

e-ISSN: 2992-8036

Acta Ortopédica Mexicana



2025

4

Vol. 39, Número

Julio • Agosto

Indexada en PubMed y SciELO

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

www.colegiocmo.com.mx





Hialoflex®

Suplemento Alimenticio
Ácido Hialurónico y Colágeno nativo Tipo II

Evolución en
movimiento



ESCANEE PARA
CONOCER MÁS

NÚM. DE PERMISO: 243300201A0118
ESTE PRODUCTO NO ES UN MEDICAMENTO. EL CONSUMO DE ESTE PRODUCTO
ES RESPONSABILIDAD DE QUIEN LO RECOMIENDA Y DE QUIEN LO USA.
PROHIBIDO SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL.

ifa
CELTICS®

60
1965 - 2025

ACTA ORTOPÉDICA MEXICANA

DIRECTOR EDITORIAL
Dr. Guillermo de Jesús García Félix Díaz

EDITOR EN JEFE
Dr. Armando Torres Gómez, MSc, FACS

COEDITORES
Dr. Roberto Berebichez Fridman
Dra. Ana Luisa Bravo Mercado
Dr. Francisco Guillermo Castillo Vázquez
Dr. Miguel Ángel Clara Altamirano
Dr. Efraín Fariás 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 Beteck – EUA
Dr. Pablo Castañeda Leeder – EUA

COORDINADOR MÉDICO
Dr. Francisco Guillermo Castillo Vázquez

ASESOR EN ÉTICA DE INVESTIGACIÓN
Dr. Jesús Javier Briseño Pérez

ASESORA CIENTÍFICA
Dra. Gabriela Angélica Martínez Nava

COORDINADORA EDITORIAL
Lic. María Fernanda González Velasco

CONSEJO EDITORIAL/PAST EDITORS
Dr. M. Iván Encalada Díaz
Dr. Felipe Gómez García
Dr. Octavio Sierra Martínez

CONSEJO DIRECTIVO 2024-2026

PRESIDENTE Dr. Guillermo de Jesús García Félix Díaz
VICEPRESIDENTE Dr. Daniel Diego Ball
1º SECRETARIO PROPIETARIO Dr. Arturo Joaquín Chávez
TESORERO PROPIETARIO Dr. Ernesto A. Delgado Cedillo
IIº SECRETARIO PROPIETARIO Dr. José Luis Rodríguez Flores
1º 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 Dany
Infecciones Óseas	Dr. Arturo Pérez Cuellar
Investigación	Dr. Patricio Dabdoub González
Mano y Muñeca	Dr. Miguel Ángel Hernández Álvarez
Médicos Generales	Dr. Héctor Antonio Soriano Solís
Metabolismo Óseo	Dra. Graciela Gallardo García
Ortobiológicos	Dra. Sofía Elisa Pastelín Ruíz
Ortopedia Geriátrica	Dra. María Fernanda López Medina
Ortopedia Pediátrica	Dr. Oscar Daniel Isunza Alonso
Peritos en Ortopedia	Dr. Juan Manuel Viruega Avalos
Pie y Tobillo	Dra. Patricia Parra Téllez
Rehabilitación	Reh. Paulina de Regil González
Residentes	Dr. Daniel Zimbrón López
Trauma y Osteosíntesis	Dr. Leonardo Leonardo González
Tumores del Sistema	Dr. Jorge Alberto Sánchez Rodríguez
Músculo-Esquelético	

COMITÉ DE CREDENCIALIZACIÓN

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

COMITÉ DE EDUCACIÓN MÉDICA CONTINUA

Dr. Ignacio Cancino Quiroz
Dr. Enrique Guinchard y Sánchez

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

Acta Ortopédica Mexicana Volumen 39, No. 4, Julio-Agosto 2025, es una publicación bimestral editada por el Colegio Mexicano de Ortopedia y Traumatología, A.C. Montecito 38, Piso 25, Oficinas 23-27, Col. Nápoles, Alcaldía Benito Juárez, C.P. 03810, Ciudad de México, México. Tel. 55 9000 2790.

www.medigraphic.com/actaortopedica revista@smo.edu.mx. Editor responsable. Dr. Armando Torres Gómez. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2022-060212515100-203. e-ISSN: 2992-8036. Ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, 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 julio de 2025.

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

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

Contenido / Contents

EDITORIAL / EDITORIAL

Acta Ortopédica Mexicana... Tradición e historia

Acta Ortopédica Mexicana... Tradition and history

García-Pinto G. 195

ARTÍCULOS ORIGINALES / ORIGINAL ARTICLES

Utilidad de la artroplastía total de rodilla asistida por robot en pacientes con canal femoral ocupado

Utility of robotic-assisted total knee arthroplasty in patients with an occupied femoral canal

Ilizaliturri-Sánchez VM, Rodríguez-Rodríguez IF, García-Ramos C. 197

¿Por qué estamos teniendo que revisar nuestras artroplastías primarias de rodilla? Evaluación de las causas de revisión de artroplastía primaria de rodilla a lo largo de un período de cinco años (2018-2022)

Why are we revising our primary knee arthroplasties? An evaluation of the causes for revision of primary knee arthroplasties over a five-year period (2018-2022)

Sánchez-del Saz J, Alcobia-Díaz B, Rizo-de Álvaro MB, García-Crespo R. 204

Innovación en artroplastía compleja de cadera (secuela de Perthes y displasia del desarrollo de cadera): utilización de modelos 3D en planificación y simulación quirúrgica. Resultados funcionales y radiográficos. Estudio piloto

Innovation in complex hip arthroplasty (Perthes sequel and developmental dysplasia of the hip): use of 3D models in surgical planning and simulation. Functional and radiographic results. Pilot study

Godoy-Monzón D, Fernández Sainz-Rozas E, Pascual-Espinosa JM, Jiménez-Baquero J. 212

Manejo quirúrgico de la luxación patelofemoral usando injerto autólogo del tendón cuadriceps para la reconstrucción del ligamento patelofemoral medial. Resultados clínicos y funcionales de una cohorte retrospectiva de pacientes pediátricos

Surgical management of patellofemoral dislocation using an autologous quadriceps tendon graft for medial patellofemoral ligament reconstruction. Clinical and functional outcomes in a retrospective cohort of pediatric patients

Pérez-Abdala JI, Semeschenko D, Halliburton C, Bosio S, Puigdevall M. 220

CASOS CLÍNICOS / CLINICAL CASES

Rotura del músculo redondo mayor: informe de un caso en un atleta de jiu-jitsu

Teres major rupture: case report in a jiu-jitsu athlete

Drummond D, Lopes-Ferreira-Júnior LC, Paiva-D'Elia LH, De Oliveira-Revite LR, Duarte ML. 231

Tenosinovitis tuberculosa en la muñeca: presentación de un caso

Tuberculosis tenosynovitis in the wrist: a case report

Penagos R, De Los Reyes R, Cortés-Molano M, Sarzosa-Varona S, Rivera-Molano CE, Cortés-Molano MA, Urueña-Barrios S. 236

Fractura-luxación subastragalina lateral irreductible por interposición del paquete neurovascular tibial posterior: a propósito de un caso

Irreductible lateral subtalar fracture-dislocation by entrapment of the posterior tibial neurovascular bundle: case report

Guillén-Botaya E, Polo-Pérez I, Blasco-Molla C, Forriol-Brocal F, Silvestre-Muñoz A. 242

Fractura del tubérculo medial de la apófisis posterior del astrágalo en un jugador de fútbol rápido. Una fractura poco frecuente tratada con éxito de forma conservadora

Fracture of the medial tubercle of the posterior process of the talus in a futsal player. A rare fracture successfully treated conservatively

Coelho-Marra DD, Miura G, Kenzo-Arie E, Duarte ML. 249

TÉCNICA QUIRÚRGICA / SURGICAL TECHNIQUE

Reparación de lesiones del manguito rotador mediante túneles transóseos.

Introducción a la técnica, los dispositivos y otros puntos relevantes

Repair of rotator cuff injuries using transosseous tunnels. Introduction to the technique, devices and other relevant points

Ruiz-Suárez M, Stanford-Sanders B, Solís-Olgún M. 252

Editorial

doi: 10.35366/120450

*Acta Ortopédica Mexicana... Tradición e historia**Acta Ortopédica Mexicana... Tradition and history*

García-Pinto G*

Colegio Mexicano de Ortopedia y Traumatología, A.C. Ciudad de México, México.

El publicar un artículo médico lleva implícito, por un lado, compartir experiencias, pero por otro, ofrecer nuevos hallazgos, por ejemplo, el desarrollo de medicamentos, nuevas técnicas quirúrgicas o la intervención de otras áreas del saber humano en la medicina, tal es el ejemplo de la robótica o de la inteligencia artificial en el quehacer ortopédico.

Haciendo un recuento histórico, tal parece que la publicación de los primeros artículos médicos iniciaron principalmente en Europa, en los llamados periódicos médicos; siendo el *Mercurio Volante* el primero en aparecer en México, editado por José Ignacio Bartolache y publicado alrededor de 1772 –un hecho un tanto tardío en el contexto mundial– y del que sólo se conservan dieciséis números.¹ Entre esta época y la independencia de México, aparentemente no se tiene registro de publicaciones médica o quizás se hayan extraviado. El 23 de octubre de 1833 se crea el establecimiento de Ciencias Médicas hoy Escuela Nacional de Medicina y con ello se multiplica la producción literaria médica. En las décadas subsecuentes aparecieron cinco periódicos importantes de literatura médica entre las cuales destaca el *Boletín del Cuerpo Médico Militar de la República Mexicana* publicado entre 1857 y 1859 en el que muy seguramente se publicaron trabajos de trauma y su manejo médico quirúrgico de la Guerra de Reforma. Y es posterior a este hecho histórico que aparecen las primeras revistas y boletines médicos mexicanos, cabe hacer mención especial a la *Gaceta Médica* que tuvo su origen en 1864 y que en la actualidad sigue vigente, sobre todo porque durante la Revolución Mexicana muchos desaparecieron en esa década sangrienta de nuestro país. Los historiadores separan arbitrariamente la época postrevolucionaria mexicana en tres etapas: la primera de 1917 a 1924 llamada de reconstrucción, la segunda de éste año a 1935 nombrada de consolidación y la tercera, después de dicho

año, etapa de resurgimiento nacional, de autodefinición en todas las áreas, como el muralismo en el arte. Es precisamente en esta época cuando se fundan los grandes institutos nacionales del área médica y en el cual florecen y se fortalecen nuevas revistas médicas; en ese contexto histórico, aparece la Sociedad Mexicana de Ortopedia en el año 1946, «... Podemos decir con orgullo que, de acuerdo con la aseveración del Dr. Carter Rowe, presidente de la *American Orthopaedic Association* en 1970 y que se publicó en el *Journal of Bone and Joint Surgery*, la Sociedad Mexicana de Ortopedia ocupa el doceavo lugar en antigüedad de las sociedades de Ortopedia fundadas en el mundo...».² Dos años después se imparte la cátedra de ortopedia en nuestra máxima casa de estudios (UNAM) y en 1950 se crea los *Anales de Ortopedia y Traumatología*, la cual, como toda revista, enfrenta sus primeros años con poco apoyo económico e igual situación de lectores; su segunda etapa, la inició en 1965 como *Revista Latinoamericana de Ortopedia y Traumatología* en un intento de abarcar a toda la comunidad ortopédica latinoamericana, y ante la pobre respuesta al intento de agruparse, en 1982 aparece como *Revista Mexicana de Ortopedia y Traumatología* que permanece activa por 20 años y desde el 2002 recibe su nombre actual.

Una de las características más importantes de las revistas médicas es que deben adaptarse a los cambios sociales y tecnológicos. Así, podemos decir con orgullo, que actualmente la revista ha alcanzado niveles sin precedentes, cuenta con una plataforma editorial moderna que permite la captación de artículos con suma rapidez desde cualquier parte del mundo, facilita el procesamiento de los artículos para su discusión, además, el equipo editorial incluyendo la excelente revisión por pares ha llevado a la revista a posicionarse entre las mejores del mundo hispano. Nuestra

* Presidente 2022-2024 Colegio Mexicano de Ortopedia y Traumatología, A.C.

Correspondencia:

Dr. Guillermo García-Pinto

E-mail: ggpinto3@yahoo.com.mx

Citar como: García-Pinto G. *Acta Ortopédica Mexicana... Tradición e historia*.
Acta Ortop Mex. 2025; 39(4): 195-196. <https://dx.doi.org/10.35366/120450>


www.medigraphic.com/actaortopedica


revista tiene mayor presencia ahora en el mundo digital y se distribuye por redes sociales...¿qué sigue?...continuar renovándose...

Larga vida al *Acta Ortopédica Mexicana*.

Referencias

1. Rodríguez ME. El mercurio volante y la promoción de la salud. eHumanista. 2018; 39: 193-200
2. Luft M. Breve Historia de la Ortopedia en México. Disponible en: <https://smopmx.com/index.php/nosotros/historia>

Artículo original

doi: 10.35366/120451

Utilidad de la artroplastía total de rodilla asistida por robot en pacientes con canal femoral ocupado

*Utility of robotic-assisted total knee arthroplasty in patients with an occupied femoral canal*Ilizaliturri-Sánchez VM,^{*,‡} Rodríguez-Rodríguez IF,^{*,§} García-Ramos C^{*,¶}

Instituto Nacional de Rehabilitación «Luis Guillermo Ibarra Ibarra». Ciudad de México, México.

RESUMEN. Introducción: la presencia de implantes que ocupan el canal femoral es frecuente en pacientes que se someterán a una artroplastía total de rodilla (ATR). El uso de alineación electrónica o asistida por robot vuelve innecesario el uso de las guías intramedulares para la alineación del componente femoral en pacientes con canal femoral ocupado. **Material y métodos:** presentamos una cohorte prospectiva de 25 pacientes en quienes se realizó artroplastía total de rodilla asistida por robot que presentaban cirugía femoral previa ipsilateral resultando en canal femoral ocupado. **Resultados:** veintiún mujeres y cuatro hombres, con una media de edad de 62 años de edad fueron incluidos. Catorce rodillas izquierdas y 11 derechas; 22 pacientes tenían prótesis de cadera y tres osteosíntesis de fémur proximal. La alineación previa a la cirugía presentaba 16 rodillas con deformidad en valgo (promedio 11°, rango 3-22°) y nueve en varo (promedio 8.9°, rango 0.5-18.5°). La alineación de la artroplastía total de rodilla fue cinco en neutro (0° medidos), 11 en valgo de 1.3° (rango 0.5-3.5°) y nueve en varo de 1.5° (rango 0.5-2.5°). La media del valor de WOMAC prequirúrgico fue 43 puntos y postquirúrgico 14 puntos. **Conclusiones:** presentamos una cohorte de pacientes con grado moderado a severo de deformidad en varo y valgo con canal femoral ocupado en los que se utilizó alineación electró-

ABSTRACT. Introduction: the presence of implants that occupy the femoral canal is frequent in patients undergoing ipsilateral total knee replacement (TKR). The use of electronic alignment and robotic assistance make intramedullary alignment unnecessary and could be adequate in situations with an occupied femoral canal (OFC). **Material and methods:** we present a prospective cohort of 25 patients who underwent robotic alignment TKR and had prior ipsilateral surgery in the femur that resulted in occupied femoral canal. **Results:** we had 21 female, four male patients, with an average age of 62 years. There were 14 left knees, and 11 right knees. Twenty-two patients had a hip arthroplasty and three had femur osteosynthesis. Alignment prior to surgery was 16 valgus knees (average 11°, 3-22°) and nine varus knees (average 9.5°, 0.5-18.5°). TKR alignment was five neutral (0° as measured with the robot), 11 valgus 1.3° (range 0.5-3.5°) and 8 varus 1.5° (range 0.5- 2.5°). The average preoperative WOMAC scores was 43 points, postoperative 14 points. **Conclusions:** we present a cohort of patients with moderate to severe varus and valgus knee deformities with an occupied femoral canal that were electronic alignment during robot-assisted (RA) TKR without the use of an intramedullary alignment (IMA) rod. We conclude electronic alignment of TKR

Nivel de evidencia: III

* Instituto Nacional de Rehabilitación «Luis Guillermo Ibarra Ibarra». Ciudad de México, México.

‡ Jefe de la División de Reconstrucción Articular de Cadera y Rodilla.

§ Ortopedista y residente de Alta Especialidad en Reconstrucción Articular de Cadera y Rodilla.

¶ Médico adscrito.

Correspondencia:

Dr. Víctor Manuel Ilizaliturri-Sánchez

Av. México-Xochimilco Núm. 289, Col. Arenal de Guadalupe, Alcaldía Tlalpan, CP 14389, CDMX.

E-mail: vichip2002@yahoo.com.mx

Recibido: 16-01-2025. Aceptado: 22-04-2025.

Citar como: Ilizaliturri-Sánchez VM, Rodríguez-Rodríguez IF, García-Ramos C. Utilidad de la artroplastía total de rodilla asistida por robot en pacientes con canal femoral ocupado. Acta Ortop Mex. 2025; 39(4): 197-203. <https://dx.doi.org/10.35366/120451>



nica con ATR asistida por robot (AR) sin el uso de guías intramedulares. Concluimos que la alineación electrónica de artroplastía total de rodilla puede ser obtenida satisfactoriamente en pacientes con canal femoral ocupado.

Palabras clave: reemplazo robótico, rodilla, deformidad, varo, valgo.

can be performed successfully in patients with occupied femoral canal.

Keywords: robotic replacement, knee, deformity, varus, valgus.

Abreviaturas:

ATR = artroplastía total de rodilla

CFO = canal femoral ocupado

ENA = escala numérica del dolor

OKS = *Oxford Knee Score* (Escala de Rodilla de Oxford)

PROMs = *Patient-Reported Outcome Measures* (medidas de resultados informadas por los pacientes)

WOMAC = *Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index* (índice de osteoartritis de las Universidades de Western Ontario y McMaster)

Introducción

La artroplastía total de rodilla (ATR) en fémures con cirugías ortopédicas e implantes previos es compleja debido a los cambios anatómicos y estructurales como el estrechamiento del canal medular¹ que dificulta la preparación y el fresado del mismo, lo que causa lateralización inadecuada, cementación deficiente, falsas vías, que puede provocar fracturas, acortamientos del miembro pélvico operado y pérdida del implante.^{1,2,3}

La obtención de una adecuada alineación durante la cirugía de la extremidad es indispensable para la supervivencia óptima de los componentes protésicos y la satisfacción funcional del paciente. Uno de los aspectos más relevantes de la ATR típicamente es la invasión del canal femoral y el uso subsiguiente de instrumentos intramedulares, ya que la forma más común de alineación del componente femoral en la ATR es mediante el uso de guías intramedulares, lo que puede provocar complicaciones como pérdida de sangre, hipoxia postoperatoria, fracturas intraoperatorias y embolia grasa.^{1,4}

El punto de entrada del orificio inicial para el canal medular habitualmente se realiza con una varilla intramedular de hasta 30 cm de longitud y 9 mm de diámetro, lo que presenta grandes limitaciones en su uso e incluso imposibilidad, en casos de deformidad ósea, secuelas de trauma o la presencia de material de osteosíntesis que ocupa el canal medular presentando un canal femoral ocupado (CFO), afectando así la capacidad de alineación del componente femoral con dicho método.^{5,6}

La alineación electrónica con asistencia de dispositivos robóticos para la artroplastía total de rodilla permite solucionar el problema ocasionado por el CFO debido a que el corte femoral distal se realiza con base en una planeación tridimensional digital que toma en cuenta la anatomía específica del paciente sin la necesidad de colocar dispositivos mecánicos dentro del canal medular.⁷

El uso de asistencia robótica ha proporcionado al cirujano una herramienta para lograr un eje mecánico postoperatorio más preciso en los planos coronal, sagital y alineación rotacional, lo cual contribuye a mejores resultados funcionales. Para los pacientes con CFO, la alineación electrónica puede ser no sólo un método para lograr una adecuada y precisa alineación, sino que puede ser ideal y constituir una indicación casi absoluta al omitir la necesidad de colocar una guía intramedular para la alineación del componente femoral.⁵

En el presente estudio evaluamos el resultado radiológico y funcional en pacientes a quienes se les realizó ATR asistida por robot con antecedente de CFO como consecuencia de la presencia de implantes ortopédicos (vástagos protésicos o material de osteosíntesis) ipsilateral en el período de Marzo de 2023 a Agosto de 2024.

Material y métodos

Estudio de tipo cohorte prospectivo con tamaño de muestra a conveniencia de 25 pacientes consecutivos a quienes se les realizó ATR asistida por robot entre Marzo de 2023 y Agosto de 2024, con antecedentes de artroplastía de cadera u osteosíntesis de fémur proximal ipsilateral diagnosticados con radiografías de rodilla en proyección anteroposterior, lateral a 30° y eje mecánico bipodálico en las que se observaron datos radiográficos compatibles con gonartrosis y presencia del canal femoral ocupado por implantes protésicos o de osteosíntesis del lado ipsilateral. Inicialmente se realizó la recolección de datos con aplicación del *Western Ontario McMaster Universities Osteoarthritis Index* (WOMAC) y de la escala numérica del dolor (ENA). Posterior a la cirugía de ATR asistida por robot se realizó la recolección de datos postoperatorios de las escalas WOMAC, ENA y *Oxford Knee Score* (OKS) a tres meses.

Criterios de inclusión: pacientes que contaran con consentimiento informado, diagnóstico de gonartrosis grado III o IV según la clasificación de Kellgren y Lawrence, con antecedente de artroplastía de cadera u osteosíntesis en el fémur proximal ipsilateral.

Criterios de exclusión: pacientes a los que se les realizó colocación de prótesis por secuelas traumáticas a nivel de la rodilla, sujetos con patologías neurológicas que alteren la capacidad de marcha.

Criterios de eliminación: pacientes que no acudieron al seguimiento o decidieran salir del estudio.

El brazo robótico utilizado fue *Rosa Knee System* (Zimmer-Biomet, Warsaw, Indiana, USA) con la colocación de prótesis total primaria cementada Vanguard (Zimmer-Biomet, Warsaw, Indiana, USA).

La cirugía fue realizada por el mismo cirujano con más de 20 años de experiencia, quien llevó a cabo la técnica quirúrgica convencional.

Análisis estadístico. El análisis estadístico se realizó con el software SPSS 20.0. Se determinó normalidad de la muestra mediante Shapiro-Wilk, t de Student para muestras relacionadas y t de Student para muestras independientes. Se estableció un valor de $p < 0.05$ como diferencia significativa.

Resultados

Se obtuvo una muestra total de 25 pacientes que cumplieron los criterios de inclusión, la muestra contaba con las siguientes características sociodemográficas (*Tabla 1*), la media de edad fue 63.92 ± 17.39 años en un rango de 30 a 87 años, 84% (21/25) fueron pacientes del sexo femenino, la rodilla más afectada fue izquierda en 56% (14/25), 48% de la muestra (12/25) presentó alguna patología agregada como displasia del desarrollo de la cadera o patologías autoinmunes como artritis reumatoide, 22 de los pacientes contaban con implantes protésicos para artroplastia de cadera y tres con material de osteosíntesis.

Nueve casos presentaron deformidad en varo (*Figura 1*) con un promedio de 8.89° . La alineación final resultante en cinco casos fue de 2.3° de varo en promedio, dos casos finalizaron con alineación neutra y dos con valgo de 1° .

Tabla. 1: Características de la muestra (N = 25).

Parámetro	n = 25 (%)	Sig.
Edad [años]*	63.92 ± 17.39	0.04
Sexo		
Femenino	21 (84)	0.001
Masculino	4 (16)	
Lateralidad		
Izquierdo	14 (56)	0.001
Derecho	11 (44)	
Otras patologías		
Enfermedad reumatológica	10 (40)	0.001
DDC	2 (8)	
Deformidad		
Varo	9 (36)	0.001
Valgo	16 (64)	
Tiempo quirúrgico [horas]*	1.09 ± 0.149	0.001
Tipo de estabilización de la prótesis		
Retención de cruzado	10 (40)	0.001
Posteroestabilizada	15 (60)	
Implante de cadera		
Osteosíntesis	3 (12)	0.001
Prótesis primaria	21 (84)	
Prótesis de revisión	1 (4)	

DDC = displasia del desarrollo de cadera.

* Valores expresados en media $\pm$ desviación estándar.

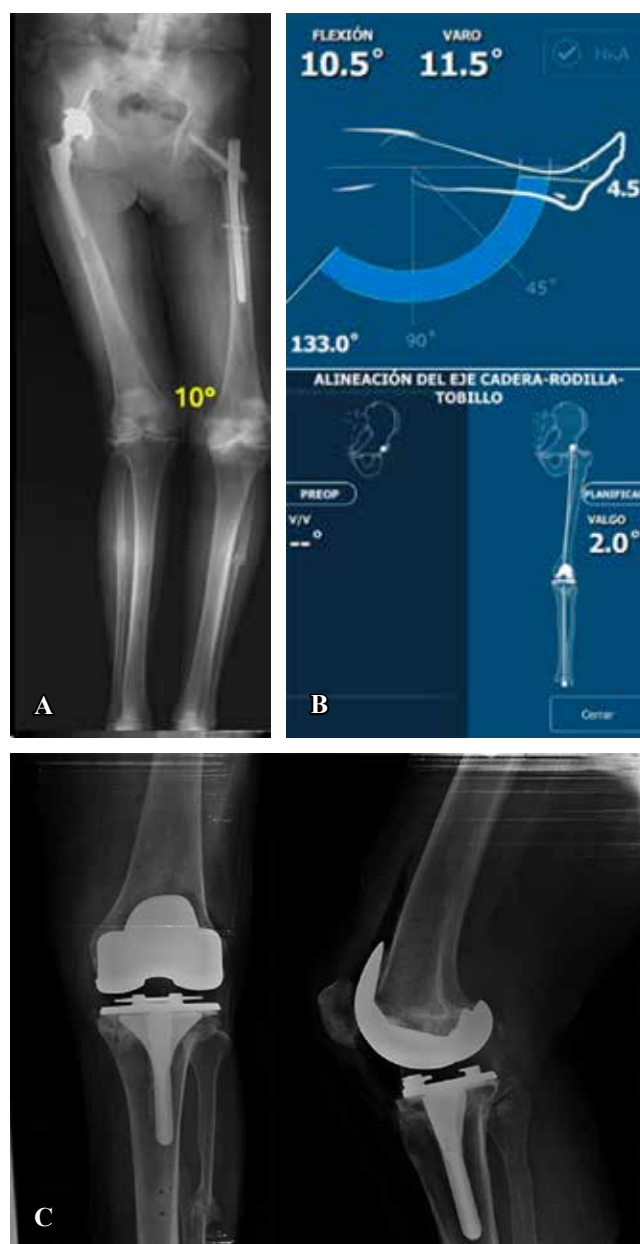


Figura 1: A) Eje mecánico de los miembros inferiores de un caso con un clavo centromedular de cadera izquierda y deformidad angular de rodilla en varo de 10° en la rodilla ipsilateral. B) Análisis de movilidad y alineación postoperatoria con cirugía robótica (rango de movilidad de 4.5 a 133°) y alineación final en valgo de 2° . C) Radiografía postoperatoria con prótesis de rodilla estabilizada posterior y vástago tibial de 80 mm.

Dieciséis casos presentaron deformidad en valgo (*Figuras 2 y 3*) con un promedio de 11.88° de deformidad. En cuatro casos la alineación final fue en varo con un promedio 1.87° ; en nueve la alineación final fue con un valgo promedio de 1.66° y en tres casos la alineación fue neutra. El cambio en los grados promedio de la serie entre la deformidad inicial y la alineación final fue estadísticamente significativo ($p = 0.005$) en el análisis de covarianza.

En el análisis pre y postoperatorio de los cuestionarios de escalas funcionales realizados por los pacientes, se encontró mejoría tal como se observa en la *Tabla 2*.

De acuerdo al tipo de deformidad, los casos fueron divididos en dos grupos: leve, una deformidad menor a 10°; y moderada-severa, una deformidad igual o mayor a 10°. Se encontró una mejoría similar de la puntuación de WOMAC total postquirúrgico en ambos grupos, independientemente de la severidad inicial como se muestra en las *Tablas 2 y 3*.



Figura 2: A) Eje mecánico de los miembros inferiores de un caso con un vástago de longitud convencional de artroplastía no cementada de cadera derecha y deformidad angular de rodilla en valgo de 16° en la rodilla ipsilateral. B) Análisis de movilidad y alineación postoperatoria con cirugía robótica (rango de movilidad de 1 a 146°) y alineación final en valgo de 1°. C) Radiografía postoperatoria con prótesis de rodilla estabilizada posterior y vástago tibial de 80 mm.



Figura 3: A) Eje mecánico de los miembros inferiores de un caso con un vástago para artroplastía de revisión no cementada de cadera izquierda y deformidad angular de rodilla en valgo de 28° en la rodilla ipsilateral. B) Análisis de movilidad y alineación postoperatoria con cirugía robótica (rango de movilidad de 1.5 a 138°) y alineación final en valgo de 1.5°. C) Radiografía postoperatoria con prótesis de rodilla estabilizada posterior y vástago tibial de 80 mm.

Mientras que la escala OKS postquirúrgica indicó 41.12 ± 3.67 puntos, lo que representa buena función.

Discusión

Tradicionalmente, se han utilizado técnicas manuales para la alineación correcta de los componentes en la ATR. Las guías intramedulares se han usado tanto para el fémur como para la tibia. Las guías de alineación extramedulares

han sido más comúnmente empleadas en la tibia. La alineación electrónica se ha utilizado hace por lo menos dos décadas con técnicas de navegación y ha sido integrada más recientemente a los protocolos de cirugía robótica, evitando así la necesidad de colocar guías intra o extramedulares.⁸

Se ha mencionado previamente que, en los pacientes con CFO, el uso de guías intramedulares se ve limitado o imposibilitado por la presencia de implantes protésicos o material de osteosíntesis. Las guías intramedulares cortas se han utilizado como una opción para la alineación de la ATR manual en combinación con fluoroscopia en pacientes con antecedente de artroplastía de cadera ipsilateral, Webb y colaboradores⁹ reportaron que, si se logra colocar la guía corta en el tercio medio o distal de la diáfisis, se puede lograr una alineación adecuada del componente femoral con 1° de diferencia en la alineación con lo planeado cuando lo compararon con el uso de guías manuales sin obstrucción en el canal femoral.

El uso de guías extramedulares (EM) se ha presentado como una alternativa al uso de guías intramedulares (IM) y se ha sugerido su uso en pacientes con presencia de implantes intramedulares o retenidos en el fémur distal, pero gran parte de su precisión depende del uso en combinación con fluoroscopia, lo que puede añadir dificultad a la técnica y verse reflejado en el resultado de la alineación del componente femoral, además de utilizar radiación.^{5,10}

La navegación se presenta como otra opción viable en pacientes con CFO. Hamada y asociados¹¹ realizaron un reporte de casos donde mencionaron que el uso de sistemas de navegación asistida por computadora sin imágenes puede calcular el eje mecánico, utilizando referencias anatómicas para colocar el componente femoral protésico con alineación adecuada sin interferencia del material de osteosíntesis retenido en el fémur distal.

La cirugía asistida por dispositivos robóticos ha proporcionado una herramienta útil para mejorar la corrección del eje de la extremidad y la alineación de los componentes mediante una resección ósea y un equilibrio ligamentario más exactos y reproducibles al ser planeados mediante el software del robot.⁵ Para realizar la planeación tridimensional, se utilizan rastreadores que están fijos en fémur distal y tibia proximal; los puntos de referencia óseos femorales y tibiales se adquieren con un puntero que también tiene rastreadores. El eje mecánico de la extremidad se determina con el centro de la cabeza femoral, el punto de entrada del canal femoral distal, el centro de la plataforma tibial y el centro del tobillo. Con el uso de esta técnica no son necesarias las varillas de alineación.¹²

En el estudio realizado se presenta que la asistencia robótica y la navegación electrónica pueden ayudar al cirujano a lograr una alineación precisa y una colocación

Tabla 2: Resultados de escalas funcionales serie completa.

Escala	Valoración		p
	Prequirúrgica Media ± DE	Postquirúrgica Media ± DE	
WOMAC			
Dolor	8.72 ± 3.70	2.28 ± 2.24	0.001*
Rigidez	3.32 ± 1.95	1.04 ± 1.13	0.001*
Función	31.16 ± 11.29	10.96 ± 7.61	0.001*
Total	43.20 ± 15.19	14.28 ± 10.26	0.001*
ENA	6.28 ± 1.96	1.72 ± 2.01	0.001*

ENA = escala numérica del dolor. WOMAC = *Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index*.
* p < 0.05. Prueba de t pareada.

Tabla 3: Escalas de función clínica. Diferencia entre grupos.

Escala WOMAC	Deformidad (varo y valgo)			
	Leve		Moderada-severa	
	Media ± DE	p	Media ± DE	p
Dolor	5.222 ± 4.631	0.010*	7.125 ± 3.384	0.000*
Rigidez	1.667 ± 1.732	0.020*	2.625 ± 2.156	0.000*
Función	19.667 ± 8.411	0.000*	20.500 ± 10.532	0.000*
Total	26.556 ± 11.674	0.000*	30.250 ± 14.567	0.000*

Deformidad leve se refiere a < 10° y moderada-severa a > 11°.
DE = desviación estándar. WOMAC = *Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index*.
* p < 0.05. Prueba de t de Student para muestras independientes.

adecuada de los componentes en pacientes que no tienen acceso para las guías IM por CFO. Presentamos una cohorte de pacientes con presencia de implantes protésicos y de osteosíntesis con CFO sometidos a ATR ipsilateral. En nuestra serie encontramos nueve pacientes con deformidad en varo con rango de 0.5-19.5° (media de 8.89°) y 16 con deformidad en valgo entre 2 y 22° con media de 11.88°; 12 rodillas con una deformidad igual o mayor a 10° considerados en la clasificación de Ranawat como moderados y severos. La alineación electrónica resultante fue, en promedio, de 3.5° de varo y 3° de valgo; incluso con cinco pacientes en los cuales se obtuvo una alineación neutra medida por el software del dispositivo robótico, lo que se considera dentro de los parámetros aceptados para favorecer la supervivencia óptima de los componentes. También hay que tomar en cuenta que nuestra técnica no fue la alineación anatómica, sino una alineación híbrida.¹³ Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Alrajeb y colaboradores¹⁴ en su metaanálisis, donde se identificó como principal hallazgo una mejora significativa en la restauración de la alineación mecánica en pacientes sometidos a ATR asistida por robot, en comparación con aquellos operados mediante métodos basados en guías. Esta superioridad en la precisión probablemente se relacione con el mejor balanceo ligamentario que permite la tecnología robótica durante la intervención.

De forma complementaria, el estudio de Cho y asociados¹⁵ evidenció que, si bien ambos grupos (ATR robótica y manual) alcanzaron buenos resultados radiológicos, la proporción de valores atípicos en el eje mecánico y en la posición del implante fue significativamente mayor en el grupo tratado con técnica manual. Esto sugiere una mayor consistencia y confiabilidad en la obtención de una alineación neutra de la extremidad con la utilización de asistencia robótica.

Cuando se utiliza la alineación electrónica no es necesario el uso de fluoroscopia, como ha sido descrito en combinación con el uso de guías de alineación cortas o guías extramedulares.^{5,9,10} Esto es una clara ventaja de la alineación electrónica.

Se indica que los resultados clínicos y funcionales suelen ser estadísticamente similares entre los grupos de ATR asistida por robot y la artroplastía total convencional o manual. Metaanálisis y estudios individuales no reportan diferencias significativas en las medidas de resultados informadas por los pacientes (PROMs), como el puntaje WOMAC, KSS (*Knee Society Score*), puntaje HSS (*Hospital for Special Surgery [HSS] Knee Score*) y el rango de movimiento entre ambos grupos en muchos casos.¹⁵

En nuestra cohorte, los resultados de WOMAC al último seguimiento fueron de 14.28 ± 10.26 , lo que demuestra una mejoría estadísticamente significativa ($p = 0.001$) comparado con el WOMAC preoperatorio 43.20 ± 15.19 . En cuanto al ENA del último seguimiento, el resultado fue, en promedio, de 1.72 ± 2.01 para toda la serie, con una mejora estadísticamente significativa ($p = 0.001$) en comparación con el puntaje preoperatorio de 6.28 ± 1.96 .

Respecto a la deformidad inicial de forma postoperatoria, se vio que la puntuación de WOMAC al último seguimiento presentó una mejoría similar independiente de si los pacientes pertenecían al grupo leve o moderado-severo.

En el estudio realizado por Hax J y su equipo,¹⁶ en el que evaluaron la precisión de la ATR asistida por robot comparando sus resultados radiográficos y clínicos con los de la técnica manual, ambos grupos mostraron mejoras sostenidas en todas las PROMs a los seis meses. El estudio concluyó que los resultados radiológicos y clínicos fueron comparables entre los grupos, pero los pacientes femeninos sometidos a ATR con asistencia robótica lograron mejores resultados a corto plazo en cuanto a dolor y discapacidad.

Estos resultados sugieren que, si bien la cirugía asistida por robot no necesariamente ofrece ventajas superiores en términos de resultados clínicos percibidos por el paciente en comparación con la cirugía manual, sí permite alcanzar mejoras sustanciales en la funcionalidad del paciente como se presenta con las ATR con técnica manual.

En la literatura es poca la información que se encuentra respecto a cómo realizar la alineación del componente femoral en pacientes con antecedentes de implantes protésicos o de osteosíntesis en el fémur. El uso de sistemas asistidos por robot o navegación eliminan la distinción respecto a los resultados en la alineación entre el uso de las distintas técnicas con uso de dispositivos mecánicos, por lo que en pacientes con CFO se vuelve una opción adecuada para la realización de ATR con la que se obtiene una alineación final óptima para la supervivencia de los componentes protésicos.

En nuestro estudio existe la limitación de que presentamos una cohorte consecutiva de pacientes con CFO sometidos a ATR ipsilateral con alineación electrónica, sin contar con un grupo control que haya sido intervenido con una técnica de alineación manual en presencia de CFO. Sin embargo, con base en la revisión de la literatura, observamos que el uso de alineación electrónica por medio de asistencia robótica presenta resultados adecuados y comparables con los reportados para alineación manual con guías acortadas, extramedulares y navegación simple en los pacientes con CFO.

Conclusiones

Presentamos una cohorte con grado moderado a severo de deformidad en varo y valgo de acuerdo con la clasificación de Ranawat con CFO en los que se utilizó alineación electrónica con ATR asistida por robot sin el uso de una guía intramedular. Concluimos que el uso de alineación electrónica asistida por robot es una indicación en los pacientes que tienen CFO secundario a material protésico o de osteosíntesis ipsilateral. Haciendo posible una adecuada alineación con excelentes resultados funcionales en pacientes con estas características.

Referencias

1. Lin SY, Chen CH, Huang PJ, Fu YC, Huang HT. Computer-navigated minimally invasive total knee arthroplasty for patients with retained implants in the femur. *Kaohsiung J Med Sci*. 2014; 30(8): 415-21.
2. Sanders TL, Maradit Kremers H, Schleck CD, Larson DR, Berry DJ. Subsequent total joint arthroplasty after primary total knee or hip arthroplasty: a 40-year population-based study. *J Bone Joint Surg Am*. 2017; 99(5): 396-401.
3. Shao Y, Zhang C, Charron KD, Macdonald SJ, McCalden RW, Bourne RB. The fate of the remaining knee(s) or hip(s) in osteoarthritic patients undergoing a primary TKA or THA. *J Arthroplasty*. 2013; 28(10): 1842-5.
4. Tang Q, Shang P, Zheng G, Xu HZ, Liu HX. Extramedullary versus intramedullary femoral alignment technique in total knee arthroplasty: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Orthop Surg Res*. 2017; 12(1): 82.
5. A B, A M, N C. Computer-assisted versus intramedullary and extramedullary alignment system in total knee replacement: Long term follow-up. *J Clin Orthop Trauma*. 2019; 10(3): 555-9.
6. Shichman I, Rajahraman V, Chow J, Fabi DW, Gittins ME, Burkhardt JE, et al. Clinical, radiographic, and patient-reported outcomes associated with a handheld image-free robotic-assisted surgical system in total knee arthroplasty. *Orthop Clin North Am*. 2023; 54(2): 141-51.
7. Khlopas A, Sodhi N, Sultan AA, Chughtai M, Molloy RM, Mont MA. Robotic arm-assisted total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2018; 33(7): 2002-6.
8. Blakeney WG, Khan RJ, Wall SJ. Computer-assisted techniques versus conventional guides for component alignment in total knee arthroplasty: a randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am*. 2011; 93(15): 1377-84.
9. Webb BT, Ulrich SD, MacKinlay KGW, Smith LS, Malkani AL. Use of shorter intramedullary guide for ipsilateral total knee arthroplasty following prior total hip arthroplasty. *J Knee Surg*. 2018; 31(4): 348-51.
10. Tecame A, Gambineri A, Za P, Adravanti P. Is the femoral intramedullary alignment already actual in total knee arthroplasty? *J Exp Orthop*. 2023; 10(1): 16.
11. Hamada D, Egawa H, Goto T, Takasago T, Takai M, Hirano T, et al. Navigation-assisted total knee arthroplasty for osteoarthritis with extra-articular femoral deformity and/or retained hardware. *Case Rep Orthop*. 2013; 2013: 174384.
12. Batailler C, Hannouche D, Benazzo F, Parratte S. Concepts and techniques of a new robotically assisted technique for total knee arthroplasty: the ROSA knee system. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2021; 141(12): 2049-58.
13. Sheth NP, Husain A, Nelson CL. Surgical techniques for total knee arthroplasty: measured resection, gap balancing, and hybrid. *J Am Acad Orthop Surg*. 2017; 25(7): 499-508.
14. Alrajeb R, Zarti M, Shuia Z, Alzobi O, Ahmed G, Elmhiregh A. Robotic-assisted versus conventional total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2024; 34(3): 1333-43.
15. Cho KJ, Seon JK, Jang WY, Park CG, Song EK. Robotic versus conventional primary total knee arthroplasty: clinical and radiological long-term results with a minimum follow-up of ten years. *Int Orthop*. 2019; 43(6): 1345-54.
16. Hax J, Leuthard L, Baumann G, Preiss S, Stadelmann VA, Worlicek M. Comparable results in total knee arthroplasty using the ROSA knee system versus the conventional technique: A retrospective propensity-matched cohort study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2024; 32(12): 3239-51.

Artículo original

doi: 10.35366/120452

¿Por qué estamos teniendo que revisar nuestras artroplastias primarias de rodilla? Evaluación de las causas de revisión de artroplastía primaria de rodilla a lo largo de un período de cinco años (2018-2022)

Why are we revising our primary knee arthroplasties? An evaluation of the causes for revision of primary knee arthroplasties over a five-year period (2018-2022)

Sánchez-del Saz J,* Alcobía-Díaz B,* Rizo-de Álvaro MB,* García-Crespo R*

Hospital Clínico San Carlos. Madrid, España.

RESUMEN. Introducción: el incremento progresivo del volumen de artroplastía primaria de rodilla está trayendo aparejado un incremento de cirugías de revisión y se espera que la tendencia se mantenga en las próximas décadas. **Material y métodos:** estudio observacional retrospectivo con 203 intervenciones en 201 pacientes de revisión protésica de rodilla en nuestro centro entre 2018-2022, incluyendo las variables: edad, sexo, índice de masa corporal, implante primario, tiempo hasta cirugía de revisión, alineación mecánica del implante primario, causa del recambio, implante de revisión y necesidad de revisión secundaria. **Resultados:** la edad media de los pacientes estudiados fue 73.8 años (70% mujeres). El tiempo medio transcurrido desde la cirugía primaria hasta la revisión fue 58.7 meses. La intervención quirúrgica más común fue el recambio completo (70%) y la causa globalmente más frecuente de revisión fue el aflojamiento aséptico (37.9%). Un total de 83 pacientes (34.9%) requirieron un recambio precoz (≤ 24 meses) en un tiempo medio de 12.7 meses desde la cirugía primaria, siendo en este subgrupo la causa principal la inestabilidad (36.1%). Por otra parte, 24 (11.8%) pacientes necesitaron una segunda revisión adicional, siendo nuevamente la inestabilidad la causa predominante (33.3%). Globalmente, el subgrupo de pacientes intervenidos por inestabilidad presentó una edad media menor en el momento de la revisión (66.9 años).

ABSTRACT. Introduction: the progressive increase in the volume of primary knee arthroplasty surgery is leading in parallel to an increase in revision surgeries, and this trend is expected to continue in the coming decades. **Material and methods:** a retrospective observational study with 203 interventions in 201 patients with knee arthroplasty revision surgery at our center between 2018-2022, including the variables age, sex, body mass index, primary implant, time until revision surgery, mechanical alignment of the primary implant, cause of revision, revision implant, and need for secondary revision. **Results:** the average age of the patients was 73.8 years (70% were women). The average time from primary surgery to revision was 58.7 months. The main cause of revision was aseptic loosening (37.9%). Eighty-three (34.9%) patients required an early revision (on average, in 12.7 months), with instability being the main cause in this subgroup (36.1%). Twenty-four (11.8%) patients required an additional revision, also mainly due to instability (33.3%), with a younger average age (66.9 years). The most common surgical approach was complete replacement (70%). **Conclusions:** knee arthroplasty revision surgery in our environment is determined by different patterns depending on the chronology. Joint stability is the main determinant of revision in the first two years, while aseptic loosening seems to predominate in the long term,

Nivel de evidencia: III

* Cirujano ortopédico, Departamento de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Unidad de Cirugía de Rodilla, Hospital Clínico San Carlos. Madrid, España.

Correspondencia:

Dr. Jaime Sánchez del Saz
Departamento de Cirugía Ortopédica y Traumatología,
Unidad de Cirugía de Rodilla, Hospital Clínico San Carlos. Madrid, España.
E-mail: jsdelsaz@gmail.com

Recibido: 23-07-2024. Aceptado: 16-10-2024.

Citar como: Sánchez-del Saz J, Alcobía-Díaz B, Rizo-de Álvaro MB, García-Crespo R. ¿Por qué estamos teniendo que revisar nuestras artroplastias primarias de rodilla? Evaluación de las causas de revisión de artroplastía primaria de rodilla a lo largo de un periodo de cinco años (2018-2022). Acta Ortop Mex. 2025; 39(4): 204-211. <https://dx.doi.org/10.35366/120452>



Conclusiones: la cirugía de revisión de artroplastía de rodilla en nuestro medio viene determinada por patrones diferentes según la cronología. La estabilidad articular es el principal determinante de revisión en los primeros dos años, mientras que el aflojamiento aséptico parece predominar a más largo plazo, con la infección en segundo plano. La revisión de la artroplastía primaria de rodilla sigue suponiendo un desafío quirúrgico, ya que 11.8% de los pacientes precisaron una cirugía adicional de revisión, especialmente en pacientes más jóvenes.

Palabras clave: artroplastía de rodilla, cirugía de revisión, aflojamiento aséptico, estabilidad articular, desafío quirúrgico.

with infection in the background. Revision of primary knee arthroplasty remains to be a surgical challenge, as 11.8% of patients required an additional revision surgery, especially in younger patients.

Keywords: knee arthroplasty, revision surgery, aseptic loosening, joint stability, surgical challenge.

Abreviaturas:

IMC = índice de masa corporal

RACat = Registro de Artroplastias de Cataluña

Introducción

La artroplastía primaria de rodilla se considera un procedimiento quirúrgico seguro y coste-efectivo, que ha demostrado mejorar la calidad de vida, al reducir el dolor y aumentar la capacidad funcional en pacientes que padecen desgaste articular avanzado en la rodilla.^{1,2} A diferencia de lo que ocurre en otros países como Suecia, Noruega, Reino Unido, Australia o Nueva Zelanda, que cuentan con registros nacionales de artroplastía, actualmente no existe registro oficial nacional que recoja el número y los detalles de las artroplastias de rodilla realizadas anualmente. Únicamente a nivel autonómico, en el caso de Cataluña (16.1% de la población del país), se dispone de un registro de artroplastias (RACat) iniciado en el año 2005 que nos permite estimar las cifras a nivel estatal mediante extrapolación de datos, si bien las diferencias poblacionales a nivel epidemiológico, así como el acceso a los recursos sanitarios de cada comunidad autónoma podrían ofrecer controversias comparándolas con los datos ofrecido por el RACat. En el año 2020 se estimaba que se realizaban en nuestro país, 60,000 cirugías al año de artroplastía primaria de rodilla, frente a las aproximadamente 32,000 llevadas a cabo en el año 2005,³ lo que supone un incremento de 87% de las cirugías realizadas hace 15 años.

Este notable incremento se ve favorecido porque existe un espectro cada vez más amplio de indicaciones quirúrgicas, incluyendo pacientes cada vez más jóvenes (por debajo de los 60-65 años) y con un perfil más activo respecto a lo que venía siendo habitual décadas atrás. Este aumento en el volumen de cirugía protésica primaria de rodilla conlleva un incremento también en las cifras de cirugía de revisión protésica,^{4,5,6} a pesar de los avances en los implantes, en las técnicas quirúrgicas y el mejor conocimiento de la biomecánica de la rodilla. La propia edad es un factor determinante en la probabilidad de revisión, ya que, por un lado, los pa-

cientes con menos de 60 años tienen una tasa de revisión de hasta 4-5 veces mayor frente a los pacientes con más de 75 años.^{7,8,9} Por otro lado, el incremento en la esperanza de vida y, por tanto, el de las comorbilidades de los pacientes con artroplastía de rodilla implantada,¹⁰ así como el incremento de la prevalencia de obesidad y de sus complicaciones como, por ejemplo, la diabetes mellitus, pueden haber contribuido también a este llamativo crecimiento de las cifras de cirugía de revisión protésica de rodilla.⁴

A pesar de la prolongada supervivencia recogida sobre las prótesis primarias de rodilla, siendo la supervivencia libre de cirugía de revisión a los 15 años de 95-100% en mayores de 60 años y de 82-88% en menores de 60 años,¹¹ el riesgo de tener que realizar una cirugía de revisión de prótesis primaria de rodilla se estima entre 4-7% a los 10 años de su implantación, según los registros disponibles en diferentes países.⁷ Las causas que se han descrito como motivo de cirugía de revisión han sido múltiples, siendo algunas de las más frecuentemente descritas el aflojamiento aséptico, la infección, la inestabilidad y el dolor persistente sin otra causa que lo justifique, sin olvidar otras causas como la rigidez, las fracturas periprotésicas, el fracaso del aparato extensor o el desgaste del polietileno.^{4,7,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25}

De cara a las próximas décadas, por todo lo expuesto previamente, es previsible que se mantenga la tendencia alcista en el número de cirugías de artroplastía primaria de rodilla.¹¹ Así pues, se estima un aumento de 47% para el año 2050 (especialmente en el grupo de edad de entre 50 y 65 años) y de 90% para el mismo año en el caso de las cirugías de revisión protésica.¹² Otro estudio prevé un incremento de 601% del número de cirugías de revisión para el año 2030 respecto al año 2005.¹³ No obstante, existen otros estudios que revelan que esta progresión parece ser más lenta de lo que se esperaba en un principio en países de nuestro entorno como Reino Unido, teniendo en cuenta también un inevitable descenso en el volumen ejecutado de cirugía ortopédica no urgente en los años 2020 y posteriores por el efecto devastador que ha tenido la pandemia COVID-19 en nuestros sistemas sanitarios.¹⁴

La importancia de estos números viene a advertir de la posible sobrecarga que se pueda generar tanto desde el punto de vista económico como asistencial en las próximas décadas para nuestro sistema sanitario y de la necesidad de analizar y establecer cuáles son las causas y factores de riesgo que determinan una mayor probabilidad de necesidad de cirugía de revisión para reducir al máximo esta hipotética sobrecarga, especialmente en centros con alto volumen de cirugía protésica.^{6,25,26}

Los objetivos de nuestro trabajo son exponer las causas que motivaron la revisión de los implantes, el tiempo transcurrido desde el implante primario y la solución quirúrgica realizada en las cirugías de revisión de prótesis primaria de rodilla, efectuadas durante un período de cinco años en nuestro centro.

Material y métodos

A partir del total de artroplastias de rodilla realizadas entre los años 2018 y 2022 (ambos inclusive), en nuestra institución, con un volumen de más de 600 cirugías anuales de artroplastía primaria de rodilla, desarrollamos un estudio descriptivo retrospectivo con todas las cirugías de revisión realizadas en este período. Finalmente, fueron incluidas por protocolo en el estudio 203 cirugías en 201 pacientes con una edad media de 73.8 años, tratándose mayoritariamente de mujeres (70.1%) (Tabla 1).

Se estudiaron las variables edad, sexo, índice de masa corporal (IMC), implante primario, tiempo hasta cirugía de revisión, correcta alineación mecánica del implante primario, causa del recambio, implante de revisión y necesidad de revisión secundaria.

Se definió como cirugía de revisión protésica aquella que fue realizada para solventar las complicaciones que presentaban los pacientes tras haber sido sometidos previamente a una artroplastía primaria (unicompartmentales y totales).

A pesar de no existir consenso en la literatura respecto al punto de corte que se debe establecer, se definió como cirugía de revisión precoz aquella que se llevó a cabo en

los primeros 24 meses desde la implantación de la prótesis primaria, tiempo clave en la evolución de una artroplastía de rodilla.^{17,18,19}

La etiología de la revisión protésica se extrajo de la historia clínica del paciente y se dividieron en: aflojamiento aséptico (con y sin correcta alineación mecánica), inestabilidad (con y sin correcta alineación mecánica), infección, rigidez, fracturas periprotésicas, alergias a metales diagnosticada con posterioridad al implante primario y dolor sin causa objetiva justificada (diagnóstico de exclusión). En aquellos casos en los que existían varias causas de cirugía de revisión, se escogió la causa considerada como predominante.

Previamente a la revisión del implante, se estudió, mediante telerradiografías en carga de miembros inferiores, la consecución o no de un correcto alineamiento mecánico del miembro intervenido, entendiéndolo como aquel que mantenía un eje mecánico de la extremidad de $\pm 3^\circ$, que es el rango de valores con mayor aval bibliográfico para demostrar mayor supervivencia de los implantes.²⁷

Todos los pacientes fueron intervenidos por dos cirujanos expertos en recambios de prótesis de rodilla de la Unidad de Rodilla de nuestro servicio, con isquemia del miembro y siguiendo el mismo protocolo antibiótico con cefazolina 2 g intravenosos (IV) o vancomicina 1 g IV en caso de alérgicos a betalactámicos, asociado a gentamicina 240 mg IV. En cuanto al tratamiento empleado se dividió en: sustitución total protésica por un modelo de constricción media (Optetrak NMC, Optetrak CCK®, MBA ACS®), sustitución total por un modelo de charnela (Link Endomodel®), sustitución parcial de alguno de los componentes protésicos, artrolysis y artrodesis.

Los implantes primarios revisados fueron: una prótesis unicondílea (*Optetrak Unicondylar Knee System*®), 192 totales posteroestabilizadas (48 *Optetrak Hi-Flex*® y 144 *Optetrak Logic PS*®), siete totales de constricción media (dos *Optetrak NMC*® y cinco *Optetrak CCK*®) y tres totales tipo charnela (*Link-Endomodel*®).

Los casos de aflojamiento aséptico se definieron como aquellos con captación selectiva de los implantes en gammagrafía sugerentes de movilización mecánica o radiolucencia en radiografías > 2 mm del manto de cemento alrededor del componente protésico o aumento de este halo radioluciente o aparición de geodas, asociado a dolor entre dos controles radiográficos separados al menos cuatro meses entre sí. En los casos de infección, el diagnóstico se realizó siguiendo los criterios del *International Consensus Meeting (ICM) on Musculoskeletal Infection* de Filadelfia, EEUU (2014 y 2018) y su tratamiento quirúrgico se consideró como un único procedimiento, independientemente de que se llevara a cabo en uno o dos tiempos. En caso de alergia a metales, se dio como causa probable a aquellos pacientes que, teniendo dolor no justificado por otra causa, en el estudio de provocación realizado por el Servicio de Alergología fueron positivos a metales utilizados en la aleación de la que están fabricados los implantes.

Tabla 1: Datos demográficos.

Parámetro	n (%)
Número de cirugías	203
Número de pacientes	
Global	201 (100)
Varones	60 (29.9)
Mujeres	141 (70.1)
Edad al momento de la revisión (años)*	
Global	73.8 [47-94]
Varones	72.8 [47-89]
Mujeres	74.4 [54-94]
Tiempo hasta revisión (meses)*	
Global	58.7 [1-315]
Revisión precoz (≤ 24 meses)	12.7 [0.36-22.9]

* Valores expresados en media y [rango]

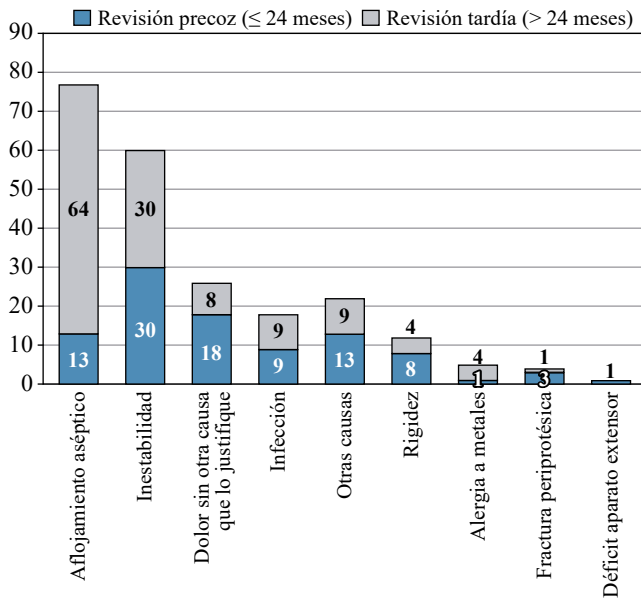


Figura 1: Causas de cirugía de revisión (en valor absoluto).

En cuanto a los métodos estadísticos, se utilizaron pruebas χ^2 para evaluar la asociación de la alineación del eje mecánico con el aflojamiento aséptico y la inestabilidad a la hora de precisar cirugía de revisión protésica y se emplearon pruebas t de Student pareadas para evaluar la asociación de los parámetros de edad e IMC con la necesidad de cirugías de revisión adicionales. Para cada análisis, se consideró un valor de $p < 0.05$ como estadísticamente significativo. Los análisis estadísticos de los datos se realizaron con el programa estadístico SPSS versión 23.0 (IBM Corp., Armonk, NY).

Resultados

Se llevaron a cabo 203 intervenciones en 201 pacientes como revisiones de artroplastía primaria de rodilla entre los años 2018 y 2022. La edad media fue 73.8 años (rango: 47-94 años) y el tiempo medio desde la cirugía primaria hasta la revisión fue 58.7 meses (rango: 1-315 meses). Predominaron las pacientes mujeres (141, 70.1%) con edad media de 74.4 años, ligeramente superior a la de los varones (60, 29.9%), cuya edad media fue 72.8 años. La causa más frecuente de revisión globalmente en esta cohorte fue el aflojamiento aséptico (77, 37.9%), donde la mayoría de los casos mostraron una correcta alineación mecánica (89.6%) frente a una alineación mecánica alterada (10.4%). No se encontró relación significativa entre el aflojamiento y la alteración del eje mecánico ($p = 0.12$). En segundo lugar, la inestabilidad representó 29.6% de los casos ($n = 60$), predominando la alineación mecánica correcta frente a alterada (85 versus 15%) y sin observarse tampoco una relación estadísticamente significativa ($p = 0.09$). El dolor sin causa justificable fue la tercera causa más frecuente, representando 12.8% de los casos, seguido de un grupo de causas variadas que

incluyeron rigidez, alergia a metales y déficit del aparato extensor (22, 10.8%), de las cuales cinco (2.5%) casos fueron atribuidos a alergia a metales. Finalmente, la infección ocupó el último lugar con 18 (8.9%) casos (Figuras 1 y 2).

Del total de casos, 83 (40.9%) pacientes fueron revisados dentro de los primeros 24 meses desde la cirugía primaria, en un tiempo medio de 12.7 meses. Las causas principales de estas revisiones precoces incluyeron la inestabilidad (30 casos, 36.1%), seguida del dolor sin causa justificable (18 casos, 21.7%), el aflojamiento aséptico (13 casos, 15.7%), otras causas previamente mencionadas (13 casos, 15.7%) y, finalmente, la infección (nueve casos, 10.8%). En el grupo de aflojamiento aséptico, 84.6% presentaron alineación mecánica correcta frente a 15.4% de alineación alterada, mientras que en el grupo de inestabilidad 83.3% tuvo una alineación correcta frente a 16.7% alterada. Tampoco se identificaron diferencias significativas en estos grupos en relación con la alineación mecánica de la extremidad intervenida en el período postoperatorio.

Durante el tiempo de estudio, 24 (11.8%) pacientes requirieron una nueva cirugía tras la revisión protésica, con un tiempo medio de 14.9 meses. La causa principal de esta segunda revisión fue la inestabilidad (ocho casos, 33.3%). En éstos, 87.5% presentaron alineación mecánica correcta frente a 12.5% con alineación alterada. La infección fue la segunda causa (seis casos, 25%), seguida por el aflojamiento aséptico (cinco casos, 20.9%). En este subgrupo, 80% mostró alineación mecánica correcta y 20% alineación alterada. Otras causas incluyeron dolor sin causa justificable (dos casos, 8.3%) y diversas causas (tres casos, 12.5%).

Los pacientes reintervenidos por inestabilidad tuvieron una edad media de 66,9 años, inferior al promedio global de los pacientes (77.4 años), siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.03$). Además, el IMC medio

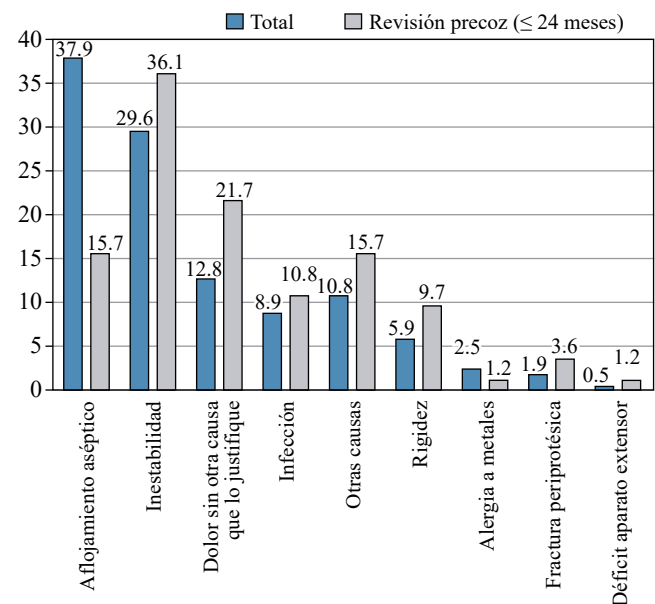


Figura 2: Causas de cirugía de revisión (en porcentaje).

de los pacientes reintervenidos fue de 35.1 frente al IMC global de 33.6, aunque esta diferencia no fue significativa ($p = 0.14$). La proporción de pacientes reintervenidos fue 42% en mujeres y 54% en varones.

En cuanto a las opciones quirúrgicas, se realizó revisión parcial de algún componente de la prótesis sin variar el grado de constricción en 45 (22.1%) casos, frente al recambio completo de todos los componentes en 144 (70.9%) casos, siendo los modelos de constricción media los más empleados (77.8%) con 13 (9%) implantes tipo NMC, 94 (65.3%) tipo CCK y cinco (3.5%) tipo *ACS MBA*[®]. En un caso (0.5%), se realizó la conversión de un modelo unicompartmental a una prótesis total posteroestabilizada. Otros pro-

cedimientos incluyeron artrolysis (12 casos, 5.9%) en casos de rigidez y artrodesis (dos casos, 1%) con o sin supresión antibiótica en infecciones intratables (*Tablas 1 a 4*).

Discusión

A pesar de los buenos resultados funcionales de los pacientes sometidos a artroplastía primaria de rodilla y la supervivencia de los implantes –debido a técnicas quirúrgicas cada vez más estandarizadas y menos invasivas, así como a los avances tribológicos y tecnológicos en el diseño de los implantes–, existe entre 10-30% de pacientes insatisfechos con el resultado obtenido en todo el mundo y ello nos obliga a proporcionar una solución mediante la revisión de los implantes. Mientras el número absoluto de prótesis primarias implantadas cada año sigue aumentando y se prevé que lo siga haciendo en las próximas décadas, el número de cirugías de revisión lo hará proporcionalmente si no conseguimos mejorar el porcentaje de pacientes insatisfechos, con

Tabla 2: Causas de cirugía de revisión e influencia de la alineación mecánica.

	Global		Revisión precoz	
	n (%)	p	n (%)	p
Aflojamiento aséptico	77 (37.9)		13 (15.7)	
Alineación mecánica correcta	69 (89.6)	0.12	11 (84.6)	0.26
Alineación mecánica alterada	8 (10.4)		2 (15.4)	
Inestabilidad	60 (29.6)		30 (36.1)	
Alineación mecánica correcta	51 (85)	0.13	25 (83.3)	0.19
Alineación mecánica alterada	9 (15)		5 (16.7)	
Dolor sin otra causa que lo justifique	26 (12.8)		18 (21.7)	
Infección	18 (8.9)		9 (10.8)	
Otras causas	22 (10.8)		13 (15.7)	
Rigidez	12 (5.9)		8 (9.7)	
Fractura periprotésica	4 (1.9)		3 (3.6)	
Alergia a metales	5 (2.5)		1 (1.2)	
Déficit aparato extensor	1 (0.5)		1 (1.2)	

Tabla 4: Tipo de cirugía de revisión y modelos implantados.

Tipo de cirugía y de implante empleado	n (%)
Sustitución completa de todos los componentes por prótesis total	144 (70.9)
Total primaria por total de constricción media	112 (77.8)
CCK [®]	94 (65.3)
NMC [®]	13 (9)
Antialérgica (ACS [®])	5 (3.5)
Total primaria por modelo constreñido (charnela)	28 (19.4)
Total constreñida por otro modelo constreñido (charnela)	3 (2.1)
Unicondilea por total primaria	1 (0.7)
Sustitución parcial de alguno de los componentes	45 (22.2)
Artrolysis	12 (5.9)
Artrodesis	2 (1.0)

Tabla 3: Causas de fracaso de la cirugía de revisión y necesidad de revisión adicional.

Causa	n (%)	p
Inestabilidad	8 (33.3)	
Inestabilidad como causa de cirugía de revisión inicial	5 (20.8)	
Alineación mecánica correcta	7 (87.5)	0.29
Alineación mecánica alterada	1 (12.5)	
Infección	6 (25.0)	
Aflojamiento aséptico	5 (20.9)	
Alineación mecánica correcta	4 (80.0)	0.34
Alineación mecánica alterada	1 (20.0)	
Dolor sin otra causa que lo justifique	2 (8.3)	
Otras causas	3 (12.5)	
Rigidez	2 (8.3)	
Alergia a metales	1 (4.2)	
	Reintervención	No reintervención
Edad media (años)	66.9	77.4
Índice de masa corporal (kg/m ²)	35.1	33.6
		p
		0.03
		0.14

el consiguiente desgaste económico y de recursos para los sistemas sanitarios.

Es por esto por lo que el conocimiento de los parámetros epidemiológicos actualizados relacionados con la cirugía de revisión protésica de rodilla es útil en la selección del tipo de implantes, pacientes y técnicas quirúrgicas para mejorar la supervivencia del procedimiento a medio y largo plazo, ya que existen ciertas diferencias en los patrones causales de revisión protésica de rodilla a nivel mundial.^{24,25}

Del total de procedimientos protésicos de rodilla realizados entre 2018 y 2022 en nuestro centro, la cirugía de revisión supuso 13% del total, con un número absoluto de más de 40 procedimientos anuales, incluso entre los años 2020 y 2021, en los que fruto de la pandemia del virus SARS-CoV-2 la actividad quirúrgica no urgente en muchos centros, incluido el nuestro, quedó mermada. En la bibliografía, no queda claramente recogido un umbral por encima del cual podamos considerar que un determinado centro tiene un volumen de cirugía protésica primaria y/o de revisión elevado o suficiente para ser considerado como tal, pero sí existen numerosos estudios que vinculan un mayor volumen quirúrgico con menores tasas de complicaciones y mejores resultados en este tipo de intervenciones.^{28,29}

La causa más frecuente en general de cirugía de revisión en nuestro estudio fue el aflojamiento aséptico, lo cual se encuentra en la línea de lo recogido por otros investigadores.^{4,16,17,21,23,30} No obstante, se han descrito en otras series como motivos más frecuentes de cirugía de revisión la infección^{8,15,19,20} o el desgaste del polietileno en estudios más antiguos,²² motivo que ha sido desbancado en las series descritas en los últimos años por otros mencionados previamente como consecuencia de las mejoras en la fabricación de las piezas de polietileno que se han llevado a cabo desde los años 90 del siglo pasado, siendo esterilizado y almacenado en ambientes inertes que lo protegen de la oxidación y el desgaste, prolongándose de manera notoria el tiempo que tarda en aparecer este efecto.^{21,23,30,31,32}

Aggarwal y colaboradores³³ establecen dos causas principales diferentes en función de la edad, de manera que en el grupo de pacientes de menor edad (41 años de edad media en el momento de la artroplastía primaria) la principal causa es el aflojamiento aséptico y en el grupo de pacientes de mayor edad (62 años de edad media en el momento de la artroplastía primaria) es la infección.

Las diferencias existentes en los resultados obtenidos por los diferentes estudios pueden estar relacionados con la heterogeneidad existente respecto a la recogida de datos, especialmente en la manera de establecer los diagnósticos de las causas de revisión. Debemos tener en cuenta, por un lado, el hecho de que a menudo se trata de estudios realizados en un único centro, aunque en el caso de los resultados obtenidos en el estudio realizado por Bozic y asociados,⁸ proceden de una base de datos de dimensión nacional en Estados Unidos como es el *National Impatient System (NIS)* y, por otro lado, las diferencias tanto a nivel socio-económico como en el tipo de sistema sanitario que

existen entre las distintas poblaciones en las que se han realizado los estudios.

En nuestra serie, a diferencia de lo que se establece en la bibliografía reciente, la infección resultó ser una de las causas más infrecuentes tanto de cirugía revisión en términos globales como de cirugía de revisión precoz. La principal consecuencia destacable derivada de la infección como causa de revisión es que se asocia a peores resultados funcionales, a una mayor estancia hospitalaria y a un mayor coste económico frente a las revisiones por fallos mecánicos o por aflojamiento aséptico.⁸

Dentro del subgrupo de pacientes sometidos a cirugía de revisión precoz, es decir, en los primeros dos años tras la cirugía protésica primaria, la causa más frecuente de revisión en nuestro trabajo fue la inestabilidad, seguida del dolor, siendo la infección una de las causas menos frecuentes, de nuevo contrastando con lo que refleja la bibliografía que trata este aspecto,^{23,34} ocupando la inestabilidad el segundo y tercer lugar en dichos estudios, respectivamente. Este predominio de la inestabilidad como principal causa de revisión precoz en nuestro estudio creemos que podría deberse tanto a una inadecuada técnica quirúrgica (incorrecta valoración de la tensión de los ligamentos colaterales o su excesiva liberación), como a una elección también inadecuada del grado de constricción de los implantes.

En términos globales, la tendencia reflejada por los estudios realizados desde el año 2010 sitúa a la infección como causa más frecuente de revisión precoz y al aflojamiento aséptico como causa más frecuente de revisión tardía, es decir, más allá de los dos años.^{4,30} Al igual que en el trabajo liderado por Bozic,²⁰ en nuestra serie se observa un claro predominio de la cirugía de revisión de todos los componentes de la prótesis frente a las cirugías de revisión parcial de alguno de los componentes.

La alineación en el plano coronal (mecánica, cinemática, funcional) también es, actualmente, un tema candente de debate en el mundo de la cirugía protésica de rodilla. Determinar la alineación coronal óptima para los pacientes sometidos a artroplastía primaria de rodilla es uno de los grandes desafíos en la cirugía reconstructiva de rodilla, con el notable inconveniente en la bibliografía actual de la ausencia de una técnica quirúrgica estándar para el mismo tipo de alineación, lo que hace que los resultados clínicos no sean comparables entre sí. En nuestro caso, tomamos como punto de corte aceptable el más avalado universalmente por la bibliografía hasta la fecha de $\pm 3^\circ$ de desviación en el eje mecánico respecto al eje neutro. En nuestro estudio, no encontramos una relación estadísticamente significativa de la alineación del eje mecánico de la extremidad con las necesidades de cirugía de revisión.^{27,31,32}

De entre los pacientes sometidos a una cirugía de revisión tras una artroplastía primaria en nuestro estudio, prácticamente 12% precisaron una nueva cirugía de revisión (reintervención) en el período de seguimiento establecido, siendo la causa más frecuente de la misma la inestabilidad. Algunos de los factores que se han descrito en la bibliografía que podrían predecir la necesidad de una nueva ciru-

gía de revisión son la edad menor de 65-70 años, el género masculino, la obesidad ($\text{IMC} \geq 40 \text{ kg/m}^2$), las enfermedades reumatológicas (como artritis reumatoide), la enfermedad renal crónica, las osteotomías tibiales previas, la realización de la primera cirugía de revisión en los primeros cinco años tras la implantación de la prótesis y la infección como causa de revisión primaria.^{31,35,36} En nuestro trabajo, de todos estos parámetros, la menor edad de los pacientes sí se asoció de una manera estadísticamente significativa a la necesidad de una cirugía de revisión adicional.

Geary y colaboradores³⁷ establecen en su trabajo que dos de cada tres cirugías de revisión por infección fracasan y precisan de una nueva revisión más adelante. En este estudio, 38.5% de las nuevas cirugías de revisión se hacen por causas infecciosas, siendo la causa más frecuente seguida del aflojamiento aséptico (20.9%) y de la inestabilidad (14.2%). Existen otros estudios que aportan resultados en esta misma línea, reconociendo la infección como principal causa de tener que realizar una nueva revisión con datos de porcentaje que oscilan entre 32.6 y 44.1% y cifran un incremento del riesgo de nueva revisión de entre 1.9 y 2.7 veces frente a las causas no infecciosas de revisión.^{33,38,39}

Con todo ello, nuestra investigación presenta una serie de limitaciones. Se trata de un estudio descriptivo y retrospectivo, limitado en el tiempo a un período de cinco años, en el que los datos se han recogido a partir de registros procedentes de las historias clínicas electrónicas de los pacientes y los diagnósticos se han realizado de acuerdo con el juicio clínico de los cirujanos responsables de cada una de las intervenciones.

De esta manera, se establece la importancia de la creación de bases de datos a escala nacional que permitan recoger y organizar grandes cantidades de datos relacionados con la cirugía protésica de rodilla de una manera más homogénea, de manera similar a los registros que existen en países como Suecia, Australia, Nueva Zelanda o Reino Unido, los cuales nos pueden permitir cuantificar de una manera más fiable el número de artroplastías primarias y de cirugías de revisión protésica de rodilla que se realizan, la cronología de los procedimientos, las causas y el tipo de intervención realizados, con el objetivo de desarrollar nuevos estudios con un mayor nivel de evidencia científica que nos permitan continuar avanzando tanto en la prevención como en el manejo de la cirugía de revisión protésica de rodilla.

Conclusiones

La cirugía de revisión de artroplastía de rodilla en nuestro medio viene determinada por patrones diferentes según la cronología. La estabilidad articular es el principal determinante de revisión en los primeros dos años, mientras que el aflojamiento aséptico parece predominar a más largo plazo, con la infección en segundo plano. La revisión de la artroplastía primaria de rodilla sigue suponiendo un desafío quirúrgico, ya que 11.8% de los pacientes precisaron una cirugía adicional de revisión, especialmente en pacientes más jóvenes.

Referencias

1. Ethgen O, Bruyère O, Richy F, Dardennes C, Reginster JY. Health-related quality of life in total hip and total knee arthroplasty. A qualitative and systematic review of the literature. *J Bone Joint Surg Am.* 2004; 86-A: 963-74.
2. Jenkins PJ, Clement ND, Hamilton DF, et al. Predicting the cost-effectiveness of total hip and knee replacement: a health economic analysis. *Bone Joint J.* 2013; 95-B: 115-21.
3. Allepuz A, Serra-Sutton V, Espallargues M, Sarria A. Artroplastías de cadera y rodilla en el Sistema Nacional de Salud. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 2009; 53(5): 290-9.
4. Khan M, Osman K, Green G, Haddad FS. The epidemiology of failure in total knee arthroplasty: avoiding your next revision. *Bone Joint J.* 2016; 98-B(1 Suppl A): 105-12.
5. Weinstein AM, Rome BN, Reichmann WM, Collins JE, Burbine SA, Thornhill TS, et al. Estimating the burden of total knee replacement in the United States. *J Bone Joint Surg Am.* 2013; 95(5): 385-92.
6. Civinini R, Carulli C, Matassi F, Lepri AC, Sirleo L, Innocenti M. The survival of total knee arthroplasty: current data from registries on tribology: Review article. *HSS J.* 2017; 13(1): 28-31.
7. Kurtz SM, Ong KL, Lau E, Bozic KJ, Berry D, Parvizi J. Prosthetic joint infection risk after TKA in the Medicare population. *Clin Orthop Relat Res.* 2010; 468(1): 52-56.
8. Bozic KJ, Kamath AF, Ong K, Lau E, Kurtz S, Chan V, et al. Comparative epidemiology of revision arthroplasty: Failed THA poses greater clinical and economic burdens than failed TKA. *Clin Orthop Relat Res.* 2015; 473(6): 2131-8.
9. Kurtz SM, Mowat F, Ong KL, Chan N, Lau E, Halpern M. Prevalence of primary and revision total hip and knee arthroplasty in the United States from 1990 through 2002. *J Bone Joint Surg Am.* 2015; 87(7): 1487-97.
10. Kurtz SM, Lau E, Ong K, Zhao K, Kelly M, Bozic KJ. Future young patient demand for primary and revision joint replacement: national projections from 2010 to 2030. *Clin Orthop Relat Res.* 2009; 467(10): 2606-12.
11. Singh JA, Yu S, Chen L, Cleveland JD. Rates of total joint replacement in the United States: Future projections to 2020-2040 using the National Inpatient Sample. *J Rheumatol.* 2019; 46(9): 1134-40.
12. Klug A, Gramlich Y, Rudert M, Drees P, Hoffmann R, Weibenberger M, et al. The projected volume of primary and revision total knee arthroplasty will place an immense burden on future health care systems over the next 30 years. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2021; 29(10): 3287-3298.
13. Kurtz S, Ong K, Lau E, Mowat F, Halpern M. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *J Bone Joint Surg Am.* 2007; 89(4): 780-5.
14. Sabah SA, Knight R, Alvand A, Murray DW, Petrou S, Beard DJ, et al. No exponential rise in revision knee replacement surgery over the past 15 years: an analysis from the National Joint Registry. *Osteoarthritis Cartilage.* 2022; 30(12): 1670-1679.
15. Vessely MB, Whaley AL, Harmsen WS, Schleck CD, Berry DJ. The Chitranjan Ranawat Award: Long-term survivorship and failure modes of 1,000 cemented condylar total knee arthroplasties. *Clin Orthop Relat Res.* 2006; 452: 28-34.
16. Lewis PL, Robertsson O, Graves SE, Paxton EW, Prentice HA, W-Dahl A. Variation and trends in reasons for knee replacement revision: a multi-registry study of revision burden. *Acta Orthop.* 2021; 92(2): 182-8.
17. Schroer WC, Berend KR, Lombardi AV, Barnes CL, Bolognesi MP, Berend ME, et al. Why are total knees failing today? Etiology of total knee revision in 2010 and 2011. *J Arthroplasty.* 2013; 28(8 Suppl): 116-9.
18. Song SJ, Detch RC, Maloney WJ, Goodman SB, Huddleston JI 3rd. Causes of instability after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2014; 29(2): 360-4.
19. Fehring TK, Odum S, Griffin WL, Mason JB, Nadaud M. Early failures in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2001; 392: 315-8.

20. Bozic KJ, Kurtz SM, Lau E, Ong K, Chiu V, Vail TP, et al. The epidemiology of revision total knee arthroplasty in the United States. *Clin Orthop Relat Res.* 2010; 468(1): 45-51.
21. Le DH, Goodman SB, Maloney WJ, Huddleston JI. Current modes of failure in TKA: infection, instability, and stiffness predominate. *Clin Orthop Relat Res.* 2014; 472(7): 2197-200.
22. Sharkey PF, Hozack WJ, Rothman RH, Shastri S, Jacoby SM. Why are total knee arthroplasties failing today? *Clin Orthop Relat Res.* 2002; 404: 7-13.
23. Thiele K, Perka C, Matziolis G, Mayr HO, Sostheim M, Hube R. Current failure mechanisms after knee arthroplasty have changed: polyethylene wear is less common in revision surgery. *J Bone Joint Surg Am.* 2015; 97(9): 715-20.
24. Mathis DT, Hirschmann MT. Why do knees after total knee arthroplasty fail in different parts of the world? *J Orthop.* 2020; 23:52-9.
25. Hamilton DF, Howie CR, Burnett R, Simpson AH, Patton JT. Dealing with the predicted increase in demand for revision total knee arthroplasty: challenges, risks and opportunities. *Bone Joint J.* 2015; 97-B(6): 723-8.
26. Jud L, Gautschi N, Moller S, Moller K, Giesinger K. Revision total knee arthroplasty results in financial deficits within the Swiss healthcare system. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2023; 31(12): 5293-8.
27. Schelker BL, Nowakowski AM, Hirschmann MT. What is the “safe zone” for transition of coronal alignment from systematic to a more personalised one in total knee arthroplasty? A systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2022; 30(2): 419-27.
28. Critchley RJ, Baker PN, Deehan DJ. Does surgical volume affect outcome after primary and revision knee arthroplasty? A systematic review of the literature. *Knee.* 2012; 19(5): 513-8.
29. Hardeman F, Londers J, Favril A, Witvrouw E, Bellemans J, Victor J. Predisposing factors which are relevant for the clinical outcome after revision total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012; 20(6): 1049-56.
30. Sharkey PF, Lichstein PM, Shen C, Tokarski AT, Parvizi J. Why are total knee arthroplasties failing today--has anything changed after 10 years? *J Arthroplasty.* 2014; 29(9): 1774-78.
31. Matassi F, Pettinari F, Frasca F, Innocenti M, Civinini R. Coronal alignment in total knee arthroplasty: a review. *J Orthop Traumatol.* 2023; 24(1): 24.
32. Blight TJ, Choong PFM. No consistent association between patient-reported outcome measures and coronal alignment following total knee arthroplasty: a narrative review. *ANZ J Surg.* 2022; 92(12): 3176-81.
33. Aggarwal VK, Goyal N, Deirmengian G, Rangavajulla A, Parvizi J, Austin MS. Revision total knee arthroplasty in the young patient: is there trouble on the horizon? *J Bone Joint Surg Am.* 2014; 96(7): 536-42.
34. Collier MB, Engh CA Jr, McAuley JP, Ginn SD, Engh GA. Osteolysis after total knee arthroplasty: influence of tibial baseplate surface finish and sterilization of polyethylene insert: findings at five to ten years postoperatively. *J Bone Joint Surg Am.* 2005; 87(12): 2702-8.
35. Griffin WL, Fehring TK, Pomeroy DL, Gruen TA, Murphy JA. Sterilization and wear-related failure in first- and second-generation press-fit condylar total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2007; 464: 16-20.
36. Luque R, Rizo B, Urda A, Garcia-Crespo R, Moro E., Marco F, López-Duran, L. Predictive factors for failure after total knee replacement revision. *Int Orthop.* 2014; 38(2): 429-35.
37. Geary MB, Macknet DM, Ransone MP, Odum SD, Springer BD. Why do revision total knee arthroplasties fail? A single-center review of 1632 revision total knees comparing historic and modern cohorts. *J Arthroplasty.* 2020; 35(10): 2938-43.
38. Mortazavi SMJ, Molligan J, Austin MS, Purtill JJ, Hozack WJ, Parvizi J. Failure following revision total knee arthroplasty: infection is the major cause. *Int Orthop.* 2011; 35(8): 1157-64.
39. Agarwal S, Kabariti R, Kakar R, Lopez D, Morgan-Jones R. Why are revision knee replacements failing? *Knee.* 2019; 26(3): 774-7.

Artículo original

doi: 10.35366/120453

Innovación en artroplastía compleja de cadera (secuela de Perthes y displasia del desarrollo de cadera): utilización de modelos 3D en planificación y simulación quirúrgica. Resultados funcionales y radiográficos. Estudio piloto

Innovation in complex hip arthroplasty (Perthes sequel and developmental dysplasia of the hip): use of 3D models in surgical planning and simulation. Functional and radiographic results. Pilot study

Godoy-Monzón D,* Fernández Sainz-Rozas E,* Pascual-Espinosa JM,* Jiménez-Baquero J*

Hospital de San Rafael, Hospitales Pascual. Cádiz, España.

RESUMEN. Introducción: deformidades anatómicas como la displasia del desarrollo de la cadera y la enfermedad de Perthes representan un desafío para la reconstrucción quirúrgica. La impresión de modelos 3D puede ser útil para evaluar la deformidad, la masa ósea, el tamaño y la orientación del implante. **Objetivos:** evaluar prospectivamente los resultados obtenidos con la simulación en 3D para cirugía de artroplastía total de cadera primaria. **Material y métodos:** entre Enero de 2019 y Marzo de 2020, 22 pacientes recibieron una copa de titanio trabecular y un vástago de preservación de cuello tras la creación de modelos plásticos 3D preoperatorios y simulación quirúrgica. Criterios de inclusión: secuela de Perthes, displasia del desarrollo de cadera tipo I y II de la clasificación de Crowe. Criterios de exclusión: fracturas, infección previa e implantes metálicos remanentes. Se registraron datos demográficos, tiempo de cirugía, pérdida de sangre y complicaciones, así como las puntuaciones prequirúrgicas y postquirúrgicas del *Harris Hip Score* (HHS) y la evaluación subjetiva de Roles y Maudsley. También se evaluaron los hallazgos radiográficos y la puntuación de osteointegración según los criterios de Moore. **Resultados:** la edad promedio de los pacientes fue 35 años (rango: 18-57), con 15 mujeres y siete hombres. El tiempo promedio para el proceso de modelado 3D, desde

ABSTRACT. Introduction: anatomical deformities such as developmental dysplasia of the hip (DDH) and Perthes disease represent a challenge for reconstruction. The use of 3D-printed models can be helpful for assessing the deformity, bone mass, implant size, and orientation. **Objectives:** to prospectively evaluate the outcomes of 3D simulation in primary total hip arthroplasty. **Material and methods:** between January 2019 and March 2020, 22 patients received a trabecular titanium cup and a neck preserving stem after preoperative planning with 3D plastic models and surgery simulation. Inclusion criteria: sequelae of Perthes, hip dysplasia type I and II Crowe classification. Exclusion criteria: fractures, previous infection, remaining metal implants. Demographic data, surgery time, blood loss, and complications were recorded. Preoperative and postoperative Harris Hip Score (HHS) and subjective satisfaction using the Roles and Maudsley scale were evaluated, along with radiographic findings and Moore's criteria for osteointegration. **Results:** the average patient age was 35 years (range: 18-57), with 15 women and seven men. The 3D modeling process, from CT scan acquisition to final model production, took an average of 3.4 hours, and the surgery simulation lasted an average of 32 minutes. In all cases, the acetabular cup size was correct, with only

Nivel de evidencia: IV, estudio prospectivo de serie de casos

* Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital de San Rafael, Hospitales Pascual. Cádiz, España.

Correspondencia:

Dr. Daniel Godoy-Monzón

Hospital de San Rafael. Calle Diego Arias 2, Cádiz, España, C.P. 11002.

E-mail: danigodoy@yahoo.com

Recibido: 07-10-2024. Aceptado: 21-10-2024.

Citar como: Godoy-Monzón D, Fernández Sainz-Rozas E, Pascual-Espinosa JM, Jiménez-Baquero J. Innovación en artroplastía compleja de cadera (secuela de Perthes y displasia del desarrollo de cadera): utilización de modelos 3D en planificación y simulación quirúrgica. Resultados funcionales y radiográficos. Estudio piloto. Acta Ortop Mex. 2025; 39(4): 212-219. <https://dx.doi.org/10.35366/120453>



la adquisición de la tomografía computarizada hasta la producción del modelo final, fue de 3.4 horas, mientras que la simulación de la cirugía tomó un promedio de 32 minutos. En todos los casos, la copa acetabular se colocó correctamente, con solo una diferencia en el tamaño del vástago femoral. El seguimiento promedio fue 40.7 meses. El HHS aumentó, en promedio, de 37.5 ± 5.8 preoperatoriamente a 90.0 ± 2.3 en el último seguimiento. El tiempo quirúrgico promedio fue 71 minutos y la pérdida de sangre promedio fue 260 ml. Las complicaciones incluyeron un caso de parestesia temporal (recuperada a los 50 días postoperatorios), una infección superficial y una infección profunda. Todos los componentes permanecieron estables en el seguimiento final. **Conclusión:** la simulación en 3D permitió una correcta colocación de los implantes, con una mejora significativa en las puntuaciones funcionales y subjetivas.

Palabras clave: modelos impresos en 3D, artroplastía total de cadera, vástago corto, copa de titanio 3D.

one discrepancy in the femoral stem size. The average follow-up was 40.7 months. The average HHS increased from 37.5 ± 5.8 preoperatively to 90.0 ± 2.3 at the final follow-up. The average surgery time was 71 minutes, and the average blood loss was 260 ml. Complications included one case of temporary paresthesia (resolved by 50 days postoperatively), one superficial infection, and one deep infection. All components were stable at the final follow-up. **Conclusions:** 3D simulation allowed for accurate implant placement with significant improvement in both functional and subjective scores.

Keywords: 3D printed models, total hip arthroplasty, short stem, 3D titanium cup.

Abreviaturas:

ATC = artroplastía total de cadera

DDC = displasia del desarrollo de cadera

HHS = *Harris Hip Score* (puntuación de cadera de Harris)

TAC = tomografía axial computarizada

Introducción

La artroplastía total de cadera (ATC) es considerada uno de los procedimientos ortopédicos más exitosos del último siglo, porque mejora el dolor y la movilidad, lo que produce una mejora sustancial en la calidad de vida de los pacientes, con un impacto marcado en la población más joven.^{1,2}

La restitución de la biomecánica de la cadera es un requisito primordial para determinar el éxito a largo plazo de la ATC, especialmente en adultos jóvenes, quienes tienen una esperanza de vida prolongada y mayores demandas funcionales.³ En estos pacientes, es probable que los implantes deban ser revisados al menos una vez en su vida.⁴ En este sentido, el correcto posicionamiento del implante, la capacidad de restaurar el offset femoral, la discrepancia de los miembros inferiores y las complicaciones durante la implantación son factores que podrían afectar potencialmente la supervivencia del implante.

Tal como mencionan Moya y colaboradores,⁵ la Comisión Europea ha considerado la impresión 3D como una tecnología disruptiva que ha alcanzado la cirugía ortopédica, permitiendo replicar la anatomía, planificar y realizar simulaciones de cirugías complejas de manera personalizada, así como la fabricación de guías y sistemas de colocación de implantes de forma individualizada.

El propósito de este trabajo es analizar los resultados obtenidos en cirugías complejas de cadera, como secuelas de Perthes y de la displasia del desarrollo de cadera (DDC), utilizando programación 3D y simulación de los procedimientos.

Material y métodos

Después de la aprobación del protocolo de estudio por el Comité de Ética de Protocolos de Investigación del hospital y la firma del consentimiento informado, se incluyeron pacientes para cirugía primaria de cadera con antecedentes de DDC tipo I y II de la clasificación de Crowe y secuelas de Perthes de forma prospectiva, entre Enero de 2019 y Marzo de 2020, con un seguimiento mínimo de 24 meses. Se excluyeron pacientes con infección previa, implantes remanentes y fracturas.

Protocolo preoperatorio

Se capturaron imágenes mediante tomografía axial computarizada (TAC) (Aquilion Prime, Canon Medical Systems Cooperation, Otawara, Japón) de 160 cortes y 1 mm de espesor. Las imágenes en formato DICOM (protocolo estándar de comunicación entre sistemas de información y formato de almacenamiento de imágenes médicas, desarrollado por el *American College of Radiology* en asociación con la *National Electrical Manufacturers Association* de los Estados Unidos)⁶ se procesaron y se programaron con el *software Slicer 3D* (Prusa, República Checa), un *software* gratuito para la creación de archivos para impresión 3D, con simulación de componentes y su colocación.

El modelo 3D se imprimió con una impresora Prusa mk3i3, utilizando tecnología de adición mediante moldeado por extrusión fundida. Se recopilaron los datos del proceso de captura de imagen, programación, impresión del modelo y simulación con el programa Fusion 360, así como la concordancia de los resultados intraquirúrgicos.

Las secuencias están ilustradas en las *Figuras 1 a 7*.

La programación prequirúrgica estándar se realizó con radiografías anteroposteriores y axiales de cadera.



Figura 1: Rx Anteroposterior de caderas. Paciente con secuela de Perthes.

Técnica quirúrgica

Todas las intervenciones fueron realizadas por el mismo equipo de cirujanos especializados en cirugía de cadera. Se utilizó un abordaje posterolateral con reparación capsular y reinserción de los músculos rotadores, respetando el músculo piriforme, siguiendo la técnica descrita por Pellicci.⁶ Los pacientes recibieron un gramo de cefazolina 45 minutos antes de la cirugía, seguido de dosis cada 12 horas durante 24 horas postoperatorias.

A todos los pacientes se les implantó una copa acetabular no cementada JUMP Traser® System (Permedica, Italia) y un vástago Alteen Neck Preserving® (Exactech, Estados Unidos), con un par de fricción metal-polietileno. Se realizó tromboprofilaxis con enoxaparina 40 mg cada 24 horas. El mismo día de la cirugía, se indicaron ejercicios de contracción del cuádriceps, sedestación y bipedestación. En los días siguientes, se brindó educación sobre la marcha con andador y se progresó gradualmente en la carga de peso según la tolerancia del paciente.

Se registraron los datos demográficos, la longitud del abordaje, la duración de la cirugía, la pérdida de sangre y las complicaciones.

La evaluación clínica se llevó a cabo en visitas programadas: prequirúrgica, a las tres semanas, a los tres y seis meses y al año, con seguimientos anuales subsecuentes.

La funcionalidad se evaluó mediante la puntuación del *Harris Hip Score* (HHS) en cada una de las visitas programadas.⁷

La satisfacción subjetiva de los resultados se evaluó utilizando la escala de Roles y Maudsley, que es una escala de cuatro puntos para la evaluación del dolor y las limitaciones. Los resultados se clasifican como: 1, excelente, sin dolor ni limitaciones después del tratamiento; 2, mejora significativa después del tratamiento; 3, mejora relativa después del tratamiento; y 4, pobre, con síntomas similares o peores después del tratamiento.⁸

Para la evaluación radiográfica se tomaron radiografías anteroposteriores y axiales de las caderas en las visitas programadas.

Evaluación acetabular

Se utilizó el método de Ackland para medir la anteversión⁹ y para la inclinación acetabular, se trazó una línea que pasaba a través de los vértices del componente acetabular y el borde posterior de la imagen en lágrima, considerando, de acuerdo con la zona descrita por Lewinnek, una inclinación de $40^\circ \pm 10^\circ$.¹⁰

Se utilizaron las tres zonas descritas por DeLee¹¹ para ubicar, en caso de aparición, las líneas radiolúcidas. El aflojamiento acetabular se definió como la progresión de líneas radiolúcidas en tres radiografías de controles consecutivos, la migración de la copa acetabular $> 5^\circ$ o la ruptura de tornillos.

Evaluación femoral

Se utilizó la clasificación de Gruen para evaluar la topografía de la osteólisis o las líneas radiolúcidas.¹² El hundimiento se determinó según el método descrito por Loudon y Charnley.¹³ El aflojamiento se definió como un hundimiento mayor a 5 mm o la progresión de líneas radiolúcidas o la demarcación del vástago. También se evaluó la presencia de imágenes radioopacas en la periferia del vástago femoral como signo de osteointegración.

La medición de la discrepancia en la longitud de los miembros se realizó empleando un punto fijo en la pelvis (en el borde inferior de la imagen en lágrima) y el borde proximal del trocánter menor.¹⁴

Se utilizó la clasificación de Brooker para evaluar la aparición de calcificaciones heterotópicas, siendo: grado 0, ausencia de calcificaciones; grado 1, zonas aisladas de hueso; grado 2, más de 1 cm entre zonas de hueso; grado 3, menos de 1 cm entre zonas de hueso; y grado 4, anquilosis ósea.¹⁵

La osteointegración de los componentes se evaluó de acuerdo con los criterios de Moore:

1. Ausencia de líneas radiolúcidas.
2. Aumento del trabeculado en la zona superolateral.
3. Aumento del trabeculado en la zona inferomedial.
4. Desaparición de la esclerosis en el domo acetabular.
5. Presencia de trabeculado radial hacia el implante.¹⁶

Análisis estadístico

Las valoraciones preoperatorias y postoperatorias se compararon utilizando la prueba t para muestras pareadas en el caso de las variables continuas, presentándose como medias y desviaciones estándar. Para las variables categóricas, se utilizaron frecuencias absolutas y relativas. Se realizó un análisis estadístico utilizando la prueba t de Student, con un intervalo de confianza de 95% para calcular las diferencias entre grupos, tanto en las puntuaciones funcionales como en las complicaciones. El software utilizado fue STATA versión 15 (StataCorp, College Station, TX). Se

consideraron estadísticamente significativos los valores de p inferiores a 0.05.

Resultados

La edad promedio fue 35 ± 4.1 años (rango: 18-57), con 15 mujeres y siete hombres. El seguimiento promedio fue 40.7 ± 7.9 meses (rango: 24 a 66). La programación con la sistemática estándar tuvo una duración media de 20 ± 2 minutos (rango: 13 a 25). Hubo diferencias en los tamaños programados con la sistemática estándar en cinco casos para la copa acetabular y en dos casos para el vástago femoral.

El proceso de modelado 3D, desde la adquisición de la TAC hasta la producción final del modelo, tomó un promedio de 3.4 ± 1.1 horas (rango: 2 a 5.5) y la simulación quirúrgica duró en promedio 32 ± 6.3 minutos (rango: 17 a 51). En todos los casos, el tamaño de la copa acetabular fue correcto con el uso del modelo 3D; se detectó una discrepancia de tamaño en un vástago femoral.

La duración promedio de la cirugía fue 71 ± 4.5 minutos (rango: 62-91), con un tamaño promedio del abordaje de 15 ± 2.5 cm. El sangrado promedio fue 260 ± 90 ml, sin necesidad de transfusiones intraoperatorias ni postoperatorias.

Complicaciones

Hubo una parestesia temporal que se resolvió a los 50 días postoperatorios (se comprobó lesión incompleta por electromiografía con sintomatología de limitación a la flexión, extensión y eversion de pie; se realizó tratamiento con

terapia física, rehabilitación, pregabalina y carbamazepina), una infección superficial de la herida tratada con el retiro de las grapas y antibióticos durante siete días y un caso de infección profunda que requirió desbridamiento quirúrgico, cambio del inserto de polietileno y tratamiento con antibióticos intravenosos durante seis semanas, sin complicaciones al final del seguimiento.

Evaluación clínica

El HHS aumentó en promedio de 37.5 ± 5.8 preoperatoriamente a 90.0 ± 2.3 (rango: 86-98) en el último seguimiento ($p < 0.001$).

El puntaje de satisfacción según Maudsley y Role fue de cuatro puntos, siendo excelente en 19 casos (86.4%) y los tres restantes (13.6%) obtuvieron tres puntos con mejoría significativas, no presentándose resultados regulares o malos.

Evaluación radiográfica

La anteversión acetabular tuvo un promedio de 10° (IQR 0° - 15°), no observándose componentes acetabulares retroversos. El ángulo de inclinación tuvo una mediana de 43° (rango intercuartílico [RIC]: 38° a 51°). En dos (9.9%) pacientes se detectaron líneas radiolúcidas sin progresión o significancia clínica; el resto de los sujetos presentaron cinco de los signos radiográficos de Moore para osteointegración del cotilo. En 20 pacientes (90.1% de la serie), la medición postoperatoria de la longitud de los miembros no encontró discrepancia entre el operado y el contralateral, en

Figura 2:

Radiografías preoperatorias:
A) anteroposterior y B) axial.

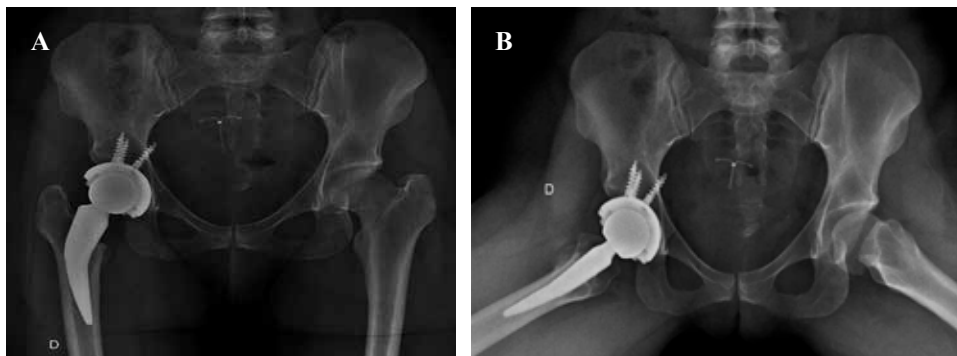


Figura 3:

Radiografías postoperatorias:
A) anteroposterior y B) axial.



Figura 4:

Modelo de pelvis
y fémur.

un caso se presentó una hipermetría menor a 0.5 cm y una hipermetría entre 0.5 a 1 cm. En ningún caso hubo disconformidad con el resultado funcional. Se detectó la aparición de calcificaciones heterotópicas de tipo 1 (clasificación de Brooker) en dos casos, sin ninguna relevancia clínica.

Discusión

La incorporación de modelos 3D impresos en la planificación de la artroplastía total de cadera (ATC) para casos complejos con distorsión de la anatomía y desbalance muscular, como los presentados en este estudio, representa una innovación significativa en el ámbito de la cirugía ortopédica.

La planificación estándar tuvo una duración promedio de 20 minutos versus 32 minutos con planificación 3D, aunque hubo diferencias significativas en los resultados comparativos con los implantes colocados.

Anatomía. La técnica quirúrgica es demandante. Las anomalías acetabulares siempre van acompañadas de una fosa acetabular poco profunda y una pared acetabular deficiente, lo que hace extremadamente difícil para los cirujanos identificar el acetábulo real y colocar la copa en una orientación razonable. Además, existe una alteración en el extremo proximal del fémur.¹⁷

Acetábulo. El componente acetabular utilizado es de titanio trabecular con impresión 3D por EBM (*Electron Beam Molding*), con un coeficiente de fricción alto y una porosidad aumentada. Estas propiedades, según lo analizado por Saleh, reducen el micromovimiento, mejorando la estabilidad y la fijación inicial, además de favorecer la osteointegración.¹⁸ Los resultados obtenidos muestran una fijación estable sin alteraciones durante el período de seguimiento promedio de 40.7 meses, con líneas radiológicas de osteointegración, de acuerdo con los criterios de Moore. Estos hallazgos coinciden con lo reportado en cotilos de fabricación similar, como describe Geng. En su estudio, no hubo fallas en 92 casos, con la aparición de líneas radiolúcidas en 18

caderas, líneas que desaparecieron en seis meses, y una tasa de supervivencia general de 99.1%, con una tasa de supervivencia del cotilo de 100%.¹⁹

Perticarini informó por primera vez sobre el uso exitoso de copas acetabulares de titanio trabecular en pacientes con artrosis primaria de cadera, necrosis avascular o DDC, registrando una recuperación funcional significativa y un alivio del dolor en los 133 casos con un seguimiento mínimo de cinco años.²⁰ En el presente estudio, la concordancia de los resultados intraquirúrgicos con la simulación 3D, junto con la diferencia significativa observada en las discrepancias respecto a la simulación estándar, confirma la eficacia de esta herramienta en la planificación preoperatoria. En la simulación estándar, se detectaron cinco copas y dos vástagos diferentes a lo programado, lo que resalta la precisión adicional que ofrece la simulación 3D. Resultados similares a los obtenidos por Morgan, quien comparó el uso de modelos 3D y métodos convencionales en la planificación de ATC complejas, encontrando que los modelos 3D mejoraron la precisión del tamaño y la posición del implante acetabular, reduciendo la variabilidad interobservador y el riesgo de complicaciones.²¹

Similar a lo reportado en 620 prótesis evaluadas, con una coincidencia de 85% en acetábulos; y de 90%, en vástagos después de la programación digital 2D.²²

Con respecto a la orientación de los cotilos, todos se encontraron dentro de la zona de Lewinnek, con un promedio de 43° y una anteversión promedio de 10°. Resultados equi-

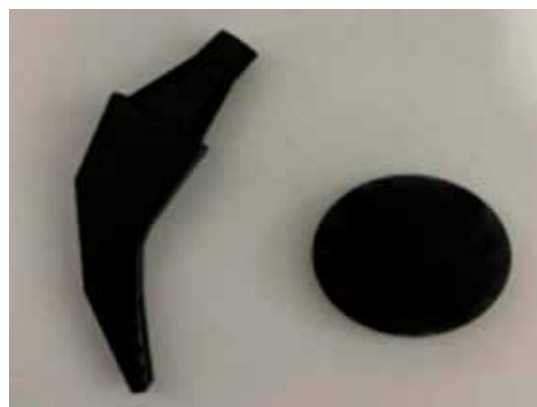


Figura 5:

Modelo de implantes.

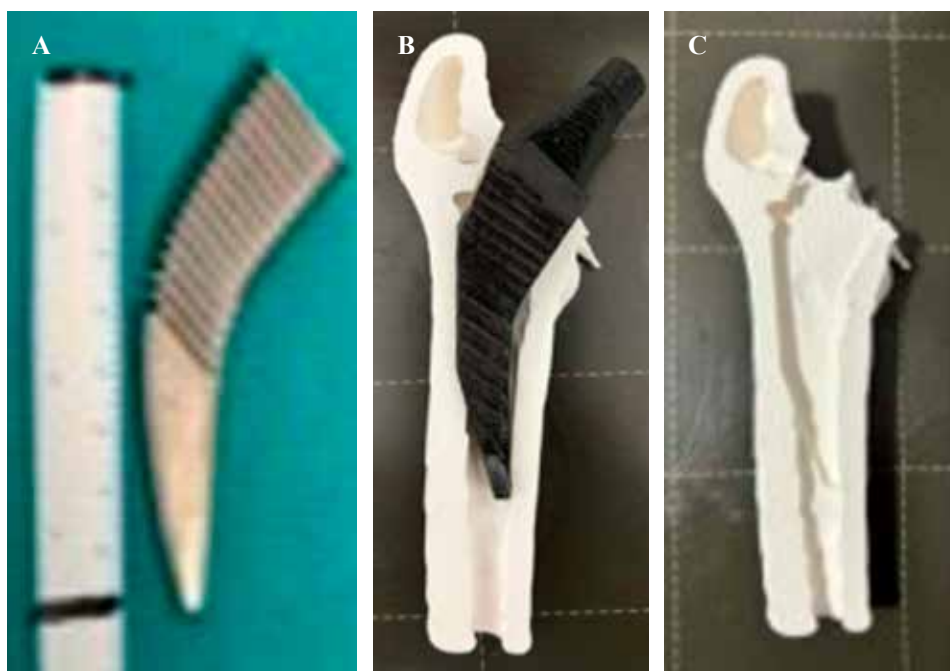


Figura 6:

- A) Vástago femoral y medidas,
B) modelo de fémur y vástago,
C) modelo femoral con labrado posterior a raspas.

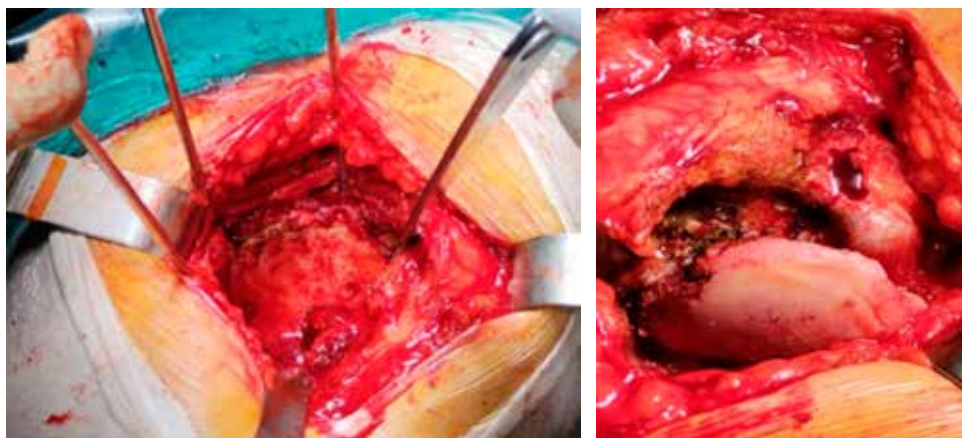


Figura 7:

Fotografías intraoperatorias de acetábulo y cabeza femoral.

valentes a los logrados en series con implantes similares en población joven.^{23,24}

Vástago. La filosofía de fijación del vástago investigado, catalogado como tipo 1B según la clasificación de Kheir, se basa en una fijación en tres puntos: calcar, cortical proximal femoral y metáfisis. Esto proporciona estabilidad rotacional sin invadir el canal diafisario, lo que evita parte de las incongruencias que se observan en los fémures tipo A (según la clasificación de Dorr), más frecuentes en adultos jóvenes y en secuelas de Perthes y DDC.^{25,26}

La evaluación radiográfica mostró la formación de hueso trabecular alrededor del vástago dentro de los primeros tres a seis meses. Durante el seguimiento, no se observó progresión en los casos de migración inicial. En correlación con los resultados clínicos, coincidimos con estudios previos publicados en un estudio multicéntrico y con los hallazgos de Wittenberg, quienes informaron que estos tallos se estabilizan secundariamente. Jahnke reportó migra-

ciones de hasta 1.5 mm en la orientación en varo-valgo, con posterior estabilización y sin relevancia clínica en pacientes evaluados con *Ein Bild Röntgen Analyse* (EBRA-FCA). Esto respalda la teoría de que un tallo corto colocado en varo o valgo no necesariamente está mal colocado. Por el contrario, creemos que la versatilidad del vástago de preservación en mayor o menor valgo es una herramienta eficaz para restituir la biomecánica de la cadera nativa del paciente.^{23,27,28,29}

En 90% de los casos, no se encontraron discrepancias de longitud, tal como se ha descrito en series previas con implantes similares, lo que confirma que la planificación adecuada y la versatilidad de los implantes permiten obtener resultados reproducibles.^{23,24}

Resultados funcionales y subjetivos. En nuestra serie, la mejoría en la escala de Harris (*Harris Hip Score* [HHS]) fue significativa al año de seguimiento, con una $p < 0.01$, pasando de 42.9 puntos en el preoperatorio (ran-

go: 37-54) a 93.2 puntos (rango: 87-96). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Wang, quien reportó un HHS preoperatorio de 40.65 ± 9.66 puntos y de 87.29 ± 4.40 a los 24 meses, y son similares a los obtenidos por nuestro grupo en series de cirugía primaria en estudios previos.^{23,24,30} Los resultados de satisfacción subjetiva incluyeron calificaciones de excelentes y buenos en todos los casos, equivalente a lo obtenido en series previas con implantes similares.^{23,24}

Además, la duración de la cirugía (promedio de 71 minutos) y la minimización de la pérdida sanguínea (260 $\pm$ 90 ml) reflejan un procedimiento quirúrgico eficiente, con resultados análogos a los obtenidos durante una cirugía primaria utilizando un abordaje similar.^{23,24,29,30}

Complicaciones. Tal como se mencionó, hubo una tasa baja de complicaciones con una parestesia temporal que resolvió a los 50 días postoperatorios (se comprobó lesión incompleta por electromiografía con sintomatología de limitación a la flexión, extensión y eversión de pie; se realizó tratamiento con terapia física, rehabilitación, pregabalina y carbamazepina), una infección superficial de la herida tratada con el retiro de las grapas y antibióticos durante siete días y un caso de infección profunda que requirió desbridamiento quirúrgico, cambio del inserto de polietileno y tratamiento con antibióticos intravenosos durante seis semanas de acuerdo al protocolo recomendado por Uriarte y colaboradores,³¹ confirmando lo propuesto por el rápido diagnóstico (fue realizado dentro de los primeros 10 días de postoperatorio) y, siendo un paciente joven sin comorbilidades, no requirió nuevos procedimientos y el paciente e implante tienen buena evolución al final del seguimiento. Las complicaciones encontradas, incidencia y evolución y su tratamiento coinciden con la bibliografía aportada por Valles-Figueroa,³² siendo todas tratadas y resueltas sin afectación funcional al final de seguimiento.

Limitaciones. A pesar de los resultados prometedores, es importante destacar algunas limitaciones del estudio. En primer lugar, la muestra es relativamente pequeña (22 pacientes), aunque se trata de patologías con una incidencia poco frecuente, lo que podría limitar la generalización de los resultados. Además, el seguimiento promedio de 40.7 meses, aunque adecuado, puede no ser suficiente para evaluar completamente la longevidad del implante y la tasa de complicaciones a largo plazo, aunque sí permite evaluar la efectividad de la colocación del implante utilizado. El estudio se realizó en un solo centro, lo que contribuye a la sistematización y estandarización de los protocolos.

Se requieren estudios multicéntricos con muestras más grandes y un seguimiento a largo plazo para validar los hallazgos y determinar el impacto real de la tecnología de impresión 3D en diversos entornos clínicos. Además, futuras investigaciones podrían explorar la integración de la inteligencia artificial en la planificación quirúrgica para optimizar aún más el proceso preoperatorio.

Conclusión

El estudio aporta evidencia sobre los beneficios de utilizar modelos 3D impresos para la planificación de ATC complejas, siendo mejor a los resultados propuestos para planificación estándar.

Los hallazgos muestran mejoras significativas en los resultados funcionales y radiográficos y sugieren una posible reducción de complicaciones, lo que respalda la adopción de esta tecnología en la práctica clínica.

Referencias

1. Learmonth ID, Young C, Rorabeck C. The operation of the century: total hip replacement. *Lancet*. 2007; 370(9597): 1508-19.
2. Knight SR, Aujla R, Biswas SP. Total hip arthroplasty - over 100 years of operative history. *Orthop Rev (Pavia)*. 2011; 3(2): e16.
3. Gallart X, Riba J, Fernández-Valencia JA, Bori G, Munoz-Mahamud E, Combalia A. Hip prostheses in young adults: Surface prostheses and short-stem prostheses. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2018; 62(2): 142-52.
4. Pivec R, Johnson AJ, Mears SC, Mont MA. Hip arthroplasty. *Lancet*. 2012; 380(9855): 1768-77.
5. Moya D, Gobatto B, Valente S, Roca R. Uso de planificación preoperatoria e impresión 3D en ortopedia y traumatología: ingresando en una nueva era. *Acta Ortop Mex*. 2022; 36(1): 39-47.
6. Pellicci PM, Bostrom M, Poss R. Posterior approach to total hip replacement using enhanced posterior soft tissue repair. *Clin Orthop Relat Res*. 1998; (355): 224-8.
7. Lara-Taranchenko Y, Pujol O, González-Morgado D, Hernández A, Barro V, Soza D. Validation of the Spanish version of the modified Harris score. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2024; 68(2): 121-7.
8. Roles NC, Maudsley RH. Radial tunnel syndrome: resistant tennis elbow as a nerve entrapment. *J Bone Joint Surg Br*. 1972; 54(3): 499-508.
9. Ackland MK, Bourne WB, Uhthoff HK. Anteversion of the acetabular cup. Measurement of angle after total hip replacement. *J Bone Joint Surg Br*. 1986; 68(3): 409-13.
10. Lewinnek GE, Lewis GL, Tarr R, Compere CL, Zimmerman JR. Dislocations after total hip-replacement arthroplasties. *J Bone Joint Surg Am*. 1978; 60(2): 217-20.
11. DeLee JG, Charnley J. Radiological demarcation of cemented sockets in total hip replacement. *Clin Orthop Relat Res*. 1976; (121): 20-32.
12. Gruen TA, McNeice GM, Amstutz HC. Modes of failure of cemented stem-type femoral components: a radiographic analysis of loosening. *Clin Orthop Relat Res*. 1979; (141): 17-27.
13. Loudon JR, Charnley J. Subsidence of the femoral prosthesis in total hip replacement in relation to the design of the stem. *J Bone Joint Surg Br*. 1980; 62(5): 450-3.
14. Kjellberg M, Al-Amiry B, Englund E, Sjöden GO, Sayed-Noor AS. Measurement of leg length discrepancy after total hip arthroplasty: The reliability of a plain radiographic method compared to CT-scanogram. *Skeletal Radiol*. 2012; 41(2): 187-91.
15. Brooker AF, Bowerman JW, Robinson RA, Riley LH. Ectopic ossification following total hip replacement: Incidence and a method of classification. *J Bone Joint Surg Am*. 1973; 55(8): 1629-32.
16. Moore MS, McAuley JP, Engh CA. Radiographic signs of osseointegration in porous-coated acetabular components. *Clin Orthop Relat Res*. 2006; 444: 176-83.
17. Yang Y, Zuo J, Liu T, Xiao J, Liu S, Gao Z. Morphological analysis of true acetabulum in hip dysplasia (Crowe classes I-IV) via 3-D implantation simulation. *J Bone Joint Surg Am*. 2017; 99(17): e92.
18. Saleh KJ, Bear B, Bostrom M, Wright TM, Salvati EA. Initial stability of press-fit acetabular components: An in vitro biomechanical study. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2008; 37(10): 519-22.
19. Geng X, Li Y, Li F, Wang X, Zhang K, Liu Z, et al. A new 3D printing porous trabecular titanium metal acetabular cup for primary total hip

- arthroplasty: A minimum 2-year follow-up of 92 consecutive patients. *J Orthop Surg Res*. 2020; 15(1): 383.
20. Perticarini L, Zanon G, Rossi SMP, Traina F, Laus M, Baldini N. Clinical and radiographic outcomes of a trabecular titanium acetabular component in hip arthroplasty: Results at minimum 5 years follow-up. *BMC Musculoskelet Disord*. 2015; 16: 375.
 21. Morgan A, Atkinson HD, Davis ET, Ranawat AS, Kane P, Singh PJ. Improved outcomes in total hip arthroplasty with 3D printed models: A comparative study. *J Arthroplasty*. 2020; 35(3): 1234-40.
 22. Dammerer D, Keiler A, Herrnegger S, Putzer D, Strasser S, Liebensteiner M. Accuracy of digital templating of uncemented total hip arthroplasty at a certified arthroplasty center: A retrospective comparative study. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2022; 142(10): 2471-80.
 23. Godoy-Monzón D, García-Mansilla A, Jiménez-Baquero J, Fernández-Rozas E, Pascual JM, Campelo D. ¿Cuándo se reanuda la conducción después del reemplazo total de cadera primario? *Acta Ortop Mex*. 2023; 37(2): 94-8.
 24. Godoy-Monzon D, Martinez S, Perez Torres J, Avendano Duran FE, Pascual JM, Garcia-Mansilla AM. Primary outcomes of a femoral neck-preserving stem: A multicentre clinical-radiological analysis at 5-year follow-up. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2022; 32(3): 533-40.
 25. Kheir MM, Drayer NJ, Chen AF. An update on cementless femoral fixation in total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2020; 102(14): 1271-82.
 26. Dorr LD, Faugere MC, Mackel AM, Gruen TA, Bogner B, Malluche HH. Structural and cellular assessment of bone quality of proximal femur. *Bone*. 1993; 14(3): 231-42.
 27. Wittenberg RH, Steffen R, Windhagen H, Bücking P, Wilcke A. Five-year results of a cementless short-hip-stem prosthesis. *Orthop Rev (Pavia)*. 2013; 5(1): e4.
 28. Jahnke A, Wiesmair A, Fonseca Ulloa CA, Ahmed GA, Rickert M, Ishaque BA. Outcome of short- to medium-term migration analysis of a cementless short stem total hip arthroplasty using EBRA-FCA: A radiological and clinical study. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2020; 140(2): 247-53.
 29. Wang C, Xiao H, Yang W, Zhang Z, Ding Z, Yang Y. Accuracy and practicability of a patient-specific guide using acetabular superolateral rim during THA in Crowe II/III DDH patients: A retrospective study. *J Orthop Surg Res*. 2019; 14(1): 19.
 30. Ait Mokhtar M. Postero-posterolateral approach in total hip arthroplasty. *Int Orthop*. 2020; 44(12): 2577-85.
 31. Uriarte I, Moreta J, Mosquera J, Legarreta MJ, Aguirre U, Martínez de Los Mozos JL. Debridement, antibiotics and implant retention for early periprosthetic infections of the hip: outcomes and influencing factors. *Hip Pelvis*. 2019; 31(3): 158-165. doi: 10.5371/hp.2019.31.3.158.
 32. Valles-Figueroa JF, Rodríguez-Reséndiz F, Muñoz-Arreola FJ, Dávila-Olguín A. Estudio comparativo de los eventos adversos entre el abordaje posterolateral y lateral directo para artroplastía primaria de cadera no cementada en pacientes mayores de 65 años con fracturas del cuello. *Acta Ortop Mex*. 2015; 29(1): 1-12.

Financiación: este trabajo no ha recibido ningún tipo de financiación.

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

Artículo original

doi: 10.35366/120454

Manejo quirúrgico de la luxación patelofemoral usando injerto autólogo del tendón cuadriceps para la reconstrucción del ligamento patelofemoral medial. Resultados clínicos y funcionales de una cohorte retrospectiva de pacientes pediátricos

Surgical management of patellofemoral dislocation using an autologous quadriceps tendon graft for medial patellofemoral ligament reconstruction. Clinical and functional outcomes in a retrospective cohort of pediatric patients

Pérez-Abdala JI,* Semeschenko D,* Halliburton C,* Bosio S,* Puigdevall M*

Hospital Italiano de Buenos Aires. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

RESUMEN. Introducción: la reconstrucción del ligamento patelofemoral medial (LPFM) con injerto autólogo de tendón cuadriceps (TC) en el tratamiento de la luxación patelofemoral en población pediátrica es una alternativa quirúrgica con algunas ventajas respecto otros tipos de injerto. Se evalúan los resultados clínicos, funcionales, el retorno al deporte y las complicaciones de una cohorte de pacientes pediátricos. **Material y métodos:** estudio de cohorte retrospectivo y descriptivo. Se incluyeron los pacientes pediátricos con luxación recidivante patelofemoral tratados con reconstrucción del LPFM con injerto autólogo de tendón cuadriceps, con o sin otro procedimiento asociado, con un seguimiento mínimo de dos años. Se excluyeron los casos con luxación patelofemoral congénita, cirugías previas, enfermedad del tejido conectivo y luxación patelar medial. Se calculó la escala funcional de Kujala, con su diferencia clínica mínimamente importante (DCMI) y la escala de actividad de Tegner. Se analizó la diferencia entre el pre y postoperatorio de la escala de Kujala y Tegner usando la prueba Wilcoxon *signed-rank*, con un valor estadístico significativo $p < 0.05$. **Resultados:** se incluyeron nueve pacientes (12 rodillas) con un promedio de edad de 16.5 años.

ABSTRACT. Introduction: medial patellofemoral ligament (MPFL) reconstruction using an autologous quadriceps tendon graft to treat patellofemoral dislocation in the pediatric population is a surgical alternative that may offer advantages compared to other types of grafts. We assessed clinical and functional outcomes, rate of return to sport, and complications in a cohort of pediatric patients. **Material and methods:** retrospective and descriptive cohort study. Pediatric patients with recurrent patellofemoral dislocation treated with MPFL reconstruction using an autologous quadriceps tendon graft, with or without an additional procedure, were included. A minimum follow-up of two years was required. Patients with congenital patellofemoral dislocation, previous surgeries, connective tissue disorders, and medial patellar dislocation were excluded. We measured the Kujala functional score, its minimally clinically important difference (MCID), and the Tegner activity scale. The difference between preoperative and postoperative Kujala and Tegner scores was analyzed using the Wilcoxon signed-rank test. **Results:** we selected nine patients (12 knees) with a mean age of 16.5 years. The median preoperative

Nivel de evidencia: IV

* Sector de Ortopedia Infantil, Instituto de Ortopedia y Traumatología «Carlos E. Ottolenghi», Hospital Italiano de Buenos Aires. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Correspondencia:

Juan Ignacio Pérez-Abdala

E-mail: ignacio.perez@hospitalitaliano.org.ar

Recibido: 24-04-2024. Aceptado: 25-12-2024.

Citar como: Pérez-Abdala JI, Semeschenko D, Halliburton C, Bosio S, Puigdevall M. Manejo quirúrgico de la luxación patelofemoral usando injerto autólogo del tendón cuadriceps para la reconstrucción del ligamento patelofemoral medial. Resultados clínicos y funcionales de una cohorte retrospectiva de pacientes pediátricos. Acta Ortop Mex. 2025; 39(4): 220-230. <https://dx.doi.org/10.35366/120454>



La mediana de la escala de Kujala preoperatoria fue de 56 con un rango intercuartílico (RIC) 51-65 y de 99 (RIC 95-100) en el postoperatorio, se obtuvo una DCMI y una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.01$). La mediana de la escala de Tegner preoperatoria fue de 6 (RIC 6-8.5) y de 5.5 (RIC 4-7) en el postoperatorio, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.02$). El tiempo promedio de retorno deportivo fue a los 6.5 meses. Hubo cuatro complicaciones. **Conclusiones:** la reconstrucción del LPFM con injerto autólogo de tendón cuadricipital en pacientes pediátricos es una alternativa reproducible que mostró buenos resultados clínicos y funcionales.

Palabras clave: luxación patelar, ligamento patelofemoral medial, injerto tendón cuadricipital.

Kujala score was 56 with an interquartile range (IQR) of 51-65, and 99 (IQR 95-100) postoperatively. A MCID and a statistically significant difference were achieved ($p < 0.01$). The median preoperative Tegner score was 6 (IQR 6-8.5) and 5.5 (IQR 4-7) postoperatively, with this difference being statistically significant ($p = 0.02$). The average time to return to sports was 6.5 months. Four complications were found. **Conclusions:** MPFL reconstruction using autologous quadriceps tendon graft in pediatric patients is a reliable option with good clinical and functional outcomes.

Keywords: patellar dislocation, medial patellofemoral ligament, quadriceps tendon graft.

Abreviaturas:

BP = Blackburne-peel
CD = Catton Deschamps
DCMI = diferencia clínica mínimamente importante
EVA = escala visual analógica
IMC = índice de masa corporal
IS = Insall-Salvati
LPFM = ligamento patelofemoral medial
RIC = rango intercuartílico
RM = rango de movilidad
ST-TAT = surco troclear - tuberosidad anterior de la tibia
TAT = tuberosidad anterior de la tibia
TC = tendón cuadricipital

Introducción

La luxación patelofemoral es una entidad común en la población pediátrica con incidencia estimada de 29 a 43 por cada 100,000 habitantes.^{1,2} El tratamiento de un primer episodio es, en la mayoría de los casos, conservador.^{1,3,4} El riesgo de recurrencia después de un primer episodio varía entre 35 y 45% y se incrementa con la presencia de factores anatómicos que alteran la biomecánica patelofemoral, como patela alta, displasia troclear y patelar, mala alineación coronal y axial del miembro inferior, y la inmadurez esquelética.^{2,3,4,5,6,7} Ante una luxación recidivante, la opción terapéutica de primera línea consiste en reconstruir quirúrgicamente el ligamento patelofemoral medial (LPFM), asociado o no a correcciones óseas.^{3,8,9,10} Anatómicamente, el LPFM forma parte de la capa intermedia de la región medial y se inserta 1.9 mm anterior y 3.8 mm distal del tubérculo aductor, entre el epicóndilo medial y el tubérculo aductor, mientras que en la patela se inserta en la mitad superior del lado medial. Biomecánicamente funciona como el principal estabilizador medial de partes blandas, previniendo la traslación lateral de la patela durante los primeros 30° de flexión y más allá de ese rango la tróclea pasa a ser el estabilizador principal.^{1,3,4,10}

Existen numerosas técnicas de reconstrucción del LPFM que han sido descritas en la población pediátrica con resultados satisfactorios.^{10,11,12,13,14,15} No obstante, cual-

quiera que sea el procedimiento elegido, el pilar del tratamiento es restaurar la estabilidad patelofemoral sin causar daño en la fisis, que podría llevar a alteraciones en el crecimiento.^{2,16,17,18} Noyes y colaboradores fueron los primeros en describir como alternativa a la reconstrucción del LPFM el uso del injerto autólogo de tendón cuadricipital (TC) y hoy en día existen numerosas variantes de la original.^{11,17,18,19,20,21,22} Una revisión de la literatura demostró muy buenos resultados clínicos y baja tasa de complicaciones, las cuales remarcan que las ventajas de reconstruir el LPFM con TC son: el evitar complicaciones con la fijación en la patela –como fracturas por la realización de túneles o lesiones condrales–, la similitud de morfología tipo cinta con el LPFM nativo, la posibilidad de reconstrucción anatómica y el poder preservar los tendones isquiotibiales para una eventual reconstrucción ligamentaria posterior.^{13,17,23,24} Existen escasas publicaciones de reconstrucción del LPFM con TC en la población pediátrica y todas con grupos heterogéneos.

Nuestro objetivo es reportar los resultados clínicos, funcionales, la diferencia clínica mínimamente importante (DCMI), el retorno al deporte y las complicaciones de una cohorte de pacientes pediátricos con luxación patelofemoral recidivante que fueron sometidos a la reconstrucción del LPFM con injerto autólogo de TC.

Material y métodos

El estudio fue aprobado previamente por el Comité de Ética Institucional. Se realizó un estudio longitudinal, retrospectivo y descriptivo analizando la base de datos del sector de Ortopedia Infantil de nuestra institución. La búsqueda abarcó el período 2010 a 2021 y se incluyeron todos los pacientes pediátricos intervenidos por diagnóstico de luxación patelofemoral recidivante con reconstrucción del LPFM con TC como injerto autólogo. Se consideró luxación recidivante a dos o más luxaciones patelofemorales con fracaso del tratamiento conservador con férula inmovilizadora de rodilla y kinesiología. Se excluyeron pacien-

tes con luxación patelofemoral congénita, cirugías previas, enfermedad del tejido conectivo, luxación patelar medial, información incompleta pre y postoperatoria y seguimiento menor a dos años.

Todas las variables se recabaron de la historia clínica electrónica (HCE) por los autores J.P.A. y D.S. Los pacientes fueron evaluados preoperatoriamente por los cirujanos M.P. y S.B. mediante un interrogatorio y examen clínico e imagenológico. De la anamnesis, se recabaron datos sobre: edad, sexo, índice de masa corporal (IMC), número de luxaciones, nivel de actividad previa reportado según la escala de Tegner, nivel de función de la rodilla según Kujala y el dolor preoperatorio en reposo y actividad según la escala visual analógica (EVA). La escala de Tegner jerarquiza la demanda funcional de la rodilla de acuerdo a un deporte, actividad recreativa o actividad laboral que realiza el paciente y asigna un puntaje, dependiendo la exigencia que requiere, siendo cero el valor mínimo y diez el máximo (*Tabla 1*).^{25,26} Kujala es una escala de puntaje conformada por diferentes dominios relacionados al dolor y capacidad funcional de la rodilla, que va del 0 al 100 (*Anexo 1*).²⁶ La EVA mide el nivel del dolor del paciente de forma subjetiva en reposo y actividad, con una escala numérica de 0 (nivel nulo de dolor) a 10 (nivel máximo de dolor).

Rutinariamente, durante el examen clínico se evalúa el rango de movilidad (RM) de la rodilla, considerado completo cuando se logra una extensión de 0° y una flexión mayor a 130°, el signo de la J (positivo cuando había una desviación lateral de la patela durante la extensión activa de la rodilla) y la aprehensión patelar (dolor o sensación de inestabilidad al ejercer una fuerza lateral a la patela desde la extensión a la flexión).⁹ También se determina, clínica o radiográficamente, el ángulo Q, con un valor normal de 14 a 16° y 16 a 18° para el sexo masculino y femenino, respectivamente.²⁷ Además, se calcula clínicamente la versión femoral con el método de Ruwe, con un valor normal de 8 a 15° de anteversión; y la rotación tibial siguiendo lo descrito

por Hawi y colaboradores, con un valor normal de 10° de rotación interna a 20° de rotación externa.^{28,29}

El estudio de estos pacientes incluye radiografías anteroposterior y lateral de la rodilla, con 30° de flexión, para calcular la altura patelar según Insall-Salvati (IS), Catton Deschamps (CD) y Blackburne-peel (BP), considerando un rango normal de 0.8 a 1.2, 0.8 a 1.2 y 0.5 a 1, respectivamente.^{30,31,32} También sirven para determinar la presencia de fisas en el fémur y tibia. Mediante resonancia magnética nuclear (RMN) se evalúa la presencia y características de posibles lesiones condrales, la morfología de la patela según Wiberg, la morfología de la tróclea según Dejour y la distancia transversal entre el surco troclear y la tuberosidad anterior de la tibia (ST-TAT), medida en cortes axiales superpuestos y considerando como normal un valor menor o igual a 15 mm.^{33,34,35} Además, se calcula el ángulo del surco troclear, con un valor normal de $138 \pm 6^\circ$; la inclinación patelar, con un valor normal menor a 20°; y el ángulo patelofemoral, que indica la inclinación patelar, considerando la apertura del ángulo hacia lateral como normal y cuando tiene apertura hacia medial como alterado.^{36,37}

Técnica quirúrgica. Se utiliza anestesia general y bloqueo regional para el manejo del dolor postoperatorio en todos los casos. El paciente se posiciona en decúbito dorsal con manguito hemostático en el muslo a una presión de 250 mmHg. Primero se realiza una artroscopia de rodilla diagnóstica para evaluar lesiones asociadas, como afecciones osteocondrales, y determinar la traslación patelar durante el rango de movimiento. Si presenta alguna lesión asociada se trata durante el mismo acto quirúrgico.

La técnica de reconstrucción del LPFM con TC utilizada por el sector es la descrita por Nelitz.¹⁷ Para la obtención del injerto autólogo de TC se realiza un abordaje longitudinal suprapatelar 1 cm medial de la línea media que se extendió 4-5 cm desde el polo superior de la patela y 2 cm distal al mismo. Se diseca por planos hasta identificar el tendón cuadrícipital en su ancho y desde la inserción en el polo su-

Tabla 1: Escala de actividad de Tegner.

Nivel	Tipo de actividad	Descripción
10	Deportes competitivos	Fútbol (élite nacional e internacional)
9	Deportes competitivos	Fútbol (divisiones inferiores), hockey sobre hielo, lucha, gimnasia
8	Deportes competitivos	Bandy, squash/bádminton, atletismo (saltos), esquí alpino
7	Competitivos	Tenis, atletismo (carreras), motocross, balonmano, baloncesto
	Recreativos	Fútbol, bandy/hockey sobre hielo, squash, atletismo (saltos y campo traviesa)
6	Deportes recreativos	Tenis, bádminton, balonmano, baloncesto, esquí alpino, jogging (≥ 5 veces/semana)
5	Trabajo físico pesado y deportes	Trabajo: construcción, forestal. Deportes: ciclismo, esquí de fondo, jogging en terreno irregular (≥ 2 veces/semana)
4	Trabajo moderado y deportes recreativos	Trabajo: camioneros, tareas domésticas pesadas. Deportes: ciclismo, esquí de fondo, jogging en terreno llano (≥ 2 veces/semana)
3	Trabajo liviano y deportes	Trabajo: Enfermería. Deportes: Natación, puede caminar por bosque o montaña o terrenos escabrosos.
2	Trabajo liviano y movilidad limitada	
1	Trabajo sedentario	Caminar en terreno llano
0	Incapacidad laboral por problemas de rodilla	Licencia médica o pensión por discapacidad



Figura 1: Disecación del tendón cuadricipital (TC). Se observan dos incisiones longitudinales entre el primer y tercer cuadrante del TC (de medial a lateral del ancho del TC) y la utilización de las capas superficial e intermedia del mismo. Se mantiene íntegra la inserción patelar.

por de la patela. El ancho del tendón se divide en cuatro y se realizan dos incisiones verticales entre el primer y tercer cuadrante desde medial a lateral, disecando hasta la capa profunda del tendón y usando solamente las capas superficiales e intermedia del mismo (*Figura 1*). A proximal se disecciona hasta la unión miotendinosa y se respeta el anclaje del tendón al polo superior de la patela. Así, queda un injerto de 1 cm de ancho y 8 a 10 cm de largo aproximadamente, dejando los bordes laterales remanentes del tendón para su cierre y preservar la resistencia del tendón (*Figura 2*). Se repara el extremo libre del injerto con sutura fiberwire N° 1 con técnica Krakow y se realiza una incisión longitudinal en el cóndilo medial a la altura del sitio de inserción femoral anatómico del LPFM guiado con radioscopia. Se repliega el injerto sobre su inserción en la patela, reforzando el anclaje patelar con sutura continua al periostio patelar. Luego se realiza una pequeña incisión longitudinal de 5 mm en el retináculo medial a nivel superolateral de la patela y se realiza la tunelización entre el retináculo y la cápsula articular con una pinza hasta encontrar la incisión del cóndilo medial. Se pasa el injerto y hay que asegurar un buen deslizamiento por el túnel subretinacular. Bajo guía radioscópica, observando la incidencia anteroposterior y lateral, se coloca la clavija guía en el punto de Schottle y se dirige el orificio con una angulación de 15 a 20° distal y anteriormente para evitar el daño de la fisis y la penetración en la escotadura intercondílea o cartílago articular con el tornillo interferencial.³⁸ Hay que tener especial consideración con la ondulación de la fisis.¹⁰ Luego se fija el LPFM con un tornillo interferencial, mientras se mantiene la rodilla en flexión de 30° y la patela centrada en la tróclea, permitiendo una traslación de 25% del ancho de la patela para evitar una excesiva tensión medial. Por último, se controla el encarrilamiento patelar en todo su rango de movimiento.

En pacientes con patela alta y alteración de la relación ST-TAT se asocia a un procedimiento de realineación del tendón patelar con o sin osteotomía de la tuberosidad anterior de la tibia (TAT), dependiendo el estado de la fisis. En casos de alteración rotacional o coronal severa del fémur o la tibia se realiza osteotomía para su corrección.

Protocolo postoperatorio. Consiste en inmovilización de la rodilla en extensión con férula y carga parcial las primeras dos semanas con muletas y luego progresión a carga total. Desde el primer día se comienza con ejercicios isométricos de fortalecimiento y a las cuatro semanas se continúa con movilidad activa y pasiva hasta los 90° de forma progresiva. En casos de osteotomía de la TAT, la carga se restringe seis semanas. Durante los siguientes meses se busca alcanzar un RM completo y ganar fuerza, propiocepción y control neuromuscular de la rodilla, cadera y pelvis, bajo la supervisión de un fisioterapeuta. El retorno a la actividad deportiva se autoriza cuando el paciente cumple con los criterios descritos por Ménétréy.³⁹

Los controles postoperatorios son a las dos, cuatro y seis semanas, luego a los tres y seis meses; y se continúa con controles anuales. Se recabaron los procedimientos asociados a la reconstrucción del LPFM, las complicaciones relacionadas a la cirugía, el RM postoperatorio, la aprehensión postoperatoria y se midió clínica o radiológicamente la alineación coronal y sagital, para evaluar la alineación debido a una posible lesión fisaria en los casos correspondientes. Se repitieron las escalas de Tegner, Kujala y EVA al último control. Con la escala de Kujala se calculó la DCMI, teniendo como punto de cohorte una diferencia mínima de 9.9 puntos entre el preoperatorio y el postoperatorio según los valores previamente publicados.⁴⁰

Métodos estadísticos. La normalidad de la distribución se evaluó de manera gráfica mediante un histograma. Las variables con distribución normal se reportaron como media $\pm$ desviación estándar, mientras que aquellas que no presentaron distribución normal se expresaron como mediana y rango intercuartílico (RIC). Para las variables categóricas se empleó valor absoluto y frecuencia. Para comparar las mediciones pre y postquirúrgicas, se utilizó la prueba Wilcoxon *signed-rank*. En el caso de las variables con distribución normal, se empleó el *t-test* pareado. Se consideró como significativo un valor de $p < 0.05$. Los cálculos se realizaron con el software Epi Info 7™.



Figura 2: Injerto autólogo del tendón cuadricipital (TC). Se observa la obtención del injerto de TC, donde se realizó liberación del TC en la unión miotendinosa y se respetó el anclaje del tendón al polo superior de la patela (donde señala la tijera). Así queda un injerto de 1 cm de ancho y 8 a 10 cm de largo aproximadamente, dejando los bordes remanentes del tendón para cerrarlo.

Resultados

Se reclutaron 33 pacientes que fueron intervenidos por reconstrucción del LPFM, de los cuales 11 fueron operados con la técnica de injerto autólogo del TC. Uno fue excluido por tratarse de una luxación congénita de patela y otro por no alcanzar el período mínimo de seguimiento, quedando nueve pacientes y un total de 12 rodillas que cumplían con los criterios de inclusión. Respecto a las variables demográficas, de los nueve pacientes incluidos, siete (77.8%) eran mujeres; la mediana de edad al momento de la cirugía era 16.5 años (RIC14-18). En ocho (75%) de las doce rodillas operadas, el lado afectado era el izquierdo; seis de las doce rodillas (50%) tuvieron entre dos y cuatro episodios de luxación, mientras que el resto tuvo más de cuatro. La mediana del IMC fue 24 kg/m² (RIC 17-31). La mediana de seguimiento fue 30.83 meses (RIC 24-73). Las características demográficas, clínicas, funcionales y quirúrgicas de los pacientes se muestran en la [Tabla 2](#).

Todos los pacientes tenían RM preoperatorio completo, pero con dolor a la flexión máxima, aprehensión positiva y el signo de la J estaba presente en ocho (66.67%) rodillas. El ángulo Q fue patológico en seis casos, con media de $12.1 \pm 7.12^\circ$ y la altura patelar radiológica tuvo media de 1.49 ± 0.25 , 1.38 ± 0.28 y 1.08 ± 0.15 para IS, CD y BP, respectivamente. La fisis femoral se encontraba en seis (50%)

pacientes. La distancia ST-TAT se encontraba alterada en nueve pacientes, con mediana de 18 mm (rango 6-26 mm). Respecto a la morfología troclear y patelar, todos los casos tenían algún grado de displasia. Seis (50%) casos tenían displasia troclear Dejour B, dos (16.66%) C y cuatro (33.33%) D; mientras que la patela se clasificó como Wiberg B en dos (16.66%) casos y C en los restantes (83.34%). Sólo dos (16.66%) casos tenían los valores del surco troclear e inclinación patelar dentro de los parámetros normales y la media fue $159.75 \pm 13.18^\circ$ y $27.16 \pm 13.01^\circ$, respectivamente. El ángulo patelofemoral estaba alterado en todos los casos a excepción de uno. La media de la extrarrotación tibial fue $20.08 \pm 11.41^\circ$ y de la anteversión femoral de $20.33 \pm 5.45^\circ$.

En un sólo caso se realizó reconstrucción del LPFM de forma aislada, mientras que en el resto se asoció a otro procedimiento concomitante. Una paciente de 17 de años, sin fisis, tenía anteversión femoral de 29° y displasia troclear grado D, por lo que se realizó una osteotomía desrotadora de fémur y trocleoplastia. En tres pacientes se realizó la técnica de Grammont modificada, debido a la presencia de fisis en la TAT; mientras que en el resto se efectuó osteotomía de la TAT con medialización y distalización. En un caso se fijó un fragmento osteocondral troclear y en otro se hizo condroplastia patelar. No hubo ningún caso de alteración del crecimiento durante el seguimiento, ya sea medido clínica o radiológicamente.

Tabla 2: Características demográficas, clínicas, funcionales y quirúrgicas de la cohorte de pacientes.

Paciente Sexo	Edad (años)	Kujala/Tegner preoperatorio	Procedimientos	Kujala/Tegner postoperatorio	Retorno deportivo (meses)	Complicaciones
#1 Femenino	17	55/6	Reconstrucción LPFM con TC aislado	95/6	7	Ninguna
#2 Femenino	17	63/7	Reconstrucción del LPFM con TC + osteotomía desrotadora de fémur + trocleoplastia	100/5	15	Intolerancia a implante de fémur/ Retiro
#3 Masculino	14	45/10	Reconstrucción del LPFM con TC + Grammont modificada	92/7	9	Nueva luxación aislada/ Tratamiento conservador
#4 Femenino	18	80/4	Reconstrucción del LPFM con TC + osteotomía TAT	96/4	6	Ninguna
#5 Femenino	18	80/6	Reconstrucción del LPFM con TC + osteotomía TAT	98/6	6	Ninguna
#6 Femenino	16	52/7	Reconstrucción del LPFM con TC + osteotomía TAT	100/7	6	Ninguna
#7 (I) Femenino	18	57/6	Reconstrucción del LPFM con TC + osteotomía TAT + condroplastia patelar	90/4	6	Ninguna
#7 (D) Femenino	16	42/6	Reconstrucción del LPFM con TC + osteotomía TAT + fijación de fragmento osteocondral de tróclea	95/4	4	Rigidez/Movilización bajo anestesia
#8 (I) Masculino	15	65/10	Reconstrucción del LPFM con TC + osteotomía TAT	100/10	8	Ninguna
#8 (D) Masculino	14	65/10	Reconstrucción del LPFM con TC + Grammont modificada	100/10	6	Ninguna
#9 (I) Femenino	14	50/6	Reconstrucción del LPFM con TC + osteotomía TAT	100/3	4	Ninguna
#9 (D) Femenino	17	55/6	Reconstrucción del LPFM con TC + osteotomía TAT	100/3	4	Fractura TAT/ Conservador

D = derecho. I = izquierdo. LPFM = ligamento patelofemoral medial. TAT = tuberosidad anterior de la tibia. TC = tendón cuadricepsal.

Hubo cuatro (33%) complicaciones, de las cuales dos (16.66%) mayores que requirieron una nueva intervención. Un caso de rigidez que requirió movilización bajo anestesia a los cuatro meses del postoperatorio con buena evolución, recuperando el RM completo, aunque nunca volvió a su nivel deportivo previo por motivos personales. El paciente con osteotomía desrotadora de fémur manifestó intolerancia a la osteosíntesis, por lo que se extrajo al año de la cirugía sin inconvenientes. A un paciente con osteotomía de la TAT se le detectó una fractura de la misma en el control del sexto mes, pero no presentaba dolor ni déficit de extensión de la rodilla, por lo tanto, se decidió esperar. Por último, otro paciente presentó una nueva luxación traumática al hacer actividad deportiva (fútbol recreativo) a los tres años de la cirugía. Se manejó con tratamiento conservador y el paciente recuperó su función y no presentó aprehensión en el seguimiento. Cabe mencionar que este último paciente tenía una displasia troclear grado D que no fue corregida quirúrgicamente.

La mediana de la escala de Kujala preoperatoria fue de 56 (RIC 51-65) y de 99 (RIC 95-100) en el postoperatorio ($p < 0.01$). La diferencia entre los valores postoperatorio y preoperatorio fue de 38.09, siendo superior a 9.9 y, por lo tanto, alcanzando una DMCI. La mediana de la escala de Tegner preoperatoria fue de 6 (RIC 6-8.5) y de 5.5 (RIC 4-7) en el postoperatorio ($p = 0.02$). Respecto a la escala de Tegner, esta diferencia fue a favor de la medición preoperatoria. Cincuenta por ciento de los pacientes volvieron al mismo nivel previo de actividad, mientras que la otra mitad disminuyó su actividad, de los cuales dos casos no volvieron por motivos ajenos a la función de la rodilla, ya que habían obtenido los criterios clínicos para retornar. La media de la EVA de dolor preoperatorio en reposo y actividad fue de 4.42 ± 2.5 y de 7.42 ± 1.68 , respectivamente; mientras que la EVA postoperatorio en reposo fue cero en todos los casos y la media en actividad fue 1 ± 1.04 . El tiempo promedio al retorno deportivo fue 6.58 ± 3 meses y uno de los pacientes volvió a los 15 meses de la cirugía por motivos personales.

Discusión

Este estudio muestra que la reconstrucción del LPFM con injerto autólogo de TC es una alternativa quirúrgica válida en el tratamiento de la luxación recidivante patelofemoral en la población pediátrica. Hay muchas publicaciones de alto nivel de evidencia en pacientes adultos, mientras que los estudios en la población pediátrica son de moderado a bajo nivel de evidencia y con grupos heterogéneos.^{8,10,12,13,14,16,17,23}

Los resultados de reconstrucción del LPFM en la población pediátrica son satisfactorios, pero con una tasa de inestabilidad recurrente muy variable.^{12,13} Las revisiones sistemáticas en población pediátrica reportaron una proporción de inestabilidad entre 5.1 y 15.2%, sin hallar diferencias entre el tipo de injerto y el modo de fijación femoral.^{12,13,14,24} En 2013, Nelitz publicó una serie de 21 pacientes y no tuvieron ningún caso de relajación, aunque dos casos

con displasia troclear severa persistieron con aprehensión, sin requerir nueva intervención.⁴¹ Lind y colaboradores reportaron una proporción de relajación de 20% y, a pesar de esto, tuvieron una mejoría significativa en la escala de Kujala ($p < 0.05$).⁴² Otra publicación reciente reportó una proporción de 24.1% de inestabilidad recurrente en una serie de 39 pacientes.⁸ En este estudio, más de 90% de los pacientes tenían dos o más factores anatómicos que predisponían a la inestabilidad recurrente. Masquijo reportó una serie de 25 pacientes tratados con reconstrucción del LPFM con injerto alógeno con un seguimiento mínimo de un año y registraron un sólo caso de recidiva de inestabilidad, que no requirió tratamiento quirúrgico.¹⁰ En nuestra serie tuvimos un (8.33%) sólo caso de relajación a los tres años de la cirugía, en contexto de actividad recreativa de contacto, que no requirió nueva intervención. Este paciente tenía displasia troclear grado D, al igual que otros tres pacientes que no tuvieron ningún episodio de relajación. La variedad en los resultados publicada en la literatura podría estar relacionada con la heterogeneidad de los grupos estudiados, ya que los pacientes tenían distintas causas biomecánicas subyacentes a la inestabilidad patelofemoral y diferentes aspectos técnicos de la cirugía, como el tipo de injerto utilizado y el modo de fijación.^{8,10,12,13,24,41}

Respecto al tipo de injerto utilizado, Noyes y asociados fueron pioneros en popularizar la técnica del TC como injerto autólogo para reconstrucción del LPFM como se lo conoce actualmente.^{17,19} Las ventajas del TC son mantener el punto de fijación anatómico en la patela, para favorecer la isometría del ligamento durante todo el RM; la posibilidad de reforzar el sitio de inserción del TC en la patela con sutura fuerte al periostio y retináculo medial, sin necesidad de fijarlo con túneles óseos a la patela, con el potencial riesgo de fracturar o violar la articulación que tiene este último.^{17,19,23} Otros beneficios son el mismo origen embrionario del TC y el LPFM; la morfología acintada del injerto de TC obtenido, que se asemeja al LPFM nativo; y que se reservan los isquiotibiales para una eventual intervención.^{18,43} Una preocupación de la toma de injerto del TC es la posibilidad de debilidad remanente del TC con riesgo de ruptura.^{19,43} Se estima que el injerto tomado corresponde a 40% del volumen, pero no se ha reportado ningún tipo complicación al respecto.^{20,43} En nuestra serie, la toma de injerto del TC se realizó dejando la capa profunda y los bordes medial y lateral del tendón para el cierre del mismo, sin tener complicaciones ni retrasos durante la rehabilitación.

Se han reportado distintas variantes de la técnica con TC, que se basan en la zona y profundidad de toma de injerto del TC, el pasaje al sitio de inserción femoral y el tipo de fijación femoral.⁴³ A pesar de estas diferencias, la técnica con TC ha demostrado una mejoría clínica y funcional significativa, una alta tasa de satisfacción y un índice de relajación bajo, tanto en población adulta como pediátrica.^{20,43,44} Hasta donde conocemos, se han reportado tres estudios de reconstrucción del LPFM con injerto del TC en población pediátrica (*Tabla 3*). En 2015, Abouel-

Tabla 3: Reconstrucción del ligamento patelofemoral medial (LPFM) con tendón cuadricepsital (TC) en pacientes pediátricos.

Variables	Abouelsoud ²³	Nelitz ¹⁷	Leite ⁸	Nuestro estudio
Año	2015	2018	2023	2023
Pacientes (masculino/femenino)	16 (5/11)	25 (9/16)	LPFM aislado: 10 LPFM + LPTM: 19	9 (2/7) 12 rodillas
Seguimiento	22 meses [24-34]	2.6 años [2-3.4]	5.2 a 5.8 años	30.8 meses [24-73]
Edad (años), mediana [rango]	11.5 [8-15]	12.8 [9.5-14.7]	13.5 a 14	16.5 [14-18]
Características poblacionales	– Todos con laxitud ligamentaria (Beighton +) – Sin displasia troclear severa	– Ningún paciente con displasia troclear	– Todos con fisis femoral y tibial abiertas – 93% con dos factores de riesgo anatómicos	– 50% fisis femoral abierta – Todos con algún grado de displasia troclear
Procedimiento asociado	Ninguno	Ninguno	– LPFM aislado: cuatro casos con liberación del retináculo lateral + cuatro casos con avance del vasto medial oblicuo – LPFM + LPTM: cuatro casos con liberación del retináculo lateral	– Un caso osteotomía femoral + trocleoplastia – Tres casos Grammont modificada – Siete casos osteotomía TAT
Fijación femoral	Sutura a partes blandas y transósea	Tornillo interferencial	Arpón	Tornillo interferencial
Resultados	Kujala pre/post: 56/94 Tegner pre/post: 4.5/5.25	Kujala pre/post: 63/89 Tegner pre/post: 4/5	LPFM aislado: Kujala pre/post: 52/80 Tegner pre/post: 4/3 LPFM + LPTM: Kujala pre/post: 63/86 Tegner pre/post: 5/3	Kujala pre/post: 59/97 Tegner pre/post: 7/6.3 DMCI: 38
Complicaciones	– Sin recurrencia – Cinco pacientes episodio de subluxación	– Sin recurrencia – Sin mala alineación del miembro	Recurrencia LPFM aislado: 26.3% LPFM + LPTM: 20%	– Un caso recurrencia – Un caso rigidez – Una fractura TAT

DMCI = diferencia mínima clínicamente importante. LPFM = ligamento patelofemoral medial. LPTM = ligamento patelotibial medial.
Post = postoperatorio. Pre = preoperatorio. TAT = tuberosidad anterior de tibia.

soud publicó una serie de 16 pacientes, de entre ocho y 15 años, con un seguimiento mínimo de dos años y todos los pacientes tenían laxitud ligamentaria según los criterios de Beighton.²³ No reportaron episodios de reluxación y se observó mejoría de la escala de Kujala y Tegner, entre el pre y postoperatorio, de 56 a 94 y de 4.5 a 5.25, respectivamente, siendo la diferencia de Kujala estadísticamente significativa. En 2018, Nelitz y colaboradores reportaron una serie de 25 casos con un rango de edad de 9.5 a 14.7 años, todos con fisis y sin displasia troclear.¹⁷ Tuvieron como mínimo dos años de seguimiento y reportaron mejoría clínica y funcional, sin casos de reluxación. Por último, se reportó una serie de 29 casos, entre 10 y 17 años, con un mínimo de seguimiento de cinco años;⁸ 93% tenían dos o más factores anatómicos que predisponían a la inestabilidad patelofemoral. En 19 casos se realizó reconstrucción del LPFM aislado y en 10 se agregó la reconstrucción del ligamento patelotibial medial. Tuvieron siete (24.1%) casos de reluxación, de los cuales todos tenían dos o más factores anatómicos asociados. Tanto en los pacientes con y sin reluxación hubo mejoría en la escala de Kujala, mien-

tras que la escala de Tegner no mostró mejoría. Destacaron que no hubo diferencias funcionales ni de inestabilidad postoperatoria entre los dos grupos, aunque el grupo que asoció la reconstrucción del ligamento patelotibial medial tuvo mayor estabilidad clínica, evaluada con el desplazamiento patelar lateral.⁸ Nuestros resultados coinciden con lo reportado en la literatura, con una mejoría significativa en la escala de Kujala de 56 a 99, entre el preoperatorio y postoperatorio, respectivamente, y un sólo caso de reluxación, que fue manejado de forma conservadora sin nuevos eventos. El resto de las complicaciones no estuvieron relacionadas directamente con la reconstrucción del LPFM con TC. Durante el seguimiento no registramos alteraciones del crecimiento en el subgrupo de pacientes con fisis, utilizando un tornillo interferencial durante la fijación femoral. Además, fuimos los únicos en calcular la DCMI de Kujala. Creemos que la DCMI es útil porque permite definir de forma más objetiva la mínima diferencia en la escala de Kujala que se necesita para percibir un cambio clínico importante que impacte en la actividad diaria de los pacientes. Hay que considerar que no siempre una mejoría

con cambio estadístico significativo va a tener una DCMI y viceversa. Sin embargo, la heterogeneidad de las series mencionadas, con características poblacionales y aspectos quirúrgicos diferentes, no permiten tomar conclusiones generalizables.

Uno de los objetivos que se busca con la cirugía es lograr el retorno a la actividad deportiva y poder llegar al mismo nivel previo a la lesión. En la actualidad, no existen consensos validados que guíen el retorno deportivo posteriores a la reconstrucción del LPFM, aunque se basa fundamentalmente en la adquisición de criterios funcionales específicos para cada deporte.⁴⁵ Una revisión sistemática reciente reportó un retorno deportivo de 92.8% de los pacientes, en un tiempo promedio de seis meses posterior a la reconstrucción del LPFM aislado o asociado a una corrección ósea.⁴⁶ Sin embargo, 30% no volvió a su nivel de intensidad previo y puede deberse a causas psicológicas, como el miedo a lesionarse nuevamente o a causas físicas, como menor fuerza, movilidad o sintomatología de microinestabilidad patelofemoral. La población pediátrica tratada con injerto de TC volvió al deporte en todos los casos con un incremento ligero de la escala de Tegner.^{8,17,23} En nuestra serie todos, a excepción de dos pacientes, retornaron a la actividad deportiva; y la mediana del puntaje de Tegner disminuyó de forma significativa de 6 a 5.5. Creemos que esto puede deberse a que muchos pacientes eran deportistas recreativos y decidieron pasar a un deporte de menor exigencia para evitar nuevas lesiones. Además, es importante manejar las expectativas y tiempos de recuperación del paciente, a la vez de manejar los miedos que puedan surgir y enfocar la rehabilitación de forma integral, con un equipo de fisioterapeutas especializados en la patología.

La displasia troclear es un factor anatómico predisponente en la recurrencia de la inestabilidad patelofemoral, tanto cuando se trata el paciente de forma conservadora como cuando se lo trata quirúrgicamente sin haber corregido la deformidad troclear.^{2,6,47,48,49} Habitualmente, los casos con displasia troclear grados B, C y D según Dejour tienen indicada corrección de la tróclea femoral para restaurar la anatomía y biomecánica de la articulación patelofemoral, siempre asociado a la reconstrucción del LPFM.^{18,50,51} Históricamente, realizar una trocleoplastia para corregir la displasia troclear se asocia a menor tasa de recurrencia de inestabilidad y a resultados postoperatorios satisfactorios, aunque las complicaciones como la rigidez y una rehabilitación prolongada son frecuentes.^{51,52,53} Sin embargo, hoy en día está discutido, ya que hay estudios recientes que no demostraron diferencias entre realizar la reconstrucción del LPFM con o sin trocleoplastia en diferentes grados de displasia, incluyendo displasia severa.^{48,54,55,56,57} Liu en su serie publicó buenos resultados en pacientes con displasia severa a los que realizaron reconstrucción del LPFM sin trocleoplastia.⁵⁷ Por otro lado, Zafagnini y su equipo reportaron mayor riesgo de reluxación (18.6%) en pacientes con displasia severa en comparación con grados leves de displasia (3.8%) en pacientes tratados sólo con recons-

trucción del LPFM, aunque los resultados clínicos entre ambos grupos no mostraron diferencias.⁴⁸ La preocupación de la trocleoplastia en la población pediátrica con fisis es el riesgo de causar un cierre prematuro anterior de la fisis, provocando un *genu recurvatum* femoral.⁵⁸ Un estudio reciente reportó buenos resultados funcionales y sin disturbios en el crecimiento en pacientes con displasia troclear severa y con un remanente de crecimiento no mayor de dos años que se sometieron a trocleoplastia.⁵³ La trocleoplastia consistió en una osteotomía subcondral en bloque, acceso al lecho de la osteotomía y la realización de un nuevo surco troclear en la posición óptima. Luego se apoya la tróclea y se fija con sutura reabsorbible. Explican que el escaso remanente de crecimiento a expensas del fémur y la capacidad de la fisis de romper pequeños puentes óseos, originados por el cierre prematuro de la fisis, serían los motivos por los cuales no se altera el crecimiento. Otro aspecto a considerar en pacientes con fisis y mayor remanente de crecimiento, es el poder de remodelación de la morfología troclear y patelar al corregir los estabilizadores patelares, que podrían remodelarse por efecto mecánico al mejorar la posición de la patela.^{59,60,61} Sin embargo, evaluar estos cambios no formó parte del objetivo de nuestro estudio. En nuestra serie realizamos una sola trocleoplastia en un paciente con displasia grado D y sin fisis, que no tuvo complicaciones. Sin embargo, todos los casos tenían algún grado de displasia troclear, la mitad tipo C o D según Dejour y tuvimos un sólo caso de reluxación.

Este estudio no se encuentra exento de limitaciones. Primero, las limitaciones propias de la naturaleza retrospectiva del estudio, que puede llevar a sesgos de selección de pacientes. Sin embargo, la recolección de las variables no se vio obstaculizada y perdimos sólo un paciente por falta de seguimiento. Otra limitación es el bajo número de pacientes, la heterogeneidad de la muestra y el tiempo de seguimiento a corto plazo, aunque los estudios publicados en pacientes pediátricos tratados con TC tienen características similares en estos aspectos. En tercer lugar, la heterogeneidad de la actividad deportiva de los pacientes no permite generalizar los resultados. En cuanto a nuestras fortalezas, hasta donde tenemos conocimiento, somos el único estudio que publicó la DMCI en pacientes pediátricos con esta técnica, con el valor clínico que esto significa.

Conclusiones

Los resultados preliminares de este estudio muestran que la reconstrucción del LPFM con injerto autólogo de tendón cuadricipital, asociada a las correcciones necesarias según el caso, representa una alternativa quirúrgica reproducible en pacientes pediátricos, con buenos resultados clínicos y funcionales. Además, la presencia de fisis no constituye una contraindicación para la realización de una fijación femoral con tornillo interferencial. No obstante, recomendamos llevar a cabo estudios de mayor nivel de evidencia para establecer recomendaciones sólidas.

Referencias

1. Sinikumpu J, Nicolaou N. Current concepts in the treatment of first-time patella dislocation in children and adolescents. *J Child Orthop.* 2023; 17(1): 28-33. doi: 10.1177/18632521221149060
2. Sanders TL, Pareek A, Hewett TE, Stuart MJ, Dahm DL, Krych AJ. High rate of recurrent patellar dislocation in skeletally immature patients: a long-term population-based study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018; 26(4): 1037-43. doi: 10.1007/s00167-017-4505-y
3. Popkin CA, Bayomy AF, Trupia EP, Chan CM, Redler LH. Patellar instability in the skeletally immature. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2018; 11(2): 172-81. doi: 10.1007/s12178-018-9472-5
4. Lewallen LW, McIntosh AL, Dahm DL. First-time patellofemoral dislocation: risk factors for recurrent instability. *J Knee Surg.* 2015; 28(4): 303-9. doi: 10.1055/s-0034-1398373
5. Fithian DC, Paxton EW, Stone ML, Silva P, Davis DK, Elias DA, et al. Epidemiology and natural history of acute patellar dislocation. *Am J Sports Med.* 2004; 32(5): 1114-21. doi: 10.1177/0363546503260788
6. Jaquith BP, Parikh SN. Predictors of recurrent patellar instability in children and adolescents after first-time dislocation. *J Pediatr Orthop.* 2017; 37(7): 484-90. doi: 10.1097/BPO.0000000000000674
7. Balcarek P, Oberthür S, Hopfensitz S, Frosch S, Walde TA, Wachowski MM, et al. Which patellae are likely to redislocate? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014; 22(10): 2308-14. doi: 10.1007/s00167-013-2650-5
8. Leite CBG, Hinckel BB, Ribeiro GF, Giglio PN, Santos TP, Bonadio MB, et al. Medial patellofemoral ligament reconstruction in skeletally immature patients without correction of bony risk factors leads to acceptable outcomes but higher failure rates. *J ISAKOS.* 2023; 8(3): 189-96. doi: 10.1016/j.jisako.2023.02.003
9. Accadbled F, Kerdoncuff A, Hidalgo-Perea S, Green DW. Failure of isolated medial patellofemoral ligament reconstruction in children: Risk factors and management. *J Child Orthop.* 2023; 17(1): 34-9. doi: 10.1177/18632521221149055
10. Masquijo J. Allograft reconstruction of the medial patellofemoral complex in skeletally immature patients: a technical note. *Acta Ortop Mex.* 2024; 38(1): 60-5. doi: 10.35366/114668
11. Pilone C, Bonasia DE, Rosso F, Cottino U, Mazzola C, Blonna D, et al. Medial patellofemoral ligament reconstruction and nonanatomic stabilization techniques in skeletally immature patients. *Joints.* 2019; 7(3): 98-106. doi: 10.1055/s-0039-3400451
12. Migliorini F, Maffulli N, Bell A, Betsch M. Outcomes, return to sport, and failures of MPFL Reconstruction using autografts in children and adolescents with recurrent patellofemoral instability: a systematic review. *Children (Basel).* 2022; 9(12): 1892. doi: 10.3390/children9121892
13. Shamrock AG, Day MA, Duchman KR, Glass N, Westermann RW. Medial patellofemoral ligament reconstruction in skeletally immature patients: a systematic review and meta-analysis. *Orthop J Sports Med.* 2019; 7(7): 2325967119855023. doi: 10.1177/2325967119855023
14. Migliorini F, Maffulli N, Sollner S, Pasurka M, Kubach J, Bell A, et al. Allografts for Medial Patellofemoral Ligament (MPFL) reconstruction in adolescent patients with recurrent patellofemoral instability: a systematic review. *Children (Basel).* 2023; 10(5): 840. doi: 10.3390/children10050840
15. Migliorini F, Trivellas A, Eschweiler J, Knobe M, Tingart M, Maffulli N. Comparable outcome for autografts and allografts in primary medial patellofemoral ligament reconstruction for patellofemoral instability: systematic review and meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2022; 30(4): 1282-91. doi: 10.1007/s00167-021-06569-w
16. Lippacher S, Dreyhaupt J, Williams SR, Reichel H, Nelitz M. Reconstruction of the Medial Patellofemoral Ligament: clinical outcomes and return to sports. *Am J Sports Med.* 2014; 42(7): 1661-8. doi: 10.1177/0363546514529640
17. Nelitz M, Dreyhaupt J, Williams SRM. Anatomic reconstruction of the medial patellofemoral ligament in children and adolescents using a pedicled quadriceps tendon graft shows favourable results at a minimum of 2-year follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018; 26(4): 1210-5. doi: 10.1007/s00167-017-4597-4
18. Floyd ER, Ebert NJ, Carlson GB, Monson JK, LaPrade RF. Medial Patellofemoral Ligament reconstruction using a quadriceps tendon autograft in a patient with open physes. *Arthrosc Tech.* 2021; 10(5): e1281-6. doi: 10.1016/j.eats.2021.01.025
19. Noyes FR, Albright JC. Reconstruction of the medial patellofemoral ligament with autologous quadriceps tendon. *Arthroscopy.* 2006; 22(8): 904.e1-7. doi: 10.1016/j.arthro.2005.12.058
20. Miglioni F, Trivellas A, Eschweiler J, Betsch M, Tingart M, Maffulli N. Pedicled strip of quadriceps tendon graft for primary medial patellofemoral ligament reconstruction in recurrent patellofemoral instability: a systematic review. *Arthroscopy.* 2021; 37(6): 1992-9. doi: 10.1016/j.arthro.2021.01.048
21. Steensen RN, Dopirak RM, McDonald WG 3rd. The anatomy and isometry of the medial patellofemoral ligament: implications for reconstruction. *Am J Sports Med.* 2004; 32(6): 1509-13. doi: 10.1177/0363546503261505
22. Schottle PB, Schmeling A, Romero J, Weiler A. Anatomical reconstruction of the medial patellofemoral ligament using a free gracilis autograft. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2009; 129(3): 305-9. doi: 10.1007/s00402-008-0712-9
23. Abouelsoud MM, Abdelhady A, Elshazly O. Anatomic physeal-sparing technique for medial patellofemoral ligament reconstruction in skeletally immature patients with ligamentous laxity. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2015; 25(5): 921-6. doi: 10.1007/s00590-015-1618-1
24. D'Ambrosi R, Corona K, Capitani P, Coccio G, Ursino N, Peretti GM. Complications and recurrence of patellar instability after medial patellofemoral ligament reconstruction in children and adolescents: a systematic review. *Children.* 2021; 8(6): 434. doi: 10.3390/children8060434
25. Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop Relat Res.* 1985; (198): 43-9.
26. Gil-Gómez J, Pecos-Martín D, Kujala UM, Martínez-Merino P, Montañez-Aguilera FJ, Romero-Franco N, et al. Validation and cultural adaptation of "Kujala Score" in Spanish. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016; 24(9): 2845-53. doi: 10.1007/s00167-015-3521-z
27. Orellana KJ, Batley MG, Lawrence JTR, Nguyen JC, Williams BA. Radiographic evaluation of pediatric patients with patellofemoral instability. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2022; 15(5): 411-26. doi: 10.1007/s12178-022-09780-5
28. Ruwe PA, Gage JR, Ozonoff MB, DeLuca PA. Clinical determination of femoral anteversion. A comparison with established techniques. *J Bone Joint Surg Am.* 1992; 74(6): 820-30.
29. Hawi H, Kaireit TF, Krettek C, Lioudakis E. Clinical assessment of tibial torsion differences. Do we always need a computed tomography? *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2022; 48(4): 3229-35. doi: 10.1007/s00068-022-01884-4
30. Caton J, Deschamps G, Chambat P, Lerat JL, Dejour H. Les rotules basses. A propos de 128 observations. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 1982; 68(5): 317-25.
31. Blackburne JS, Peel TE. A new method of measuring patellar height. *J Bone Joint Surg Br.* 1977; 59(2): 241-2. doi: 10.1302/0301-620X.59B2.873986
32. Insall J, Salvati E. Patella position in the normal knee joint. *Radiology.* 1971; 101(1): 101-4. doi: 10.1148/101.1.101
33. Salzmänn GM, Weber TS, Spang JT, Imhoff AB, Schottle PB. Comparison of native axial radiographs with axial MR imaging for determination of the trochlear morphology in patients with trochlear dysplasia. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2010; 130(3): 335-40. doi: 10.1007/s00402-009-0912-y
34. Camp CL, Heidenreich MJ, Dahm DL, Bond JR, Collins MS, Krych AJ. A simple method of measuring tibial tubercle to trochlear groove distance on MRI: description of a novel and reliable technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016; 24(3): 879-84. doi: 10.1007/s00167-014-3405-7
35. Wibeg G. Roentgenographs and anatomic studies on the femoropatellar joint: With special reference to chondromalacia patellae. *Acta Orthop Scand.* 1941; 12(1-4): 319-410. doi: 10.3109/17453674108988818

36. Van Huyssteen AL, Hendrix MR, Barnett AJ, Wakeley CJ, Eldridge JD. Cartilage-bone mismatch in the dysplastic trochlea. An MRI study. *J Bone Joint Surg Br.* 2006; 88(5): 688-91. doi: 10.1302/0301-620X.88B5.16866
37. Jibri Z, Jamieson P, Rakhra KS, Sampaio ML, Dervin G. Patellar maltracking: an update on the diagnosis and treatment strategies. *Insights Imaging.* 2019; 10(1): 65. doi: 10.1186/s13244-019-0755-1
38. Schottle PB, Schmeling A, Rosenstiel N, Weiler A. Radiographic landmarks for femoral tunnel placement in medial patellofemoral ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2007; 35(5): 801-4. doi: 10.1177/0363546506296415
39. Ménétrey J, Putman S, Gard S. Return to sport after patellar dislocation or following surgery for patellofemoral instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014; 22(10): 2320-6. doi: 10.1007/s00167-014-3172-5
40. Walsh JM, Huddleston HP, Alzein MM, Wong SE, Forsythe B, Verma NN, et al. The minimal clinically important difference, substantial clinical benefit, and patient-acceptable symptomatic state after medial patellofemoral ligament reconstruction. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol.* 2022; 4(2): e661-78. doi: 10.1016/j.asmr.2021.12.009
41. Nelitz M, Dreyhaupt J, Reichel H, Woelfle J, Lippacher S. Anatomic reconstruction of the medial patellofemoral ligament in children and adolescents with open growth plates: surgical technique and clinical outcome. *Am J Sports Med.* 2013; 41(1): 58-63. doi: 10.1177/0363546512463683
42. Lind M, Enderlein D, Nielsen T, Christiansen SE, Fauno P. Clinical outcome after reconstruction of the medial patellofemoral ligament in paediatric patients with recurrent patella instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016; 24(3): 666-71. doi: 10.1007/s00167-014-3439-x
43. Fink C, Steensen R, Gfoller P, Lawton R. Quadriceps tendon autograft medial patellofemoral ligament reconstruction. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2018; 11(2): 209-20. doi: 10.1007/s12178-018-9476-1
44. Peter G, Hoser C, Runer A, Abermann E, Wierer G, Fink C. Medial patellofemoral ligament (MPFL) reconstruction using quadriceps tendon autograft provides good clinical, functional and patient-reported outcome measurements (PROM): a 2-year prospective study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019; 27(8): 2426-32. doi: 10.1007/s00167-018-5226-6
45. Sherman SL, Deasis DP, Garrone AJ, Voss EE, Oliver HA. Return to play after patellar stabilization. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2018; 11(2): 280-4. doi: 10.1007/s12178-018-9484-1
46. Platt BN, Bowers LC, Magnuson JA, et al. Return to sport after medial patellofemoral ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2022; 50(1): 282-91. doi: 10.1177/0363546521990004
47. Lewallen LW, McIntosh AL, Dahm DL. Predictors of recurrent instability after acute patellofemoral dislocation in pediatric and adolescent patients. *Am J Sports Med.* 2013; 41(3): 575-81. doi: 10.1177/0363546512472873
48. Zaffagnini S, Previtali D, Tamborini S, Pagliazzi G, Filardo G, Candrian C. Recurrent patellar dislocations: trochleoplasty improves the results of medial patellofemoral ligament surgery only in severe trochlear dysplasia. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019; 27(11): 3599-613. doi: 10.1007/s00167-019-05469-4
49. Tan CMP, Zhu Y, Guo L, Loh SYJ. Medial patellofemoral ligament reconstruction with and without trochleoplasty for patients with patella instability-correlation of trochlear dysplasia and patient outcome, classification and outcome measure in the past decade-a systematic review. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2022; 32(4): 595-607. doi: 10.1007/s00590-021-03030-z
50. Ren B, Zhang X, Zhang L, Zhang M, Liu Y, Tian B, et al. Isolated trochleoplasty for recurrent patellar dislocation has lower outcome and higher residual instability compared with combined MPFL and trochleoplasty: a systematic review. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2019; 139(11): 1617-24. doi: 10.1007/s00402-019-03244-1
51. Balcarek P, Rehn S, Howells NR, Eldridge JD, Kita K, Dejour D, et al. Results of medial patellofemoral ligament reconstruction compared with trochleoplasty plus individual extensor apparatus balancing in patellar instability caused by severe trochlear dysplasia: a systematic review and meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017; 25(12): 3869-77. doi: 10.1007/s00167-016-4365-x
52. Longo UG, Vincenzo C, Mannering N, Ciuffreda M, Salvatore G, Berton A, et al. Trochleoplasty techniques provide good clinical results in patients with trochlear dysplasia. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018; 26(9): 2640-58. doi: 10.1007/s00167-017-4584-9
53. Nelitz M, Dreyhaupt J, Williams SRM. No growth disturbance after trochleoplasty for recurrent patellar dislocation in adolescents with open growth plates. *Am J Sports Med.* 2018; 46(13): 3209-16. doi: 10.1177/0363546518794671
54. Sappey-Marinié E, Sonnery-Cottet B, O'Loughlin P, et al. Clinical outcomes and predictive factors for failure with isolated MPFL reconstruction for recurrent patellar instability: a series of 211 reconstructions with a minimum follow-up of 3 years. *Am J Sports Med.* 2019; 47(6): 1323-30. doi: 10.1177/0363546519838405
55. Tompkins MA, Arendt EA. Patellar instability factors in isolated medial patellofemoral ligament reconstructions--what does the literature tell us? A systematic review. *Am J Sports Med.* 2015; 43(9): 2318-27. doi: 10.1177/0363546515571544
56. Song GY, Hong L, Zhang H, Zhang J, Li X, Li Y, et al. Trochleoplasty versus nontrochleoplasty procedures in treating patellar instability caused by severe trochlear dysplasia. *Arthroscopy.* 2014; 30(4): 523-32. doi: 10.1016/j.arthro.2014.01.011
57. Liu JN, Brady JM, Kalbian IL, Strickland SM, Ryan CB, Nguyen JT, et al. Clinical outcomes after isolated medial patellofemoral ligament reconstruction for patellar instability among patients with trochlear dysplasia. *Am J Sports Med.* 2018; 46(4): 883-9. doi: 10.1177/0363546517745625
58. Floyd ER, Ebert NJ, Carlson GB, Monson JK, LaPrade RF. Medial patellofemoral reconstruction using quadriceps tendon autograft, tibial tubercle osteotomy, and sulcus-deepening trochleoplasty for patellar instability. *Arthrosc Tech.* 2021; 10(5): e1249-56.
59. Fu K, Duan G, Liu C, Niu J, Wang F. Changes in femoral trochlear morphology following surgical correction of recurrent patellar dislocation associated with trochlear dysplasia in children. *Bone Joint J.* 2018; 100-B(6): 811-21. doi: 10.1302/0301-620X.100B6.BJJ-2017-1295.R1
60. Li W, Wang Q, Li H, Wang S. Changes in patellar morphology following surgical correction of recurrent patellar dislocation in children. *J Orthop Surg Res.* 2021; 16(1): 607. doi: 10.1186/s13018-021-02779-7
61. Dong CL, Wang YY, Lin W, Chen XB, Xu CY, Wei MZ, et al. Changes in patellar morphology following soft tissue surgical correction of recurrent patellar dislocation in children with low-grade trochlear dysplasia. *Orthop Surg.* 2022; 14(8): 1730-42. doi: 10.1111/os.13193

Conflicto de intereses: ninguno.

Anexo 1: Cuestionario de la escala de Kujala para patología patelofemoral.

Para cada pregunta, envuelva con un círculo la respuesta (letra) adecuada de los síntomas en la rodilla.

- | | |
|---|--|
| <p>1. ¿Tiene usted cojera al caminar?</p> <p>(A) No. (5)</p> <p>(B) Leve o periódica. (3)</p> <p>(C) Constante. (0)</p> | <p>8. ¿Puede permanecer sentado con las rodillas dobladas?</p> <p>(A) Sin dificultad. (10)</p> <p>(B) Siente dolor al sentarse sólo después de hacer ejercicio. (8)</p> <p>(C) Siente dolor constante. (6)</p> <p>(D) Siente un dolor que le obliga a extender las rodillas. (4)</p> <p>(E) No puede. (0)</p> |
| <p>2. ¿Puede soportar el peso del cuerpo al estar en pie?</p> <p>(A) Sí, sin dolor. (5)</p> <p>(B) Sí, con dolor. (3)</p> <p>(C) No, es imposible. (0)</p> | <p>9. ¿Siente dolor en la rodilla?</p> <p>(A) No. (10)</p> <p>(B) Sí, leve y ocasional. (8)</p> <p>(C) Sí, el dolor interfiere con el sueño. (5)</p> <p>(D) Sí, en ocasiones severo. (3)</p> <p>(E) Sí, constante y severo. (0)</p> |
| <p>3. ¿Podría caminar?</p> <p>(A) Una distancia ilimitada. (5)</p> <p>(B) Más de 2 km. (3)</p> <p>(C) Entre 1-2 km. (2)</p> <p>(D) No puede caminar. (0)</p> | <p>10. ¿Tiene hinchazón en la rodilla?</p> <p>(A) No. (10)</p> <p>(B) Sólo después de un esfuerzo intenso. (8)</p> <p>(C) Sólo después de las actividades cotidianas. (5)</p> <p>(D) Todas las noches. (3)</p> <p>(E) Constantemente. (0)</p> |
| <p>4. ¿Podría subir y bajar escaleras?</p> <p>(A) Sin dificultad. (10)</p> <p>(B) Dolor leve al bajar las escaleras. (8)</p> <p>(C) Dolor leve al subir las escaleras. (5)</p> <p>(D) Dolor tanto al subir como al bajar. (3)</p> <p>(E) No puede. (0)</p> | <p>11. ¿Su rótula se mueve anormalmente o es dolorosa (subluxaciones rotulianas)?</p> <p>(A) Nunca. (10)</p> <p>(B) De vez en cuando en las actividades deportivas. (8)</p> <p>(C) De vez en cuando en las actividades diarias. (5)</p> <p>(D) Ha tenido al menos una dislocación. (2)</p> <p>(E) Ha tenido más de 2 dislocaciones. (0)</p> |
| <p>5. ¿Al ponerse en cuclillas?</p> <p>(A) No tiene problemas. (5)</p> <p>(B) Al realizar cuclillas repetidas veces es doloroso. (4)</p> <p>(C) Tiene dolor cada vez que se pone en cuclillas. (3)</p> <p>(D) Puede hacer cuclillas si se apoya. (2)</p> <p>(E) No puede hacerlas. (0)</p> | <p>12. ¿Ha perdido masa muscular (atrofia) del muslo?</p> <p>(A) No. (5)</p> <p>(B) Un poco. (3)</p> <p>(C) Mucha. (0)</p> |
| <p>6. ¿Podría correr?</p> <p>(A) Sin ninguna dificultad. (10)</p> <p>(B) Siente dolor después de correr más de 2 km. (8)</p> <p>(C) Siente dolor leve desde el principio. (5)</p> <p>(D) Siente dolor severo. (3)</p> <p>(E) No puede correr. (0)</p> | <p>13. ¿Tiene dificultad para doblar la rodilla afectada?</p> <p>(A) Ninguna. (5)</p> <p>(B) Un poco. (3)</p> <p>(C) Mucha. (0)</p> |
| <p>7. ¿Podría saltar?</p> <p>(A) Sin dificultad. (10)</p> <p>(B) Con ligera dificultad. (7)</p> <p>(C) Con dolor constante. (3)</p> <p>(D) No puede. (0)</p> | |

Clinical case

doi: 10.35366/120455

Teres major rupture: case report in a jiu-jitsu athlete

Rotura del músculo redondo mayor: informe de un caso en un atleta de jiu-jitsu

Drummond D,* Lopes-Ferreira-Júnior LC,† Paiva-D'Elia LH,§ De Oliveira-Revite LR,¶ Duarte ML||

Universidade de Ribeirão Preto Campus Guarujá. Guarujá (SP), Brazil.

ABSTRACT. The rupture of the teres major muscle is a well-known condition in sports activities like baseball, hockey, and tennis. There is no real consensus in the literature regarding treatment, with approaches varying between functional and surgical methods. While functional treatment appears to be a viable option, there is a lack of evidence indicating significant improvement in medial rotation strength after aforementioned treatment. We report a 30-year-old male with pain below the right armpit for the past 10 days, attributed to jiu-jitsu training which revealed a complete tear of the musculotendinous junction of the teres major and a partial insertional tear (approximately 75% of thickness) of the supraspinatus and infraspinatus tendons, along with atrophy in the musculotendinous transition of the pectoralis major. The patient was treated with analgesic medication, accompanied by physiotherapeutic treatment included electrothermophototherapy, laser/LED therapy, manual therapy, and a structured exercise regimen over 14 weeks, gradually reintroducing sport-specific training.

Keywords: magnetic resonance imaging, sports, shoulder injuries.

RESUMEN. La rotura del músculo redondo mayor es una afección muy conocida en actividades deportivas como el béisbol, el hockey y el tenis. No existe un consenso real en la literatura sobre el tratamiento, y los enfoques varían entre métodos funcionales y quirúrgicos. Si bien el tratamiento funcional parece ser una opción viable, falta evidencia que indique una mejora significativa en la fuerza de rotación medial después de dicho tratamiento. Presentamos a un hombre de 30 años con dolor debajo de la axila derecha durante los últimos 10 días, atribuido al entrenamiento de jiu-jitsu, que reveló un desgarro completo de la unión musculotendinosa del redondo mayor y un desgarro de inserción parcial (aproximadamente el 75% de espesor) de los tendones supraespinoso e infraespinoso, junto con atrofia en la transición musculotendinosa del pectoral mayor. El paciente fue tratado con medicación analgésica, acompañada de tratamiento fisioterapéutico que incluyó electrotermofototerapia, terapia con láser/LED, terapia manual y un régimen de ejercicio estructurado durante 14 semanas, reintroduciendo gradualmente el entrenamiento deportivo específico.

Palabras clave: imágenes por resonancia magnética, deportes, lesiones de hombro.

* Internal Medicine, Universidade de Ribeirão Preto Campus Guarujá. Guarujá (SP), Brazil. ORCID: 0000-0002-0695-410X

† Orthopedist, Clínica Santa Marcelina. Santos (SP), Brazil. ORCID: 0009-0003-7544-3156

§ Physical educator and physiotherapist, Live Core Funcional. Santos (SP), Brazil. ORCID: 0009-0005-2147-7718

¶ Physiotherapist. Clínica Santa Marcelina. Santos (SP), Brazil.

|| Professor of radiology, Universidade de Ribeirão Preto Campus Guarujá, Guarujá (SP), Brazil. Master and PhD degrees in Evidence-Based Health at UNIFESP, São Paulo, Brazil to Professor of Radiology, Universidade de Ribeirão Preto Campus Guarujá, Guarujá (SP), Brazil. Radiologist at Diagnósticos da América S.A. - DASA, São Paulo (SP), Brazil. ORCID: 0000-0002-7874-9332

Correspondence:

Márcio Luís Duarte, MD

Radiologist. Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP) – Campus Guarujá.

Av. D. Pedro I, 3.300, Enseada, Guarujá-SP, Brazil. Zip code: 11440-003.

E-mail: marcioluisduarte@gmail.com

Received: 03-29-2024. Accepted: 09-23-2024.

How to cite: Drummond D, Lopes-Ferreira-Júnior LC, Paiva-D'Elia LH, De Oliveira-Revite LR, Duarte ML. Teres major rupture: case report in a jiu-jitsu athlete. Acta Ortop Mex. 2025; 39(4): 231-235. <https://dx.doi.org/10.35366/120455>



Introduction

The teres major muscle originates from the posterior and inferior aspect of the lateral border of the inferior angle of the scapula. Its insertion occurs on the medial lip of the intertubercular groove, serving to adduct and medially rotate the arm.¹ Innervation is provided by the lower subscapular nerve, originating from C5 and C6 roots. This muscle plays a crucial role in arm adduction, internal rotation, and retroversion in relation to the chest, forming a functional unit with the latissimus dorsi muscle.²

Both the teres major and latissimus dorsi muscles play a significant role in the acceleration and follow-through phases of throwing, contributing to force generation and shoulder joint stability during the throwing process. Reported cases of injuries in throwers may occur more frequently during slow-speed throws and also during upper limb traction in water skiing, as described by Fitzpatrick et al.¹ Although rare, ruptures of the teres major muscle can pose notable challenges to an athlete's performance.³ There is a growing incidence of teres major and latissimus dorsi muscle ruptures in professional baseball throwers.³

Differential diagnoses can be demonstrated through magnetic resonance imaging (MRI) findings, complemented by clinical history. Myotendinous strains or tears result from forced muscle stretching during contraction, also known as eccentric contraction.¹ Muscle contusions present a more focal area of signal increase between muscle fibers, similar to a strain, accompanied by muscle size enlargement. However, there is no clear disruption of muscle fibers.¹ Signal increase within muscle fibers can also be observed in cases of acute denervation, distinguished from muscle strains by the absence of perifascial edema and involvement of a nerve territory, along with increased fluid-sensitive signal and/or enhancement in the peripheral nerve.¹

The aim of this article is to report a rare case of a complete rupture of the teres major musculotendinous junction in a jiu-jitsu athlete and to contribute to the literature by highlighting key aspects of diagnosis, treatment, and rehabilitation. This case emphasizes the importance of an expanded MRI field of view with oblique, coronal and sagittal sequences for accurate imaging assessment. Additionally, it provides a detailed 14-week conservative rehabilitation protocol, demonstrating a successful non-surgical approach for return to sport. The discussion also explores the role of biomechanical imbalances due to prior injuries in predisposing athletes to teres major rupture, offering insights into injury prevention and management strategies.

Clinical case

A 30-year-old male with pain below the right armpit for the past 10 days. He reported asthma since childhood, treated with budesonide. Neither additional medical conditions nor previous surgeries were notified. Besides the practice of

jiu-jitsu, the patient also engages in weightlifting. jiu-jitsu athlete mentioned that the pain started after training.

On physical examination, he showed a limited right shoulder range of motion without signs of instability, palpation tenderness, and swelling in the axillary region. He exhibited reduced strength for internal rotation, adduction, and extension movements, reporting pain rated 7/10 during these motions, clinical maneuvers namely Hawkins-Kennedy test, Neer test, drop arm test were positive whereas Speed test was negative.

Two years prior, a right shoulder MRI revealed tendinopathy with partial supraspinatus and infraspinatus tears, and four years ago, a complete tear of the left pectoralis major tendon. A recent MRI (protocol: coronal T1 and DP FAT SAT, sagittal T2 and DP FAT SAT and axial DP FAT SAT of the shoulder and coronal T1, T2 and T2 STIR, axial T1 and DP FAT SAT and sagittal DP FAT SAT of the chest) detected a complete rupture of the musculotendinous junction of the teres major and latissimus dorsi with a 4.0 cm retraction, along with a partial insertional tear (about 75% of thickness) of the supraspinatus and infraspinatus tendons, and atrophy in the musculotendinous transition of the pectoralis major-all injuries on the right side, as well as mild liposubstitution of the teres major muscle on the right (*Figures 1 to 3*).

As a medication, only oral analgesic medication was used, but physiotherapeutic treatment included electrothermophototherapy laser therapy/LED therapy (photobiomodulation), fascial manual therapy, shoulder joint mobilization for two weeks, followed by three weeks of electrothermophototherapy (as needed), mobility exercises, periscapular muscle activation, isometric rotator cuff and latissimus dorsi exercises controlling pain-free range. In the following four weeks, periscapular muscle strengthening, isotonic exercises with elastic resistance for rotator cuff and latissimus dorsi muscles, and initiation of open and closed kinetic chain sensorimotor training began. In the last five weeks of physiotherapeutic treatment, concentric and eccentric isotonic exercises intensified, along with open and closed kinetic chain sensorimotor training, and the initiation of sport-specific training, in this case, Jiu-Jitsu. The total treatment duration was 14 weeks.

Discussion

Pathologically, teres major injuries result from various traumas, including traction trauma with the upper limb extended during the eccentric phase of muscle contraction, opposing sudden traction. This injury mechanism often manifests in cases such as the one described above, due to immobilization positions in jiu-jitsu. In summary, athletes have a higher association with this type of injury, as seen in baseball and water skiing. Teres major rupture has also been reported in hockey, tennis, golf, cricket, combat sports, and football goalkeepers.²



Figure 1:

Coronal MRI in the PD SPIR sequence (A) demonstrating the normal anatomy of the teres major muscle (white asterisk) and in the T2 STIR sequence (B) demonstrating the rupture of the myotendinous junction of the teres major (white circle).

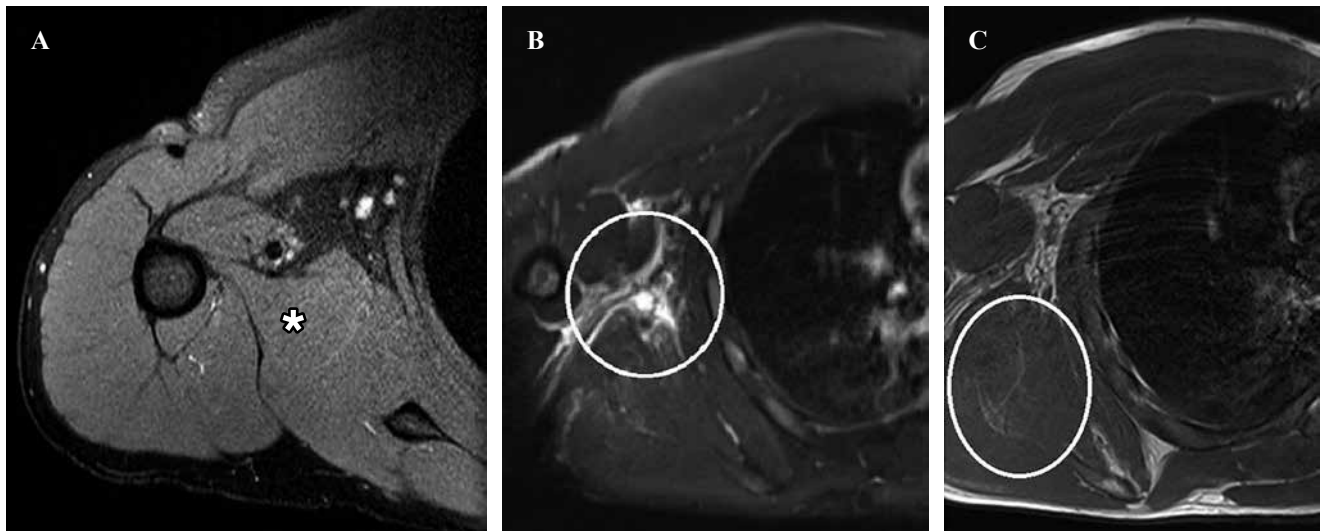


Figure 2: MRI in the axial section in the PD SPIR sequence (A) demonstrating the normal anatomy of the teres major muscle (white asterisk), in the T2 DP FAT SAT sequence (B) demonstrating the rupture of the myotendinous junction of the teres major (white circle) and on T1 sequence (C) demonstrating slight liposubstitution of the teres major muscle.



Figure 3:

MRI in the sagittal section in the PD SPIR sequence (A) demonstrating the normal anatomy of the teres major muscle (white asterisk), in the DP FAT SAT sequence (B) demonstrating the rupture of the myotendinous junction of the teres major (white circle).

Clinically, patients complain of intense pain with a tearing sensation in the axillary region corresponding to functional disability.² On clinical examination, edema is detected on the lateral border of the scapula, eventually corresponding to a hematoma and muscle traction, which can lead to reduced mobility in all axes.^{1,4}

Regarding imaging exams, in suspected teres major muscle injuries, the field of view in shoulder MRI should be expanded to visualize the teres major muscle in its entirety. Ideally, obtaining specific oblique coronal and oblique sagittal images of the teres major muscle in parallel and perpendicular to the normal course of muscle fibers and tendons provides a more detailed view of the muscular belly, tendon insertion, and musculotendinous junction.¹ Treatment options range from conservative approaches, including physiotherapy and strengthening exercises, as conducted in the reported patient, to surgical interventions. The choice of the ideal treatment depends on various factors, including the extent of injuries, the patient's age, and their aspiration to return to sports. There are various treatment forms, including functional ones using rotator cuff strengthening exercises.⁴

Four studies stand out in evaluating teres major rupture. In a study by Erickson et al., 20 sports participants (16 baseball throwers, 10 professional athletes, one kitesurfer, one rugby player, one weightlifter, and one water skier) with an average age of 26 ± 9.3 years were analyzed. Four patients were treated conservatively, and 16 underwent surgery, with five patients with complete rupture attempting unsuccessful conservative treatment, requiring surgical intervention for resolution and return to sports. The treatment time was 8.7 ± 3.3 months.³

Fitzpatrick et al. reported a 53-year-old man who experienced a water-skiing accident, showing mild MRI stretching at the insertion of the teres major tendon, partial myotendinous rupture of the upper (cranial) muscle fibers with complete myotendinous rupture of the lower (caudal) fibers, conservatively treated with physiotherapy. Physiotherapy included shoulder range of motion, rotator cuff, and periscapular muscle mobility, strength, proprioception exercises, as well as ultrasound therapy and massage three times a week for six weeks. Fourteen weeks after the injury, the patient was pain-free and back to all normal activities and swimming without appreciable limitations.¹

Cousin et al. reported a 39-year-old firefighter injured during water skiing. MRI showed an isolated avulsion of the teres major muscle, without involvement of the latissimus dorsi and the teres minor. With conservative treatment using physiotherapy, the patient attended for six weeks describing residual pain in the posterior face of the proximal humerus. Clinical examination revealed a normal range of motion. He was able to intensify rehabilitation, and at six months, he no longer complained of muscle weakness or pain.² Takase reported a 21-year-old man with sudden right shoulder posterior region pain after hitting a tennis ball above the

head. MRI showed a complete rupture of the teres major muscle belly.⁴ For two weeks, the patient was treated with sling immobilization, followed by shoulder range of motion exercises. At seven weeks, rotator cuff strengthening exercises began, and at four months, the patient was allowed to gradually return to tennis. Six months after the injury, the patient was pain-free.

Most teres major injuries occur at the musculotendinous junction, with standard MRI classification criteria used for assessment. While most reported cases describe partial ruptures, the present case involved a complete rupture of the musculotendinous junction of the teres major, along with a partial insertional tear (about 75% of its thickness) of the supraspinatus and infraspinatus tendons and atrophy at the musculotendinous transition of the pectoralis major. The patient's history suggests a biomechanical imbalance, as a previous left pectoralis major rupture resulted in decreased strength of the internal shoulder rotators and scapula abductors on that side, leading to compensatory eccentric function of the right external rotator muscles, particularly the supraspinatus and infraspinatus. Over time, excessive activation of the teres minor muscle may have contributed to increased tension and susceptibility to injury of its antagonist, the teres major, ultimately leading to rupture. Notably, this is the first reported case of a teres major rupture in a jiu-jitsu athlete.

Additionally, the injury to the teres major can lead to the development of scapular dyskinesis, an abnormal scapular movement often observed in shoulder injuries.⁵ Dyskinesis occurs when there is an imbalance in the muscles that control the scapula, leading to improper movement during arm motions.⁶ In the case of the patient described, the injury to the teres major may have caused overloading of the periscapular muscles, such as the serratus anterior and rhomboids, which attempt to compensate for the loss of function of the teres major. This can result in abnormal scapular mechanics, with excessive elevation or internal rotation, further compromising shoulder function. Clinical assessment of scapular dyskinesis can be performed through specific tests, such as the scapular repositioning test and evaluating the function of the serratus anterior, both essential for identifying muscular compensations that affect scapular stability.⁷ Treatment for this condition should involve exercises focused on stabilizing and strengthening the periscapular muscles, aiming to restore normal scapular mechanics and improve shoulder function, especially in athletes where precise scapular control is critical for performance.⁷

A crucial aspect of diagnosing these injuries is the imaging approach, particularly MRI with an expanded field of view. Since standard shoulder MRI protocols may not fully visualize the teres major, oblique coronal and sagittal sequences aligned with muscle fibers should be obtained. However, in this case, these sequences were not performed due to the medical request being limited to chest and shoulder imaging. This highlights the potential

for misdiagnosis or underestimation of injury severity if imaging is not adequately tailored. Recognizing subtle findings such as mild liposubstitution and atrophy in chronic or recurrent cases can be essential for treatment planning, and future studies should explore correlations between early MRI findings and treatment outcomes. Therapeutically, this case reinforces the efficacy of conservative management, as the patient successfully returned to sport following a structured 14-week rehabilitation program. This progressive protocol emphasized pain control, mobility exercises, gradual strengthening of the periscapular and rotator cuff muscles, and eventual sport-specific training. The integration of isometric, isotonic, and sensorimotor exercises appears to have been key in restoring function while minimizing re-injury risk. While surgical intervention is sometimes necessary, particularly for elite athletes, this case suggests that conservative treatment should be the first-line approach for non-throwing athletes or those with sufficient compensatory muscle function. However, despite documented success with both conservative and surgical management in various sports such as baseball players, tennis players, fighters, and other elite athletes, there remains no established treatment algorithm to guide the decision between these approaches. Further studies are needed to define optimal treatment strategies based on injury severity, sport type, and functional demands.

Conclusion

This case presents a challenging scenario due to the rare complete rupture of the musculotendinous junction of the teres major, further complicated by an almost complete tear of the rotator cuff, including significant involvement of the supraspinatus and infraspinatus tendons. The presence of both injuries made it difficult to determine whether conservative or surgical management would be the most appropriate approach. MRI proved invaluable in confirming the diagnosis, particularly with the need for an expanded field of view to fully assess the teres major muscle and the rotator cuff tendons. The decision for conservative treatment was made based on the patient's clinical status, including the physical examination findings, which showed reduced strength in internal rotation, adduction, and extension, but no instability. A structured rehabilitation program aimed at restoring shoulder function, focusing on strengthening the periscapular muscles and rotator cuff, ultimately allowed the patient to return to sport. This case highlights the need for a careful, individualized approach, weighing both the extent of muscle injuries and the patient's athletic goals. The

absence of clear treatment algorithms for combined teres major and rotator cuff injuries underscores the importance of further research into optimizing treatment strategies and defining the role of conservative management in such complex cases.

References

1. Fitzpatrick D, Cagle P, Flatow E. Isolated teres major rupture: a case report with a suggested dedicated imaging protocol and review of the literature. *J Radiol Case Rep*. 2016; 10(4): 31-6. doi: 10.3941/jrcr.v10i4.2674.
2. Cousin J, Crenn V, Fouasson-Chailloux A, Dauty M, Fradin P, Gouin F, et al. Isolated rupture of the teres major muscle when water skiing: a case report and literature review. *Case Rep Orthop*. 2018; 2018: 3806534. doi: 10.1155/2018/3806534.
3. Erickson BJ, Chalmers PN, Potter HG, Altchek DW, Romeo AA. Magnetic resonance imaging grading system for tears of the latissimus dorsi and teres major. *Orthop J Sports Med*. 2019; 7(3): 2325967119826548. doi: 10.1177/2325967119826548.
4. Takase K. Isolated rupture of the teres major muscle. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2008; 38(7): 439. doi: 10.2519/jospt.2008.0407.
5. Jeong JH, Kim YK. Association of scapular dyskinesis with neck and shoulder function and training period in brazilian ju-jitsu athletes. *Medicina (Kaunas)*. 2023; 59(8): 1481. doi: 10.3390/medicina59081481.
6. Longo UG, Risi Ambrogioni L, Berton A, Candela V, Massaroni C, Carnevale A, et al. Scapular dyskinesis: from basic science to ultimate treatment. *Int J Environ Res Public Health*. 2020; 17(8): 2974. doi: 10.3390/ijerph17082974. Erratum in: *Int J Environ Res Public Health*. 2020; 17(11): E3810. doi: 10.3390/ijerph17113810.
7. Hickey D, Solvig V, Cavalheri V, Harrold M, McKenna L. Scapular dyskinesis increases the risk of future shoulder pain by 43% in asymptomatic athletes: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2018; 52(2): 102-10. doi: 10.1136/bjsports-2017-097559.

Ethical responsibilities

Human beings and animals' protection: disclosure the authors state that the procedures were followed according to the declaration of Helsinki and the World Medical Association regarding human experimentation developed for the medical community.

Data confidentiality: the authors state that they have followed the protocols of their Center and Local regulations on the publication of patient data. Rights to privacy and informed consent: The authors have obtained the informed consent of the patients and/or subjects referred to in the article. This document is in the possession of the correspondence author.

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

Financial disclosure: authors state that no economic support has been associated with the present study.

Clinical case

doi: 10.35366/120456

Tuberculosis tenosynovitis in the wrist: a case report

Tenosinovitis tuberculosa en la muñeca: presentación de un caso

Penagos R,* De Los Reyes R,* Cortés-Molano M,† Sarzosa-Varona S,‡
 Rivera-Molano CE,§ Cortés-Molano MA,¶ Urueña-Barrios S||

Universidad de Manizales, Manizales, Caldas Colombia.

ABSTRACT. Articular tuberculosis is a rare condition, with extrapulmonary presentations most commonly appearing in joints such as the hip or knee. It is usually associated with conditions like immunosuppression or a history of pulmonary tuberculosis. Diagnosis involves imaging or pathology, and treatment typically involves surgical intervention along with medication. Here is the case of a 25-year-old male from Barranquilla, Colombia. He lacks classical risk factors for pulmonary tuberculosis but has a history of open reduction of a traumatic fracture in his right distal radius four years ago. He presented with persistent pain, joint swelling, and limited movement, leading to removal of the osteosynthesis material. Despite this, the pain persisted, prompting further investigation with X-ray and MRI of the wrist. These imaging studies revealed findings compatible with tuberculosis. Based on these results, the medical team opted for a surgical procedure. An oncological resection of the synovium was performed, and the material that was removed was used for histological studies to confirm suspicions of extrapulmonary tuberculosis. Following these procedures, the patient underwent physical therapy and began tuberculosis medication, resulting in significant improvement of his symptoms.

Keywords: tuberculosis, extrapulmonary tuberculosis, osteoarticular tenosynovitis, wrist.

RESUMEN. La tuberculosis articular es una condición poco frecuente, incluso entre las formas extrapulmonares, y ocurre especialmente en articulaciones como cadera y rodilla. Suele estar asociada a condiciones como inmunosupresión o antecedente de tuberculosis pulmonar. El diagnóstico se realiza tanto por imagenología como por patología, y el tratamiento generalmente implica intervención quirúrgica adicional al manejo farmacológico. Este es el caso de un hombre de 25 años, procedente de Barranquilla (Colombia), sin factores de riesgo clásicos para tuberculosis extrapulmonar, pero con antecedente de cuatro años atrás de reducción abierta de fractura traumática en radio distal derecho. Consulta por persistencia del dolor y la limitación funcional, motivo por el cual se retira el material de osteosíntesis. Dada la persistencia del dolor se decidió realizar estudios complementarios, dentro de los cuales se realizaron radiografía y resonancia nuclear magnética (RNM) de muñeca, en las cuales se tuvieron hallazgos sugestivos y confirmatorios de tuberculosis articular de muñeca, respectivamente. Como conducta quirúrgica, se realizó sinovectomía con toma de muestra de patología, que posteriormente confirmó el diagnóstico. Posterior al tratamiento quirúrgico, y en conjunto con manejo farmacológico para este tipo de tuberculosis y terapia física, el paciente refiere mejoría del cuadro clínico.

Palabras clave: tuberculosis, tuberculosis extrapulmonar, tenosinovitis osteoarticular, muñeca.

* Hand and Upper Extremity Surgeon, Portoazul Auna Clinic-Barranquilla. Colombia.

‡ Fourth-year Resident, Orthopedics and Traumatology, Universidad Libre Barranquilla. Colombia

§ Specialist in Epidemiology, Master in Public Health, Universidad de Manizales. Colombia.

¶ Medicine Physician, Institución Universitaria Visión de las Américas. Colombia.

|| Internal Medicine Physician, Universidad de Manizales. Colombia.

Correspondence:

Santiago Urueña-Barrios

E-mail: suruena76412@umanizales.edu.co

Received: 05-15-2024. Accepted: 09-12-2024.

How to cite: Penagos R, De Los Reyes R, Cortés-Molano M, Sarzosa-Varona S, Rivera-Molano CE, Cortés-Molano MA, Urueña-Barrios S. Tuberculosis tenosynovitis in the wrist: a case report. Acta Ortop Mex. 2025; 39(4): 236-241. <https://dx.doi.org/10.35366/120456>



Introduction

Tuberculosis (TB) continues to be one of the most frequent infections worldwide, with 7.5 million new cases in 2022, it has marked the highest number since 1995 and remains the second leading cause of death from infectious agents. Overall, this pathology is more common in adult men, although the incidence in individuals living with HIV, malnutrition, and those with lower per capita GDP, among others are also relevant.¹ Diagnosis for this pathology continues to be predominantly bacteriological (63% of total diagnoses), while treatment is exclusively pharmacological, with success rates of 88% and 63% in sensitive and resistant cases.¹

Although tuberculosis primarily affects the lungs, it can also influence other organs such as the intestines, meninges, bones, joints, and lymph nodes. This spread occurs through hematogenous and lymphatic dissemination from primary foci.^{2,3} Approximately 50% of cases⁴ exhibit a co-infection of both pulmonary and extrapulmonary TB, while isolated extrapulmonary TB represents between 15 and 20% of all TB cases.⁵ It has been identified that it is more common in patients with immunosuppression, widely explored with a relationship with type 2 diabetes mellitus (T2D).

Within the extrapulmonary forms, as mentioned earlier, there are osteoarticular forms representing between 2 and 5% of total tuberculosis cases worldwide, a variation largely dependent on population and demographic phenomena rather than clinical factors.^{2,6} This form has lower mortality compared to other extrapulmonary TB forms such as miliary or central nervous system TB, which can be related to its localized involvement and lack of vital organ affectation.⁷

Osteoarticular TB was more frequent in men with two age peaks, young adults and older adults, often coinciding with comorbidities such as T2D, HIV, acute respiratory infection, and chronic kidney disease.⁶ In Colombia in 2021, extrapulmonary forms accounted for 16.1% of total cases, with the most common being pleural, meningeal, and lymph node involvement; whereas osteoarticular TB ranked fifth at 5.3%, dropping to 0.8% when comorbid with HIV.⁸ Among osteoarticular TB cases, the most frequently affected joints are the hip and knee, while in terms of bones,^{2,9,10,11} the most affected are the vertebrae.^{2,3}

Osteoarticular TB commonly presents as tenosynovitis, particularly in the hand. But it can also manifest as osteomyelitis of the carpal, metacarpal, and phalangeal bones. In its tenosynovitis form, it is more likely to affect flexor and ulnar areas, compared to its extensor and radial counterparts. Another manifestation is palmar ganglion, which can even generate symptoms of carpal tunnel syndrome.¹²

Clinically, osteoarticular TB presents with typical symptoms including pain, deformity, functional limitation, erythema, and conventional abscess formation.^{3,10} Additionally, it may present with cold abscesses and tuberculous ulcers; however, general symptoms such as

fever, anorexia, and weight loss occur in less than one-third of cases.² It is worth noting that in wrist and hand involvement, a «sausage-shaped mass» may develop around the tendons, which limits functionality.¹² Regarding its presentation, the most common form is monoarticular³ with an initial synovial involvement followed by articular involvement^{2,13} described in five phases: synovitis, early arthritis, late arthritis, advanced arthritis with dislocation, and terminal arthritis.²

In terms of imaging modalities, radiographs show nonspecific findings.¹² Phemister's triad describes findings in cases of tuberculosis affecting the appendicular skeleton, including osteopenia or osteoporosis, peripheral bone erosion, and joint space narrowing. Magnetic resonance imaging (MRI) is highly sensitive for identifying lesions in bones and surrounding soft tissues. Common findings in the appendicular skeleton include synovitis, tenosynovitis, edema, and bone marrow erosion, as well as periarticular abscesses^{2,3} known as the «rice grains» sign, which surround the synovial sheath, especially in cases of wrist tenosynovitis.¹² Although ultrasound is recommended for guiding procedures such as drainage, it is not recommended as a diagnostic method.

Nevertheless, for this type of tuberculosis, culture remains the gold standard, as it not only serves for microbiological identification but also for resistance evaluation, a condition that is currently of great clinical value.^{2,3} On the other hand, other types of serological tests, laboratories for the measurement of acute phase reactants as markers of infection or inflammation,^{3,12} as well as other indirect methods, are not widely recommended.²

Regarding microbiological diagnosis, cultures have achieved a positivity rate of up to 57.97% within a maximum of eight weeks in patients who have not previously received anti-tuberculosis treatment, although this data has ranged from 14.5 to 83.8%. While cultures commonly find *Mycobacterium tuberculosis* as the most prevalent pathogen (60%) in osteoarticular tuberculosis, *M. bovis* and non-tuberculous mycobacteria are also detected. Therefore, it is suggested to use culture, strain identification, and resistance evaluation conventionally.¹⁴

In general, diagnostic criteria or methodologies have not been defined, and clinical as well as paraclinical tests are usually used as a consideration for the diagnosis. Thus, the following three criteria must be met: clinical manifestations, imaging findings, and microbiological demonstration by culture or response to anti-tuberculosis drugs.³ It is even considered that diagnosis in the initial phases is rare and is often diagnosed in the severe arthritis phase.¹³ However, in countries like India where access to surgical intervention is difficult due to infrastructure and human talent limitations, the diagnosis focuses on clinical suspicion, imaging such as MRI, laboratory results, and cultures obtained through non-surgical procedures.²

Treatment, in addition to including the established anti-tuberculous treatment regimens defined by local guidelines,

according to identified resistance profiles, should also include surgical management.¹⁴ Surgical management can range from debridement to arthroplasty^{3,12} considering that, for some authors, aggressive debridement is essential not only for treatment but also for preventing recurrence.⁹ The effectiveness of surgical intervention has been evaluated in TB of the hip, knee, ankle, and shoulder, but not with wrist or hand joints.³

Regarding the recommendation for surgical intervention for the management of wrist tenosynovitis, it is limited to cases where there is no improvement with anti-tuberculous pharmacological treatment, unless there is a presence of complications such as nerve compression, imminent bone collapse, abscess drainage, deformity correction, and removal of foreign bodies, among others.¹²

In a case from Indonesia, the patient presented with mild progressive edema, mild pain, and nocturnal fever; which eventually led to the formation of an abscess. Radiographic findings revealed lytic lesions of the carpal bones and the distal part of both the ulna and radius. Laboratory tests only showed elevated PCR and positive Mantoux (tuberculin) test results, while ultrasound showed a multilocular collection with intra-articular extension. Surgically, this case approaches from both the extensor and flexor sides, performing debridement and curettage, followed by immobilization with a thermoplastic splint. The pathology result was negative for *M. tuberculosis* but positive for granulomatous reaction and PCR for tuberculosis, which confirms osteoarticular TB.¹⁵

Similarly, a 35-year-old woman in Indonesia experienced wrist joint pain for a year. She consulted a healthcare provider and received an initial diagnosis of rheumatoid arthritis, leading to the initiation of pharmacological management. However, after a month of treatment, her pain worsened, accompanied by local edema onset. Alongside clinical observations, the patient exhibited a deformity in the affected wrist and experienced functional limitations. General laboratory tests revealed elevated ESR and PCR levels. Although a synovial fluid sample was obtained, it remained unanalyzed due to contamination concerns. Ultrasound imaging indicated severe joint hyperemia, X-ray findings showed osteoporosis and irregularity in radiometacarpal joint surfaces, while MRI results indicated joint destruction, periarticular tenosynovitis, and suggestive joint edema of infection. Consequently, the patient was managed with intravenous antibiotics.¹⁰

After one month into her treatment, the patient showed no improvement in symptoms. Eventually, a synovial biopsy was conducted, revealing granulomatous inflammation with caseation, which was a strong indicator of joint tuberculosis. Although acid-fast bacilli (AFB) were not detected, *M. tuberculosis* growth was evident in culture. Initial management involved anti-tuberculous drugs, followed by surgical debridement and synovectomy.¹⁰

Other clinical cases reported from Malaysia, United States and Colombia involved a 70-year-old woman,

31-year-old man and 42-year-old man, respectively. Of these cases, only the first two had a history that is considered risk factors, while in all cases, the diagnosis was made by imaging tests, especially MRI. The three cases underwent surgical intervention, finding purulent material and other signs of inflammation and joint involvement, confirming diagnosis by pathology and laboratory in the last two cases, respectively. For the first two cases, combined treatment with anti-tuberculosis medications was reported, complementary to surgical conduct.^{9,11,13}

Description of the clinical case

A 25-year-old man working as a warehouse assistant in a grocery store who is from Barranquilla, Colombia suffered a fracture of the right distal radius four years ago in a work-related accident. The patient has no notable medical history, including anything related to immunosuppression as intravenous drug use or type 2 DM, which was ruled out by laboratory tests. This fracture was treated with open reduction and internal fixation. However, his recovery was complicated, characterized by slow rehabilitation, persistent pain, and restricted function in his right wrist. Consequently, it was decided to remove the osteosynthesis material.

Despite the expectation of symptom improvement, it was found that even with the appropriate analgesic management, there was no adequate improvement. He continued to experience wrist pain with mild joint swelling, without other related signs, and general symptoms such as malaise, weakness, or sweating, no vital sign alterations such as fever or tachycardia, and no localized signs in other joints.

Given the case's evolution, it was decided to perform complementary studies, starting with a wrist X-ray, which showed no abnormalities of any kind. Similarly, a soft tissue ultrasound was performed, which reported tenosynovitis of the flexor tendons and an increase in the transverse area of the median nerve with an edematous appearance. These findings were considered diffuse and did not allow for a definitive diagnosis.

Thus, additional assessment via MRI revealed the «rice grain» sign (*Figure 1*), a hallmark of osteoarticular TB. Consequently, it was deemed appropriate to conduct a synovectomy of the right wrist. This surgical procedure aimed to achieve two objectives: firstly, to therapeutically eliminate all encountered granulomatous tissue (*Figure 2*), and secondly, to send the excised tissue for pathological examination. Following tissue removal, it was noted that the area was devoid of adhesions and any additional biological elements before closure (*Figure 3*).

Upon receiving the pathology results, it showed to be positive for acid-fast bacilli (AFB) upon Ziehl-Neelsen (ZN) staining, thus confirming the diagnosis of osteoarticular TB. Given that the surgical management had been correctly performed, this was complemented with antibacterial and antituberculous therapy according to current guidelines.

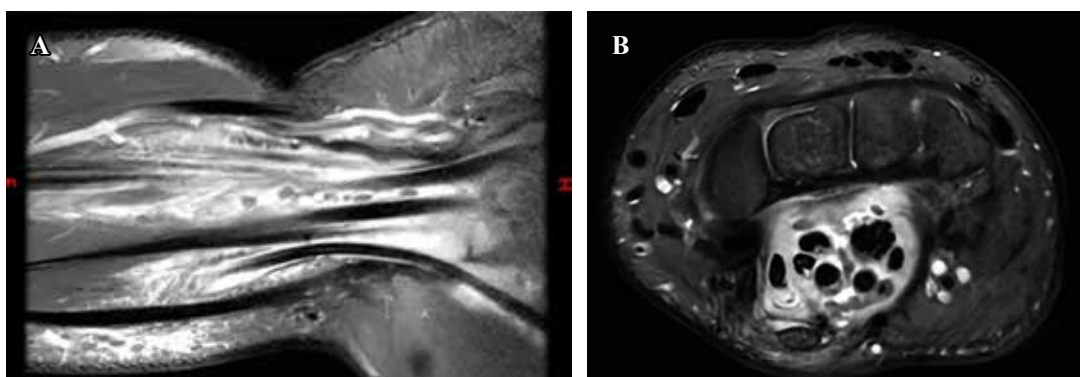


Figure 1: A) Magnetic resonance imaging of the hand, coronal section. Granulomatous synovitis is observed, with «rice grain» figures at the bases of the metacarpals extending to the distal portion of the intermediate column of the radius. B) Magnetic resonance imaging of the hand, transverse section. Granulomatous synovitis is observed, with «rice grain» figures at the bases of the metacarpals extending to the distal portion of the intermediate column of the radius.

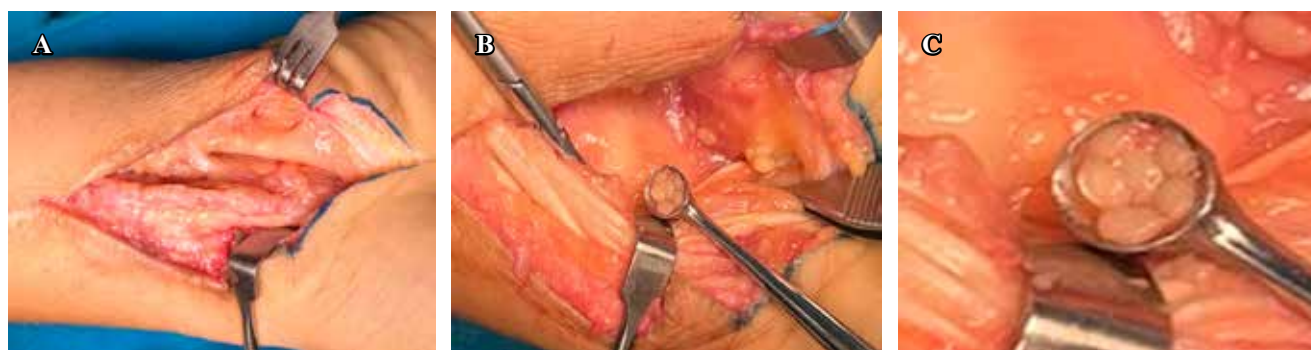


Figure 2: A) Intraoperative image of the volar flexor aspect, Henry's approach. Granulomatous tissue is evident along the flexor tendons in the distal forearm region. B) Intraoperative image of the volar flexor aspect, Henry's approach. Granulomatous lesions compatible with «rice grain» lesions are evident (close-up in image 2-3). C) Intraoperative image of the volar flexor aspect, Henry's approach. Close-up of «rice grain» lesions.



Figure 3: Intraoperative image of the volar flexor aspect, Henry's approach. The final state of the lesion area after debridement and synovectomy.

As complementary management, a 3-month physiotherapy regimen was prescribed. Subsequently, improvement in symptoms was observed, with mild residual joint pain, no functional limitations, or other related symptoms. Currently, the patient awaits

the 12-month orthopedic follow-up for prognosis determination and possible discharge from this specialty. Moreover, a review by the infectious disease specialist is pending to assess the evolution and closure of the extrapulmonary TB aspect in general.

Discussion

In this case, it is striking to see how a young patient, despite having no notable medical history, is diagnosed with extrapulmonary osteomuscular TB in the right wrist. This is interesting because medical literature commonly associates these extrapulmonary forms with conditions like T2D, HIV, CKD, and others,^{4,6,12} all of which were ruled out for this particular patient.

One important consideration in this case is that Barranquilla, the patient's hometown, is categorized by the Colombian National Institute of Health (INS) as having a TB burden, surpassing the 75th percentile nationally. This suggests that it is an area where TB has a significant impact, with a mortality rate exceeding 16.3%, aligning with the idea that the risk of developing an extrapulmonary

form of TB is influenced by epidemiological factors, such as residing in an endemic TB area. This observation is consistent with reported cases from Indonesia, Malaysia, and Medellín, Colombia.^{9,10,13,15}

Furthermore, the only significant history reported for this patient was the osteosynthesis procedure in the same forearm four years prior to the presentation of the described pathology, which is not commonly associated with this type of TB. Recent literature review reveals more cases of infection by various mycobacteria in post-hip and knee replacements, differing from the prior procedures in this patient.

Clinically, the presentation included symptoms of slowly evolving pain and functional limitation, consistent with literature descriptions,^{3,10} and no other general symptoms such as fever, weakness, or sweating, which may be present in less than one-third of cases.⁹ It is worth noting that the presentation in this case was a flexor region tenosynovitis, aligning with the expected pathology.¹²

Regarding diagnostic aspects, clinical ambiguity was notable as symptoms were mild pain and functional limitation, which, in the absence of risk factors for extrapulmonary TB, did not provide clinical clues for an accurate diagnostic suspicion. Additionally, radiographic studies did not show clinically significant findings, while ultrasound, although nonspecific, allowed for structuring the diagnostic suspicion, consistent with its diagnostic use in previous cases, rather than as a guide for procedures as suggested in the literature.¹²

On the other hand, the MRI showed the typical «rice grain» signs,¹² allowing for a focused diagnosis and leading to the decision to perform open exploration for management and tissue sampling. Additionally, this test was decisive in four out of the five cases analyzed in the background,^{9,10,11,13} confirming its relevance for diagnosis.

Finally, while granulomatous lesions typical of such cases were discovered through direct visual inspection,^{1,12,13} the diagnosis was officially established through pathology, which confirmed the presence of acid-fast bacilli (AFB) in the tissue. This discovery aligns with findings reported in up to 57.97% of cases.¹⁴ It is crucial to note that in all cases reviewed for this report, the surgical procedure involved debridement,^{9,10,11,13,15} as recommended by the literature^{9,14} and consistent with the approach taken in the case presented here.

Regarding the treatment of the presented case, several aspects must be considered:

Surgical intervention was contemplated from the beginning as both diagnostic for tissue sampling and therapeutic with the performance of debridement and synovectomy, given that the latter should be performed regardless of confirmation or origin of the lesions.

Although the literature does not specifically address combined management with physical therapy, considering the patient's background and the intervention

performed, this management is essential for successful joint recovery.

Antibiotic management followed clinic protocol schemes. This aims to avoid infectious complications given the nature of the lesion suspicion at the time of surgical approach.

While antituberculous management was indicated according to current guidelines, evaluation and follow-up by infectious disease specialists are necessary due to the atypical nature of this case, as it lacks the typically related risk factors for extrapulmonary tuberculosis forms.

Conclusion

Extrapulmonary osteoarticular tuberculosis cannot be ruled out solely based on clinical presentation, radiography, or the absence of typical associated risk factors such as immunosuppression. In this case, it was evident that the diagnosis required magnetic resonance imaging to focus the diagnostic suspicion on this condition, followed by final confirmation through pathology. In cases of suspected tuberculous tenosynovitis, immediate surgical and pharmacological management is essential for timely intervention and achieving clinical and functional improvement as observed in this case.

It is noteworthy that although the patient did not present typical risk factors, such as immunosuppression, the history of previous forearm fracture management played a relevant role and should be considered in the analysis and future review of similar cases.

Ethical considerations

The manuscript presented below is classified as risk-free research in accordance with resolution 8,430 of 1993 issued by the Health Ministry of Colombia, in addition to that in compliance with law 1581 of 2012 issued by the Congress of Colombia, it is defined that if sensitive information is handled anonymously, it may be used with research purposes. Given these conditions, for the purpose of the case report with research purposes all ethical and legal conditions were fulfilled.

References

1. World Health Organization (WHO). Global Tuberculosis Report 2023. Available in: <https://www.who.int/teams/global-tuberculosis-programme/tb-reports/global-tuberculosis-report-2023>
2. Agashe VM, Johari AN, Shah M, Anjum R, Romano C, Drago L, et al. Diagnosis of osteoarticular tuberculosis: perceptions, protocols, practices, and priorities in the endemic and non-endemic areas of the World-A WAIOT view. *Microorganisms*. 2020; 8(9): 1312. doi: 10.3390/microorganisms8091312.
3. Marais LC, Nieuwoudt L, Nansook A, Menon A, Benito N. Tuberculous arthritis of native joints - a systematic review and European Bone and Joint Infection Society workgroup report. *J Bone Jt Infect*. 2023; 8(4): 189-207. doi: 10.5194/jbji-8-189-2023.
4. Fang Y, Zhou Q, Li L, Zhou Y, Sha W. Epidemiological characteristics of extrapulmonary tuberculosis patients with or without pulmonary tuberculosis. *Epidemiol Infect*. 2022; 150: e158. doi: 10.1017/

- S0950268822001236. Available in: <https://doi.org/10.1017/S0950268822001236>
5. Queiroz MAF, Lima SS, Amoras EDSG, Sousa FDM, Souza IP, Nunes JAL, et al. Epidemiological and cytokine profile of patients with pulmonary and extrapulmonary tuberculosis in a population of the Brazilian Amazon. *Microorganisms*. 2022; 10(10): 2075. Available in: <https://doi.org/10.3390/microorganisms10102075>
 6. León RI, Espejo G. Decrease in osteoarticular tuberculosis in Spain between 1997 and 2018. *Reumatol Clin (Engl Ed)*. 2023; 19(1): 45-8. doi: 10.1016/j.reumae.2022.06.003.
 7. León RI, Guerrero EA. Osteoarticular tuberculosis mortality in Spain between 1997 and 2018. *Reumatol Clin (Engl Ed)*. 2023; 19(4): 229-31. doi: 10.1016/j.reumae.2023.03.002.
 8. Ministerio de Salud y Protección Social. Informe de evento tuberculosis 2022. [Consultado el 31 de marzo de 2024] Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ET/informe-tuberculosis-2022-colombia.pdf>
 9. Cataño J, Sanchez-Bautista J. Osteoarticular tuberculosis. *Am J Trop Med Hyg*. 2022; 106(6): 1575-6. doi: 10.4269/ajtmh.21-1258.
 10. Latief W, Asril E. Tuberculosis of the wrist mimicking rheumatoid arthritis - A rare case. *Int J Surg Case Rep*. 2019; 63: 13-8. doi: 10.1016/j.ijscr.2019.08.023.
 11. Angerett NR, Chen Z, Kromka JJ, Muzio AE, Kahan ME, Ingari JV, Maurer RJ. Rare septic arthritis of the wrist and carpus primary osteoarticular manifestation of *Mycobacterium tuberculosis*: a case report. *SAGE Open Med Case Rep*. 2022; 10: 2050313X221102004. doi: 10.1177/2050313X221102004.
 12. Matta RRF, Cancian L, Calcagnotto F, Zeni R, Varela G, Burgues T, Silva JB. Synovial tuberculosis of the hand: an ancient disease in an unusual localisation. *Indian J Plast Surg*. 2017; 50(2): 130-7.
 13. Sivasamy P, Bajuri MY, Ghani AW. Tuberculosis of the left wrist joint and spine. *Cureus*. 2019; 11(11): e6203. doi: 10.7759/cureus.6203.
 14. Hajiaheman Y, Yang Y, Shaylanbieke N, Jin G. *Mycobacterium culturing* and drug resistance of osteoarticular tuberculosis in Xinjiang, China. *Medicine (Baltimore)*. 2020; 99(16): e19697. doi: 10.1097/MD.00000000000019697.
 15. Manas A, Bajuri MY, Muhammad NRF. Isolated tuberculosis of the wrist: subtle but destructive. *Cureus*. 2020; 12(5): e7939. doi: 10.7759/cureus.7939.

Caso clínico

doi: 10.35366/120457

Fractura-luxación subastragalina lateral irreductible por interposición del paquete neurovascular tibial posterior: a propósito de un caso

Irreductible lateral subtalar fracture-dislocation by entrapment of the posterior tibial neurovascular bundle: case report

Guillén-Botaya E,* Polo-Pérez I,* Blasco-Molla C,* Forriol-Brocal F,* Silvestre-Muñoz A*‡

Hospital Clínico Universitario-Malvarrosa. Valencia, España.

RESUMEN. Introducción: las luxaciones subastragalinas, típicas de traumatismos de alta energía, se clasifican en medial, lateral, anterior o posterior en función de la desviación del pie en relación con el astrágalo. La luxación lateral supone 17% del total y presenta peor pronóstico. Se requiere una reducción inmediata para disminuir el riesgo de secuelas, cuya incidencia ronda 90%. **Objetivo:** se presenta un caso de luxación subastragalina lateral; y se realiza una revisión de la literatura sobre su diagnóstico, tratamiento y pronóstico. **Caso clínico:** mujer de 46 años precipitada de tres metros de altura, con severa deformidad en retropié. Existía buena coloración vascular distal, pero no se identificaba pulso ni sensibilidad tibial posterior. Además, presentaba un pliegue surco-cutáneo medial bajo la cabeza del astrágalo. La radiografía simple y la tomografía axial computarizada (TAC) mostraron una luxación lateral subastragalina, con fractura del *sustentaculum tali* y un «fleck sign» en el canto posterior del peroné. Ante la sospecha de encarcelación de partes blandas, se realizó un abordaje medial observándose interposición del paquete neurovascular tibial posterior. Tras la reducción articular, se osteosintetizó el *sustentaculum tali* y el «fleck sign». Además, se identificó una sección completa del tendón peroneo lateral largo, que se tenodésó al corto. Por último, se colocó un fijador externo. A las ocho semanas se retiró el fijador y se autorizó la carga; y a los seis meses, la movilidad era completa y únicamente persistía hipoestesia

ABSTRACT. Introduction: subtalar dislocations, typical of high-energy trauma, are classified as medial, lateral, anterior or posterior depending on the deviation of the foot in relation to the talus. Lateral dislocation accounts for 17% of the total and has a worse prognosis. Immediate reduction is required to reduce the risk of sequelae, the incidence of which is around 90%. **Objective:** a case of lateral subtalar dislocation is presented; a review of the literature on its diagnosis, treatment and prognosis is carried out. **Clinical case:** a 46-year-old woman fell from a height of 3 meters, with severe deformity in the hindfoot. There was good distal vascular coloration, but no pulse or posterior tibial sensitivity could be identified. In addition, she had a medial sulcocutaneous fold under the head of the talus. Plain radiograph and CT revealed lateral subtalar dislocation, with fracture of the *sustentaculum tali*, and a «fleck sign» in the posterior region of the distal fibula. Suspecting soft tissue incarceration, a medial approach was performed, observing interposition of the posterior tibial neurovascular bundle. After joint reduction, the *sustentaculum tali* and the «fleck sign» were osteosynthesized. In addition, a complete section of the long lateral peroneal tendon was identified, which was tenodesed to the short peroneal tendon. Finally, an external fixator was placed. After eight weeks, the fixator was removed and weight bearing was authorized; after six months, mobility was complete and hypoesthesia persisted

* Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Clínico Universitario-Malvarrosa. Valencia, España.

‡ Departamento de Cirugía, Facultad de Medicina de la Universidad de Valencia. Valencia, España.

Correspondencia:

Enrique Guillén-Botaya

Av. de Blasco Ibáñez, 17, CP 46010, Valencia, España.

E-mail: enriqueguillenb@gmail.com

Recibido: 22-04-2024. Aceptado: 8-12-2024.

Citar como: Guillén-Botaya E, Polo-Pérez I, Blasco-Molla C, Forriol-Brocal F, Silvestre-Muñoz A. Fractura-luxación subastragalina lateral irreductible por interposición del paquete neurovascular tibial posterior: a propósito de un caso. Acta Ortop Mex. 2025; 39(4): 242-248. <https://dx.doi.org/10.35366/120457>



en la almohadilla plantar. **Conclusiones:** la luxación subastragalina lateral es una entidad infrecuente y de mal pronóstico. La adecuada interpretación mediante una exploración minuciosa y TAC prerreducción de las lesiones óseas y de partes blandas minimiza las futuras secuelas.

Palabras clave: luxación subastragalina lateral, irreductible, neuropatía, tibial posterior.

only in the plantar pad. **Conclusions:** lateral subtalar dislocation is an uncommon entity with a poor prognosis. Adequate interpretation through a thorough examination and pre-reduction CT of the bone and soft tissue lesions minimizes future sequelae.

Keywords: lateral subtalar dislocation, irreducible, neuropathy, posterior tibial.

Abreviaturas:

TAC = tomografía axial computarizada

Introducción

Las luxaciones subastragalinas, típicas de traumatismos de alta energía, son lesiones muy poco frecuentes (suponen menos de 1% del total de las luxaciones).¹ Se clasifican en función de la desviación del pie en relación con el astrágalo en medial, lateral, anterior o posterior. La luxación medial supone 80% del total y la lateral 17%, presentando ésta un peor pronóstico por su asociación a diversas lesiones óseas, ligamentosas y de tejidos blandos.

Se trata de una emergencia ortopédica con frecuencia infradiagnosticada, ya que en la radiografía simple puede pasar desapercibida. Por tanto, la tomografía axial computarizada (TAC) es la prueba de elección no sólo para categorizarla, sino para detectar signos de interposición de partes blandas o las fracturas asociadas, que están presentes en 40 a 70% de las luxaciones laterales en función de las series.

El tratamiento consiste en la reducción urgente, ya sea cerrada o abierta. Las luxaciones laterales en ocasiones requieren una reducción abierta debido a la interposición de tejidos blandos (el flexor largo del hallux, la cápsula articular, el tendón del tibial posterior o incluso el paquete neurovascular tibial posterior) o fragmentos óseos y en esos casos se recomienda tratar en el mismo acto quirúrgico las fracturas y lesiones tendoligamentosas asociadas, en la medida de lo posible.² Es fundamental prestar atención a los signos cutáneos o radiológicos que sugieran interposición de partes blandas, ya que los intentos infructuosos de reducción cerrada pueden agravar la situación en estos casos.

Una demora en la reducción supone, en 90% de los casos, la aparición de severas complicaciones, como la conversión a una luxación abierta como resultado de la presión en la piel de los relieves óseos, la necrosis avascular del astrágalo o incluso un posible compromiso neurovascular. La incidencia de infecciones y necrosis avascular es superior a 30% en pacientes con luxaciones laterales complicadas por fracturas asociadas, sobre todo si existe exposición ósea o lesión significativa de partes blandas.³

El objetivo final del tratamiento es reducir el riesgo de compromiso de los tejidos blandos y de las estructuras neurovasculares, minimizando la rigidez y el dolor. No obstan-

te, pese a un diagnóstico precoz y un tratamiento óptimo, el resultado de las luxaciones laterales suele ser poco satisfactorio.⁴ A continuación, se presenta el caso y manejo clínico de una paciente de 45 años que sufrió una luxación lateral subastragalina en el pie derecho con fracturas asociadas por un traumatismo de alta energía.

Presentación de caso

Mujer de 46 años, sin antecedentes de interés, atendida en el Servicio de Urgencias por dolor intenso en el pie derecho tras haber sufrido una caída desde tres metros de altura con el pie en flexión plantar y eversion forzada. El primer examen reveló una severa deformidad en retropié, palpándose la cabeza del astrágalo a nivel medial. El pulso pedio era palpable, pero no se apreciaba pulso tibial posterior y la paciente refería parestesias en zona plantar medial del pie. Asimismo, llamaba la atención la existencia de un pliegue surco-cutáneo medial bajo la cabeza del astrágalo (*Figura 1*).

Las radiografías de tobillo y pie mostraron una subluxación tibioastragalina junto a una luxación subastragalina lateral (*Figura 2*). Se decidió completar el estudio con una TAC (*Figura 3*), que demostró una fractura del *sustentaculum tali* y un arrancamiento en el canto posterior del maléolo peroneo (*fleck sign*) sugestiva de afectación del canal retromaleolar (*Figura 4*).

Se decidió intervención quirúrgica urgente. Ante la alta sospecha de interposición de partes blandas por el pliegue cutáneo existente, se realizó un abordaje paralelo a la planta del pie entre el maléolo medial y la cabeza del astrágalo (*Figura 5*), apreciándose una interposición de paquete neurovascular tibial posterior alrededor del cuello del astrágalo (*Figura 6*). El nervio tibial posterior mostraba signos de contusión, mientras que la arteria y vena se encontraron íntegras, pero con signos de sufrimiento.

Mediante maniobras suaves se retiró el paquete neurovascular tibial posterior y se logró una adecuada reducción y congruencia articular. Asimismo, se realizó la fijación del *sustentaculum tali* con un tornillo canulado de 5 mm de diámetro de rosca parcial con arandela, dado que se trataba de un fragmento de grandes dimensiones.

Posteriormente se efectuó un abordaje retromaleolar lateral para acceder al fragmento posterior del peroné. Al revisar el canal retromaleolar, se apreció una rotura del re-



Figura 1:

Pliegue surco-cutáneo medial sugestivo de incarceration de partes blandas.

tináculo de los peroneos con una sección completa y gran contusión del tendón peroneo lateral largo. Se realizó tenodesis del muñón proximal del tendón al peroneo lateral corto, se reparó el retináculo de los peroneos y se osteosintetizó el fragmento óseo con un tornillo de 2.7 mm de diámetro (*Figura 7*). Para finalizar, se colocó un fijador externo puenteando las articulaciones tibioastragalina y subastragalina, consiguiéndose un retropié neutro y un pie plantigrado y estable (*Figura 8*).

En el postoperatorio la paciente presentó buena coloración distal, pero persistía la anestesia completa de la planta del pie excepto en los dedos tercero, cuarto y quinto, compatible con neuropatía tibial posterior. Las radiografías postquirúrgicas y la TAC de control postquirúrgico (*Figura 9*) mostraron una correcta alineación de las articulaciones tibioastragalina y subastragalina, con congruencia de la faceta posterior. Por tanto, no se consideró necesario realizar nuevos gestos quirúrgicos.



Figura 2:

Radiografías anteroposterior y perfil a la llegada de la paciente a urgencias.

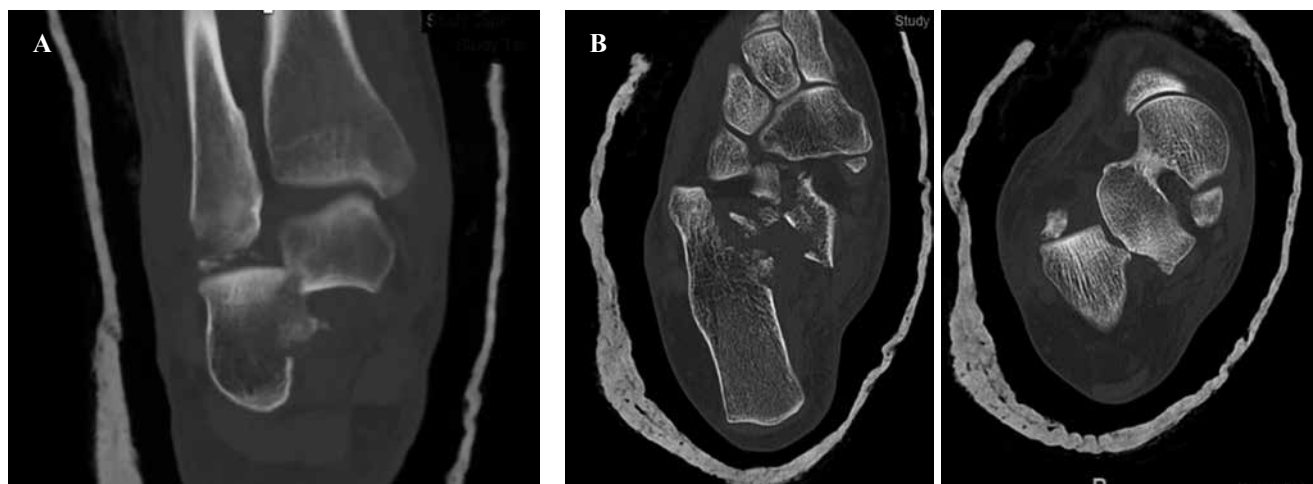


Figura 3: Corte coronal (A) y axial (B) de la tomografía axial computarizada. Luxación lateral subastragalina junto a fractura del sustentaculum tali.

A las ocho semanas se retiró el fijador externo y se autorizó la carga progresiva y la movilización activa del pie y tobillo, con buena tolerancia. A los cinco meses la paciente ya había recuperado la sensibilidad en el arco plantar y el borde medial del primer dedo y únicamente persistía la hipoestesia en la almohadilla plantar en los territorios de inervación de los nervios plantar lateral y medial. A los seis meses de la lesión, la movilidad era completa (Figura 10) y únicamente presentaba cierta tumefacción y dolor retromaleolar. Las radiografías en carga mostraron una adecuada congruencia tibioastragalina y subastragalina (Figura 11) y la puntuación según la escala *American Orthopaedic Foot and Ankle Society* (AOFAS®) fue de 70 a los ocho meses, resultado que se considera muy satisfactorio dada la severidad de las lesiones iniciales.



Figura 4:

Reconstrucción 3D de la tomografía axial computarizada en la que se aprecia el «fleck sign» en el canto posterior del peroné.



Figura 5:

Incisión quirúrgica medial entre cabeza del astrágalo y maléolo medial, paralela a la planta del pie.



Figura 6:

Imagen intraoperatoria en la que se muestra la interposición del paquete neurovascular tibial posterior alrededor del cuello del astrágalo.



Figura 7:

Incisión lateral y osteosíntesis del «fleck sign» del canto posterior del peroné.

Discusión

La luxación subastragalina lateral se produce mediante un mecanismo de evasión, en el que la apófisis anterior del calcáneo actúa de punto de apoyo para la esquina antero-lateral del astrágalo. El astrágalo se desplaza a través de la cápsula talonavicular y posteriormente se luxa a lateral el calcáneo y el escafoides. La cabeza del astrágalo, por tanto, es prominente a nivel medial.

Se trata de una lesión muy poco frecuente. Se requiere un mecanismo de muy alta energía para producirla, lo que explica la alta incidencia de fracturas y lesiones de partes blandas asociadas, que ensombrecen el pronóstico. Merchan y colaboradores⁵ encontraron fracturas en 72 a 100% de las luxaciones subastragalinas laterales, mientras que Lugani y asociados⁶ reportaron que 41.8% de estas luxaciones eran abiertas.

Es fundamental, en la exploración inicial del paciente, detectar signos de sufrimiento cutáneo, así como la presencia de posibles déficits neurovasculares o signos indirectos de interposición de partes blandas, como la aparición de un pliegue surcocutáneo medial, presente en nuestro caso.

Con respecto a las pruebas de imagen, en la radiografía simple en proyecciones anteroposterior y perfil, la presencia de una subluxación de astrágalo en la mortaja tibioperonea (presente en nuestro caso) en el contexto de una caída de altura nos debe poner en alerta ante la posibilidad de que exista una luxación lateral subastragalina.⁷

La utilidad de la tomografía computarizada previa a la reducción es objeto de controversia en la actualidad. En las luxaciones subastragalinas mediales, la literatura sugiere que, dada la baja tasa de interposición de partes blan-

das, la TAC ha de realizarse únicamente post-reducción para identificar fracturas ocultas. No obstante, Bibbo y su equipo⁸ reportaron que en 100% de sus pacientes diagnosticados de luxación subastragalina, la TAC mostró otras lesiones ocultas o una gravedad de la lesión significativamente mayor. Además, dicha información adicional aportada por la TAC supuso un cambio en el plan de acción en 44% de los casos. Por otro lado, la TAC puede mostrar signos indirectos de interposición de partes blandas que imposibilitarán la reducción cerrada, como la existencia de un espacio vacío entre la cabeza del astrágalo y el escafoides, altamente sugestiva de interposición del tendón del tibial posterior.

Por tanto, dada la alta tasa de irreductibilidad de las luxaciones laterales (en alguna series supera incluso 50%), nuestra recomendación es la de realizar una TAC previo a la reducción, pese a que pueda demorar ligeramente el tratamiento urgente, para detectar posibles signos indirectos de interposición de tejidos blandos que eviten intentos estériles de reducción cerrada e identificar la existencia de otras lesiones que, en el caso de precisar una reducción abierta, podrán ser reparadas en el mismo acto quirúrgico.

El tratamiento ha de ir orientado a lograr una adecuada congruencia subastragalina y de las articulaciones vecinas, tratando las lesiones asociadas en el menor número de actos quirúrgicos posibles. Se ha demostrado que un reposicionamiento precoz del astrágalo es el factor que influye de forma más directa en reducir el riesgo de necrosis avascular. La reducción abierta es necesaria en alrededor de 50% de las luxaciones laterales por interposición en el cuello del astrágalo del tendón del tibial posterior, del tendón del flexor largo de los dedos, del paquete neurovascular tibial posterior (como ocurrió en nuestro caso) o del tendón del flexor largo del hallux. En este último caso, es típico notar la flexión del primer dedo como un signo indirecto de estiramiento del tendón del flexor largo del hallux.⁹



Figura 8: Resultado final en el que se aprecia un retropié neutro y pie plantigrado.



Figura 9:

Cortes coronal y sagital de la tomografía axial computarizada postquirúrgica. Se aprecia adecuada reducción de las articulaciones tibioastragalina y subastragalina.



Figura 10:

Imágenes a los seis meses desde la intervención. Se observa buena movilidad de la articulación tibioastragalina y subastragalina.



Figura 11: Radiografías en carga a los ocho meses de la lesión. Se objetiva una adecuada congruencia subastragalina y tibioastragalina, así como una consolidación de las fracturas concomitantes.

Con respecto a las fracturas asociadas, predominan las del cuerpo, cuello o cabeza del astrágalo, la del *sustentaculum tali* (presente en nuestro caso) o las fracturas de la apófisis lateral del astrágalo. El arrancamiento del borde lateral de la zona posterior del maléolo peroneo, denominado «*fleck sign*», es muy infrecuente en las luxaciones laterales, ya que predomina en traumatismos con varo e inversión forzados. La aparición de esta avulsión es patognomónica de afectación del canal retromaleolar y obliga, como en nuestro caso, a realizar una revisión quirúrgica para osteosintetizar el fragmento, si es lo suficientemente grande, y tratar la lesión aso-

ciada del retináculo o de los tendones peroneos. La lesión de los tendones peroneos en cualquiera de sus formas pasa, a menudo, desapercibida, por lo que se necesita una exploración física minuciosa del canal retromaleolar y una interpretación sutil de las pruebas de imagen para su detección.

Las complicaciones en este tipo de luxaciones son variadas: a corto plazo destacan la infección superficial (en hasta 30% de las luxaciones laterales³), la necrosis de la piel (incidencia de entre 5%¹⁰ y 10%¹¹) o el compromiso neurovascular (hasta 15% del total). Respecto a las tardías, la artrosis subastragalina y la rigidez están presentes en más

de 89% de los pacientes;¹² la tasa de inestabilidad subastragalina residual oscila entre 0 y 55% de los casos,¹³ mientras que la de necrosis avascular del astrágalo varía entre 5 y 29% en función de que permanezca intacta o no la arteria pedia dorsal.¹⁴

La literatura sólo recoge un caso de luxación lateral subastragalina con atrapamiento del paquete neurovascular tibial posterior.¹⁵ En él, los autores inciden en la importancia de interpretar los signos sutiles de interposición de partes blandas para ahorrar intentos fallidos de reducción cerrada que puedan agravar la gravedad de la lesión neurovascular.

Por otro lado, Nepple y colaboradores¹⁶ reflejaron una serie de tres pacientes con patrones lesionales similares al reportado en nuestro caso, destacando que, en uno de los pacientes, en el que no se realizó tomografía computarizada a su llegada a urgencias, pasó inadvertida una fractura compleja del calcáneo cuyo tratamiento en fase de secuela desembocó en una triple artrodesis con problemas cutáneos y un resultado devastador.

La duración de la inmovilización postquirúrgica sigue siendo un tema de debate. En el caso de luxaciones puras, la tendencia es a autorizar una movilización precoz, demorando la carga alrededor de cuatro semanas. No obstante, dado que un porcentaje importante de las luxaciones laterales subastragalinas tienen lesiones óseas o de partes blandas asociadas, el tiempo de inmovilización y de descarga dependerán de la severidad de éstas. En el caso a estudio, la colocación del fijador externo para corregir la oblicuidad de la articulación tibioastragalina fue el principal motivo por el que se demoró ocho semanas el inicio de la movilización y la carga. Se recomienda, por tanto, individualizar el protocolo postquirúrgico en función de las lesiones asociadas.

Conclusiones

La luxación subastragalina lateral es una lesión rara, de mal pronóstico y difícil de tratar. La exploración física es crucial para detectar signos de interposición de partes blandas o déficits neurovasculares. Se recomienda la realización de una TAC previo a la reducción para detectar fracturas asociadas o signos indirectos de irreductibilidad que puedan modificar el protocolo de actuación.

En muchos casos, se requiere realizar una reducción abierta por la interposición de partes blandas o fragmentos

óseos. Se trata de lesiones con mal pronóstico, que puede ser incluso infausto si se demora la reducción o se pasan por alto alguna de las fracturas o lesiones ligamentosas asociadas.

Referencias

1. Perugia D, Basile A, Massoni C, Gumina S, Rossi F, Ferretti A. Conservative treatment of subtalar dislocations. *Int Orthop*. 2002; 26(1): 56-60.
2. Smith TF, Aguilar RG, Kurich S. Dislocations. In: Banks AS, Downey MS, Martin DE, Miller SJ. McGlamry's comprehensive textbook of foot and ankle surgery. Vol 2. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001. p. 1725
3. Lancaster S, Horowitz M, Alonso J. Subtalar dislocations: a prognosticating classification. *Orthopedics*. 1985; 8(10): 1234-40.
4. Jliidi M, Bouaicha W, Gharbi MH, Mallek K, Jaziri S, Sbahi S, et al. Unusual case of lateral subtalar joint dislocation associated with calcaneal fracture and lateral malleolus fracture. *Trauma Case Rep*. 2023; 47: 100897.
5. Merchan EC. Subtalar dislocations: long-term follow-up of 39 cases. *Injury*. 1992; 23(2): 97-100.
6. Lugani G, Rigoni M, Puddu L, Santandrea A, Perusi F, Mercurio D, et al. Subtalar dislocation: a narrative review. *Musculoskelet Surg*. 2022; 106(4): 337-44.
7. Acebrón A, Blasco C, Silvestre A. Fractura luxación de calcáneo. Presentación de un caso y revisión de la literatura. *Rev Pie Tobillo*. 2018; 32(2): 109-16.
8. Bibbo C, Lin SS, Abidi N, Berberian W, Grossman M, Gebauer G, et al. Missed and associated injuries after subtalar dislocation: the role of CT. *Foot Ankle Int*. 2001; 22(4): 324-8.
9. Jungbluth P, Wild M, Hakimi M, Gehrmann S, Djuricic M, Windolf J, et al. Isolated subtalar dislocation. *J Bone Joint Surg Am*. 2010; 92(4): 890-4.
10. Bernáldez P, Navarro S, Prieto A, Carrasco J, Fernández G, Calero AL. Tratamiento y complicaciones de las fracturas y luxaciones de astrágalo. *Rev Soc Andaluza Traumatol Ortop*. 2007; 24(1-2): 32-47.
11. Checa A, Monteagudo M, Chozas A, Rodea MJ. Una imagen poco frecuente: luxación medial abierta de la articulación subastragalina. *Rev Pie Tobillo*. 2005; 19(1): 45-9.
12. Bibbo C, Anderson RB, Davis WH. Injury characteristics and the clinical outcome of subtalar dislocations: a clinical and radiographic analysis of 25 cases. *Foot Ankle Int*. 2003; 24(2): 158-63.
13. Prada-Cañizares A, Auñón-Martín I, Vilá Y Rico J, Pretell-Mazzini J. Subtalar dislocation: management and prognosis for an uncommon orthopaedic condition. *Int Orthop*. 2016; 40(5): 999-1007.
14. Gómez Alcaraz J, Ajuria Fernández E, García López JM, Capel Agúndez A, Sánchez Morata E, Vilá Y Rico J. Luxaciones periastragalinas: análisis de una serie de casos. Nuestro algoritmo de tratamiento urgente. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2024; 68(2): 142-50.
15. Mallik AR, Chase MD, Lee PC, Whitelaw GP. Calcaneal fracture-dislocation with entrapment of the medial neurovascular bundle: a case report. *Foot Ankle*. 1993; 14(7): 411-3.
16. Nepple JJ, Putnam RM, Gardner MJ, Bartlett CS, Johnson JE. Calcaneal fracture-dislocation with fracture of the sustentaculum and lateral column: a unique injury pattern. *Foot Ankle Int*. 2013; 34(2): 290-4.

Clinical case

doi: 10.35366/120458

Fracture of the medial tubercle of the posterior process of the talus in a futsal player. A rare fracture successfully treated conservatively

Fractura del tubérculo medial de la apófisis posterior del astrágalo en un jugador de fútbol rápido. Una fractura poco frecuente tratada con éxito de forma conservadora

Coelho-Marra DD,* Miura G,* Kenzo-Arie E,† Duarte ML§

Faculdade de Ciências Médicas de Santos. Santos-SP, Brazil.

ABSTRACT. Talus is the second largest bone in the posterior region of the foot and participates in the talocrural (ankle), subtalar, and talonavicular joints. Talar fractures account for only one percent of all feet and ankle fractures, being the fracture of the medial tubercle of the posterior process of the talus an uncommon injury, caused by the rupture of the posterior talotibial ligament after dorsiflexion and traumatic pronation. Such fractures may not be radiographically evident, as described in this rare case of fracture of the medial tubercle of the posterior process of the talus with a satisfactory outcome without the need for surgical treatment.

Keywords: talus, tarsal bones, fractures, bonem, magnetic resonance imaging.

RESUMEN. El astrágalo es el segundo hueso más grande en la región posterior del pie y participa en las articulaciones talocrural (tobillo), subtalar y talonavicular. Las fracturas del astrágalo representan solo el uno por ciento de todas las fracturas de pies y tobillos, siendo la fractura del tubérculo medial del proceso posterior del astrágalo una lesión poco común, causada por la ruptura del ligamento talotibial posterior después de la dorsiflexión y la pronación traumática. Tales fracturas pueden no ser evidentes radiográficamente, como se describe en este caso raro de fractura del tubérculo medial del proceso posterior del astrágalo con un resultado satisfactorio sin necesidad de tratamiento quirúrgico.

Palabras clave: astrágalo, huesos tarsianos, fracturas óseas, resonancia magnética.

Introduction

The talus, the second-largest bone in the posterior foot, plays a key role in multiple joints, including the talocrural (ankle), talocalcaneal (subtalar), and talonavicular joints. Talus fractures are rare, accounting for approximately 1% of all foot and ankle fractures.¹ Among these, fractures of

the medial tubercle of the posterior process of the talus are particularly uncommon. Such fractures often result from the avulsion of the posterior talotibial ligament, typically following traumatic dorsiflexion and pronation, and are not always evident on standard radiographs.²

The first description of a medial tubercle fracture of the posterior process of the talus was provided by Cedell in

* Physician at Faculdade de Ciências Médicas de Santos. Santos-SP, Brazil.

† Orthopedist at Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de Santos. Santos-SP, Brazil.

§ Radiology professor at Universidade de Ribeirão Preto Campus Guarujá. Guarujá-SP, Brazil.

Correspondence:

Dr. Márcio Luís Duarte
Radiologist. Universidade de Ribeirão Preto Campus Guarujá.
Avenida Dom Pedro I, 3300. Guarujá-SP, Brazil.
Zip code: 11440-003.
E-mail: marcioluisduarte@gmail.com.

Received: 05-05-2024- Accepted: 10-30-2024.

How to cite: Coelho-Marra DD, Miura G, Kenzo-Arie E, Duarte ML. Fracture of the medial tubercle of the posterior process of the talus in a futsal player. A rare fracture successfully treated conservatively. Acta Ortop Mex. 2025; 39(4): 249-251. <https://dx.doi.org/10.35366/120458>



1974. His cases predominantly involved physically active individuals, notably three soccer players, all of whom sustained high-intensity ankle torsions followed by medial pain and swelling.^{3,4} While most ankle sprains involve the lateral structures, pain and swelling on the medial side should raise suspicion for differential diagnoses such as bone contusions, osteochondral injuries, or occult fractures.

This article presents a rare case of a posterior process fracture of the talus in a futsal player, a condition with limited reports in the literature.

This article presents a case of a posterior process fracture of the talus in a futsal player, which is considered rare in the literature and has limited reported occurrences.

Clinical case

An 18-year-old professional futsal player presented with right ankle pain following a sprain sustained during a match two days prior. He weighed 80 kg and was 1.79 m tall, with no significant past medical history, aside from a resolved right ankle sprain two years earlier. On examination, there was lateral ankle edema, restricted eversion and inversion, and tenderness over the lateral aspect of the ankle. Initial radiographs were unremarkable. However, due to persistent restriction in ankle mobility, magnetic resonance imaging (MRI) was performed, revealing edema and a fracture of the medial tubercle of the posterior process of the talus, with a 0.5 cm diastasis between the fragments. Additionally, there was a small effusion and contact between the fractured fragment and the flexor hallucis longus tendon (*Figure 1*).

The patient was managed with analgesic physiotherapy, open-chain lower limb exercises, and immobilization in an orthopedic orthosis for three weeks. After 21 days, partial weight-bearing was initiated, followed by sensory-motor and proprioceptive exercises, along with sports-specific rehabilitation. By the fifth week, the patient resumed sports activities, including direction changes, and by the

sixth week, treadmill exercises were incorporated. At the six-week follow-up, the patient showed no signs of instability, edema, or functional limitations. He returned to full competitive sports activities by the ninth week. The treatment protocol followed closely aligned with that for grade three ankle sprains, emphasizing early weight-bearing and mobility for effective and safe rehabilitation.

Discussion

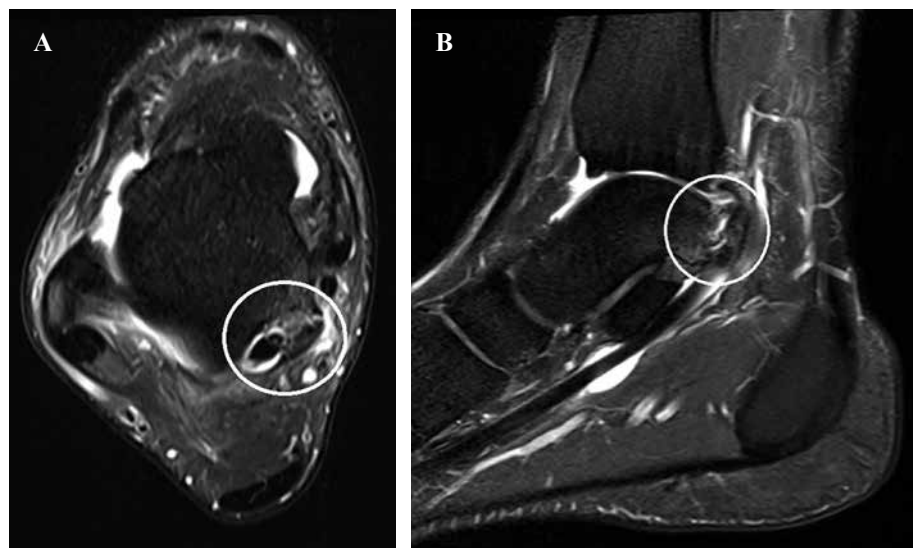
Fracture of the medial tubercle of the posterior process of the talus is a rare injury, typically caused by an avulsion force exerted on the deep posterior deltoid ligament (posterior talotibial ligament), often associated with sudden pronation and dorsiflexion of the foot.³ Other mechanisms include direct trauma to the posteromedial talus or forced dorsiflexion during high-energy impacts. Diagnosing this injury can be challenging, as it may not be visible on standard radiographs.⁵ Advanced imaging modalities such as oblique radiographs with external rotation, computed tomography (CT), and MRI are essential for accurate diagnosis.⁶ Delayed diagnosis or treatment may result in complications like necrosis, pseudoarthrosis, and ankle instability.^{7,8}

In cases of trauma with pain and tenderness in the posteromedial ankle, oblique radiographs with external rotation and CT scans provide better visualization of the lesion.⁵ Additionally, MRI can help identify the involvement of the flexor hallucis longus tendon, which may be interposed between fracture fragments. MRI is superior to CT for evaluating musculotendinous and ligamentous structures. O'Loughlin, et al. recommend MRI for patients experiencing significant pain or instability in the posterior ankle following trauma, as fractures in this region are often missed on plain radiographs.⁹

For non-displaced or minimally displaced fractures, conservative treatment with immobilization and non-

Figure 1:

Magnetic resonance imaging of the **A)** axial section and **B)** sagittal section in the DP FAT SAT sequence demonstrating edema with fracture of the medial tubercle of the posterior process of the talus, showing a slight liquid effusion between them and contact of the flexor hallucis longus tendon with the lateral portion of the fractured fragment (white circle).



weight-bearing may be effective. Delayed diagnosis can lead to painful pseudoarthrosis, which may require surgical excision. However, there is still uncertainty about how much displacement necessitates open reduction and internal fixation.⁵ In a case series by Kim, et al., five patients sustained fractures of the medial tubercle of the posterior process during sports activities.¹⁰ Two were acutely diagnosed and successfully treated with immobilization, while the remaining three required surgical excision due to persistent pain.¹⁰ This highlights the importance of prompt diagnosis and appropriate management, as untreated avulsion fractures often require surgical intervention.

In severe grade 3 ankle sprains, differential diagnosis initially follows the Ottawa Ankle Rules to exclude malleolar fractures or tarsometatarsal dislocations using plain radiographs.¹¹ In cases involving accessory bones like the *Os trigonum*, found in about 25% of the population, comparative radiographs of the contralateral foot may be needed. If trauma is suspected, MRI is recommended to detect bone edema and rule out fractures.¹¹ While MRI is not always indicated and often does not alter treatment, it is necessary when pain and medial edema persist beyond the typical recovery period of six to eight weeks. Despite the high cost of MRI, many patients may continue to recover satisfactorily with conservative treatment without an exact diagnosis. Endoscopic excision of fracture fragments is a safe and effective alternative to open surgical treatment, according to a systematic review by Zwiers, et al. Although fractures of the lateral and posterior processes of the talus are uncommon, they are significant injuries that can lead to substantial disability if undiagnosed or inadequately treated.¹¹

Conclusion

Although definitive treatment guidelines for fractures of the posterior process of the talus are lacking, this case contributes to the growing understanding of conservative management when these fractures are diagnosed early. The patient was treated with conservative measures, including analgesic physical therapy, and returned to competitive sports within nine weeks. The treatment protocol mirrored that used for grade three ankle sprains, emphasizing functional rehabilitation with early weight-bearing and mobility, which led to an effective and safe recovery.

This case has also influenced clinical practice by highlighting the importance of considering occult fractures in patients presenting with persistent pain and limited mobility following high-energy ankle

injuries, even when initial radiographs are normal. In similar patients with comparable clinical features, early use of advanced imaging, such as MRI, can facilitate prompt diagnosis and treatment, potentially preventing complications like pseudoarthrosis or prolonged disability. As a result, this case reinforces the need for a high index of suspicion and the use of individualized treatment protocols that combine early functional rehabilitation with appropriate imaging, improving outcomes for patients with rare fractures like this one.

References

1. Melenevsky Y, Mackey RA, Abrahams RB, Thomson NB 3rd. Talar fractures and dislocations: a radiologist's guide to timely diagnosis and classification. *Radiographics*. 2015; 35(3): 765-79.
2. Srirangarajan T, Abbasian A. Chronic fracture of the posteromedial tubercle of the talus masquerading as *Os Trigonum* syndrome. *Case Rep Orthop*. 2021; 2021: 6637081.
3. Cedell CA. Rupture of the posterior talotibial ligament with the avulsion of a bone fragment from the talus. *Acta Orthop Scand*. 1974; 45(3): 454-61.
4. Watanabe H, Majima T, Takahashi K, Kawaji H, Takai S. Split fracture of the posteromedial tubercle of the talus: case report and proposed classification system. *J Foot Ankle Surg*. 2017; 56(1): 187-90.
5. Park J, Che JH. Talus fracture of the medial tubercle of the posterior process: interposition of the flexor hallucis longus tendon. *J Foot Ankle Surg*. 2018; 57(3): 615-7.
6. Albert P, Patel J, Katz JJ, Loria F, Parnell J, Brenner M. Magnetic resonance imaging, computed tomography, and radiographic correlation of nonunion of the posteromedial tubercle of the talus: a case report. *J Foot Ankle Surg*. 2014; 53(6): 787-90.
7. Gómez-Robledo J. Associated lateral process and posteromedial tubercle talus fractures with entrapment of the medial neurovascular bundle: a case report. *Foot (Edinb)*. 2013; 23(4): 149-53.
8. Hsu AR, Scolaro JA. Posteromedial approach for open reduction and internal fixation of talar process fractures. *Foot Ankle Int*. 2016; 37(4): 446-52.
9. O'Loughlin P, Sofka CM, Kennedy JG. Fracture of the medial tubercle of the posterior process of the talus: magnetic resonance imaging appearance with clinical follow-up. *HSS J*. 2009; 5(2): 161-4.
10. Kim DH, Berkowitz MJ, Pressman DN. Avulsion fractures of the medial tubercle of the posterior process of the talus. *Foot Ankle Int*. 2003; 24(2): 172-175.
11. Zwiers R, de Leeuw PAJ, Wiegerinck EMA, van Dijk CN. Surgical treatment for posteromedial talar process fractures. *Foot Ankle Surg*. 2020; 26(8): 911-7.

Funding Sources: none.

We confirm that we have read the Journal's position on issues involved in ethical publication and affirm that this report is consistent with those guidelines.

Conflict of interests: none of the authors has any conflict of interest to disclose.

Patients consent: Informed consent was obtained from the subject described in this report.

Surgical technique

doi: 10.35366/120459

Repair of rotator cuff injuries using transosseous tunnels. Introduction to the technique, devices and other relevant points

*Reparación de lesiones del manguito rotador mediante túneles transóseos.
Introducción a la técnica, los dispositivos y otros puntos relevantes*

Ruiz-Suárez M,* Stanford-Sanders B,† Solís-Olgún M‡

Hospital Ángeles Metropolitano, Ciudad de México, México.

ABSTRACT. Rotator cuff injuries are common and procedures of repair have evolved from open techniques to minimally invasive and arthroscopic ones. Despite these advances, the biomechanics, biology, and value of transosseous repairs remain superior, leading to the development of innovative devices that enable the utilization of this technique without the use of anchors, improving both the efficiency and safety of the procedure. This article reviews the latest advances in transosseous rotator cuff repair, highlighting its biomechanical advantages, as well as the factors that enhance recovery and offer more consistent long-term outcomes. In addition, the surgical technique developed by Dr. Brett Sanders is analyzed. This technique eliminates or reduces the use of anchors with a specialized reusable device, depending on the clinical scenario and surgeon discretion. Besides, not only presents biomechanical benefits but also offers economic and clinical advantages, especially in developing countries where access to advanced treatments may be limited. Comparative studies between transosseous and transosseous-equivalent techniques have demonstrated a significant reduction in postoperative pain and statistically equivalent or superior long-term clinical outcomes with the arthroscopic transosseous tunnel technique (ATOT), reinforcing its viability as a superior option for value-based care. Finally, a detailed economic analysis is presented,

RESUMEN. Las lesiones del manguito rotador son comunes y los procedimientos de reparación han evolucionado desde técnicas abiertas hasta mínimamente invasivas y artroscópicas. A pesar de estos avances, la biomecánica, la biología y el valor de las reparaciones transóseas siguen siendo superiores, lo que ha llevado al desarrollo de dispositivos innovadores que permiten la utilización de esta técnica sin el uso de anclajes, mejorando tanto la eficiencia como la seguridad del procedimiento. Este artículo revisa los últimos avances en la reparación transósea del manguito rotador, destacando sus ventajas biomecánicas, así como los factores que mejoran la recuperación y ofrecen resultados más consistentes a largo plazo. Además, se analiza la técnica quirúrgica desarrollada por el Dr. Brett Sanders. Esta técnica elimina o reduce el uso de anclajes con un dispositivo reutilizable especializado, según el escenario clínico y el criterio del cirujano. Además, no sólo presenta beneficios biomecánicos, sino que también ofrece ventajas económicas y clínicas, especialmente en países en desarrollo donde el acceso a tratamientos avanzados puede ser limitado. Estudios comparativos entre técnicas transóseas y equivalentes transóseas han demostrado una reducción significativa del dolor postoperatorio y resultados clínicos a largo plazo estadísticamente equivalentes o superiores con la técnica artroscópica de túnel transóseo (ATOT), lo que refuerza

Nivel de evidencia: V

* Traumatología Deportiva de México, Hospital Ángeles Metropolitano, «Artria» - Hospital Ángeles Pedregal, CDMX, México.

† Center for Sports Medicine & Orthopaedics, Chattanooga, Tennessee, USA.

‡ Alumno del Postgrado en Artroscopia, Instituto Nacional de Rehabilitación «Luis Guillermo Ibarra Ibarra», CDMX, México.

Correspondence:

Dr. Michell Ruiz Suárez

E-mail: michell.ruiz@gmail.com

Received: 10-30-2024. Accepted: 02-01-2025.

How to cite: Ruiz-Suárez M, Stanford-Sanders B, Solís-Olgún M. Repair of rotator cuff injuries using transosseous tunnels. Introduction to the technique, devices and other relevant points. Acta Ortop Mex. 2025; 39(4): 252-260. <https://dx.doi.org/10.35366/120459>



showing significant cost savings in surgical procedures which could greatly benefit public healthcare systems in Latin America, highlighting advanced suture management that would enhance rotator cuff repair.

Keywords: shoulder, repair, rotator cuff, injuries, technique.

su viabilidad como una opción superior para la atención basada en el valor. Finalmente, se presenta un análisis económico detallado que muestra ahorros significativos en costos en procedimientos quirúrgicos que podrían beneficiar significativamente a los sistemas de salud públicos en Latinoamérica, destacando el manejo avanzado de suturas que mejoraría la reparación del manguito rotador.

Palabras clave: hombro, reparación, manguito rotador, lesiones, técnica.

Abbreviations:

ASES = Constant Score, American Shoulder and Elbow Surgeons Score
 ATOT = arthroscopic transosseous tunnel technique
 MRI = magnetic resonance imaging
 PEEK = polyetheretherketone
 Quick DASH = quick disabilities of the arm, shoulder and hand
 SANE = single assessment numeric evaluation
 SST = simple shoulder test
 TO = transosseous
 TOE = transosseous-equivalent technique
 VAS = visual analogue scale

Introduction

The treatment of rotator cuff injuries was initially described by Dr. Harrison McLaughlin using sutures through transosseous (TO) tunnels in the greater tuberosity of the humerus.¹ In recent years, technology has made it possible to perform rotator cuff repair by minimally invasive arthroscopic means, progressively modifying the approach to the shoulder. Although the open technique is no longer the standard of treatment due to technological advances (development of anchors, arthroscopic implants, etc.) apart from the possibility of performing arthroscopic surgery that decreases post-surgical stiffness, size of incisions and allows addressing and diagnosing pathologies that would not be possible or would be technically more demanding with conventional approaches; the pendulum guides us again towards superior transosseous techniques for multiple reasons that will be discussed later (*Figure 1*). Arthroscopy facilitated the introduction of bone anchors primarily due to their ease of use, high initial fixation strength and profitability for medical device manufacturers. At the time, they were easy to use and effective transosseous devices.

The use of transosseous tunnels is still biomechanically superior to such a degree that some of the configurations intended to be created with the use of arthroscopic anchors are called «transosseous equivalent». It is known that transosseous techniques improve footprint coverage, contact area pressure and generate less movement of the tendon-bone interface. In the 2006 article by Dr. Maxwell Park, it is mentioned a «transosseous-equivalent» surgical technique; an attempt made to recreate through the use of anchors, the cerclage effect provided by the use of true transosseous tunnels, introducing the additional cost of

four anchors.² This technique superficially resembled a TO repair, but introduced overly stiff biomechanics and a novel catastrophic failure mode, the Cho type 2 failure. During the last few years, engineering in sports medicine and arthroscopy has focused on developing the technology used to improve the anchors and the devices used along with them to repair rotator cuff injuries, and very little on developing the technology that allows arthroscopic performance of the biomechanically superior transosseous tunnel surgical technique. In many areas around the world, the cost of biologics, anchors and arthroscopy equipment now exceed the reimbursement for the procedure, reducing access to care for cuff disease.

Although the technology and devices currently exist, dissemination has been limited and scarce. As with any path in search of change, progress is difficult, so it is important to disseminate the advances that have been achieved in different parts of the world to improve the treatment of this type of injury and accessibility to treatment. Currently,

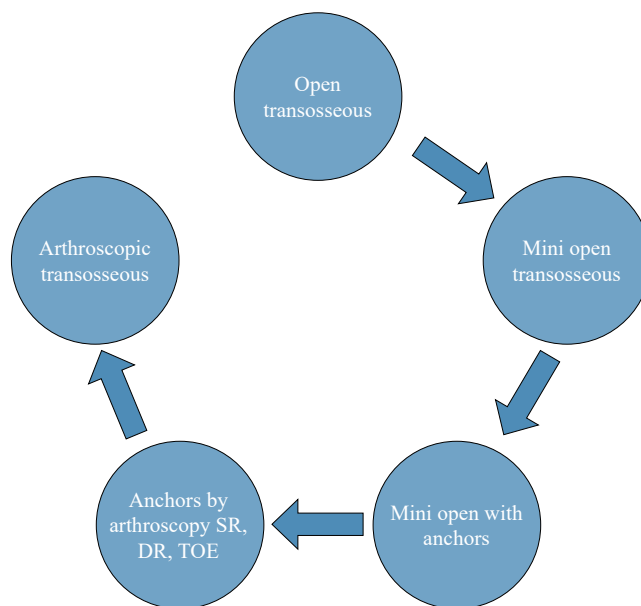


Figure 1: Evolution through the years in the surgical approach to rotator cuff surgery.
 DR = double-row. SR = single-row. TOE = transosseous-equivalent.

arthroscopic rotator cuff repair with the transosseous tunnel technique is possible utilizing special devices without the use of anchors, emphasizing the fact that it is not a transosseous-equivalent technique, but a truly transosseous repair. This has multiple advantages, not only biomechanical -including better clinical results- but also in terms of surgical time, procedures, reduced revisions and greater ease of performance. Additionally, it has great economic advantages, which is of important relevance for the management of this pathology in developing countries, such as in Latin America.

Biomechanics

As with any rotator cuff injury repair, lesion size, fatty infiltration, tendon retraction, and bone quality are key factors in the success of treatment. Comparisons between anchor and transosseous tunnel repair have reported results based on procedures performed on cadaveric models.³

As has been well reported in the literature, the number of sutures through the tendon to be repaired is the most important factor, as it results in a stronger and more resistant configuration.^{3,4} The new «suture tapes» are a great advance in this field and can be used both in procedures that use anchors and in repairs with transosseous tunnels at the convenience and consideration of the surgeon. Wide-based suture tapes have been shown to be stronger than simple sutures in biomechanical tests that have compared high-strength flat wide-based sutures versus classic rounded sutures (Suture Tape and Fiber Wire).⁵

Multiple configurations are possible to repair different injury patterns due to the versatility of the technique. The number of sutures may be increased to the point of superseding the physiological need for additional time-zero mechanical strength. Suture number can be varied depending on the surgeon need, tear pattern, time and cost constraints as well as desired skill or complexity level.⁶ In addition, there are no retained implants at the site of the tendon footprint, which may loosen or migrate, cause imaging artifact and create additional revision concerns.

Rotator cuff repair using transosseous tunnels is characterized by:

1. Multiple fixation points.
2. Greater density of fixation points per surface per unit cost.
3. Use of multiple sutures per tunnel.
4. Intrinsic «double-row» fixation through the cerclage effect, which maximizes surface area compression and footprint reconstruction.
5. Greater load distribution and therefore decreased stress in each fixation point.
6. Higher physiological matching of the modulus of elasticity and cyclic loading behaviour, reducing type 2 failure.
7. Increased strength of the construct (proportional to the number of high-strength sutures).

8. Decreased stress at the fixation point in the tendon (therefore fewer type 2 failures due to tendon transection), as well as less tissue strangulation and vascular damage due merely to the crossing of the sutures.
9. Decrease of pain intensity.
10. Better value ratio (value = outcomes/cost).
11. Ability to be used synergistically with other fixation devices currently available in hybrid constructs.

The term «transosseous equivalent» refers to the placement of anchors at the articular margin of the humeral head and lateral anchors at the greater tuberosity of the humerus, simulating the effect of transosseous cerclage. Comparing the distribution of stress exerted per unit area on the repair, the use of a truly transosseous repair distributes the mechanical stress evenly across the tendon, thus the pressure peaks in the tunnel and not on the tissue.^{7,8} The latter is relevant because a more uniform concentration of biomechanical stress does not restrict blood flow conditions, revascularization nor tendon recovery. It has also been shown that repair with transosseous tunnels reduces the peaks of biomechanical stress exerted in the medial row, which affect long-term healing and the success of the repair.^{8,9}

The biomechanics and biology of the rotator cuff is complex, basically because it consists of transmitting forces from soft and semi-soft tissues such as muscle and tendon to a rigid tissue such as bone. Therefore, affecting the vascularity of the tendon tissue with a construct that is too rigid in the medial row will cause failure of the weaker tissues. On the other hand, a regular transfer of the load and less tissue strangulation allows better blood flow and consequently greater healing capacity. This has been observed in studies using contrast-enhanced ultrasound, comparing rotator cuff repair using an equivalent transosseous technique (anchors in the medial and lateral row) versus true transosseous tunnels, where greater blood flow and vascularity in the tendon have been demonstrated at two months in the construct with true transosseous tunnels.¹⁰

Arthroscopic repair of the rotator cuff with anchors versus repair with transosseous tunnels

Multiple studies have compared the arthroscopic transosseous tunnel technique (ATOT) against the transosseous-equivalent technique (TOE) with the use of anchors, finding improvement in postoperative pain, range of motion and results reported by patients in favor of the ATOT.^{11,12} At twelve months and even at three years of follow-up, no statistically significant differences have been found in the evaluation of the visual analogue scale (VAS), single assessment numeric evaluation (SANE), simple shoulder test (SST), quick disabilities of the arm, shoulder and hand (Quick DASH), Constant Score, American Shoulder and Elbow Surgeons Score (ASES).¹³

Table 1: Advantages and disadvantages of the ATOT technique.

Advantages	Disadvantages
Cost-effective, eliminates the cost of using anchors	Technically demanding at the beginning due to the learning curve (like any surgical technique)
Improved rotator cuff footprint biology	Requires use of a new device
Possibility of evaluating the rotator cuff completely in follow-up with MRI	—
Less postoperative pain	—
Possibility of creating multiple attachment points, more efficient load distribution and reduced stress on tissues	—
Synergy, hybrid constructs possible (they are not mutually exclusive)	—
Type 1 failure check much simpler	—

ATOT = arthroscopic transosseous tunnel. MRI = magnetic resonance imaging.

However, a significant difference in pain at 15 to 21 days postoperatively in favor of the ATOT technique has already been demonstrated in level I randomized clinical studies.^{13,14,15}

This improvement in postoperative pain symptoms has been attributed to a decrease in intraosseous pressure and less plastic deformation of the bone. By tunneling and not using anchors, the intraosseous pressure -which has been related to the pathophysiology of postoperative pain in rotator cuff repair- is released and decreased by the induction of fracture consolidation. In contrast, with the use of conventionally designed suture anchors this pressure cannot be released due to the presence of metallic, biocomposite or polyetheretherketone (PEEK) material eliciting a trauma onto the bone, at the site of insertion.

Regarding the evaluation of the tendon by magnetic resonance imaging (MRI) performed postoperatively, visualization of the tendon is easier in those patients in whom ATOT was used. It has been observed that the retear rate assessed by MRI is the same between both techniques.¹⁶ *Table 1* summarizes the advantages and disadvantages of the ATOT technique.

Concerning failure, comparing ATOT versus TOE it has been observed that TOE constructs tend to fail medially in the myotendinous junction area, while the ATOT construct fails laterally, with the suture crossing the bone at the link between the entrance and exit of the tunnel in those bones with poor quality.¹⁷ TOE constructs transfer the tension from the strongest point, which is the bone, to the weakest point, which is the tendon, hence this type of failure is more frequent. On the other hand, with the use of new types of sutures (e.g., Suture Tape) the aforementioned complications with ATOT are rare, and in these cases of

failure, if it were necessary to perform a revision of a rotator cuff repair, it is simpler to do so since, as no anchors have been placed, there are no devices to remove from the repair area, neither void nor drill holes generated when removing the anchors from the bone. Ergo, there is a much larger and more versatile footprint area available to work with, as physiologically the tunnel is filled with bone.

A recent 2023 comparative study using a transosseous tunneling system has shed light on the traditional concern of surgeons regarding TO techniques: the concern over suture cut-through the bone tunnel. Jeong et al. recently found in a controlled study that suture cut-through occurred at 8% of TO cases, while suture anchor pull-out was higher at 15%. Retear rate was 5.3% for transosseous repair versus 19.3% for suture anchors. Additionally, peri-implant cyst formation was seen in 16.7% of medial anchor constructs, while no cysts were observed using transosseous technique.¹⁸ This may be evidence that design changes in modern devices, as well as indications, and the advent of the reverse arthroplasty have significantly reduced the concern over bone tunnel failure in chronic severe tear patterns.

Value analysis

Although rotator cuff repair using the single-row technique has been shown to be cost-effective, resulting in a net savings of \$13,771 over the patient's lifetime with 94% of patients returning to their activities and work, the total cost of rotator cuff repair surgery has been found to be approximately \$5,904.21, of which \$3,432.67 is for the cost of the anchors.^{19,20} When the cost of the devices using the double-row technique was analyzed, the cost of the implants rose to \$4,570.25.^{20,21}

In a study conducted by Seidl et al., it was determined that the average difference in cost between TOE and ATOT was \$946.61 per surgical procedure, this equals \$250 million saved annually when using the ATOT technique.¹⁴

In a study conducted by Black et al.²² in 2016, compared the cost of implants and surgical time were compared between the two techniques: transosseous-equivalent and true transosseous without the use of anchors. It was shown that the latter technique generates considerable savings, taking into account that per case an average expense of \$1,014.10 is made on implants, which increases depending on the number of anchors used, if they fail or an instrument breaks, opposite to what happens with transosseous tunnels regardless of how many tunnels are used. This gives the transosseous tunnel technique the possibility of better management of the economic resources and at the same time pathology in question resolution, preserving and improving without being inferior in terms of clinical results and surgical time.²²

These numbers are especially relevant when considering the health budget in public systems in developing countries such as in Latin America, which is why this analysis should be included within the relevant points of this technique.

There is a learning curve at the commencement of the ATOT technique implementation in practice. On average, an experienced shoulder surgeon takes ten minutes longer in the first surgeries (normal average time 90-98 min.). However, after 25 procedures surgical times are back to normal again.¹²

All these data explain how limiting the costs of these surgical procedures is convenient for surgeons, insurers, health institutions, the patient and ultimately society in general.

Technique preferred by the authors

There are multiple devices available to perform transosseous tunneling techniques, however, we describe the one preferred by the authors. For a more detailed understanding of the device and technique, we refer readers interested in improving their knowledge of the TransOs Tunneler Shoulder Pro System surgical techniques to the Tensor Surgical website²³ (Figure 2).

This tunneler has the main characteristic of being reusable and designed to be operated with one hand. The kit includes a punch to create the medial row of 2.9 mm caliber, the tunneler and an awl that carries the suture relay through the center of the body of the tunneler, simultaneously delivering the suture and compacting the bone tunnel for extra strength. With the punch, a tunnel of 1.9 mm is made in the medial row, the punch is removed, the hook of the tunneler is inserted and the awl is introduced through the body of the tunneler loaded with a relay suture. This high resistance suture is loaded in the tunneler folded in half, so that when it passes through the tunnel and is recovered in one of the portals, it comes out in the form of a loop in which other sutures can be placed. In order that, this first one, when being withdrawn by the ends at the other side of the tunnel, serves as a relay to pass the other sutures through the tunnel path. The awl is impacted with a hammer on the bone to make the tunnel of the lateral row, eliminating the need for power equipment or drilling. The body of the tunneler is used in turn to guide the awl that carries the relay suture to form a tunnel of the lateral row converging with the tunnel of the medial row. The tunneling hook of the tunneler has a suture capture system in the distal part,

which once introduced in the tunnel of the medial row it has contact with the awl and the relay suture it carries, catches the relay suture, and the hook of the tunneler must simply be removed from the tunnel of the medial row. As soon as this step is completed, there is a relay suture along the tunnel through which the sutures will be loaded. We prefer three sutures since it is a good balance of strength and speed, but five to six sutures may be introduced per tunnel at the surgeon's discretion. Whereas the relay suture is retrieved back through the tunnel there will be three sutures inside the tunnel with three medial and three lateral strands which equals a double row configuration with two fixation points. These same steps should be repeated to make the tunnels that are deemed necessary. The awl can be reused as many times as necessary in the same case, however, it is disposable and a new one must be used for each patient. Nevertheless, it is much more cost effective than the use of even a single anchor.

Suture configuration and other applications

Utilizing ATOT allows the surgeon to perform as many configurations as needed, just as mentioned above. It is even possible to make hybrid configurations where the use of an anchor can be added in a «third-row» configuration that could be useful in those cases where patients present osteopenic bone.²⁴ In addition, it is also possible to perform biceps tenodesis with transosseous tunnels, a technique already described in the literature.²⁵ Two of the techniques most commonly used by one of the main exponents of ATOT in the world today are described below, as well as one of the authors' of this article technique. Two of the techniques most commonly used by one of the main exponents of ATOT in the world today are described below, as well as one of the authors' of this article technique (Hospital Ángeles Metropolitano, Ciudad de México, México and Center for Sports Medicine and Orthopaedics Chattanooga TN, USA).

Full transosseous repair (X box configuration)

With the patient in the beach chair position, enter the glenohumeral joint through a standard posterior portal.



Figure 2: **A)** The components of the kit for making transosseous tunnels can be seen. The kit includes the tunneler, the awl and the punch. **B)** TransOs Tunneler (Tensor Surgical). The hook with the suture passing system can be seen in the distal part of the tunneler. The hollow body of the tunneler, with an exit convergent to the hook, is the same in the distal part that allows the passage of the awl previously loaded with relay suture to be caught by the hook once inside the tunnels. The awl can be seen in the back part of the tunneler.

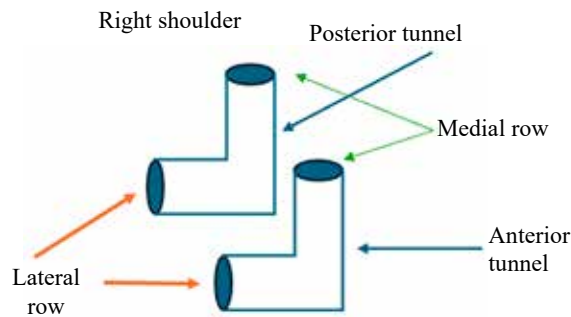


Figure 3: Example of the tunnels' arrangement made in a right shoulder showing the holes corresponding to the medial and lateral row of the anterior and posterior tunnel.

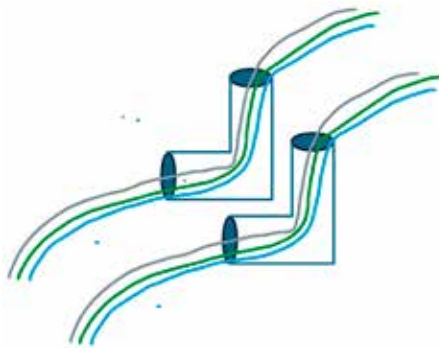


Figure 4: The anterior and posterior tunnels are observed with the triplet of sutures passed inside the tunnels, showing three strands exiting in each hole of the medial row and three strands exiting in each hole of the lateral row.

Afterwards, create an anterior portal through the rotator interval. Perform the diagnostic arthroscopy in order to evaluate the lesion. The arthroscope is then mobilized to the subacromial space through the posterior portal. A lateral subacromial portal must be made and a cannula placed through it. Through this portal the bursectomy is performed. Subsequently the arthroscope should be placed in a posterolateral portal for better visualization of the rotator cuff lesion and the footprint area of the greater tuberosity of the humerus should be scarified and stimulated to promote healing of the repair. The TransOs tunneler (Tensor Surgical) is used to tunnel the greater tuberosity -two standard tunnels: anterior and posterior- and pass three sutures through each (Figures 3 and 4).

It is preferable to have three sutures or suture tapes of different colors for each tunnel, but the three colors should be the same in each tunnel. For example, if in the anterior tunnel there is a white suture, a blue suture and a green suture, those same three colored sutures should be in the posterior tunnel. The six sutures should be passed through the rotator cuff with an anterograde or retrograde suture passer (Figure 5).

The middle suture or at least one of the same color in each tunnel should be taken and collected through a cannula. The strands coming out of the medial row should be taken. With the sutures out of the cannula, they can be knotted

with a double simple knot. Once knotted, pull the ends of the lateral row that correspond to these sutures and the knot will go down through the cannula and settle on the cuff to form the upper part of the box. However, it is also possible to use one of the sutures as a relay suture by using it to form a loop that will be used to pass the other suture through the anterior or posterior tunnel. The latter technique requires a more advanced learning curve but has the advantage that no knots will remain on the cuff (Figure 6). Subsequently, two surgeon's knots are made on each side joining the end that comes out of the medial row and the end that comes out of the lateral row of the same suture, both in the anterior and posterior tunnels, in order to form the walls of the box (Figure 7).

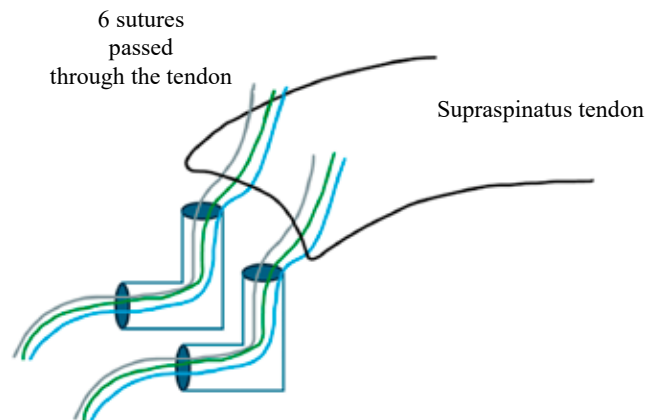
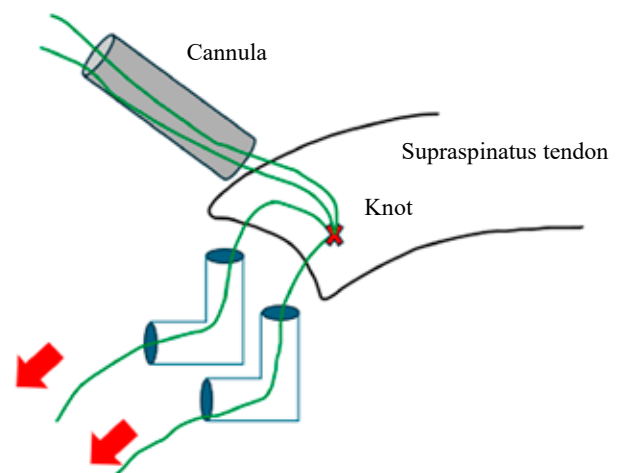


Figure 5: The six strands of the medial row are seen passed through the substance of the supraspinatus tendon in an example of a right shoulder.



Pull the opposite limbs on the lateral row to slide the knot down and seat it on the medial row

Figure 6: It can be seen how, using the sutures of the medial row of the same color of each tunnel, a double knot has been made outside the cannula and subsequently introduced to the shoulder and reattached to the cuff by simply pulling the sutures corresponding to the color but on the side of the hole of the lateral row.

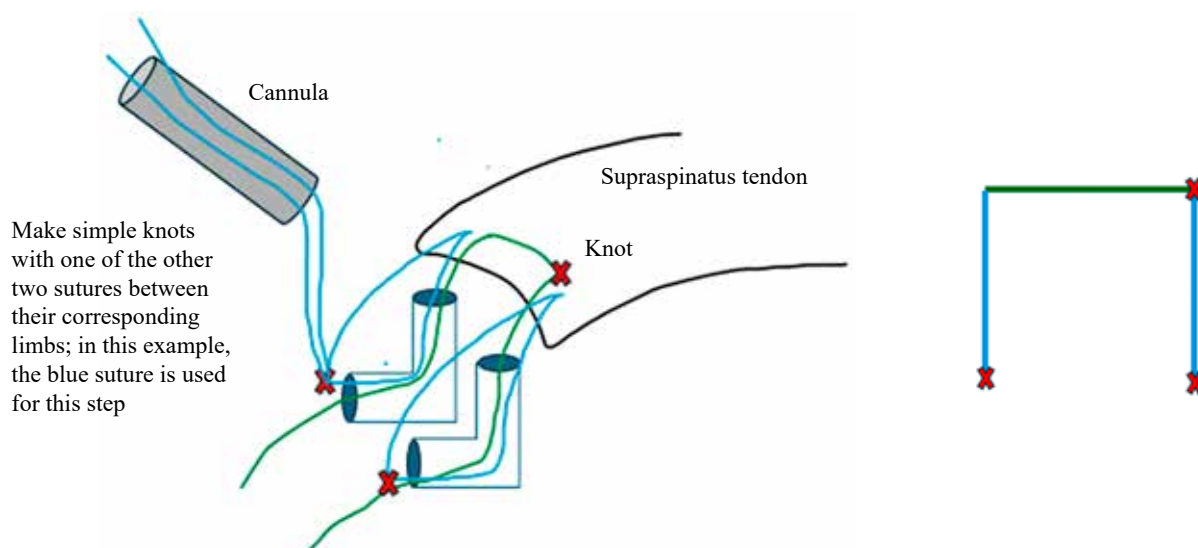


Figure 7: The configuration of the sides of the box is shown, simply by knotting the rope of the medial row with the rope of the lateral row of the same color, with simple knots. This is done in both the anterior and posterior tunnels.

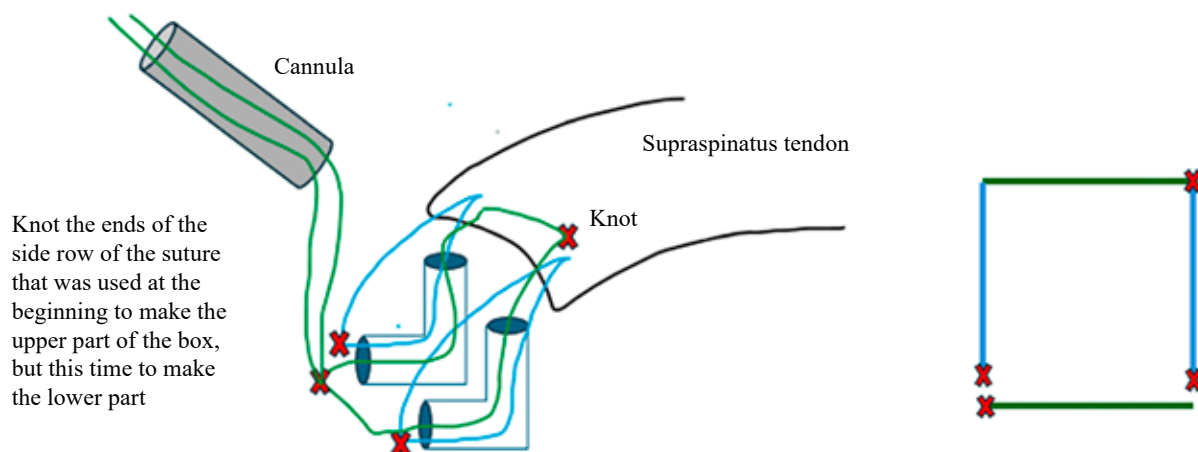


Figure 8: It is shown how with the side ropes used to pull the box roof knot at the beginning, a knot is made that can be lowered and reloaded anteriorly or posteriorly over the side row to form the base of the box.

To make the lower part of the box it is necessary to recover through the cannula and knot the two ends of the lateral row corresponding to the sutures with which the upper part of the box was made in the medial row. If the upper part has been made by knotting the two sutures, knotting two ends of two different sutures will form the lower part. If the upper part was made using one of the sutures as relay sutures, then the lower part will be made by knotting the two ends of the same suture when passed through the relay sutures is actually making a cerclage through the two tunnels (*Figure 8*). Once these steps have been completed, the box is ready and the only pending point is to cross the sutures of the posterior tunnel with those of the anterior tunnel, and this is achieved with the third suture of each tunnel which has not been used until now. Taking the suture ends that have not been used and knotting the end of the lateral row of the posterior tunnel with the end of the medial

row of the anterior tunnel, the knot is rested in the lateral row so as not to leave knots on the tendon. Afterwards, the end of the lateral row of the anterior tunnel is knotted with the end of the medial row of the posterior tunnel and in this way the technique is completely transosseous, called X box configuration. As soon as completed, the remaining threads are cut (*Figure 9*).

Hybrid transosseous configuration

This consists of practically the same steps as above, but in this technique, it is important that the «X» knots are oriented on top of the tendon in such a way that the free strands remain on the tendon. Before cutting the sutures, the strands left on top are passed through an anchor without sutures, which is fixed in a more lateral position than the lateral row of tunnels generating a hybrid «triple-

row» configuration by the use of transosseous tunnels, reinforced with one or two anchors²⁶ (Figure 10). This structure is useful in those patients who have an osteopenic or osteoporotic bone, besides it has the advantage of being able to be retensioned in a knotless fashion by placing the anchor with cortical augmentation, but with the advantage that no inert material has been left in the healing zone of the footprint.¹⁷

Conclusions

The arthroscopic transosseous tunnel technique (ATOT) has established itself as an advanced and effective surgical option for rotator cuff repair, providing significant benefits in terms of biomechanics, clinical outcomes, and economic feasibility. Through the elimination of anchors and the use of innovative devices, ATOT has demonstrated increased coverage of the tendon footprint, homogeneous load distribution and reduced mobility at the tendon-bone interface. These factors contribute to improved healing, resulting in a significant reduction in postoperative pain and

improved long-term clinical outcomes, which are critical to patients' quality of life.

From an economic perspective, the adoption of ATOT represents an affordable alternative, especially in developing countries where the cost of anchors may limit access to advanced rotator cuff repair techniques. The technique not only provides biomechanically superior results, but also reduces surgical costs, which could alleviate pressure on public health systems. Studies have shown that ATOT generates significant savings compared to conventional techniques, reinforcing its feasibility in resource-limited settings.

In addition, the implementation of the technique developed by Dr. Brett Sanders, which optimizes the use of specialized sutures, allows for greater versatility and precision in rotator cuff repair, further enhancing the benefits of this technique.²⁵ With its ability to create multiple fixation points and distribute the load more efficiently, ATOT is positioned as an innovative surgical option that not only improves the biomechanics of the repair, but also facilitates rehabilitation and return to function in patients.

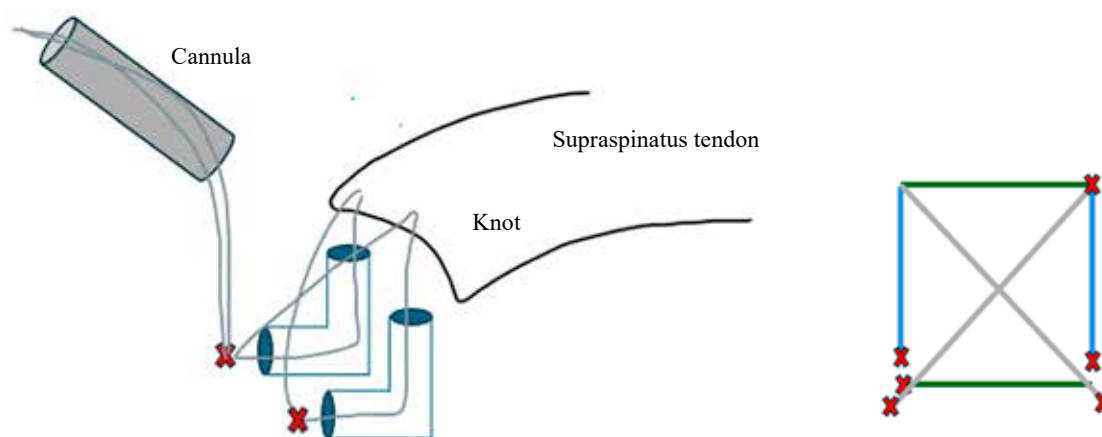


Figure 9: The way in which the remaining sutures should be knotted to form the X configuration is demonstrated, crossing the suture the medial row hole of the anterior tunnel with the suture of the lateral row hole in the posterior tunnel and vice versa. The diagram on the right shows only the part that remains outside the tunnels for didactic purposes, because inside the tunnel there are still the three sutures on each side and it could be confusing.

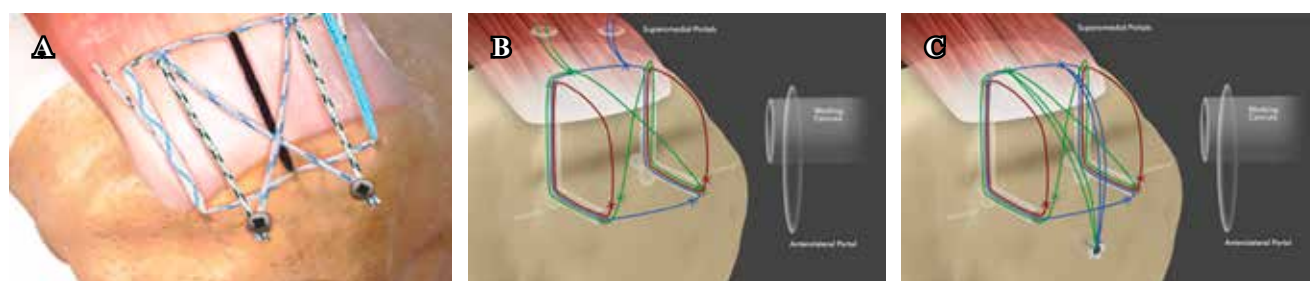


Figure 10: A) Image exemplifying the result of a rotator cuff repair with hybrid technique and use of two anchors for a large lesion. B) True transosseous X box in preparation for a hybrid technique with anchor augmentation. The medial tails are left long for incorporation into a lateral row knotless anchor. C) True transosseous hybrid final construct. Five fixation points are achieved with only one anchor. There is no inert material in the healing zone, and the transosseous fixation is independent of the anchor in a «belt and suspenders» fashion. This technique is a salvage for extreme bone loss or osteopenia with no risk of medial anchor pullout.

Image A taken from Stenson J, et al.²⁷

Images B and C taken from Sanders B.²⁵

In conclusion, ATOT offers a comprehensive surgical solution that combines biomechanical and clinical benefits with an attractive economic proposition. Its expansion in Latin American healthcare systems would not only improve access to advanced treatments, but would also allow substantial cost savings, improving the overall efficiency of available resources in the healthcare sector.

References

- McLaughlin HL. Lesions of the musculotendinous cuff of the shoulder. The exposure and treatment of tears with retraction. 1944. *Clin Orthop Relat Res*. 1994; (304): 3-9.
- Park MC, Elattrache NS, Ahmad CS, Tibone JE. "Transosseous-equivalent" rotator cuff repair technique. *Arthroscopy*. 2006; 22(12): 1360.e1-5. doi: 10.1016/j.arthro.2006.07.017.
- Jost PW, Khair MM, Chen DX, Wright TM, Kelly AM, Rodeo SA. Suture number determines strength of rotator cuff repair. *J Bone Joint Surg Am*. 2012; 94(14): e100. doi: 10.2106/JBJS.K.00117.
- Shi BY, Diaz M, Binkley M, McFarland EG, Srikumaran U. Biomechanical strength of rotator cuff repairs: a systematic review and meta-regression analysis of cadaveric studies. *Am J Sports Med*. 2019; 47(8): 1984-93. doi: 10.1177/0363546518780928.
- Leishman DJ, Chudik SC. Suture tape with broad full-width core versus traditional round suture with round core: a mechanical comparison. *Arthroscopy*. 2019; 35(8): 2461-6. doi: 10.1016/j.arthro.2019.03.053.
- Cole BJ, ElAttrache NS, Anbari A. Arthroscopic rotator cuff repairs: an anatomic and biomechanical rationale for different suture-anchor repair configurations. *Arthroscopy*. 2007; 23(6): 662-9. doi: 10.1016/j.arthro.2007.02.018.
- Park MC, Cadet ER, Levine WN, Bigliani LU, Ahmad CS. Tendon-to-bone pressure distributions at a repaired rotator cuff footprint using transosseous suture and suture anchor fixation techniques. *Am J Sports Med*. 2005; 33(8): 1154-9. doi: 10.1177/0363546504273053.
- Sano H, Yamashita T, Wakabayashi I, Itoi E. Stress distribution in the supraspinatus tendon after tendon repair: suture anchors versus transosseous suture fixation. *Am J Sports Med*. 2007; 35(4): 542-6. doi: 10.1177/0363546506296310.
- Kim SH, Kim J, Choi YE, Lee HR. Healing disturbance with suture bridge configuration repair in rabbit rotator cuff tear. *J Shoulder Elbow Surg*. 2016; 25(3): 478-86. doi: 10.1016/j.jse.2015.08.035.
- Urita A, Funakoshi T, Horie T, Nishida M, Iwasaki N. Difference in vascular patterns between transosseous-equivalent and transosseous rotator cuff repair. *J Shoulder Elbow Surg*. 2017; 26(1): 149-56. doi: 10.1016/j.jse.2016.06.010.
- Flanagin BA, Garofalo R, Lo EY, Feher L, Castagna A, Qin H, Krishnan SG. Midterm clinical outcomes following arthroscopic transosseous rotator cuff repair. *Int J Shoulder Surg*. 2016; 10(1): 3-9. doi: 10.4103/0973-6042.174511.
- Black EM, Lin A, Srikumaran U, Jain N, Freehill MT. Arthroscopic transosseous rotator cuff repair: technical note, outcomes, and complications. *Orthopedics*. 2015; 38(5): e352-8. doi: 10.3928/01477447-20150504-50.
- Srikumaran U, Huish EG Jr, Shi BY, Hannan CV, Ali I, Kilcoyne KG. Anchorless arthroscopic transosseous and anchored arthroscopic transosseous equivalent rotator cuff repair show no differences in structural integrity or patient-reported outcomes in a matched cohort. *Clin Orthop Relat Res*. 2020; 478(6): 1295-303. doi: 10.1097/CORR.0000000000001151.
- Seidl AJ, Lombardi NJ, Lazarus MD, Black EM, Maltenfort MG, Pepe MD, Austin LS. Arthroscopic transosseous and transosseous-equivalent rotator cuff repair: an analysis of cost, operative time, and clinical outcomes. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2016; 45(7): E415-20.
- Randelli P, Stoppani CA, Zaolino C, Menon A, Randelli F, Cabitzza P. Advantages of arthroscopic rotator cuff repair with a transosseous suture technique: a prospective randomized controlled trial. *Am J Sports Med*. 2017; 45(9): 2000-9. doi: 10.1177/0363546517695789.
- Garofalo R, Calbi R, Castagna A, Cesari E, Budeyri A, Krishnan SG. Is there a difference in clinical outcomes and repair integrity between arthroscopic single-row versus transosseous (anchorless) fixation? A retrospective comparative study. *J Orthop Sci*. 2018; 23(5): 770-6. doi: 10.1016/j.jos.2018.05.011.
- Kilcoyne KG, Guillaume SG, Hannan CV, Langdale ER, Belkoff SM, Srikumaran U. Anchored transosseous-equivalent versus anchorless transosseous rotator cuff repair: a biomechanical analysis in a cadaveric model. *Am J Sports Med*. 2017; 45(10): 2364-71. doi: 10.1177/0363546517706136.
- Jeong HJ, Lee JS, Kim YK, Rhee SM, Oh JH. Arthroscopic transosseous anchorless rotator cuff repair reduces bone defects related to peri-implant cyst formation: a comparison with conventional suture anchors using propensity score matching. *Clin Shoulder Elb*. 2023; 26(3): 276-86. doi: 10.5397/cise.2023.00052.
- Narvy SJ, Ahluwalia A, Vangsness CT Jr. Analysis of direct costs of outpatient arthroscopic rotator cuff repair. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2016; 45(1): E7-E11.
- Sanders B. Novel reusable transosseous tunnel based soft tissue repair techniques about the shoulder: a rational, value-based approach. *MOJ Orthop Rheumatol*. 2016; 5(1): 172-6. doi: 10.15406/mojor.2016.05.00164.
- Chalmers PN, Granger E, Nelson R, Yoo M, Tashjian RZ. Factors affecting cost, outcomes, and tendon healing after arthroscopic rotator cuff repair. *Arthroscopy*. 2018; 34(5): 1393-400. doi: 10.1016/j.arthro.2017.11.015.
- Black EM, Austin LS, Narzikul A, Seidl AJ, Martens K, Lazarus MD. Comparison of implant cost and surgical time in arthroscopic transosseous and transosseous equivalent rotator cuff repair. *J Shoulder Elbow Surg*. 2016; 25(9): 1449-56. doi: 10.1016/j.jse.2016.01.003.
- Anchorless Rotator Cuff Repair. Tensor Surgical. [Internet] Las Vegas, NV USA; 2024 [cited 2024 Oct 30]. Available in: <https://tensorsurgical.com/>
- Sanders B. True transosseous hybrid rotator cuff repair. *Arthrosc Tech*. 2019; 8(9): e1013-8. doi: 10.1016/j.eats.2019.05.012.
- Sanders B. Transosseous suture-based arthroscopic suprapectoral biceps tenodesis. *Arthrosc Tech*. 2020; 9(7): e947-51. doi: 10.1016/j.eats.2020.03.010.
- Stenson J, Sanders B, Lazarus M, Austin L. Arthroscopic transosseous rotator cuff repair. *J Am Acad Orthop Surg*. 2023; 31(7): e366-75. doi: 10.5435/JAAOS-D-22-00057.

Disclaimers: the authors state that the views expressed in the submitted article are his or her own and not an official position of the institution or funder.

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 apegarse 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.hipaa.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 inexactas 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

	• Estudios terapéuticos - Investigan los resultados de los estudios	• Estudios pronósticos - Investigan el efecto de las características de un paciente sobre los resultados de la enfermedad	• Estudios de diagnóstico - Investigan una prueba diagnóstica	• Economía y análisis de decisión - Desarrollan un modelo económico de decisión
Nivel I	• 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)	• 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	• 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	• Costos y alternativas sensibles; valores obtenidos de muchos estudios; análisis de sensibilidad multivariados (multiway) • Revisión sistemática² de estudios Nivel-I
Nivel II	• 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	• 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	• Desarrollo de criterios diagnósticos con base en pacientes consecutivos (Con aplicación a referencias con estándar de «oro» universales) • Revisión sistemática² de estudios Nivel II	• Costos y alternativas sensibles; valores obtenidos de estudios limitados; análisis de sensibilidad multivariados (multiway) • Revisión sistemática² de estudios Nivel II
Nivel III	• Estudios de casos control⁷ • Estudio retrospectivo⁶ comparativo⁵ • Revisión sistemática² de estudios Nivel III	• Estudios de casos control⁷	• Estudios de pacientes no consecutivos (sin estándar de «oro» constantemente aplicado) • Revisión sistemática² de estudios Nivel III	• Análisis basados en alternativas y costes limitados; estimaciones pobres • Revisión sistemática 2 de estudios Nivel III
Nivel IV	• Serie de casos⁸	• Serie de casos⁸	• Estudios casos control • Estándar de pobre referencia	• Ningún análisis de sensibilidad
Nivel V	• Opinión de expertos	• Opinión de expertos	• Opinión de expertos	• 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 artroplastía de cadera cementada vs una artroplastía 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.: artroplastía total de cadera total fallida). Se comparan con los denominados «controles» que no tienen los mismos resultados (Ej.: artroplastía 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.
- No enviar gráficas de pastel o pie ya que no serán publicadas debido a su no uso en la literatura científica.

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 alfabéticamente) y deben estar en el formato de PubMed/Index Medicus (para ver un ejemplo, diríjase al sitio Web del Centro Nacional para Información biotecnológica o al National Center for Biotechnology Information [NCBI] (www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi)). 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.hipaaprovider.com/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.



¿TIENES UN ARTÍCULO QUE QUIERAS PUBLICAR CON NOSOTROS?

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

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



**DESCARGA
NUESTROS
NÚMEROS**

síguenos en nuestras redes     WhatsApp: 55.3518.1164



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



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



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