la supervivencia de los implantes.

Resultados

Con respecto a los parámetros epidemiológicos, se apreció una mayor frecuencia de mujeres en los casos (52.9 vs 47.1% de varones), de manera estadísticamente significativa ($p = 0.04$), la media de edad mayor en este grupo fue de 90.68 ± 4.84 años respecto a los controles ($p = 0.03$).

Encontramos que, en el seguimiento de los pacientes, la intensidad de dolor evaluado en la escala visual analógica (EVA) en el grupo control fue superior de manera estadísticamente significativa ($p = 0.01$), quedando registrada una mayor clínica que dificultaba las actividades de la vida diaria. Sin embargo, las características del dolor no mostraron diferencias entre ambos grupos (de características mecánicas, frecuentemente al inicio de la marcha).

En relación con los parámetros radiológicos de alojamiento, no se encontró que el número de zonas de Gruen afectas o que la suma en milímetros de las dimensiones de las zonas alojadas mostrara diferencias estadísticamente

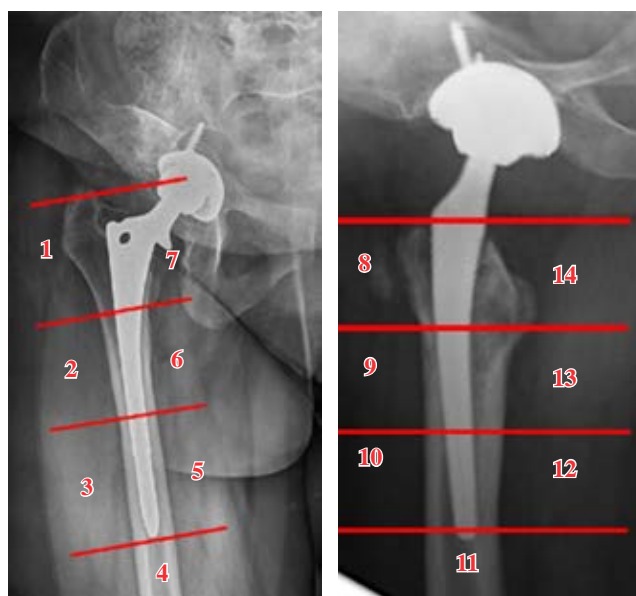


Figura 2: Zonas de Gruen.

significativas entre los dos grupos ($p = 0.429$ y $p = 0.524$ respectivamente). Sí se apreció una mayor afectación del área 7 de Gruen en el grupo control (78.9%) que en los casos (22.2%) ($p = 0.01$). Otras tendencias relevantes sin significación incluyen que el alojamiento en zona 1 fue más frecuente en fracturas AG de Vancouver, el alojamiento en zona 2 se produjo frecuentemente en fracturas tipo B2 (Figura 3).

Otros parámetros como el stress shielding (Figura 4) o el fenómeno del pedestal tampoco mostraron diferencias estadísticamente significativas. El desgaste del polietileno fue más frecuente en los casos (37.5%) que en los controles (15.8%) y el hundimiento del vástago (Figura 5) fue más frecuente en controles (21.1 vs 0.0%); aunque ninguno de estos resultados fue estadísticamente significativo. El hundimiento del vástago fue menor en los pacientes con vástago con apoyo metafisario (6.3%) que en los casos en los que no se empleó.

Con respecto al uso de otras pruebas empleadas en el diagnóstico por imagen del alojamiento, cabe destacar la tomografía axial computarizada (TAC) (Figura 6) y la gammagrafía (Figura 7). Se efectuaron en 36.8% de los pacientes con alojamiento sin fractura para confirmación diagnóstica de dicho alojamiento, cuando éste era inconcluyente a través del estudio de radiografías simples (mostrando tendencia, pero no asociación estadísticamente significativa $p = 0.062$). Cabe reseñar también que no fueron empleadas para la ayuda al diagnóstico en ninguno de los pacientes del grupo de los casos.

Los implantes de fijación metafisaria pura (CORAIL® y SUMMIT®) fueron evidenciados con frecuencia en ambos grupos (representaron 82.5% de los implantes del grupo control y 37.5% de los del grupo fracturas). Los vástagos de anclaje metafiso-diafisario (FURLONG® y AML®) representaron 17.7% de los vástagos del grupo control y 50% de

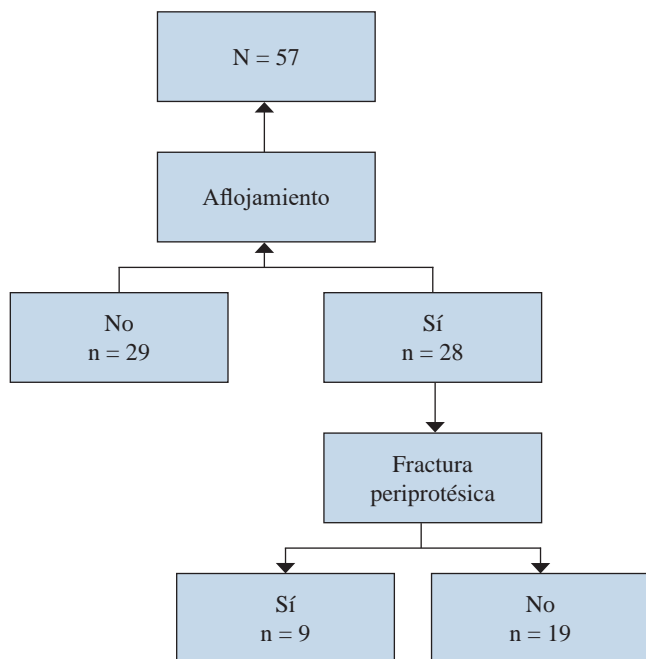


Figura 1: Diagrama de flujo.

los del grupo fractura. Por último, los menos frecuentes fueron los de fijación diafisaria pura (WAGNER®) que sólo se evidenciaron en el grupo fractura, representando 12.5% del total de éstos. Ni el tipo de implante presentó diagnóstico del aflojamiento ni su tamaño mostró diferencias estadísticamente significativas.

La supervivencia total del implante fue de 183.022 ± 70.73 meses en los casos respecto a 107.12 ± 69.53 meses en el grupo control ($p = 0.016$). Esta diferencia continúa siendo significativa si comparamos el tiempo total que permanece cada vástago aflojado hasta que se produce el evento desenlace (fractura o recambio): 16.12 ± 13.11 meses en los casos frente a 7.62 ± 5.83 meses en el grupo control ($p = 0.024$) (Figura 8).



Figura 3:

Fractura periprotésica Vancouver B2. Nótese las imágenes sugerentes de aflojamiento en zonas de Gruen 2 y 6, así como la imagen compatible con desgaste del polietileno.



Figura 4:

Fenómeno de stress shielding en calcar. También se evidencia varización del implante.

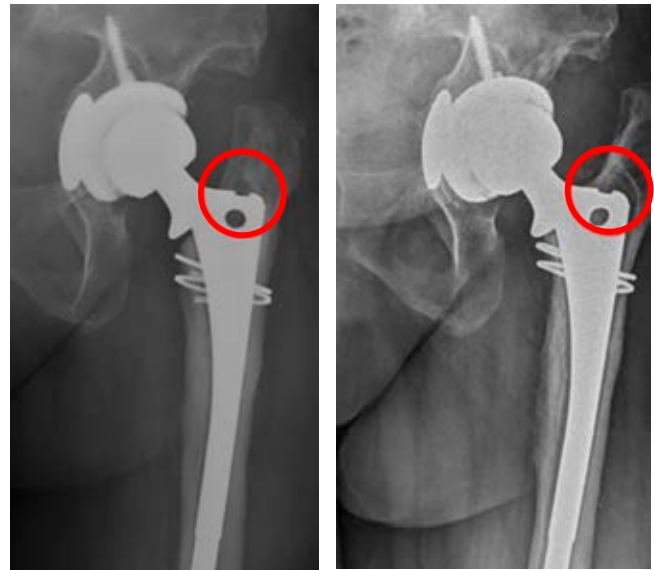


Figura 5: Hundimiento del vástago, medido empleando como referencia distancia entre el hombro de la prótesis y la punta del trocánter mayor.



Figura 6:

Diagnóstico de aflojamiento por medio de tomografía axial computarizada.

Por último, respecto de los parámetros de resultado, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas respecto a las pérdidas sanguíneas perioperatorias entre ambos grupos, pero sí se apreció un mayor tiempo de estancia hospitalaria en los casos (11.11 ± 6.91) frente a controles (6.32 ± 2.96) con una $p = 0.04$.

Discusión

El aflojamiento protésico del vástago femoral en la prótesis total de cadera es un factor de riesgo conocido para el desarrollo de una fractura periimplante. Los hallazgos reflejados por este estudio no apuntan a parámetros concretos

predictores de fractura periprotésica, sino al papel terapéutico y protector que ofrece el recambio protésico sobre el riesgo de presentar una fractura, siempre que tengamos un claro diagnóstico de aflojamiento (clínico y radiológico de manera combinada).

Tanto en nuestra serie como en la bibliografía, la avanzada edad y el sexo femenino han sido identificados como factores que aumentan el riesgo de sufrir una fractura periprotésica.^{1,2,3,8,9}

El signo más relevante que identifica nuestro trabajo es la presencia e intensidad del dolor.¹⁰ Nuestro estudio no es capaz de identificarlo por sí mismo como un factor predictor de fractura, dada su mayor prevalencia en los controles. Sin embargo, provoca que los médicos responsables identifiquen y traten el aflojamiento protésico de manera más precoz, previniendo de manera secundaria la fractura periprotésica. Esto se hace aun más evidente al contrastar los resultados con los controles, si tenemos en cuenta que hasta un tercio de estos pacientes no tenían seguimiento clínico y radiológico reglado con sus cirujanos. Por ello, no pudo efectuarse un potencial recambio protésico antes de producirse el evento final de fractura. Esto refleja el importante papel protector que suponen los controles clínicos periódicos.

El aflojamiento según las zonas de Gruen en radiografías simples no fue tan relevante en el riesgo de presentar fracturas periprotésicas como sugiere la literatura.¹¹ El aflojamiento del área 7 de Gruen de manera más frecuente en el grupo control podría traducir hipotéticamente una mayor clínica en estos pacientes, posiblemente por movilización rotacional del vástago en la zona donde éste presenta una mayor envergadura. Es interesante ver la tendencia sin significación entre las fracturas tipo AG y el aflojamiento en zona 1, así como la asociación no significativa entre fractura Vancouver B y el aflojamiento radiológico en zona 2. La explicación más razonable pasaría por entender que al ser las zonas más debilitadas del hueso radiológicamente, también son aquellas por las que fracasa el hueso y se produce la fractura; respecto al stress shielding, no mostró asociación. La razón de esto podría ser que se trata de un proceso de re-

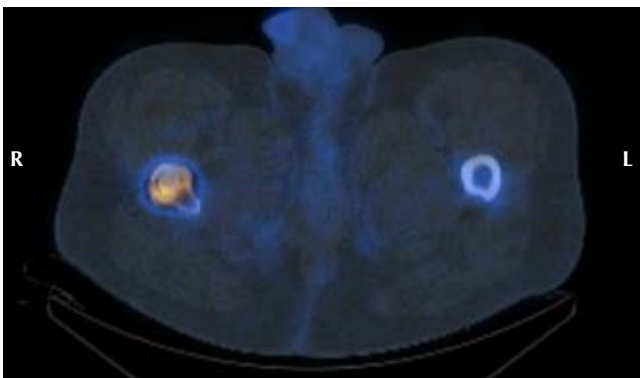
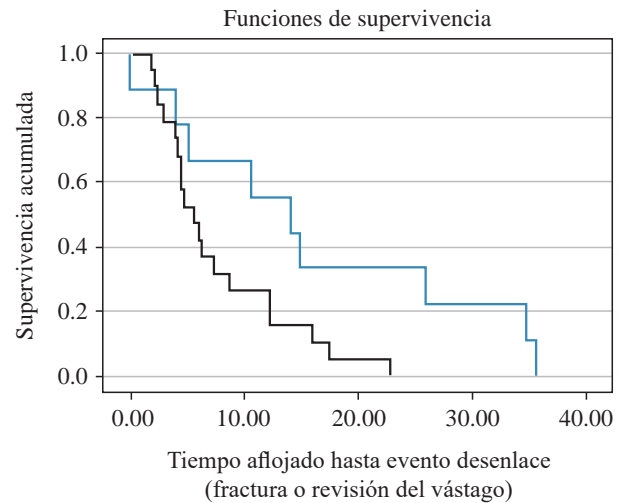


Figura 7: Diagnóstico de aflojamiento por medio de gammagrafía. Se aprecia hipercaptación en la punta del vástago.



Revisión del vástago aflojado

— Grupo fractura: se produce fractura periprotésica antes de la revisión del vástago

— Grupo control: se produce la revisión del vástago aflojado antes de producirse fractura

Figura 8: Curva Kaplan-Meier de supervivencia del implante desde que se evidencia el aflojamiento hasta que se produce el evento desenlace, ya sea fractura periprotésica o recambio del vástago. Nótese un mayor tiempo de supervivencia en los vástagos que terminaron en fractura.

sorción de estructuras óseas que ya no reciben la carga mecánica previa a la cirugía, debido a la acción del implante. Por lo tanto, no tendría por qué presentarse un aumento de la clínica, riesgo de fractura o de fractura periprotésica por compromiso crítico del hueso, tal y como muestran otros artículos de la literatura.¹² Respecto al fenómeno del pedestal, constituye una línea transversa esclerótica bajo la punta del vástago, siendo un signo indirecto la mayoría de veces (pero no siempre)¹³ de ausencia de adecuada fijación circunferencial en la zona donde debe osteointegrarse el implante. Se trata de un signo radiológico que puede pasar desapercibido en muchos casos o incluso confundido con otros hallazgos como el punto de soldadura o spot weld, que constituye la formación de hueso endostal y es un signo indirecto de estabilidad. La literatura científica refleja que el signo del pedestal puede ser fuente de clínica y dolor y nuestro estudio no es capaz de demostrar que actúe como factor predictor o contribuyente directo de fractura periprotésica.⁸

A nivel acetabular, el desgaste de polietileno genera osteólisis. Debemos estar alerta en aquellos pacientes en los que se observa excentricidad de la cabeza femoral en el cotilo. En estos casos la liberación de debris al espacio articular acelera los procesos de osteólisis alrededor del vástago, si éste no está osteointegrado circunferencialmente de forma completa.^{14,15,16,17} La mayor prevalencia en los casos de nuestro estudio podría traducir un mayor debilitamiento óseo por osteólisis, predisponiendo antes a la fractura periprotésica, aunque aparentemente sin traducir un marcado aumento en la intensidad del dolor (que continúa siendo mayor en los controles). A nivel femoral, el hundimiento

del vástago se evidenció más frecuentemente en el grupo control que en los pacientes con fractura. Existe un artículo que recoge que los vástagos aflojados pueden volverse rotacionalmente estables al aplicar carga sobre ellos, aumentando de manera secundaria su estabilidad y disminuyendo el riesgo de fractura periprotésica; este fenómeno ayudaría a justificar nuestros hallazgos.⁷ La utilización de collarettes en los implantes es capaz de minimizar este fenómeno de hundimiento,⁹ algo que también viene reflejado en la literatura científica desde hace años.

Otro aspecto importante lo constituye el apoyo diagnóstico que ofrecen otras pruebas de imagen, concretamente el TAC, resonancia magnética nuclear (RMN) y la gammagrafía. Se trata de pruebas con una alta sensibilidad y especificidad, así como alta eficiencia diagnóstica para el diagnóstico de aflojamientos asépticos;^{10,11,18} permitieron identificar dicho aflojamiento, especialmente en pacientes en los que el tamaño total sumado en milímetros de las radiolucencias fue escaso.¹⁹ Su mayor aplicación y uso en los controles nos habla del papel decisivo que tuvo en muchos de esos pacientes para tomar la decisión de proponer un recambio protésico al realizar un diagnóstico definitivo, protegiendo del riesgo de fractura periprotésica.

No se pudo estudiar si el tipo de fijación constituía un factor de riesgo porque todos los implantes fueron no cementados, aunque como sabemos, el riesgo de fractura será mayor en estadios precoces en no cementados y posteriormente a largo plazo en cementados.²⁰ Tampoco pudimos evaluar el potencial impacto de la vía de abordaje, al ser en todos los casos posterolateral, aunque existe bibliografía que sostiene que no se trata de un factor tan determinante en el riesgo de fractura periprotésica²¹ al tiempo que otros artículos sostienen lo contrario.²² No se apreció que el tipo de implante, su filosofía de diseño o incluso el tamaño del vástago pudieran suponer en sí mismos un factor de riesgo de fractura, siempre que éste estuviera bien implantado.^{2,4,7} Al observar los tiempos de supervivencia global del implante entre ambos grupos, podríamos encontrar una potencial explicación a la diferencia de vástagos implantados entre casos y controles, si entendemos la evolución de elección de implantes durante los últimos 30 años en nuestro servicio hospitalario. Sin embargo, el tipo de implante sí que podría explicar algunos hallazgos encontrados (p. ej. más stress riser proximal en vástagos de anclaje diafisario puro).

Respecto a la supervivencia evidenciada de los implantes, encontramos que el mayor tiempo total que permanecen con el vástago aflojado en los casos se explica por la ausencia de un adecuado seguimiento, sobre todo si tenemos en cuenta que los controles tenían controles clínicos y radiológicos menos espaciados en el tiempo (indicándose las intervenciones de recambio de manera precoz). Esto explica también las diferencias totales que encontramos entre ambos grupos respecto a la supervivencia total del implante.

Si valoramos los parámetros de resultado, vemos que no encontramos diferencias respecto a las pérdidas sanguíneas perioperatorias. Esto puede explicarse potencialmente si te-

nemos en cuenta que tanto el tratamiento quirúrgico de la fractura, como la revisión del implante aflojado son procedimientos quirúrgicos de alta complejidad, pero mayormente comparables entre sí (tiempo, dificultad técnica, etcétera). La diferencia de estancia hospitalaria entre los casos y los controles, vendría justificada por el diferente contexto de los pacientes entre ambos grupos, pues hay que tener en cuenta que los casos son personas de mayor edad con más comorbilidades y que en la mayoría de casos se trata de urgencias diferidas, mientras que los controles suelen ser más jóvenes, gozar de mejor salud y tratarse de procedimientos quirúrgicos programados y reglados.

Conclusión

La mejor herramienta en la prevención de fracturas periprotésicas en pacientes con vástagos aflojados, la constituye el adecuado diagnóstico precoz del mismo y tratamiento (recambio), antes de que se produzca una potencial fractura. Esto pasa por realizar un adecuado seguimiento clínico y radiológico,² especialmente en pacientes de sexo femenino y de avanzada edad³ y que refieran importante dolor. Teniendo en cuenta la escasa rentabilidad diagnóstica extraída del análisis exclusivo de las radiolucencias en radiografías simples que evidencia nuestro estudio, así como la escasa rentabilidad de otros hallazgos identificables en las mismas, el empleo de pruebas como la gammagrafía y TAC suponen una herramienta complementaria básica para establecer el diagnóstico¹⁸ y ayudarnos en la indicación de un recambio protésico si fuera preciso.

En cuanto a las limitaciones de nuestro estudio, encontramos que el carácter retrospectivo del mismo y el limitado tamaño de la muestra, pueden estar privándonos de otros potenciales hallazgos importantes.

El aumento del número total de procedimientos de artroplastía primaria en los últimos años también traducirá inevitablemente un aumento de estos temidos procesos de aflojamiento y fractura. Es por ello que éste es un campo de especial importancia y que los estudios a futuro sean un imperativo moral por el bienestar de nuestros pacientes.

Referencias

1. Franklin J, Malchau H. Risk factors for periprosthetic femoral fracture. *Injury*. 2007; 38(6): 655-60.
2. Tsiridis E, Haddad FS, Gie GA. The management of periprosthetic femoral fractures around hip replacements. *Injury*. 2003; 34(2): 95-105.
3. Deng Y, Kieser D, Wyatt M, Stringer M, Frampton C, Hooper G. Risk factors for periprosthetic femoral fractures around total hip arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *ANZ J Surg*. 2020; 90(4): 441-7.
4. Harris B, Owen JR, Wayne JS, Jiranek WA. Does femoral component loosening predispose to femoral fracture?: an in vitro comparison of cemented hips. *Clin Orthop Relat Res*. 2010; 468(2): 497-503.
5. Davis KW, Blakenbaker DG, ed. *ExpertDDx: musculoskeletal*. Salt Lake City, UT: Elsevier; 2018. pp. 866-71.
6. Weerakkody Y. Aseptic loosening of hip joint replacements. In: *Radiopaedia.org*. Radiopaedia.org; 2014.

7. Kannan A, Owen JR, Wayne JS, Jiranek WA. Loosely implanted cementless stems may become rotationally stable after loading. *Clin Orthop Relat Res.* 2014; 472(7): 2231-6.
8. Hirakawa K, Jacobs JJ, Urban R, Saito T. Mechanisms of failure of total hip replacements: lessons learned from retrieval studies. *Clin Orthop Relat Res.* 2004; (420): 10-7.
9. Konow T, Baetz J, Melsheimer O, Grimberg A, Morlock M. Factors influencing periprosthetic femoral fracture risk. *Bone Joint J.* 2021; 103-B(4): 6508.
10. Robbins GM, Masri BA, Garbuz DS, Duncan CP. Evaluation of pain in patients with apparently solidly fixed total hip arthroplasty components. *J Am Acad Orthop Surg.* 2002; 10(2): 86-94.
11. Anil U, Singh V, Schwarzkopf R. Diagnosis and detection of subtle aseptic loosening in total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2022; 37(8): 1494-500.
12. Bugbee WD, Culpepper WJ 2nd, Engh CA Jr, Engh CA Sr. Long-term clinical consequences of stress-shielding after total hip arthroplasty without cement. *J Bone Joint Surg Am.* 1997; 79(7): 1007-12.
13. Mulcahy H, Chew FS. Current concepts of hip arthroplasty for radiologists: part 1, features and radiographic assessment. *AJR Am J Roentgenol.* 2012; 199(3): 559-69.
14. Ollivere B, Wimhurst JA, Clark IM, Donell ST. Current concepts in osteolysis. *J Bone Joint Surg Br.* 2012; 94(1): 10-5.
15. Miller AJ, Stimac JD, Smith LS, Feher AW, Yakkanti MR, Malkani AL. Results of cemented vs cementless primary total knee arthroplasty using the same implant design. *J Arthroplasty.* 2018; 33(4): 1089-93.
16. Helm AT, Kerin C, Ghalayini SR, McLauchlan GJ. Preliminary results of an uncemented trabecular metal tibial component in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2009; 24(6): 941-4.
17. Sinha RK, Duncy DS, Yeon HB. Primary total hip arthroplasty with a proximally porous-coated femoral stem. *J Bone Joint Surg Am.* 2004; 86(6): 1254-61.
18. Peng Z, Jia Y, Li J, Wang G. Diagnostic performance of single-photon emission computed tomography/computed tomography in aseptic loosening: a systematic review and meta-analysis. *J Arthroplasty.* 2021; 36(12): 4003-12.e3.
19. Thejeel B, Endo Y. Imaging of total hip arthroplasty: part II - imaging of component dislocation, loosening, infection, and soft tissue injury. *Clin Imaging.* 2022; 92: 72-82.
20. Thomsen MN, Jakubowitz E, Seeger JB, Lee C, Kretzer JP, Clarius M. Fracture load for periprosthetic femoral fractures in cemented versus uncemented hip stems: an experimental in vitro study. *Orthopedics.* 2008; 31(7): 653.
21. Sershon RA, McDonald JF 3rd, Ho H, Hamilton WG. Periprosthetic femur fracture risk: influenced by stem choice, not surgical approach. *J Arthroplasty.* 2021; 36(7S): S363-6.
22. Lygrisse KA, Gaukhman GD, Teo G, Schwarzkopf R, Long WJ, Aggarwal VK. Is surgical approach for primary total hip arthroplasty associated with timing, incidence, and characteristics of periprosthetic femur fractures? *J Arthroplasty.* 2021; 36(9): 3305-11.

Comparative outcomes of PFN vs PFNA2 nailing for osteoporotic unstable intertrochanteric fractures in the elderly

Resultados comparativos del empleo de clavos PFN frente a PFNA2 para fracturas osteoporóticas inestables intertrocantericas en ancianos

Dahuja A,* Khatri K,‡ Kaur R,§ Bansal K,¶ Singh S^{||}

Guru Gobind Singh Medical College and Hospital, Faridkot, Punjab, India.

ABSTRACT. Introduction: fixation of unstable intertrochanteric fractures presents a significant challenge, especially in the context of osteoporosis. Intramedullary implants have been established as superior to plate constructs. Our aim is to compare the complications and clinical outcomes of the Proximal Femur Nail (PFN) and Proximal Femur Nail Antirotation-2 (PFNA2) in managing unstable intertrochanteric fractures. **Material and methods:** a total of 212 patients meeting inclusion and exclusion criteria underwent fixation of trochanteric fractures using either a standard PFN (n = 110) or PFNA2 (n = 102). Their intraoperative and postoperative clinical and radiographic data were evaluated along with the quality of fixation. Data analysis was performed using the student's t-test, χ^2 test, and Mann-Whitney U test. **Results:** PFNA2 demonstrated more favorable outcomes compared to PFN in terms of a better intraoperative profile, functional outcomes (PFNA2: PFN = 82:75), and fewer implant-related complications. Significant issues in the PFN group included screw back-out, guidewire breakage, and proximal protrusion of the nail tip. In contrast, locking mechanism failure and lateral screw prominence were significant problems in the PFNA2 group. **Conclusion:** PFNA2 is the preferred implant for managing osteoporotic unstable intertrochanteric fractures, given the bone's weak inherent tendency to secure the implant.

Keywords: complications, intertrochanteric fractures, proximal femur nail.

RESUMEN. Introducción: la fijación de fracturas intertrocantericas inestables presenta un desafío importante, especialmente en el contexto de la osteoporosis. Se ha demostrado que los implantes intramedulares son superiores a las construcciones con placas. Nuestro objetivo es comparar las complicaciones y los resultados clínicos del clavo de fémur proximal (PFN) y el clavo de fémur proximal antirotación-2 (PFNA2) en el tratamiento de fracturas intertrocantericas inestables. **Material y métodos:** un total de 212 pacientes que cumplían con los criterios de inclusión y exclusión se sometieron a fijación de fracturas trocantericas utilizando un PFN estándar (n = 110) o PFNA2 (n = 102). Se evaluaron sus datos clínicos y radiográficos intraoperatorios y postoperatorios junto con la calidad de la fijación. El análisis de los datos se realizó mediante la prueba t de Student, la prueba de χ^2 y la prueba U de Mann-Whitney. **Resultados:** PFNA2 demostró resultados más favorables en comparación con PFN en términos de un mejor perfil intraoperatorio, resultados funcionales (PFNA2: PFN = 82:75) y menos complicaciones relacionadas con los implantes. Los problemas importantes en el grupo PFN incluyeron el retroceso del tornillo, la rotura de la guía y la protrusión proximal de la punta del clavo. Por el contrario, la falla del mecanismo de bloqueo y la prominencia lateral del tornillo fueron problemas importantes en el grupo PFNA2. **Conclusión:** PFNA2 es el implante preferido para el tratamiento de fracturas intertrocantericas inestables osteoporóticas, dada la débil tendencia inherente del hueso a asegurar el implante.

Palabras clave: complicaciones, fracturas intertrocantericas, clavo de fémur proximal.

Level of evidence: III

* Assoc. Prof Dept. of Orthopaedics GGS Faridkot Punjab, India.

‡ Assist. Prof. Dept. of Orthopaedics AIIMS Bathinda.

§ Assoc. Prof Dept. of Radiodiagnosis GGSMCH Faridkot Punjab, India.

¶ Prof Dept. of Orthopaedics GGSMCH Faridkot Punjab, India.

^{||} Junior resident department of Orthopaedics GGSMCH.

Correspondence:

Rashmeet Kaur, MD

GGS Faridkot Punjab India.

Flat 231 medical campus GGS Faridkot

E-mail: dr.rashmeet@gmail.com

Received: 01-23-2024. Accepted: 02-21-2024.

How to cite: Dahuja A, Khatri K, Kaur R, Bansal K, Singh S. Comparative outcomes of PFN vs PFNA2 nailing for osteoporotic unstable intertrochanteric fractures in the elderly. Acta Ortop Mex. 2024; 38(5): 298-306. <https://dx.doi.org/10.35366/117378>



Introduction

Reverse oblique intertrochanteric fractures represent 2-23% of all trochanteric fractures^{1,2,3,4,5} and are classified by the AO classification as AO31A3. Increasing clinical evidence supports the use of intramedullary devices for these fractures, with large national registry data from Norway recently advocating for intramedullary devices over sliding hip screws.⁵

Complications with peritrochanteric fractures primarily arise from fixation issues rather than from union or delayed union, as the peritrochanteric area consists of cancellous bone.^{3,6} The strength of the fracture fragment-implant assembly depends on various factors, including bone quality, fragment geometry, reduction quality, implant design, and implant placement.^{3,6} Among these factors, surgeons can directly control the quality of the reduction, the choice of implant, and its placement. The preferred type of fixation device for intertrochanteric fractures remains a subject of debate.⁵

While the Proximal Femoral Nail (PFN) has shown superiority over extramedullary devices for unstable intertrochanteric fractures, complications such as screw cut-out, back out, varus collapse, and rotational instability remain significant postoperative issues, with complication rates up to 31% reported in the literature.⁷ Introduced in 2003, the Proximal Femoral Nail Antirotation (PFNA)

utilizes a helical blade instead of the conventionally used two screws, believed to provide stability, compression, and rotational control of the fracture. Theoretically, it compacts the bone during insertion into the femoral neck, thereby offering higher cut-out strength compared to other devices. This characteristic potentially reduces the chance of implant failure, especially in elderly, osteoporotic bones. This study was undertaken to compare these two types of intramedullary devices in managing unstable intertrochanteric fractures.

Materials and methods

Between January 2012 and June 2021, 240 adults with trochanteric fractures were operated on at our tertiary care hospital, and their data were evaluated. Patients over the age of 55 years with acute unilateral trochanteric fractures classified as AO/ASIF 31-A2 and AO 31-A3, who were independent ambulators prior to injury, were included and prospectively studied. Institutional ethical clearance was obtained (GGS/IEC/18/30). Patients with pathological fractures, open fractures, polytrauma, neuromuscular disorders, or severe cardiopulmonary insufficiency were excluded. A total of 212 patients meeting the inclusion and exclusion criteria underwent Closed Reduction and Internal Fixation (CRIF) of trochanteric fractures with either a standard Proximal Femoral Nail (PFN) (n = 110) or Proximal Femoral Nail Antirotation (PFNA2) (n = 102) as shown in demographics (*Table 1*). All patients provided written informed consent before the surgery.

Surgical exposures for both implants were similar, except for the techniques and instrumentation used in each system. Background and demographic variables, including age, gender, associated comorbidities, and pre-injury ambulatory status, were obtained. Fracture types were assessed and recorded as per the AO/ASIF classification system using orthogonal radiographs of the affected hip. All patients were administered spinal or epidural anesthesia and positioned supine on a fracture table prior to closed reduction of the fracture. Perioperatively, the duration of surgery, amount

Table 1: Demographic data of the patients.

	PFN group	PFNA2 group
Number of patients (n)	110	102
Mean age (years)	66 (61-82)	69 (62-84)
Sex (M:F)	2:3	4:5
AO classification 31A. 2.2: 2.3: 3.1	78: 23: 9	69: 27: 6
Patients with significant osteoporosis	42/110	37/102
PFN = Proximal femur nail. PFNA2 = Proximal femur nail antirotation-2.		

Table 2: Intraoperative/Perioperative details of the patients.

	PFN group (n =110)	PFNA2 group (n = 102)	p
Operative time (min)	54 (39-97)	44 (32-77)	< 0.05
Blood loss (ml)	121 (96-214)	91 (58-146)	< 0.05
Blood transfusion (units)	9	6	0.64
Fluoroscopy time (sec)	51 (33-86)	37 (28-71)	< 0.05
Reduction criteria			
TAD > 25 mm	9	11	0.8
Screw placement (suboptimal)	8	6	0.7
Neck shaft angle (\pm > 100)	18	6	< 0.05
Length of hospital stay (days)	6 (4-14)	6 (3-15)	-
Reoperation	3	2	-
TAD = tip apex distance. PFN = Proximal femur nail. PFNA2 = Proximal femur nail antirotation-2.			



Figure 1: Anteroposterior pelvic radiograph showing backout of PFN screws and proximal protrusion of PFN nail.



Figure 2: Anteroposterior right hip radiograph showing broken guide wire with single screw.

The quality of reduction was assessed by comparing the neck-shaft angle of the operated hip to that of the normal hip on the anteroposterior view. A variation of less than 5 degrees from the normal side was considered a «good» reduction. Between 5 and 10 degrees of variation was considered ‘acceptable’, and more than 10 degrees of variation was considered «poor».¹⁰ The quality of fixation was assessed using the tip-apex distance described by Baumgaertner MR¹¹ and the Cleveland index.¹²

Clinical and radiological assessments of fracture union/ complications for all patients were done pre- operatively and post-operatively at six weeks, three months, six months, and one year. Functional evaluation was conducted at 1-year post-op using the Harris Hip Score.

Statistical Analysis

Statistical analysis was performed using SPSS software (IBM Version 20). The statistical difference between



Figure 3: Fluoroscopy imaging of the hip showing guide wire in the coxofemoral joint.

of blood loss, and the number of images shot on the image intensifier were recorded.

All patients received three doses of prophylactic antibiotics, including the pre-operative dose given within 30 minutes prior to the skin incision. Postoperatively, all patients received thromboprophylaxis with low molecular weight heparin for the duration of the hospital stay or the first 10 postoperative days, whichever was shorter, followed by aspirin for four weeks. All patients were allowed touch-down weight- bearing ambulation using a walking frame starting from the first postoperative day until six weeks, after which progressive weight bearing was allowed depending on the status of fracture union.

Fractures were classified using the AO alphanumeric classification⁸ after obtaining radiographs - an anteroposterior view of the pelvis with both hips and a lateral view of the affected hip. Singh’s index⁹ was used to grade the radiographs for the degree of osteoporosis. Preoperative and postoperative hemoglobin levels and units of blood transfused were recorded. The operative time was documented as per the anesthesia record sheet.



Figure 4: Anteroposterior hip radiograph showing «Z effect» of PFN as a complication: proximal screw into the joint with varus collapse. Smaller proximal PFN screw doesn’t hold well in osteoporotic bone whereas a larger screw can lead to «Z effect».

continuous variables was assessed using the student's t-test. Categorical variables were compared using the χ^2 test. Statistical significance was set at a P-value of 0.05 or less. χ^2 and student T test used to check significance.

Results

Our study consisted total of 212 patients with the demographics as shown in *Table 1*. There was female preponderance with 37% of osteoporotic patients. Average operative time, fluoroscopy time and blood loss were significantly lower in PFNA2 group as shown in *Table 2*.

The average operative time in PFNA2 group was 44 min as compared to 54 min in PFN group. Average blood loss was also lower in PFNA2 group (PFN: PFNA2; 121 ml: 91 ml). The fluoroscopy time was significantly lower in PFNA2 group.

There was no difference in the average length of hospital stay and reoperation rate in both the groups.

Implant related complications like screw back out (*Figure 1*), guide wire breakage (*Figures 2 and 3*), Z effect (*Figure 4*), TAD outliers (*Figure 5*) were more in PFN group whereas lateral screw protrusion, locking mechanism failure and barrel disengagement was more in PFNA2 group as shown in *Figures 6-9*. Neck shaft valgus outliers are more common in PFN group (*Figure 10*).

There was no difference between the two groups in terms of surgery related complications, except for early postoperative limb length discrepancy, which was significantly higher in PFN group (*Table 3*).

There was significant hip pain and varus malalignment in PFN group as shown in *Table 4* and *Figure 11*. Walking aid requirement was relatively on higher side in PFN group (PFN: PFNA2; 13:9) at six months as shown in *Figure 12*. Persistent pain (PFN: PFNA2; 23:14), limb length discrepancy (PFN: PFNA2; 11:4) and varus malalignment (PFN: PFNA2; 19:11) was significantly higher in PFN group.

Favorable results of PFNA2 over PFN in terms of better intraoperative profile, functional outcome (PFNA2: PFN

= 82:75) and minimum implant related complications are shown in *Figure 13*.

Discussion

The literature suggests that the Proximal Femoral Nail (PFN) is a reliable method for treating peritrochanteric femur fractures. However, technical complications, such as intraoperative placement issues, cut-out, and the Z-effect in screws of proximal fixation, have been reported.^{10,13} The Proximal Femoral Nail Antirotation-2 (PFNA) was designed to simplify the technique and reduce implant-related complications. Replacing column screws with a helical blade increases the contact surface area between the holding device and the cancellous bone of the femoral head, enhancing stability in fracture fixation and significantly higher rotational torques, as demonstrated in biomechanical studies.^{10,14,15,16,17}

Intraoperative data favored the PFNA group compared to the PFN group, with surgical duration, blood loss, and fluoroscopy time being significantly lower, supporting

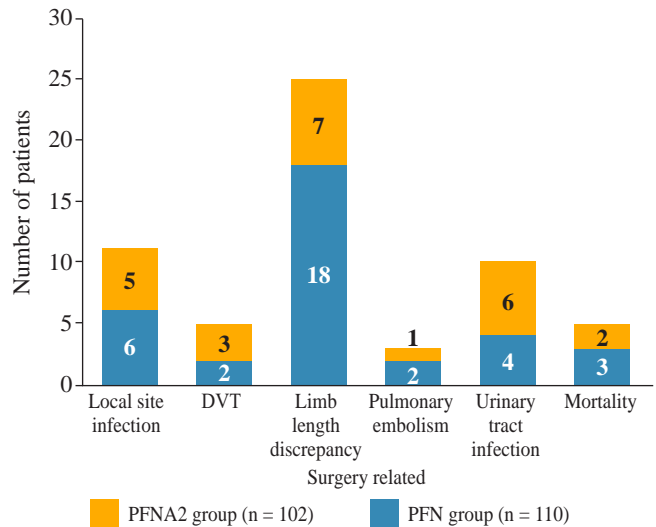


Figure 6: Comparing surgery related complications in both the groups.



Figure 5: Radiographic series of right hip showing TAD outliers in PFNA2 but long-term good results.

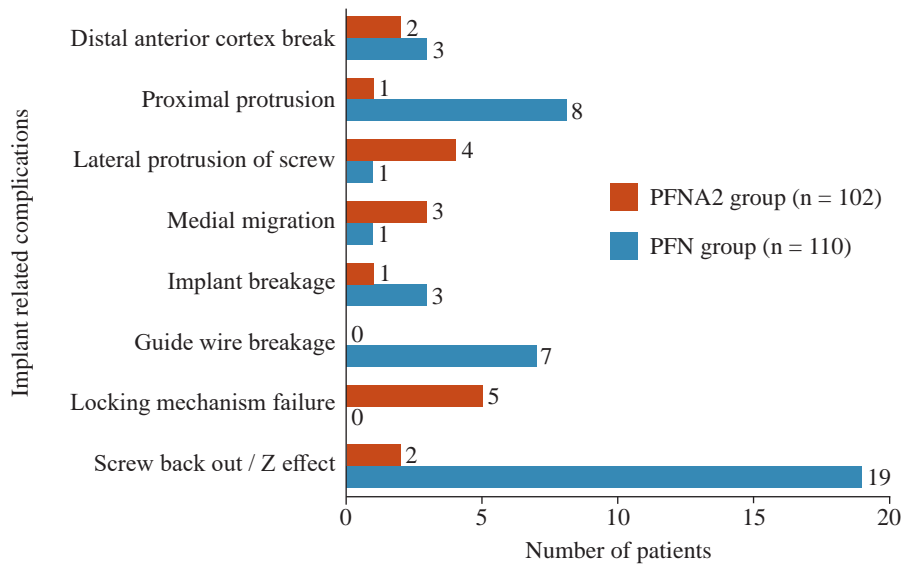


Figure 7:

Comparison of implant related complications in both the groups.



Figure 8: Radiographic series of left hip showing locking mechanism failure of a long helical screw.



Figure 9: Anteroposterior hip radiographs showing barrel disengagement of helical blade of PFNA2.

findings from previous studies.^{18,19} Kashid MR et al. and Xie et al. found similar functional results between PFNA and PFN, but PFNA significantly reduced surgery time, blood loss, and fluoroscopy time.^{9,18,19}

We observed nearly double the number of complications in the PFN group compared to the PFNA2 group, with implant-related complications constituting a significant portion, reinforcing findings from previous studies.^{20,21,22,23} Gardenbroek et al. found that the risk of secondary late complications and reoperation is much higher with PFN than with the helical blade device.²⁰ Overall, implant-related complications were 34% in the PFN group.^{7,20,21,22,23}

Implant-related complications, such as screw back-out, guidewire breakage, and proximal protrusion, were more pronounced in the PFN group, whereas lateral screw protrusion and medial migration were notable in the PFNA2 group.²⁴ Lateral screw protrusion was observed in four patients in the PFNA2 group and one patient in the PFN group at the final follow-up in our study. Hu et al suggested a morphological mismatch in the Asian population between the proximal fragment of PFNA2 and the greater trochanter, leading to post-operative lateral trochanter pain.²⁴

Nikoloski et al recommended a tip apex distance (TAD) of 20-30mm for PFNA2,²⁵ observing a higher incidence of cut-through when TAD was more than 30 mm or less than

20 mm. In our study, TAD outliers (< 20 or > 30) were 9 and 11 in the PFN and PFNA2 groups, respectively, with a higher implant failure rate, which is consistent with the study by Sharma et al, who had more outliers in the PFNA2 group but fewer implant failures.²⁶ Our results, supporting the study by Sharma et al., indicate that achieving an



Figure 10: Postoperative X-rays of left and right hip showing excessive valgus angulation of PFN and PFNA2.

Table 3: Comparison of surgical and implant related complications.			
	PFN group	PFNA2 group	p
Surgery related complications			
Local site infection (n)	6	5	–
Deep vein thrombosis (DVT)	2	3	–
Limb length discrepancy on the 2nd postoperative day (\pm 1 cm)	19	6	< 0.05
Pulmonary embolism	2	1	–
Urinary tract infection	4	6	–
Mortality	3	2	–
Total complications	35	24	–
Implant related complications			
Screw back out / Z effect	19	2	< 0.05
Locking mechanism failure	–	5	–
Guide wire breakage	7	0	< 0.05
Implant breakage	3	1	–
Medial migration	1	3	–
Lateral protrusion of screw	1	4	< 0.05
Proximal protrusion	8	1	< 0.05
Distal anterior cortex break	3	2	–
Total complications	42	18	< 0.05

PFN = Proximal femur nail. PFNA2 = Proximal femur nail antirotation-2.

Table 4: Comparison of clinicoradiological outcomes in both the groups.			
	PFN group	PFNA2 group	p
Harris Hip Score at 1 year follow up	75 (59-89)	82 (64-91)	0.15
Requirement of walking aids	13	9	0.32
Return to preinjury status	21	31	0.18
Persistent pain	23	14	< 0.05
Varus malalignment	19	11	< 0.05
Time to fracture union (average in months)	5.3	4.7	< 0.22
Limb length discrepancy (one year follow up)	11	4	< 0.05

PFN = Proximal femur nail. PFNA2 = Proximal femur nail antirotation-2.

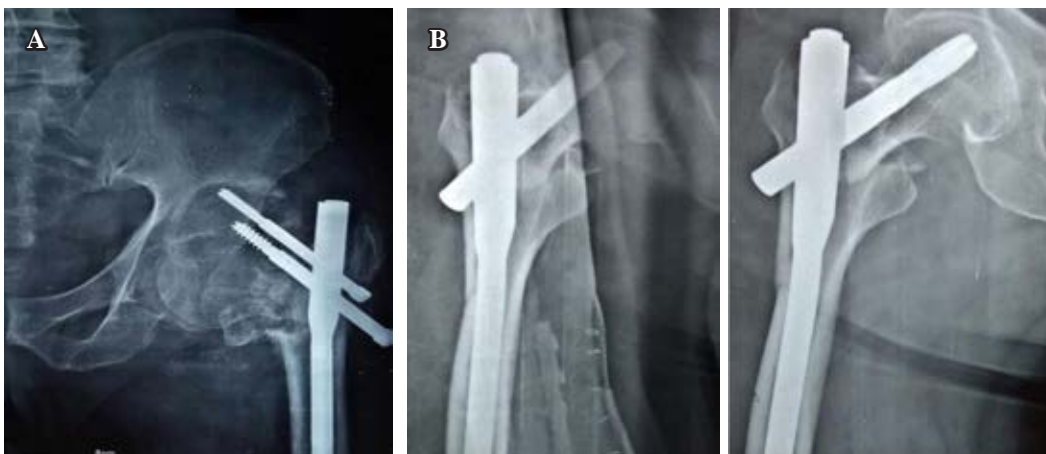


Figure 11: A) Anteroposterior hip radiograph showing varus collapse with PFN screws into the superior acetabular region. B) Radiographic series of the hip showing varus collapse of PFNA2 with medial migration of helical blade in second image.

optimal TAD is crucial, but some outliers are acceptable in the PFNA2 group (as shown in *Figure 5*), likely due to its inherent stability.

According to the Cleveland index, maintaining an optimal position (centre-centre, inferior-centre) of the screw is crucial for a good outcome.¹² Complications were more frequent when the screw position was suboptimal in the PFN group. When the index was centre-centre in both groups, no complications were observed, and outcomes were better, whereas five out of eight screws that were in a suboptimal position backed out. Only one case in the PFN group with an inferior-centre index showed a complication of screw back-out. Our results are consistent with other studies comparing these implant designs. Mora A et al compared PFNA with PFN and found a lower incidence of cut-out with PFNA.²⁷ Choo SK et al found less postoperative sliding with PFNA compared to PFN, like our study, which found no difference in walking capacity between patients with either implant.²⁸

Maintaining the neck-shaft angle difference between the operated and normal side to less than 5° is necessary for better outcomes.²⁹ In our study, varus malalignment and Limb Length Discrepancy (LLD) were associated with a neck shaft angle difference of 10° and 5° in the PFNA

and PFN groups, respectively. Neck shaft angle outliers were more common in the PFN group (*Figure 10*), likely to achieve better proximal screw purchase and to avoid postoperative varus collapse, whereas outliers in TAD were more common in the PFNA group, possibly due to difficulty in differentiating between the screwdriver tip and screw head while engaged.

Limb lengthening was notably more common in the PFN group compared to the PFNA group postoperatively (19:6) and even at 1-year follow-up (11:4). No study in the literature highlights LLD between the two groups. Limb lengthening in the PFN group, which was managed with a shoe raise, was likely due to the need to accommodate two screws with better purchase in the middle and inferior part of the neck and excessive intraoperative valgus to achieve the same.

Functional and Radiological Outcomes

Harris Hip Score (HHS) scores and union rates were better in the PFNA2 group (82:75) but statistically non-significant, favoring the study by Mallya et al.³⁰ Varus malalignment, persistent pain, and limb length discrepancy were significantly more common in the PFN group. Park et al and Li et al concluded that PFNA2 outperforms PFNA in terms of functional outcome and mobility scores, whereas Loo et al, from their review article of 62 patients, concluded that PFNA is a better implant for stabilizing proximal hip fractures than PFNA2.^{31,32,33}

A recent study by Baek SH et al demonstrated better clinical outcomes with similar surgical time in both the groups whereas in contrast our study the surgical time was significantly less in PFNA2 group though better clinical outcomes.³⁴ Our study favoured Yadav et al results which highlighted PFNA2 superiority over PFN in terms of shorter duration of surgery and lesser fluoroscopic exposure.³⁵

Limitations: This is a short-term follow-up study. Although the results suggest that PFNA2 is more cost-effective than PFN due to fewer complications, cost-

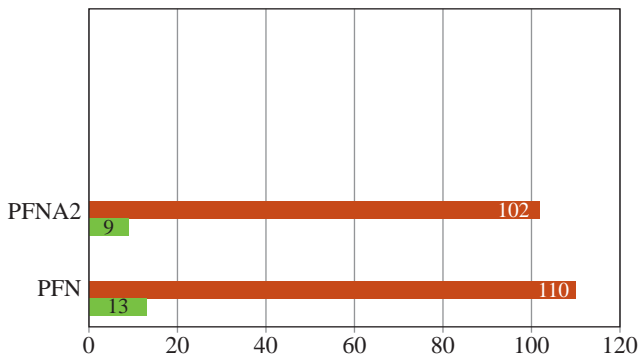


Figure 12: Number of patients requiring walking aids at 6 months in both the groups depicted in green colour.

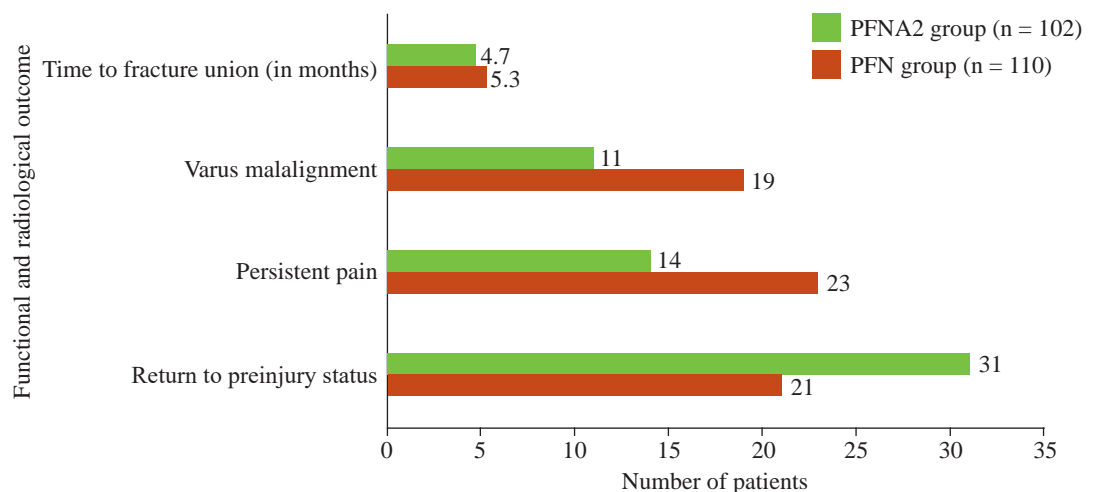


Figure 13:

Functional and radiological outcome in both the groups.

effectiveness was not evaluated. Further studies should be focused on to limit the complications and if so, then how to manage them.

Conclusion

Our study strongly favors PFNA2 over the PFN implant in terms of fewer implant-related intraoperative, postoperative, and short-term complications, while functional outcomes are comparable in both groups. PFNA2 is the implant of choice for osteoporotic unstable intertrochanteric fractures, where the bone's inherent ability to hold the implant is weak.

References

- Park SY, Yang KH, Yoo JH, Park HW. The treatment of reverse obliquity intertrochanteric fractures with the intramedullary hip nail. *J Trauma*. 2008; 65(4): 852-7. doi: 10.1097/TA.0b013e31802b9559.
- Min WK, Kim SY, Kim TK, Lee KB, Cho MR, Ha YC, et al. Proximal femoral nail for the treatment of reverse obliquity intertrochanteric fractures compared with gamma nail. *J Trauma*. 2007; 63(5): 1054-60. doi: 10.1097/01.ta.0000240455.06842.a0.
- Brammar TJ, Kendrew J, Khan RJ, Parker MJ. Reverse obliquity and transverse fractures of the trochanteric region of the femur: a review of 101 cases. *Injury*. 2005; 36(6): 851-7. doi: 10.1016/j.injury.2005.02.004.
- Haidukewych GJ, Israel TA, Berry DJ. Reverse obliquity fractures of the intertrochanteric region of the femur. *J Bone Joint Surg Am*. 2001; 83(5): 643-50. doi: 10.2106/00004623-200105000-00001.
- Matre K, Havelin LI, Gjertsen JE, Vinje T, Espehaug B, Fevang JM. Sliding hip screw versus IM nail in reverse oblique trochanteric and subtrochanteric fractures. A study of 2716 patients in the Norwegian Hip Fracture Register. *Injury*. 2013; 44(6): 735-42. doi: 10.1016/j.injury.2012.12.010.
- Akinci O, Akalin Y, Reisoglu A, Kayali C. Comparison of long-term results of dynamic hip screw and AO 130 degrees blade plate in adult trochanteric hip fractures. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2010; 44(6): 443-51. doi: 10.3944/AOTT.2010.2356.
- Hohendorff B, Meyer P, Menezes D, Meier L, Elke R. Treatment results and complications after PFN osteosynthesis. *Unfallchirurg*. 2005; 108(11): 938, 940, 941-6. doi: 10.1007/s00113-005-0962-8.
- Marsh JL, Slongo TF, Agel J, Broderick JS, Creevey W, DeCoster TA, et al. Fracture and dislocation classification compendium - 2007: Orthopaedic Trauma Association classification, database and outcomes committee. *J Orthop Trauma*. 2007; 21(10 Suppl): S1-133. doi: 10.1097/00005131-200711101-00001.
- Singh M, Nagrath AR, Maini PS. Changes in trabecular pattern in the upper end of the femur as an index of osteoporosis. *J Bone Joint Surg Am*. 1970; 52(3): 457-67.
- Karapinar L, Kumbaraci M, Kaya A, Imerci A, Incesu M. Proximal femoral nail anti-rotation (PFNA) to treat peritrochanteric fractures in elderly patients. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2012; 22: 237-243. doi: 10.1007/s00590-011-0810-1.
- Baumgaertner MR, Curtin SL, Lindskog DM, Keggi JM. The value of the tip-apex distance in predicting failure of fixation of peritrochanteric fractures of the hip. *J Bone Joint Surg Am*. 1995; 77(7): 1058-64. doi: 10.2106/00004623-199507000-00012.
- Cleveland M, Bosworth DM, Thompson FR, Wilson HJ Jr, Ishizuka T. A ten-year analysis of intertrochanteric fractures of the femur. *J Bone Joint Surg Am*. 1959; 41-A(8): 1399-408.
- Lenich A, Vester H, Nerlich M, Mayr E, Stockle U, Füchtmeier B. Clinical comparison of the second and third generation of intramedullary devices for trochanteric fractures of the hip - Blade vs screw. *Injury*. 2010; 41(12): 1292-6. doi: 10.1016/j.injury.2010.07.499.
- Strauss E, Frank J, Lee J, Kummer FJ, Tejwani N. Helical blade versus sliding hip screw for treatment of unstable intertrochanteric hip fractures: a biomechanical evaluation. *Injury*. 2006; 37(10): 984-9. doi: 10.1016/j.injury.2006.06.008.
- Al-Munajjed AA, Hammer J, Mayr E, Nerlich M, Lenich A. Biomechanical characterisation of osteosyntheses for proximal femur fractures: helical blade versus screw. *Stud Health Technol Inform*. 2008; 133: 1-10.
- Huang Y, Zhang C, Luo Y. A comparative biomechanical study of proximal femoral nail (InterTAN) and proximal femoral nail antirotation for intertrochanteric fractures. *Int Orthop*. 2013; 37(12): 2465-73. doi: 10.1007/s00264-013-2120-1.
- Nüchtern JV, Ruecker AH, Sellenschloh K, Rupprecht M, Püschel K, Rueger JM, et al. Malpositioning of the lag screws by 1- or 2-screw nailing systems for peritrochanteric femoral fractures: a biomechanical comparison of gamma 3 and intertan. *J Orthop Trauma*. 2014; 28(5): 276-82. doi: 10.1097/BOT.0000000000000008.
- Kashid MR, Gogia T, Prabhakara A, Jafri M, Shaktawat D, Shinde G. Comparative study between proximal femoral nail and proximal femoral nail antirotation in unstable intertrochanteric fractures. *Int J Res Orthop*. 2016; 2(4): 354-358.
- Xie H, Chen S, Zhou B. Comparison of proximal femoral nail antirotation-II and proximal femoral nail antirotation in fixation of femoral intertrochanteric fracture. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*. 2015; 95(29): 2346-50.
- Gardenbroek TJ, Segers MJM, Simmermacher RKJ, Hammacher ER. The proximal femoral nail antirotation: an identifiable improvement in the treatment of unstable peritrochanteric fractures? *J Trauma*. 2011; 71(1): 169-74. doi: 10.1097/TA.0b013e3182213c6e.
- Appelt A, Suhm N, Baier M, Meeder PJ. Complications after intramedullary stabilization of proximal femur fractures: a retrospective analysis of 178 patients. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2007; 33(3): 262-7. doi: 10.1007/s00068-007-6010-3.
- Fogagnolo F, Kfuri M Jr, Paccola CA. Intramedullary fixation of peritrochanteric hip fractures with the short AO/ASIF proximal femoral nail. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2004; 124(1): 31-7. doi: 10.1007/s00402-003-0586-9.
- Boldin C, Seibert FJ, Fankhauser F, Peicha G, Grechenig W, Szyszkowitz R. The proximal femoral nail (PFN) - a minimal invasive treatment of unstable proximal femoral fractures: a prospective study of 55 patients with a follow-up of 15 months. *Acta Orthop Scand*. 2003; 74(1): 53-8. doi: 10.1080/00016470310013662.
- Hu SJ, Chang SM, Ma Z, Du SC, Xiong LP, Wang X. PFNA-II protrusion over the greater trochanter in the Asian population used in proximal femoral fractures. *Indian J Orthop*. 2016; 50(6): 641-6. doi: 10.4103/0019-5413.193475
- Nikoloski AN, Osbrough AL, Yates PJ. Should the tip-apex distance (TAD) rule be modified for the proximal femoral nail antirotation (PFNA)? A retrospective study. *J Orthop Surg Res*. 2013 17; 8: 35. doi: 10.1186/1749-799X-8-35.
- Sharma A, Mahajan A, John B. A Comparison of the Clinico-Radiological Outcomes with Proximal Femoral Nail (PFN) and Proximal Femoral Nail Antirotation (PFNA) in Fixation of Unstable Intertrochanteric Fractures. *J Clin Diagn Res*. 2017; 11(7): RC05-RC09. doi: 10.7860/JCDR/2017/28492
- Mora A, Marimon I, Rius M, Brill W, Corral A, Gaya S, et al. PFN versus PFNA in treatment of trochanteric femoral fractures: a prospective study. *Orthop Procs*. 2011; 93-B(SUP_II): 136. doi: 10.1302/0301-620X.93BSUP_II.0930136d.
- Choo SK, Oh HK, Choi JY. PFNA and PFN in intertrochanteric fractures - Comparison Study of Sliding -. *J Korean Hip Soc*. 2010; 22(1): 79-85. doi: 10.5371/JKHS.2010.22.1.79.
- Li M, Wu L, Liu Y, Wang C. Clinical evaluation of the Asian proximal femur intramedullary nail antirotation system (PFNA-II) for treatment of intertrochanteric fractures. *J Orthop Surg Res*. 2014; 9: 112. doi: 10.1186/s13018-014-0112-5.
- Mallya S, Kamath SU, Madegowda A, Krishnamurthy SL, Jain MK, Holla R. Comparison of radiological and functional outcome of unstable intertrochanteric femur fractures treated using PFN and PFNA-2 in patients with osteoporosis. *Eur J Orthop Surg*

- Traumatol.* 2019; 29(5): 1035-42. doi: 10.1007/s00590-019-02401-x.
31. Park JH, Lee YS, Park JW, Wang JH, Kim JG. A comparative study of screw and helical proximal femoral nails for the treatment of intertrochanteric fractures. *Orthopedics.* 2010; 33(2): 81-5. doi: 10.3928/01477447-20100104-11.
 32. Li J, Cheng L, Jing J. The Asia proximal femoral nail antirotation versus the standard proximal femoral antirotation nail for unstable intertrochanteric fractures in elderly Chinese patients. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2015; 101(2): 143-6. doi: 10.1016/j.otsr.2014.12.011.
 33. Loo WL, Loh SYJ, Lee HC. Review of proximal nail antirotation (PFNA) and PFNA- 2-our local experience. *Malays Orthop J.* 2011; 5(2): 1-5. doi: 10.5704/moj.1107.001.
 34. Baek SH, Baek S, Won H, Yoon JW, Jung CH, Kim SY. Does proximal femoral nail antirotation achieve better outcome than previous-generation proximal femoral nail? *World J Orthop.* 2020; 11(11): 483-91. doi: 10.5312/wjo.v11.i11.483.
 35. Yadav S, Dakshinamoorthy R. Comparison of twin screw derotation type versus single helical blade type cephalomedullary nail in trochanteric fractures in geriatric population. *Cureus.* 2022; 14(11): e31557. doi: 10.7759/cureus.31557.

Artículo de revisión

doi: 10.35366/117379

Conversiones de prótesis unicompartmentales fallidas a reemplazo total de rodilla

Conversions from failed unicompartmental prostheses to total knee replacement

Olivetto R*

Sanatorio Americano, Rosario, Santa Fe, Argentina.

RESUMEN. Se aborda la evolución y los desafíos de las prótesis unicompartmentales de rodilla (Unis), destacando su uso desde la década de 1970 como alternativa a las osteotomías. A lo largo de los años, estas prótesis han ganado popularidad, aunque inicialmente enfrentaron críticas debido a tasas de revisión más altas en comparación con las artroplastias totales de rodilla (ATR). Estudios multicéntricos, como el de Heck y colaboradores, revelaron un aumento en las fallas asociadas con el índice de masa corporal y el sexo femenino. A pesar de esto, revisiones recientes, como la de Vasso y colegas, han mostrado una evolución positiva en los resultados de las Unis, aunque con un porcentaje de revisiones superior al de las ATR. También se enfatiza la importancia de una adecuada selección de pacientes, una técnica quirúrgica meticulosa y la evitación de sobrecorrección para el éxito de la cirugía. Se menciona que las Unis externas, aunque representan un pequeño porcentaje del total de rodillas protésicas, han mostrado resultados favorables en términos de supervivencia a largo plazo. Además, se discuten aspectos técnicos como la resección ósea mínima y el desgaste de polietileno, que son cruciales para el rendimiento de las prótesis. En conclusión se resalta la necesidad de seguir investigando y mejorando las técnicas para optimizar los resultados de las artroplastias unicompartmentales.

Palabras clave: artroplastía total de rodilla, prótesis unicompartmental, revisión.

ABSTRACT. The evolution and challenges of unicompartmental knee prostheses (UNIS) are addressed, highlighting their use since the 1970s as an alternative to osteotomies. Over the years, these prostheses have gained popularity, although they initially faced criticism due to higher revision rates compared to total knee arthroplasties (TKA). Multicenter studies, such as that of Heck et al., revealed an increase in failures associated with body mass index and female sex. Despite this, recent reviews, such as that of Vasso et al., have shown a positive evolution in the results of UNIS, although with a higher percentage of revisions than TKA. The importance of adequate patient selection, meticulous surgical technique, and avoidance of overcorrection for surgical success is also emphasized. It is mentioned that external UNIS, although representing a small percentage of total prosthetic knees, have shown favorable results in terms of long-term survival. In addition, technical aspects such as minimal bone resection and polyethylene wear, which are crucial for the performance of prostheses, are discussed. In conclusion, the need for further research and improvement of techniques to optimize the results of unicompartmental arthroplasties is highlighted.

Keywords: total knee arthroplasty, unicompartmental prosthesis, revision.

* Especialista en artroplastía de cadera y rodilla.

Correspondencia:

Dr. Roberto Olivetto

E-mail: olivettat@gmail.com

Recibido: 02-02-2023. Aceptado: 20-08-2023.

Citar como: Olivetto R. Conversiones de prótesis unicompartmentales fallidas a reemplazo total de rodilla. Acta Ortop Mex. 2024; 38(5): 307-320. <https://dx.doi.org/10.35366/117379>



Introducción

A modo de breve reseña histórica podemos decir que los primeros reportes de prótesis unicompartmentales (unis) se remontan a la década de los 70 cuando se comenzaron a utilizar a través de la misma incisión que para las prótesis totales y consideradas a corto plazo como alternativa a las osteotomías. Lograron popularidad autores como Macintosh (1964), McKeever, Engelbrecht (Link), Gunston (Protek), Marmor (S & N), Insall-Scott, Laskin, Goodfellow (Oxford), Miller-Galante (Zimmer), Cartier y Repicci, entre otros, pero mostraban resultados poco predecibles y pobre sobrevida a mediano y largo plazo, con un elevado porcentaje de complicaciones. Por tales motivos se produce una caída abrupta hasta ser utilizada en menos de 1% en la década de los 80.^{1,2}

La aparición de nuevos diseños protésicos de bajo perfil, que permiten alta flexión, posibilidad de meniscos móviles y preservación del capital óseo,³ mejoras en la calidad del polietileno, así como en los instrumentales de precisión, el desarrollo de técnicas mini invasivas^{4,5,6} y la utilización de cirugía robótica al igual que la mejor selección de los pacientes, ha hecho que la artroplastia unicompartmental de rodilla haya tenido un resurgimiento durante los últimos 20 años, ampliando las indicaciones a pacientes cada vez más jóvenes y activos.

En este sentido se han publicado varios trabajos sobre las comparaciones de indicar unis en menores o mayores de 60 años. En 2022, Salman LA y colaboradores publican una revisión sistemática sobre 11 estudios con 6,130 unis, no encontrando diferencias significativas entre jóvenes y mayores de 60 años en cuanto a tasas de revisión o resultados funcionales.⁷

Este auge notable es sustentado por publicaciones que informan sobrevida entre 95 y 98% a los 10 años postoperatorios. La mayoría de los autores justifican las indicaciones de unis apoyándose en las denominadas ventajas:^{3,8}

- Menor tiempo y exposición quirúrgica.
- Menor sangrado.
- Menor resección ósea (preservación de capital óseo ante una eventual revisión).⁹
- Preserva ligamentos cruzados. Mejor propioceptividad.
- Mejor movilidad.
- Menor costo.
- Menor morbilidad.
- Recuperación más rápida.
- Estudios comparativos de pacientes con prótesis total en un lado y unicompartmental en el otro, manifiestan más funcional y más natural la unicompartmental.^{10,11}

En este aspecto podríamos agregar que los pacientes a los que se les implanta una uni tienen rodillas menos deterioradas que a los que se les implantan prótesis totales, y ello puede explicar entonces que sientan sus rodillas más confortables.

La patología degenerativa de la rodilla se presenta de diferentes maneras y a diversas edades, es así que tendremos distintas opciones quirúrgicas para resolverla. Para indicar una uni debemos respetar los siguientes requisitos:^{3,12}

Según las indicaciones tradicionales de Kozinn y Scott de 1989: se hace una ecuación entre la edad biológica y cronológica del paciente, preferentemente alrededor de los 60 años con demanda funcional moderada o baja. Tendencias cambiantes en la actualidad, D'Ambrosi y asociados¹³ publican retomo a actividades deportivas al mismo nivel preoperatorio en 86% de los casos en pacientes mayores de 65 años y 100% de retomo en actividades amateurs a los dos años en pacientes menores de 65 años.

Debe tener afectación unicompartmental. Estadios III y IV de Ahlback. Lesión > de 50% del diámetro transversal del cóndilo femoral o del platillo tibia en rodilla estable que conserve el rango de movilidad. Desejes axiales < 10° y en las osteonecrosis residuales cuando ya se encuentren en período crónico, sin posibilidad de colapso articular.

Podemos citar como contraindicaciones las siguientes:^{1,14}

- Pacientes jóvenes y activos, en los que preferimos una osteotomía, muchas veces asociada con algún procedimiento artroscópico.
- Desejes > 10°.
- Rodillas inestables con lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) (aunque hay publicaciones en las que se hace la plástica del LCA y la uni en forma simultánea). Este concepto clásico ha sido estudiado recientemente por Du y colaboradores¹⁵ y los resultados publicados refieren tasa de revisión de 4.5% para los que tenían LCA deficiente y de 3.9% los de LCA intacto, con sobrevida a cinco años de 100% los deficientes contra 98.9% los de LCA intacto.
- Artritis inflamatorias.
- Obesidad mórbida índice de masa corporal (IMC) > 30.
- En pacientes con IMC > 35 riesgo de revisión 1.19.
- En pacientes con IMC > 40 riesgo de revisión 1.93.
- En pacientes con IMC > 50 riesgo de revisión 4.75.¹⁶
- Artrosis patelofemoral sintomática (contraindicación relativa).
- En infecciones activas.
- Limitación funcional marcada.
- Osteoporosis.¹⁷

Las unis requieren de una planificación y concreción técnica muy meticulosa para que sean exitosas y duraderas.

Con el resultado postoperatorio radiográfico inmediato podemos presumir la evolución teniendo en cuenta la alineación conseguida. (Plancher y colaboradores).¹⁸ Según la alineación postoperatorio se espera la consecuencia (*Figura 1*).

En resumen, una cirugía resultará exitosa si hay:

1. Adecuada selección del paciente

2. Minuciosa técnica quirúrgica
3. Evitar sobre corrección. SIEMPRE normo o hipocorrección

El reemplazo unicompartmental se ha convertido en la cirugía *fast track* más comúnmente realizada en su versión interna. Las unis externas constituyen 1% del total de todas las rodillas protésicas y 6-8% de las unis, y se las indica en rodillas con artrosis externa, que tengan valgo moderado, con ligamentos cruzados competentes, en algunas secuelas de fracturas o necrosis ósea avascular. En los últimos años también se ha revalorizado esta indicación; Plancher y colaboradores¹⁹ publican resultados favorables con las unis externas con sobrevivias de 100% a 10 años en jóvenes y de 98% a cinco años y 96% a 10 años para los ancianos operados.

Así mismo, es dable esperar que ante semejante cantidad de unis operadas, se produzcan fallos^{4,20} en dichos implantes que obliguen al cirujano ortopeda a convertirlas a un reemplazo articular total.

Cuando se produce el fallo del implante, el motivo de consulta más frecuente es el dolor^{21,22} y en menor medida la limitación funcional y la sensación de inestabilidad (Figura 2).

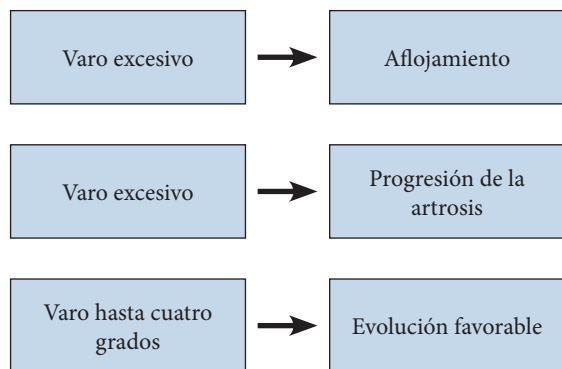


Figura 1: Según la alineación postoperatorio se espera la consecuencia.

Modos de fallo

Los modos de fallo descritos en la literatura incluyen el desgaste o deterioro del polietileno,²³ la progresión del cuadro artrósico, el aflojamiento aséptico, los síntomas patelofemorales,⁴ la malposición de los componentes (defectos de técnica), la luxación del polietileno en las unis de menisco móvil, el colapso del componente tibial,²⁴ la mala elección del paciente, las fracturas periprotésicas, la artrofibrosis y las infecciones.

Cuando la causa es el deterioro del polietileno en grados moderados o la progresión de la artrosis, las revisiones suelen ser sencillas porque no se ha producido una pérdida del capital óseo y habitualmente se puede implantar una prótesis primaria sin la necesidad de cuñas ni vástagos endomedulares.

Los casos con aflojamiento aséptico van a depender de la evolución, el estado biológico del hueso y las características del paciente, ya que, si se trata de una mujer obesa con osteopenia u osteoporosis, se debe esperar mucha pérdida ósea con la necesidad de prótesis de revisión provistas de escalones metálicos y vástagos.

Cuando se presenten casos de dolor patelofemoral, se debe estudiar profundamente al paciente. Si estamos seguros que el implante está firme y funciona correctamente, se pueden tomar medidas incruentas, medicamentosas o kinésicas. En caso de no responder, se podrá realizar alguna terapéutica quirúrgica que podrá variar desde pateloplastía, reemplazo patelofemoral o conversión a artroplastía total de rodilla (ATR) según la gravedad del caso. Los casos donde se han producido defectos técnicos, suelen comprometer tanto la estabilidad como la arquitectura ósea, motivo por el cual la conversión se presenta con mayores dificultades.

La luxación del polietileno se presenta exclusivamente en los implantes de menisco móvil. Es muy importante cuando utilizamos este tipo de implantes tener sumo cuidado de no liberar las estructuras mediales, ni dejar brechas asimétricas que generen cierto grado de inestabilidad con la consiguiente luxación del inserto. En general, se luxa hacia anterior y deben ser resueltos quirúrgicamente.



Figura 2:

Radiografías preoperatorias frente y perfil. Mujer de 72 años, IMC 32, cursa dos años postoperatorio. Diagnóstico uni dolorosa por progresión de la artrosis. Mala indicación de la uni. Consulta por dolor lateral y patelar. Laboratorio normal. Herida sin complicaciones.

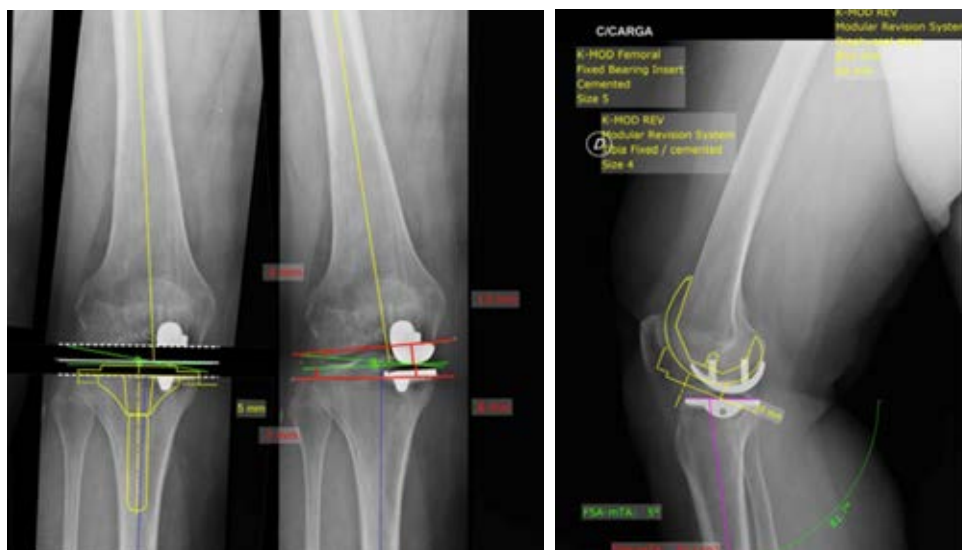


Figura 3:

Planificación preoperatoria.



Figura 4:

Telemetría preoperatoria. Mujer 59 años, IMC 31, diabética tipo II, tres años postoperatorio. Bisagra en rodilla izquierda, rodilla derecha colapso medial. Síntomas: rodilla inestable y dolorosa. Mala indicación y defectos técnicos.

El colapso del polietileno dentro de la meseta tibial es una complicación evitable que se veía con los modelos antiguos donde se utilizaban bases todas de polietileno y no se tenía en cuenta el apoyo cortical periférico. Además, era más frecuente cuando se daba una inclinación posterior exagerada mayor de siete grados o se trataba de hueso osteopéxico en mujeres obesas.²⁴

Las fracturas periprotésicas son poco frecuentes y de ocurrir afectan mayoritariamente al componente tibial. Hay momentos de la cirugía donde hay que ser muy cautos para evitarlas. Uno de ellos es cuando se hace el corte sagital de la tibia con la sierra recíprocante. No invadir la metáfisis, ya que puede ser un factor generador de fractura. Otro de los

gestos a tener en cuenta es cuando se realiza la impactación, sobre todo si se trata de prótesis no cementadas.²⁵ En casos de escaso desplazamiento se pueden solucionar con osteosíntesis, si el implante se encuentra firme. Cuando hay gran desplazamiento o severo colapso de la tibia se recurre a la conversión.

Las artrofibrosis no son muy frecuentes y de menor magnitud que en las ATR. Pueden corresponder también a factores como infecciones, defectos técnicos o causas psicológicas. Cada caso merece una exhaustiva evaluación antes de definir la táctica quirúrgica. Los casos comprobados como tales pueden ser tratados mediante manipulaciones o remoción artroscópica de la fibrosis.

Los cuadros de infecciones suelen ser los de resolución más compleja. Resulta fundamental el diagnóstico de certeza con identificación del germen. La revisión en dos tiempos sigue siendo el estándar de oro. Hay discrepancias en cuanto al tipo de espaciador a utilizar ya que hay quienes utilizan espaciadores parciales sólo en la zona afectada. Proponemos realizar amplia artrotomía con resección de la sinovial y otros tejidos blandos afectados, incluyendo el cartílago remanente de la patela y del lado contralateral y colocar un espaciador completo de rodilla con altas dosis de antibiótico específico según antibiograma.

En este primer tiempo se debe relevar acabadamente los defectos óseos existentes para programar el tipo de reconstrucción al realizar el segundo tiempo. Se deberá contar con prótesis de revisión y, en algunos casos severos, bisagras.

Si bien los modos de fallo son variados, hay algunos elementos que se deben tener en cuenta al abordar la resolución de estos pacientes.

1. El tipo de implante utilizado. Fijo o móvil. Cementado o no cementado.
2. El tiempo de evolución postoperatoria.
3. El tipo de paciente, edad, IMC, actividad física, comorbilidades, estado cutáneo y vascular, etcétera.

4. Cuán exacto haya sido el cirujano que lo intervino. Defectos técnicos. Resecciones excesivas.

Se clasifica a los pacientes según el sexo, la edad, el índice de masa corporal, la ubicación medial o lateral del implante y fundamentalmente, el modo de fallo del mismo.

Para la planificación preoperatoria son imprescindibles buenas radiografías de frente y perfil panorámicas con y sin carga de peso corporal, telemetría o escanograma de miembros inferiores para medir ejes (constatar hipo o hipercorrección), pérdidas de capital óseo, altura de la interlínea articular, dimensiones de los implantes y estabilidad de los mismos, así como la necesidad de usar injertos, cuñas, aumentos metálicos, vástagos o prótesis constreñidas (*Figuras 3 y 4*).²⁰

Se debe tener muy en cuenta el aspecto de la herida y los análisis de laboratorio. Ante cualquier artroplastia fallida siempre hay que sospechar una infección larvada y llevar a cabo el algoritmo correspondiente para confirmarla o descartarla.

Los parámetros a considerar para realizar una conversión exitosa son:

1. La elección de la vía de acceso.
2. La remoción de los componentes protésicos.

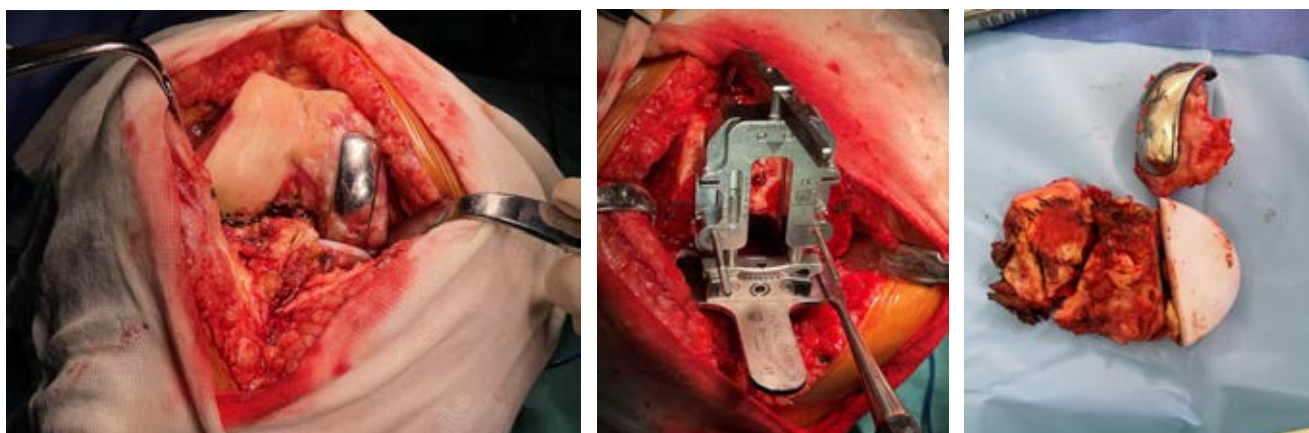


Figura 5: Resección preservando capital óseo.

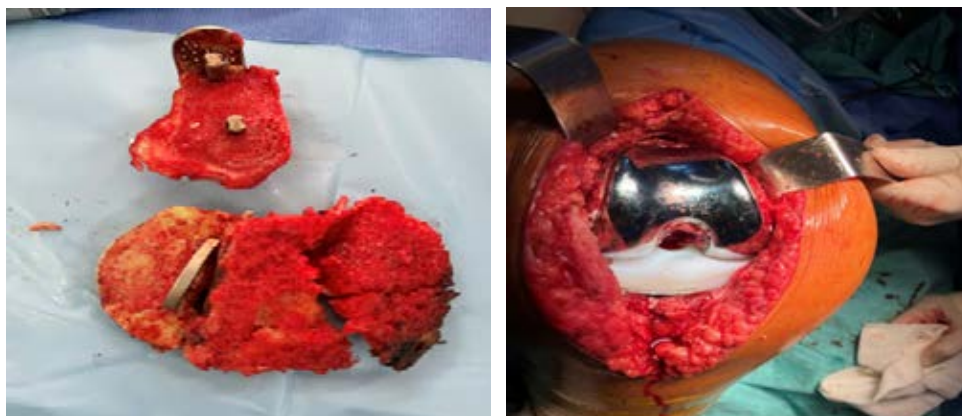


Figura 6:

Revisión con prótesis medial pivot.

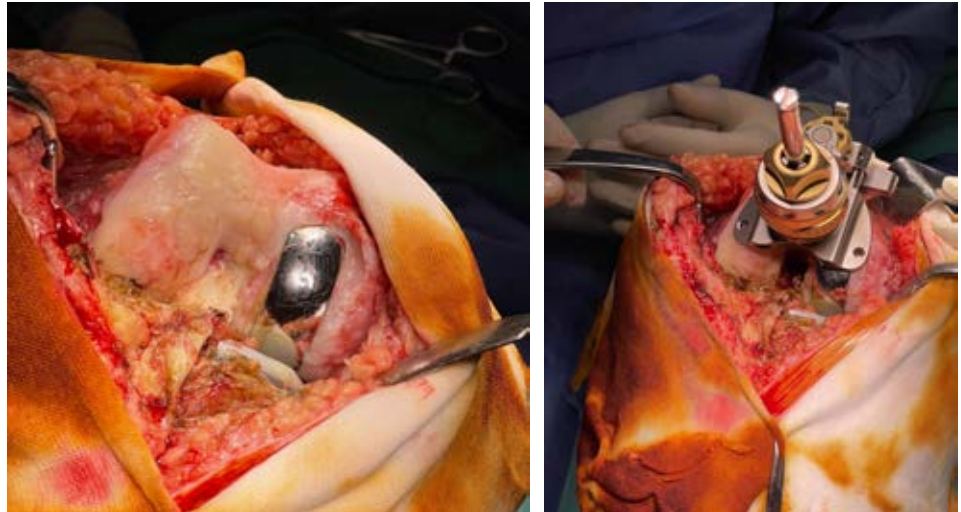


Figura 7:

Defecto tibial por el hundimiento.
Vista intraoperatoria. Severo deterioro artrósico.



Figura 8: Aspecto intraoperatorio, colapso y desgaste del polietileno.



Figura 9: Desgaste de polietileno.

3. El manejo de los defectos óseos, que va a determinar el tipo de implante a utilizar para lograr una reconstrucción estable, funcional y duradera.
4. La estabilidad del implante.

Siempre se utiliza la misma vía de acceso empleada en la cirugía primaria con resección total de la cicatriz. Como la mayoría de los casos son mediales, se utiliza la vía para rotuliana interna con ampliaciones arciformes hacia proximal y distal.

Es muy importante no decolar los tejidos ni provocar desvascularización para evitar complicaciones de la herida. Recordar que el principal aporte sanguíneo de la rodilla proviene del lado medial de la articulación.

En caso de tener que revisar una uni externa, se podrá emplear la vía de Peter Keblish con los cuidados necesarios para evitar dehiscencias o complicaciones de la herida operatoria.

Como en cualquier revisión, siempre enviamos muestras de líquido articular y tejido sinovial para estudio anatómopatológico y bacteriología, aunque la rodilla muestre un aspecto saludable a la inspección ocular. Antes de remover los componentes se debe proteger al tendón rotuliano de una posible avulsión con una clavija metálica insertada en la tuberosidad anterior de la tibia.²⁶

Para evitar fracturas y pérdida de capital óseo se puede trabajar la articulación con las guías convencionales, ignorando la presencia de la prótesis y haciendo los cortes correspondientes en primer lugar en el lado opuesto y luego debilitar el manto de cemento femoral y tibial con osteótomos y sierras finas hasta lograr desprender la prótesis (*Figura 5*).

En el lado femoral siempre comenzamos los cortes con guías convencionales intramedulares y con resecciones de 9 a 11 mm en el lado contralateral. Los defectos suelen ser

contenidos y se pueden rellenar con injertos óseos tomados de los cortes del mismo paciente. La gran mayoría de los casos se resuelve de esta manera.

En caso de ser de mayor magnitud, se deberá contar con injertos óseos estructurados o aumentos metálicos y vástagos medulares. En el lado tibial es donde se encuentran defectos óseos de resolución más compleja y en relación directa al modo de fallo (Figuras 6 a 9).^{24,26}

Los componentes de polietileno son fácilmente removidos con sierras oscilantes a través de la interfase cemento-implante. Los arbotantes son seccionados con la misma sierra y luego retirados con mechas o curetas; los orificios remanentes son utilizados como anclajes para la nueva cementación (Figuras 8, 10 y 11).

Los componentes con base metálica son removidos con el mismo procedimiento, pero al no poderse amputar los arbotantes con la sierra, se debe emplear la técnica de los

escoplos escalonados o bien suaves golpes longitudinales con algún extractor *ad hoc*. Luego de retirados los componentes, se cuantifican los defectos óseos con la clasificación *Anderson Orthopaedic Research Institute (AORI)* y se procede a realizar la reconstrucción (Figuras 9 y 12).

Cuando los defectos son menores y contenidos, se rellenan con hueso morcelado autólogo y se utiliza una prótesis primaria. Cuando se trata de defectos mayores o no contenidos, se deben solucionar con injertos autólogos o suplementos metálicos, y en esos casos siempre se requerirá de vástagos para sostén y protección de los mismos (Figuras 13 y 14).²⁶

Todas las prótesis sean primarias o de revisión se implantan utilizando cemento con antibiótico (Figuras 15 y 16).²⁷

Los escenarios para la reconstrucción de uni fallida se pueden plantear de tres maneras posibles:

1. Conversión de uni a uni.²⁸

Sólo en casos muy seleccionados que tengan desgaste del polietileno sin aflojamiento tibial. En dicha situación se realiza sólo el cambio del inserto. Otra rara indicación sería el caso de aflojamiento del componente tibial con poca pérdida de capital óseo.

Recordar que existe la limitante de los espesores de polietileno en las uni que están disponibles según los modelos hasta 12 o 14 mm.

En las unis de menisco móvil, puede ocurrir que, ante un episodio de luxación, se deba cambiar el polietileno por uno más alto sin necesidad de cambiar la base metálica.

Alternativas menos frecuentes pueden ser implantar una prótesis patelofemoral si se produce deterioro sintomático de dicha articulación mientras la uni se mantiene fija y con buena función. La otra puede ser implantar otra uni en el compartimiento contralateral por progreso del deterioro artroscópico, siempre que se mantenga funcional el implante original y conservando los ligamentos cruzados.



Figura 10: Medición de la resección con ala de ángel prótesis *in situ*.



Figura 11: Cortes femorales con prótesis *in situ*.

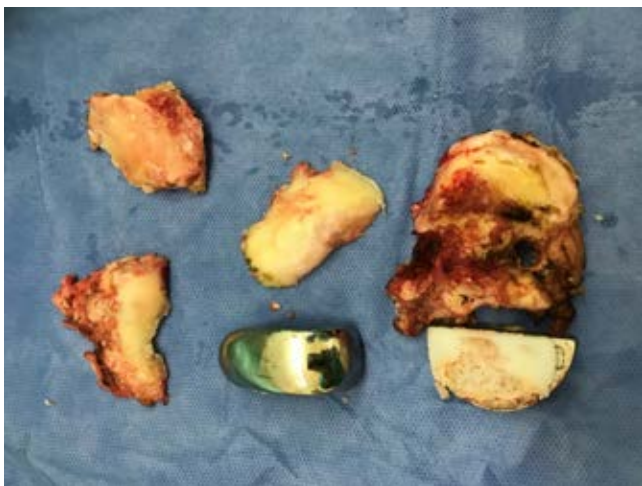


Figura 12: Resección ósea mínima.



Figura 13: Radiografías postoperatorio frente y perfil. Vástagos y escalón medial.

2. Conversión de uni a reemplazo total de rodilla (RTR) primario.

Es la situación más común cuando se trata de aflojamiento aséptico o avance del deterioro artrósico con pérdida leve a moderada del capital óseo. Suele ser necesaria la utilización de vástago tibial. Lewis y colaboradores publican que la tasa acumulativa de revisiones a 10 años es de 13% cuando se utiliza vástago tibial contra 19% cuando no lo usan.²⁹

3. Conversión de uni a RTR de revisión.

De aplicación en los casos de severo deterioro del capital óseo, como se suele ver en los hundimientos por colapso del componente medial o en las secuelas de infecciones.

En la mayoría de las publicaciones se utilizan prótesis totales primarias con agregado de vástagos o de revisión.

En la planificación preoperatoria hacemos la medición de los defectos óseos trazando una línea horizontal en la radiografía de frente que pase inmediatamente por debajo del componente tibial protésico (Figuras 4 y 17).

Aquí también se pueden presentar tres escenarios distintos:

1. Cuando la resección ósea sea de hasta 10 mm en relación al platillo tibial sano, se podrá resolver con una prótesis primaria.
2. Si la línea de resección se encuentra entre 10 y 14 mm, se deberá compensar con injertos o con aumentos metálicos. Según la preferencia del cirujano y la edad del paciente, se podría también resolver con un inserto de polietileno de mayor espesor.
3. Si el defecto es mayor de 15 mm, deberá contarse con injertos estructurados o aumentos metálicos y la necesidad de vástago tibial. Es fundamental conservar el capital óseo tibial lateral y en estos casos se realizan osteotomías escalonadas (Figura 18).²⁰

Cuando se trata de un caso de desgaste del polietileno en un componente con base tibial metálica, se puede encontrar impregnación de metalosis en los tejidos blandos y la revisión debe incluir una resección meticulosa de la sinovial afectada para disminuir los efectos nocivos sobre el nuevo implante protésico.

Para toda cirugía de conversión de uni fallida debemos contar en la sala operatoria con los siguientes elementos:

- Prótesis primaria.
- Prótesis de revisión con tallos medulares femorales y tibiales.



Figura 14: Corte tibial con prótesis *in situ*.

- Cuñas y aumentos metálicos.
- Cemento con antibiótico.

En los casos de severa pérdida del capital óseo: hueso de banco estructurado y en chips de esponjosa y prótesis constreñidas. Si bien no suele ser necesaria su utilización, se pueden tener disponibles conos de metales trabeculares para corregir defectos severos. Como en cualquier reemplazo protésico, es fundamental la planificación preoperatoria para facilitar el desarrollo de la cirugía. Podemos saber de antemano si vamos a utilizar una prótesis total primaria o si serán necesarios componentes de revisión que incluyan vástagos medulares, cuñas o aumentos metálicos y componentes constreñidos (*Figura 19*).

El componente patelar es reemplazado según el criterio del cirujano, habitualmente lo hacemos únicamente en los casos de serio compromiso artrósico sintomático. En los pacientes con rótulas de aspecto casi normal, se realiza pa-

teloplastía, denervación y facetectomía externa sin colocar componente protésico.²²

Cabe recordar que hay modelos protésicos que no son amigables a no reemplazar la patela.

Revisión de la literatura

Así como se han publicado muchos trabajos sobre resultados alentadores hacia la primera década de implantadas las unis,^{9,30,31,32} deberá esperarse nuevos informes sobre la tasa de supervivencia hacia la segunda y tercera décadas. Estas experiencias han estimulado a muchos cirujanos ortopedistas a implantar prótesis en pacientes cada vez más jóvenes y activos y, por lo tanto, se deberá esperar que sea más probable algún tipo de fallo de los antes mencionados.

Barrett³³ publica 29 conversiones. cuya etiología fue 55% de aflojamientos y 31% de progresión de la artrosis. Promedio a la revisión de 47 meses (rango 4-113); 66% de



Figura 15:

Controles radiográficos frente y perfil. Vástago tibial cementado.

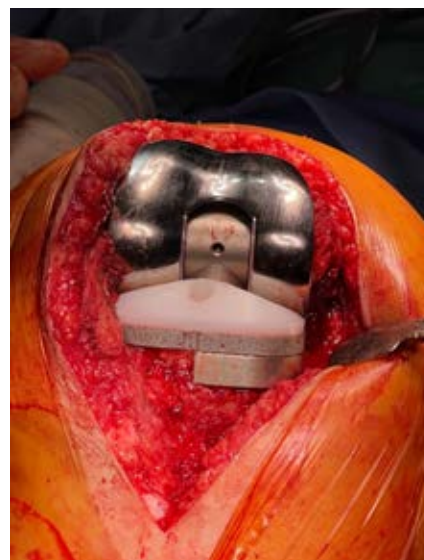


Figura 16:

Controles radiográficos postoperatorio frente y perfil.

Figura 17:

Radiografías con apoyo. Mujer de 78 años, cursa 14 años de operada, manifiesta dolor y desviación en varo, leve inestabilidad medial. Laboratorio normal, tegumentos normales, sin comorbilidades, diagnóstico desgaste de polietileno, defecto técnico por orientación en más de cuatro grados de varo del componente tibial.

**Figura 18:** Prótesis estabilizada posterior con vástago tibial.**Figura 19:** Prótesis de bisagra rotatoria. Escalón medial para compensar el defecto tibial.

los casos presentaban errores técnicos y mala indicación. Más de 50% requirieron injertos, aumentos y tallos tibiales. Seguidos a 4-6 años, sólo 66% seguían con buenos resultados (prótesis de primera generación), Padgett⁴ operó 19 pacientes con fallos entre ocho meses y ocho años por aflojamiento y progresión de la artrosis; 76% presentan defectos óseos mayores.

Manifiesta que es un procedimiento más difícil que revisar un RTR. Ochenta y cuatro por ciento buenos y excelentes resultados comparables a revisión de RTR (prótesis de primera generación). Levine²² presenta 31 pacientes con prótesis de segunda generación. Todas fallaron por desgaste de polietileno y progresión de la artrosis. Todas con base metálica y polietileno delgado. 23% tenían defectos contenidos. En 19% utilizó aumentos metálicos y tres tallos tibiales.

En la actualidad se recomienda no usar polietilenos de menos de 6 mm de espesor. McAuley²⁰ presenta 32 pacien-

tes con prótesis de segunda generación, con un promedio a la revisión de 67 meses. Las causas más frecuentes fueron desgaste y aflojamiento. Treintaiún por ciento de autoinjertos, 45% de tallos tibiales y 26% de aumentos metálicos. Consideran a estas cirugías como un procedimiento de rutina. Tiene 94% de supervivencia a los cinco años.

Springer y Scott²⁶ publican 22 pacientes: 12 desgaste de polietileno, siete aflojamientos y tres progresión de la artrosis y encuentran 77% de defectos óseos; utilizan 16 (73%) de prótesis primarias con conservación del ligamento cruzado posterior, seis injertos femorales, 10 (45%) defectos tibiales contenidos rellenos con injerto, cinco aumentos metálicos (23%) y dos tallos medulares. Resultados similares a revisión de RTR.

Aletto y Berend²⁴ publican 32 revisiones, 15 de las cuales fueron precoces (antes de los 16 meses) y atribuidas a un mecanismo distinto de falla, el denominado colapso del platillo tibial interno. Lo atribuyen a la mayor inclinación del

componente tibial (*slope*) y a pacientes de mayor edad con deficiente estructura ósea. Esto produce importantes defectos óseos y los pacientes debieron ser tratados con aumentos metálicos en ocho casos, cemento y tomillos en 18 y vástagos tibiales en 15. En el lado femoral utilizaron tomillos y cemento en 12 casos, tallos en seis y aumentos en uno.

Marmor³⁴ presentó un estudio a 10 y 13 años de evolución con 30% de fallas, siendo la causa principal el aflojamiento del componente tibial con importante hundimiento en la esponjosa del platillo medial. (Recordar que los primeros diseños se implantaban sin apoyo en la cortical tibial).

En un estudio de investigación multicéntrica encabezado por Heck y colaboradores,¹⁴ encontraron un aumento significativo de fallas asociadas con incremento en el índice de masa corporal y el sexo femenino.

En 2017 Vasso y asociados publican un artículo de revisión en el que analizan los mecanismos de fallo y la bibliografía publicada. Reconocen la buena evolución de las unis; sin embargo, coinciden con varios registros internacionales en su mayor porcentaje de revisiones si se la compara con ATR primarias.

El Registro Noruego reporta 1.26% revisiones para ATR contra 1.44% para las uni. El Registro de Nueva Zelanda reporta 1.15% al año. Cuatro veces más de revisiones cuando se convierte de uni a ATR y 13 veces más cuando se convierte de uni a otra uni. Datos similares reporta Hang en el Registro Australiano.

La luxación del polietileno es la causa predominante de fallo en las unis de menisco móvil, mientras que el desgaste y el aflojamiento lo son para las unis de plataforma fija. El progreso de la artrosis en el compartimiento contra lateral es una complicación común para ambos modelos.

Pandit y colegas³⁵ tienen 2.9% de complicaciones luego de 1,000 Oxford mediales con seguimiento a 5.6 años. Las causas para la revisión fueron progresión de la artrosis en 0.9%, luxación del polietileno 0.6 % y dolor inexplicable 0.6 %. En 19 de los 29 operados utilizaron prótesis primarias, dos de ellas con vástagos y cuñas, en seis hicieron reducción abierta por luxaciones del polietileno, en tres implantaron una uni externa y en uno revisaron sólo el componente tibial.

Epinette y su equipo³⁶ realizan un estudio multicéntrico de 418 casos con 45% de aflojamiento, 15% progresión de la artrosis y 12% desgaste. Otras causas fueron defectos técnicos en 11.5% de los casos, dolor inexplicable en 5.5% y colapso del platillo medial en 3.6%. El índice de infecciones estuvo en 1.9%.

En una revisión sistemática sobre 17 publicaciones Kim y su grupo³⁷ recopilaron 3,138 casos de Oxford fase 3 con seguimiento a 5.6 años. Ocurrieron fallas en 146 casos (4.6%). La causa más frecuente fue la luxación del polietileno con 1.5%. El aflojamiento como segunda causa con 1%, el dolor persistente 0.8%, progresión de la artrosis 0.5%, infección 0.3% y fractura del platillo medial 0.2%.

En otra revisión sistemática y metaanálisis, Peersman y colaboradores³⁸ reportan la evolución de 4,330 uni con pla-

tillo fijo y 5,133 con platillo móvil. Promedio de evolución 8.7 años las fijas y 5.9 años las móviles. Las tasas de revisión fueron similares en ambas, pero las diferencias fueron progresión de la artrosis 0.29% y aflojamiento 0.22% en las de platillo fijo; aflojamiento 0.44%, luxación del polietileno 0.29% y progresión de la artrosis 0.23% en las de menisco móvil.

En otra revisión sistemática, Ko y asociados³⁹ encuentran tasa de reoperaciones y complicaciones similares entre 1,392 unis móviles y 1,377 fijas. De igual manera manifiestan que las móviles son más proclives a revisiones por aflojamientos, progresión de la artrosis y luxación del polietileno. La mayor tasa de aflojamiento se atribuye a la osteólisis por partículas típicas de los meniscos móviles.

Sierra y su equipo⁴⁰ reportan una tasa de re-revisión luego de una revisión de uni de 4.5% a 75 meses de evolución. Sus causas de fallo fueron aflojamiento aséptico en 34 y 55% de progresión de la artrosis. Otras causas menores fueron desgaste del polietileno en 4% e infecciones en 3%.

En cuanto a la evolución de las unis convertidas a ATR, Lunebourg y colegas⁴¹ compararon las características quirúrgicas, evolución clínica y complicaciones tras un seguimiento de siete años y encontraron resultados más parecidos a los de las revisiones de ATR que a la de las prótesis primarias.

Schwarzkoepf y su grupo⁴² estudiaron el nivel de resección tibial en las unis y encontraron que los cortes más profundos se correlacionaban con la necesidad de utilizar vástagos y aumentos metálicos.

Cankaya y Della Valle⁴³ encontraron mayor pérdida de sangre y necesidad de transfusiones en revisiones de ATR a ATR, que en las unis a ATR que fueron comparables a las prótesis primarias.

Robertsson y W-Dahl⁴⁴ reportan que las tasas de re-revisión después de las unis a ATR fue mayor que para las ATR primarias. Utilizaron tallos en 17% contra 0.6% en las ATR primarias.

Conclusiones

Considero fundamental dividir a los pacientes según el sexo, la edad, el IMC, el estado óseo, pero fundamentalmente por el modo de fallo del implante, el cual va a ser predictivo de los defectos óseos que vamos a encontrar, así como del implante que vamos a necesitar para la reconstrucción.

En una categoría similar podremos agrupar a los pacientes con desgaste del polietileno, errores técnicos, progresión de la artrosis o mala indicación que seguramente tendrán poca afectación del capital óseo y la conversión será sencilla con la implantación de una prótesis primaria y un mejor resultado clínico y funcional.

Muy diferente será la situación de los pacientes que fallen por colapso del platillo medial, algunas fracturas periprotésicas y más aún en las infecciones que, además de comprometer seriamente el capital óseo del lado implanta-

do, producen un deterioro articular masivo con severo compromiso del cartilago contralateral (artritis séptica).

Creemos que se debe ser muy cauto en la indicación y selección del paciente al que se le va a implantar una prótesis unicompartimental y mucho más aún en la ejecución técnica del procedimiento, obteniendo siempre una normal o hipo corrección del eje del miembro. Los errores técnicos llevarán a una falla precoz, que obligará a realizar una conversión a RTR.

La revisión de uni a RTR será de mayor o menor complejidad, dependiendo de cuán conservador se haya sido en la primera cirugía y del modo de fallo. Los resultados obtenidos fueron iguales o hasta mejores que los de los pacientes con revisiones de prótesis totales, pero inferiores a los obtenidos con reemplazos electivos primarios.

Probablemente la mejoría en la tecnología, tanto de los instrumentales de colocación como de los implantes, ha transformado a la cirugía de conversión de uni a RTR en una operación más sencilla y con mejores resultados funcionales porque la mayoría de los modelos resecan menor capital óseo y se selecciona mejor a los pacientes.

Consejos técnicos

- No se obsesionen en retirar el implante primero.
- Usar guías de corte convencionales para retirar la uni.
- Sea cuidadoso con la tibia.
- No reseque innecesariamente platillo externo.
- Use aumentos.
- Ocasionalmente se pueden usar aloinjertos.
- Raramente tallos en el lado femoral.
- Tallos tibiales de preferencia.

Consideraciones finales

La uni es una cirugía revalorizada en las dos últimas décadas, sustentada en las potenciales ventajas, es una cirugía menos invasiva y preserva capital óseo.

Es fundamental la indicación y ejecución adecuadas, con lo que se pueden obtener buenos resultados.

Cuando se sobreindica o se registran defectos técnicos, tiene un alto índice de reoperaciones, mayoritariamente conversiones a ATR; estas conversiones serán una técnica demandante que dependerá de cuán conservador se haya sido en la cirugía inicial y el modo de fallo.

La sobrevida y satisfacción de los pacientes suelen ser menores a los de un RTR primario. En algunos pacientes con fallos que hayan producido menor deterioro del capital óseo, puede ser rescatada con una prótesis primaria; sin embargo, para los casos más complejos hay que estar preparado en sala operatoria con variedad de implantes de revisión o de mayor constricción.

Experiencia personal presentada en la Asociación Argentina para el estudio de la cadera y la rodilla ACARO (no está publicada).

Desde Mayo de 2005 a Junio de 2020 se operaron 34 pacientes, 18 hombres y 16 mujeres, con una edad promedio de 71 años (rango: 62 a 79 años). Veintidós fueron rodillas derechas y 12 izquierdas. Treinta y dos del compartimiento medial y dos del lateral. Ocho habían sido operadas en nuestro servicio y las otras 26 en otros nosocomios. El tiempo transcurrido a la conversión fue de ocho meses a 12 años. Doce implantes tibiales eran de polietileno y 22 tenían base metálica.

En referencia a las causas que originaron la necesidad de una revisión tuvimos:

Doce aflojamientos tibiales, seis hundimientos del platillo tibial interno, seis progresiones de la artrosis (mala elección del paciente), dos desgastes del polietileno, una fractura periprotésica tibial y siete infecciones (tres de ellas agudas y cuatro alejadas). Los siete casos infectados fueron resueltos en dos tiempos luego de espaciador de fabricación casera y tratamiento antibiótico específico. Los gérmenes encontrados fueron *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis* y *Enterococcus*.

En los 27 casos no sépticos se utilizaron injertos óseos tomados de los cortes para rellenar los defectos cavitarios femorales. En siete pacientes se emplearon injertos tibiales del mismo origen. Sólo 11 casos fueron resueltos con prótesis primarias (31%). En cinco se usaron tallos femoral y tibial. En ocho, únicamente tallo tibial y en cinco casos aumentos metálicos para compensar el defecto medial. El promedio de seguimiento fue de 32 meses (rango: 6 a 57 meses).

Resultados

Como se nota por el tiempo desde la cirugía primaria a la fecha de revisión, sólo dos casos debieron ser revisados por desgaste del polietileno. La mayoría fue por aflojamiento, defectos técnicos, progresión de la artrosis, colapso del platillo medial en cinco pacientes del sexo femenino con antecedentes de osteopenia severa o por infección.

Un paciente presentó un drenaje sanguíneo prolongado por la herida y requirió de limpieza quirúrgica. No se produjeron infecciones profundas. Una paciente obesa desarrolló un cuadro de trombosis venosa profunda que se resolvió con medicación y reposo.

Casi todos los pacientes mejoraron notablemente del dolor y en menor medida de la movilidad articular. Un paciente persistió con dolor en el compartimiento interno durante seis meses, se atribuyó a entesopatía y mejoró con el tratamiento fisioterápico; utilizando el puntaje de la *Knee Society*¹ 16 pacientes superaron los 90 puntos, 12 se encontraban entre 80 y 90, cuatro entre 70 y 80, y dos tuvieron menos de 70.

El rango de flexión pre y postoperatorio varió muy poco, de 115° en el pre a 110° en el post. Todos los pacientes fueron revisados con prótesis totales.

Una paciente presentó línea radioluciente sobre el platillo medial no progresiva hasta el último control a 29 meses postoperatorio.

Por razones obvias, los siete pacientes revisados por infección fueron los que tuvieron defectos óseos más importantes y debieron ser resueltos con tallos en ambos componentes y aumentos metálicos tibiales.

Sesenta y nueve por ciento de nuestros pacientes presentaban defectos óseos importantes, de tal manera que la cirugía resultó rutinaria sólo en 31% de los casos en los que pudo utilizarse una prótesis primaria.

Coincidiendo con las publicaciones de Padgett⁴ y Aletto²⁴, encontramos muchos pacientes con defectos óseos importantes y la necesidad de utilizar prótesis con vástagos en la mayoría de ellos.

Las limitaciones propias de este trabajo se basan en la poca cantidad de casos, lo heterogéneo de la población operada, los distintos tipos de fallo y la diversidad de implantes que revisamos. Cabe destacar también que se trata de una evaluación retrospectiva con un tiempo de seguimiento corto.

Sin embargo, pudimos sacar algunas conclusiones y muchas enseñanzas prácticas para resolver estos casos.

Referencias

- Insall JN, Dorr LD, Scott RD, Scott WN. Rationale of the Knee Society clinical rating system. *Clin Orthop Relat Res.* 1989; 248: 13-4.
- Insall J, Walker P. Unicompartmental knee replacement. *Clin Orthop Relat Res.* 1976; 120: 83-5.
- Cartier P, Sanouiller JL, Grelsamer RP. Unicompartmental knee arthroplasty: 10-year minimum follow-up period. *J Arthroplasty.* 1996; 11(7): 782-8.
- Padgett DE, Stern SH, Insall JN. Revision total knee arthroplasty for failed unicompartmental replacement. *J Bone Joint Surg Am.* 1991; 73(2): 186-90.
- Price AJ, Webb J, Topf H, Dodd CA, Goodfellow JW, Murray DW, et al. Rapid recovery after oxford unicompartmental arthroplasty through a short incision. *J Arthroplasty.* 2001; 16(8): 970-6.
- Repicci JA. Mini-invasive knee unicompartmental arthroplasty: bone-sparing technique. *Surg Technol Int.* 2003; 11: 282-6.
- Salman LA, Abudalou A, Khatkat H, Ahmed G, Dakin SG, Kendrick B, et al. Impact of age on unicompartmental knee arthroplasty outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2023; 31(3): 986-97.
- Squire MW, Callaghan JJ, Goetz DD, Sullivan PM, Johnston RC. Unicompartmental knee replacement a minimum 15 year Follow up study. *Clin Orthop.* 1999; 367: 61.
- Murray DW, Goodfellow JW, O'Connor JJ. The Oxford medial unicompartmental arthroplasty. *Bone Joint Surg Br.* 1998; 80(6): 983-9.
- Callahan CM, Drake BG, Heck DA, Dittus RS. Patient outcomes following unicompartmental or bicompartamental knee arthroplasty. A meta-analysis. *J Arthroplasty.* 1995; 10(2): 141-50.
- Laurencin CT, Zelicof SB, Scott RD, Ewald FC. Unicompartmental versus total knee arthroplasty in the same patient. A comparative study. *Clin Orthop Relat Res.* 1991; 273: 151-6.
- Chesnut WJ. Preoperative diagnostic protocol to predict candidates for unicompartmental arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1991; 273: 146-50.
- D'Ambrosi R, Ursino C, Mariani I, Corona K, Dahmen J, Sciarretta FV, et al. No difference in return to amateur sports after medial and lateral unicompartmental knee arthroplasty in patients younger than 65 years. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2022; 30(3): 1050-6.
- Heck DA, Marmor L, Gibson A, Rougraff BT. Unicompartmental knee arthroplasty a multicenter investigation with long term follow-up evaluation. *Clin Orthop Relat Res.* 1993; 286: 154-9.
- Du G, Qiu H, Zhu J, Wang H, Xiao Q, Zhang Z, et al. No difference unicompartmental knee arthroplasty for medial knee osteoarthritis with or without anterior cruciate ligament deficiency: a systematic review and meta-analysis. *J Arthroplasty.* 2023; 38(3): 586-93.e1. doi: 10.1016/j.arth.2022.10.018
- Pascual-Leone N, Minutillo GT, Headen AC, Sheth NP. Early outcome trends of unicompartmental knee arthroplasty in patients with morbid obesity: a potential for outpatient surgery. *J Arthroplasty.* 2022; 37(10): 2009-13.e3.
- Therbo M, Petersen MM, Varmarken JE, Olsen CA, Lund B. Influence of pre-operative bone mineral content of the proximal tibia on revision rate after uncemented knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br.* 2003; 85(7): 975-9.
- Plancher KD, Brite JE, Briggs KK, Petterson SC. Pre-arthritis/kinematic alignment in fixed-bearing medial unicompartmental knee arthroplasty results in return to activity at mean 10-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 2022; 104(12): 1081-9.
- Plancher KD, Briggs KK, Chinnakkannu K, Dotterweich KA, Commaroto SA, Wang KH, et al. Isolated lateral tibiofemoral compartment osteoarthritis: survivorship and patient acceptable symptom state after lateral fixed-bearing unicompartmental knee arthroplasty at mean 10-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 2022; 104(18): 1621-8.
- McAuley JP, Engh GA, Ammeen DJ. Revision of failed unicompartmental knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2001; 392: 279-82.
- Hamilton WG, Collier MB, Tarabee E, McAuley JP, Engh CA Jr, Engh GA. Incidence and reasons for reoperation after minimally invasive unicompartmental knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2006; 21(6 Suppl 2): 98-107.
- Levine WN, Ozuna RM, Scott RO, Thornhill TS. Conversion of failed modern unicompartmental arthroplasty to total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 1996; 11: 797-801.
- Morra EA, Greenwald AS. Effects of walking gait on ultra-high molecular weight polyethylene damage in unicompartmental knee systems. A finite element study. *J Bone Joint Surg Am.* 2003; 85-A Suppl 4: 111-4.
- Aletto TJ, Berend ME, Ritter MA, Faris PM, Meneghini RM. Early failure of unicompartmental knee arthroplasty leading to revision. *J Arthroplasty.* 2008; 23(2): 159-63.
- Seeger JB, Haas D, Jager S, Rohner E, Tohtz S, Clarius M. Extended sagittal saw cut significantly reduces fracture load in cementless unicompartmental knee arthroplasty compared to cemented tibia plateaus: an experimental cadaver study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012; 20(6): 1087-91. doi: 10.1007/s00167-011-1698-3.
- Springer BD, Scott RD, Thornhill TS. Conversion of failed unicompartmental knee arthroplasty to TKA. *Clin Orthop Relat Res.* 2006; 446: 214-20.
- Chiu FY, Lin CF. Antibiotic-impregnated cement in revision total knee arthroplasty. A prospective cohort study of one hundred and eighty-three knees. *J Bone Joint Surg Am.* 2009; 91(3): 628-33.
- Bohm I, Landsiedl F. Revision surgery after failed unicompartmental knee arthroplasty a study of 35 cases. *J Arthroplasty.* 2000; 15(8): 982-9.
- Lewis PL, Davidson DC, Graves SE, de Steiger RN, Donnelly W, Cuthbert A. Unicompartmental knee arthroplasty revision to TKA: are tibial stems and augments associated with improved survivorship? *Clin Orthop Relat Res.* 2018; 476(4): 854-862. doi: 10.1007/s11999-000000000000179.
- Berger RA, Meneghini RM, Jacobs JJ, Sheinkop MB, Della Valle CJ, Rosenberg AG, et al. Results of unicompartmental knee arthroplasty at a minimum of ten years of follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 2005; 87(5): 999-1006.
- Laskin RS. Unicompartmental tibiofemoral resurfacing arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 1978; 60(2): 182-5.
- Saleh KJ, Dykes DC, Tweedie RL, Mohamed K, Ravichandran A, Saleh RM, et al. Functional outcome after total knee arthroplasty revision a meta-analysis. *J Arthroplasty.* 2002; 17(8): 967-77.
- Barrett WP, Scott RD. Revision of failed unicompartmental knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 1987; 69(9): 1328-35.

34. Marmor L. Unicompartmental knee arthroplasty ten to 13-year follow-up study. *Clin Orthop Relat Res.* 1988; 226: 14-20.
35. Pandit H, Hamilton TW, Jenkins C, Mellon SJ, Dodd CA, Murray DW. The clinical outcome of minimally invasive Phase 3 Oxford unicompartmental knee arthroplasty: a 15-year follow-up of 1,000 UKAs. *Bone Joint J.* 2015; 97-B(11): 1493-500.
36. Epinette JA, Brunschweiler B, Mertl P, Mole D, Cazenave A; French Society for Hip and Knee. Unicompartmental knee arthroplasty modes of failure: wear is not the main reason for failure: a multicentre study of 418 failed knees. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2012; 98(6 Suppl): S124-30.
37. Kim SJ, Postigo R, Koo S, Kim JH. Causes of revision following Oxford phase 3 unicompartmental knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014; 22(8): 1895-901.
38. Peersman G, Stuyts B, Vandenlangenbergh T, Cartier P, Fennema P. Fixed- versus mobile-bearing UKA: a systematic review and meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015; 23(11): 3296-305.
39. Ko YB, Gujarathi MR, Oh KJ. Outcome of unicompartmental knee arthroplasty: a systematic review of comparative studies between fixed and mobile bearings focusing on complications. *Knee Surg Relat Res.* 2015; 27(3): 141-8.
40. Sierra RJ, Kassel CA, Wetters NG, Berend KR, Della Valle CJ, Lombardi AV. Revision of unicompartmental arthroplasty to total knee arthroplasty not always a slam dunk. *J Arthroplasty.* 2013; 28(8 Suppl): 128-32.
41. Lunebourg A, Parratte S, Ollivier M, Abdel MP, Argenson JN. Are revision of unicompartmental knee arthroplasties more like primary or revision TKA? *J Arthroplasty.* 2015; 30(11): 1985-9.
42. Schwarzkopf R, Mikhael B, Li L, Josephs L, Scott RD. Effect of initial tibial resection thickness on outcomes of revision UKA. *Orthopedics.* 2013; 36(4): e409-14.
43. Cankaya D, Della Valle CJ. Blood loss and transfusion rates in the revision of unicompartmental knee arthroplasty to total knee arthroplasty. Are similar to those of primary total knee arthroplasty but are lower compared with the revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2016; 31(1): 339-41.
44. Robertsson O, W-Dahl A. The risk of revision after TKA is affected by previous HTO or UKA. *Clin Orthop Relat Res.* 2015; 473(1): 90-3.

Artículo de revisión

doi: 10.35366/117380

Navegación asistida por ordenador versus cirugía convencional en artroplastía total de rodilla. Una revisión narrativa de la literatura

Computer-assisted navigation in total knee arthroplasty. A narrative review of the literature

Hernández-Vaquero D*

Universidad de Oviedo, Oviedo, Asturias, España.

RESUMEN. La navegación en las artroplastías totales de rodilla ha sido recomendada en los últimos años para facilitar la técnica y mejorar sus resultados. Una extensa literatura la ha comparado con la cirugía convencional, pero su superioridad no ha podido ser demostrada. Ante la abundante bibliografía y disparidad en sus conclusiones se han publicado un buen número de metaanálisis que han intentado resumir y esquematizar los resultados. El autor ha intentado 41 metaanálisis publicados que comparan ambas técnicas. La gran mayoría de ellos se han centrado en la colocación de los implantes y en la restauración de los ejes de la extremidad, lo que demuestra la superioridad de la navegación. Contrariamente, no se han observado diferencias clínicamente valorables al analizar los resultados clínicos y funcionales. No obstante, la navegación permite una visión dinámica de la rodilla, una evaluación objetiva de las partes blandas y ligamentos y es esencial para la alineación funcional como técnica individualizada.

Palabras clave: artroplastía total de rodilla, técnica quirúrgica, cirugía asistida, revisión, análisis.

ABSTRACT. Navigation in total knee arthroplasties has been recommended in recent years to facilitate the technique and improve its results. An extensive literature has compared it with conventional surgery, but its superiority has not been able to be demonstrated. Given the abundant bibliography and disparity in their conclusions, a good number of meta-analyses have been published that have attempted to summarize and schematize the results. We have reviewed 41 published meta-analyses comparing both techniques. Most of them have focused on the placement of implants and the restoration of the axes of the extremity, demonstrating the superiority of navigation. On the contrary, no clinically valuable differences have been observed when analyzing the clinical and functional results. However, navigation allows a dynamic view of the knee, an objective evaluation of the soft tissues and ligaments, and is essential for functional alignment as an individualized technique.

Keywords: total knee arthroplasty, surgical technique, assisted surgery, review, analysis.

Introducción

Aunque está reconocida en la práctica clínica la larga supervivencia y los excelentes resultados que ofrecen las artroplastías totales de rodilla (ATR), no es infrecuente que algu-

nos pacientes refieran dolor, limitación funcional y molestias imprecisas que impiden recuperar su pretendido estado de bienestar y reduce las expectativas tras este procedimiento. En la búsqueda de alternativas que pudieran disminuir estos deficientes resultados, a finales del siglo pasado,¹ surgió la

* Facultad de Medicina, Universidad de Oviedo, Oviedo, Asturias, España.

Correspondencia:

Daniel Hernández-Vaquero
Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud.
E-mail: danielhvaquero@gmail.com

Recibido: 25-01-2024. Aceptado: 16-03-2024.

Citar como: Hernández-Vaquero D. Navegación asistida por ordenador versus cirugía convencional en artroplastía total de rodilla. Una revisión narrativa de la literatura. Acta Ortop Mex. 2024; 38(5): 321-332. <https://dx.doi.org/10.35366/117380>



navegación quirúrgica o cirugía asistida con ordenador entendiéndose como tal el apoyo técnico que puede prestar la informática en la colocación de los implantes y en la recuperación del eje de la extremidad. A lo largo de los años, se han ido desarrollando los sistemas de navegación, unos precisan de imágenes previas para construir un marco de referencia y otros se basan en la información que aporta el cirujano en el momento de la intervención mediante la palpación de determinadas estructuras óseas. Los sistemas estáticos o de gran consola se han ampliado más recientemente hacia sistemas portátiles y sencillos, también llamados acelerómetros. Los sistemas de navegación pueden ser pasivos o híbridos, dependiendo de la aportación del cirujano y de la complejidad de la técnica. En los sistemas pasivos la navegación sólo aporta información sin que contribuya al acto quirúrgico, en los híbridos el cirujano define previamente y determina la orientación de los bloques de cortes basándose en la información que aporta la pantalla, practicando los cortes óseos al seguir esa recomendación. Los sistemas activos, llamados también robóticos, constituyen a su vez una nueva técnica que pretende personalizar la acción del cirujano a través de órdenes programadas. En estos sistemas activos el brazo robótico decide la orientación y la posición de los bloques realizando los cortes de manera autónoma.

Existe controversia sobre la verdadera utilidad y costo-eficiencia de la navegación. Por una parte, se ha demostrado que la navegación disminuye la frecuencia de readmisiones tras la cirugía en comparación con el procedimiento convencional y de hecho es la técnica más utilizada dentro de las ayudas tecnológicas en las ATR;² pero, por otra parte, una intervención con cirugía estándar y componentes protésicos convencionales ofrece en general buenos resultados clínicos sin que se hayan demostrado grandes diferencias al introducir otras novedades.³

Se ha publicado una amplia literatura describiendo la técnica, las indicaciones, los resultados y las ventajas de la

cirugía navegada sobre la convencional en las ATR. Un análisis realizado por el autor hace unos meses, introduciendo como términos de búsqueda «Total Knee Arthroplasty» y «Navigation», la base de datos PubMed ofreció 1,766 artículos mientras que en la base *Web of Science* fueron 2,189, siendo más numerosos los aparecidos entre los años 2011 y 2022 (*Figura 1*). Con las mismas palabras de búsqueda se revisó igualmente el Registro Central Cochrane de Ensayos Controlados (www.cochranelibrary.com) apareciendo 277 ensayos clínicos, sobre todo procedentes de los años 2016 y 2017 (*Figura 2*). A partir de esta amplia bibliografía se han realizado un buen número de metaanálisis y revisiones sistemáticas intentando esclarecer las ventajas de una sobre otra técnica y así poder situar en su verdadero lugar a la navegación y confirmar su utilidad en la práctica clínica. Las revisiones sistemáticas y consecuentemente los metaanálisis, definidos como el análisis o revisión de un tema concreto llevado a cabo de tal manera que el riesgo de sesgos sea el menor posible, constituyen métodos fundamentales de las prácticas basadas en evidencias. No es frecuente en cirugía ortopédica la realización de metaanálisis, esto se debe seguramente a que en este tipo de cirugía es muy difícil encontrar grupos homogéneos, con revisiones a largo plazo y sujetos a evaluaciones bien definidas.

Nuestra revisión bibliográfica tiene como objetivo general comparar los resultados entre la cirugía con navegación y la cirugía convencional en ATR analizando las revisiones sistemáticas y los metaanálisis publicados hasta la fecha. Por cada uno de ellos se recogió el año de publicación, el número de artículos revisados, las bases de datos de donde se extrajeron los artículos, el período de tiempo analizado y el número total de casos sumando los trabajos que constituyen el soporte de cada estudio. Como objetivos especiales se analizaron las diferencias en el alineamiento de la extremidad tras la artroplastía mediante el eje mecánico, la posición de los componentes femoral y tibial, el tiempo de cirugía, la pérdida sanguínea, el nivel del dolor, las complicaciones intra o postoperatorias y los resultados clínicos y funcionales valorados según las escalas reconocidas para evaluar este procedimiento.

Estrategias de búsqueda y criterios de selección

El autor ha revisado 41 metaanálisis y revisiones sistemáticas publicadas hasta Diciembre del año 2023 sobre cirugía navegada comparada con cirugía convencional en ATR. Se revisaron manualmente las bases de datos EMBASE (*Excerpta Medica Data Base, Elsevier B.V., Amsterdam, The Netherlands*), *Web of Science* (Clarivate, Londres, UK) que recoge el *Journal Impact Factor* y publica anualmente el *Journal Citation Reports*, PubMed central/Medline (National Library of Medicine, Bethesda, USA) y Cochrane Library (Cochrane, Londres, UK). La búsqueda se realizó atendiendo a las palabras «meta-analysis» OR/AND «systematic review», «total knee replacement» OR/AND «total knee arthroplasty», «navigation», OR/AND «computer as-

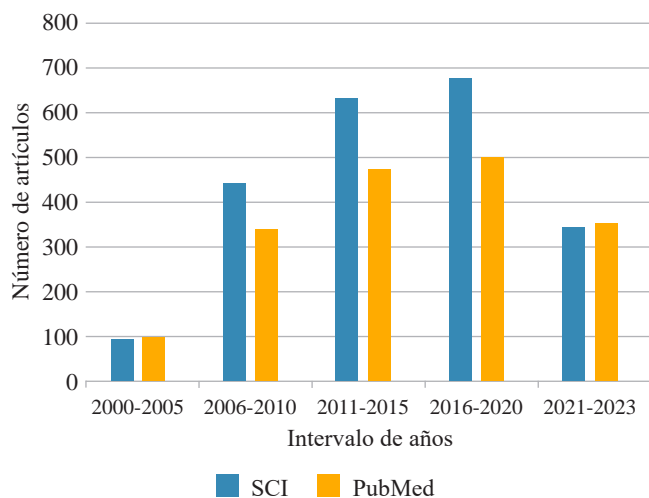


Figura 1: Artículos publicados sobre navegación y artroplastías totales de rodilla en PubMed y SCI.

SCI = *Science Citation Index*.

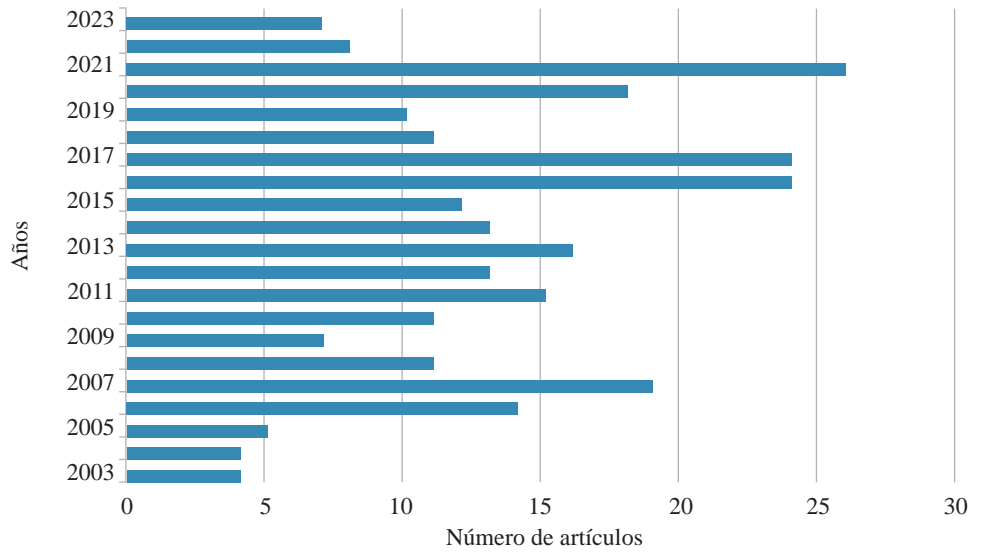


Figura 2:

Artículos sobre navegación en artroplastías totales de rodilla recogidos en el Registro Central Cochrane de Ensayos Controlados.

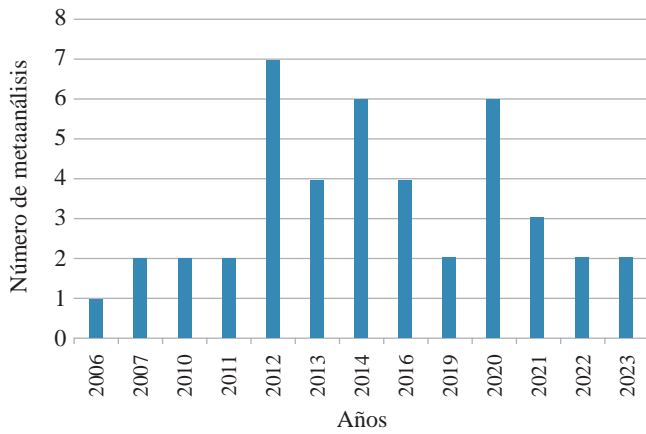


Figura 3: Metaanálisis publicados por año sobre navegación y artroplastías totales de rodilla.

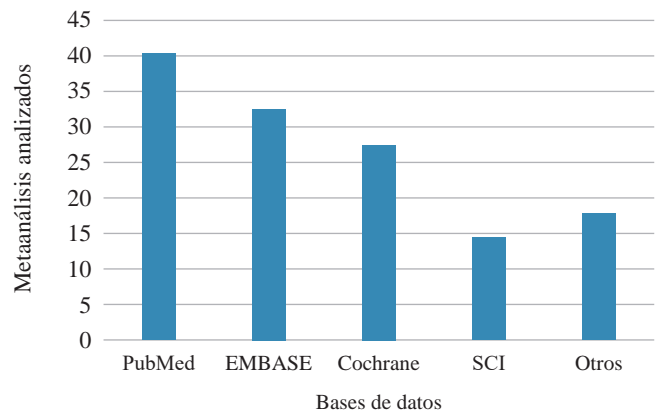


Figura 4: Metaanálisis analizados según las bases de datos consultadas. EMBASE = Excerpta Medica Data Base, Elsevier B.V., Amsterdam, The Netherlands. SCI = Science Citation Index.

sisted surgery» que aparecían en el título del artículo o en las palabras clave. Los metaanálisis analizados fueron publicados mayoritariamente en los años 2012, 2014 y 2020 (Figura 3) y estaban escritos sobre todo en lengua inglesa y sólo algunos pocos en alemán u otros idiomas. Los metaanálisis se dividieron en tres grupos ordenados por orden cronológico de publicación: metaanálisis donde se analizaban exclusivamente la alineación de la extremidad y la posición de los componentes (Tabla 1), metaanálisis donde se analizaban diversos aspectos, incluidas complicaciones y técnica quirúrgica (Tabla 2) y otro grupo donde se encuadraron los resultados clínicos y/o funcionales (Tabla 3).

Resultados

Características principales de los estudios incluidos

La base de datos más utilizada para seleccionar los estudios que se analizaban en los metaanálisis fue PubMed,

lo que sucedió en 40 de ellos y en menor medida en EMBASE, antigua Excerpta Medica, en Cochrane y en *Web of Science*. En 18 casos se usaron otras bases de datos sobre todo Scopus (Figura 4). Llama la atención la escasa presencia de Google Scholar que sólo fue citada en dos casos. La media de artículos revisados en cada metaanálisis fue de 21.5 con un mínimo de cinco y un máximo de 52. El período de tiempo analizado en cada metaanálisis osciló mayoritariamente entre los cinco y 10 años. El número de pacientes que incluía cada metaanálisis fue muy variable, se situaba sobre todo entre los 1,000 y 5,000, siendo el menor de 449 casos.

Los trabajos fueron analizados basándose en el acrónimo PICO que se utiliza en las revisiones sistemáticas: (P) Participantes: metaanálisis y revisiones sistemáticas publicados; (I) Intervención: cirugía navegada vs cirugía convencional en ATR; (C) Comparador: sin restricciones y (O) *Outcome*: objetivos definidos en el planteamiento de cada estudio.

Tabla 1: Metaanálisis que valoran exclusivamente la alineación y posición de los componentes.

Autor	Año	Bases datos consultadas	Años analizados	Número		Variables analizadas	Hallazgos principales
				Artículos	Pacientes		
Masson, et al. ⁴	2007	PMC	1990-2007	29	3,437	Alineación de extremidad y posición de componentes	Mejoría en alineación de la extremidad y en posición de los componentes
Novicoff, et al. ⁵	2010	PMC	1990-2008	22	2,308	Alineación de la extremidad y posición de componentes	Mejoría de la alineación de la extremidad. Mejor posición de los componentes
Cheng, et al. ⁶	2011	PMC, EMBASE, WoS, Cochrane	2004-2010	40	5,202	Alineación de la extremidad. Posición de los componentes	Mejor alineación de la extremidad. Mejor posición de componentes en proyecciones sagital y coronal, pero no diferencias en cuanto al eje rotacional del componente tibial
Hetaimish, et al. ⁷	2012	PMC, Cochrane, EMBASE	1986-2009	23	2,541	Alineación de extremidad y posición de componentes	Reduce riesgo de malalineamiento de extremidad y mejora la posición de los componentes
Cheng, et al. ⁸	2012	PMC, EMBASE, WoS, Springer, Ovid, Scopus, Cochrane	2003-2011	41	4,286	Alineación de extremidad y posición de componentes	Reducción de malalineamientos. Mejor posición de componentes
Fu, et al. ⁹	2012	PMC, EMBASE, Cochrane	2000-2010	21	2,414	Alineación de extremidad y posición de componentes	Mayor seguridad para la colocación y posición de los implantes
Kuzyk, et al. ¹⁰	2012	PMC, EMBASE, J Arthroplasty, JBJS Br, Clin Orthop	1990-2010	10	1,180	Alineamiento sagital del componente tibial	Mejora la precisión en la colocación del componente tibial, pero no reduce los «outliers»
Thienpont, et al. ¹¹	2013	PMC	2006-2012	10	28,763	Alineación de la extremidad y posición de componentes	Menor frecuencia de «outliers» en la alineación de la extremidad y en la posición de implantes
Meijer, et al. ¹²	2014	PMC, EMBASE	1991-2013	17	1,163	Posición rotacional de componentes femoral y tibial	No mejoría de la posición rotacional de los componentes
Zeng-liang, et al. ¹³	2014	PMC, EMBASE, Cochrane, WoS	2004-2011	19	3,392	Alineamiento de los componentes y de la extremidad	Mejor alineación de extremidad, mejor posición de los componentes
Tandogan, et al. ¹⁴	2022	PMC, EMBASE, Cochrane	2007-2020	9	849	Alineamiento rotacional del componente tibial	Mejora la posición del componente tibial en relación con la planificación preoperatoria

EMBASE = *Excerpta Medica Data Base, Elsevier B.V., Amsterdam, The Netherlands*. PMC = PubMed. WoS = *Web of Science*.

Tabla 2: Metaanálisis comparando diversas variables entre cirugía con navegación y cirugía estándar.

Autor	Año	Bases datos consultadas	Años analizados	Número		Variables analizadas	Hallazgos principales
				Artículos	Pacientes		
Bäthis, et al. ¹⁵	2006	PMC	2001-2005	13	1,784	Alineación de la extremidad, tiempo de cirugía	Mejoría de la alineación de la extremidad, mayor tiempo de cirugía
Bauwens, et al. ¹⁶	2007	PMC, EMBASE, WoS, Cochrane	1986-2006	33	3,423	Alineación de la extremidad, tiempo de cirugía	Menor riesgo de mal alineación $\geq 3^\circ$, mayor tiempo de cirugía
Li, et al. ¹⁷	2010	PMC, Cochrane, EMBASE, NRR, CBM	1970-2009	18	2,349	Eje mecánico de la extremidad, tiempo de cirugía, complicaciones, volumen de hemorragia, KSS, Oxford Knee	Mejoría del eje mecánico de la extremidad, mayor tiempo de cirugía, no diferencia en complicaciones, hemorragias, movilidad, ni en KSS o Oxford Knee
Brin, et al. ¹⁸	2011	PMC, EMBASE, WoS, Scopus, Cochrane	2000-2008	23	4,063	Alineación de la extremidad y posición de los componentes, tiempo de cirugía	Reduce «outliers» en 80% en cuanto al eje mecánico y posición coronal de los componentes, mayor tiempo de cirugía
Burnett, et al. ¹⁹	2013	PMC	2003-2011	19	2,240	Alineamiento coronal y axial, tiempo de quirófano, costes, complicaciones, satisfacción, resultados clínicos	Mejoría en alineamiento coronal, evita «outliers», aumento de tiempo quirúrgico, mayores complicaciones en navegación (fracturas), no diferencias en otros parámetros
Zamora, et al. ²⁰	2013	AusHealth, CINAHL, Cochrane, EMBASE, PMC, WoS	2004-2012	30	2,747	Alineamiento de la extremidad, resultados clínicos	Mejoría en alineamiento, no diferencias en resultados clínicos
Bing-gen, et al. ²¹	2014	PMC, Ovid, Elsevier, China <i>National Knowledge Infrastructures</i> , Digital Library	2005-2013	16	2,621	Alineamiento de extremidad, posición de implante, resultados clínicos	Menor riesgo de malposición de componentes, se necesita más información para evaluar la diferencia en los resultados clínicos
Moskal, et al. ²²	2014		2009-2013	22	7,151	Alineamiento de extremidad, posición de los componentes, complicaciones, pérdida sanguínea, tiempo de cirugía, KSS y WOMAC	Mejor alineación, mejor posición de componentes, mejores resultados clínicos y funcionales, menos complicaciones, menor pérdida sanguínea, más tiempo quirúrgico
Rebal, et al. ²³	2014	PMC, EMBASE, Scopus, Cochrane	2004-2012	21	1,713	Alineamiento frontal y coronal, KSS, WOMAC, SF 12, SF 36	Aumenta la precisión y seguridad en el eje mecánico, mejoría en resultados funcionales
Shi, et al. ²⁴	2014	PMC, EMBASE, WoS, Cochrane	2002-2012	15	2,089	Alineamiento de extremidad, tiempo de quirófano, complicaciones	Menos «outliers» en eje mecánico, menor número de complicaciones, aumento de tiempo de cirugía

Continúa Tabla 2: Metaanálisis comparando diversas variables entre cirugía con navegación y cirugía estándar.

Autor	Año	Bases datos consultadas	Años analizados	Número		Variables analizadas	Hallazgos principales
				Artículos	Pacientes		
Alcelik, et al. ²⁵	2016	PMC, Cochrane, EMBASE	1996-2015	10	993	Alineamiento de la extremidad, posición de los componentes, tiempo cirugía, flexión de rodilla, KSS a los 6 meses	Menos errores en eje mecánico, mayor tiempo cirugía, no diferencia en flexión rodilla, no diferencias en KSS, no diferencias en posición de componente femoral, mejor posición del componente tibial
Han, et al. ²⁶	2016	Cochrane, EMBASE, PMC, Korea-Med	2005-2015	12	1,648	Cifras de Hg antes y después de operación, pérdida de sangre postoperatoria, necesidad de transfusión sanguínea	Mejores cifras de Hg y menor pérdida de sangre. No diferencias en necesidad de transfusión
Shin, et al. ²⁷	2016	PMC, EMBASE, Cochrane, KoreaMed	2005-2014	5	449	Eje coronal mecánico, posición componente femoral, tiempo de cirugía, longitud incisión, movilidad de la rodilla, KSS	No diferencias en eje coronal, mayor longitud de incisión, mayor flexión de rodilla, mejores resultados clínicos precoces en KSS
Rhee, et al. ²⁸	2019	PMC, EMBASE, Cochrane	2012-2018	9	2,695	Alineamiento de extremidad y posición de componentes. WOMAC y KSS. Supervivencia del implante	No diferencias en alineación de eje extremidad, mejoría en posición sagital componente femoral, no diferencias en escalas de función ni en supervivencia
Bouche, et al. ²⁹	2020	PMC, EMBASE, JBJS, J Arthroplasty, Clin Orthop	2005-2018	52	9,389	Tiempo de cirugía, complicaciones, alineamiento eje, posición de componentes, KSS y WOMAC	Mayor tiempo de cirugía, menor riesgo de malalineamiento del eje, mejor posición componentes. No diferencias en KSS ni en WOMAC
Gao, et al. ³⁰	2020		2008-2018	34	7,289	Seguridad en posición radiológica, evolución clínica	Mejor posición radiológica de los implantes, no diferencia en resultados clínicos
Lee, et al. ³¹	2020	PMC, EMBASE, Cochrane, WoS, Scopus	2012-2018	7	2,080	Alineamiento extremidad, resultados clínicos y funcionales, KSS, WOMAC, Osteoarthritis Index, dolor, Movilidad	No diferencias en alineamiento de extremidad. No diferencia en resultados clínicos. No diferencia en dolor ni en movilidad de la rodilla
Matar, et al. ³	2020	Cochrane, Ovid PMC, EMBASE	2003-2017	50	5,936	Alineamiento extremidad, resultados clínicos	Mejor alineación radiológica de extremidad. No diferencia en resultados clínicos
Zhao, et al. ³²	2020	EMBASE, PMC, Cochrane, WoS	2011-2019	6	2,196	Alineamiento extremidad, posición componentes, KSS y WOMAC, movilidad rodilla, complicaciones	Mejora la alineación de extremidad y posición de componentes. No diferencias en resultados clínicos ni en movilidad o complicaciones

Continúa Tabla 2: Metaanálisis comparando diversas variables entre cirugía con navegación y cirugía estándar.

Autor	Año	Bases datos consultadas	Años analizados	Número		Variables analizadas	Hallazgos principales
				Artículos	Pacientes		
Madani-pour, et al. ³³	2021	PMC, EMBASE, Ovid, Google Scholar, Cochrane	2015-2019	9	92,309	Frecuencia de cirugía de revisión, infección, lesiones neurológicas, necesidad de transfusión, trombosis, tiempo de cirugía, resultados funcionales	No diferencia en ningún parámetro
Lei, et al. ³⁴	2022	PMC, EMBASE, Cochrane	2003-2019	38	6,670	Alineamiento extremidad, posición componentes, KSS	Menor malalineamiento del eje extremidad. Mejor posición de los componentes. No diferencias en resultados clínicos
Luan, et al. ³⁵	2023	WoS, EMBASE, PMC, Cochrane	2013-2022	23	2,548	Resultados clínicos, posición de componentes	Menos malposición de componentes. No diferencia en resultados clínicos

CBM = Chinese Biomedical Database. CINAHL = Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature. EMBASE = Excerpta Medica Data Base, Elsevier B.V., Amsterdam, The Netherlands. KSS = Knee Society Score. NRR = National Research Register. PMC = PubMed Central. WOMAC = Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index. WoS = Web of Science.

Alineamiento de la extremidad tras la ATR y posición de los componentes

En 30 metaanálisis se analizó el eje de la extremidad y la posición de la artroplastía entre otros parámetros. En 25 la navegación mejoraba el eje y la posición de los componentes, en tres no había diferencias, en uno sólo se redujeron los «outliers» y en otro más no se encontraron diferencias entre ambas técnicas. En 11 metaanálisis se estudiaron exclusivamente estos parámetros (Tabla 1). De ellos, en nueve^{4,5,7,8,9,10,11,13,14} se obtuvo una clara mejoría con la navegación al compararla con la técnica estándar, pero en dos^{6,12} no se consiguió una mejor posición rotacional de los componentes. Según nuestra revisión la navegación mejora el eje mecánico de la extremidad y la posición de los componentes femoral y tibial, aunque no es uniforme en la mejoría de su posición rotacional.

Tiempo de cirugía

En 10 metaanálisis^{15,16,17,18,19,22,24,25,29,33} se estudió el tiempo invertido en el implante de la ATR. En todos los metaanálisis la navegación aumentó el tiempo de cirugía que osciló entre los 17 y 32 minutos; esta última demora sucedió cuando se asociaron técnicas de mínima invasión a la navegación (Tabla 2).

Pérdida sanguínea

Este factor fue analizado en cuatro metaanálisis.^{17,22,26,33} No se encontraron diferencias en dos^{17,33} y fue menor en dos metaanálisis^{22,26} cuando se utilizó la navegación (Tabla 2).

Nivel de dolor

Se analizó en un metaanálisis³¹ el nivel de dolor postoperatorio (Tabla 2). No se encontraron diferencias, aunque fue más frecuente el uso de opiáceos en la técnica convencional.

Complicaciones intra y postoperatorias

Seis metaanálisis se detuvieron en la comparación de las complicaciones^{17,19,22,24,29,32} (Tabla 2). En tres no encontraron diferencias,^{17,29,32} en dos hay menos complicaciones con la navegación^{22,24} y en otro hay más en la navegación,¹⁹ que se relaciona con fracturas secundarias a la implantación de los pines de sujeción de los emisores.

Resultados clínicos y funcionales

En los metaanálisis revisados, las escalas utilizadas fueron sobre todo la KSS (Knee Society Score), WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index) y en menor frecuencia la HSS (Hospital for Special Surgery Knee-Rating Scale). No hay concordancia entre los resultados obtenidos con la navegación y con la cirugía estándar. En muchos de ellos no se encuentran diferencias y en otros hay una cierta mejoría con la navegación, pero los propios autores manifiestan sus dudas en cuanto a que una mínima mejoría pueda ser trascendente para la práctica clínica. Analizamos especialmente ocho metaanálisis^{36,37,38,39,40,41,42,43} en los que el estudio se centró en los resultados clínicos y funcionales (Tabla 3).

En cuatro de ellos no se obtuvieron diferencias entre cirugía con navegación y cirugía estándar,^{36,37,38,43} mientras que en los otros cuatro^{39,40,41,42} se obtuvo mejoría de manera irregular con la navegación. Un metaanálisis³² analizó estudios con casos bilaterales en los que se implantó la ATR en una extremidad con navegación y en la otra con cirugía convencional. La mejoría con la navegación fue evidente en cuanto a la obtención del eje mecánico de la extremidad, pero no se encontraron diferencias en los resultados funcionales ni en la frecuencia de cirugía de revisión entre ambas rodillas.

Algunos metaanálisis se detienen en otros factores no relacionados con los objetivos de nuestra revisión. Uno de ellos³³ estudió las diferencias entre cirujanos expertos y cirujanos en formación utilizando la navegación en ATR. Analizaron el tiempo de cirugía, las complicaciones, infección, transfusión sanguínea y resultados funcionales, no se encontraron diferencias excepto una menor puntuación en la evaluación funcional, pero sin repercusión clínica en los cirujanos en formación. Otro metaanálisis²⁵ estudió el efecto de la navegación en la cirugía de

mínima invasión hallando que la navegación mejora la posición de los componentes, pero sin percibir diferencia en los resultados clínicos.

Discusión

Una de las causas de la mejor evolución y resultados de las actuales ATR es la utilización de instrumentales que facilitan una correcta colocación de los componentes en cuanto a su posición y al eje resultante de la extremidad. Por tanto, si alguna técnica puede ayudar en este sentido, su validez y utilidad estaría confirmada, utilidad que sería aún mayor si pudiera aportar información sobre la situación ligamentosa de la rodilla. La navegación fue inicialmente diseñada para mejorar la precisión en los cortes óseos y asegurar la reconstrucción del eje de la pierna y una mejor posición del implante.⁴⁴ En los primeros años la reconstrucción del eje neutro de la pierna fue aceptado como una de las principales ventajas de esta técnica. Más recientemente se ha observado una clara tendencia hacia la individualización de la alineación⁴⁵ y con este propósito la navegación ha recuperado un

Tabla 3: Metaanálisis que valoran exclusivamente los resultados clínicos y funcionales.

Autor	Año	Bases datos consultadas	Años analizados	Número		Variables analizadas	Hallazgos principales
				Artículos	Pacientes		
Cheng, et al. ³⁶	2012	PMC, EMBASE, Cochrane, WoS	1995-2009	21	2,333	KSS	No hay diferencias en resultados clínicos
Xie, et al. ³⁷	2012	PMC, Cochrane, EMBASE	1984-2011	21	3,407	KSS, movilidad rodilla	No diferencias. No mejora los resultados clínicos
Van der List, et al. ³⁸	2016	PMC, EMBASE, Cochrane	2000-2016	28	3,504	Resultados clínicos. KSS	No diferencias en KSS. Mejor control de tejidos blandos
Panjwani, et al. ³⁹	2019	PMC, EMBASE, ClinicalTrials UK, Opengrey	2007-2018	18	3,060	WOMAC y KSS	Mejores resultados en escalas funcionales en estudios con evolución de 5 a 8 años
Ayekoloye, et al. ⁴⁰	2020	PMC, Cochrane, EMBASE, Scopus, WoS	1997-2015	11	2,206	KSS, WOMAC, Oxford Knee y HSS	Mejoría modesta en resultados funcionales a medio plazo
Chin, et al. ⁴¹	2021	PMC, EMBASE, Cochrane	2004-2019	24	3,778	Resultados funcionales en KSS y WOMAC, movilidad rodilla	Mejores resultados funcionales en escala KSS. No diferencias en otros parámetros
Plaskos, et al. ⁴²	2021	PMC	2007-2019	22	4,009	KSS, HSS, WOMAC y Oxford Knee	Mejoría en las escalas utilizadas con similares resultados que la cirugía robótica
Kim, et al. ⁴³	2023	PMC, EBSCO, Google Scholar	2005-2021	5	667	Dolor postoperatorio en KSS y escala analógica visual, uso de opiáceos	No diferencias en nivel de dolor entre técnica manual y navegación. Mayor uso de opioides en la técnica manual

EMBASE = Excerpta Medica Data Base, Elsevier B.V., Amsterdam, The Netherlands. KSS = *Knee Society Score*. PMC = PubMed. WOMAC = *Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index*. WoS = *Web of Science*.

lugar predominante junto con la robótica. Ambas valoran el entorno individual de la rodilla acrecentando su utilidad clínica, ya que por una parte son técnicas dinámicas que evalúan el balance ligamentoso en todo el arco del movimiento, y por otra, visibilizan y certifican el resultado de las liberaciones de las partes blandas.

En contraste con estas ventajas no se ha demostrado que las ATR implantadas con navegación ofrezcan mejores resultados clínicos y funcionales. Es cierto que los datos de varios registros de implantes muestran tasas de revisión significativamente más bajas cuando se utiliza la navegación y que, incluso en ATR bilaterales, disminuye la estancia media, los reingresos y las complicaciones,⁴⁶ pero en estudios comparativos a mediano plazo no ha podido demostrarse sólidamente una mejoría en las escalas de dolor y función.⁴⁷ Es posible que la alineación postoperatoria no sea tan importante factor predictivo de resultados como se creía antes, ya que malalineaciones de pocos grados no suponen un deterioro clínico, posiblemente por la utilización actual de mejores polietilenos que soportan mejor una asimetría de cargas sin sufrir graves deterioros. Por otra parte, no conocemos aún los resultados de la navegación con los nuevos sistemas en los que la situación ligamentosa es mejor valorada ni cuál es la evolución a largo plazo de las ATR implantadas con alineación individualizada (alineamiento funcional) que sólo puede realizarse con navegación.⁴⁵

La novedad de la técnica de navegación a principios de este siglo, el predominio de la informática en todos los aspectos de la vida, la presión comercial y hasta una cierta «moda» han propiciado una avalancha de publicaciones comparando navegación y cirugía estándar en las ATR. La gran cantidad y la dispersión de la literatura publicada ha supuesto un exceso de información y por supuesto de confusión que abrumba al clínico e impide tomar decisiones con una base científica consistente. Esta imposibilidad ha forzado la introducción de estudios en forma de revisiones narrativas o cualitativas que intenten resumir de manera ordenada todo lo conocido y publicado como se ha hecho en nuestro trabajo. Nuestra revisión se basa exclusivamente en metaanálisis y revisiones sistemáticas, técnicas metodológicas que se consideran de elevado nivel de evidencias.⁴⁸

El autor ha encontrado una gran disparidad en cuanto a la calidad de los metaanálisis que se han analizado. Unos hacen revisiones sistemáticas de estudios con alto nivel de evidencia, pero otros mezclan estudios de diferente calidad y, lo que a veces es peor, no especifican la calidad de éstos. Algunos no hacen mención a la metodología empleada ni si han sido registrados en PROSPERO. El período de recogida de los artículos suele ser pequeño y menos aún el tiempo de revisión de los pacientes, no se diferencian los casos según grado de deformidad, lo que es un dato esencial en la evolución de las ATR. Las escalas de valoración de los resultados clínicos son variadas y sin uniformidad en las puntuaciones y las conclusiones, en algunos casos, no son determinantes y no confirman la superioridad de una u otra técnica culminando el artículo con divagaciones poco concisas.

Se aprecia en primer lugar la gran frecuencia de los estudios que centran sus objetivos en la mejoría de la alineación y de la posición de los componentes protésicos. En este aspecto hay una práctica uniformidad sobre la utilidad de la navegación, sobre todo en cuanto a la eliminación de «outliers» y grandes errores en la posición de la artroplastía. De los 32 metaanálisis en los que se revisó el eje de la extremidad y la posición de los componentes se observó que en 27 la navegación era superior. En 11 metaanálisis donde se analizó exclusivamente este dato (*Tabla 1*), el resultado es el mismo. Parece superfluo que desde 2007 se sucedan los estudios comparativos en este aspecto sin añadir nuevos parámetros ni hallazgos, lo que contribuye a la plétora de este tipo de publicaciones. En cuanto al tiempo de cirugía, los resultados de los metaanálisis también son homogéneos: la navegación aumentó este tiempo, que fue aún mayor si se había utilizado cirugía mínimamente invasiva. Sobre todo, en la curva de aprendizaje esta demora es explicable, aunque nuestra experiencia personal demuestra que este tiempo en exceso es mínimo si se dispone de personal entrenado. Por otra parte, esta demora no supone un mayor riesgo de infección según un reciente estudio.⁴⁹ La pérdida sanguínea se analizó en tres metaanálisis. O bien no hubo diferencias o incluso fue menor en la navegación, seguramente debido a la innecesaria introducción de guías femorales como sucede en la instrumentación estándar. El dolor postoperatorio sólo ha sido analizado en un metaanálisis donde se apreció un menor uso de opiáceos en la cirugía navegada, posiblemente debido a la menor agresividad quirúrgica. Las fracturas periprotésicas originadas por los pines de sujeción de los marcadores en la navegación no son frecuentes, pero son complicaciones deplorables que alteran muy significativamente la evolución de estos pacientes. Se presentan más en la diáfisis femoral, en mujeres y en personas obesas y se creen relacionados o bien con el grosor de los orificios o con su defectuosa colocación en zona transcortical.^{50,51}

Si analizamos los metaanálisis que principalmente se centraron en la evolución clínica (*Tabla 3*) se observa que en cuatro no se obtuvieron diferencias entre cirugía navegada y estándar y en otros cuatro sólo se obtuvo una ligera e irregular mejoría a favor de la navegación. Si consideramos que el efecto clínico y funcional es la consecuencia definitiva para evaluar una técnica quirúrgica, la navegación no parece mejorar de manera determinante la evolución tras este procedimiento y eso explicaría un cierto desánimo en sus defensores.⁵²

La impresión final que ha extraído el autor en este trabajo de revisión es que tan elevado número y discordante calidad de los metaanálisis sobre la navegación en las ATR reducen el valor de este método. Es posible que la aparición de tantos metaanálisis se deba a que no son difíciles de realizar metodológicamente a partir de programas específicos, son muy bien recibidos en la literatura con una fácil y rápida publicación y rodean a los autores de una cierta autoridad en la materia. Esta avalancha de metaanálisis con los mismos o parecidos objetivos y con resultados a veces variable, en vez

de clarificar el tema lo hace aún más confuso. Aunque los metaanálisis y las revisiones sistemáticas siguen ocupando un elevado puesto entre los niveles de evidencia, la experiencia del autor indica que deben ser desmitificados, ya que la arbitrariedad que el autor observa en muchos de ellos resta credibilidad a sus hallazgos. Sería bueno que, como ya aparece en el título de algunas revisiones sistemáticas, se expresara el nivel de evidencia de los artículos recogidos y así el lector sabría la fortaleza metodológica de la revisión.

Por otra parte, se acusa a los metaanálisis de combinar resultados más o menos homogéneos para producir un efecto «promedio» que al clínico le resulta de poca utilidad, ya que su interés está más cerca de un paciente concreto y de su tratamiento más adecuado. Ante la dudosa e inconsistente utilidad de los metaanálisis en la navegación de las ATR se ha recomendado introducir el índice de fragilidad. Para añadir fortaleza y revertir su falta de significancia estadística se ha recomendado la realización de este índice que se define como el número mínimo de resultados de un ensayo que necesitarían cambiarse para revertir la significación estadística. Se cree que los hallazgos de este tipo de estudios pueden proporcionar a los lectores una medida de confianza en la neutralidad de los resultados.⁵³

Limitaciones de nuestro estudio

Nuestra revisión bibliográfica tiene algunas limitaciones. La principal es la posibilidad de no haber evaluado en su totalidad los metaanálisis publicados en este tema. Aunque se revisaron las bases de datos más habituales, es posible que algún metaanálisis o revisiones sistemáticas no haya sido analizado. Otro grupo de sesgos viene determinado por la deficiente selección de los estudios, derivado del predominio de algunos idiomas y de que no se publican todos los ensayos clínicos realmente realizados que obtuvieron resultados negativos o no esperados. No hemos realizado una selección de metaanálisis atendiendo a su calidad, pues, como antes referíamos, esta carencia es común en muchos de los estudios analizados. De hecho, la mayor incertidumbre surge de la posible heterogeneidad entre los estudios incluidos.⁴⁹

Conclusiones

Mediante la revisión de los metaanálisis y las revisiones sistemáticas publicadas no puede deducirse que la navegación mejore los resultados clínicos y funcionales de la ATR. No obstante, la navegación ha mostrado su utilidad sobre todo en la reconstrucción del eje de la extremidad y en la colocación de los implantes. La posibilidad de conocer el balance ligamentoso en todo el arco de movilidad y la valoración dinámica del funcionamiento de una ATR en un determinado individuo de manera personalizada, hacen que esta técnica siga teniendo interés. A ello puede añadirse la disminución de errores groseros en los cortes óseos, sobre todo en grandes deformidades, la posibilidad de utilizarla cuando permanece material de osteosíntesis, su utilidad como siste-

ma de formación de especialistas y técnica de simulación, aumentar la comprensión de la fisiología y funcionamiento de la rodilla, la introducción de la informática como ayuda quirúrgica y el valor legal que tiene una técnica que anota y archiva los gestos ocurridos durante toda la intervención. Su mayor ventaja es que analiza la técnica que se realiza de manera dinámica en todo el rango de movimiento, comprobando inmediatamente el efecto de los gestos quirúrgicos y pudiendo rehacerlos si es preciso, hecho que ninguna de las otras técnicas puede efectuar. Los defensores del alineamiento personalizado o individualizado, llamado funcional, al contrario del mecánico o cinemático, defienden el concepto de que cada rodilla es única, que es esencial mantener el balance ligamentoso que tenía la rodilla nativa y sólo la ayuda con la navegación o la robótica permitiría una correcta colocación del implante. Si efectivamente se comprobaran unos mejores resultados con este alineamiento funcional, la navegación ocuparía un lugar esencial en el arsenal quirúrgico de las ATR, lugar que hoy parece estar perdiendo. Con las publicaciones disponibles hoy en día y para los casos comunes de ATR no parece que la navegación aporte otras ventajas que no sea eliminar defectos groseros en la técnica quirúrgica y favorecer una mejor colocación de la artroplastia.

Referencias

1. Delp SL, Stulberg SD, Davies B, Picard F, Leitner F. Computer assisted knee replacement. *Clin Orthop Relat Res.* 1998; 354: 49-56. Available in: <https://doi.org/10.1097/00003086-199809000-00007>
2. Bendich I, Kapadia M, Alpaugh K, Diane A, Vigdorchik J, Westrich G. Trends of utilization and 90-day complication rates for computer-assisted navigation and robotic assistance for total knee arthroplasty in the united states from 2010 to 2018. *Arthroplasty Today.* 2021; 11: 134-9.
3. Matar HE, Platt SR, Gollish JD, Cameron HU. Overview of randomized controlled trials in total knee arthroplasty (47,675 patients): what have we learnt? *J Arthroplasty.* 2020; 35: 1729-36. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.arth.2020.01.065>
4. Mason JB, Fehring TK, Estok R, Banel D, Fahrbach K. Meta-analysis of alignment outcomes in computer-assisted total knee arthroplasty surgery. *J Arthroplasty.* 2007; 22: 1097-106. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.arth.2007.08.001>
5. Novicoff WM, Saleh KJ, Mihalko WM, Wang XQ, Knaebel HP. Primary total knee arthroplasty: a comparison of computer-assisted and manual techniques. *Instr Course Lect.* 2010; 59: 109-17.
6. Cheng T, Zhang G, Zhang X. Imageless navigation system does not improve component rotational alignment in total knee arthroplasty. *J Surg Res.* 2011; 171: 590-600. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2010.05.006>
7. Hetaimish BM, Khan MM, Simunovic N, Al-Harbi HH, Bhandari M, Zalzal PK. Meta-analysis of navigation vs conventional total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2012; 27: 1177-82. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.arth.2011.12.028>
8. Cheng T, Zhao S, Peng X, Zhang X. Does computer-assisted surgery improve postoperative leg alignment and implant positioning following total knee arthroplasty? A meta-analysis of randomized controlled trials? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012; 20: 1307-22. Available in: <https://doi.org/10.1007/s00167-011-1588-8>
9. Fu Y, Wang M, Liu Y, Fu Q. Alignment outcomes in navigated total knee arthroplasty: a meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012; 20: 1075-82. Available in: <https://doi.org/10.1007/s00167-011-1695-6>

10. Kuzyk PR, Higgins GA, Tunggal JA, Sellan ME, Waddell JP, Schemitsch EH. Computer navigation vs extramedullary guide for sagittal alignment of tibial components: radiographic study and meta-analysis. *J Arthroplasty*. 2012; 27: 630-7. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.arth.2011.07.001>
11. Thienpont E, Fennema P, Price A. Can technology improve alignment during knee arthroplasty. *Knee*. 2013; 20 Suppl 1: S21-8. Available in: [https://doi.org/10.1016/S0968-0160\(13\)70005-X](https://doi.org/10.1016/S0968-0160(13)70005-X)
12. Meijer MF, Reininga IH, Boerboom AL, Bulstra SK, Stevens M. Does imageless computer-assisted TKA lead to improved rotational alignment or fewer outliers? A systematic review. *Clin Orthop Relat Res*. 2014; 472: 3124-33. Available in: <https://doi.org/10.1007/s11999-014-3688-5>
13. Wang Zeng-Lian, Zhao Li, Zhao Jia-Guo. Meta-analysis of limb and prosthesis alignment restoration after navigated total knee arthroplasty versus conventional total knee arthroplasty. *Chinese J Tissue Eng Res*. 2014; 18: 5707-14.
14. Tandogan RN, Kort NP, Ercin E, van Rooij F, Nover L, Saffarini M, et al. Computer-assisted surgery and patient-specific instrumentation improve the accuracy of tibial baseplate rotation in total knee arthroplasty compared to conventional instrumentation: a systematic review and meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2022; 30: 2654-65. Available in: <https://doi.org/10.1007/s00167-021-06495-x>
15. Bathis H, Shafizadeh S, Paffrath T, Simanski C, Grifka J, Lüring C. Sind navigierte Knieendoprothesen tatsächlich präziser implantiert? Eine metaanalyse vergleichender studien [Are computer assisted total knee replacements more accurately placed? A meta-analysis of comparative studies] *Orthopade*. 2006; 35: 1056-65. Available in: <https://doi.org/10.1007/s00132-006-1001-3>
16. Bauwens K, Matthes G, Wich M, Gebhard F, Hanson B, Ekkenkamp A, Stengel D. Navigated total knee replacement. A meta-analysis. *J Bone Joint Surg Am*. 2007; 89: 261-9. Available in: <https://doi.org/10.2106/JBJS.F.00601>
17. Li B, Waresijiang N, Zhao X-B, Yuan H. Comparison of computer navigation and traditional method for total knee arthroplasty implant placement: a systematic review. *Chinese J Evid Based Med*. 2010; 10: 1259-68.
18. Brin YS, Nikolaou VS, Joseph L, Zukor DJ, Antoniou J. Imageless computer assisted versus conventional total knee replacement. A Bayesian meta-analysis of 23 comparative studies. *Int Orthop*. 2011; 35: 331-9. Available in: <https://doi.org/10.1007/s00264-010-1008-6>
19. Burnett RS, Barrack RL. Computer-assisted total knee arthroplasty is currently of no proven clinical benefit: a systematic review. *Clin Orthop Relat Res*. 2013; 471: 264-76. Available in: <https://doi.org/10.1007/s11999-012-2528-8>
20. Zamora LA, Humphreys KJ, Watt AM, Forel D, Cameron AL. Systematic review of computer-navigated total knee arthroplasty. *ANZ J Surg*. 2013; 83: 22-30. Available in: <https://doi.org/10.1111/j.1445-2197.2012.06255.x>
21. Liu BG, Pang QJ. Meta-analysis of therapeutic effects of computer-assisted navigation versus conventional total knee arthroplasty. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu (Chinese Journal of Tissue Engineering Research)*. 2014; 53: 6542-7. Available in: <https://doi.org/10.3969/j.issn.2095-4344>
22. Moskal JT, Capps SG, Mann JW, Scanelli JA. Navigated versus conventional total knee arthroplasty. *J Knee Surg*. 2014; 27: 235-48. Available in: <https://doi.org/10.1055/s-0033-1360659>
23. Rebal BA, Babatunde OM, Lee JH, Geller JA, Patrick DA Jr, Macaulay W. Imageless computer navigation in total knee arthroplasty provides superior short term functional outcomes: a meta-analysis. *J Arthroplasty*. 2014; 29: 938-44. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.arth.2013.09.018>
24. Shi J, Wei Y, Wang S, Chen F, Wu J, Huang G, et al. Computer navigation and total knee arthroplasty. *Orthopedics*. 2014; 37: e39-43. Available in: <https://doi.org/10.3928/01477447-20131219-15>
25. Alcelik IA, Blomfield MI, Diana G, Gibbon AJ, Carrington N, Burr S. A Comparison of short-term outcomes of minimally invasive computer-assisted vs minimally invasive conventional instrumentation for primary total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *J Arthroplasty*. 2016; 31: 410-8. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.arth.2015.09.013>
26. Han SB, Kim HJ, Kim TK, In Y, Oh KJ, Koh IJ, et al. Computer navigation is effective in reducing blood loss but has no effect on transfusion requirement following primary total knee arthroplasty: a meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2016; 24: 3474-81. Available in: <https://doi.org/10.1007/s00167-016-4053-x>
27. Shin YS, Kim HJ, Ko YR, Yoon JR. Minimally invasive navigation-assisted versus conventional total knee arthroplasty: a meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2016; 24: 3425-32. Available in: <https://doi.org/10.1007/s00167-016-4016-2>
28. Rhee SJ, Kim HJ, Lee CR, Kim CW, Gwak HC, Kim JH. A comparison of long-term outcomes of computer-navigated and conventional total knee arthroplasty: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Bone Joint Surg Am*. 2019; 101: 1875-85. Available in: <https://doi.org/10.2106/JBJS.19.00257>
29. Bouché PA, Corsia S, Dechartres A, Resche-Rigon M, Nizard R. Are there differences in accuracy or outcomes scores among navigated, robotic, patient-specific instruments or standard cutting guides in TKA? A network meta-analysis. *Clin Orthop Relat Res*. 2020; 478: 2105-16. Available in: <https://doi.org/10.1097/CORR.0000000000001324>
30. Gao J, Dong S, Li JJ, Ge L, Xing D, Lin J. New technology-based assistive techniques in total knee arthroplasty: a Bayesian network meta-analysis and systematic review. *Int J Med Robot*. 2020; 27: e2189. Available in: <https://doi.org/10.1002/rcs.2189>
31. Lee DY, Park YJ, Hwang SC, Park JS, Kang DG. No differences in mid- to long-term outcomes of computer-assisted navigation versus conventional total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2020; 28: 3183-92. Available in: <https://doi.org/10.1007/s00167-019-05808-5>
32. Zhao L, Xu F, Lao S, Zhao J, Wei Q. Comparison of the clinical effects of computer-assisted and traditional techniques in bilateral total knee arthroplasty: a meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS One*. 2020; 15: e0239341. Available in: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239341>
33. Madanipour S, Singh P, Karia M, Bhamra JS, Abdul-Jabar HB. Trainee performed total knee arthroplasty is safe and effective: a systematic review and meta-analysis comparing outcomes between trainees and consultants. *Knee*. 2021; 30: 291-304. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.knee.2021.04.013>
34. Lei K, Liu L, Chen X, Feng Q, Yang L, Guo L. Navigation and robotics improved alignment compared with PSI and conventional instrument, while clinical outcomes were similar in TKA: a network meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2022; 30: 721-33. Available in: <https://doi.org/10.1007/s00167-021-06436-8>
35. Luan Y, Wang H, Zhang M, Li J, Zhang N, Liu B, et al. Comparison of navigation systems for total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Front Surg*. 2023; 10: 1112147. Available in: <https://doi.org/10.3389/fsurg.2023.1112147>
36. Cheng T, Pan XY, Mao X, Zhang GY, Zhang XL. Little clinical advantage of computer-assisted navigation over conventional instrumentation in primary total knee arthroplasty at early follow-up. *Knee*. 2012; 19: 237-45. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.knee.2011.10.001>
37. Xie C, Liu K, Xiao L, Tang R. Clinical outcomes after computer-assisted versus conventional total knee arthroplasty. *Orthopedics*. 2012; 35: e647-53. Available in: <https://doi.org/10.3928/01477447-20120426-17>
38. Van der List JP, Chawla H, Joskowicz L, Pearle AD. Current state of computer navigation and robotics in unicompartmental and total knee arthroplasty: a systematic review with meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2016; 24: 3482-95. Available in: <https://doi.org/10.1007/s00167-016-4305-9>
39. Panjwani TR, Mullaji A, Doshi K, Thakur H. Comparison of functional outcomes of computer-assisted vs conventional total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis of high-quality, prospective studies. *J Arthroplasty*. 2019; 34: 586-93. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.arth.2018.11.028>

40. Ayekoloye C, Nwangwu O, Alonge T. Computer navigation-assisted knee replacement demonstrates improved outcome compared with conventional knee replacement at mid-term follow-up: a systematic review and meta-analysis. *Indian J Orthop.* 2020; 13(54): 757-66. Available in: <https://doi.org/10.1007/s43465-020-00161-z>
41. Chin BZ, Seck VMH, Syn NL, Wee IJY, Tan SSH, O'Neill GK. Computer-navigated versus conventional total knee arthroplasty: a meta-analysis of functional outcomes from level I and II randomized controlled trials. *J Knee Surg.* 2021; 34: 648-58. Available in: <https://doi.org/10.1055/s-0039-1700494>
42. Plaskos C, Blum C, Lynch B, Ackerman M, Islam S, Lepkowsky E, Koenig J. Conventional vs. robotic/computer assisted total knee arthroplasty: a meta-analysis. *J Orthopaedic Experience & Innovation.* 2021.
43. Kim AG, Bernhard Z, Acuña AJ, Wu VS, Kamath AF. Use of intraoperative technology in total knee arthroplasty is not associated with reductions in postoperative pain. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2023; 31: 1370-81. Available in: <https://doi.org/10.1007/s00167-022-07098-w>
44. Bathis H, Kappel P, Pfeiffer TR, Frohlich M, Caspers M, Ates DM. Gibt es noch Gründe für die Navigation in der Knieendoprothetik? [Future implications of navigation in total knee arthroplasty]. *Orthopädie (Heidelb).* 2022; 51: 708-18. German. Available in: <https://doi.org/10.1007/s00132-022-04285-y>
45. Hernández-Vaquero D. La alineación de las artroplastías de rodilla. Antiguos mitos y nuevas controversias. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 2021; 65: 386-97. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.recot.2021.01.002>
46. Cohen JS, Agarwal AR, Gu A, et al. No difference in 30-day mortality between patients undergoing bilateral simultaneous total knee arthroplasty with technology assistance compared to conventional instrumentation. *HSS Journal.* 2023; Epub 2023 April 18. Available in: <https://doi.org/10.1177/15563316231160155>
47. Hernández-Vaquero D, Suarez-Vazquez A, Iglesias-Fernandez S. Can computer assistance improve the clinical and functional scores in total knee arthroplasty? *Clin Orthop Relat Res.* 2011; 469: 3436-42. Available in: <https://doi.org/10.1007/s11999-011-2044-2>
48. Bhandari M, Guyatt GH, Montori V, Devereaux PJ, Swiontkowski MF. User's guide to the orthopaedic literature: how to use a systematic literature review. *J Bone Joint Surg Am.* 2002; 84: 1672-82.
49. Constantinescu DS, Costello JP, Yakkanti RR, Vanden Berge DJ, Carvajal Alba JA, Hernandez VH, D'Apuzzo MR. Lower perioperative complication rates and shorter lengths of hospital stay associated with technology assisted total knee arthroplasty versus conventional instrumentation in primary total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2024; 39(6): 1512-17. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.arth.2023.12.015>
50. LaValva SM, Chiu Y-F, Fowler MJ, Lyman S, Carli AV. Does computer navigation or robotic assistance affect the risk of periprosthetic joint infection in primary total knee arthroplasty? A propensity score-matched cohort analysis. *J Arthroplasty.* 2024; 39: 96-102. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.arth.2023.08.007>
51. Smith TJ, Siddiqi A, Forte SA, Judice A, Sculco PK, Vigdorich JM, Schwarzkopf R, Springer BD. Periprosthetic fractures through tracking pin sites following computer navigated and robotic total and unicompartmental knee arthroplasty: a systematic review. *JBJS Rev.* 2021; 9: e20.00091. Available in: <https://doi.org/10.2106/JBJS.RVW.20.00091>
52. Heinz T, Eidmann A, Anderson P, Weibenberger M, Jakuscheit A, Rudert M, Stratos I. Trends in computer-assisted surgery for total knee arthroplasty in Germany: an analysis based on the operative procedure classification system between 2010 to 2021. *J Clin Med.* 2023; 12: 549. Available in: <https://doi.org/10.3390/jcm12020549>
53. Shi JL, Mojica ES, Moverman MA, Pagani NR, Puzitiello RN, Menendez ME, et al. The reverse fragility index: interpreting the current literature on long-term survivorship of computer-navigated versus conventional TKA: a systematic review and cross-sectional study of randomized controlled trials. *J Bone Joint Surg Am.* 2023; 105: 157-63. Available in: <https://doi.org/10.2106/JBJS.22.00311>

Review

doi: 10.35366/117381

Avascular necrosis of the navicular (Müller-Weiss). A systematic review

*Necrosis avascular del navicular (Müller-Weiss). Una revisión sistemática*Gonçalves-dos Santos R,* Furtuoso-Junior VF,† Pinto de Barros-Moreira WL,§
Assunção-Tostes A,|| Caixeta FC,|| dos Santos-Carneiro T**

Cuiabá Municipal Hospital, Mato Grosso, Ribeirao do Lipa, Cuiabá, Brasil.

ABSTRACT. Müller-Weiss is a disease characterized by deformation, fragmentation and necrosis of the navicular, which presents with midfoot varus and long-standing pain, mostly in females. It is related to delayed ossification due to physical or nutritional stress, associated with abnormal force distribution. There are still few studies on this condition and there is no consensus in the literature on its classification and treatment. At first, conservative treatment does not show positive results, only acute symptomatic improvement. Isolated talonavicular arthrodesis is the method most commonly adopted by specialists, showing good results and scores in the early stages, while triple and double arthrodesis is the choice in advanced stages. Knowledge of the radiology and findings is important for planning and individualizing the choice of treatment in each case. At the moment, there are several different techniques for approaching Müller-Weiss disease, however, studies evaluating long-term approaches as well as their complications need to be carried out. We present a systematic review on this disease.

Keywords: Muller-Weiss disease, osteonecrosis navicular, foot arthrodesis, avascular necrosis.

RESUMEN. Müller-Weiss es una enfermedad que se caracteriza por la deformación, fragmentación y necrosis del navicular, que cursa con varo en el mediopíe y dolor de larga duración, mayoritariamente en el sexo femenino. Se relaciona con un retraso en la osificación debido al estrés físico o nutricional, asociado a una distribución anormal de las fuerzas. Aún existen pocos estudios sobre esta patología y no hay un consenso en la literatura sobre su clasificación y tratamiento. Al principio, el tratamiento conservador no muestra resultados positivos, sólo una mejora sintomática aguda. La artrodesis talonavicular aislada es el método más comúnmente adoptado por los especialistas, mostrando buenos resultados y puntuaciones en las etapas tempranas, mientras que la artrodesis triple y doble es la de elección en etapas avanzadas. El conocimiento de la radiología y sus hallazgos es importante para planificar e individualizar la elección del tratamiento en cada caso. Actualmente existen varias técnicas diferentes para abordar la enfermedad de Müller-Weiss, sin embargo, es necesario realizar estudios que evalúen los abordajes a largo plazo, así como sus complicaciones. Presentamos una revisión sistemática en torno a esta enfermedad.

Palabras clave: enfermedad de Müller-Weiss, osteonecrosis navicular, artrodesis del pie, necrosis avascular.

* Medical student at the Federal University of Mato Grosso, UFMT-Cuiabá.

† Orthopedist, Cuiabá Municipal Hospital, Mato Grosso. ORCID: 0009-0003-1256-3740

§ 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

¶ Resident in Orthopedics and Traumatology at the Hospital Geral, Cuiabá, Mato Grosso. ORCID: 0009-0006-1891-593X

|| Resident in Orthopedics and Traumatology at the Cuiabá Municipal Hospital, Cuiabá, Mato Grosso. ORCID: 0009-0003-3220-3750

** Resident in Orthopedics and Traumatology at Hospital Metropolitano de Várzea Grande, Mato Grosso. ORCID: 0009-0009-7670-6409

Correspondence:

Ronaldi Gonçalves dos Santos,

Medical student at the Federal University of Mato Grosso, UFMT-Cuiabá.

Address: Rua 51, N: 6; Núcleo Hab. CPA III, sector III, Cuiabá-MT (CEP 78058440)

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

Received: 03-10-2024. Accepted: 04-26-2024.

How to cite: Gonçalves-dos Santos R, Furtuoso-Junior VF, Pinto de Barros-Moreira WL, Assunção-Tostes A, Caixeta FC, dos Santos-Carneiro T. Avascular necrosis of the navicular (Müller-Weiss). A systematic review.

Acta Ortop Mex. 2024; 38(5): 333-339. <https://dx.doi.org/10.35366/117381>



Introduction

Avascular necrosis of the navicular was first reported by Müller and Weiss in the 20th century, who described its radiological appearance of condensation and fragmentation. It is a rare disease that affects adults between the fourth and sixth decade of life, and there are studies that relate its prevalence to women with an increased body mass index, but with limited data.¹ The navicular bone has a large articular area, which is related proximally to the talus, laterally to the cuboid and distally to the cuneiform bones. It is also supplied by branches of the dorsal artery of the foot.²

Several theories have been proposed to justify the pathophysiology of the disease, but its etiology is still unknown. The hypothesis that there is a delay in the ossification of the navicular is understood as a prerequisite, in addition to which an abnormal force distribution is necessary to produce the condition.³ Aseptic or avascular necrosis occurs due to dysplasia of the bone tissue as a result of an alteration in the uneven distribution of compressive stress and delayed consolidation, with onset during childhood due to nutritional-environmental deficits or metabolic alterations.⁴

In addition, Monteagudo M. and Maceira E. demonstrated the association of situations of physical and emotional stress with delayed limitation, which can be seen with an increased incidence of cases in patients who migrated to Barcelona in the 20th century fleeing the war and also in athletes with intensive training in childhood.⁵ However, its symptoms only appear in adulthood.⁶ The mechanical overload on the navicular along with its composition in the medial arch, resulting in plastic deformation of the chondral structure and the vascular component due to compressive alteration with vascular obstruction are other factors related to the onset of the disease.^{3,6} Trauma and stress fractures are important contributors of biomechanical origin, due to the potentiation of intraosseous vascular involvement.³

Müller-Weiss disease starts with insidious, vague pain in the midfoot region, patients also report ankle instability, reduced subtalar mobility and peroneal tendonitis.^{3,7} Perinavicular arthritis is the main finding in studies and radiographs show osteophytes, sclerosis and dorsolateral fragmentation of the navicular, factors also associated with paradoxical flatfoot.^{7,8} Necrosis can be unilateral or bilateral.

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 carried out in the following databases: PubMed/MEDLINE, Embase, Cochrane and Scopus. The main health science descriptors

searched in English were: «Muller-Weiss disease» and «Osteonecrosis of the navicular». The full phrase used for the search was «Muller-Weiss disease» AND «Osteonecrosis of the navicular» in the databases. Initially, all the studies that discussed the treatment of avascular necrosis of the navicular were approached for screening and selected according to the criteria.

Search strategy and selection criteria

The inclusion criteria were: **a)** studies that dealt with Muller Weiss disease or avascular necrosis of the navicular; **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 disease.

The exclusion criteria were: **a)** studies that did not evaluate the morphofunctional changes of the navicular 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.

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

Population: patients diagnosed with avascular necrosis of the navicular (Müller-Weiss syndrome).

Intervention: functional analysis of conservative or surgical treatment for a period of more than 12 months.

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

Outcome: to indicate the most appropriate approach according to the degree of development of avascular necrosis of the navicular.

Functional assessment tool

Given that the aim of this study was to assess function based on the degree of development and treatment modality, it was decided to use scales that are widely used, such as the American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) and the visual analog scale (VAS). However, due to the low incidence of avascular necrosis of the navicular and the lack of studies, other classifications can also be used, so that they can be validated.

Data extraction

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

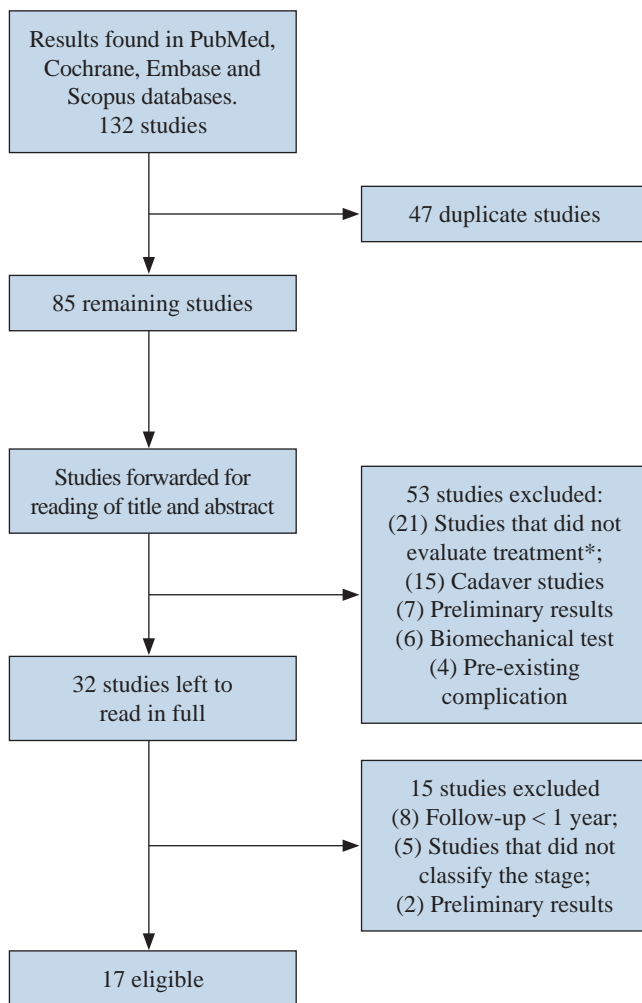
Quality assessment

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

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 132 articles. The 47 duplicate articles were excluded. Of these, 53 were excluded because they did not meet the inclusion criteria, so the exclusion was carried out according to the other criteria. After analysis, 17 articles were considered eligible (*Figure 1*).



* These studies only addressed etiopathological factors of the alterations, as well as alterations in imaging tests such as CT and MRI scans.

Figure 1: Flowchart for screening and selecting the studies analyzed.

Characteristics of the references

Among the trials, there were a total of 134 patients (138 feet) diagnosed with avascular necrosis of the navicular (Müller-Weiss) covered in the studies (*Table 1*), whether in the indeterminate, chronic or acute form.

The data collected included possible risk factors for developing the disease. The results analyzed included presenting symptoms, characteristics of navicular changes and forms of treatment.

Avascular necrosis of the navicular

From the studies selected, it can be seen that the number of patients found was small, due to the low incidence of this presentation. The average age of the studies varied between 28-69 years, which was related to risk factors such as physical and nutritional stress in childhood and obesity, respectively. Despite this, most of the studies featured individuals over 40 years old. There was also a significant predominance of females in the samples.

Various treatments were used, the most prevalent being arthrodesis, performed alone, twice or three times. Calcaneal osteotomy was also used, as was grafting. Conservative treatment was well evaluated in the early stages (S1-S2), while the surgical approach was better in the remaining stages.

Discussion

Clinical aspects

The main characteristic is long-term mechanical pain in the dorsum of the foot, which can be asymmetrical or not.^{3,9} The worsening of the condition in 10% of cases occurs after some trauma to the foot or with the arrival of the fifth decade of life.¹⁰ The conformational alteration of the navicular can be sustained for years without symptoms, but in some patients it is a limiting condition in the first decades of life.¹⁰ Diagnosis occurs between the fourth and fifth decade of life, with females predominating in 70% of cases.³ Pain in other joints such as the knees is also observed, which may be related to altered biomechanics in the whole limb, with the secondary manifestations being alterations in the foot.¹¹ The foot may be normal, with a high arch or low hindfoot, the talar head is on the dorsum of the midfoot with lateral deviation and subtalar movement is reduced.¹² Increased plantar pressure on the midfoot, combined with reduced pressure on the toes, promotes pain, and these considerations can help in the choice of treatment.¹³

Radiological findings

The main changes occur in the navicular, but the radiological appearance can mimic osteonecrosis and changes peculiar to the midfoot can distort the diagnosis,

Table 1: Epidemiological characteristics, classification.

Study	Year	Patients/ Feet	Mean age	Sex	Stage	Treatment	Follow-up	AOFAS Outcome
Volpe A, et al. ⁴¹	2020	4 feet/ 4 patients	59.7	1 male/ 3 females	1 feet/S1 1 feet/S3 2 feet/S4	A-magnetotherapy (8 h/d) (S1 and S3) B-TNA (S4) TNCA	24 months	A-91 B-73
Nelson EW, Rivello GJ ⁴⁰	2012	1 feet/ 1 patient	28	1 female	1 feet/S3	TNCA	38 months	97
Wang X, et al ⁴²	2012	7 feet/ 6 patients	54	1 male/ 5 females	4 feet/S4 2 feet/S5	A-TNA (four S4 and one S5) B-TA (one S5)	23.2 months	A-90.8 B-88
Li SY, et al ⁵⁴	2017	14 feet/ 13 pa- tients	56	6 males/ 7 females	5 feet/S2 4 feet/S3 4 feet/S4 1 feet/S5	Calcaneus osteotomy	44.4 months	78.9
Tan A, et al ⁵³	2011	1 feet/ 1 patient	51	1 female	1 feet/S4	Femoral head allograft	14 months	NA
Adams SB, Danilkowicz	2021	1 feet/ 1 patient	42	1 male	1 feet/S3	Talonavicular Joint-Sparing 3D Printed Navicular	48 months	87.5 (FADI)
Kitaura Y, et al ⁴⁸	2019	2 feet/ 2 patients	69	2 females	2 feet/S3	TNCA	60 months	98.5 (JSSF)
Chang SM, et al ⁵¹	2019	1 feet/ 1 patient	38	1 female	1 feet/S2	Light bulb procedure for failed percutaneous decompression	72 months	97
Levinson H, et al ²⁸	2013	1 feet/1 patient	25	1 male	1 feet/S2	Medial femoral condyle vascularized bone graft	18 months	NA
Janositz G, et al ⁵²	2011	1 feet/ 1 patient	18	1 female	1 feet/S2	Percutaneous decompression	96 months	NA
Hu D, et al ³²	2017	13 feet/ 13 patients	59	2 males/ 11 females	7 feet/S3 6 feet/S4	TNA	20 months	83.5
Qu F, et al ³³	2019	14 feet/ 14 patients	46.2	3 males/ 11 females	5 feet/S3 9 feet/S4	TNA and calcaneus osteotomy	22.3 months	90.6
Hamroongroj T, Chuckpaiwong B ³¹	2018	14 feet/ 14 patients	57.4	2 males/ 14 females	7 feet/S3 9 feet/S4	TNA	36-96 months	87.5
Lu CK, et al ³⁸	2014	13 feet/ 13 patients	55.6	1 male/ 12 females	2 feet/S3 11 feet/S4	TNA	114 months	87.2
Yuan C, et al ³⁹	2019	36 feet/ 34 patients	53.7	3 males/ 33 females	9 feet/S2 10 feet/S3 9 feet/S4 8 feet/S5	TNA or TNCA	25-115 months	85.3
Bai W, et al ⁴⁷	2023	15 feet/ 15 patients	48.4	2 males/ 13 females	8 feet/S3 7 feet/S4	TNA	74 months	90.2

TNA = talonavicular arthrodesis. TNCA = talonaviculocuneiform arthrodesis. TA = triple arthrodesis. NA = not available. FADI = Foot and Ankle Disability Index. JSSF = Japanese Society for Surgery of the Foot.

which is why it is important to know the morphology of the navicular (decreased size, comma-shaped configuration, increased radiodensity, bone fragmentation and protrusion) and the clinical history.^{3,14,15,16} All patients initially have a straight midfoot, but may also have biomechanical and morphological complications in other segments. In the ankle and hindfoot, there is a decrease in the talocalcaneal divergence angle, an increase in the retroposition of the fibula in relation to the tibia due to ankle rotation and the orthogonal projection of the tarsal canal becomes visible, as well as the head of the talus being moved laterally.^{3,17}

In the midfoot, the most affected region, there is anteroposterior shortening of the navicular, which can bring the head of the talus into contact with the cuneiforms.^{3,18} The dorsoplantar view best identifies the deformity of the navicular, which can be compressed at its lateral end in the shape of a comma with fragmentation in the sagittal plane, as well as internal rotation of the medial fragment of the navicular producing shortening.^{3,19} Some patients have medial subluxation of the cuboid in relation to the calcaneus.²⁰

In the forefoot, the metatarsals become parallel to each other with reduced divergence between the first and fifth,

and some patients may complain of hallux valgus without joint misalignment.^{3,21} Another finding is hypertrophy of the second metatarsal due to force deviation, which makes the first ray insufficient and the second cuneometatarsal ray the main force transmitter.²²

Degree of deformity

According to the appearance of the degree of deformity, it is possible to classify navicular involvement into stages. Stage 1 shows radiographs with no changes or minimal changes with slight subtalar varus.^{3,23} Stage 2 occurs with lateral displacement of the talar head and subtalar varus.^{3,24} Stage 3 shows lowering of the longitudinal arch and reduction of the space between the talus and cuneiform.³ Stage 4 shows hindfoot equinization, and hindfoot varus is accentuated.²⁵ Stage 5 is a talocuneiform joint with complete extrusion of the navicular.³

Maceira's classification is not valid for all cases. In his study, Wong-Chung et al. observed that only 35% of cases could fit into the classification, noting that the heel is not varus in all cases and that the greatest degrees of compression do not necessarily occur in the highest stage, which would not justify the universal proposal of calcaneal osteotomy.^{2,3}

Treatment

Conservative treatment

Conservative treatment may be suggested in the early stages of the disease, however there are factors that make treatment unsuccessful, such as midfoot abduction and talonavicular arthritis, which have higher pain and functional disability scores.²⁶ The initial diagnosis is difficult to make because there are few or no symptoms; tests such as magnetic resonance imaging and bone scintigraphy can help at this stage.²⁷ An alternative in mild cases is the use of orthopedic insoles with plantar support to immobilize the talonavicular and naviculocuneiform joints, which can lead to symptomatic improvement in the short term.^{8,28,29}

Talonavicular arthrodesis

Treatment should initially be conservative with pain control, changes in activities and supportive or accommodative orthoses, but if this becomes ineffective and leads to functional incapacity, surgical treatment is recommended.^{3,7,30} A 3-8 year retrospective study evaluating talonavicular arthrodesis in isolation in 16 patients showed that this procedure provides a stable, non-painful foot for daily activities, although it does impair recreational/sporting activities. He also reported an improvement of 2.5° in the calcaneal inclination angle and 5° in midfoot abduction.³¹ If the subtalar and calcaneocuboid joints are healthy, arthrodesis is a reliable option in the study that followed the patient for 14-39 months, with a fusion time

of 12-16 weeks, which was observed with an increase in the American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) and visual analog scale (VAS).³²

Osteotomy of the calcaneus using an oblique incision on the lateral border with a 4cm fragment can also be associated with arthrodesis, with satisfactory healing results and clinical outcomes due to the ease of the procedure, and is recommended in patients with midfoot collapse.^{15,33} An evaluation of 14 cases followed up for 42 months found that calcaneal osteotomy reduced VAS and increased AOFAS by up to 50 points, as well as being an alternative regardless of the radiological degree of the disease, which has also been observed in other studies.^{24,34}

Magnetic resonance imaging has shown that both talonavicular and talonavicular-cuneiform arthrodesis in stage III or IV disease have good clinical results with a solid fusion rate and an obvious improvement in patients' quality of life.^{35,36} The use of talonavicular fusion with a tension band has also been studied for stage III or IV and provided clinical improvement and stability.³⁷

The main associated complications are naviculocuneiform arthritis, pseudoarthrosis and talonavicular arthrosis, which can generate pain and reduce functionality.^{16,38} Fixation with an H-shaped locking plate and an additional retaining screw provides greater stability and compression, with a union rate of 97.2%. However, there is still no gold standard for surgical treatment; several studies using different techniques have shown satisfactory results.^{39,40,41}

In this attempt, studies have classified avascular necrosis of the navicular according to surgical indication, with fracture of the dorsal cortex (type I), propagation of the fracture to the navicular body (type II) and propagation of the fracture to another cortex (type III), with surgical recommendation for types II and III after prior cast immobilization for six weeks.

Triple arthrodesis is an alternative for reconstruction of the medial arch and an alternative in cases where there is not only isolated talonavicular involvement.^{42,43,44} In addition, its use in stages III and IV of Muller Weiss disease has been shown to improve x-ray length, arch height and reduce the Meary-Tomeno angle.⁴⁵ Another study evaluating this procedure also achieved satisfactory postoperative scores and little symptom recurrence.^{46,47} Likewise, double arthrodesis (talonavicular and naviculocuneiform) associated with blocked plates and autologous iliac crest bone grafting show satisfactory results.⁴⁸ This procedure was evaluated in seven patients followed up for 38 months with complete fusion in 16 weeks and improvement in AOFAS of 33 points.⁴⁹ Studies of midfoot and hindfoot arthrodesis with stem allograft followed up for 13 years indicate that this method is also reliable.⁵⁰

Grafting

Transillumination is an alternative treatment for the early stages of the disease, with fluoroscopy and transillumination

with an arthroscopic light source on the medial aspect of the navicular, associated with percutaneous decompression and grafting demonstrating satisfactory remodeling in patients.⁵¹ Another possibility is the vascularized bone graft from the medial condyle of the femur, which has minimal morbidity in the donor area, has shown a higher functional score and an early return to work, although this is an experimental study of just one case.^{28,52,53}

Important findings also suggest that percutaneous decompression in the early stages is an option when prolonged conservative treatment is not efficient, since it was used in young athletes who returned to their sporting activities, however in the long term the results are less favorable with worsening symptoms, with the need for extensive interventions due to the increase in deformity, such as triple arthrodesis.⁵²

Other modalities

Another treatment studied in the literature is the complete replacement of the navicular with a 3D-printed titanium prosthesis with preservation of the talonavicular joint. This procedure is an alternative to the use of grafts, due to the reduced blood supply to the navicular bone and in cases of bone loss. The report followed up and evaluated the replacement for four years, which maintained anatomical alignment, preserved joint function and satisfactory functionality scores.⁵⁰

Final considerations

Avascular necrosis of the navicular or Müller-Weiss disease is a complex foot disorder that presents with medioepic adductus and long-standing pain, mostly in females. There is no consensus on treatment in the literature, as the studies have several limitations and follow-up needs to be long-term in order to better define the therapeutic choice. It is essential to use radiological evaluation to assess the joints involved preoperatively and then choose the appropriate method to treat the different patients, taking into account the degree of arthritis and type of navicular fragmentation.

In addition, this study has inherent limitations in terms of the level of evidence of the studies, which were not all randomized clinical trials, making it impossible to conclude on treatment modalities.

Various surgical treatments have been proposed to correct the deformity associated with Muller Weiss disease and relieve pain. Isolated talonavicular arthrodesis shows good results in the early stages without compromising adjacent joints (S2-S3). Percutaneous decompression can be used as a palliative treatment in some cases (S5). Double arthrodesis and triple arthrodesis are most commonly used in stages S3 and S4 with greater involvement and deformity. Calcaneal osteotomy associated with arthrodesis can be an alternative in cases of midfoot collapse. Grafts show good results when associated with arthrodesis in the reconstruction of

the midfoot, the most commonly used being from the iliac crest. There is a wide range of techniques available for the treatment of avascular necrosis of the navicular, however the choice of method must be individualized in order to preserve or not preserve the joint.

Thus, in view of the results, new trials are needed using validated protocols as well as assessing the need for resources and the associated costs, as well as adapting to the local reality of each service.

References

1. Ryan A, Williams A, Ma C, Parks C, Dini M. Case study of idiopathic degeneration of the talonavicular joint. *Foot Ankle Online J.* 2020; 13(1): 30-6. doi: 10.3827/faoj.2018.1301.0006.
2. Couturier S, Gold G. Imaging features of avascular necrosis of the foot and ankle. *Foot Ankle Clin [Internet].* 2019; 24(1): 17-33. doi: 10.1016/j.fcl.2018.10.002.
3. Maceira E, Rochera R. Müller-Weiss disease: clinical and biomechanical features. *Foot Ankle Clin.* 2004; 9(1): 105-25.
4. Mohiuddin T, Jennison T, Damany D. Müller-Weiss disease - review of current knowledge. *Foot Ankle Surg.* 2014; 20(2): 79-84.
5. Montegudo M, Maceira E. Management of Müller-Weiss disease. *Foot Ankle Clin.* 2019; 24: 89-105.
6. Oliva XM, Voegeli AV. Aseptic (avascular) bone necrosis in the foot and ankle. *EFORT Open Rev.* 2020; 5(10): 684-90.
7. Fernández de Retana P, Maceira E, Fernández-Valencia JA, Suso S. Arthrodesis of the talonavicular-cuneiform joints in Müller-Weiss disease. *Foot Ankle Clin.* 2004; 9(1): 65-72.
8. Rodríguez-Boronat E, Ruiz-Escobar P, Álvarez-Goenaga F, Viladot-Pericé R, Ruiz-Escobar J. Tratamiento con soportes plantares en la enfermedad de Müller-Weiss. Reporte preliminar. *Acta Ortop Mex.* 2020; 34(2): 112-8.
9. Arandes R, Viladot A. Clínica y tratamiento de las enfermedades del pie. Barcelona: Ed Científico-Médica; 1956. p. 257-60.
10. de Fine-Licht E. On bipartite Os naviculare pedis. *Acta Radiol.* 1941; 22(3): 377-82.
11. Turner MS, Smillie IS. The effect of tibial torsion on the pathology of the knee. *J Bone Joint Surg Br.* 1981; 63-B(3): 396-8.
12. Maceira E. The paradoxical pes planus varus in Müller-Weiss disease. Presentado en el Second Combined Meeting of Foot and Ankle Surgeons (CoMFAS) Congress, Venecia, Italia Septiembre. 1988: 16-18.
13. Hetsroni I, Nyska M, Ayalon M. Plantar pressure distribution in patients with Müller-Weiss disease. *Foot Ankle Int.* 2007; 28(2): 237-41. doi:10.3113/FAI.2007.0237
14. Yu JW, Wang XH, Tang J, Zhu XY, Wu XM, Zhu Y. Application value of imaging examination in the diagnosis of Muller-Weiss disease. *Zhongguo Gu Shang.* 2022; 35(5): 476-80. doi: 10.12200/j.issn.1003-0034.2022.05.013.
15. Haller J, Sartoris DJ, Resnick D, Pathria MN, Berthoty D, Howard B, et al. Spontaneous osteonecrosis of the tarsal navicular in adults: imaging findings. *AJR Am J Roentgenol.* 1988; 151(2): 355-8. doi: 10.2214/ajr.151.2.355.
16. Miller TT, Staron RB, Feldman F, Parisien M, Glucksman WJ, Gandolfo LH. The symptomatic accessory tarsal navicular bone: assessment with MR imaging. *Radiology.* 1995; 195(3): 849-53. doi: 10.1148/radiology.195.3.7754020.
17. Bartolotta RJ, McCullion JC, Belfi LM, Hentel KD. Mueller-Weiss syndrome: imaging and implications. *Clin Imaging.* 2014; 38(6): 895-8.
18. Nguyen AS, Tagoylo GH, Mote GA. Diagnostic imaging of the Mueller-Weiss syndrome: findings of a rare condition of the foot. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2014; 104(1): 110-4.
19. DiGiovanni CW, Patel A, Calfee R, Nickisch F. Osteonecrosis in the foot. *J Am Acad Orthop Surg.* 2007; 15(4): 208-17.
20. Viladot-Pericé R. Pie equino varo congénito. Bases anatomopatológicas de su tratamiento. *Rev Pie Tobillo.* 2004; 18(2): 171-82.

21. Maceira-Suárez E. Aspectos clínicos y biomecánicos de la enfermedad de Müller-Weiss. *Rev Pie Tobillo*. 1996; 10(1): 53-65.
22. Wiley JJ, Brown DE. The bipartite tarsal scaphoid. *J Bone Joint Surg Br*. 1981; 63B(4): 583-6.
23. Hayes CW, Conway WF, Daniel WW. MR imaging of bone marrow edema pattern: transient osteoporosis, transient bone marrow edema syndrome, or osteonecrosis. *Radiographics*. 1993; 13(5): 1001-11.
24. Wong-Chung J, McKenna R, Tucker A, Gibson D, Datta P. Radiographic analysis of Müller-Weiss disease. *Foot Ankle Surg*. 2021; 27(5): 501-509. doi: 10.1016/j.fas.2020.06.009.
25. Sarrafian SK. Anatomy of the foot and ankle. 2nd edition. Philadelphia: J.B. Lippincott Co.; 1993.
26. Harnroongroj T, Tharmviboonsri T, Chuckpaiwong B. Müller-Weiss disease: the descriptive factors of failure conservative treatment. *Foot Ankle Int*. 2021; 42(8): 1022-30. doi: 10.1177/10711007211002826.
27. Welck MJ, Kaplan J, Myerson MS. Müller-Weiss Syndrome: Radiological Features and the Role of Weightbearing Computed Tomography Scan. *Foot Ankle Spec*. 2016; 9(3): 245-51. doi: 10.1177/1938640016630055.
28. Levinson H, Miller KJ, Adams SB, Parekh SG. Imaging of Mueller-Weiss Syndrome tarsal navicular with a free medial femoral condyle vascularized bone graft: a new approach to managing a difficult problem. *Foot Ankle Spec*. 2013; 7(4): 332-7.
29. Ahmed AA, Kandil MI, Tabl EA, Elgazzar AS. Müller-Weiss disease: a topical review. *Foot Ankle Int*. 2019; 40(12): 1447-57. doi: 10.1177/1071100719877000.
30. Goedhart LM, Somford MP, Kempink DR, Zeegers AV. Müller-Weiss disease: idiopathic avascular necrosis of the navicular bone. *Ned Tijdschr Geneesk*. 2015; 159: A9036.
31. Harnroongroj T, Chuckpaiwong B. Müller-Weiss Disease: Three- to Eight-Year Follow-Up Outcomes of Isolated Talonavicular Arthrodesis. *J Foot Ankle Surg*. 2018; 57(5): 1014-9. doi: 10.1053/j.jfas.2018.01.008.
32. Hu D, Zhang Y, Liang X, Li Y, Zhao H. Effectiveness of talonavicular arthrodesis for Müller-Weiss disease. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*. 2017; 31(12): 1434-1437. doi: 10.7507/1002-1892.201703052.
33. Qu F, Cai J, Liang X, Li Y, Lu J, Ji W, et al. Short-term effectiveness of talonavicular joint arthrodesis and calcaneus osteotomy for Müller-Weiss disease. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*. 2019; 33(2): 166-9. doi: 10.7507/1002-1892.201805036.
34. Cao HH, Tang KL, Xu JZ. Peri-navicular arthrodesis for the Stage III Müller-Weiss disease. *Foot Ankle Int*. 2012; 33(6): 475-478. doi: 10.3113/FAI.2012.0475.
35. Cao HH, Lu WZ, Tang KL. Isolated talonavicular arthrodesis and talonavicular-cuneiform arthrodesis for the Müller-Weiss disease. *J Orthop Surg Res*. 2017; 12(1): 83. doi: 10.1186/s13018-017-0581-4.
36. Liu W, Chen Y, Zeng G, Yang T, Ma M, Song W. Individual Surgical Treatment of Stage IV Müller-Weiss Disease According to CT/MRI Examination: A Retrospective Study of 12 Cases. *Front Surg*. 2022; 9: 694597. doi: 10.3389/fsurg.2022.694597.
37. Fornaciari P, Gilgen A, Zwicky L, Horn Lang T, Hintermann B. Isolated talonavicular fusion with tension band for Müller-Weiss syndrome. *Foot Ankle Int*. 2014; 35(12): 1316-22. doi: 10.1177/1071100714548197.
38. Lu CK, Fu YC, Cheng YM, Huang PJ. Isolated talonavicular arthrodesis for Müller-Weiss disease. *Kaohsiung J Med Sci*. 2014; 30(9): 471-6. doi: 10.1016/j.kjms.2014.05.001.
39. Yuan C, Wang C, Zhang C, Huang J, Wang X, Ma X. Derotation of the talus and arthrodesis treatment of Stages II-V Müller-Weiss disease: midterm results of 36 cases. *Foot Ankle Int*. 2019; 40(5): 506-14. doi: 10.1177/1071100719829457.
40. Nelson EW, Ravello GJ. Müller-Weiss disease of the tarsal navicular: an idiopathic case. *J Foot Ankle Surg*. 2012; 51(5): 636-41. doi: 10.1053/j.jfas.2012.04.002.
41. Volpe A, Monestier L, Malara T, Riva G, Barbera G, Surace MF. Müller-Weiss disease: four case reports. *World J Orthop*. 2020; 11(11): 507-15. doi: 10.5312/wjo.v11.i11.507.
42. Wang X, Ma X, Zhang C, Huang JZ, Jiang JY. Flatfoot in Müller-Weiss syndrome: a case series. *J Med Case Rep*. 2012; 6: 228. doi: 10.1186/1752-1947-6-228.
43. Doyle T, Napier RJ, Wong-Chung J. Recognition and management of Müller-Weiss disease. *Foot Ankle Int*. 2012; 33(4): 275-81. doi: 10.3113/FAI.2012.0275.
44. Samim M, Moukaddam HA, Smitaman E. Imaging of Mueller-Weiss syndrome: a review of clinical presentations and imaging spectrum. *AJR Am J Roentgenol*. 2016; 207(2): W8-W18. doi: 10.2214/AJR.15.15843.
45. Lu L, Liu B, Zeng J, Chen W, Hu F, Ma Q, et al. Efficacy of triple and talonavicular arthrodesis for the treatment of III-V Müller-Weiss disease. *Tohoku J Exp Med*. 2022; 258(2): 97-102. doi: 10.1620/tjem.2022.J062.
46. Saxena A, Fullem B, Hannaford D. Results of treatment of 22 navicular stress fractures and a new proposed radiographic classification system. *J Foot Ankle Surg*. 2000; 39(2): 96-103. doi: 10.1016/s1067-2516(00)80033-2.
47. Bai W, Li Y, Shen G, Zhang H, Li X, Zhu Y. Talonavicular-cuneiform arthrodesis for the treatment of Müller-Weiss: mid-term results of 15 cases after 5 years. *BMC Musculoskelet Disord*. 2023; 24(1): 178. doi: 10.1186/s12891-023-06293-1.
48. Kitaura Y, Nishimura A, Nakazora S, Fukuda A, Senga Y, Kato K, et al. Spontaneous osteonecrosis of the tarsal navicular: a report of two cases. *Case Rep Orthop*. 2019; 2019: 5952435. doi: 10.1155/2019/5952435.
49. Yu G, Zhao Y, Zhou J, Zhang M. Fusion of talonavicular and naviculocuneiform joints for the treatment of Müller-Weiss disease. *J Foot Ankle Surg*. 2012; 51(4): 415-9. doi: 10.1053/j.jfas.2012.04.004.
50. Adams SB, Danilkowicz RM. Talonavicular Joint-Sparing 3D Printed Navicular Replacement for Osteonecrosis of the Navicular. *Foot Ankle Int*. 2021; 42(9): 1197-204. doi: 10.1177/10711007211002807.
51. Chang SM, Chen PY, Tsai MS, Shee BW. Light bulb procedure for the treatment of tarsal navicular osteonecrosis after failed percutaneous decompression: a case report. *J Foot Ankle Surg*. 2019; 58(1): 187-91. doi: 10.1053/j.jfas.2018.08.003.
52. Janositz G, Sisák K, Tóth K. Percutaneous decompression for the treatment of Mueller-Weiss syndrome. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2011; 19(4): 688-90. doi: 10.1007/s00167-010-1305-z.
53. Tan A, Smulders YC, Zophel OT. Use of remodeled femoral head allograft for tarsal reconstruction in the treatment of Müller-Weiss disease. *J Foot Ankle Surg*. 2011; 50(6): 721-6. doi: 10.1053/j.jfas.2011.04.043.
54. Li SY, Myerson MS, Monteagudo M, Maceira E. Efficacy of Calcaneus Osteotomy for Treatment of Symptomatic Müller-Weiss Disease. *Foot Ankle Int*. 2017; 38(3): 261-9. doi: 10.1177/1071100716677741.

Clinical case

doi: 10.35366/117382

Silent surface osteosarcoma treated following the hemi-capanna technique. A case report

Osteosarcoma superficial silente tratado con la técnica hemi-capanna. Reporte de un caso

Donadeu-Sánchez S,* Manrique-Gamo E,* García-Maroto RC,*
Alarcón L,* Cebrián-Parra JL*

Hospital Clínico San Carlos, Madrid, España.

ABSTRACT. Introduction: surface sarcomas are a rare entity that need correct diagnosis to differentiate parosteal (cPOS), periosteal and the high grade surface osteosarcomas (HGSO). HGSO has malignant behavior similarities with osteosarcomas and wide resection is the key to a successful treatment.¹ The Capanna and Hemi-Capanna reconstruction techniques have been developed in order to avoid amputation after an oncological resection, allowing structural support from an allograft and biological advantages from a vascularised autograft. **Case presentation:** 46 years old male presenting with knee pain and 4 × 3 cm soft tissue tumor on the right tibial surface diagnosed of High Grade Surface Osteosarcoma (HGSO). Was treated by oncological resection followed by reconstruction with allograft and ipsilateral fibula autograft following the «Hemi-Capanna» technique and pedicled medial gastrocnemius flap. **Conclusion:** sufficient evidence supports the use of the Capanna technique in major musculoskeletal reconstructions. The new «Hemi-Capanna» technique has less evidence but proves to be an easier surgical technique with good functional results and little complications.

Keywords: osteosarcoma, high grade surface osteosarcoma, Capanna, Hemi-Capanna.

RESUMEN. Introducción: los sarcomas de superficie son una entidad rara que necesita un diagnóstico correcto para diferenciar el parostio (cPOS), el perióstico y el osteosarcoma de superficie de alto grado (HGSO). HGSO tiene similitudes de comportamiento maligno con los osteosarcomas y la resección amplia es la clave para un tratamiento exitoso. Las técnicas de reconstrucción Capanna y Hemi-Capanna han sido desarrolladas para evitar la amputación después de una resección por cáncer, permitiendo el soporte estructural de un aloinjerto y las ventajas biológicas de un autoinjerto vascularizado. **Presentación del caso:** varón de 46 años que presenta dolor en rodilla y tumor de tejido blando de 4 × 3 cm en superficie tibial derecha diagnosticado con osteosarcoma de superficie de alto grado (OSAG). Se trató mediante resección oncológica seguida de reconstrucción con aloinjerto y autoinjerto de peroné ipsilateral siguiendo la técnica de «Hemi-Capanna» y colgajo pediculado de gastrocnemio medial. **Conclusión:** existe evidencia suficiente que respalda el uso de la técnica de Capanna en reconstrucciones musculoesqueléticas mayores. La nueva técnica «Hemi-Capanna» tiene menos evidencia, pero demuestra ser una técnica quirúrgica más sencilla, con buenos resultados funcionales y pocas complicaciones.

Palabras clave: osteosarcoma, osteosarcoma superficial de alto grado, Capanna, Hemi-Capanna.

* Equipo, Hospital Clínico San Carlos, Madrid España.

Correspondence:

Susana Donadeu Sánchez, MD

E-mail: susanadonadeu@gmail.com

Received: 02-27-2024. Accepted: 04-03-2024.

How to cite: Donadeu-Sánchez S, Manrique-Gamo E, García-Maroto RC, Alarcón L, Cebrián-Parra JL. Silent surface osteosarcoma treated following the hemi-capanna technique. A case report. Acta Ortop Mex. 2024; 38(5): 340-344. <https://dx.doi.org/10.35366/117382>



Introduction

Surface sarcomas are a rare entity that need correct diagnosis to differentiate parosteal (cPOS), periosteal and the high grade surface osteosarcomas (HGSO). HGSO has malignant behavior similarities with osteosarcomas and wide resection is the key to a successful treatment.¹ The Capanna and Hemi-Capanna reconstruction techniques have been developed in order to avoid amputation after an oncological resection, allowing structural support from an allograft and biological advantages from a vascularised autograft.^{2,3}

This case report presents a case of HGSO in the proximal tibia shaft. In order to achieve diagnosis various biopsies were performed. Finally, it was treated with an oncological resection followed by Hemi-Capanna reconstruction using the ipsilateral vascularised fibula with excellent results.

The patient was informed that data concerning his case would be submitted for publication and he provided consent.

Case report

A 46-year-old man presented at the clinic with knee pain and a 4 × 3 cm soft tissue tumor on the right tibia. His medical history included sporadic tobacco and alcohol consumption and up to six pneumothorax episodes, needing surgery 13 years prior to consultation. He refers onset of tumoration the previous year without trauma, and sudden increase in size in the last month. Physical examination showed a 4 × 3 cm soft tissue tumor on the proximal aspect of the anterior left tibia, hard and painful to touch, attached to deep structures (*Figure 1*).

Initially a XR, CT and MR were performed showing a soft tissue tumor on the proximal aspect of the left tibia just inferior to the tibial tuberosity, size of 40 × 29 × 19 mm (coronal × sagittal × axial). Emerging from the anterior tibia periosteum and growing towards the subcutaneous tissue, hyperintense in T2 and hypointense in T1. Tumor presents with irregular and extensive internal calcifications (*Figure 2*). An initial biopsy was performed that was inconclusive, so an ultrasound guided biopsy was done afterwards with a 14G needle. The pathologist could not conclude between, hypertrophic fracture callus, osteoblastoma or osteosarcoma subtype osteoblastoma.

Three months later MR was repeated showing increase in size 42 × 40 × 27 mm and small areas of necrosis. Large attachment to the anterior periosteum remains with exophytic growth contacting the skin (*Figure 3*). With new imaging a third biopsy was performed guided with ultrasound. It showed trabecular osteoid areas that converge and areas of spindle cells with moderate cellular atypia, that suggested cPOS or HGSO.

Surgery was performed by the orthopedic and plastic surgery team under general anesthesia. First a medial approach was performed accessing to the posterior compartment and identifying neuromuscular bundle. Extensive resection that included 15 cm of tibial shaft, surrounding soft tissue and

7 cm skin flap was performed securing intraoperative free edges. The tibial tuberosity and patellar tendon were left intact. Second a lateral approach over the fibula was performed, dissection of the peroneal artery and interosseous membrane, proximal and distal fibula osteotomy leaving 7 cm and 6 cm left correspondingly, followed by fibula tunneling to the anterior compartment (*Figure 4*).

On an auxiliary table allograft preparation was performed with diaphyseal and metaphyseal osteotomy. With a long LISS plate osteosynthesis was done over allo and autograft mounting. Two cortical screws were used to ensure fibula and allograft compression (*Figure 5*). Finally, a pedicled medial gastrocnemius flap and free skin flap was used to cover soft tissue defect (*Figure 6*).

After six weeks non weight bearing patient started partial weight bearing and physiotherapy. Surgical sample was analyzed and was diagnosed as HGSO. The pathology analysis confirmed a HGSO (*Figure 7*).

The patient underwent four rounds of chemotherapy with Cisplatin and Adriamycin. During follow-up patient underwent genetics examination and was positive for the following biomarkers FGFR1, MYC, RICTOR, CUL4A,

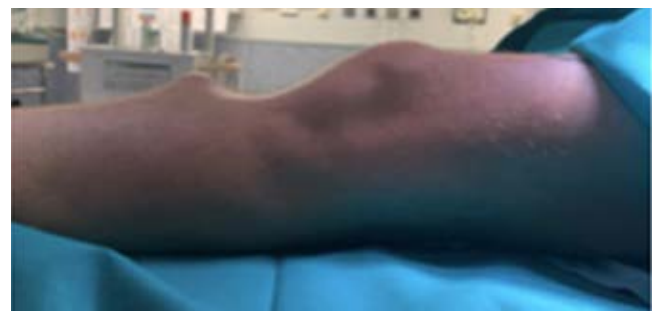


Figure 1: Shows the exotic lesion on the anterior aspect of the tibia with skin.

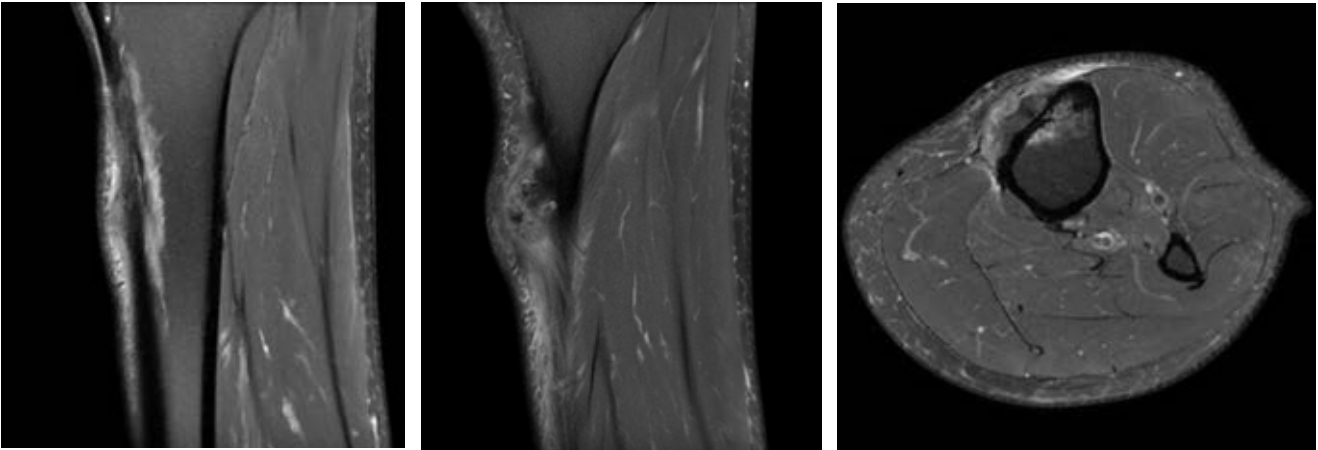


Figure 2: MR image of the tumor showing growth from the anterior periosteum and internal calcification. Soft tissue invasion can be seen.

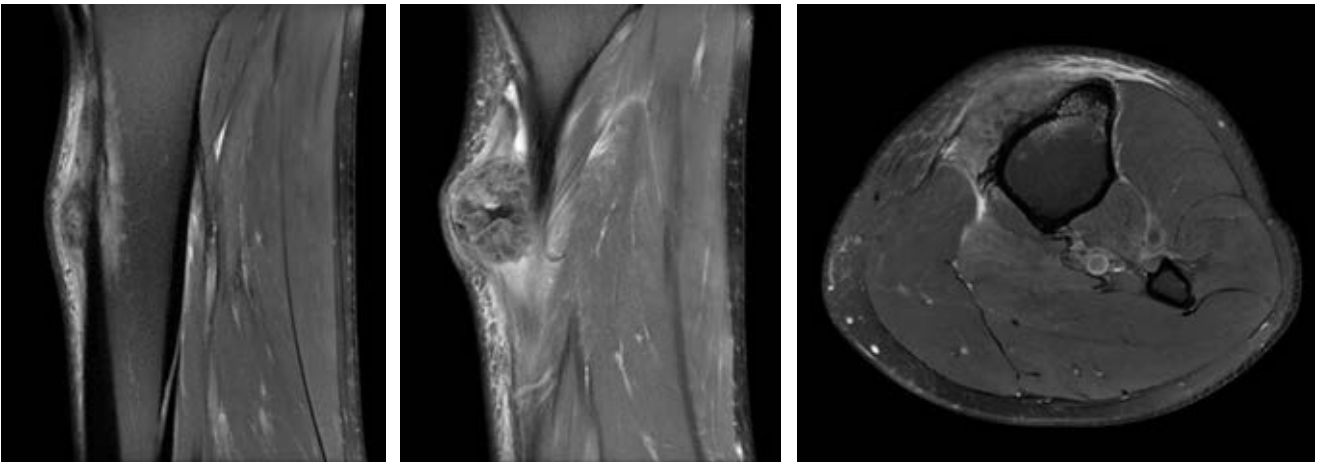


Figure 3: MR image of the tumor showing growth compared with previous image. Contact with the skin can be noted.

ZNF703, C17orf39, IRS2 and WHSC1L1, being diagnosed with Li-Fraumeni Syndrome.

After 15 months' follow-up no evidence of recurrence or metastasis appeared on MR or PET-SCAN. He undergoes periodical colonoscopies and examination and no new tumors have been found. Patient is satisfied, walks with a cane and reports no pain.

The patient was informed that the data on his case would be submitted for publication, and he gave his consent.

Discussion

The vast majority of sarcomas arise intramedullary thus the Surface Osteosarcomas subtype are rare, representing 4-6% of all sarcomas.^{4,5} The main variants of surface osteosarcomas are the cPOS, periosteal and the HGSO, representing 5, 1.5 and 0.5% respectively.¹ HGSO are highly malignant lesions that bear similarities to conventional intramedullary osteosarcoma, having the ability to metastasize and cause death. They occur more frequently in males than

females (1.6:1),^{6,7} during the second and third decades of life⁷ with a mean age of 25 years old⁶ They most frequently involved the mid femur followed by distal femur and mid tibia⁶ and usually measures 5-22 cm at initial presentation.⁷ Pain and swelling are the usual presenting symptoms. Diagnosis needs to be performed with a biopsy or surgical piece, but it remains tricky due to superficial affection.

As a high grade tumor, it is highly proliferative and may present with satellite lesions and early metastases, 15% probability of pulmonary metastasis.^{6,7} The treatment of choice is a combination of wide surgical excision and adjuvant chemotherapy.^{5,6} H. Nouri et al, recommend the use of chemotherapy postoperative only, because of the amount of poor response and the high risk of progression during treatment.¹

The prognosis for HGSO is worse than for the other two types of surface osteosarcoma. The following are described as risk factors for worst prognosis: proximal location in limbs, increased size, metastasis at diagnosis and poor outcome after chemotherapy.⁸ The latest is one of the most

important prognosis factors, considering good response to chemotherapy more than 90% of necrosis/sclerosis.⁹ The second most important factor is surgical margins, being local recurrence associated with marginal excision.¹ Extension to the medullary canal is rare and also associated with worse prognosis.⁶ The survival rates at five years is 62.4%-82%, and disease free survival is 70%.^{1,7}

In order to achieve free surgical margins wide resections need to be performed. Historically, amputation or disarticulation was the treatment of choice but a limb salvage surgery is more desirable, as it has being published no sta-

tistically significant difference in local recurrence rates, duration of postoperative disease-free period, or survival rates between limb salvage procedures and amputation.¹⁰ Options for limb salvage include the use of large cortical allografts, distraction osteogenesis, endoprosthesis, and vascularized bone grafts.^{2,11}

The Capanna Technique is an excellent option to reconstruct the large defects of the femur and tibia left after an oncologic resection. It is recommended for defects larger than 10 cm.¹² It combines a vascularized fibula autograft with a conventional massive allograft.³ The combination of allograft and autograft complement each other; the immediate structural strength provided by the allograft and the biological profiles of a vascularized fibula, with osteogenic capabilities and the potential to achieve lower rates of infection, fracture, and nonunion.

The free vascularized fibula harvested most commonly from the contralateral leg is at least 4-6 cm longer than the defect.^{12,13,14} The allograft is cut the same length as the bone defects. The fibula's vascular pedicle is based on the peroneal artery with its venae comitantes, providing an endosteal nutrient artery to the medullary canal and periosteal branches that supply the cortical surface.

The classical Capanna Technique consists of inserting the harvested fibula carefully into a previously prepared allograft groove. At the tibial level the autogenous fibula is inserted 2-3 cm into the medullary canal of the distal tibial stump and proximally, it is placed at the center of the metaphysis or epiphyseal. When fibula insertion into de allograft care is taken to prevent damage to the vessels.¹⁵

The classical Capanna Technique constrains the fibula within the medullary canal and does not fully allow hypertrophy over time. Thus, the evolution to the «hemi-Capanna». In this technique the allograft is buried within the medullary canal and then it is split in half longitudinally to accommodate the vascularized fibula. Bisecting the allograft increases the space available for the fibula in

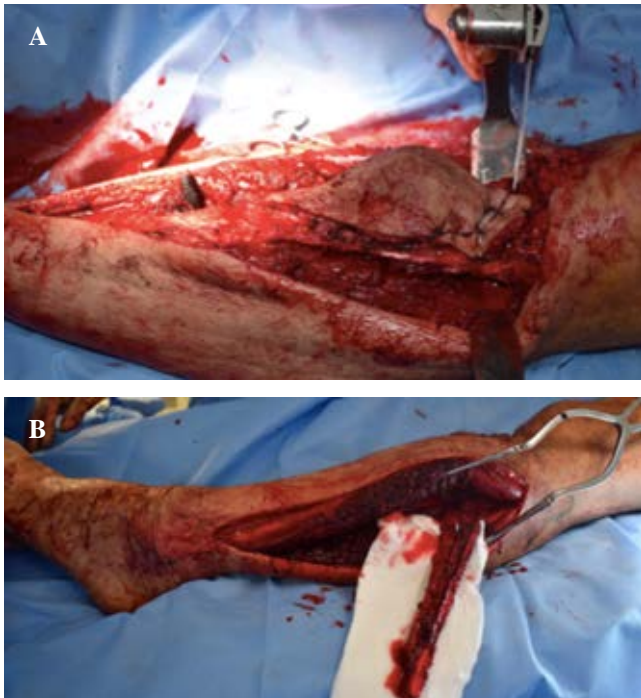


Figure 4: A) Medial approach with proximal tibial and skin resection. B) Lateral approach with fibula graft, peroneal artery can be identified.

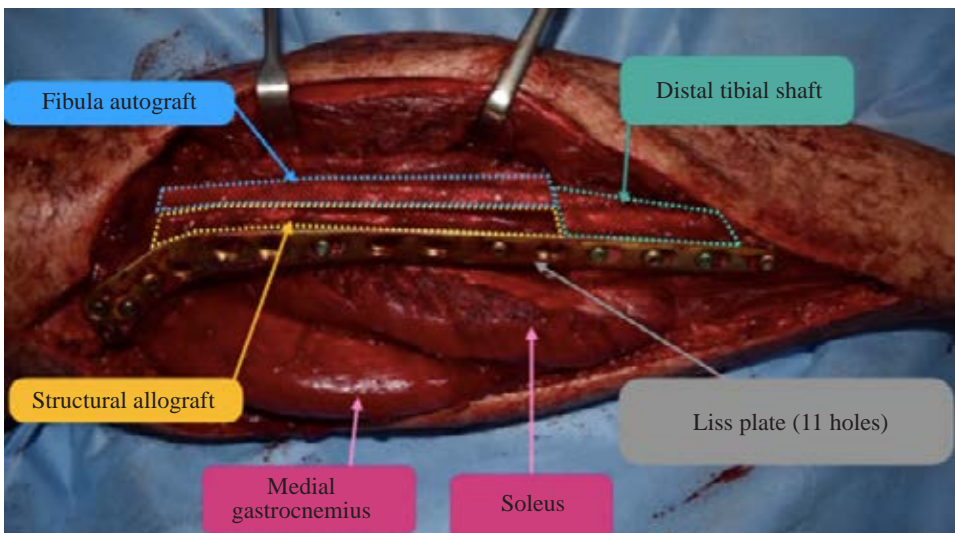


Figure 5: Osteosynthesis with the fibula autograft, allograft and LISS plate.

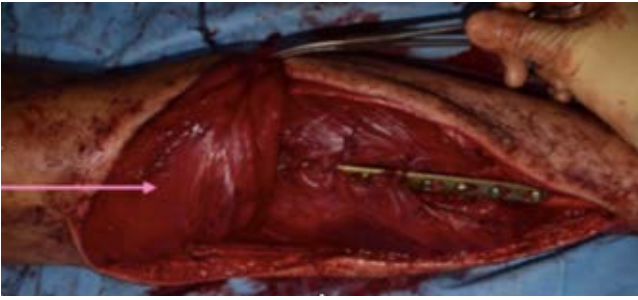


Figure 6: Medial gastrocnemius flap used to cover anterior defect.

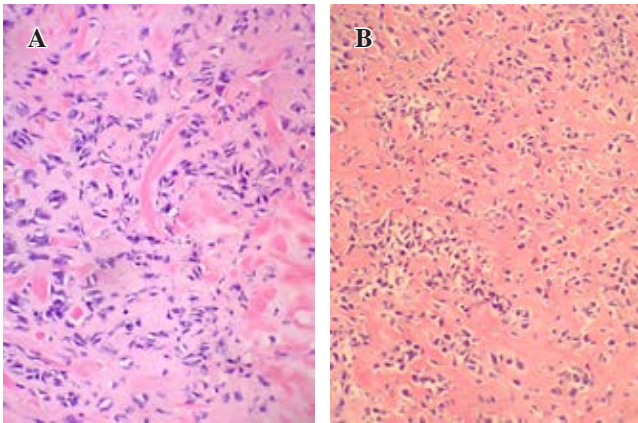


Figure 7: **A)** Tumor formed by cells with much nuclear pleomorphism (H&E, $\times 400$). **B)** Cellular proliferation of diffuse growth pattern in which osteoid material is identified around the neoplastic cells (H&E, $\times 200$).

favor of osseous hypertrophy to take effect, and simplifying pedicle positioning and microsurgical anastomosis.^{2,14}

While the «Hemi-Capanna» might result in decreased structural strength of the construct, it provides the benefit of increased exposure of the fibula graft to loads during weight bearing, which stimulates graft hypertrophy.¹⁶

In both the Capanna and Hemi-Capanna the construct is secured with plates and screws or with screws alone, and the microvascular anastomoses are performed after bony fixation, usually in an end-to-side fashion.

The overall success rate of the reconstruction is 93.5%. Complications included infection (6-8.5%), nonunion (6-10.5%), and fracture (10.5-13.3%).^{13,15}

In conclusion the Hemi-Capanna technique is an evolution of the Capanna that uses its fundamental idea of allograft and vascularised autograft combination, but simplifies surgical technique and allows more graft hypertrophy site it is less constrained. It has proven to have excellent results in wide bone resections such as the ones performed at sarcomas or HGSO surgery.

Conclusion

HGSO are highly malignant lesions that bear similarities to conventional intramedullary osteosarcoma. It's treatment

of choice is a combination of wide surgical excision and adjuvant chemotherapy. The Capanna Technique is an excellent option after a wide excision, it's evolution into the Hemi-Capanna simplifies the surgical technique and allows more graft hypertrophy, with excellent results in wide bone resections.

References

1. Nouri H, Ben-Maitigue M, Abid L, Nouri N, Abdelkader A, Bouaziz M, et al. Surface osteosarcoma: Clinical features and therapeutic implications. *J Bone Oncol*. 2015; 4(4): 115-23.
2. Momeni A, Weber KL, Kovach SJ. A modification of an established method of intercalary extremity bone defect reconstruction: the "Hemi-Capanna" technique. *Ann Plast Surg*. 2018; 81(2): 240-3.
3. Capanna R, Bufalini C, Campanacci C. A new technique for reconstructions of large metadiaphyseal bone defects: a combined graft (allograft shell plus vascularized fibula). *Orthop Traumatol*. 1993; 2: 159-77.
4. Harper K, Sathiadoss P, Saifuddin A, Sheikh A. A review of imaging of surface sarcomas of bone. *Skeletal Radiol*. 2021; 50(1): 9-28.
5. Kumar VS, Barwar N, Khan SA. Surface osteosarcomas: Diagnosis, treatment and outcome. *Indian J Orthop*. 2014; 48(3): 255-61.
6. Okada K, Unni KK, Swee RG, Sim FH. High grade surface osteosarcoma: A clinicopathologic study of 46 cases. *Cancer*. 1999; 85: 1044-54.
7. Staals EL, Bacchini P, Bertoni F. High-grade surface osteosarcoma: a review of 25 cases from the Rizzoli Institute. *Cancer*. 2008; 112(7): 1592-9.
8. Palmerín-Bucio ME, Atencio-Chan A, Tecualt-Gómez R, Amaya-Zepeda R. Osteosarcoma de superficie de alto grado. Reporte de un caso. *GAMO*. 2012; 11(3): 203-8.
9. Folpe A, Petur-Nielsen P. *Bone and Soft Tissue Pathology*. 2nd ed, Vol 1. Philadelphia: Elsevier, 2022.
10. Rougraff BT, Simon MA, Kneisl JS, Greenberg DB, Mankin JH. Limb salvage compared with amputation for osteosarcoma of the distal end of the femur. A long-term oncological, functional, and quality-of-life study. *J Bone Joint Surg Am*. 1994; 76(5): 649-56.
11. Donati D, Capanna R, Campanacci D, Del Ben M, Ercolani C, Masetti C, et al. The use of massive bone allografts for intercalary reconstruction and arthrodeses after tumor resection. A multicentric European study. *Chir Organi Mov*. 1993; 78(2): 81-94.
12. Jayaramaraju D, Venkataramani H, Rajasekaran RB, Agraharam D, Sabapathy SR, Rajasekaran S. Modified Capanna's technique (vascularized free fibula combined with allograft) as a single-stage procedure in post-traumatic long-segment defects of the lower end of the femur: outcome analysis of a series of 19 patients with an average gap of 14 cm. *Indian J Plast Surg*. 2019; 52(3): 296-303.
13. Bakri K, Stans AA, Mardini S, Moran SL. Combined massive allograft and intramedullary vascularized fibula transfer: the capanna technique for lower-limb reconstruction. *Semin Plast Surg*. 2008; 22(3): 234-41.
14. Venkatramani H, Sabapathy SR, Dheenadayalan J, Devendra A, Rajasekaran S. Reconstruction of post-traumatic long segment bone defects of the lower end of the femur by free vascularized fibula combined with allograft (modified Capanna's technique). *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2015; 41(1): 17-24.
15. Capanna R, Campanacci DA, Belot N, Beltrami G, Manfrini M, Innocenti M, et al. A new reconstructive technique for intercalary defects of long bones: the association of massive allograft with vascularized fibular autograft. Long-term results and comparison with alternative techniques. *Orthop Clin North Am*. 2007; 38(1): 51-60.
16. Innocenti M, Abed YY, Beltrami G, Delcroix L, Manfrini M, Capanna R. Biological reconstruction after resection of bone tumors of the proximal tibia using allograft shell and intramedullary free vascularized fibular graft: long-term results. *Microsurgery*. 2009; 29(5): 361-72.

Conflict of interest: this research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Clinical case

doi: 10.35366/117383

Upper limb salvage with massive intercalary allograft for humeral chondrosarcoma

Recuperación de miembro superior con aloinjerto intercalar masivo para condrosarcoma humeral

Salcedo G,^{*,‡} Varela A,^{*,§} Villamues N^{*,¶}

Colsanitas Clinic, Cali, Colombia.

ABSTRACT. Introduction: chondrosarcoma is a high-grade malignant tumor composed of mesenchymal cells with cartilage differentiation. It most frequently appears in the bones of the pelvis, the femur, and the humerus. The main management method is oncological resection with wide margins and function-preserving reconstruction. The prognosis depends on the histologic grade and location of the tumor. **Case presentation:** we present the case of an adult patient with chondrosarcoma in the right humerus managed in our unit with wide resection and massive allograft reconstruction (limb salvage). **Conclusions:** the option of reconstructive surgery could lead to considerable success and minimize the functional, emotional, and aesthetic impairment that an amputation would entail.

Keywords: chondrosarcoma, proximal humerus, reconstruction, limb salvage surgery, allograft.

RESUMEN. Introducción: el condrosarcoma es un tumor maligno de alto grado compuesto por células mesenquimales con diferenciación cartilaginosa. Aparece con mayor frecuencia en los huesos de la pelvis, el fémur y el húmero. El principal método de manejo es la resección oncológica con amplios márgenes y reconstrucción preservando la función. El pronóstico depende del grado histológico y la ubicación del tumor. **Presentación del caso:** presentamos el caso de un paciente adulto con condrosarcoma en húmero derecho, manejado en nuestra unidad, con resección amplia y reconstrucción masiva con aloinjerto (salvamento de extremidad). **Conclusiones:** la opción de cirugía reconstructiva podría conllevar un éxito considerable y minimizar el deterioro funcional, emocional y estético que supondría una amputación.

Palabras clave: condrosarcoma, húmero proximal, reconstrucción, cirugía de salvamento de extremidad, aloinjerto.

Introduction

Chondrosarcoma is a malignant tumor composed of mesenchymal cells with cartilage differentiation. It is the second most common malignant primary bone tumor,

and is more common in people over 40 years of age.¹ Its most frequent locations are the bones of the pelvis, the femur and the humerus.² There are several subtypes of chondrosarcoma that differ in terms of location, degree of malignancy, origin, treatment and prognosis.

* Sebastián de Belalcázar, Colsanitas Clinic, Cali, Colombia.

‡ Orthopedic Oncologist, Surgery Service, ORCID: 0009-0008-4211-2170

§ Orthopedic Oncologist, Surgery Service, ORCID: 0009-0006-4681-8942

¶ Postgraduate Year-1 Orthopedics, National Institute of Rehabilitation «Luis Guillermo Ibarra Ibarra», National Autonomous University of Mexico, Surgery Service, ORCID: 0009-0000-8020-7850

Correspondence:

Nancy Villamues, MD

ID 1144165672 PA AX146200

E-mail: nancy.l.villamues@correounivalle.edu.co

Received: 11-28-2023. Accepted: 03-12-2024.

How to cite: Salcedo G, Varela A, Villamues N. Upper limb salvage with massive intercalary allograft for humeral chondrosarcoma. Acta Ortop Mex. 2024; 38(5): 345-350. <https://dx.doi.org/10.35366/117383>



Chondrosarcoma is the third most frequent malignant primary tumor after osteosarcoma and Ewing's sarcoma; however, it is the most frequent primary bone tumor in the adult population.³

Chondrosarcoma can be classified according to its origin as primary or secondary and central or peripheral, as well as according to the histological grade (low or high grade) and histological subtype (mesenchymal, clear cells, etc.), each of which has clear therapeutic repercussions and is associated with prognosis and survival. Dedifferentiated chondrosarcoma is the most malignant type and has the highest metastatic potential.^{4,5,6,7}

Central chondrosarcoma represents approximately 60% of patients. It typically presents in adults older than 50 years and is almost absent in children. Males are the most affected sex (2:1).⁸

Histologically, it is difficult to distinguish enchondroma (benign tumor) from low-grade chondrosarcoma; for diagnosis, the location and radiographic characteristics, such as periosteal reactions, cortical destruction, and, often, associated extrasosseous soft tissue masses, must be accounted for.^{1,2,3}

Chondrosarcoma is slow growing and progressive, with associated pain and formation of a mass. When these tumors occur in axial bones such as the pelvis, ribs, scapula, femur and proximal humerus or when they are fast growing and associated with an extensive soft tissue mass or metastases, they tend to have aggressive behavior with a worse prognosis.²

In most patients, a biopsy is required to confirm what may seem clinically and radiologically obvious. This biopsy may be performed by needle, but open biopsy is recommended if the diagnosis is not obvious.⁴

Magnetic resonance imaging (MRI) is the ideal imaging modality for preoperative treatment planning, especially in



Figure 1:

Lytic lesion of the right humerus with diaphyseal involvement.

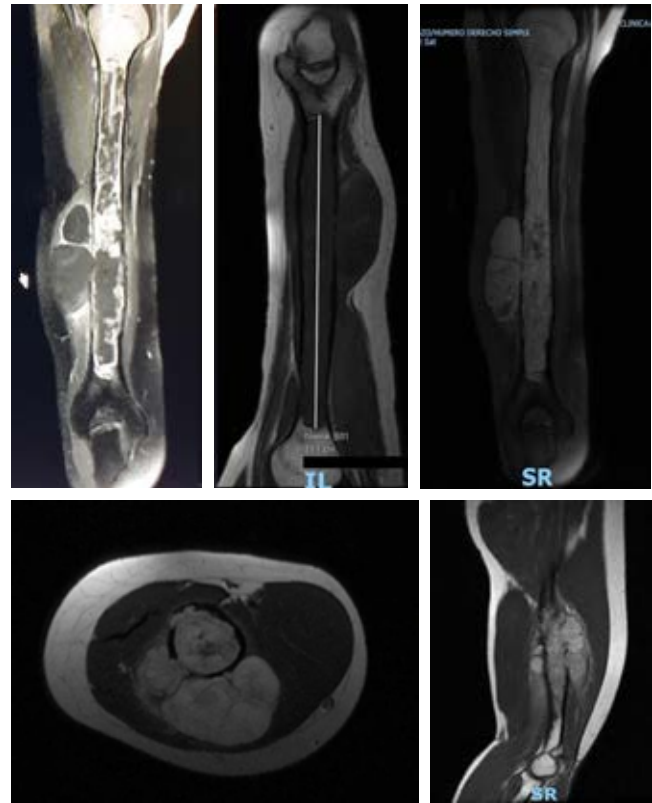


Figure 2: Different magnetic resonance imaging views showing complete diaphyseal involvement with extensive bone lysis and soft tissue involvement.

relation to neurovascular structures and the definition of osteotomy margins.⁹

Surgical management includes en bloc resection with wide margins, including the biopsy scar as part of the surgical specimen, followed by reconstruction with prostheses, structural allografts or alloprosthetic compounds.^{10,11}

Case presentation

With the required informed consent, this study presents the case of a 36-year-old female patient referred for evaluation by Oncological Orthopedics at the Sebastián de Belalcázar/Colsanitas Clinic, Cali, Colombia, where she had established a clinical history of a mass in the right arm that had increased volume and sensation over the previous six months without a history of trauma or other relevant antecedents. Physical examination revealed a palpable, circumferential, fixed mass between the middle and distal thirds of the right arm, with pain on palpation and preserved ranges of mobility in the shoulder and elbow. Examination by X-ray imaging of the right arm showed a lytic lesion in the humeral shaft with poorly defined edges, cortical thinning, a periosteal reaction and a mass effect with compromise of the soft tissues (*Figure 1*).

Contrast-enhanced MRI showed an infiltrative, diffuse endosteal lesion affecting the humeral shaft extending

19 cm longitudinally from the humeral neck to the supracondylar region, infiltrating and destroying the cortex in the lateral margin of the middle third of the diaphysis. The scan also revealed a soft tissue mass involving the deep muscle groups on the posterolateral aspect of the arm that measured approximately $7.8 \times 4.9 \times 2.6$ cm in diameter (lateral*anteroposterior*transverse). The tumor signal was predominantly high on the T2 sequences, with hemorrhagic content and a focal juxtacortical tumor component toward the posterior and medial margins measuring 2.4 cm and presenting with marked diffusion restriction and contrast enhancement, suggesting a large tumor component in this segment. Peripheral enhancement of the tumor lesion was also observed, and there were no displaced or angled fractures. Tumor involvement was not observed in the proximal or distal epiphysis of the humerus. The humeral vascular bundle running along the medial aspect of the arm did not demonstrate signs of tumor infiltration, but branches supplying the tumor were observed emerging from the distal brachial artery.

The dimensions for surgical planning were confirmed on MRI following an assessment of bone extension and soft tissue involvement on the different planes (*Figure 2*).

An incisional biopsy was performed for histopathology and immunohistochemistry, yielding results compatible with chondrosarcoma (*Figure 3*).

During outpatient follow-up, extended studies were performed for staging; the chest and abdomen were normal on computed tomography (CT), and a bone scan showed uptake solely at the level of the humeral mass.

According to the surgical staging systems for musculoskeletal tumors (i.e., the Enneking and Musculoskeletal Tumor Society [MSTS] systems), the mass in this patient corresponded to stage IIB (high grade, extracompartmental).^{12,13}

As this was a grade II humeral chondrosarcoma involving the proximal and distal epiphysis, it was decided to perform limb salvage surgery with complete and wide resection of the lesion and subsequent reconstruction with a massive intercalary allograft and proximal and distal osteosynthesis

in the right humerus. The patient was then admitted for hospitalization and preoperative preparation.

According to the surgical plan, the procedure was performed as follows. First, an expanded deltopectoral approach was performed, including the previous biopsy within the tumor lesion, curving toward the side and in the posterior and longitudinal directions over the olecranon. Subsequently, the tumoral lesion was dissected with wide lateral, middle and distal margins; at this level, the margin was close to the radial nerve, which was controlled along its entirety with neurolysis. Then, the deltoid muscle was dissected, exposing the axillary nerve, followed by tenotomy at the insertion points of the latissimus dorsi and pectoral muscles with complete dissection of the humerus, preserving the biopsy scar as part of the surgical specimen. Finally, osteotomy of the proximal humerus was performed at the level of the lower edge of the subscapularis muscle, and osteotomy of the distal supracondylar humerus was performed at the level of the olecranon fossa (*Figure 4*). Based on the MR images, adequate margins were obtained; then, frozen samples from the proximal and distal ends were examined and found to be negative. The defect was

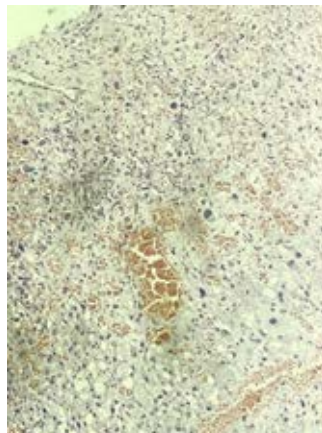
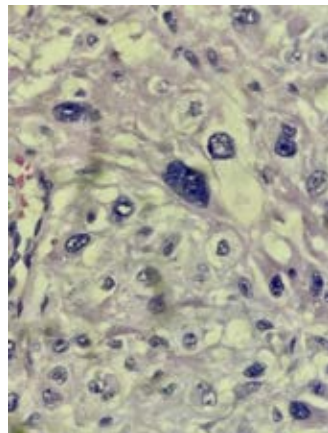


Figure 4:

Proximal and distal osteotomy with margins defined for complete and wide resection.

Figure 3:

Histopathology images compatible with chondrosarcoma of histological grade 2/3, described as consisting of lobes with abundant cartilaginous matrix and chondrocytes in lacunar spaces permeating the intertrabecular spaces.



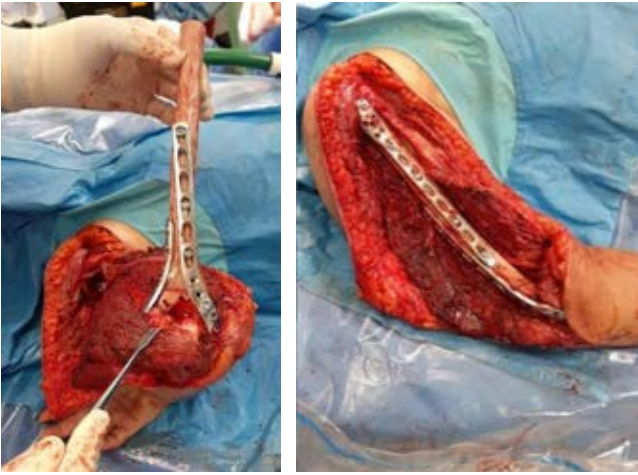


Figure 5: Proximal and distal osteosynthesis with a structural allograft.

reconstructed with a massive allograft of the proximal humerus from the bone bank and proximal and distal fixation with plates and screws for osteosynthesis under adequate fluoroscopic control (*Figure 5*). Soft tissue reconstruction was performed by flap rotation and hemostasis followed by layered wound closure and skin stapling.

A control radiographic image was taken in the immediate postoperative period showing adequate congruence of the allograft with the host bones and fixation with the osteosynthesis material in the right humerus (*Figure 6*).

Clinical follow-up continued, with acceptable postsurgical evolution, including allograft consolidation at three months (*Figure 7*). Physical examination of the upper right limb showed hypoesthesia and an interosseus motor deficit in the 5th finger, which progressed to complete improvement. The range of motion of the shoulder reached 150 degrees of flexion, 90 degrees of abduction, and 45 degrees during external rotation and adduction, while that of the elbow reached 10 to 110 degrees of flexion-extension with complete pronosupination (*Figure 8*).

According to the MSTS upper extremity rating scale, the patient currently has a score of 29/30, corresponding to 96%.¹⁴

Discussion

Chondrosarcoma is a malignant tumor composed of mesenchymal cells with cartilage differentiation, ranging in classification from low grade with little metastatic potential to high grade with aggressive behavior and early metastasis. Among the initial case reports, amputation and radical surgery are fundamental pillars in the management of this tumor.^{15,16,17} Subsequently, surgical management involving reconstruction with prostheses, structural allografts or alloprosthetic compounds has emerged as an option for limb preservation.^{18,19,20,21,22}

Most recently documented reports describe chondrosarcoma of the humerus occurring in the proximal area, with subsequent wide resection and reconstruction with joint stents.^{23,24,25,26} Reconstructive surgery after wide tumor resection in a different location of the humerus presents a challenge for preserving the limb itself and the function of the limb while minimizing the aesthetic impact that an amputation would entail. Among the chondrosarcoma management options, including prosthesis and/or allograft reconstruction with or without the addition of a vascularized fibular autograft,²⁷ the best option for this patient was considered and chosen. As there was no compromise of the humeral head or the epicondyles according to the extent documented on imaging, resecting only the diaphyseal area became the main objective, with the goal of preserving the articular function of the shoulder and elbow, for which



Figure 6:

Immediate postoperative radiograph showing reconstruction of the humerus with osteosynthesis and a structural allograft.



Figure 7:

Radiographic evidence of allograft/host bone consolidation at 3 months.



Figure 8: Range of motion of the elbow and shoulder at six months postoperatively. **A)** Flexion of the elbow. **B)** Extension of the elbow. **C)** Flexion of the shoulder. **D)** External rotation of the shoulder.

the allograft was used. According to a report by Errani C et al., who investigated 60 patients under 16 years of age who underwent diaphyseal resection and reconstruction with an intercalary allograft for femoral osteosarcomas, the outcomes did not differ between patients who did and did not undergo vascularized fibular autografting. Thus, they recommended the use of an autograft only for the management of complications such as nonunion or associated fractures.

In the short follow-up period, the postoperative course of this patient has been very favorable, as she has thus far shown no evidence of relapse and is satisfied with the functional result.

Surgical treatment of malignant bone tumors should focus on complete resection and functional preservation of the limb. The option of reconstructive surgery could lead to considerable success and minimize the functional, emotional, and aesthetic impairment that an amputation would entail.

References

- Hakim MO, Rosenberg AE. *Pathology of chondrosarcoma*. In: Francis J, Hornicek (ed) *Chondrosarcoma: biology and clinical management*. Springer Nature, 2021. Available in: <https://books.google.com.co/books?id=QNwzEAAAQBAJ&lpg=PR3&dq=chondrosarcoma&pg=PA3#v=onepage&q=chondrosarcoma&f=false>
- Paulos J. *Chondrosarcoma*. In: Paulos J, Poitout DG (eds) *Bone tumors*. Springer, London. Available in: https://doi.org/10.1007/978-1-4471-7501-8_10
- Campanacci M, Enneking WF. *Bone and soft tissue tumours*. 2nd ed. New York: Springer; 1999. ISBN: 3-211-83235-1.
- Gibbs CP Jr, Weber K, Scarborough MT. Malignant bone tumors. *Instr Course Lect*. 2002; 51: 413-28.
- Daly PJ, Sim FH, Wold LE. Dedifferentiated chondrosarcoma of bone. *Orthopedics*. 1989; 12(5): 763-7.
- Lin PP, Moussallem CD, Deavers MT. Secondary chondrosarcoma. *J Am Acad Orthop Surg*. 2010; 18(10): 608-15.
- Mavrogenis AF, Gambarotti M, Angelini A, Palmerini E, Staals EL, Ruggieri P, et al. Chondrosarcomas revisited. *Orthopedics*. 2012; 35(3): e379-90.
- Aprin H, Riseborough EJ, Hall JE. Chondrosarcoma in children and adolescents. *Clin Orthop Relat Res*. 1982; (166): 226-32.
- Picci P, Manfrini M, Fabbri N, Gambarotti M, Vanel D. *Atlas of musculoskeletal tumors and tumorlike lesions*. Switzerland: Springer; 2014. ISBN: 978-3-319-01747-1.
- Schwab JH, Springfield DS, Raskin KA, Mankin HJ, Hornicek FJ. What's new in primary bone tumors. *J Bone Joint Surg Am*. 2012; 94(20): 1913-9.
- Schwab JH, Springfield DS, Raskin KA, Mankin HJ, Hornicek FJ. What's new in primary malignant musculoskeletal tumors. *J Bone Joint Surg Am*. 2013; 95(24): 2240-6.
- Enneking WF. A system of staging musculoskeletal neoplasms. *Clin Orthop Relat Res*. 1986; 204: 9-24.
- Wolf RE, Enneking WF. The staging and surgery of musculoskeletal neoplasms. *Orthop Clin North Am*. 1996; 27(3): 473-81. Available in: [https://doi.org/10.1016/S0030-5898\(20\)32093-9](https://doi.org/10.1016/S0030-5898(20)32093-9)
- Enneking WF, Dunham W, Gebhardt MC, Malawar M, Pritchard DJ. A system for the functional evaluation of reconstructive procedures after surgical treatment of tumors of the musculoskeletal system. *Clin Orthop Relat Res*. 1993; 286: 241-6.
- Wu KK, Guise ER, Frost HM, Mitchell CL. Chondrosarcoma: a report of 65 cases. *Henry Ford Hosp Med* 1978; 26(1): 39-46.
- Gitelis S, Bertoni F, Picci P, Campanacci M. Chondrosarcoma of bone. The experience at the Istituto Ortopedico Rizzoli. *J Bone Joint Surg Am*. 1981; 63(8): 1248-57.
- Frassica FJ, Unni KK, Beabout JW, Sim FH. Dedifferentiated chondrosarcoma. A report of the clinicopathological features and treatment of seventy-eight cases. *J Bone Joint Surg Am*. 1986; 68(8): 1197-205.
- Lee FY, Mankin HJ, Fondren G, Gebhardt MC, Springfield DS, Rosenberg AE, Jennings LC. Chondrosarcoma of bone: an assessment of outcome. *J Bone Joint Surg Am*. 1999; 81(3): 326-38.
- Marco RA, Gitelis S, Brebach GT, Healey JH. Cartilage tumors: evaluation and treatment. *J Am Acad Orthop Surg*. 2000; 8(5): 292-304.
- Picci P, Mercuri M, Ferrari S, Alberghini M, Briccoli A, Ferrari C, et al. Survival in high-grade osteosarcoma: improvement over 21 years at a single institution. *Ann Oncol*. 2010; 21(6): 1366-73.
- López ML, Apontetinao L, Farfalli GL, Ayerza MA, Muscolo DL. Tratamiento, complicaciones y supervivencia de los pacientes con chondrosarcoma. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol*. 2011; 76: 303-308.
- Meftah M, Schult P, Henshaw RM. Long-term results of intralesional curettage and cryosurgery for treatment of low-grade chondrosarcoma. *J Bone Joint Surg Am*. 2013; 95(15): 1358-64.

23. Zheng K, Peng ZX, Zheng PP. Chondrosarcoma of the proximal humerus secondary to oller disease: an 8-year follow-up of successful resection of the tumor with endoprosthesis replacement of the proximal humerus. *J Clin Med Res.* 2014; 6(3): 218-22.
24. Serrano PM, Ribau A, Santos SM, Oliveira V, Cardoso P. Total humeral replacement with biarticular prosthesis after chondrosarcoma wide excision functional aspects of limb preservation. *Open Access J Surg.* Open Access J Surg. 2018; 9(2): 001-3.
25. Ene R, Cirstoiu FC, Nica M, Pánti ZA, Panaitescu C, Popescu E, et al. Proximal humerus chondrosarcoma in a young male patient. *Rom J Morphol Embryol.* 2020; 61(3): 917-22. Available in: <https://doi.org/10.47162/RJME.61.3.31>
26. Errani C, Alfaro PA, Ponz V, Colangeli M, Donati DM, Manfrini M. Does the addition of a vascularized fibula improve the results of a massive bone allograft alone for intercalary femur reconstruction of malignant bone tumors in children? *Clin Orthop Relat Res.* 2021; 479(6): 1296-308. doi: 10.1097/CORR.0000000000001639.
27. Albergó JI, Farfalli Luis GL, Ayerza MA, Muscolo DL, Aponte-Tinao LA. Proximal humerus chondrosarcoma. Long-term clinical and oncological outcomes. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol (Engl Ed).* 2019; 63(3): 181-6. doi: 10.1016/j.recot.2019.01.002

Caso clínico

doi: 10.35366/117384

Trasplante de menisco lateral con aloinjerto, una buena alternativa para el manejo del síndrome postmeniscectomía en pacientes jóvenes. Presentación de un caso

Lateral meniscus transplantation with allograft, a good alternative for the management of postmeniscectomy syndrome in young patients. Presentation of a case

Zárate-de la Torre M,^{*,‡} Gómez-Mont-Landerreche JG,^{*,§} Torres-Valdés RA^{*,¶}

Hospital Español de México, Ciudad de México, México.

RESUMEN. Las lesiones meniscales representan una de las principales causas de dolor intraarticular de la rodilla, sobre todo en pacientes jóvenes, deportistas o con alta demanda de actividad física; lo cual es un reto para el cirujano artroscopista debido a la gran complejidad que pueden presentar algunas de estas lesiones. En la actualidad, los avances que se han implementado en artroscopía nos permiten reparar lesiones meniscales que en el pasado se consideraban irreparables. A pesar de que nuestra prioridad es preservar la mayor cantidad de menisco posible, existen casos en que la lesión alcanza tal complejidad que esto es imposible, siendo la única opción terapéutica la meniscectomía parcial o total. En Estados Unidos se realizan aproximadamente 690,000 meniscectomías parciales al año. Dicha situación, hace plantearnos al trasplante meniscal como una gran opción terapéutica para pacientes considerados lo suficientemente jóvenes como para un reemplazo articular. El paciente ideal es un paciente relativamente joven (entre la madurez esquelética y los 50 años), que cuenta con antecedente de meniscectomía parcial o total bien documentada, dolor bien localizado al compartimento afectado, con falla al tratamiento conservador y sin defectos condrales de alto grado de forma genera-

ABSTRACT. Meniscal injuries represent one of the main causes of intra-articular knee pain, especially in young patients, athletes or those with a high demand for physical activity; representing a challenge for the arthroscopist surgeon due to the great complexity that some of these injuries can present. Currently, the advances that have been implemented in arthroscopy allow us to repair meniscal injuries that in the past were considered irreparable. Although our priority is to preserve as much of the meniscus as possible, there are cases in which the injury reaches such complexity that this is impossible, with partial or total meniscectomy being the only therapeutic option. In the United States, approximately 690,000 partial meniscectomies are performed each year. This situation makes us consider meniscal transplantation as a great therapeutic option for patients considered young enough for joint replacement. The ideal patient is a relatively young patient (between skeletal maturity and 50 years), who has a well-documented history of partial or total meniscectomy, pain well localized to the affected compartment, with failure to conservative treatment and without high-grade chondral defects. in a generalized way. We present the

* Servicio de Traumatología y Ortopedia del Hospital Español. Ciudad de México, México.

‡ Médico residente.

§ Médico adscrito.

¶ Médico.

Correspondencia:

Dr. Mauricio Zárate-de la Torre

Av. Ejército Nacional No. 613, Granada, Miguel Hidalgo, CP 11520, CDMX.

E-mail: mauricio.zt95@gmail.com

Recibido: 07-02-2024. Aceptado: 12-03-2024.

Citar como: Zárate-de la Torre M, Gómez-Mont-Landerreche JG, Torres-Valdés RA. Trasplante de menisco lateral con aloinjerto, una buena alternativa para el manejo del síndrome postmeniscectomía en pacientes jóvenes. Presentación de un caso. Acta Ortop Mex. 2024; 38(5): 351-357. <https://dx.doi.org/10.35366/117384>



lizada. Presentamos el caso de un paciente masculino de 35 años con antecedente de meniscectomía total del menisco lateral derecho siete años atrás, el cual se presenta actualmente con un síndrome postmeniscectomía del compartimento lateral. Debido a las características clínicas y demográficas de nuestro paciente, así como los hallazgos en los estudios de imagen, el trasplante meniscal con aloinjerto representa una excelente alternativa para aliviar la sintomatología y enlentecer, en mayor medida posible, la necesidad de un reemplazo articular como tratamiento definitivo.

Palabras clave: síndrome postmeniscectomía, trasplante meniscal, aloinjerto, artroscopia, reemplazo articular.

case of a 35-year-old male patient with a history of total meniscectomy of the right lateral meniscus seven years ago, who currently presents with a postmeniscectomy syndrome of the lateral compartment. Due to the clinical and demographic characteristics of our patient, as well as the findings in the imaging studies, meniscal transplantation with allograft represents an excellent alternative to alleviate the symptoms and slow down as much as possible the need for joint replacement as a definitive treatment.

Keywords: postmeniscectomy syndrome, meniscal transplant, allograft, arthroscopy, joint replacement.

Introducción

El menisco juega un rol crítico en la absorción durante el impacto, la lubricación y la estabilidad de la articulación de la rodilla por su aumento en la congruencia articular y el área de contacto sobre el cartílago articular. Las lesiones meniscales o las meniscectomías disminuyen la función meniscal y progresan al inicio y desarrollo de osteoartritis en el seguimiento a largo plazo de los pacientes.¹ Por esto, las lesiones meniscales deben ser tratadas bajo el concepto de preservar la mayor cantidad de menisco funcional como sea posible.

La resección total del menisco resulta en un decremento de 40-50% del área de contacto del compartimento e incrementa el estrés de contacto pico dos o tres veces con respecto a una rodilla sana, lo que puede contribuir a que aumente el estrés mecánico en el cartílago articular y el hueso subcondral. El menisco también juega un papel importante en la estabilidad de la rodilla como un elemento de restricción secundario. Estudios cadavéricos demuestran que la meniscectomía medial en una rodilla con un ligamento cruzado anterior deficiente incrementa la traslación tibial anterior, indicando que el maléolo medial es un restrictor secundario importante de la estabilidad anteroposterior. Por otro lado, el maléolo lateral juega un rol importante en la estabilidad rotacional anterolateral durante la maniobra de *pivot shift*.²

La reparación meniscal se recomienda siempre que sea posible y por ello el porcentaje de reparación meniscal ha incrementado gradualmente. Sin embargo, la meniscectomía parcial continúa siendo un procedimiento quirúrgico estandarizado, especialmente en pacientes adultos y ancianos con gonalgia.³ Las lesiones meniscales son comunes, llevándose a cabo más de 690,000 meniscectomías parciales aisladas cada año en Estados Unidos.⁴ Los síntomas de la lesión meniscal pueden variar desde dolor articular de intensidad leve a grave, síntomas mecánicos como bloqueo o atrapamiento y sensación de inestabilidad, particularmente en pacientes con lesión ligamentaria concomitante. Cuando se planea resolver una lesión meniscal por medio de cirugía, se debe valorar la localización y gravedad de la lesión, así como la

calidad del tejido meniscal. Aunque la reparación meniscal siempre debe ser el tratamiento de elección, muchas veces el grado y patrón de daño puede no permitir una reparación adecuada. En casos donde una lesión se considera irreparable, regularmente se lleva a cabo una meniscectomía parcial o total.⁵ Una vez que el menisco está dañado y ha sido necesario resecarlo de la articulación, las opciones son limitadas. El trasplante meniscal con aloinjerto se ha convertido en una opción para pacientes selectos que han sufrido previamente una meniscectomía parcial o total. El trasplante puede hacerse para ambos meniscos, el medial y el lateral. Debido a mayor incidencia de osteoartritis postmeniscectomía en el compartimento tibiofemoral lateral, el trasplante meniscal lateral se lleva a cabo con mayor frecuencia cuando se compara con el medial.⁶ El trasplante meniscal es un procedimiento que se hace con poca frecuencia; se estima una incidencia de 0.24 por 100,000 pacientes.⁷

El paciente ideal para el procedimiento es un paciente considerado relativamente joven para el reemplazo articular. Regularmente el rango de edad considerado está entre la madurez esquelética y los 50 años.⁸ El antecedente de meniscectomía parcial o total debe ser bien documentado, incluso con imágenes artroscópicas. El paciente debe tener dolor bien localizado en la línea articular del compartimento afectado que lo limite a sus actividades de la vida diaria o su nivel esperado de actividad. No debe haber defectos condrales mayores al grado III (de acuerdo con la clasificación del *International Knee Documentation Committee*) sobre el lado tibial o femoral del compartimento afectado y si están presentes, deberían ser focales y no presentarse de forma generalizada a lo largo de la articulación. Comúnmente lo aceptable es que el paciente tenga un IMC < 35 kg/m² antes de llevar a cabo el procedimiento.⁹

Las técnicas quirúrgicas para llevar a cabo el trasplante meniscal son variables, pero típicamente incluyen fijación por medio de tejidos blandos, fijación por pastillas óseas, fijación por puente óseo o combinaciones de fijación ósea y fijación de tejidos blandos. Independientemente del tipo de fijación, el restablecimiento de los cuernos meniscales a su sitio de inserción nativo es imperativo.

Presentación del caso

Paciente masculino de 35 años que tiene antecedente de dos artroscopías de rodilla derecha, 10 y siete años atrás por etiología traumática. En la primera se llevó a cabo reconstrucción del ligamento cruzado anterior con autoinjerto hueso-tendón-hueso (tendón rotuliano), así como reparaciones meniscales y condrales no especificadas. En la segunda, el paciente refiere que los hallazgos fueron lesiones condrales y lesiones complejas del menisco lateral, motivo por el cual se lleva a cabo meniscectomía prácticamente total del menisco lateral. En la actualidad, el paciente presenta dolor de larga evolución localizado en línea articular lateral de la rodilla derecha, que se agudiza por mecanismo de lesión de valgo forzado con rotación interna de misma rodilla practicando deporte. El paciente refiere dolor de intensidad 7/10 en la escala de EVA localizado en línea articular lateral, que se exagera a la movilización y a la deambulación y se atenúa con el reposo; con limitación para la funcionalidad en actividades de la vida diaria.

A la exploración física se valoran las características de las cicatrices quirúrgicas de artroscopías previas y se corrobora dolor a la palpación con localización específica en la línea articular lateral. El paciente tiene flexión activa de aproximadamente 60° y pasiva de aproximadamente 100°, ambas limitadas por dolor a nivel de línea articular lateral, mientras que la fuerza de los grupos musculares de la rodilla se encuentra 4/5 en la escala de Daniels por dolor en misma región. Examen neurovascular sin alteraciones. Maniobras especiales negativas: bostezos, cajones y Lachman. Se valora clínicamente remanente de menisco lateral mediante maniobras de compresión de Apley y McMurray, las cuales resultan negativas.

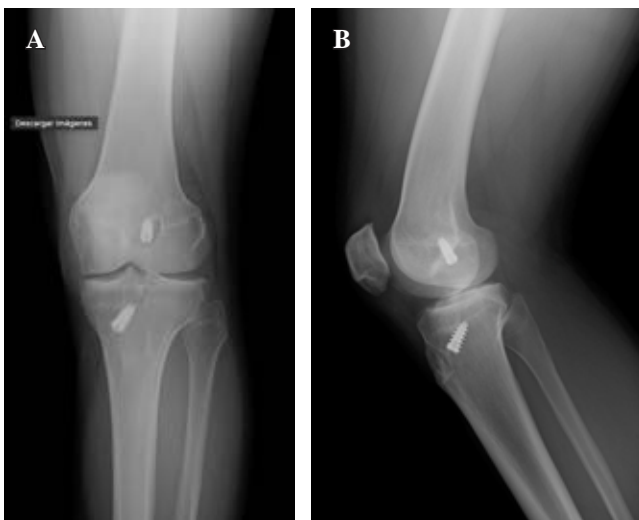


Figura 1: A) Radiografías anteroposterior y B) lateral a 30°, en las cuales se observan cambios quirúrgicos con tunelización del cruzado anterior con tornillos de fijación, el tornillo colocado en el cóndilo femoral muestra área radiolúcida a su alrededor que sugiere probable aflojamiento. Cambios quirúrgicos a nivel de la tuberosidad anterior de la tibia.

Se empieza abordaje diagnóstico con radiografías convencionales de rodilla derecha en proyecciones anteroposterior y lateral (*Figura 1*), así como resonancia magnética simple de rodilla para valorar de forma específica estructuras intraarticulares, características de lesiones condrales y del remanente meniscal en el compartimento lateral. Las imágenes de resonancia magnética arrojan los siguientes resultados: injerto de ligamento anterior adelgazado, de aspecto no competente, con disposición vertical e incipiente tejido fibrocicatricial ventral (*Figura 2A*); cambios en compartimento femorotibial lateral con adelgazamiento condral con zonas de delaminación, fisuras de espesor completo y edema subcondral (*Figuras 2B-C*); cambios por meniscectomía lateral (*Figura 2D*); menisco medial con un desgarro oblicuo que muestra apertura a la superficie articular condilar en un corte (*Figura 2E*).

Con base en hallazgos radiológicos y características demográficas de nuestro paciente, existen pocas opciones terapéuticas que nos ayuden a evitar la progresión y osteoartritis del compartimento femorotibial lateral debido a antecedente de meniscectomía. Por todo lo mencionado, se decide que el trasplante meniscal en este caso en específico es una opción terapéutica válida y viable para evitar la progresión de la osteoartritis del compartimento femorotibial lateral. Para solicitar el aloinjerto de platillo tibial con menisco, se llevan a cabo mediciones radiológicas en tomografía computarizada de ambas plataformas tibiales de la rodilla derecha, la lateral (*Figuras 3A-B*) y la medial (*Figuras 3C-D*). Una vez hechas las medidas, se mandan al banco de aloinjertos y se lleva a cabo el «*meniscus matching*» para encontrar dentro de la disponibilidad del banco aquel aloinjerto con mayor compatibilidad y que más se asemeje morfológicamente al menisco nativo del paciente (*Figura 4*).

Una vez obtenido el aloinjerto debe prepararse en el quirófano (*Figura 5*) para su posterior colocación vía artroscópica. En este caso, se lleva a cabo la preparación con pastillas óseas en ambos extremos de las raíces meniscales anterior y posterior (*Figura 6*). Al momento de la preparación del aloinjerto, las suturas de pasaje de las raíces meniscales se colocaron paralelas a las pastillas y no a través del centro de éstas (*Figura 7*); motivo por el cual es imposible colocarlas a través de los túneles óseos y finalmente se resecan para llevar a cabo una fijación únicamente de tejidos blandos. Se valora integridad de injerto de ligamento cruzado anterior de forma transquirúrgica apreciándose suficiente y requiriendo únicamente plastía con radiofrecuencia. El tratamiento en su totalidad se llevó a cabo de la siguiente manera: trasplante de menisco lateral con aloinjerto mediante fijación de tejidos blandos con implante botón *ABS TightRope* y ancla tipo *Swivelock* de 4.75 mm + fijación del aloinjerto a la cápsula articular por medio de 10 suturas meniscales (*Figura 8A-B*) (cuatro con técnica todo dentro, cuatro con técnica dentro-fuera y dos con técnica fuera-dentro) + reparación del menisco medial con dos suturas con técnica todo dentro (*Figura 8C*) + plastía del ligamento

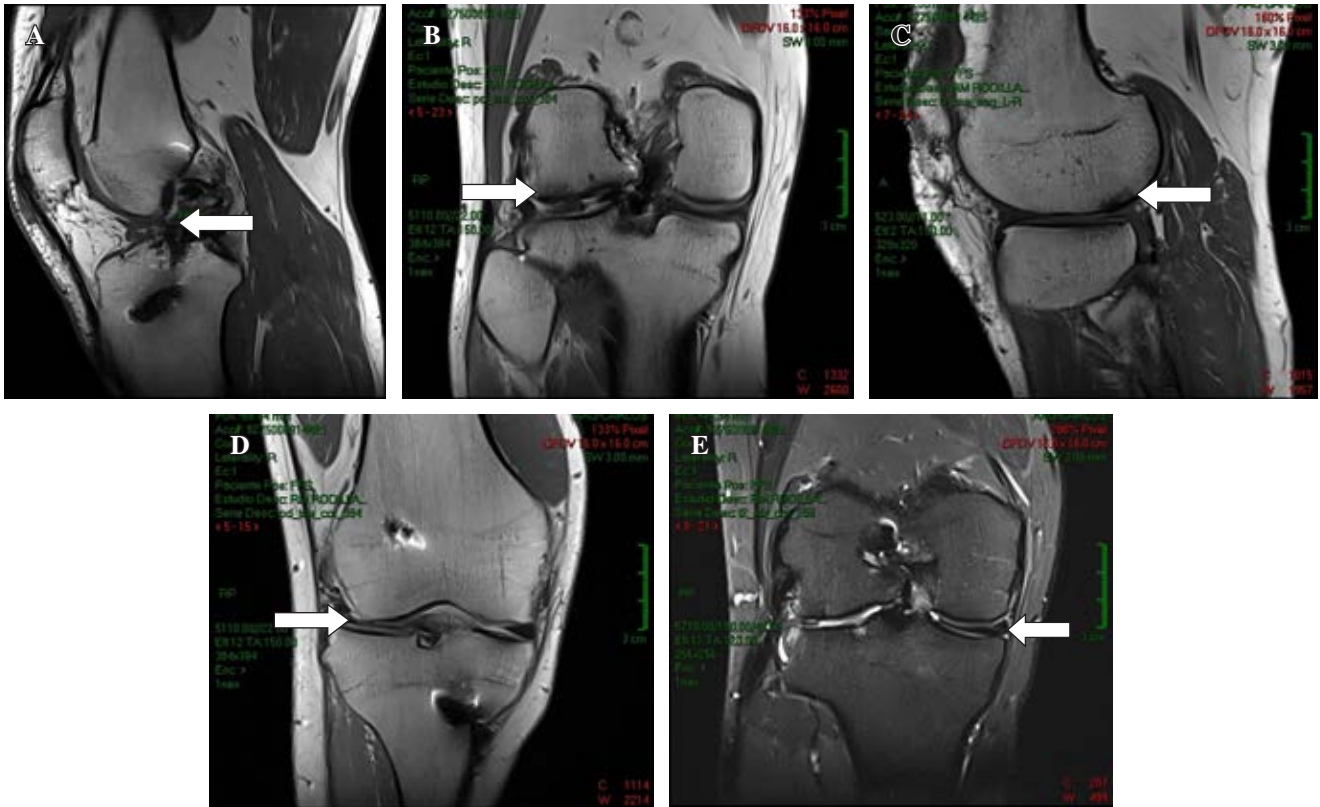


Figura 2: A) Resonancia magnética simple de rodilla derecha en un corte sagital en secuencia T1 en la que se observa injerto de ligamento cruzado anterior adelgazado (flecha blanca) de aproximadamente 5.65 mm de grosor. B) Resonancia magnética simple de rodilla derecha en un corte coronal y C) sagital en secuencia T1, en las cuales se observan lesiones condrales con zonas de delaminación (flechas blancas) localizada al compartimento femorotibial lateral. D) Resonancia magnética simple de rodilla derecha en un corte coronal en secuencia T1 que muestra remanente posterior a meniscectomía lateral (flecha blanca). E) Resonancia magnética simple de rodilla derecha en un corte coronal en secuencia T2, se observa desgarró oblicuo en la unión del cuerpo con el cuerno posterior del menisco medial (flecha blanca).



Figura 3: A) Tomografía computarizada de rodilla derecha en un corte sagital y B) coronal en las cuales se mide la plataforma tibial lateral en 50 mm en el plano AP y 39.5 mm en el plano laterolateral. C) Tomografía computarizada de rodilla derecha en un corte sagital y D) coronal en las que se mide la plataforma tibial medial en 54.8 mm en el plano AP y 31.7 mm en el plano laterolateral.

cruzado anterior con radiofrecuencia (*Figura 8D*) + amplia sinovectomía y Hoffectomía (todo vía artroscópica de la rodilla derecha).

El paciente egresa de quirófano con sistema de crioterapia y compresión, rodillera mecánica bloqueada en extensión a 0° y se difiere el apoyo de la extremidad pélvica derecha mediante deambulaci3n con muletas axilares. El paciente continúa con tratamiento analgésico, antibiótico y antiinflamatorio y se egresa 24 horas después a domicilio.

Cuatro semanas después se modula la rodillera a 70° de flexi3n e inicio de fisioterapia tres sesiones por semana. A la quinta semana comienza con apoyo parcial de la extremidad pélvica derecha, a la sexta semana se modula rodillera a 90°, a la séptima semana a 110° y a la octava semana comienza con apoyo total de la extremidad pélvica derecha, rango de movilidad completo y se retira rodillera mecánica bloqueada, hasta ese punto con sesiones de fisioterapia de forma indefinida.

En la actualidad, a seis meses del procedimiento quirúrgico, el paciente se encuentra haciendo sus actividades de la vida diaria, sin limitación funcional, con arcos de movilidad completo y actividades deportivas de bajo impacto como bicicleta estática.

Discusión

La incidencia de las lesiones meniscales va en aumento y esto se atribuye parcialmente al incremento en la participación de actividades deportivas, así como los avances recientes y fácil disponibilidad en tecnología de imagen como la resonancia magnética. Una estimación conservadora de la incidencia de las lesiones meniscales es de aproximadamente 60 por cada 100,000 habitantes, aunque se piensa que la incidencia real es mucho mayor y es una pa-

tología aún infradiagnosticada.¹⁰ La literatura sugiere que las rodillas con lesión meniscal conocida tienen un desgaste del cartílago acelerado que lleva al inicio de osteoartritis de forma temprana. Un estudio realizado por Jarraya y colaboradores encontró que más de 75% de los pacientes con osteoartritis sintomática tienen lesión meniscal.¹¹ Hasta los años 70, la meniscectomía total era considerada el estándar de oro en el manejo de las lesiones meniscales, esto bajo el concepto de que el menisco era un vestigio remanente sin función.¹² Sin embargo, cuando las rodillas postmeniscectomizadas se examinaban radiológicamente presentaban aplanamiento condilar, disminución del espacio articular y predisposición a cambios degenerativos de forma temprana. Esto sugería que el menisco tenía una función importante durante la carga de peso y que su ausencia interfiere con la biomecánica normal de la rodilla,

Figura 4:

- A) Informe realizado por el banco de injertos en el que se corrobora cuál es la mejor opción disponible cuando se compara con la plataforma tibial del paciente.
- B) Imagen macroscópica del aloinjerto que se enviará para preparación en el quirófano.

IVUI INSTITUTE FOR UNIFORMS
graft matching

From: Graft Matching
Phone: 732-661-2560
Date: 7/5/23

Meniscus Matching,

In an effort to assure MTF's Graft Matching Department provides you and your patient with an appropriate sized allograft, please note the specific origin and location of where the measurements are identified by MT for meniscal allografts.

MTF measurements originate within the widest points of the medial/lateral and anterior/posterior meniscus.

It is our intent to provide as precise a match as is physically possible. As such, the origins and locations of our specifications are a critical component in accomplishing that goal. If you have any questions, please contact Graft Matching at:



W - Mediolateral measurement of the entire tibial plateau at the maximum width of the articular surface
A - A-P measurement taken at the longest point anteriorly and longest point posteriorly of the meniscus
C - A-P measurement taken at the longest point anteriorly and longest point posteriorly
DM - Depth of the articular surface on the medial side from anterior to posterior
DL - Depth of the articular surface on the lateral side from anterior to posterior
WM - WL measurement of the medial meniscus
WL - WL measurement of the lateral meniscus

Patient Name: G Gastelum DOS: _____

Patient Measurements: W: A: C: 44 DM: DL: WM: WL: 39

Allograft Measurements: W: A: C: 45 DM: DL: WM: WL: 44

TISSUE CODE AND DESCRIPTION	SERIAL NUMBER
	00623004853044

Please sign and date confirmation form, scan and e-mail back to graftmatching@mtf.org. Or fax back to 732-662-2346.

Donor Information: Age: 48 Sex: _____ Height: NA COD: NA SQ#4583348
 01/12/23 01/21/28

Physician Acceptance: Yes No: _____ Signature: _____ Date: July 11, 2023

Comments: _____

Form 2518 Revision 1 10/2012

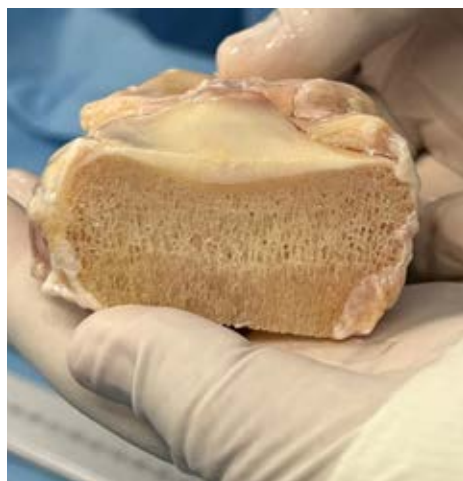


Figura 5:

Aloinjerto de plataforma tibial lateral para preparación y extracción del menisco que se implantará vía artroscópica en el paciente.



Figura 6: A loinjerto de menisco lateral extraído de la plataforma tibial y preparado con pastillas óseas en ambas raíces meniscales. Se rotulan ambas raíces meniscales anterior y posterior para su orientación intraarticular en visión artroscópica.

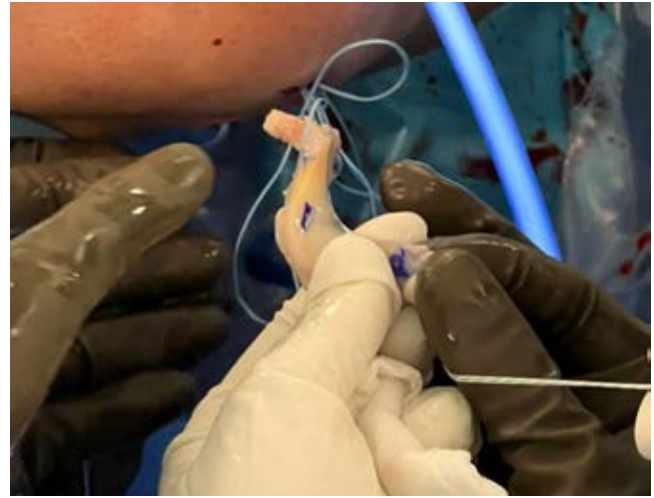


Figura 7: A loinjerto de menisco lateral en el que se observa que las suturas de pasaje corren paralelas a las pastillas óseas y no por el centro de éstas, lo que impide su adecuada colocación a través de los túneles tibiales; motivo por el cual decide llevarse a cabo fijación únicamente de tejidos blandos.

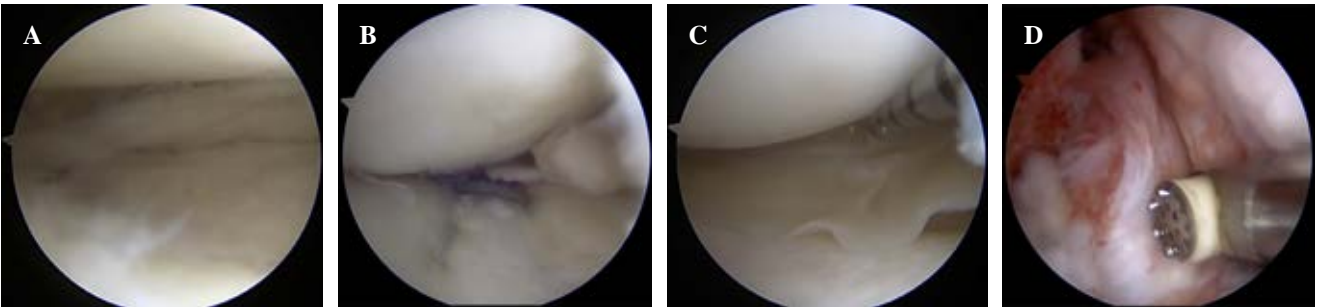


Figura 8: **A)** Imagen artroscópica del compartimento femorotibial lateral en el que se observa ausencia prácticamente total del menisco lateral y **B)** posterior colocación del aloinjerto meniscal en el compartimento femorotibial lateral fijo mediante suturas meniscales a la periferia de la cápsula articular. **C)** Imagen artroscópica de lesión horizontal en la unión del cuerpo con el cuerno posterior del menisco medial y momento de la reparación mediante dos suturas meniscales con técnica todo dentro. **D)** Imagen artroscópica de autoinjerto de ligamento cruzado anterior, el cual, posterior a evaluación transquirúrgica con ganchito palpador y mostrándose competente, se tensa por medio de radiofrecuencia.

llevando a cambios degenerativos tempranos. Todo esto llevó al concepto actual de preservación meniscal durante los procedimientos quirúrgicos, siendo uno de los procedimientos ortopédicos más realizados en el mundo con una incidencia que varía de 17 por 100,000 habitantes en los Estados Unidos y de 154 por 100,000 habitantes en Corea del Sur de acuerdo con Bhan.¹³

Según Sihvonen y colaboradores, la meniscectomía parcial artroscópica es el procedimiento ortopédico más realizado a lo largo del mundo. Sin embargo, estudios recientes han demostrado de forma concluyente que los resultados funcionales después de una meniscectomía parcial artroscópica no son mejores que los resultados funcionales de pacientes sometidos a cirugía impostora/placebo.¹⁴ Por esto, muchos investigadores clínicos la consideran hoy en día un procedimiento sin utilidad y cada vez más guías de práctica clínica recientes no recomiendan este procedimiento.

Aunque la reparación meniscal debe intentarse siempre que sea posible, hay ciertas condiciones en las que la repara-

ción no representa más una opción, o el paciente se presenta con nosotros por primera vez teniendo como antecedente la meniscectomía parcial o total. Es este momento donde el trasplante meniscal con aloinjerto representa una excelente alternativa terapéutica, sobre todo en pacientes sintomáticos, con limitación funcional, en el que ha fallado el manejo conservador.

En nuestro caso, se trata de un paciente entre la madurez esquelética y los 50 años, considerado lo suficientemente joven como para ser sometido a un reemplazo articular, en quien existe un antecedente bien documentado y posteriormente corroborado por estudios de imagen de meniscectomía total lateral. Como parte del protocolo diagnóstico, se solicitan radiografías de dicha rodilla corroborándose que no existe osteoartritis de alto grado en alguno de los compartimentos de acuerdo con la clasificación radiológica de Kellgren y Lawrence,¹⁵ lo cual contraindicaría el procedimiento. La obesidad, aunque se considera una contraindicación relativa, no era un impedimento en nuestro caso, ya

que el IMC de nuestro paciente era menor a 35 al momento de la cirugía. Otro aspecto importante es el estado del autoinjerto de ligamento cruzado anterior, el cual aparentemente se encontraba insuficiente al realizar la resonancia magnética; sin embargo, luego en la artroscopía, se evaluó, observando adecuada integración sin presentar datos de laxitud, motivo por el cual no se llevó a cabo la reconstrucción en ese momento.

Southworth y su equipo recomiendan la realización de una artroscopía diagnóstica dentro de los seis meses previos a la realización del trasplante meniscal, ya que nos permite elucidar otras posibles causas de dolor intraarticular y ayuda a definir si el paciente verdaderamente es candidato al trasplante meniscal, sobre todo hablando de posibles lesiones condrales, su localización y características.¹⁶ En nuestro caso no se realizó artroscopía diagnóstica.

De acuerdo con la técnica quirúrgica, existen básicamente métodos de fijación de tejidos blandos, fijación por medio de estructuras óseas y una combinación de ambas. Las más descritas son la fijación de tejidos blandos, la fijación con pastillas óseas y la fijación mediante puente óseo. Independientemente del método que sea utilizado, deben utilizarse suturas de alta resistencia en disposición vertical para establecer una adecuada fijación periférica a la cápsula articular. De acuerdo con la literatura, el menisco lateral es ideal para la técnica de puente óseo, donde la inserción de los cuernos anterior y posterior del menisco se encuentran muy cercanos entre sí (1 cm) como para utilizar dos pastillas óseas separadas que entren en diferentes túneles.¹⁷ Aunque la técnica de puente óseo puede ser también usada para el menisco medial, la técnica de pastillas óseas o fijación mediante tejidos blandos a través de los túneles óseos tibiales permite hacer ajustes más precisos en la colocación de los cuernos cuando se simula la anatomía nativa del menisco medial.¹⁸ En nuestro caso, llevamos a cabo una fijación del trasplante meniscal mediante suturas de alta resistencia a túneles óseos en dirección a las raíces meniscales anterior y posterior en la tibia, debido a que las suturas de pasaje no pasaban por el centro de las pastillas óseas, impidiendo su introducción a través de los túneles. Abat y colegas concluyeron en su estudio prospectivo que independientemente de la técnica utilizada y el compartimento que se está trasplantando, los resultados a mediano y largo plazo en cuanto a funcionalidad y resultados radiológicos no difieren de forma estadísticamente significativa.¹⁹ Por este motivo, podemos determinar que el cirujano puede llevar a cabo cualquiera de las técnicas descritas en cualquiera de los compartimentos (medial o lateral) con resultados equiparables. Siendo el factor más importante el conocimiento del cirujano sobre la técnica que desee utilizar, así como la colocación de las raíces y los cuernos con respecto al menisco nativo y su fijación periférica a lo largo de la cápsula articular mediante diferentes técnicas.

Conclusión

El trasplante meniscal en nuestro caso, bajo las indicaciones correctas y eligiendo al paciente de forma adecuada, representa una opción terapéutica viable y de salvamento que nos ayudará a retrasar, en mayor medida posible, la aparición de osteoartritis temprana y la necesidad de reemplazo articular como tratamiento definitivo.

Referencias

1. Fox AJS, Wanivenhaus F, Burge AJ, Warren RF, Rodeo SA. The human meniscus: a review of anatomy, function, injury, and advances in treatment: The Meniscus: Anatomy, Function, Injury and Treatment. *Clin Anat*. 2015; 28(2): 269-87.
2. Musahl V, Citak M, O'Loughlin PF, Choi D, Bedi A, Pearle AD. The effect of medial versus lateral meniscectomy on the stability of the anterior cruciate ligament-deficient knee. *Am J Sports Med*. 2010; 38(8): 1591-7.
3. Katano H, Koga H, Ozeki N, Otabe K, Mizuno M, Tomita M, et al. Trends in isolated meniscus repair and meniscectomy in Japan, 2011-2016. *J Orthop Sci*. 2018; 23(4): 676-81.
4. Cullen KA, Hall MJ, Golosinskiy A. Ambulatory surgery in the United States, 2006. *Natl Health Stat Report*. 2009; (11): 1-25.
5. McDermott ID, Amis AA. The consequences of meniscectomy. *J Bone Joint Surg Br*. 2006; 88(12): 1549-56.
6. Vundelinckx B, Bellemans J, Vanlauwe J. Arthroscopically assisted meniscal allograft transplantation in the knee: a medium-term subjective, clinical, and radiographical outcome evaluation: A medium-term subjective, clinical, and radiographical outcome evaluation. *Am J Sports Med*. 2010; 38(11): 2240-7.
7. Myers P, Tudor F. Meniscal allograft transplantation: how should we be doing it? A systematic review. *Arthroscopy*. 2015; 31(5): 911-25.
8. Barlow T, Coco V, Shivji F, Grassi A, Asplin L, Thompson P, et al. Meniscal allograft transplants: state of the art. *Bone Joint J*. 2022; 104-B(6): 657-62.
9. Matava MJ. Meniscal allograft transplantation: a systematic review. *Clin Orthop Relat Res*. 2007; 455: 142-57.
10. Chambers HG, Chambers RC. The natural history of meniscus tears. *J Pediatr Orthop*. 2019; 39(Issue 6, Supplement 1 Suppl 1): S53-5.
11. Jarraya M, Roemer FW, Englund M, Crema MD, Gale HI, Hayashi D, et al. Meniscus morphology: does tear type matter? A narrative review with focus on relevance for osteoarthritis research. *Semin Arthritis Rheum*. 2017; 46(5): 552-61.
12. Bland-Sutton J. Ligaments: their nature and morphology. Reino Unido: Lewis, 1887. p. 15.
13. Bhan K. Meniscal tears: current understanding, diagnosis, and management. *Cureus*. 2020; 12(6): e8590.
14. Sihvonen R, Paavola M, Malmivaara A, Itala A, Joukainen A, Nurmi H, et al. Arthroscopic partial meniscectomy versus placebo surgery for a degenerative meniscus tear: a 2-year follow-up of the randomised controlled trial. *Ann Rheum Dis*. 2018; 77(2): 188-95.
15. Kellgren J, Lawrence J. Radiological assessment of osteoarthritis. *Ann Rheum Dis*. 1957; 16(4): 494-502.
16. Southworth TM, Naveen NB, Tauro TM, Chahla J, Cole BJ. Meniscal allograft transplants. *Clin Sports Med*. 2020; 39(1): 93-123.
17. Johnson DL, Swenson TM, Livesay GA, Aizawa H, Fu FH, Harner CD. Insertion-site anatomy of the human menisci: gross, arthroscopic, and topographical anatomy as a basis for meniscal transplantation. *Arthroscopy*. 1995; 11(4): 386-94.
18. Berlet GC, Fowler PJ. The anterior horn of the medial meniscus. An anatomic study of its insertion. *Am J Sports Med*. 1998; 26(4): 540-3.
19. Abat F, Gelber PE, Erquicia JI, Tey M, Gonzalez-Lucena G, Monllau JC. Prospective comparative study between two different fixation techniques in meniscal allograft transplantation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2013; 21(7): 1516-22.

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;284:3043-5.²
- Debe protegerse la confidencialidad del paciente y de los datos proporcionados por éste. Se recomienda apearse a los estándares del Código de Ética Médica del Colegio Mexicano de Ortopedia <http://www.smo.edu.mex>,³ del «Acta de Portabilidad y Responsabilidad de Seguros Médicos Norteamericanos» [U.S. Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA)]. <http://www.hippa.org/>⁴ 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,⁵ 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 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).

Tabla 1. Niveles de evidencia para preguntas de investigación primaria¹
Tipos de estudios

	<ul style="list-style-type: none"> Estudios terapéuticos - Investigan los resultados de los estudios 	<ul style="list-style-type: none"> Estudios pronósticos - Investigan el efecto de las características de un paciente sobre los resultados de la enfermedad 	<ul style="list-style-type: none"> Estudios de diagnóstico - Investigan una prueba diagnóstica 	<ul style="list-style-type: none"> Economía y análisis de decisión - Desarrollan un modelo económico de decisión
Nivel I	<ul style="list-style-type: none"> Ensayo controlado seleccionado al azar de alta calidad, con diferencia estadísticamente significativa o ninguna diferencia estadísticamente significativa, pero con intervalos de confianza estrechos Revisión sistemática² o ensayos controlados Nivel-I seleccionados al azar (cuando los resultados del estudio sean homogéneos³) 	<ul style="list-style-type: none"> Estudio prospectivo de alta calidad⁴ (todos los pacientes fueron enrolados en el mismo punto de la enfermedad con seguimiento de 80% de los pacientes listados) Revisión sistemática² de estudios Nivel-I 	<ul style="list-style-type: none"> Prueba de criterios de diagnóstico previamente desarrollados en series consecutivas de pacientes (con aplicación de referencias con estándar de «oro» universales) Revisión sistemática² de estudios Nivel-I 	<ul style="list-style-type: none"> Costos y alternativas sensibles; valores obtenidos de muchos estudios; análisis de sensibilidad multivariados (multiway) Revisión sistemática² de estudios Nivel-I
Nivel II	<ul style="list-style-type: none"> Estudio controlado seleccionado al azar, de poca calidad (ej.: 80% de seguimiento, no cegado o con inadecuada selección al azar) Estudio prospectivo⁴ comparativo⁵ Revisión sistemática² de estudios del Nivel-II o de estudios Nivel-I con resultados contradictorios 	<ul style="list-style-type: none"> Estudio retrospectivo⁶ Controles no tratados de un estudio controlado seleccionados al azar Estudio prospectivo de poca calidad (Ej.: Pacientes enrolados en diferentes estadios de su enfermedad o < de 80% de seguimiento) Revisión sistemática 2 de Nivel II de estudios 	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollo de criterios diagnósticos con base en pacientes consecutivos (Con aplicación a referencias con estándar de «oro» universales) Revisión sistemática² de estudios Nivel II 	<ul style="list-style-type: none"> Costos y alternativas sensibles; valores obtenidos de estudios limitados; análisis de sensibilidad multivariados (multiway) Revisión sistemática² de estudios Nivel II
Nivel III	<ul style="list-style-type: none"> Estudios de casos control⁷ Estudio retrospectivo⁶ comparativo⁵ Revisión sistemática² de estudios Nivel III 	<ul style="list-style-type: none"> Estudios de casos control⁷ 	<ul style="list-style-type: none"> Estudios de pacientes no consecutivos (sin estándar de «oro» constantemente aplicado) Revisión sistemática² de estudios Nivel III 	<ul style="list-style-type: none"> Análisis basados en alternativas y costes limitados; estimaciones pobres Revisión sistemática 2 de estudios Nivel III
Nivel IV	<ul style="list-style-type: none"> Serie de casos⁸ 	<ul style="list-style-type: none"> Serie de casos⁸ 	<ul style="list-style-type: none"> Estudios casos control Estándar de pobre referencia 	<ul style="list-style-type: none"> Ningún análisis de sensibilidad
Nivel V	<ul style="list-style-type: none"> Opinión de expertos 	<ul style="list-style-type: none"> Opinión de expertos 	<ul style="list-style-type: none"> Opinión de expertos 	<ul style="list-style-type: none"> Opinión de expertos

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 artroplastia de cadera cementada vs una artroplastia 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.: artroplastia total de cadera total fallida). Se comparan con los denominados «controles» que no tienen los mismos resultados (Ej.: artroplastia 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 JBJS 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
- 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.

7) Bibliografía.

No deben incluirse citas de resúmenes de reuniones con más de tres años. **Las referencias se deben numerar conforme al orden de aparición en el texto (no alfabé-**

ticamente) 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)). 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*

Journals»] emitido por el Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas. La versión actualizada se encuentra disponible en: www.icmje.org.⁵ 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.¹²

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.¹³

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

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/QUORUM%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. Flanagan A, Fontanarosa PB, DeAngelis CD. Authorship for research groups. *JAMA* 2002; 288: 3166-8.



Alin®

REY SÓLO HAY UNO



Alin® Inyectable

Biodisponibilidad casi inmediata,
en administración I.M.¹



Alin® Depot

Tratamiento con efecto sostenido
para 21 días de alivio.²



Reg. Núm. 185M84 SSA IV.



Reg. Núm. 86159 SSA IV.

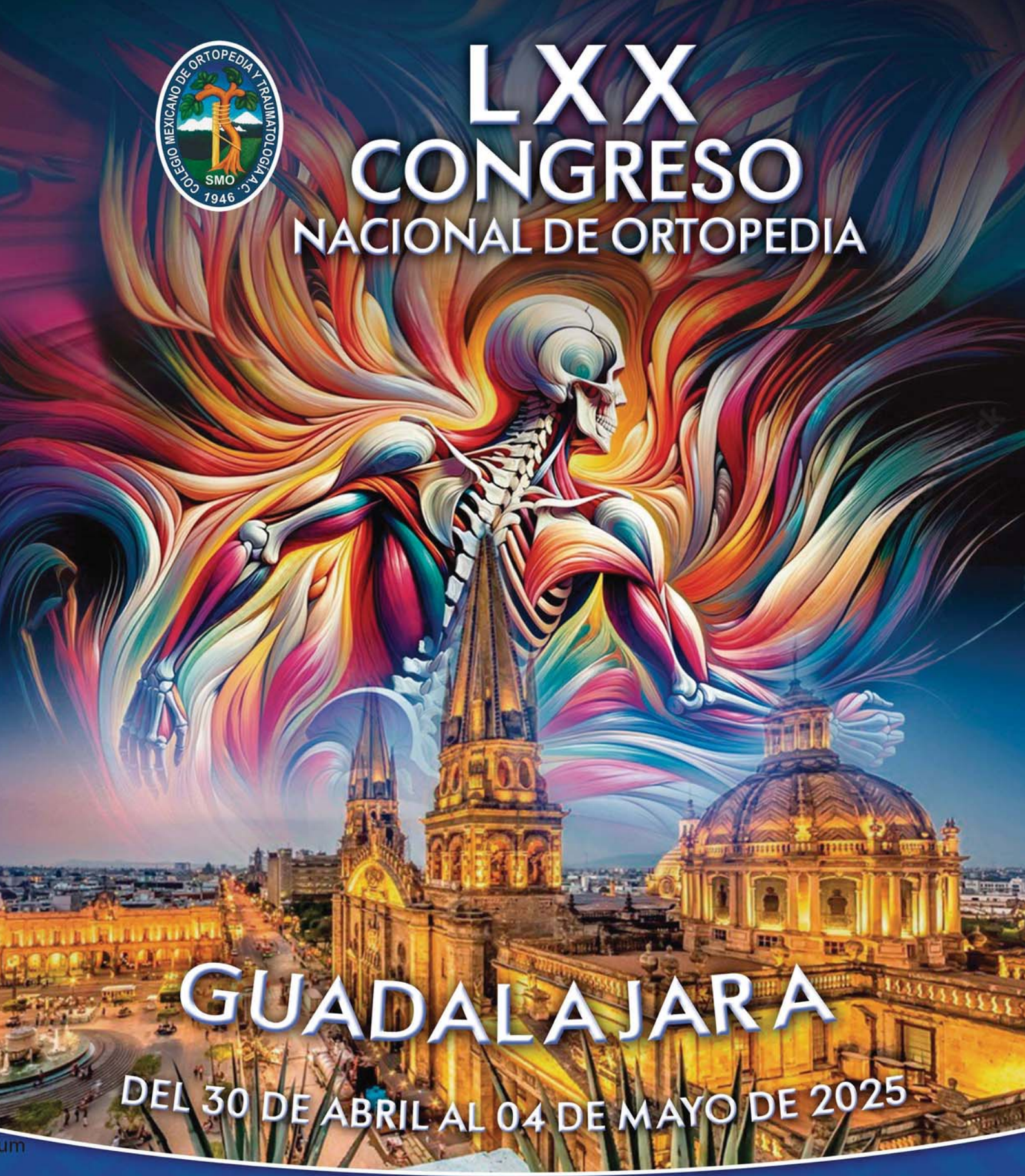
Material exclusivo para el Profesional de la Salud.

Referencias: 1. Información para prescribir Alin® Solución Inyectable. 2. Información para prescribir Alin® DEPOT.

AVISO DE PUBLICIDAD No. 2401022002C00165



LXX CONGRESO NACIONAL DE ORTOPEdia



GUADALAJARA

DEL 30 DE ABRIL AL 04 DE MAYO DE 2025

WWW.COLEGIOCMO.COM.MX



WHATSAPP : 55 3518 1164

INFORMES

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