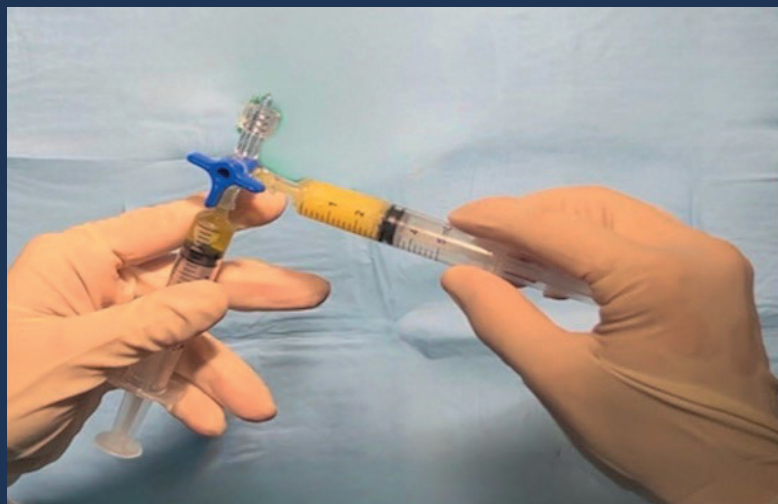




RELART

REVISTA LATINOAMERICANA DE ARTROSCOPIA, RECONSTRUCCIÓN ARTICULAR Y TRAUMA DEPORTIVO

VOLUMEN 33 • N° 2 • AGOSTO 2026



ARTÍCULO ORIGINAL DR. DIEGO ARIEL DE LIMA

Gel de PRP versus ácido hialurónico versus corticosteroides para la artrosis de rodilla: ensayo clínico prospectivo aleatorizado

EDITORIAL DR. FERNANDO BARCLAY

Inestabilidad de hombro: herencia, deporte, defectos óseos y otras yerbas

+Artículos destacados

RODILLA

Reconstrucción primaria de ligamento cruzado anterior usando botón autoajustable, autobloqueante. Resultados clínicos y radiológicos luego de un seguimiento mínimo de 36 meses

DR. HORACIO RIVAROLA Y COL.

CODO

Hallazgos artroscópicos en epicondilitis lateral refractaria

DR. GUILLERMO C. MAUJO Y COL.

HOMBRO

Resultados clínicos y radiológicos de la reparación parcial de roturas masivas del manguito rotador con aumentación de parche dérmico acelar

DR. DAVID TORRES MANRIQUE Y COL.



Equipo editorial

Editor en jefe

Dr. Luciano A. Rossi 

Hospital Italiano. Buenos Aires, Argentina

luciano.rossi@hospitalitaliano.org.ar

Editores asociados

Dra. Ximena Ahumada Pavez 

Instituto de Seguridad del Trabajo. Valparaíso, Chile

dratobilloypie@gmail.com

Dra. Claudia Arias Calderón 

Clínica Internacional, Perú

claudia.arias.calderon@gmail.com

Dr. Agustín Bertona Altieri 

Centro Médico Chacras, Argentina

dr.bertona@gmail.com

Dr. Iván Encalada-Díaz 

Médica Sur. Ciudad de México, México

encaladaiv@yahoo.com

Dr. Francisco Figueroa 

Clínica Alemana. Vitacura, Chile

franciscofigueroa@gmail.com

Dr. Daniel Fischman 

Hospital Militar de Santiago, Chile

dfischmanv@gmail.com

Dr. Iván A. Huespe 

Hospital Italiano. Buenos Aires, Argentina

ivan.huespe@hospitalitaliano.org.ar

Dra. Leticia Peroni 

Clínica la Pequeña Familia, Argentina

mleticiaperoni@gmail.com

Dra. Lourdes Posadas-Martínez 

Universidad Hospital Italiano. Buenos Aires, Argentina

maria.posadas@hospitalitaliano.org.ar

Dr. Diego Sánchez Cruz 

Centro de Ortopedia y Traumatología, Colombia

diegosancruz@hotmail.com

Dr. Pablo Slullitel 

Hospital Italiano. Buenos Aires, Argentina

pablo.slullitel@hospitalitaliano.org.ar

Editor asociado y coordinador de Multimedia

Dr. Ignacio García-Mansilla 

Hospital Italiano. Buenos Aires, Argentina

ignacio.garciamansilla@hospitalitaliano.org.ar

Consejo asesor

Dr. Diego Sánchez Thomas 

Hospital Italiano. Buenos Aires, Argentina

diegom.sanchez@hospitalitaliano.org.ar

Dr. Fernando Barclay 

Clínica Bessone, Argentina

fernandobarclay@gmail.com

Secretaría editorial

Mariana Rapoport

relart.secretaria@gmail.com

Gestión bibliográfica

Bibl. Ludmila Vázquez

Corrección profesional

Laura Gehl

Coordinación de medios digitales y comunicación

Rosario Santander

Editor responsable

Asociación Argentina de Artroscopia | Montevideo 1546 1° piso (1018) Buenos Aires | Tel.: (5411) 4811 2089 | Fax: (54 11) 4811 2389

URL: <https://revistarelart.com/index.php/revista/index> | E-mail: relart.secretaria@gmail.com

Publicación oficial de la [Sociedad Latinoamericana de Artroscopia, Reconstrucción Articular y Traumatología Deportiva](#), [Asociación Argentina de Artroscopia](#), [Asociación Argentina para el Estudio de la Cadera y Rodilla](#), la [Asociación Argentina de Traumatología del Deporte \(AATD\)](#), [Asociación Mexicana de Cirugía Reconstructiva, Articular y Artroscopia \(AMECRA\)](#)

Redes sociales: [Instagram](#) | [Facebook](#) | [X](#) | [Youtube](#)

Scope

RELART (Revista Latinoamericana de Artroscopia, Reconstrucción Articular y Trauma Deportivo) (ISSN 3072-8010) es la publicación oficial de [Asociaciones médicas de Latinoamérica](#), editada en Buenos Aires, Argentina. Es una revista cuatrimestral, de acceso abierto y en español, que publica artículos originales. Su misión es promover la investigación y difusión científica en artroscopia, cirugía reconstructiva articular y traumatología deportiva, fomentando la colaboración internacional entre especialistas.

RELART (Revista Latinoamericana de Artroscopia, Reconstrucción Articular y Trauma Deportivo) (ISSN 3072-8010) is the official publication of medical associations in Latin America, edited in Buenos Aires, Argentina. It is a quarterly, open-access journal in Spanish that publishes original articles. Its mission is to promote research and scientific dissemination in arthroscopy, joint reconstructive surgery, and sports traumatology, fostering international collaboration among specialists.

AÑO 2026 VOLUMEN 33 NÚMERO 2

EDITORIAL

- 103 Inestabilidad de hombro: herencia, deporte, defectos óseos y otras yerbas**
Shoulder Instability: Heredity, Sport, Bony Defects, and Others Herbs
Fernando Barclay

ARTÍCULO ORIGINAL

- 105 Gel de PRP versus ácido hialurónico versus corticosteroides para la artrosis de rodilla: ensayo clínico prospectivo aleatorizado**
PRP Plasma Gel versus Hyaluronic Acid versus Corticosteroid for Knee Osteoarthritis: A Prospective Randomized Clinical
Diego Ariel de Lima, Renata Clazzer, Carlos E. da Silveira Franciozi, Lana Lacerda de Lima, María L. Costa Cavalcante, Camilo Partezani Helito, Sergio Marinho de Gusmão Canuto
- 115 Reconstrucción primaria de ligamento cruzado anterior usando botón autoajustable, autobloqueante. Resultados clínicos y radiológicos luego de un seguimiento mínimo de 36 meses**
Primary Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using a Self-adjusting, Self-locking Button. Clinical and Radiological Results After a Minimum Follow-up of 36 Months
Horacio Rivarola, Cristian Collazo, Marcos Palanconi, Marcos Meninato, Francisco Endara Urresta, Lorena Michel, Bautista Rivarola
- 125 Fijación artroscópica con anclaje de suturas sin nudos en fracturas de espina tibial anterior en pacientes pediátricos y adolescentes**
Arthroscopic Fixation with Knotless Suture Anchorage in Anterior Tibial Spine Fractures in Pediatric and Adolescent Patients
Luciano Patthauer, Gonzalo J. Blanco O'dena, Nicole Albornoz, José C. Barbier, Marcelo Blanco, Jorge P. Batista, Julio J. Masquijo
- 133 La tenodesis extraarticular lateral reduce la falla del injerto tras la revisión del ligamento cruzado anterior sin comprometer el retorno al deporte ni los resultados funcionales**
Lateral Extra-Articular Tenodesis Reduces Graft Failure After Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction without Compromising Return to Sport or Functional Outcomes
Waldo Gonzalez, Jorge Isla, Alfredo Sandoval, Minerva Itriago, David Figueroa
- 141 Osteotomía desrotadora femoral diafisaria para realineación patelofemoral: indicación, técnica y resultados**
Diaphyseal Femoral Derotator Osteotomy for Patellofemoral Realignment: Indication, Technique and Results
Javier O. Pérez
- 149 Resultados clínicos y radiológicos de la reparación parcial de roturas masivas del manguito rotador con aumentación de parche dérmico acelular**
Clinical and Radiological Outcomes of Partial Rotator Cuff Repair with Acellular Dermal Patch Augmentation
David Torres Manrique, Christian Lozano Lurita, Diego A. Maticorena Quevedo, Julio Guillén-Morales, Lyl Torres López, Rodrigo Alejandro-Salinas
- 160 Hallazgos artroscópicos en epicondilitis lateral refractaria**
Arthroscopic Findings in Refractory Lateral Epicondylitis
Guillermo C. Maujo, Melissa A. Edelmann Carrillo, Joaquín Pison, Giovani Ballerini

- 168 Abordaje posterior mini-open: una alternativa eficaz para la fijación de fracturas por avulsión del LCP**
Posterior Mini-Open Approach for Fixation of PCL Avulsion Fractures
Cristian C. Fajardo Cantillo, Helberth A. González Rico, María P. Romero Correa, Daniel F. Peña Piñeros, Isabella Rodríguez Alonso

REVISIÓN NARRATIVA

- 175 Resultados clínicos de la reparación de la raíz meniscal: una revisión narrativa de la literatura**
Clinical Outcomes of Meniscal Root Repair: A Narrative Review of the Literature
César A. Jiménez-Aroche, Juan R. Jiménez Castro, José E. Miranda Mayén, Laurence J. Conway Restrepo

REPORTE DE CASO

- 184 Corrección de pendiente tibial invertida mediante osteotomía posterior de cierre con planificación 3D**
Correction of a Reversed Tibial Slope Using Posterior Closing-Wedge Osteotomy with 3D Planning
Lucas T. Busdrago Marinelli, Matthieu Ollivier, Albert Jiménez Obach, Alejandro Fazio

- 188 INSTRUCCIONES PARA AUTORES**

Inestabilidad de hombro: herencia, deporte, defectos óseos y otras yerbas

Fernando Barclay¹⁰

Clínica Bessone. Buenos Aires, Argentina

Jean Piaget, el precursor de la psicología evolutiva, habla de la importancia de la relación del organismo con el medio. Para Piaget, educar es darle al individuo una autonomía intelectual y moral, pero también advierte sobre la idea de reciprocidad, es decir, la aceptación de la autonomía del prójimo en ese sentido.

Educar para emprender el camino de lo novedoso y abandonar la repetición que siempre nos proporciona seguridad y confort. Educar mentes para que sean críticas y no acepten dócilmente todo lo que se les ofrece. La contraparte de la globalización es la diversidad cultural. ¿Estamos educando para la libertad del ser humano o le estamos vendiendo un modelo único y le exigimos obediencia a ese modelo?

¿Qué relación tiene la teoría de Piaget con la inestabilidad de hombro?

A esta altura del siglo XXI el tratamiento de la inestabilidad de hombro sigue siendo un terreno donde encontramos avances sumamente sofisticados junto con dilemas aún no resueltos. Es una patología paradigmática de la complejidad de la medicina que nos obliga a abandonar enfoques simplistas, fogoneados por algunos especialistas de la materia y muchas empresas que ofrecen los insumos mágicos para resolver el problema. ¿Estamos educando para que el profesional “alumno” decida libremente o estamos vendiendo un modelo único de solución?

Hay una lesión capsulolabral que habitualmente tratamos colocando múltiples anclajes, que pueden ser de PEEK, biocompuestos, de solo sutura, con nudos, sin nudos, o también autoajustables. Nos enseñan que la deformidad plástica se puede corregir mediante una plicatura capsular con suturas de distinto ancho y resistencia, pero no sabemos exactamente cómo

reacciona a lo largo del tiempo esa cápsula que estamos sometiendo a una especie de dobladillo. Nos dicen que los defectos óseos glenoideos se completan transponiendo la coracoides y fijándola con tornillos o miniplaca. Podemos también usar injertos libres alogénicos fijados con cerclajes de sutura, injertos osteocondrales frescos o transfiriendo el bíceps y fijándolo con tornillos, y siempre están los anclajes, anclajes y más anclajes. Descubrimos que hay un defecto “crítico” y otro cercano al “crítico”. Y que el número mágico es... ¿10 %, 15 %, más, o puede ser menos? Y que si los dos defectos se encuentran en el movimiento pueden ser “On track”, “Off track” y, ahora también, “Near track”, y vaya uno a saber cuántas cosas más.

Lo cierto es que los trabajos publicados muestran que 24 de cada 100 pacientes que han sido operados de inestabilidad de hombro tiene un antecedente familiar, y que en el 22 % de estos pacientes la primera luxación no fue traumática. El 34 %, con antecedentes familiares que fueron operados, tuvo una recurrencia, y en el 13 % de estos pacientes se manifestó como una luxación, y en el 87 %, como subluxación. También sabemos que el hombro contralateral fue inestable en el 50 % de los pacientes con antecedentes hereditarios.¹

Mientras participaba del último congreso SLARD en Lima, mi teléfono celular sonó en la madrugada; era mi hijo, Felipe, de 24 años, el cuarto de cinco hijos. Estaba en la Universidad Austral, cercana a mi residencia en la zona norte del Gran Buenos Aires, y me avisaba que se había luxado el hombro derecho después de una caída en una fiesta de casamiento.

Tercera generación de inestabilidad de hombro. Mi padre, médico, en su juventud era federado en waterpolo. La historia cuenta que permanentemente lo

Autor de correspondencia: Fernando Barclay, fernandobarclay@gmail.com

Recibido: 15/05/2026 Aceptado: 7/06/2026 Publicado: 1/08/2026

DOI: <https://doi.org/10.63403/re.v33i2.527>

Cómo citar: Barclay F. Inestabilidad de hombro: herencia, deporte, defectos óseos y otras yerbas. Relart 2026;33(2): 103-104.

tenían que sacar del agua con ambos hombros luxados, se los reducían y volvía a meterse al agua para competir hasta la próxima luxación. Ya en su vejez, personalmente solía infiltrarlo para calmar el dolor provocado por una artrosis severa bilateral que no lo dejaba dormir.

Yo mismo, a partir de una caída jugando al fútbol, primero sufrí la luxación de mi hombro izquierdo y un año más tarde la del derecho. Mis apremios económicos en una Argentina inestable de aquella época y mi imposibilidad de permanecer inmovilizado en un postoperatorio prolongado me hicieron desistir de la cirugía. A mis 65 años, ya dejé de luxarme y me pregunto: ¿quién podrá infiltrarme para poder dormir dentro de unos años?

Tres generaciones de inestabilidad de hombro y quién sabe cuántas más. Está claro que la genética por sí sola no basta para generar inestabilidad, pero al combinarla con deportes de contacto, trauma repetitivo o un primer episodio precoz, la evidencia es concluyente. No podemos explicar la inestabilidad a partir de la genética, pero está muy claro cómo la herencia define al paciente que la sufre.

Debemos entender que esto nos obliga a abandonar enfoques simplistas y nos lleva hacia una comprensión mucho más integral de esta patología. Atletas cada vez más jóvenes con exposición a traumas de alta energía, o cargas repetitivas, representan, además de un riesgo de recurrencia, visitas al consultorio con lesiones complejas.

Estoy convencido, después de más de veinticinco años de tratar inestabilidad de hombro, que el nuevo paradigma del tratamiento es poder anticiparse a la luxación y no manejar sus consecuencias, y aquí es donde la herencia adquiere una enorme relevancia. La bibliografía actual es muy consistente en señalar que no hay un modelo genético clásico, pero sí existe una clara predisposición familiar expresada en factores como la hiperlaxitud capsular, las propiedades biomecánicas del tejido conectivo y la calidad del colágeno. Estas características no definen la enfermedad por sí solas, pero son determinantes cuando el individuo se somete al trauma permanente, o a exageradas exigencias funcionales.

Las ciencias básicas demuestran que la inestabilidad de hombro se asocia con variación de genes implicados en la síntesis de colágeno y remodelación capsular identificados mediante estudios de asociación del genoma completo (GWAS). Khoschnau *et al.*, en un estudio del 2008, investigaron un polimorfismo en el gen COL1A1 y encontraron que los individuos homocigotos tenían un riesgo significativamente menor para la luxación de hombro.² Este hallazgo sugiere una mayor resistencia del tejido conectivo debido a una alteración en la transcripción del colágeno. Hallazgos similares se encontraron en una población sudafricana, reforzando el papel de la variante COL1A1 en la modulación del riesgo de lesiones de tejidos blandos.³

Estos y otros estudios destacan el potencial de los polimorfismos genéticos relacionados con el colágeno para servir como biomarcadores de la integridad

capsular y de la predisposición a la inestabilidad de hombro.

Belangero, mi gran amigo Benno Ejnisman, y otros investigadores de Latinoamérica, analizaron la expresión genética del tejido capsular obtenido de biopsias en cirugía de inestabilidad de hombro y demostraron que la expresión de COL1A1 estaba significativamente aumentada y que la relación entre COL1A1/COL1A2 también estaba incrementada en múltiples zonas capsulares. Esto explicaría la vulnerabilidad regional de la cápsula en hombros propensos a la inestabilidad.⁴ Estos hallazgos no establecen si los cambios en la expresión de proteínas representan, simplemente, respuestas al traumatismo, o es un desequilibrio preexistente.

En resumen: la genética no explica por sí sola la inestabilidad, pero condiciona al paciente que la desarrolla.

Qué interrogantes pretendo plantear en este pensamiento volcado en una editorial:

¿La predisposición biológica debe modificar la indicación quirúrgica inicial?

¿Tenemos en nuestro arsenal terapéutico la idea de identificar a los pacientes de alto riesgo, o seguimos reaccionando muy tarde?

¿Hasta qué punto la sofisticación tecnológica ha superado nuestra capacidad intelectual de seleccionar adecuadamente a los pacientes?

El tratamiento actual de la inestabilidad de hombro necesita modelos más refinados de toma de decisiones que integren factores anatómicos, funcionales y hereditarios. Sin embargo, estamos demasiado enfocados en cómo tratamos el problema ya consumado, sin trabajar en modelos que puedan traducir la complejidad del paciente individual en algoritmos reproducibles.

El desafío presente y futuro reside en elegir una técnica quirúrgica adecuada al paciente que estamos tratando, y en comprender que cada hombro inestable es la expresión de una historia única y distinta, y que en este contexto la herencia define un punto de partida.

No estamos hablando de una enfermedad genética clásica, sino de una predisposición biológica que expone al individuo a los avatares de un nuevo estilo de vida.

REFERENCIAS

1. Dowdy PA, O'Driscoll SW. Shoulder instability. An analysis of family history. *J Bone Joint Surg Br.* 1993;75(5):782-4.
2. Khoschnau S, Melhus H, Jacobson A, Rahme H, Bengtsson H, Ribom E, et al. Type I collagen alpha1 Sp1 polymorphism and the risk of cruciate ligament ruptures or shoulder dislocations. *Am J Sports Med.* 2008;36(12):2432-6.
3. Collins M, Posthumus M, Schwellnus MP. The COL1A1 gene and acute soft tissue ruptures. *Br J Sports Med.* 2010;44(14):1063-4.
4. Leal MF, Belangero PS, Cohen C, Figueiredo EA, Loyola LC, Pochini AC, et al. Identification of suitable reference genes for gene expression studies of shoulder instability. *PLoS One.* 2014;9(8):e105002.

Gel de PRP versus ácido hialurónico versus corticosteroides para la artrosis de rodilla: ensayo clínico prospectivo aleatorizado

Diego Ariel de Lima¹, Renata Clazzer², Carlos E. da Silveira Franciozi²,
Lana Lacerda de Lima¹, María L. Costa Cavalcante³, Camilo Partezani Helito⁴,
Sergio Marinho de Gusmão Canuto⁵

1. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Rio Grande do Norte, Brasil

2. Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP). São Paulo, Brasil

3. Departamento de Cirurgia, Universidade Federal do Ceará (UFC). Ceará, Brasil

4. Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HCFMUSP). São Paulo, Brasil

5. Ortopedia, Hospital de Ortopedia. Alagoas, Brasil

RESUMEN

Introducción: las infiltraciones intraarticulares son ampliamente utilizadas en el tratamiento de la osteoartrosis de rodilla, aunque persiste controversia sobre la estrategia más eficaz y duradera.

Objetivos: comparar los resultados clínicos del gel de plasma rico en plaquetas (PRP), el ácido hialurónico y el corticosteroide intraarticular, utilizados de forma aislada o combinada, en pacientes con osteoartrosis de rodilla.

Materiales y métodos: ensayo clínico prospectivo, aleatorizado y simple ciego que incluyó pacientes con osteoartrosis de rodilla grado II–III según Kellgren–Lawrence, asignados a 4 grupos de tratamiento. Los desenlaces clínicos fueron evaluados mediante instrumentos validados durante un seguimiento de 6 meses.

Resultados: todos los grupos presentaron mejoría clínica temprana. A los 6 meses, los tratamientos que incluyeron gel de PRP mostraron beneficios más sostenidos en dolor y función en comparación con el corticosteroide aislado. La combinación de gel de PRP, ácido hialurónico y corticosteroide presentó los resultados más consistentes.

Conclusión: la combinación de gel de PRP, ácido hialurónico y corticosteroide mostró una mejoría clínica consistente y sostenida a los 6 meses en comparación con el corticoide aislado, aunque no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos tras el ajuste. El gel de PRP utilizado de forma aislada mostró resultados clínicos comparables al ácido hialurónico.

Palabras clave: osteoartrosis de rodilla; plasma rico en plaquetas; gel de PRP; ácido hialurónico; infiltración intraarticular

Nivel de evidencia: I. Ensayo clínico prospectivo, aleatorizado y simple ciego

Autor para correspondencia: Diego Ariel de Lima, arieldelima.diego@gmail.com

Recibido: 11 de enero de 2026. Aceptado: 1 de mayo de 2026. Publicado: 1 de agosto de 2026.

DOI: <https://doi.org/10.63403/re.v33i2.480>

Cómo citar: Ariel de Lima D, Clazzer R, da Silveira Franciozi CE, Lacerda de Lima L, Costa Cavalcante ML, Partezani Helito C, Marinho de Gusmão Canuto S. Gel de PRP versus ácido hialurónico versus corticosteroides para la osteoartrosis de rodilla: ensayo clínico prospectivo aleatorizado. Relart. 2026;33(2): 105-114.

PRP Plasma Gel versus Hyaluronic Acid versus Corticosteroid for Knee Osteoarthritis: A Prospective Randomized Clinical Trial

ABSTRACT

Introduction: intra-articular injections are widely used for knee osteoarthritis, yet the optimal strategy for sustained symptom relief remains uncertain.

Objectives: to compare the clinical outcomes of PRP plasma gel, hyaluronic acid, and corticosteroid intra-articular injections, used alone or in combination, for the treatment of knee osteoarthritis.

Methods: this prospective, randomized, single-blind clinical trial included patients with Kellgren–Lawrence grade II–III knee osteoarthritis allocated into 4 treatment groups. Clinical outcomes were assessed using validated patient-reported measures over a 6-month follow-up period.

Results: all groups demonstrated early improvement in pain and function. At 6 months, treatments incorporating PRP plasma gel showed more sustained pain and functional benefits compared with corticosteroid alone. The combination of PRP plasma gel, hyaluronic acid, and corticosteroid yielded the most consistent clinical outcomes.

Conclusion: the combination of PRP plasma gel, hyaluronic acid, and corticosteroid demonstrated more consistent and sustained clinical improvement at 6 months compared with corticosteroid alone, although no statistically significant differences between groups were observed after adjustment. PRP plasma gel alone showed clinical outcomes comparable to hyaluronic acid.

Keywords: Knee osteoarthritis; Platelet-rich plasma; Plasma gel; Hyaluronic acid; Intra-articular injection

Level of evidence: I. Single-blind Prospective Randomized Clinical Trial

INTRODUCCIÓN

La osteoartrosis (OA) de rodilla es una enfermedad articular degenerativa crónica caracterizada por la pérdida progresiva del cartílago, alteraciones del hueso subcondral e inflamación sinovial secundaria, que provoca dolor, deterioro funcional y disminución de la calidad de vida. Representa una de las principales causas de discapacidad musculoesquelética en todo el mundo, con una prevalencia creciente en las poblaciones envejecidas y un importante impacto socioeconómico.¹⁻³

Las infiltraciones intraarticulares desempeñan un papel central en el tratamiento no quirúrgico de la OA de rodilla. Los corticosteroides se utilizan ampliamente debido a su rápido efecto analgésico, aunque sus beneficios suelen ser de corta duración. El ácido hialurónico (AH) se ha empleado como estrategia de viscosuplementación, con resultados clínicos variables, especialmente en pacientes con enfermedad leve a moderada. A pesar de su uso generalizado, no existe un consenso claro respecto de cuál es el tratamiento intraarticular óptimo para lograr un alivio sintomático sostenido.⁴

Las terapias ortobiológicas, en particular el plasma rico en plaquetas (PRP), han surgido como alternativas prometedoras para el tratamiento de la OA de rodilla. El PRP contiene una elevada concentración de plaquetas y factores de crecimiento bioactivos capaces de modular la inflamación y promover la reparación tisular. Estudios recientes y metaanálisis han demostrado mejores resultados clínicos a mediano plazo con el PRP que con el AH y los corticosteroides.⁵⁻⁷ El gel de PRP representa una evolución del PRP convencional, ya que combina una matriz de albúmina gelificada mediante inducción térmica con PRP fresco, lo que permite una

mayor permanencia intraarticular y una liberación sostenida de factores de crecimiento.⁸⁻¹¹

El objetivo de este ensayo clínico prospectivo y aleatorizado fue comparar los resultados clínicos de las infiltraciones intraarticulares con gel de PRP, ácido hialurónico y corticosteroides, utilizadas de forma aislada o combinada, para el tratamiento de la osteoartrosis de rodilla.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño del estudio

Este estudio se diseñó como un ensayo clínico prospectivo, aleatorizado, controlado y simple ciego. El objetivo fue comparar la eficacia clínica de diferentes estrategias de infiltración intraarticular para el tratamiento de la osteoartrosis de rodilla.

Los participantes fueron asignados aleatoriamente a cuatro grupos paralelos de tratamiento y seguidos de forma longitudinal. El estudio se llevó a cabo de acuerdo con las directrices Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT).

El protocolo del estudio fue revisado y aprobado por el Comité Institucional de Ética en Investigación, en cumplimiento de la Declaración de Helsinki y de la normativa nacional para la investigación en seres humanos. Todos los participantes otorgaron su consentimiento informado por escrito antes de su inclusión en el estudio.

El reclutamiento de los pacientes se realizó entre febrero y abril de 2025, y todos los participantes fueron seguidos durante 6 meses después de la intervención.

Participantes

Se incluyeron pacientes adultos de entre 30 y 90 años con diagnóstico clínico y radiográfico de osteoartrosis

de rodilla, clasificada como grado II o III según la clasificación de Kellgren-Lawrence,¹² reclutados de forma consecutiva en el consultorio externo.

Los pacientes fueron incluidos si presentaban dolor persistente de rodilla a pesar del tratamiento conservador previo y eran capaces de comprender y completar todos los cuestionarios de evaluación utilizados en el estudio.

Los criterios de exclusión comprendieron la presencia de enfermedad reumática inflamatoria, el uso de corticosteroides por vía oral, intravenosa o intraarticular durante los 12 meses previos a la inclusión, concentración de hemoglobina inferior a 11 g/dL, recuento plaquetario inferior a 150 000/mm³, trastornos conocidos de la coagulación, procesos infecciosos o inflamatorios activos en las proximidades del sitio de infiltración e incapacidad para completar las evaluaciones de seguimiento programadas.

Aleatorización y enmascaramiento

Los participantes fueron asignados aleatoriamente, en una proporción 1:1:1:1, a uno de los cuatro grupos de tratamiento mediante una secuencia de aleatorización generada por computadora. El ocultamiento de la asignación se garantizó mediante sobres opacos sellados.

Para mantener el enmascaramiento de los participantes, se obtuvieron muestras de sangre de todos los pacientes incluidos, independientemente del grupo asignado. Solo los participantes asignados a los grupos que incluían PRP fueron sometidos al procesamiento y a la administración del hemoderivado. Durante el procedimiento de infiltración se utilizó una barrera visual para impedir que los participantes vieran el contenido de la jeringa, garantizando así un diseño simple ciego.

Grupos de intervención

Los participantes fueron asignados a uno de los siguientes grupos:

- Grupo A: gel de PRP + ácido hialurónico + corticosteroide.
- Grupo B: ácido hialurónico + corticosteroide.
- Grupo C: gel de PRP + corticosteroide.
- Grupo D: corticosteroide solo (grupo control).

Todas las infiltraciones se realizaron en un único procedimiento intraarticular.

Preparación del gel de PRP

Se obtuvieron aproximadamente 20 mL de sangre venosa periférica de cada participante mediante dos tubos estériles de vacío de plástico de 10 mL, sin aditivos. A cada tubo se le añadieron 0,125 mL de heparina sódica (5000 UI/mL) para prevenir la coagulación. Las muestras se centrifugaron a 800 × g durante 15 minutos en una centrifuga de laboratorio. Tras la centrifugación, la fracción plasmática inferior enriquecida con plaquetas y la capa leucoplaquetaria (buffy coat) (aproximadamente 2,5-3,0 mL por tubo) se aspiraron cuidadosamente con jeringas estériles y se reservaron para su posterior procesamiento.

El PRP obtenido se redistribuyó mediante un conector Luer-Lock de tres vías en dos jeringas, en una proporción 3:1. Una de las jeringas, que contenía aproximadamente 3,75 mL de PRP, fue sometida a procesamiento térmico controlado en una incubadora de laboratorio a 75 °C durante 15 minutos. Este procedimiento indujo la desnaturalización de las proteínas, con la consiguiente formación de una matriz semisólida de gel de albúmina. La otra jeringa, que contenía aproximadamente 1,25 mL de PRP sin calentar, se conservó para la mezcla posterior.

Una vez finalizado el procesamiento térmico, el gel de albúmina se mezcló mecánicamente con el PRP no calentado previamente reservado, mediante un conector de tres vías, manteniendo una proporción final de 3 partes de gel de albúmina por 1 parte de PRP fresco. El contenido se transfirió repetidamente de una jeringa a otra hasta obtener un gel de PRP homogéneo y estable, con un volumen final aproximado de 5 mL. Este producto final combinó las propiedades estructurales del gel de albúmina con la actividad biológica del PRP fresco, permitiendo una liberación intraarticular sostenida de factores de crecimiento (Figs. 1 y 2).

Procedimiento de infiltración

Todas las infiltraciones intraarticulares fueron realizadas en condiciones de esterilidad por cirujanos ortopédicos con experiencia. Los pacientes fueron colocados en decúbito supino con la rodilla en ligera flexión. La antisepsia cutánea se realizó con soluciones a base de clorhexidina y se colocaron campos estériles. La anestesia local se obtuvo mediante la infiltración de 2 mL de lidocaína al 2% en el tejido subcutáneo y los tejidos pericapsulares. En todos los casos se utilizó un abordaje suprapatelar lateral.

Antes de la infiltración, se realizó una artrocentesis terapéutica para evacuar el derrame articular, cuando lo hubiera. A continuación, se administró por vía intraarticular el tratamiento asignado mediante una única punción y, cuando correspondía, posteriormente se administraron ácido hialurónico y/o corticosteroide (hexacetonida de triamcinolona, 20 mg/mL), de acuerdo con la asignación del grupo. Tras retirar la aguja, se colocó un apósito estéril.

Cuando se utilizaron terapias combinadas, los distintos componentes se administraron de forma secuencial a través del mismo acceso intraarticular. En primer lugar se infiltró el gel de PRP, seguido del ácido hialurónico y, por último, del corticosteroide, sin mezclarlos previamente en la misma jeringa.

Cuidados posteriores al procedimiento

Se indicó a los participantes evitar actividades físicas intensas que involucraran la rodilla tratada durante al menos 24 horas. Se recomendó crioterapia para disminuir las molestias posteriores al procedimiento. Se desaconsejó el uso de antiinflamatorios no esteroides durante el período de seguimiento. Se permitió el uso de analgésicos opioides como medicación de rescate durante un máximo de cinco días, en caso de ser necesario.

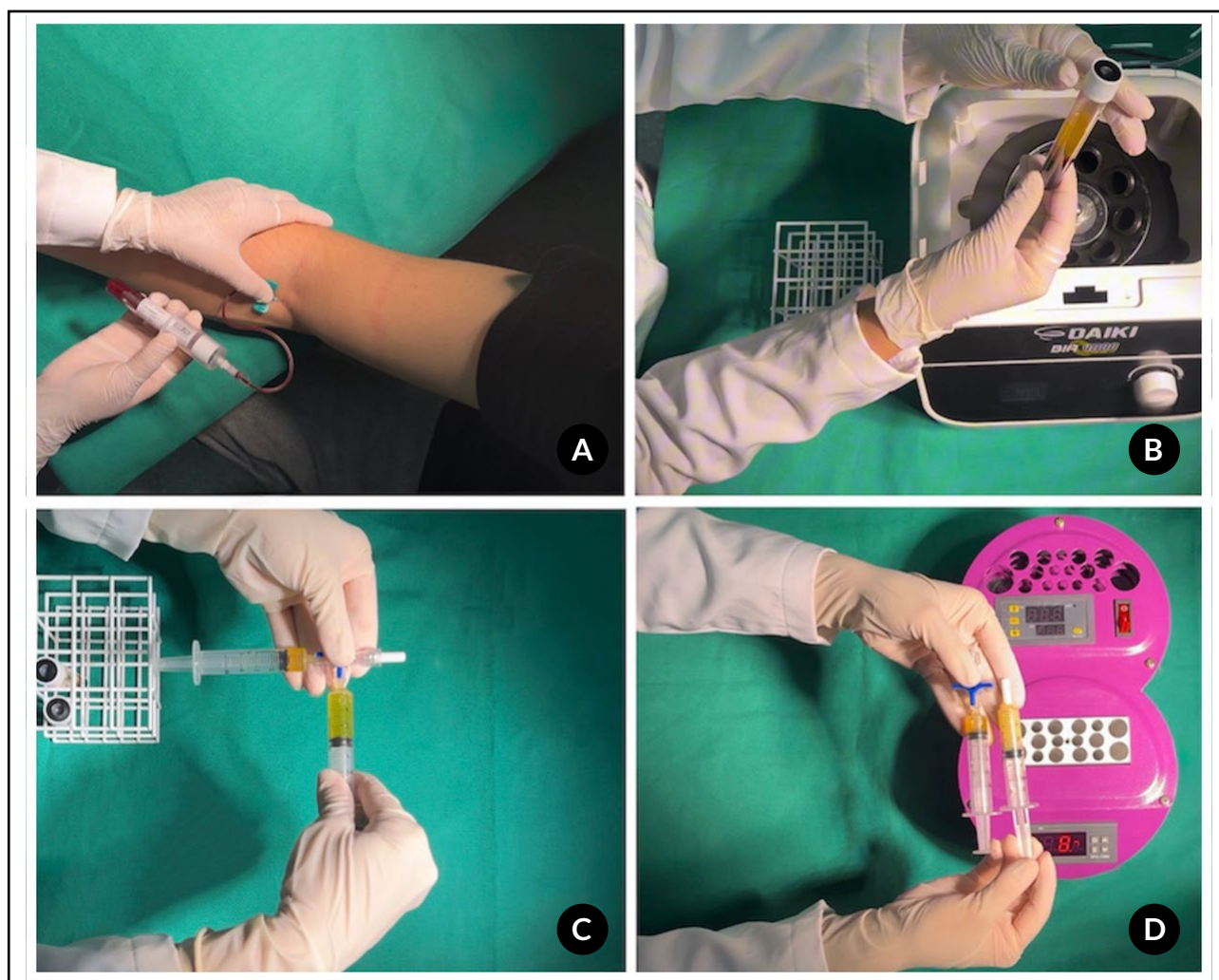


Figura 1. Preparación del gel de PRP. A) Obtención de sangre venosa periférica en tubos estériles de vacío. Colocación de los tubos en la centrífuga, destacando la importancia de un adecuado equilibrio: los tubos se disponen en posiciones diametralmente opuestas y con volúmenes iguales para garantizar la estabilidad durante la centrifugación. B) Aspecto de la sangre centrifugada, que muestra la separación de los eritrocitos, la capa leucoplaquetaria (buffy coat) y el plasma. C) Redistribución del PRP mediante un conector Luer-Lock de tres vías en una proporción 3:1. Aproximadamente 3,75 mL de PRP se colocan en una jeringa, mientras que 1,25 mL se reservan en otra para su uso posterior. D) La fracción mayor de PRP se somete a calentamiento en una incubadora a 75 °C durante 15 minutos, lo que provoca la desnaturalización de la albúmina, el fibrinógeno y otras proteínas plasmáticas, con la formación de un gel semisólido a base de albúmina. Se muestran el PRP fresco reservado ($\approx 1,25$ mL) y el gel de albúmina ($\approx 3,75$ mL) preparados para su combinación.

No se indicó un protocolo estandarizado de rehabilitación. Todos los pacientes recibieron las mismas recomendaciones generales posteriores al procedimiento, que incluyeron reposo relativo durante 24 horas y un retorno gradual a las actividades según la tolerancia.

Medidas de resultado

Los resultados clínicos se evaluaron mediante instrumentos de evaluación validados respondidos por los pacientes: la escala analógica visual (Visual Analog Scale, VAS)¹³ para el dolor, el Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC),¹⁴⁻¹⁶ el Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS),¹⁷ la Pain Catastrophizing Scale (PCS),¹⁸ el PROMIS Fatigue,¹⁹ la Global Rating

of Change (GROC)²⁰ y la Marx Activity Rating Scale.²¹ Las evaluaciones se realizaron al inicio del estudio y a 1, 3 y 6 meses de la intervención. Todas las evaluaciones clínicas posteriores a la intervención fueron efectuadas por evaluadores independientes que no participaron en el tratamiento de los pacientes.

Análisis estadístico

Todos los datos clínicos y funcionales se organizaron en planillas de cálculo electrónicas y se analizaron mediante el software R (Mac OS X GUI, versión 1.73). La significación estadística se estableció con un valor de p bilateral $<0,05$ y un intervalo de confianza del 95%.

Las variables categóricas se resumieron como frecuencias absolutas y relativas y se compararon entre

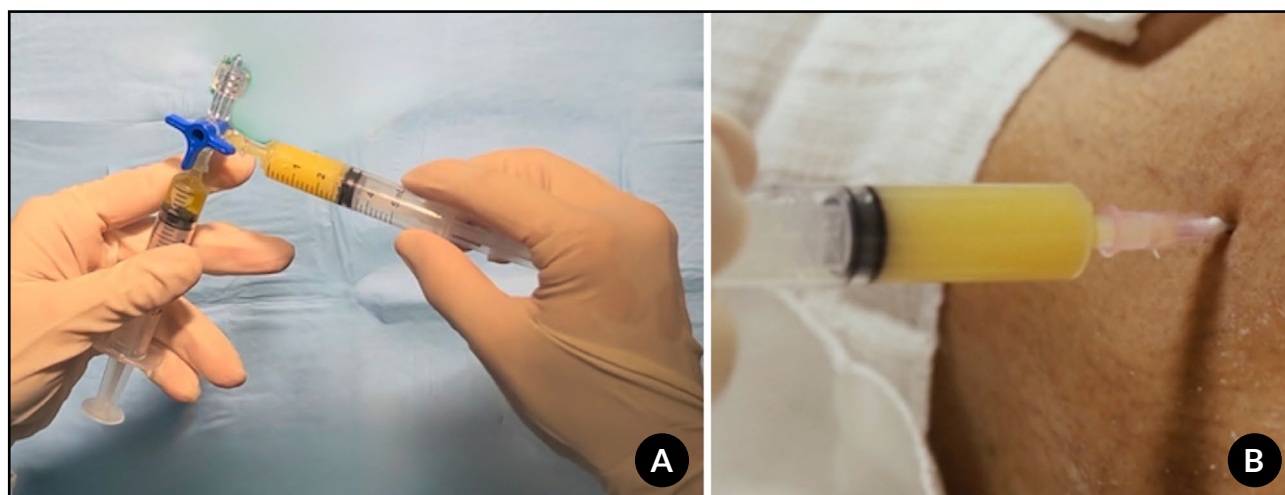


Figura 2. Combinación y aplicación del gel de PRP. A) El gel de albúmina ($\approx 3,75$ mL) se mezcla con el PRP fresco reservado ($\approx 1,25$ mL) mediante el conector de tres vías. La transferencia repetida del contenido entre ambas jeringas asegura una adecuada homogeneización, obteniéndose aproximadamente 5 mL de gel de PRP. B) El gel de PRP se transfiere a una jeringa estéril y se infiltra por vía intraarticular en condiciones de asepsia, habitualmente a través de un abordaje suprapatelar o anterolateral de la rodilla.

los grupos mediante la prueba de chi cuadrado de Pearson o la prueba exacta de Fisher, según correspondiera. La normalidad de las variables continuas se evaluó mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Los datos con distribución normal se expresaron como media $\pm$ desviación estándar y se compararon entre grupos mediante análisis de la varianza (ANOVA) de una vía con pruebas post hoc de Tukey. Los datos con distribución no normal se expresaron como mediana y rango intercuartílico y se analizaron mediante la prueba de Kruskal-Wallis con corrección de Dunn.

Las comparaciones intragrupo entre los distintos momentos de evaluación se realizaron mediante la prueba t para muestras apareadas en los datos paramétricos o la prueba de rangos con signo de Wilcoxon en los datos no paramétricos. Cuando correspondió, se calcularon los cambios medios (valores delta) entre los distintos momentos para evaluar los efectos del tratamiento a lo largo del tiempo, y los resultados se presentaron gráficamente como medias con barras de error correspondientes a la desviación estándar. No se realizó un cálculo formal del tamaño muestral ni un análisis de potencia.

RESULTADOS

Se incluyeron inicialmente 80 pacientes, quienes fueron aleatorizados; de ellos, 64 completaron el seguimiento y fueron incluidos en el análisis final (Fig. 3). La edad media fue de $62,1 \pm 8,9$ años (rango: 42-78) y el 71% de los participantes fueron mujeres. Todos los pacientes presentaban osteoartritis de rodilla con clasificación radiográfica grado II-III según Kellgren-Lawrence. El enmascaramiento de los participantes se mantuvo durante todo el ensayo de acuerdo con el protocolo simple ciego preestablecido.

La distribución final de los participantes que

completaron el seguimiento fue la siguiente: Grupo A (gel de PRP + ácido hialurónico + corticosteroide), $n = 14$; Grupo B (ácido hialurónico + corticosteroide), $n = 17$; Grupo C (gel de PRP + corticosteroide), $n = 15$; y Grupo D (corticosteroide solo), $n = 18$. Los desenlaces se evaluaron longitudinalmente desde el inicio del estudio (valor basal) hasta los distintos momentos de seguimiento establecidos en el protocolo. Durante el período del estudio no se observaron complicaciones mayores ni menores, incluidas infección, exacerbación persistente del dolor o reacciones adversas.

A los 6 meses de seguimiento, todos los grupos de tratamiento mostraron una reducción significativa de la intensidad del dolor con respecto a los valores basales en las evaluaciones tempranas (Fig. 4 y Tabla 1). Al mes y a los 3 meses, los grupos A, B, C y D presentaron disminuciones estadísticamente significativas de los puntajes de la VAS ($p < 0,05$ en todos los casos). Sin embargo, a los 6 meses, la reducción sostenida del dolor permaneció estadísticamente significativa únicamente en los grupos A (gel de PRP + ácido hialurónico + corticosteroide; $p = 0,0037$), B (ácido hialurónico + corticosteroide; $p = 0,0017$) y C (gel de PRP + corticosteroide; $p = 0,0010$), mientras que el grupo tratado únicamente con corticosteroide (Grupo D) ya no mostró diferencias significativas con respecto al valor basal ($p = 0,1878$).

Durante el seguimiento de 6 meses, los grupos A, B y C mostraron mejorías significativas intragrupo en los dominios de dolor y función del WOMAC en comparación con los valores basales ($p < 0,05$ en todos los casos) (Fig. 5). En cambio, el Grupo D no presentó una mejoría significativa en los dominios de dolor ($p = 0,115$) ni de función ($p = 0,255$) del WOMAC a los 6 meses. Los puntajes del dominio de rigidez del WOMAC mejoraron significativamente solo en el Grupo A ($p < 0,05$), mientras que no se observaron cambios

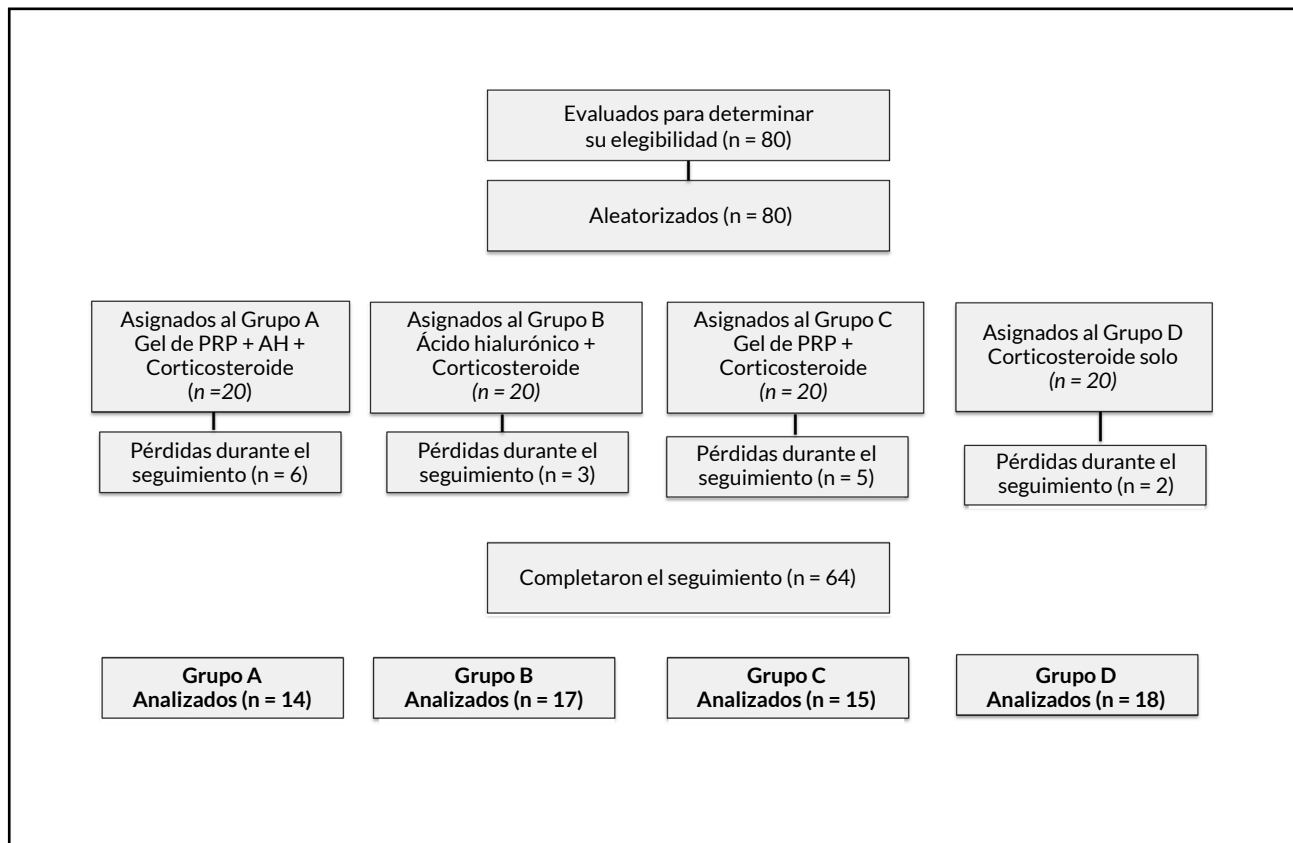


Figura 3. Diagrama de flujo CONSORT que muestra la inclusión de los pacientes, la aleatorización, la asignación a los grupos de tratamiento, el seguimiento y el análisis final en este ensayo clínico prospectivo aleatorizado.

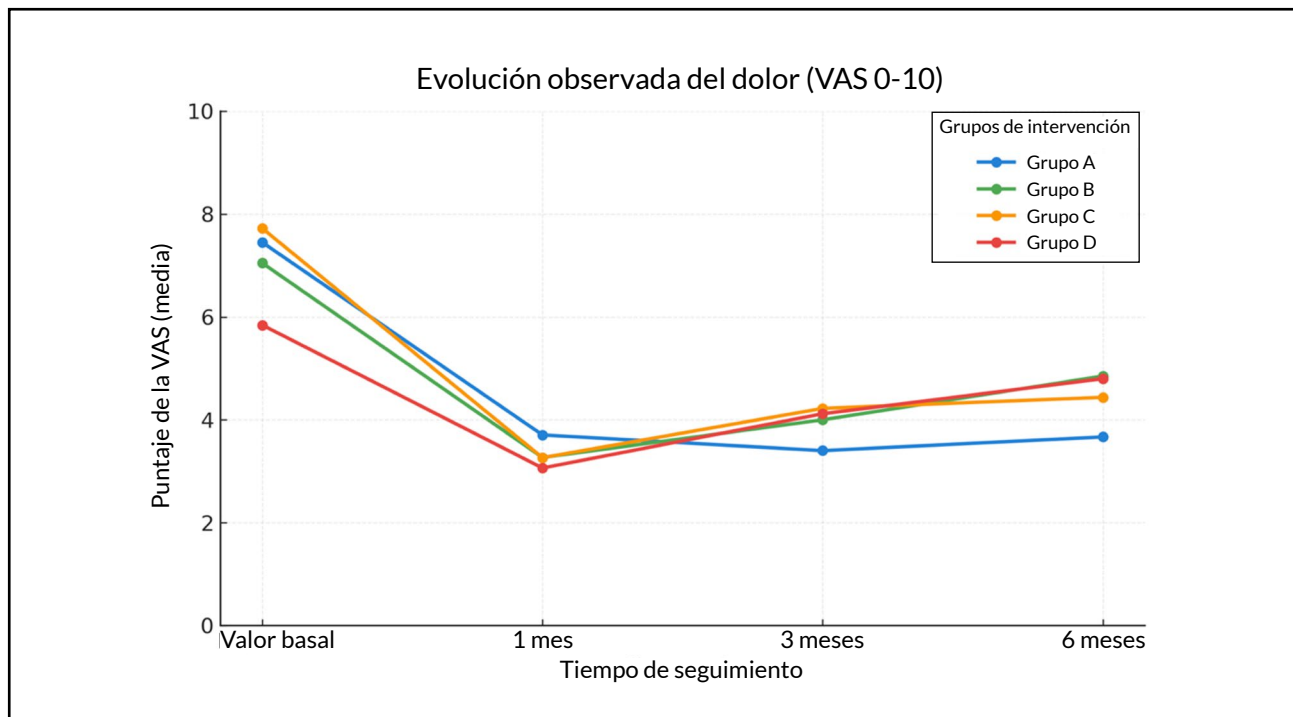


Figura 4. Puntajes de dolor en la escala analógica visual (VAS) al inicio del estudio y a 1, 3 y 6 meses del tratamiento intraarticular. Los grupos tratados con gel de PRP mostraron una reducción sostenida del dolor a los 6 meses, mientras que el grupo tratado únicamente con corticosteroides presentó una pérdida progresiva del efecto analgésico.

Tabla 1. Puntajes de dolor en la escala analógica visual (VAS) (media $\pm$ desviación estándar) al inicio del estudio y a 1, 3 y 6 meses para cada grupo de tratamiento. Los valores de p corresponden a las comparaciones intragrupo entre el valor basal y los distintos momentos de seguimiento.

Grupo	Intervención	Valor basal	1 mes	3 meses	6 meses	p (valor basal vs. 1 mes)	p (valor basal vs. 3 meses)	p (valor basal vs. 6 meses)
A	Gel de PRP + AH + corticosteroide	7,47 $\pm$ 2,10	4,00 $\pm$ 3,32	3,88 $\pm$ 2,75	4,40 $\pm$ 3,17	0,0003	0,0436	0,0037
B	AH + corticosteroide	6,65 $\pm$ 1,90	3,46 $\pm$ 2,22	4,06 $\pm$ 2,17	5,00 $\pm$ 2,48	0,0003	0,0003	0,0017
C	Gel de PRP + corticosteroide	7,79 $\pm$ 2,26	3,47 $\pm$ 2,88	4,21 $\pm$ 2,83	4,50 $\pm$ 3,03	0,0001	0,0002	0,0010
D	Corticosteroide solo	5,56 $\pm$ 2,68	2,80 $\pm$ 3,23	4,07 $\pm$ 3,63	4,76 $\pm$ 3,53	0,0050	0,0456	0,1878

estadísticamente significativos en este dominio en los grupos B, C o D.

El análisis de las subescalas del KOOS a los 6 meses mostró una tendencia consistente a favor del Grupo A en los dominios de dolor, síntomas, actividades de la vida diaria, función en deportes y actividades recreativas y calidad de vida relacionada con la rodilla. Sin embargo, tras el ajuste por los valores basales mediante un análisis de la covarianza (ANCOVA), no se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en la evaluación a los 6 meses (ANCOVA tipo III; $p > 0,05$ para todos los dominios).

Se observaron reducciones significativas de los puntajes de la PCS entre el inicio del estudio y los 6 meses en el Grupo A ($\Delta = -13,42$; $p = 0,0043$), el Grupo B ($\Delta = -13,47$; $p = 0,0040$) y el Grupo C ($\Delta = -13,50$; $p = 0,0202$), lo que indica una mejoría clínicamente relevante de la catastrofización relacionada con el dolor. El Grupo D mostró una reducción menor que no alcanzó significación estadística ($\Delta = -8,38$; $p = 0,0843$). Las comparaciones ajustadas entre los grupos a los 6 meses no fueron estadísticamente significativas (ANCOVA, $p = 0,760$).

Los puntajes de PROMIS Fatigue mejoraron con el tiempo en todos los grupos de tratamiento. Sin embargo, solo en el Grupo A ($\Delta = -16,83$; $p = 0,0395$) se observó una mejoría intragrupo estadísticamente significativa a los 6 meses. Tras el ajuste por los valores basales, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (ANCOVA, $p = 0,2944$).

En la evaluación a los 6 meses, la mejoría percibida por los pacientes, evaluada mediante la escala GROC, mostró una mejoría intragrupo significativa en todos los grupos de tratamiento. La mayor magnitud de mejoría percibida se observó en el Grupo A ($\Delta = +5,14$; $p = 0,0135$) y en el Grupo C ($\Delta = +4,67$; $p = 0,0132$). Las comparaciones ajustadas entre los grupos no mostraron diferencias estadísticamente significativas a los 6 meses (ANCOVA, $p = 0,953$).

Los puntajes de la Marx Activity Rating Scale mostraron una tendencia ascendente no significativa entre el inicio del estudio y los 6 meses en todos los grupos:

Grupo A ($\Delta = +1,33$; $p = 0,1661$), Grupo B ($\Delta = +0,71$; $p = 0,3061$), Grupo C ($\Delta = +0,58$; $p = 0,3934$) y Grupo D ($\Delta = +1,44$; $p = 0,1216$). No se identificaron diferencias estadísticamente significativas ni intragrupo ni entre los grupos en la evaluación a los 6 meses (ANCOVA, $p = 0,733$).

DISCUSIÓN

El principal hallazgo de este estudio fue que las estrategias intraarticulares que incorporaron gel de PRP permitieron una mejoría clínica más sostenida a lo largo del tiempo en comparación con el tratamiento exclusivo con corticosteroides, aunque tras el ajuste no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. Si bien todos los grupos de tratamiento presentaron un alivio temprano del dolor, solo aquellos que incluyeron PRP mantuvieron esa mejoría a lo largo del seguimiento, mientras que el grupo tratado únicamente con corticosteroides mostró una pérdida de eficacia en el seguimiento a mediano plazo. A pesar de la ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre los grupos tras el ajuste, las mejorías sostenidas observadas en el dolor y la función podrían ser clínicamente relevantes, especialmente en el contexto de enfermedades crónicas como la osteoartritis de rodilla, en las que el control sintomático a largo plazo constituye un objetivo terapéutico fundamental.

Este patrón temporal es consistente con la literatura previa. Se sabe que los corticosteroides proporcionan un alivio analgésico rápido, aunque de duración limitada, hallazgo que ha sido documentado de manera reiterada en ensayos clínicos y revisiones sistemáticas. Contrariamente, las terapias biológicas activas, como el PRP, han demostrado mejores resultados a mediano plazo que los corticosteroides y el ácido hialurónico, particularmente en términos de dolor y función. Los metaanálisis de Belk y col.²² y de Khalid y col.²³ demostraron que el PRP produce mayores mejorías en los puntajes del WOMAC y de la VAS en seguimientos superiores a 3 meses, lo que respalda el efecto analgésico sostenido observado en el presente estudio.

Los resultados funcionales evaluados mediante el

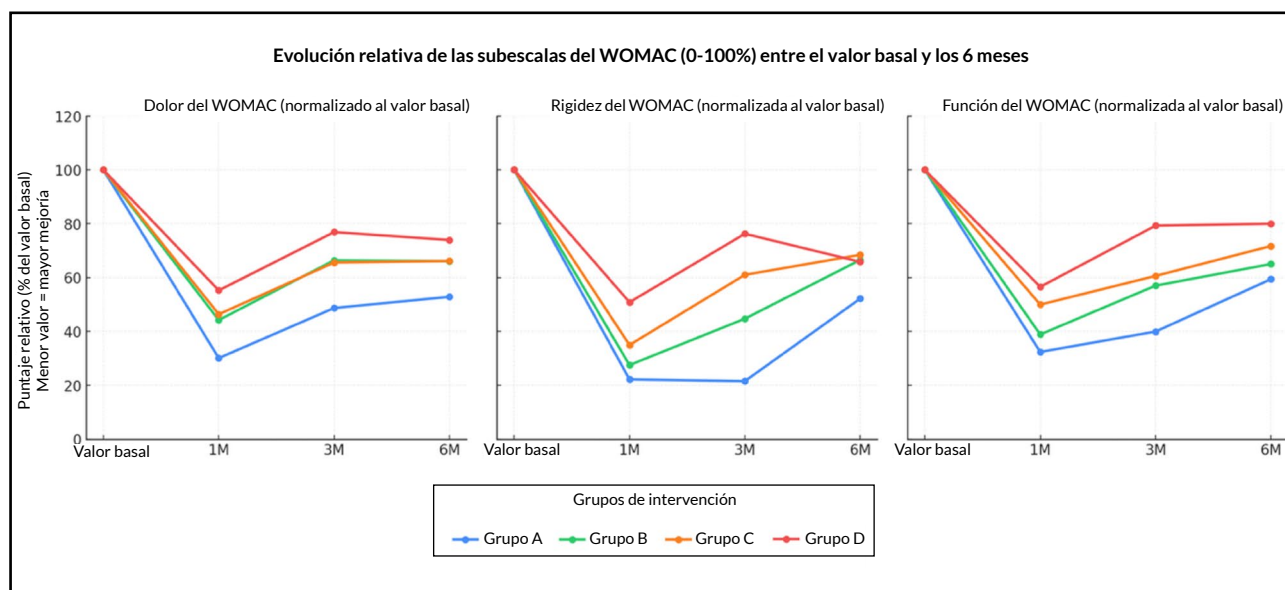


Figura 5. Puntajes de las subescalas del WOMAC (dolor, rigidez y función) desde el valor basal hasta el seguimiento a los 6 meses. Se observaron mejorías significativas en los dominios de dolor y función en los grupos que recibieron gel de PRP, mientras que la mejoría en el dominio de rigidez se observó exclusivamente en el grupo tratado con la combinación de gel de PRP, ácido hialurónico y corticosteroide.

WOMAC refuerzan estas observaciones. A los 6 meses, los pacientes tratados con gel de PRP, con o sin ácido hialurónico, presentaron mejorías significativas en el dolor y la función, mientras que el tratamiento exclusivo con corticosteroides no produjo beneficios funcionales relevantes. Cabe destacar que el dominio de rigidez del WOMAC mejoró significativamente solo en el grupo que recibió la combinación de gel de PRP, ácido hialurónico y corticosteroide, lo que sugiere un posible efecto sinérgico.²³ Beneficios similares de la combinación de PRP y ácido hialurónico han sido descritos en revisiones sistemáticas recientes, entre ellas el metaanálisis de Karasavvidis y col.,²⁴ que demostró mejores resultados funcionales en comparación con el uso de ácido hialurónico solo.

Si bien los resultados del KOOS no alcanzaron significación estadística en el análisis ajustado entre los grupos, la tendencia consistente a favor de la estrategia combinada con gel de PRP en todas las subescalas sugiere un efecto clínicamente relevante que podría no haberse detectado plenamente debido a las limitaciones del tamaño muestral. Estudios previos que evaluaron el PRP en la osteoartritis de rodilla también han informado mejorías clínicamente relevantes sin demostrar una diferencia estadísticamente significativa en todas las subescalas del KOOS, especialmente en poblaciones heterogéneas de pacientes.^{22,23}

Los resultados psicosociales y centrados en el paciente respaldan aún más el papel de la modulación biológica sostenida. Se observaron reducciones significativas en la catastrofización del dolor únicamente en los grupos que recibieron PRP y/o ácido hialurónico, en concordancia con la evidencia de que un control

sintomático más prolongado influye favorablemente sobre la percepción del dolor y las estrategias de afrontamiento.^{18,22} Además, solo el grupo tratado con la combinación de gel de PRP presentó una mejoría significativa en los puntajes de PROMIS Fatigue, lo que sugiere beneficios funcionales y sobre la calidad de vida que trascienden el alivio del dolor.¹⁹ Estos hallazgos concuerdan con informes previos que indican que las terapias biológicas intraarticulares pueden modular mediadores inflamatorios y biomarcadores sinoviales asociados con la fatiga sistémica y la carga sintomática.^{25,26}

El fundamento biológico del desempeño sostenido del gel de PRP probablemente se relacione con sus características estructurales. A diferencia del PRP líquido convencional, el gel de PRP incorpora una matriz de albúmina obtenida mediante inducción térmica, combinada con PRP fresco, lo que permite una mayor permanencia intraarticular y una liberación gradual de factores de crecimiento como PDGF, TGF- β y VEGF.⁸⁻¹¹ Estudios experimentales y traslacionales, entre ellos los de Godoi y col.¹¹ y Nakamura y col.,⁸ han demostrado que los geles derivados del plasma actúan como vehículos biológicos eficaces, favoreciendo una liberación controlada y una actividad biológica prolongada, lo que podría explicar los efectos clínicos sostenidos observados en este ensayo.

Si bien se ha informado que los corticosteroides pueden ejercer efectos inhibitorios sobre determinados factores de crecimiento, su inclusión en el presente estudio obedeció tanto a consideraciones clínicas como metodológicas. Desde el punto de

vista clínico, los corticosteroides proporcionan un rápido efecto analgésico y antiinflamatorio, lo que puede contribuir al alivio sintomático temprano mientras los efectos biológicos del gel de PRP se desarrollan con el tiempo, reflejando una estrategia pragmática de la práctica clínica habitual. Además, los corticosteroides se administraron en dosis bajas, ya que se ha demostrado que las dosis más bajas producen menores efectos deletéreos sobre las células mesenquimales. Desde el punto de vista metodológico, el uso de corticosteroides en todos los grupos de tratamiento permitió una comparación más controlada, contribuyendo a aislar los efectos adicionales del gel de PRP y del ácido hialurónico más allá de los efectos ya conocidos de los corticosteroides. Este diseño tuvo como objetivo reducir los factores de confusión y esclarecer con mayor precisión la contribución de cada uno de los componentes terapéuticos.

Desde una perspectiva clínica y económica, la comparación entre gel de PRP más corticosteroide y ácido hialurónico más corticosteroide resulta particularmente relevante. Si bien ambas estrategias demostraron mejorías clínicas comparables, el gel de PRP constituye una terapia autóloga que puede prepararse utilizando equipamiento estándar de laboratorio, potencialmente a un costo inferior al de las formulaciones comerciales de ácido hialurónico. En los sistemas de salud con recursos limitados, esta diferencia podría tener importantes implicancias en términos de accesibilidad y costo-efectividad, sin comprometer los resultados clínicos.²⁷

Se requieren estudios futuros que comparen directamente el gel de PRP con las formulaciones convencionales de PRP, a fin de esclarecer mejor las posibles ventajas de este abordaje biológico modificado.

Este estudio presenta algunas limitaciones, entre ellas el tamaño muestral relativamente pequeño, la ausencia de un cálculo formal del tamaño de la muestra, el tamaño desigual de los grupos tras las pérdidas durante el seguimiento y un período de seguimiento limitado a 6 meses. Además, no se evaluaron marcadores por imágenes ni biomarcadores bioquímicos, que podrían haber aportado información sobre los mecanismos subyacentes. No obstante, entre las fortalezas de este ensayo se destacan su diseño prospectivo y aleatorizado, el empleo de múltiples instrumentos de evaluación validados y la comparación directa entre estrategias de infiltración intraarticular de relevancia clínica.

CONCLUSIÓN

La combinación de gel de PRP, ácido hialurónico y corticosteroide mostró una mejoría clínica más consistente y sostenida a los 6 meses en comparación con el tratamiento exclusivo con corticosteroides, aunque tras el ajuste no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. El gel de PRP utilizado de forma aislada mostró resultados clínicos comparables a los del ácido hialurónico.

Agradecimientos: Los autores agradecen a los estudiantes de Medicina de la Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) por su colaboración en las distintas etapas del estudio, así como a los pacientes que confiaron en el equipo de investigación y aceptaron participar en este ensayo clínico.

Contribuciones de los autores: Conceptualización (DAL, CPH). Metodología (DAL, CPH, CESF). Investigación (DAL, RC, MLC, LLL). Análisis formal (DAL, CESF). Redacción del borrador original (DAL). Redacción, revisión y edición (DAL, CPH, CESF, SMGC). Supervisión (CPH). Administración del proyecto (DAL).

Conflictos de intereses: los autores declaran no tener conflictos de intereses relacionados con este estudio.

Financiamiento: este estudio recibió apoyo institucional de la Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

REFERENCES

1. Keyes GW, Carr AJ, Miller RK, Goodfellow JW. The radiographic classification of medial gonarthrosis: correlation with operation methods in 200 knees. *Acta Orthop Scand*. 1992;63(5):497-501. doi: <https://doi.org/10.3109/17453679209154722>.
2. Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteoarthritis. *Ann Rheum Dis*. 1957;16(4):494-502. doi: <https://doi.org/10.1136/ard.16.4.494>.
3. Ahlbäck S. Osteoarthritis of the knee: a radiographic investigation. *Acta Radiol Diagn (Stockh)*. 1968;Suppl 277:7-72.
4. Arliani GG, Durigon TS, Pedroso JP, Ferreira GF, Oksman D, Oliveira VO. Intra-articular infiltration of platelet-rich plasma versus hyaluronic acid in patients with primary knee osteoarthritis: preliminary results from a randomized clinical trial. *Rev Bras Ortop (Sao Paulo)*. 2021;57(3):402-408. doi: <https://doi.org/10.1055/s-0041-1724082>.
5. Piuze NS, Khlopas A, Newman JM, Ng M, Roche M, Husni ME, et al. Bone marrow cellular therapies: novel therapy for knee osteoarthritis. *J Knee Surg*. 2018;31(1):22-26. doi: <https://doi.org/10.1055/s-0037-1608844>.
6. Keeling LE, Belk JW, Kraeutler MJ, Kallner AC, Lindsay A, McCarty EC, et al. Bone marrow aspirate concentrate for the treatment of knee osteoarthritis: a systematic review. *Am J Sports Med*. 2022;50(8):2315-2323. doi: <https://doi.org/10.1177/03635465211018837>.
7. Andrade Cunha PF, da Silva RBB. Knee osteoarthritis and bone marrow aspirate as a treatment choice: narrative review. *Res Soc Dev*. 2021;10(7). doi: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16391>.
8. Nakamura M, Masuki H, Kawabata H, Watanabe T, Watanabe T, Tsujino T, et al. Plasma gel made of platelet-poor plasma: in vitro verification as a carrier of polyphosphate. *Biomedicine*. 2023;11(11):2871. doi: <https://doi.org/10.3390/biomedicine11112871>.

9. Liu Q, Zhang N, Li Z, He H. Efficacy of autologous platelet-rich plasma gel in the treatment of refractory pressure injuries and its effect on wound healing time and patient quality of life. *Clinics (Sao Paulo)*. 2021;76:e2355. doi: <https://doi.org/10.6061/clinics/2021/e2355>.
10. Wang M, Gao W. Fixation of platelet-rich plasma and fibrin gels on knee cartilage defects after microfracture with arthroscopy. *Int Orthop*. 2022;46(8):1761-1766. doi: <https://doi.org/10.1007/s00264-022-05377-2>.
11. Godoi TTF, Rodrigues BL, Huber SC, Santana MHA, da Fonseca LF, Santos GS, et al. Platelet-rich plasma gel matrix (PRP-GM): description of a new technique. *Bioengineering (Basel)*. 2022;9(12):817. doi: <https://doi.org/10.3390/bioengineering9120817>.
12. Schiphof D, Boers M, Bierma-Zeinstra SM. Differences in descriptions of Kellgren and Lawrence grades of knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis*. 2008;67(7):1034-1036. doi: <https://doi.org/10.1136/ard.2007.079020>.
13. Campolina AG, Bortoluzzo AB, Ferraz MB, Ciconelli RM. Validação da versão brasileira do questionário genérico de qualidade de vida short-form 6 dimensions (SF-6D Brasil) [Validation of the Brazilian version of the generic six-dimensional short form quality of life questionnaire (SF-6D Brazil)]. *Cien Saude Colet*. 2011;16(7):3103-3110. Portuguese. doi: <https://doi.org/10.1590/s1413-81232011000800010>.
14. Bellamy N, Buchanan WW, Goldsmith CH, Campbell J, Stitt LW. Validation study of WOMAC: a health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee. *J Rheumatol*. 1988;15(12):1833-1840.
15. Oliveira AM, Peccin MS, Silva KN, Teixeira LE, Trevisani VF. Impact of exercise on the functional capacity and pain of patients with knee osteoarthritis: a randomized clinical trial. *Rev Bras Reumatol*. 2012;52(6):876-882.
16. Hmamouchi I, Allali F, Tahiri L, Khazzani H, Mansouri LE, Ali Ou Alla S, et al. Clinically important improvement in the WOMAC and predictor factors for response to non-specific non-steroidal anti-inflammatory drugs in osteoarthritic patients: a prospective study. *BMC Res Notes*. 2012;5:58. doi: <https://doi.org/10.1186/1756-0500-5-58>.
17. Roos EM, Roos HP, Lohmander LS, Ekdahl C, Beynnon BD. Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS): development of a self administered outcome measure. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1998;28(2):88-96. doi: <https://doi.org/10.2519/jospt.1998.28.2.88>.
18. Darnall BD, Sturgeon JA, Cook KF, Taub CJ, Roy A, Burns JW, et al. Development and validation of a daily pain catastrophizing scale. *J Pain*. 2017;18(9):1139-1149. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2017.05.003>.
19. Cheung EC, Moore LK, Flores SE, Lansdown DA, Feeley BT, Zhang AL. Correlation of PROMIS with orthopaedic patient-reported outcome measures. *JBJS Rev*. 2019;7(8):e9. doi: <https://doi.org/10.2106/JBJS.RVW.18.00190>.
20. Schmitt J, Abbott JH. Global ratings of change do not accurately reflect functional change over time in clinical practice. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2015;45(2):106-111, D1-D3. doi: <https://doi.org/10.2519/jospt.2015.5247>.
21. Çil ET, Ebru Akbuğa Koç, Akbuga Koc E, Su Arkun H, Bağcıbaşı GŞ, et al. Turkish validity and reliability of the Marx Activity Rating Scale (MARS) for patients with knee problems. *BAUN Health Sci J*. 2024;13(1):60-66. doi: <https://doi.org/10.53424/balikesirbsd.1354175>.
22. Belk JW, Kraeutler MJ, Houck DA, Goodrich JA, Dragoo JL, McCarty EC. Platelet-rich plasma versus hyaluronic acid for knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Sports Med*. 2021;49(1):249-260. doi: <https://doi.org/10.1177/0363546520909397>.
23. Khalid S, Ali A, Deepak F, Zulfikar MS, Malik LU, Fouzan Z, et al. Comparative effectiveness of intra-articular therapies in knee osteoarthritis: a meta-analysis comparing platelet-rich plasma (PRP) with other treatment modalities. *Ann Med Surg (Lond)*. 2023;86(1):361-372. doi: <https://doi.org/10.1097/MS9.0000000000001615>.
24. Karasavvidis T, Totlis T, Gilat R, Cole BJ. Platelet-rich plasma combined with hyaluronic acid improves pain and function compared with hyaluronic acid alone in knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Arthroscopy*. 2021;37(4):1277-1287. e1. doi: <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2020.11.052>.
25. Li T, Li Y, Li W, et al. Impact of autologous platelet-rich plasma therapy vs. hyaluronic acid on synovial fluid biomarkers in knee osteoarthritis: a randomized controlled clinical trial. *Front Med*. 2023;10. doi: <https://doi.org/10.3389/fmed.2023.1258727>.
26. Pretorius J, Habash M, Ghobrial B, Alnajjar R, Ellanti P. Current status and advancements in platelet-rich plasma therapy. *Cureus*. 2023;15(10):e47176. doi: <https://doi.org/10.7759/cureus.47176>.
27. Slimi F, Zribi W, Trigui M, Amri R, Gouiaa N, Abid C, et al. The effectiveness of platelet-rich plasma gel on full-thickness cartilage defect repair in a rabbit model. *Bone Joint Res*. 2021;10(3):192-202. doi: <https://doi.org/10.1302/2046-3758.103.BJR-2020-0087.R2>.

Reconstrucción primaria de ligamento cruzado anterior usando botón autoajustable, autobloqueante. Resultados clínicos y radiológicos luego de un seguimiento mínimo de 36 meses

Horacio Rivarola¹, Cristian Collazo¹, Marcos Palanconi¹, Marcos Meninato¹,
Francisco Endara Urresta², Lorena Michel¹, Bautista Rivarola¹

1. Departamento de Cirugía Artroscópica de Rodilla, Hospital Universitario Austral. Buenos Aires, Argentina

2. Departamento de Traumatología y Ortopedia, Clínica Arthros. Quito, Ecuador

RESUMEN

Introducción: la reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA) depende en gran medida de la estabilidad inicial del injerto y del método de fijación femoral utilizado. Los sistemas ajustables convencionales pueden presentar elongación del lazo bajo carga cíclica (*loop creep*), con riesgo de pérdida de tensión y ensanchamiento del túnel óseo.

Objetivos: evaluar los resultados clínicos y radiológicos obtenidos con el uso de un botón femoral ajustable autobloqueante en la reconstrucción primaria del ligamento cruzado anterior con seguimiento mínimo de 36 meses.

Material y métodos: se realizó un estudio ambispectivo (nivel de evidencia IV) que incluyó 50 pacientes consecutivos sometidos a reconstrucción primaria del LCA con autoinjerto de isquiotibiales y fijación femoral con botón autobloqueante. Se analizaron las escalas IKDC, Lysholm y Tegner, además de la evolución radiológica (tamaño del túnel, posición del botón) y la resonancia magnética a los 9 meses. El seguimiento mínimo fue de 36 meses.

Resultados: los puntajes IKDC, Lysholm y Tegner mejoraron significativamente (58.2→94.8; 62.4→93.7; 3.1→6.8; $p < 0.001$). No se registraron fallas del injerto, complicaciones ni ensanchamiento del túnel ($\Delta < 0.3$ mm). La resonancia magnética demostró ligamentización completa y consolidación ósea en el 100 % de los casos. El retorno deportivo promedio fue de 8.5 meses, con recuperación funcional total.

Conclusión: el botón femoral ajustable autobloqueante proporcionó fijación estable, ausencia de complicaciones y resultados clínicos reproducibles a 36 meses, constituyendo una alternativa confiable a los sistemas de lazo fijo tradicionales.

Palabras clave: Ligamento cruzado anterior; Fijación femoral; Botón cortical ajustable; Resultados clínicos; Artroscopia; TenZ®

Nivel de evidencia: IV. Estudio de Cohorte Ambispectivo

Autor de correspondencia: Horacio Rivarola, horaciorivarola@hotmail.com

Recibido: 19/12/2025 Aceptado: 5/03/2026 Publicado: 1/08/2026

DOI: <https://doi.org/10.63403/re.v33i2.477>

Cómo citar: Rivarola H, Collazo C, Palanconi M, Meninato M, Endara Urresta F, Michel L, Rivarola B. Reconstrucción primaria de ligamento cruzado anterior usando botón autoajustable, autobloqueante. Resultados clínicos y radiológicos luego de un seguimiento mínimo de 36 meses. Relart 2026;33(2): 115-124.

Primary Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using a Self-adjusting, Self-locking Button. Clinical and Radiological Results After a Minimum Follow-up of 36 Months

ABSTRACT

Introduction: anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction depends largely on the initial stability of the graft and the femoral fixation method used. Conventional adjustable systems can exhibit loop creep under cyclic loading, with a risk of loss of tension and widening of the bone tunnel.

Objectives: to evaluate the clinical and radiological outcomes obtained with the use of a self-locking, adjustable femoral button in primary ACL reconstruction with a minimum follow-up of 36 months.

Material and methods: an ambispective cohort study (Level of evidence IV) included 50 consecutive patients undergoing primary ACL reconstruction with hamstring autograft and femoral fixation using the self-locking button. Clinical outcomes (IKDC, Lysholm, Tegner), radiographic tunnel assessment, and 9-month MRI findings were analyzed over a minimum 36-month follow-up.

Results: IKDC, Lysholm, and Tegner scores improved significantly (58.2→94.8; 62.4→93.7; 3.1→6.8; $p < 0.001$). No graft failures, complications, or tunnel widening were observed ($\Delta < 0.3$ mm). MRI confirmed complete ligamentization and bone integration in all cases. Mean time to unrestricted sports return was 8.5 months, with full functional recovery.

Conclusion: the self-locking adjustable femoral button provided stable fixation, no complications, and reproducible clinical outcomes at 36 months, supporting its reliability as an alternative to traditional fixed-loop systems.

Keywords: Anterior cruciate ligament; Femoral fixation; Adjustable cortical button; Clinical outcomes; Arthroscopy; TenZ®

Level of evidence: IV. Ambispective Cohort Study

INTRODUCCIÓN

La reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA) constituye uno de los procedimientos más frecuentes en la cirugía ortopédica y del deporte. Su finalidad es restaurar la estabilidad anteroposterior y rotacional de la rodilla, prevenir la degeneración articular secundaria y permitir el retorno seguro a la práctica deportiva. A pesar de la estandarización técnica alcanzada en las últimas décadas, el resultado final continúa dependiendo de múltiples factores: la elección del injerto, la precisión anatómica de los túneles óseos, la tensión inicial del injerto y, de manera decisiva, el método de fijación empleado. Entre estos elementos, la fijación femoral desempeña un papel crítico durante las fases iniciales de integración biológica, período en el que la rigidez constructiva y la resistencia a la elongación determinan el éxito mecánico y funcional del injerto.¹⁻³

En las reconstrucciones con autoinjerto de isquiotibiales, la fijación cortical femoral mediante sistemas de suspensión progresivamente se ha impuesto sobre los tornillos interferenciales, debido a su elevada resistencia a la carga y menor morbilidad del túnel. Los dispositivos de suspensión permiten una inserción mínimamente invasiva, con menor riesgo de divergencia del tornillo y mejor control de la orientación anatómica del injerto. Sin embargo, dentro de este grupo existen dos grandes configuraciones: los sistemas

de lazo fijo (*fixed-loop*) y los de lazo ajustable (*adjustable-loop*). Los primeros se asocian a un comportamiento mecánico predecible, pero su longitud no modificable obliga a una planificación milimétrica del túnel y, con frecuencia, a perforaciones adicionales o a maniobras de sobreperforación para lograr el volteo del botón cortical. Por el contrario, los sistemas ajustables permiten modificar intraoperatoriamente la longitud del lazo y retensionar el injerto una vez posicionada la cortical, lo que simplifica la técnica y mejora la adaptabilidad intraoperatoria.²⁻⁴

A pesar de estas ventajas, diversos estudios biomecánicos han documentado que los dispositivos ajustables presentan una vulnerabilidad potencial: la elongación progresiva del lazo bajo carga cíclica, fenómeno conocido como *loop creep*, que podría traducirse en pérdida de tensión del injerto, micromovimientos dentro del túnel y su eventual ensanchamiento. Esta elongación, aunque mínima en condiciones experimentales, puede adquirir relevancia clínica en deportistas o pacientes jóvenes con altas demandas funcionales. La inestabilidad secundaria y el ensanchamiento del túnel constituyen hallazgos descritos en series a mediano plazo, atribuidos a la fricción repetitiva entre el injerto y las paredes óseas durante la fase de ligamentización.⁵⁻⁷

Con el propósito de superar estas limitaciones, se han desarrollado recientemente dispositivos ajustables

de bloqueo automático o *self-locking*, que combinan la versatilidad de los sistemas ajustables con la rigidez estructural de los de lazo fijo. El diseño del botón femoral TenZ® (Fergus Medical, Córdoba, Argentina) incorpora un mecanismo de triple sutura que permite realizar una tracción secuencial, un giro de bloqueo y una fijación definitiva, eliminando la posibilidad de deslizamiento posterior del lazo. Desde el punto de vista biomecánico, esta configuración transforma el dispositivo en un sistema híbrido, capaz de mantener una tensión constante sobre el injerto incluso bajo cargas repetidas, y de minimizar la microtraslación en la interfaz tendón-hueso. Además, su mecanismo de bloqueo progresivo facilita el llenado completo del túnel femoral, optimizando la superficie de contacto para la osteointegración.

Pese a que las pruebas mecánicas iniciales han demostrado resultados alentadores, la literatura clínica sobre este tipo de fijación es aún limitada. La mayoría de los estudios disponibles presentan seguimientos cortos, generalmente inferiores a 24 meses, lo que impide establecer conclusiones sólidas respecto al comportamiento biológico y radiológico a mediano plazo. Existe, por tanto, una brecha de conocimiento en torno al desempeño clínico de los botones ajustables autobloqueantes en condiciones reales de práctica quirúrgica. En ese contexto, la hipótesis planteada sostiene que este sistema mantiene la tensión inicial del injerto a lo largo del tiempo, evitando la elongación del lazo y el ensanchamiento del túnel femoral, con resultados funcionales equivalentes o superiores a los dispositivos de fijación convencionales. El objetivo fue evaluar los resultados clínicos y radiológicos obtenidos con el uso de un botón femoral ajustable autobloqueante en la reconstrucción primaria del ligamento cruzado anterior con seguimiento mínimo de 36 meses.^{8,9}

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño del estudio

Se realizó un estudio ambispectivo de cohorte única. Se trata de un estudio observacional descriptivo sin grupo comparativo directo, diseñado para evaluar los resultados clínicos y radiológicos de la reconstrucción primaria del ligamento cruzado anterior (LCA) utilizando un sistema de fijación femoral ajustable autobloqueante (TenZ®, Fergus Medical, Córdoba, Argentina). El protocolo fue conducido en el Servicio de Ortopedia y Traumatología del Hospital Universitario Austral (Buenos Aires, Argentina), se incluyeron pacientes operados entre junio de 2021 y marzo de 2022, garantizando un seguimiento mínimo de 36 meses al momento del cierre de la base de datos (abril de 2025). Según la clasificación del Oxford Centre for Evidence-Based Medicine, corresponde con un nivel de evidencia IV.

La base de datos se alimentó de manera prospectiva a partir del registro institucional de cirugías de rodilla, complementada con revisión retrospectiva de historias clínicas y estudios por imágenes. La

investigación fue desarrollada conforme a los principios de la Declaración de Helsinki y a las normas nacionales de investigación biomédica.

Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron de forma consecutiva todos los pacientes que cumplieron los siguientes criterios:

- Diagnóstico de rotura completa del LCA confirmada mediante exploración clínica (test de Lachman y *Pivot shift* positivos) y resonancia nuclear magnética (RNM).
- Reconstrucción realizada con autoinjerto de isquiotibiales (semitendinoso y *gracilis*).
- Fijación femoral con botón ajustable autobloqueante TenZ®.
- Fijación tibial con tornillo interferencial de PEEK.
- Edad comprendida entre 18 y 60 años.
- Actividad deportiva recreacional o competitiva previa a la lesión.
- Seguimiento clínico y radiológico completo ≥ 36 meses.

Se excluyeron los pacientes con:

- Cirugías previas sobre la misma rodilla o reconstrucciones de revisión.
- Lesiones multiligamentarias, roturas meniscales radiales o de raíz que requirieran túnel adicional.
- Fracturas periarticulares u osteotomías concomitantes.
- Trastornos metabólicos óseos, enfermedades inflamatorias articulares o infecciones activas.
- Datos incompletos o pérdida del seguimiento.

Tras aplicar los criterios de elegibilidad, se incluyeron 50 pacientes consecutivos (28 hombres y 22 mujeres), con edad media de 36 años (rango, 18-58). Todos los procedimientos fueron realizados por el mismo equipo quirúrgico siguiendo un protocolo estandarizado.

Técnica quirúrgica

Las cirugías se efectuaron bajo anestesia raquídea, con el paciente posicionado en decúbito supino y un manguito de isquemia neumática en el muslo proximal. Se emplearon portales anterolateral y anteromedial estándar. En todos los casos se efectuó una artroscopia diagnóstica inicial para confirmar la rotura del LCA y descartar lesiones asociadas. Las meniscompatías parciales fueron tratadas con menissectomía o sutura artroscópica según el tipo de desgarró.

El injerto fue obtenido mediante una incisión longitudinal de 3 cm sobre la cara anteromedial de la tibia, 3 a 4 cm distal a la interlínea articular. Los tendones semitendinoso y *gracilis* fueron identificados y extraídos con un extractor cerrado, liberando las expansiones fasciales accesorias. Tras la limpieza del tejido muscular residual, los extremos fueron trenzados con sutura reabsorbible trenzada número 1 y el injerto se dobló para conformar un haz cuádruple o quíntuple, dependiendo de la longitud disponible, procurando un diámetro mínimo de 8 mm. El extremo femoral fue

conectado al sistema TenZ®, y el extremo tibial preparado para fijación con tornillo interferencial de PEEK.

El túnel femoral se confeccionó por portal antero-medial con la rodilla en flexión máxima (120°-130°), orientando la guía al centro anatómico de la huella femoral. El túnel tibial se perforó a 55° de inclinación con guía transtibial, asegurando la alineación con la salida femoral. Mediante sutura pasante, el botón fue traccionado hasta exteriorizarse sobre la cortical lateral del fémur, verificando su volteo por visión artroscópica directa. Posteriormente se aplicó tensión secuencial sobre las 3 suturas del dispositivo (tracción, rotación y bloqueo final) hasta lograr el completo llenado del túnel femoral y una tensión homogénea del injerto. La fijación tibial se efectuó con un tornillo interferencial PEEK de diámetro igual al injerto, introducido con la rodilla a 15° de flexión. Finalmente, se realizó una retensión manual en extensión completa para eliminar holguras residuales.

El tiempo quirúrgico promedio fue de 68 minutos (rango, 55-82). No se registraron dificultades técnicas ni necesidad de conversión a sistemas alternativos de fijación.

Protocolo de rehabilitación

Todos los pacientes siguieron un programa de rehabilitación fisiokinésica estandarizado, bajo supervisión institucional. Se permitió apoyo parcial desde el primer día postoperatorio, con ortesis articulada bloqueada en extensión durante las 2 primeras semanas. Los ejercicios isométricos de cuádriceps y bombeo plantar se iniciaron de inmediato. La movilidad pasiva asistida comenzó al control de la primera semana, progresando hacia amplitud completa a las 4-6 semanas. El trote lineal fue autorizado a partir del tercer mes, y el fortalecimiento cerrado de cadena cinética se inició tras recuperar la extensión completa. Las actividades deportivas de pivoteo se reintrodujeron progresivamente entre los 8 y 9 meses, tras demostrar simetría de fuerza y control neuromuscular.

Evaluación clínica

La valoración funcional se efectuó en los períodos preoperatorio y a los 6, 12, 24 y 36 meses postoperatorios, utilizando los siguientes instrumentos:

- IKDC subjetivo (International Knee Documentation Committee).
- Escala de Lysholm para la función de rodilla.
- Escala de actividad Tegner para cuantificar el nivel deportivo.

Las pruebas de Lachman, cajón anterior y *Pivot shift* se aplicaron en cada control por el mismo cirujano senior, con el objetivo de minimizar la variabilidad interobservador. Se consideró estabilidad completa cuando los 3 test resultaban negativos y la diferencia anteroposterior manual era <2 mm.

El retorno deportivo se registró en meses y se clasificó según la recuperación del nivel previo de práctica (igual, inferior o superior al prelesional).

Evaluación radiológica

Se realizaron radiografías anteroposteriores y laterales de rodilla al primer control postoperatorio (1 semana) y posteriormente a los 6, 9 y 36 meses. El diámetro de los túneles femoral y tibial se midió digitalmente en el punto medio del trayecto, utilizando *software* calibrado (PACS institucional). El ensanchamiento del túnel se definió como un aumento ≥ 1 mm respecto a la medida inicial.

Las resonancias magnéticas (RNM) se efectuaron a los 9 meses en todos los pacientes. Se valoró la continuidad y la señal del injerto, el grado de ligamentización (comparación con el ligamento cruzado posterior), la integración ósea en los túneles y la ausencia de fluido o edema peritendinoso. Todas las imágenes fueron interpretadas por un mismo radiólogo musculoesquelético, ciego a los resultados clínicos.

Análisis estadístico

Los datos se procesaron con el *software* IBM SPSS® Statistics v27 (IBM Corp., Armonk, NY, EE. UU.). Las variables continuas se expresaron como media $\pm$ desviación estándar, y las categóricas como frecuencias o porcentajes.

La normalidad de distribución se verificó mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Las comparaciones entre valores preoperatorios y postoperatorios (IKDC, Lysholm, Tegner y diámetro de túnel) se realizaron mediante prueba t de Student para muestras apareadas. Se consideró significación estadística para valores de $p < 0.05$.

No se realizó cálculo previo de tamaño muestral, dado el carácter descriptivo y exploratorio del estudio.

Aspectos éticos y conflicto de interés

El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación. Todos los pacientes firmaron un consentimiento informado para la utilización anónima de sus datos clínicos y de imagen.

El dispositivo TenZ® se empleó dentro del marco de la práctica quirúrgica habitual, sin financiamiento externo ni relación comercial con el fabricante.

RESULTADOS

Características demográficas

Se analizaron 50 pacientes consecutivos sometidos a reconstrucción primaria del ligamento cruzado anterior (LCA) utilizando fijación femoral con botón ajustable autobloqueante TenZ® y fijación tibial con tornillo interferencial de PEEK. La cohorte incluyó 28 hombres (56 %) y 22 mujeres (44 %), con una edad media de 36.0 ± 9.7 años (rango, 18-58). Todos los casos correspondieron a lesiones deportivas o recreacionales, las actividades más frecuentes fueron fútbol (46 %), esquí (18 %), *running* (12 %), básquet (9 %) y otras disciplinas de pivoteo (15 %).

Durante el período de inclusión se evaluaron 54 pacientes. Cuatro fueron excluidos por no cumplir criterios de seguimiento mínimo. No se registraron pérdidas durante el seguimiento.

El intervalo medio entre la lesión y la cirugía fue de 3.8 ± 1.2 meses, y en ningún caso se documentaron cirugías previas sobre la rodilla afectada. En todos los pacientes se utilizó un autoinjerto de semitendinoso y *gracilis*, con un diámetro promedio de 8.4 ± 0.3 mm; en 42 casos (84 %) se confeccionó un injerto cuádruple y en 8 (16 %), uno quíntuple, de acuerdo con la longitud disponible. No se observaron diferencias significativas por sexo en edad, tiempo hasta la cirugía ni tipo de injerto utilizado ($p > 0.05$).

Resultados funcionales

La evolución funcional evidenció una mejoría significativa y sostenida en todas las escalas de valoración. El puntaje IKDC subjetivo aumentó de 58.2 ± 7.5 en el preoperatorio a 94.8 ± 3.1 a los 36 meses ($p < 0.001$). La escala de Lysholm mostró un incremento de 62.4 ± 8.9 a 93.7 ± 3.8 ($p < 0.001$), mientras que la escala de actividad Tegner pasó de 3.1 ± 0.7 a 6.8 ± 1.2 ($p < 0.001$).

El 87 % de los pacientes alcanzó un IKDC > 90 en el primer año, cifra que se elevó al 94 % a los 24 meses y al 100 % al final del seguimiento. La estabilidad clínica fue completa en todos los casos: los test de Lachman, *Pivot shift* y cajón anterior resultaron negativos, sin diferencias mayores a 2 mm entre la rodilla operada y la contralateral. No se detectaron déficits de extensión, dolor residual ni rigidez significativa.

Evaluación radiográfica

El análisis radiográfico seriado mostró mantenimiento absoluto del diámetro de los túneles óseos a lo largo del seguimiento. A la semana postoperatoria, el diámetro medio del túnel femoral fue de 8.6 ± 0.4 mm y el del tibial de 8.7 ± 0.5 mm, valores concordantes con las brocas utilizadas. A los 36 meses, las mediciones comparativas no mostraron

diferencias estadísticamente significativas ($\Delta < 0.3$ mm; $p = 0.41$).

En todos los casos el botón cortical se mantuvo firmemente apoyado sobre la cortical lateral del fémur, sin desplazamiento, radiolucidez ni signos de reacción ósea. Tampoco se evidenció migración del tornillo tibial ni cambios en la alineación de los túneles. Las radiografías de control ilustran la estabilidad morfológica obtenida (Fig. 1).

Resonancia magnética

La resonancia nuclear magnética (RNM) realizada entre el octavo y noveno mes postoperatorio demostró continuidad completa del injerto en el 100 % de los pacientes, con señal homogénea de baja intensidad, equivalente a la del ligamento cruzado posterior, lo que indica una ligamentización avanzada.

Los túneles femoral y tibial presentaron contornos regulares, sin halo de fluido ni ensanchamiento. No se observaron colecciones, edema óseo ni signos de necrosis. En la totalidad de los estudios, la interfase tendón-hueso mostró un patrón hipointenso continuo, indicativo de consolidación cortical y progresiva integración biológica (Fig. 2).

Retorno deportivo

La totalidad de los pacientes (100 %) retomó la práctica deportiva en el primer año tras la cirugía. El tiempo promedio de retorno a la actividad sin restricciones fue de 8.5 ± 1.1 meses (rango, 7-10 meses). Cuarenta y uno (82 %) regresaron al mismo nivel competitivo o recreativo previo a la lesión, mientras que 9 (18 %) optaron por disminuir la intensidad deportiva por motivos personales, no relacionados con limitaciones funcionales. Ninguno refirió episodios de inestabilidad, dolor durante la actividad ni sensación de falla del injerto.

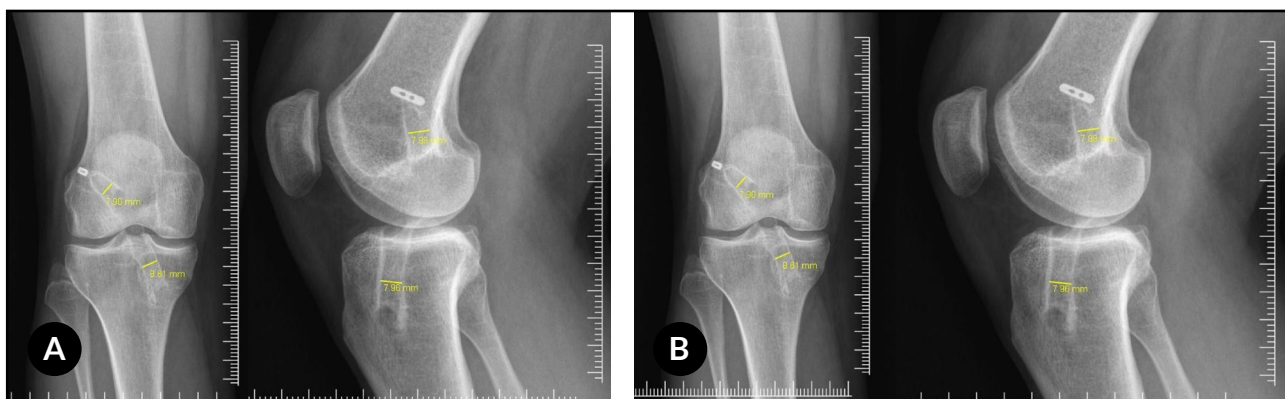


Figura 1. Radiografías de rodilla a la semana (A) y a los 36 meses postoperatorios (B). Se observa el botón cortical autobloqueante (TenZ®) correctamente apoyado sobre la cortical lateral del fémur y el tornillo interferencial de PEEK en la tibia proximal, sin signos de migración, reacción ósea ni radiolucidez. Los diámetros femoral y tibial permanecen invariables, confirmando la estabilidad del túnel y la ausencia de ensanchamiento óseo durante el seguimiento.

Complicaciones

Durante todo el seguimiento no se registraron complicaciones intraoperatorias ni postoperatorias. No hubo casos de rotura del injerto, aflojamiento del botón, infección, sinovitis, trombosis venosa profunda ni lesiones neurovasculares. Tampoco se requirieron reintervenciones por falla de fijación o síntomas residuales. El análisis global evidenció una tasa de supervivencia del injerto del 100 % a los 36 meses.

DISCUSIÓN

El presente estudio constituye, hasta donde alcanza nuestro conocimiento, una de las primeras series clínicas latinoamericanas que evalúan de manera prospectiva los resultados a mediano plazo de un sistema de fijación femoral ajustable autobloqueante en reconstrucción primaria del ligamento cruzado anterior (LCA). Los hallazgos obtenidos a 36 meses confirman que el botón autobloqueante TenZ® ofrece una fijación mecánicamente estable, libre de elongación del lazo, con una evolución funcional sobresaliente y sin complicaciones asociadas.¹⁰⁻¹³

La ausencia total de ensanchamiento de los túneles óseos y la integridad completa del injerto en resonancia magnética sugieren que la tensión inicial aplicada al momento de la fijación se mantuvo constante a lo largo del proceso de ligamentización, evitando la microtraslación tendón-hueso que se ha descrito en algunos sistemas ajustables de generaciones anteriores. Asimismo, los puntajes medios de IKDC (94.8) y Lysholm (93.7), junto con el retorno deportivo del 100 %, reflejan una recuperación funcional homogénea y reproducible en una cohorte amplia, sin casos de rerrotura o falla del constructo.¹²⁻¹⁴



Figura 2. Resonancia magnética sagital a los 9 meses postoperatorios. El injerto del ligamento cruzado anterior muestra continuidad completa, orientación anatómica y señal homogénea de baja intensidad, indicativa de ligamentización avanzada. Los túneles femoral y tibial presentan integración ósea progresiva, sin colecciones, edema ni halo de fluido en la interfase tendón-hueso.

Estos resultados confirman la hipótesis inicial del trabajo: el mecanismo autobloqueante del sistema analizado logra preservar la tensión del injerto durante el seguimiento, manteniendo la estabilidad articular y evitando cambios morfológicos en los túneles óseos.

Los resultados del presente estudio fueron equiparables o superiores a los reportados en series internacionales que evaluaron dispositivos ajustables o fijos para la fijación femoral en la reconstrucción del LCA. En los trabajos de Choi *et al.* (2017) y Ahn *et al.* (2019), el puntaje IKDC medio osciló entre 91 y 92 a los 24 meses, con tasas de ensanchamiento del túnel de 4-5 %. En el plano clínico, los autores analizaron cohortes de 80 y 100 pacientes, respectivamente, comparando dispositivos ajustables convencionales frente a fijos. Ambos estudios reportaron mejoras funcionales significativas sin diferencias en laxitud residual ni en tasas de rerrotura, aunque documentaron una incidencia de ensanchamiento de túnel femoral entre el 4 y el 6 %, atribuida a fenómenos de micromovimiento del injerto durante la carga repetida.¹²⁻¹⁶

En comparación, nuestra cohorte alcanzó un IKDC promedio de 94.8 y ausencia absoluta de ensanchamiento o fallas mecánicas. Estos hallazgos refuerzan la eficacia del mecanismo autobloqueante del TenZ®, capaz de mantener la tensión del injerto y prevenir la microelongación que caracteriza a algunos sistemas ajustables de generaciones previas.

La controversia en torno al método óptimo de fijación femoral en la reconstrucción del LCA se ha centrado históricamente en la comparación entre sistemas de lazo fijo y ajustable.¹³⁻¹⁵ Los botones de lazo fijo (por ejemplo, EndoButton CL) han demostrado excelente rigidez y resistencia cíclica, pero su limitación radica en la imposibilidad de ajustar la longitud intraoperatoriamente. En contraste, los sistemas ajustables permiten un control más preciso de la posición del injerto, pero su comportamiento bajo carga dinámica ha sido motivo de debate.

En 2018, Chang *et al.* realizaron un estudio biomecánico comparativo entre dispositivos ajustables y fijos, demostrando diferencias mínimas en la rigidez final, aunque con ligera ventaja para los lazos fijos en cuanto a desplazamiento cíclico inicial. Por su parte, Cheng *et al.* observaron resultados similares en términos de carga máxima y elongación, concluyendo que las discrepancias reportadas entre ambos sistemas probablemente carecen de significación clínica si la técnica quirúrgica es correcta.¹²⁻¹⁶

El presente estudio no evidenció ningún caso de ensanchamiento ni desplazamiento del botón cortical en los controles seriados. Este hallazgo representa una mejoría objetiva respecto a las tasas publicadas en series previas, probablemente relacionada con el sistema de bloqueo secuencial que caracteriza el diseño TenZ®.

Los resultados clínicos también se ubican en el extremo superior del rango reportado en la literatura: el IKDC medio de 94.8 supera el promedio de 91-92

reportado por Ahn y Choi, y la supervivencia del injerto (100 %) es superior a las tasas del 98-99 % comunicadas por cohortes europeas y asiáticas. Estas diferencias, aunque modestas, adquieren relevancia clínica al corroborar la eficacia de un dispositivo con desarrollo regional, bajo condiciones de práctica quirúrgica rutinaria.¹⁷⁻²⁰

El comportamiento del sistema TenZ® puede explicarse desde una perspectiva biomecánica: a diferencia de los botones ajustables convencionales, que dependen del fraccionamiento por fricción entre las suturas de tracción y la apertura del botón, el dispositivo autobloqueante incorpora 3 vías de sutura independientes (de tracción, rotación y cierre) que actúan de forma secuencial. Durante la tracción inicial, el injerto se introduce completamente en el túnel femoral; posteriormente, el giro de rotación fija la longitud final del lazo y, finalmente, la sutura de bloqueo ancla el sistema mediante un nudo interno irreversible.²⁰⁻²²

Este bloqueo mecánico progresivo elimina la posibilidad de deslizamiento residual del lazo bajo carga repetitiva, fenómeno conocido como *loop creep*, descrito por Smith *et al.* (2018) y Nye *et al.* (2017) como la principal causa de pérdida de rigidez secundaria. En ensayos de laboratorio, la elongación acumulada en dispositivos ajustables sin bloqueo definitivo puede alcanzar hasta 1.5-2.0 mm tras 1000 ciclos de carga submáxima, suficiente para generar laxitud perceptible o micromovimiento intraóseo.

La arquitectura autobloqueante transforma este comportamiento en una respuesta análoga a la de un sistema de lazo fijo, manteniendo la tensión inicial constante y minimizando el movimiento relativo entre el injerto y las paredes del túnel. Este efecto se traduce, en la práctica clínica, en la ausencia de ensanchamiento óseo y en una ligamentización más rápida y homogénea, tal como evidenció la resonancia magnética en todos los casos.²³⁻²⁷ Además, el llenado completo del túnel favorece la osteointegración, al evitar zonas de vacío o estrés concentrado en el margen cortical.

Desde el punto de vista del cirujano, la principal ventaja del botón autobloqueante radica en su versatilidad intraoperatoria. Al eliminar la necesidad de calcular con exactitud la longitud del túnel femoral, se reduce la posibilidad de errores de posicionamiento o de fallas en el volteo del botón. Esto simplifica la curva de aprendizaje y acorta los tiempos quirúrgicos, especialmente en túneles cortos o en fémures pequeños donde los dispositivos de lazo fijo pueden resultar técnicamente desafiantes.²⁸⁻³⁰

La posibilidad de retensionar el injerto antes del bloqueo final permite corregir holguras residuales y optimizar el contacto entre el tendón y el hueso. Este control preciso de la tensión inicial, combinado con la rigidez posterior al autobloqueo, ofrece una solución híbrida que une la comodidad de los sistemas ajustables con la confiabilidad de los de lazo fijo.²⁹⁻³¹

En términos de resultados clínicos, la estabilidad

articular completa, el retorno deportivo universal y la ausencia de complicaciones validan la reproducibilidad del método. Además, la inexistencia de ensanchamiento radiológico a 3 años sugiere que la carga funcional transmitida al túnel femoral es más uniforme, disminuyendo el riesgo de micromovimiento y estrés cortical. Esto podría tener implicancias a largo plazo en la preservación ósea y en la facilidad de eventuales revisiones, al mantener túneles con diámetro anatómico y paredes corticales íntegras.³²⁻³⁵

El uso de este tipo de dispositivo también posee una relevancia regional: la fabricación local reduce los costos y facilita la disponibilidad en sistemas de salud latinoamericanos, sin comprometer la calidad biomecánica ni los resultados clínicos. Esto permite incorporar tecnología de alta performance dentro de un contexto económico más accesible, favoreciendo la adopción generalizada en hospitales públicos y privados.

A la luz de los resultados obtenidos, se abren diversas líneas de investigación para consolidar la evidencia sobre los botones autobloqueantes: en primer lugar, resulta prioritario desarrollar estudios multicéntricos latinoamericanos, que incluyan un número mayor de pacientes y permitan validar los hallazgos en diferentes entornos quirúrgicos, ampliando la representatividad de la muestra. En segundo término, se propone la realización de ensayos comparativos directos frente a dispositivos de lazo fijo o ajustable convencional, utilizando criterios estandarizados de estabilidad, retorno deportivo y análisis radiológico cuantitativo. Estos trabajos podrían determinar con precisión la magnitud del beneficio clínico y biomecánico del mecanismo autobloqueante. Desde el punto de vista experimental, la aplicación de modelos de elementos finitos (FEA, las siglas por su nombre en inglés) y simulaciones dinámicas permitiría cuantificar la distribución de tensiones en el túnel femoral y el comportamiento del sistema ante cargas cíclicas. Además, estudios biomecánicos en cadáver fresco podrían corroborar los resultados clínicos mediante medición directa del desplazamiento y rigidez del injerto tras el autobloqueo. Por último, la implementación de tecnologías de seguimiento digital y plataformas de registro institucional podría facilitar la recolección sistemática de datos a largo plazo, contribuyendo a la creación de un registro regional de reconstrucción de LCA que integre variables quirúrgicas, radiológicas y funcionales.

En conjunto, los resultados de este estudio confirman que la fijación femoral con botón ajustable autobloqueante TenZ® proporciona una solución técnica eficaz y reproducible, capaz de mantener la tensión del injerto y evitar la elongación del lazo. Su desempeño clínico y radiológico a 3 años es comparable, e incluso superior, al de los sistemas de fijación convencionales, con la ventaja adicional de simplificar el procedimiento quirúrgico y reducir los riesgos de error técnico.

El mecanismo de bloqueo secuencial constituye una innovación biomecánica relevante que podría redefinir el estándar de fijación suspensoria en reconstrucción del LCA, especialmente en contextos donde se prioriza la estabilidad temprana y la preservación ósea. La consolidación de estos hallazgos mediante estudios comparativos y multicéntricos permitirá establecer con mayor solidez el rol de los dispositivos autobloqueantes en la cirugía reconstructiva del LCA moderna.

Limitaciones del estudio

Este trabajo presenta algunas limitaciones que deben reconocerse al interpretar los resultados. En primer lugar, se trata de un estudio de cohorte sin grupo control, por lo que la comparación con otros métodos de fijación se realizó en forma indirecta, a través de la literatura. Aunque los resultados superan los reportes previos, solo un ensayo controlado aleatorizado podría confirmar con mayor solidez la superioridad del sistema autobloqueante. En segundo lugar, el seguimiento se limitó a 36 meses, período suficiente para evaluar la estabilidad mecánica y la ligamentización, pero insuficiente para conocer el comportamiento del túnel y del injerto a largo plazo (≥ 5 años). Futuros seguimientos prolongados permitirán determinar si la estabilidad observada se mantiene en el tiempo. En tercer lugar, la evaluación de la laxitud residual fue clínica, mediante pruebas manuales (Lachman y *Pivot shift*), sin medición instrumentada con artrometría KT-1000 o KT-2000. Aunque los resultados clínicos fueron inequívocos, la incorporación de mediciones objetivas aumentaría la precisión del análisis cuantitativo. La ausencia de fallas podría estar influenciada por criterios de selección estrictos y por el carácter monocéntrico del estudio. Finalmente, todos los pacientes fueron operados por un mismo equipo experimentado en una institución de referencia, lo cual asegura homogeneidad técnica pero puede limitar la generalización a centros con menor volumen o experiencia.

CONCLUSIÓN

El botón femoral ajustable autobloqueante proporcionó fijación estable, ausencia de complicaciones y resultados clínicos reproducibles a 36 meses, constituyendo una alternativa confiable a los sistemas de lazo fijo tradicionales.

Contribuciones de autoría: Conceptualización (HR, CC). Metodología (HR, CC, FE). Curación de datos (MP, MM). Software (FE). Validación (FE). Redacción – borrador original (FE). Visualización (LM). Supervisión (BR).

Conflictos de intereses: los autores declaran no tener conflictos de interés relacionados con este estudio.

Financiamiento: los autores declaran que no hubo financiamiento para la realización de este estudio.

REFERENCIAS

1. Schützenberger S, Keller F, Grabner S, et al. ACL reconstruction with femoral and tibial adjustable versus fixed-loop suspensory fixation: a retrospective cohort study. *J Orthop Surg Res.* 2022;17(1):244. doi: <https://www.doi.org/10.1186/s13018-022-03128-y>.
2. Smith PA, Stannard JP, Pfeiffer FM, Kuroki K, Bozynski CC, Cook JL. Suspensory Versus Interference Screw Fixation for Arthroscopic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in a Translational Large-Animal Model. *Arthroscopy.* 2016;32(6):1086-97. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2015.11.026>.
3. Colombet P, Gravelleau N, Jambou S. Incorporation of Hamstring Grafts Within the Tibial Tunnel After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Magnetic Resonance Imaging of Suspensory Fixation Versus Interference Screws. *Am J Sports Med.* 2016;44(11):2838-2845. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546516656181>.
4. Tomihara T, Ohashi H, Yo H. Comparison of direct and indirect interference screw fixation for tendon graft in rabbits. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2007;15(1):26-30. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00167-006-0118-6>.
5. Tibor L, Chan PH, Funahashi TT, Wyatt R, Maletis GB, Inacio MC. Surgical Technique Trends in Primary ACL Reconstruction from 2007 to 2014. *J Bone Joint Surg Am.* 2016;98(13):1079-89. doi: <https://www.doi.org/10.2106/JBJS.15.00881>.
6. Lawhorn KW, Howell SM. Principles for using hamstring tendons for anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Sports Med.* 2007;26(4):567-85. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.csm.2007.07.002>.
7. Robindro P, Latchumi NVK, Kanthimathi BD. To Study the Functional Outcome of Arthroscopic ACL Reconstruction Using Hamstring Graft Fixed with Endobutton for Femur and Interference Screw and Suture Post for Tibial Fixation. *Int J Med Dental Sci.* 2016;5:978-983.
8. Smith TO, Davies L, Hing CB. Early versus delayed surgery for anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010;18(3):304-11. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00167-009-0965-z>.
9. Eystuoy NH, Nissen KA, Nielsen T, Lind M. The Influence of Graft Fixation Methods on Revision Rates After Primary Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med.* 2018;46(3):524-530. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546517748924>.
10. Sonnery-Cottet B, Rezende FC, Martins Neto A, Fayard JM, Thaunat M, Kader DF. Arthroscopically confirmed femoral button deployment. *Arthrosc Tech.* 2014;3(3):e309-12. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.eats.2014.01.007>.
11. Mayr R, Smekal V, Koidl C, et al. ACL reconstruction with adjustable-length loop cortical button fixation results in less tibial tunnel widening compared with interference screw fixation. *Knee Surg*

Sports Traumatol Arthrosc. 2020;28(4):1036-1044. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00167-019-05642-9>.

12. Jin C, Paluvadi SV, Lee S, Yoo S, Song EK, Seon JK. Biomechanical comparisons of current suspensory fixation devices for anterior cruciate ligament reconstruction. *Int Orthop*. 2018;42(6):1291-1296. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00264-018-3780-7>. Erratum in: *Int Orthop*. 2018;42(4):977. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00264-018-3849-3>.

13. Chang MJ, Bae TS, Moon YW, Ahn JH, Wang JH. A Comparative Biomechanical Study of Femoral Cortical Suspension Devices for Soft-Tissue Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Adjustable-Length Loop Versus Fixed-Length Loop. *Arthroscopy*. 2018;34(2):566-572. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2017.08.294>.

14. Nye DD, Mitchell WR, Liu W, Ostrander RV. Biomechanical Comparison of Fixed-Loop and Adjustable-Loop Cortical Suspensory Devices for Metaphyseal Femoral-Sided Soft Tissue Graft Fixation in Anatomic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using a Porcine Model. *Arthroscopy*. 2017;33(6):1225-1232.e1. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2016.12.014>.

15. Smith PA, Piepenbrink M, Smith SK, Bachmaier S, Bedi A, Wijdicks CA. Adjustable- Versus Fixed-Loop Devices for Femoral Fixation in ACL Reconstruction: An In Vitro Full-Construct Biomechanical Study of Surgical Technique-Based Tibial Fixation and Graft Preparation. *Orthop J Sports Med*. 2018;6(4):2325967118768743. doi: <https://www.doi.org/10.1177/2325967118768743>.

16. Ahn HW, Seon JK, Song EK, Park CJ, Lim HA. Comparison of Clinical and Radiologic Outcomes and Second-Look Arthroscopic Findings After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Fixed and Adjustable Loop Cortical Suspension Devices. *Arthroscopy*. 2019;35(6):1736-1742. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2019.01.051>.

17. Boyle MJ, Vovos TJ, Walker CG, Stabile KJ, Roth JM, Garrett WE Jr. Does adjustable-loop femoral cortical suspension loosen after anterior cruciate ligament reconstruction? A retrospective comparative study. *Knee*. 2015;22(4):304-8. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.knee.2015.04.016>.

18. Choi NH, Yang BS, Victoroff BN. Clinical and Radiological Outcomes After Hamstring Anterior Cruciate Ligament Reconstructions: Comparison Between Fixed-Loop and Adjustable-Loop Cortical Suspension Devices. *Am J Sports Med*. 2017;45(4):826-831. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546516674183>.

19. Heijne A, Fleming BC, Renstrom PA, Peura GD, Beynon BD, Werner S. Strain on the anterior cruciate ligament during closed kinetic chain exercises. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(6):935-41. doi: <https://www.doi.org/10.1249/01.mss.0000128185.55587.a3>.

20. Houck DA, Kraeutler MJ, McCarty EC, Bravman JT. Fixed-Versus Adjustable-Loop Femoral Cortical Suspension Devices for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis of Biomechanical Studies. *Orthop J Sports*

Med. 2018;6(10):2325967118801762. doi: <https://www.doi.org/10.1177/2325967118801762>.

21. Jin C, Paluvadi SV, Lee S, Yoo S, Song EK, Seon JK. Biomechanical comparisons of current suspensory fixation devices for anterior cruciate ligament reconstruction. *Int Orthop*. 2018;42(6):1291-1296. doi: [10.1007/s00264-018-3780-7](https://www.doi.org/10.1007/s00264-018-3780-7). Erratum in: *Int Orthop*. 2018 Apr;42(4):977. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00264-018-3849-3>.

22. Johnson JS, Smith SD, LaPrade CM, Turnbull TL, LaPrade RF, Wijdicks CA. A biomechanical comparison of femoral cortical suspension devices for soft tissue anterior cruciate ligament reconstruction under high loads. *Am J Sports Med*. 2015;43(1):154-60. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546514553779>.

23. Kawakami H, Shino K, Hamada M, et al. Graft healing in a bone tunnel: bone-attached graft with screw fixation versus bone-free graft with extra-articular suture fixation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2004;12(5):384-90. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00167-003-0484-2>.

24. Noonan BC, Dines JS, Allen AA, Altchek DW, Bedi A. Biomechanical Evaluation of an Adjustable Loop Suspensory Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Fixation Device: The Value of Retensioning and Knot Tying. *Arthroscopy*. 2016;32(10):2050-2059. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2016.02.010>.

25. Pasquali M, Plante MJ, Monchik KO, Spenciner DB. A comparison of three adjustable cortical button ACL fixation devices. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017;25(5):1613-1616. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00167-015-3711-8>.

26. Nag HL, Gupta H. Seating of TightRope RT Button Under Direct Arthroscopic Visualization in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction to Prevent Potential Complications. *Arthrosc Tech*. 2012;1(1):e83-5. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.eats.2012.03.003>.

27. Kamien PM, Hydrick JM, Replogle WH, Go LT, Barrett GR. Age, graft size, and Tegner activity level as predictors of failure in anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring autograft. *Am J Sports Med*. 2013;41(8):1808-12. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546513493896>.

28. Ranjan R, Gaba S, Goel L, et al. In vivo comparison of a fixed loop (EndoButton CL) with an adjustable loop (TightRope RT) device for femoral fixation of the graft in ACL reconstruction: A prospective randomized study and a literature review. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2018;26(3):2309499018799787. doi: <https://www.doi.org/10.1177/2309499018799787>.

29. Khan RM, Prasad V, Gangone R, Kinmont JC. Anterior cruciate ligament reconstruction in patients over 40 years using hamstring autograft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2010;18(1):68-72. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00167-009-0888-8>.

30. Xu Y, Li F, Lu H. [Reconstruction of anterior cruciate ligament with different grafts under arthroscope in 68 cases]. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*. 2007;21(11):1163-6. Chinese.

31. Ibrahim SA, Al-Kussary IM, Al-Misfer AR, Al-Mutairi HQ, Gha-far SA, El Noor TA. Clinical evaluation of arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction: patellar tendon versus gracilis and semitendinosus autograft. *Arthroscopy*. 2000;21(4):412-7. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2004.12.002>.
32. Tomita F, Yasuda K, Mikami S, Sakai T, Yamazaki S, Tohyama H. Comparisons of intraosseous graft healing between the doubled flexor tendon graft and the bone-patellar tendon-bone graft in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*. 2001;17(5):461-76. doi: <https://www.doi.org/10.1053/jars.2001.24059>.
33. Wise BT, Patel NN, Wier G, Labib SA. Outcomes of ACL Reconstruction With Fixed Versus Variable Loop Button Fixation. *Orthopedics*. 2017;40(2):e275-e280. doi: <https://www.doi.org/10.3928/01477447-20161116-04>.
34. Kilinc BE, Kara A, Celik H, Oc Y, Camur S. Evaluation of the accuracy of Lachman and Anterior Drawer Tests with KT1000 in the follow-up of anterior cruciate ligament surgery. *J Exerc Rehabil*. 2016;12(4):363-7. doi: <https://www.doi.org/10.12965/jer.1632622.311>.
35. Shahpari O, FallahKezabi M, Kalati HH, Bagheri F, Ebrahimzadeh MH. Clinical Outcome of Anatomical Transportal Arthroscopic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Hamstring Tendon Autograft. *Arch Bone Jt Surg*. 2018;6(2):130-139.

Fijación artroscópica con anclaje de suturas sin nudos en fracturas de espina tibial anterior en pacientes pediátricos y adolescentes

Luciano Patthauer¹, Gonzalo J. Blanco O'dena², Nicole Albornoz³, José C. Barbier⁴, Marcelo Blanco³, Jorge P. Batista⁴, Julio J. Masquijo⁵

1. Equipo de Rodilla, Sanatorio Finochietto. Buenos Aires, Argentina

2. Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital Naval Buenos Aires "Cirujano Mayor Doctor Pedro Mallo". Buenos Aires, Argentina

3. Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital General de Niños Dr. Ricardo Gutiérrez. Buenos Aires, Argentina

4. Centro Artroscópico Jorge Batista. Buenos Aires, Argentina

5. Sanatorio Allende. Buenos Aires, Argentina

RESUMEN

Introducción: las fracturas por avulsión de la espina tibial anterior son lesiones intraarticulares poco frecuentes, pero clínicamente relevantes, especialmente en pacientes pediátricos y adolescentes con fisis abiertas. El tratamiento quirúrgico busca lograr una reducción anatómica y una fijación estable, preservando la fisis para evitar alteraciones del crecimiento. La fijación interna asistida por artroscopia ha ganado popularidad en su manejo, sin embargo, existe escasa evidencia sobre el uso de anclajes de sutura sin nudos en fracturas desplazadas.

Objetivos: presentar los resultados clínicos, funcionales e imagenológicos de una serie de pacientes pediátricos y adolescentes tratados con fijación mediante anclajes de sutura sin nudos bajo control artroscópico.

Materiales y métodos: se realizó una serie retrospectiva de 17 pacientes menores de 23 años con fracturas de espina tibial tipo II-IV según la clasificación de Meyer y McKeever, tratados por un único cirujano entre febrero de 2023 y mayo de 2024, con un seguimiento mínimo de 12 meses. La evaluación funcional incluyó las escalas Lysholm, Tegner e IKDC. Se registraron el tiempo de consolidación ósea mediante radiografías y resonancia magnética, y las complicaciones.

Resultados: la edad promedio fue de 13,6 años, con predominio masculino (76 %). El principal mecanismo fue deportivo (76 %). La consolidación se logró en el 100 % de los casos (media: 4 semanas); no se observaron pérdidas de reducción ni consolidaciones viciosas. Los resultados funcionales fueron excelentes: Lysholm 97,7 (95-100), Tegner 8.4 (5,5-9) e IKDC 82,8 (79-87). El retorno al deporte ocurrió a los 8,3 meses en promedio. Se registraron complicaciones en el 23 % de los casos, todas correspondientes a artrofibrosis (n = 3).

Conclusión: la fijación artroscópica con anclajes de sutura sin nudos en fracturas desplazadas de la espina tibial anterior en pacientes jóvenes muestra excelentes resultados clínicos y funcionales, con alta tasa de consolidación y baja morbilidad.

Palabras clave: Artroscopia; Sutura; Sin nudos; Espina tibial

Nivel de evidencia: IV. Estudio de Cohorte Retrospectivo

Autor de correspondencia: Luciano Patthauer, luciano_patthauer@hotmail.com

Recibido: 20/01/2026 Aceptado: 1/05/2026 Publicado: 1/08/2026

DOI: <https://doi.org/10.63403/re.v33i2.484>

Cómo citar: Patthauer L, Blanco Odena GJ, Albornoz N, Barbier JC, Blanco M, Batista JP, Masquijo JJ. Fijación artroscópica con anclaje de suturas sin nudos en fracturas de espina tibial anterior en pacientes pediátricos y adolescentes. Relart 2026;33(2): 125-132.

Arthroscopic Fixation with Knotless Suture Anchorage in Anterior Tibial Spine Fractures in Pediatric and Adolescent Patients

ABSTRACT

Introduction: anterior tibial spine avulsion fractures are uncommon intra-articular injuries, but clinically significant, particularly in pediatric and adolescent patients with open physes. Surgical treatment aims to achieve anatomic reduction and stable fixation while preserving the physis to prevent growth disturbances. Arthroscopy-assisted internal fixation has gained increasing popularity. However, there is limited clinical evidence regarding the use of knotless suture anchors in displaced fractures.

Objectives: to presents the clinical, functional, and imaging outcomes of a series of pediatric and adolescent patients treated with knotless suture anchor fixation under arthroscopic guidance.

Materials and methods: a retrospective case series of 17 patients younger than 23 years with Meyer and McKeever type II-IV tibial spine fractures was conducted. All were treated by a single surgeon between February 2023 and May 2024, with a minimum follow-up of 12 months. Functional outcomes were assessed using the Lysholm, Tegner, and IKDC scores. Time to bone healing was evaluated using radiographs and MRI, and complications were recorded.

Results: the mean age was 13.6 years, with 76% male patients. The primary mechanism of injury was sports-related (76%). No loss of reduction or malunion was observed; bone healing was achieved in 100% of cases (mean: 4 weeks). Functional outcomes were excellent: Lysholm 97.7 (95-100), Tegner 8.4 (5.5-9), and IKDC 82.8 (79-87). The mean time to return to sports was 8.3 months. Complications occurred in 23% of cases, all corresponding to arthrofibrosis (n=3).

Conclusion: arthroscopic fixation of displaced anterior tibial spine fractures using knotless suture anchors in pediatric and adolescent patients shows excellent clinical and functional outcomes, with high healing rates and low morbidity.

Keywords: Arthroscopy; Suture; Knotless; Tibial spine

Level of evidence: IV. Retrospective Cohort Study

INTRODUCCIÓN

Las fracturas por avulsión de la espina tibial anterior constituyen lesiones intraarticulares infrecuentes, pero de considerable relevancia clínica, particularmente en la población pediátrica y adolescente con fisis abiertas. Estas fracturas representan entre el 2 y el 5 % de las lesiones del LCA en la población pediátrica, con una mayor incidencia entre los 8 y los 14 años.¹ Las fracturas comprometen la inserción tibial del ligamento cruzado anterior (LCA) y, desde una perspectiva funcional, se consideran equivalentes a una rotura de este ligamento. En la población infantil, la osificación incompleta de la epífisis tibial proximal deja la eminencia tibial vulnerable a la avulsión. Cuando se aplica una tensión excesiva sobre el LCA, la espina tibial cartilaginosa ofrece menor resistencia que el ligamento en sí, lo que puede resultar en una fractura a través del hueso esponjoso subcondral de la eminencia tibial.²

El abordaje terapéutico de estas fracturas se ha determinado históricamente por la clasificación de Meyers y McKeever:³ las fracturas de tipo I (sin desplazamiento) suelen manejarse de forma conservadora, mientras que las de tipo II, III y IV generalmente requieren intervención quirúrgica. Sin embargo, estudios recientes han cuestionado la fiabilidad de las mediciones radiográficas y de las clasificaciones modificadas para las fracturas de la espina tibial,

incluso entre cirujanos pediátricos especializados en medicina deportiva.^{4,5} En respuesta a estas limitaciones, Green *et al.*⁶ han propuesto una nueva clasificación basada en la resonancia nuclear magnética (RNM), que proporciona criterios específicos y cuantitativos para clasificar las fracturas según el desplazamiento del fragmento y el atrapamiento de tejidos blandos, ofreciendo una evaluación más precisa para el abordaje terapéutico.

El objetivo primordial del tratamiento quirúrgico es lograr una reducción anatómica y una fijación estable del fragmento avulsionado, respetando la integridad de la fisis para prevenir alteraciones del crecimiento. La reducción abierta y fijación interna ha sido tradicionalmente el estándar de tratamiento, no obstante, la fijación interna asistida por artroscopia ha ganado popularidad creciente en el manejo de fracturas articulares de rodilla. Este enfoque ofrece ventajas significativas, como una menor morbilidad, una movilización postoperatoria más temprana y una estancia hospitalaria reducida en comparación con la cirugía abierta.^{7,8} Adicionalmente, la artroscopia permite el tratamiento simultáneo de lesiones asociadas de tejidos blandos, tales como desgarros meniscales, atrapamiento del menisco o del ligamento intermeniscal, lesiones intrasustancia del LCA y la extracción de fragmentos óseos sueltos.⁹

Existen diversas modalidades de fijación para estas fracturas, como tornillos corticales, tornillos sin cabeza, suturas absorbibles o no absorbibles, anclajes de sutura o clavos de Kirschner. Múltiples estudios biomecánicos, realizados en modelos porcinos o de hueso humano, han sugerido que la fijación con sutura es mecánicamente superior a la fijación con tornillos. No obstante, un estudio más reciente ha cuestionado esta noción, demostrando una equivalencia biomecánica entre las construcciones de 2 suturas y 2 tornillos en rodillas cadavéricas pediátricas humanas.^{4,10-12} En este contexto, se observó que las suturas anudadas sobre un puente metafisario de 1 cm tendían a traccionar y cortar directamente el hueso, provocando un fallo mecánico de la construcción. Más recientemente, se ha propuesto el uso de arpones con nudos, o sin estos, los cuales producen una reparación más resistente, de mayor estabilidad y durabilidad que los métodos de fijación previamente descritos.¹³ Actualmente existe escasa evidencia clínica sobre los resultados del uso de fijación con anclajes de suturas sin nudos en fracturas desplazadas de espina tibial.

El autor de este trabajo ha implementado una técnica de fijación con anclajes de sutura sin nudos mediante control artroscópico en una serie de pacientes pediátricos y adolescentes, permitiendo una consolidación rápida y con resultados funcionales alentadores con una baja tasa de complicaciones.

El objetivo de este estudio fue presentar los resultados clínicos, funcionales e imagenológicos de una serie de pacientes pediátricos y adolescentes tratados con fijación mediante anclajes de sutura sin nudos bajo control artroscópico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño del estudio y población

Se realizó un estudio retrospectivo observacional de una serie de casos para evaluar los resultados del tratamiento artroscópico de fracturas de espina tibial anterior. La cohorte incluyó a 17 pacientes con fracturas desplazadas (tipo II, III y IV según la clasificación modificada de Meyers-McKeeever), tratados por un único cirujano entre febrero de 2023 y mayo de 2024. El estudio contó con un seguimiento mínimo de 12 meses y fue aprobado por el comité de ética de las instituciones participantes.

Evaluación preoperatoria

Todos los pacientes fueron evaluados preoperatoriamente con radiografías anteroposterior y lateral de rodilla, así como con resonancia nuclear magnética (RNM). Estos estudios de imagen permitieron determinar la extensión del fragmento, interposición de estructuras (menisco, ligamento intermeniscal), la presencia de conminución y la existencia de lesiones asociadas (p. ej., meniscales, condrales o del LCA). Antes del procedimiento quirúrgico, y bajo anestesia, se realizó un examen físico completo de la rodilla, confirmando la inestabilidad mediante la positividad de las pruebas de Lachman y del cajón anterior con maniobras suaves.

Criterios de inclusión y exclusión

Fueron criterios de inclusión:

- Pacientes pediátricos y adolescentes tardíos.
- Fractura de espina tibial anterior desplazada, confirmada radiográficamente y artroscópicamente.
- Tratamiento quirúrgico realizado dentro de las primeras 3 semanas postfractura.
- Seguimiento postoperatorio mínimo de 12 meses.

Se excluyeron los pacientes mayores de 23 años y los que presentaban lesiones multiligamentarias asociadas.

Técnica quirúrgica

Todos los procedimientos quirúrgicos fueron realizados por el mismo cirujano. El paciente fue colocado en decúbito supino con un soporte lateral que permitía la flexoextensión completa de la rodilla y un manguito neumático en el muslo insuflado a 250 mmHg para el control de la hemostasia (Fig. 1A). Bajo anestesia general, se efectuó un examen físico completo de la rodilla para evaluar la inestabilidad y el rango de movimiento previo a la intervención.

Se establecieron portales artroscópicos anteromedial y anterolateral estándar. Tras la introducción del artroscopio, se realizó un lavado profuso de la articulación para eliminar la hemartrosis y obtener una visualización óptima. Durante la artroscopia diagnóstica, se identificó el foco de la fractura, y se evaluaron cuidadosamente las lesiones asociadas, como meniscopatías o condropatías (Fig. 1B).

El fragmento avulsionado, y cualquier tejido interpuesto, como el ligamento intermeniscal, se desbridaron cuidadosamente utilizando un sinoviótomo o un resector motorizado. Si el ligamento intermeniscal se encontraba firmemente atrapado, se traccionaba delicadamente con una sutura para facilitar su remoción. La reducción anatómica de la fractura se logró con la rodilla en extensión completa, asistida por la manipulación directa del fragmento mediante un punzón o palpador artroscópico (Fig. 1C).

Una vez obtenida la reducción deseada, el fragmento se fijó transitoriamente con una clavija de Kirschner de 1.2 mm para mantener su posición estable. Para la fijación definitiva, se efectuó una sutura alrededor del fragmento avulsionado utilizando una pinza pasasutura (*suture passer* de Smith and Nephew) y una sutura de alta resistencia (p. ej., FiberWire® de Arthrex) (Fig. 1D).

Esta sutura se pasó a través del fragmento óseo o a su alrededor, buscando una captura sólida (Fig. 1E). Los extremos de la sutura se pasaron a través de 2 anclajes PEEK de 3.5 mm de tipo *knotless* (sin nudos); estos se impactaron en la metafisis tibial distal al fragmento avulsionado (Fig. 1F). La fijación sin nudos permitió un tensionado preciso y un asentamiento óptimo del fragmento, evitando la necesidad de crear nudos voluminosos que podrían irritar los tejidos circundantes.

Finalmente, se verificó artroscópicamente la reducción anatómica y la estabilidad del fragmento en todo el rango de movimiento de la rodilla. Se evaluó con especial

atención la extensión completa para evitar pinzamiento del LCA reducido (*impingement*) o inestabilidad residual. Una vez confirmada la estabilidad y la ausencia de *impingement*, fue retirada la clavija de Kirschner (Fig. 1G).

Protocolo postoperatorio

El protocolo postoperatorio estándar contempló el alta hospitalaria a las 24 horas de la intervención. Posteriormente, se mantuvo una férula en extensión por 7 días; a partir del octavo día comenzaron con movilidad pasiva controlada. Se habilitó carga progresiva a partir del decimocuarto día. Se realizaron controles clínicos semanales durante el primer mes y radiográficos postoperatorios de forma inmediata. Al mes, mes y medio, a los 3, 6 y 12 meses, se realizaron, de forma ambulatoria, estudios evaluados por el cirujano tratante buscando signos de consolidación ósea (congruencia articular sin desplazamiento). Adicionalmente, se indicó una RNM a los 6 meses del postoperatorio. La consolidación y el estado de los tejidos blandos fueron evaluados en conjunto con el Servicio de Imágenes.

Análisis estadístico

Los datos fueron recolectados y analizados utilizando el *software* estadístico SPSS Statistics 28.0 (IBM). Las variables continuas se presentaron como media $\pm$ desviación estándar (DE) o mediana con rango intercuartílico (RIC), según su distribución y la prueba de normalidad aplicada. Las variables categóricas se expresaron como frecuencias y porcentajes. Para evaluar la asociación entre variables categóricas, se emplearon la prueba de Chi-cuadrado (χ^2) o la prueba exacta de Fisher, según la idoneidad de las frecuencias esperadas. Las diferencias entre medias de variables continuas se analizaron mediante t test de Student para muestras independientes cuando los datos presentaban una

distribución normal, o la prueba U de Mann-Whitney si la distribución no era normal. La significación estadística se estableció en un valor de $p < 0.05$.

RESULTADOS

Fueron incluidos 17 pacientes en el estudio, con una edad promedio de 13.6 años (rango, 7-22 años). La mayoría fueron masculinos ($n = 13$; 76 %). El tiempo promedio desde la lesión hasta la cirugía fue de 1.8 semanas (rango, 1-3 semanas). Los datos demográficos de los pacientes se muestran en la Tabla 1.

El mecanismo de lesión más frecuente fue el deportivo (76 % de los casos). Dentro de este grupo, el fútbol fue el deporte predominante (69 %), seguido por el handball (8 %) y el esquí (8 %). Cuatro casos (23 %) se atribuyeron a accidentes viales (2 por caídas en cuatriciclo y 2 en motocicleta).

En cuanto a la localización, 9 rodillas fueron derechas (53 %) y 8, izquierdas (47 %). Diez lesiones (59 %) ocurrieron en el lado dominante y 7 (41 %), en el no dominante. Según la clasificación modificada de Meyers y McKeever, 2 pacientes (12 %) presentaron fracturas tipo II, 12 (70 %), tipo III y 3 (18 %), tipo IV.

Se identificaron 2 lesiones asociadas: una fractura intraarticular del platillo tibial y una lesión meniscal externa. El seguimiento promedio de la cohorte fue de 16 meses (rango, 12-28 meses).

Los resultados funcionales, evaluados mediante escalas validadas, fueron los siguientes: la escala de Lysholm mostró una media de 97.7 puntos (rango, 95-100). En la escala de Tegner, la media fue de 8.4 puntos (rango, 5.5-9). Finalmente, la escala IKDC presentó una media de 82.8 puntos (rango, 79-87). El retorno promedio a la actividad deportiva se registró a los 8.3 meses (rango, 6-10 meses) postoperatorios. Los datos funcionales de los pacientes se muestran en la Tabla 2.

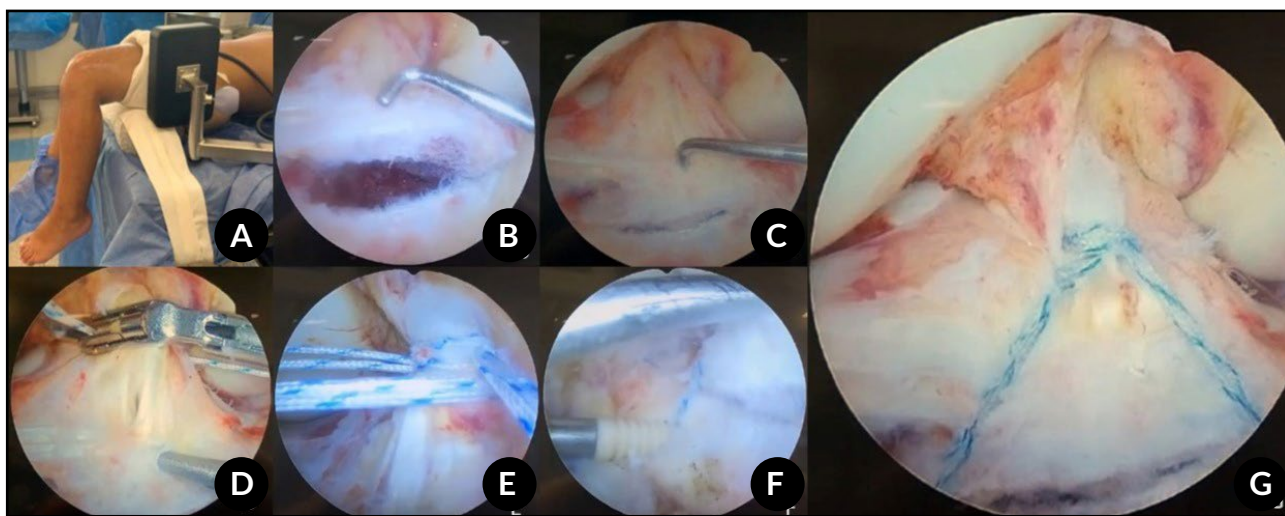


Figura 1. Posición del paciente y técnica quirúrgica. A) Posición del paciente. B) Visión artroscópica de la fractura avulsiva de la espina tibial. C) Reducción transitoria con palpador. D-E) Reducción transitoria con clavija y pasaje de suturas de alta resistencia por fragmento avulsionado. F) Colocación de anclajes sin nudos sobre metáfisis tibial. G) Fragmento reducido y fijado con anclajes sin nudos.

Tabla 1. Datos demográficos de los pacientes

Paciente	Edad	Sexo	Cl. Meyers-McKeever	Lado	Dominancia	Tiempo hasta cirugía(*)	Técnica quirúrgica
1	14	M	4	I	NO	3	Arpones
2	16	M	3	D	NO	3	Arpones
3	13	M	2	D	SI	2	Arpones
4	7	M	2	D	NO	1	Arpones
5	9	F	3	I	SI	1	Arpones
6	19	M	3	D	NO	2	Arpones
7	18	M	3	I	NO	3	Arpones
8	12	M	3	D	SI	1	Arpones
9	15	M	3	I	NO	1	Arpones
10	11	M	4	D	NO	1	Arpones
11	18	F	3	D	SI	2	Arpones
12	8	M	3	D	NO	1	Arpones
13	14	M	3	I	SI	2	Arpones
14	13	M	3	D	NO	1	Arpones
15	16	F	4	D	SI	1	Arpones
16	22	M	3	I	NO	1	Arpones
17	8	F	3	I	NO	1	Arpones

(*) Tiempo calculado en semanas. M: masculino. F: femenino. I: izquierdo. D: derecho.

Tabla 2. Datos funcionales de los pacientes

Paciente	ROM (mes)	Estabilidad	Lysholm	Tegner	IKDC (%)	Evolución. Retorno deportivo (meses)	Artrofibrosis
1	4	Ok	96	9	92	6	No
2	6	Ok	96	6	92	18	No
3	5	Ok	100	9	100	8	No
4	4	Ok	100	9	100	6	No
5	5	Ok	96	9	91	8	No
6	4	Ok	100	9	100	9	No
7	5	Ok	100	9	100	10	No
8	3	Ok	100	9	100	7	No
9	5	Ok	95	9	91	10	No
10	6	Ok	95	9	91	8	No
11	4	Ok	95	9	92	8	No
12	REV	Ok	90	7	91	9	Sí
13	5	Ok	100	7	100	7	No
14	4	Ok	100	9	100	8	No
15	3	Ok	95	7	100	9	No
16	6	Ok	95	7	91	10	No
17	3	Ok	100	9	92	9	No

ROM: rango de movimiento. REV: revisión.

Se presentaron 4 complicaciones (23 %). Un paciente cursó una infección superficial de la herida, la cual se resolvió satisfactoriamente con antibióticos orales. Se observaron además 3 casos de artrofibrosis. Un paciente requirió movilización bajo anestesia y artroscopia para lisis de las adherencias. Los 2 restantes mejoraron su movilidad con rehabilitación y ejercicios en pileta entre cuarto y quinto mes postoperatorio.

La consolidación ósea se logró en todos los casos, con una media de 4 semanas (rango, 3-6 semanas). No se documentaron complicaciones neurológicas ni vasculares; tampoco ninguna relacionada con la elevación del fragmento, lesiones del LCA o meniscales secundarias, pseudoartrosis, refracturas, discrepancias en la longitud de las extremidades o deformidades angulares. Adicionalmente, no hubo necesidad de reoperaciones por inestabilidad (Fig. 2).

DISCUSIÓN

Los hallazgos de esta serie demuestran resultados funcionales excelentes, altas tasas de consolidación y una baja incidencia de complicaciones, lo que respalda la seguridad y eficacia de esta técnica en la población pediátrica y adolescente.

La edad promedio de los pacientes de nuestra cohorte (13.6 años) concuerda con el pico de incidencia de estas fracturas reportado en la literatura pediátrica, que se sitúa entre los 8 y los 14 años.^{5,8,14} La preponderancia de pacientes masculinos y la etiología deportiva como mecanismo principal de lesión también se alinean con los datos epidemiológicos existentes.^{5,15} El breve intervalo promedio entre la lesión y la intervención quirúrgica (1.8 semanas) sugiere una detección y un manejo clínico oportunos, factores que probablemente contribuyen a los resultados favorables observados.

Un hallazgo destacado en nuestra serie fue la consolidación ósea del 100 % de las fracturas en un promedio de 4 semanas, lo que enfatiza la eficacia de la

fijación. Estos resultados se correlacionaron con una recuperación funcional excelente, evidenciada por las elevadas puntuaciones promedio obtenidas en las escalas de Lysholm (97.7), Tegner (8.4) e IKDC (82.8). Estas métricas son comparables, e incluso superiores en ciertos aspectos, a las documentadas en otras series que emplean diversas técnicas de fijación para fracturas de espina tibial anterior.^{10,16}

En lo que respecta a las complicaciones, nuestra cohorte no quedó exenta de eventos adversos. Sin embargo, aunque se registró una infección superficial de la herida, la cual se resolvió satisfactoriamente con antibióticos orales, y 3 casos de limitación del rango de movilidad articular (uno de los cuales requirió movilización bajo anestesia y artroscopia de revisión), es fundamental destacar la ausencia de complicaciones mayores.

La artrofibrosis es una complicación reconocida en estas lesiones,^{5,16-18} y una mayor solidez en la fijación puede propiciar una movilización postoperatoria más temprana, lo que potencialmente reduce su riesgo. Los anclajes empleados para la fijación de fracturas de espina tibial anterior han demostrado una reparación significativamente más resistente en comparación con las construcciones que utilizan 2 suturas o 2 tornillos.

Estudios biomecánicos^{19,20} en rodillas cadavéricas pediátricas revelaron que el grupo de anclajes con sutura presentó cargas de fallo de estas últimas significativamente superiores (225.50 ± 46.46 N) en comparación con el grupo de tornillos (143.52 ± 41.97 N) y el grupo de suturas (135.35 ± 47.94 N). Esto sugiere que la fijación con anclajes con sutura confiere mayor estabilidad y durabilidad, lo que puede traducirse en una reducción del riesgo de complicaciones postoperatorias y una mejora en los resultados funcionales del paciente.

Una ventaja inherente a la técnica artroscópica con suturas y anclajes sin nudos es la minimización del riesgo de daño fisario, un aspecto crítico en pacientes

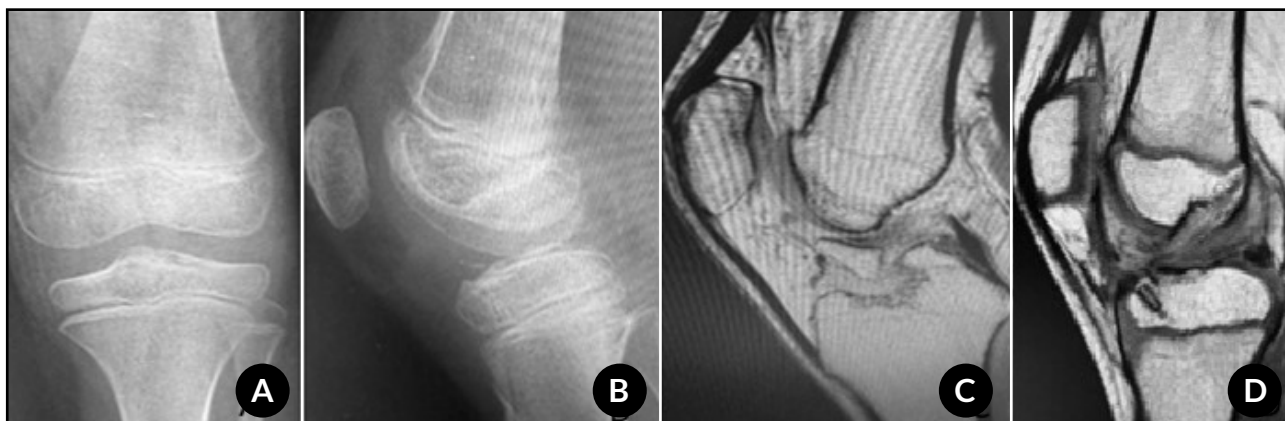


Figura 2. Caso clínico. A-B) Rx frente y perfil, se evidencia fractura espinal tibial de rodilla izquierda.. C) RNM, se evidencia fractura avulsiva de la espina tibial. D) RNM, control postoperatorio a los 6 meses, se observa consolidación de fractura y tensión del LCA.

esqueléticamente inmaduros. Adicionalmente, esta técnica evita la necesidad de una segunda intervención quirúrgica para la extracción de implantes, lo que representa un beneficio considerable en términos de morbilidad y costos asociados.²¹⁻²⁴ No obstante, es importante considerar la disponibilidad y el costo de los anclajes sin nudos, que pueden ser una desventaja comparativa en ciertos contextos.

Este estudio presenta ciertas limitaciones que deben considerarse al interpretar sus resultados. En primer lugar, el diseño retrospectivo introduce un sesgo inherente en la selección y recolección de datos, lo que podría afectar la posibilidad de extrapolar nuestros hallazgos. En segundo lugar, el tamaño de la muestra es relativamente reducido, lo que limita la potencia estadística y la capacidad de detectar diferencias sutiles o asociaciones significativas. En tercer lugar, si bien el seguimiento promedio de 16 meses es adecuado para evaluar la consolidación inicial y los resultados funcionales a corto plazo, aún es limitado para descartar por completo el riesgo de alteraciones del crecimiento a largo plazo, o la aparición tardía de complicaciones en pacientes esqueléticamente inmaduros. Finalmente, la ausencia de un grupo de control contemporáneo, o una comparación directa con otras técnicas de fijación, impide establecer conclusiones definitivas sobre la superioridad de nuestro enfoque en relación con otras opciones terapéuticas.

CONCLUSIÓN

La fijación artroscópica con anclajes de sutura sin nudos en fracturas desplazadas de la espina tibial anterior en pacientes jóvenes muestra excelentes resultados clínicos y funcionales, con alta tasa de consolidación y baja morbilidad.

Contribuciones de autoría: Conceptualización (LP). Metodología (LP, NA, MB). Software (GJBO, NA, JCB). Validación (NA, JCB). Análisis formal, Investigación, Curación de datos (LP, GJBO, NA). Recursos (NA, JCB, MB). Escritura- Borrador original (LP, GJBO). Escritura- Revisión y edición (LP, GJBO, JPB, JJM). Visualización (LP, JPB, JJM). Supervisión (JPB, JJM). Administración de proyectos (LP, JCB, MB). Adquisición de financiación (LP, MB).

Conflictos de intereses: los autores declaran no tener conflictos de interés relacionados con este estudio.

Financiamiento: los autores declaran que no hubo financiamiento externo para la realización de este estudio.

REFERENCIAS

1. Anderson CN, Anderson AF. Tibial eminence fractures. *Clin Sports Med.* 2011;30(4):727-742. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.csm.2011.06.007>.
2. Anderson CN, Nyman JS, McCullough KA, Song Y, Uppuganti S, O'Neill KR, et al. Biomechanical evaluation of physal-sparing fixation methods in tibial eminence fractures. *Am J Sports Med.* 2013;41(7):1586-1594. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546513488505>.
3. Meyers MH, McKeever FM. Fracture of the intercondylar eminence of the tibia. *J Bone Joint Surg Am.* 1970;52(8):1677-1684.
4. Masquijo JJ, Ron Marqués A, Carabajal Mattar M, Ferreyra A. Tendencias en la evaluación y el tratamiento de fracturas de la espina tibial: perspectivas de los miembros de la SAOTI y la SEOP. *Rev. Asoc. Argent. Ortop. Traumatol.* 2025;90(1):26-33. doi: <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2025.90.1.2038>.
5. Salvato D, Green DW, Accadbled F, Tuca M. Tibial spine fractures: state of the art. *J ISAKOS.* 2023;8(6):404-411. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jisako.2023.06.001>.
6. Green D, Tuca M, Luderowski E, Gausden E, Goodbody C, Konin G. A new, MRI-based classification system for tibial spine fractures changes clinical treatment recommendations when compared to Myers and McKeever. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019;27(1):86-92. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00167-018-5039-7>.
7. Zaricznyj B. Avulsion fracture of the tibial eminence: treatment by open reduction and pinning. *J Bone Joint Surg Am.* 1977;59(8):1111-1114.
8. Tuca M, Bernal N, Luderowski E, Green DW. Tibial spine avulsion fractures: treatment update. *Curr Opin Pediatr.* 2019;31(1):103-111. doi: <https://www.doi.org/10.1097/MOP.0000000000000719>.
9. Feucht MJ, Brucker PU, Camathias C, Frosch KH, Hirschmann MT, Lorenz S, et al. Meniscal injuries in children and adolescents undergoing surgical treatment for tibial eminence fractures. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25(2):445-453. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00167-016-4184-0>.
10. Bong MR, Romero A, Kubiak E, Ilesaka K, Heywood CS, Kummer F, et al. Suture versus screw fixation of displaced tibial eminence fractures: a biomechanical comparison. *Arthroscopy.* 2005;21(10):1172-1176. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2005.06.019>.
11. Eggers AK, Becker C, Weimann A, Herbort M, Zantop T, Raschke MJ, et al. Biomechanical evaluation of different fixation methods for tibial eminence fractures. *Am J Sports Med.* 2007;35(3):404-410. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546506294677>.
12. Li J, Yu Y, Liu C, Su X, Liao W, Li Z. Arthroscopic fixation of tibial eminence fractures: a biomechanical comparative study of screw, suture, and suture anchor. *Arthroscopy.* 2018;34(5):1608-1616. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2017.12.018>.
13. Adams AJ, Talathi NS, Gandhi JS, Patel NM, Ganley TJ. Tibial spine fractures in children: evaluation, management, and future directions. *J Knee Surg.* 2018;31(5):374-381. doi: <https://www.doi.org/10.1055/s-0038-1636544>.

14. Coyle C, Jagernauth S, Ramachandran M. Tibial eminence fractures in the paediatric population: a systematic review. *J Child Orthop*. 2014;8(2):149-159. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s11832-014-0571-6>.
15. Wiley JJ, Baxter MP. Tibial spine fractures in children. *Clin Orthop Relat Res*. 1990;(255):54-60.
16. Patel NM, Park MJ, Sampson NR, Ganley TJ. Tibial eminence fractures in children: earlier posttreatment mobilization results in improved outcomes. *J Pediatr Orthop*. 2012;32(2):139-144. doi: <https://www.doi.org/10.1097/BPO.0b013e318242310a>.
17. Axibál DP, Mitchell JJ, Mayo MH, Chahla J, Dean CS, Palmer CE, et al. Epidemiology of anterior tibial spine fractures in young patients: a retrospective cohort study of 122 cases. *J Pediatr Orthop*. 2019;39(2):e87-e90. doi: <https://www.doi.org/10.1097/BPO.0000000000001080>.
18. García Bistolfi MA, Zícaro J, Gorodischer T, Yacuzzi C, Costa Paz M. Fijación artroscópica de la fractura por avulsión de espina tibial: resultados con cinco años de seguimiento. *RELART*. 2021;28(2). Disponible en: <https://www.revistarelart.com/index.php/revista/article/view/94>.
19. Johnstone TM, Hollyer I, McFarlane K, Alayeh A, Tompkins M, Ganley T, et al. Improved biomechanical performance of tibial spine fracture repair with suture and anchor fixation in pediatric cadaveric knees. *Orthop J Sports Med*. 2025;13(2):23259671241306194. doi: <https://www.doi.org/10.1177/23259671241306194>.
20. Johnstone TM, Baird DW Jr, Cuellar-Montes A, van Deursen WH, Tompkins M, Ganley TJ, et al. Screws or sutures? a pediatric cadaveric study of tibial spine fracture repairs. *Am J Sports Med*. 2023;51(10):2589-2595. doi: <https://www.doi.org/10.1177/03635465231181059>.
21. Callanan M, Allen J, Flutie B, Tepolt F, Miller PE, Kramer D, et al. Suture versus screw fixation of tibial spine fractures in children and adolescents: a comparative study. *Orthop J Sports Med*. 2019;7(11):2325967119881961. doi: <https://www.doi.org/10.1177/2325967119881961>.
22. Chandanani M, Jaibaji R, Jaibaji M, Volpin A. Tibial spine avulsion fractures in paediatric patients: a systematic review and meta-analysis of surgical management. *Children (Basel)*. 2024;11(3):345. doi: <https://www.doi.org/10.3390/children11030345>.
23. Abdelhamid MM, Bayoumy MA, Elkady HA, Abdelkawi AF. Arthroscopic reduction and fixation of tibial spine avulsion fractures by a stainless steel wiring technique. *Arthrosc Tech*. 2017;6(6):e2289-e2294. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.eats.2017.08.042>.
24. Meulenkamp B, Martin R, Desy NM, Duffy P, Korley R, Puloski S, et al. Incidence, risk factors, and location of articular malreductions of the tibial plateau. *J Orthop Trauma*. 2017;31(3):146-150. doi: <https://www.doi.org/10.1097/BOT.0000000000000735>.

La tenodesis extraarticular lateral reduce la falla del injerto tras la revisión del ligamento cruzado anterior sin comprometer el retorno al deporte ni los resultados funcionales

Waldo Gonzalez¹, Jorge Isla², Alfredo Sandoval³, Minerva Itriago³,
David Figueroa⁴

1. Hospital Regional Coyhaique. Coyhaique, Chile
2. Hospital del Salvador. Providencia, Chile
3. Hospital Dr. Sótero del Río. Gran Santiago, Chile
4. Clínica Alemana. Santiago de Chile, Chile

RESUMEN

Introducción: la revisión de reconstrucción del ligamento cruzado anterior (RLCA) es un procedimiento complejo, asociado a peores resultados y mayor tasa de falla del injerto que la reconstrucción primaria. Debido a que la inestabilidad rotatoria residual puede aumentar la carga sobre el injerto, la tenodesis extraarticular lateral (TEA) ha surgido como un complemento para mejorar el control rotatorio y reducir potencialmente la rerrotura. Sin embargo, su impacto sobre desenlaces centrados en el paciente, especialmente el retorno al deporte, sigue siendo incierto.

Objetivos: evaluar el impacto de la TEA sobre la falla del injerto, los resultados funcionales y el retorno al deporte en pacientes sometidos a revisión de RLCA.

Materiales y métodos: se realizó un estudio de cohorte retrospectivo comparativo. Se incluyeron pacientes esqueléticamente maduros sometidos a una primera revisión de RLCA entre 2014 y 2020, con seguimiento mínimo de 4 años. Se analizaron 113 pacientes: 53 tratados con revisión aislada y 60 con revisión asociada a TEA. El desenlace primario fue el retorno al deporte, definido como reinicio de cualquier actividad deportiva, registrándose además el retorno al nivel prelesional. Los desenlaces secundarios incluyeron tiempo hasta el retorno deportivo, IKDC subjetivo, Tegner y falla del injerto.

Resultados: la edad y seguimiento promedio fue 27.1 ± 8.0 años y 6.0 años, respectivamente. Los resultados funcionales fueron comparables entre grupos: IKDC 80.4 ± 9.2 vs. 84.1 ± 8.8 ; $p = 0.86$, y Tegner 6.6 ± 1.3 vs. 6.7 ± 1.2 ; $p = 0.92$. En total, 68 pacientes (60 %) retornaron a alguna actividad deportiva y 45 (40 %) al nivel prelesional. Aunque el retorno fue mayor en el grupo con TEA, la diferencia no fue estadísticamente significativa ($p = 0.41$). La falla del injerto fue menor con TEA (3 % vs. 19 %; $p = 0.03$), asociándose a menor riesgo de rerrotura (OR 0.15; IC 95 %: 0.03-0.72).

Conclusiones: en la revisión de RLCA, la adición de TEA se asoció con menor riesgo de rerrotura, sin diferencias significativas en retorno al deporte ni resultados funcionales.

Palabras clave: Ligamento cruzado anterior; Tenodesis extraarticular lateral; Retorno al deporte; Fallo plastia LCA; Resultados funcionales

Nivel de evidencia: III. Estudio de Cohorte Retrospectivo Comparativo

Autor de correspondencia: Waldo Gonzalez, doctorwaldogonzalez@gmail.com

Recibido: 16/05/2026 Aceptado: 9/05/2026 Publicado: 1/08/2026

DOI: <https://doi.org/10.63403/re.v33i2.500>

Cómo citar: Gonzalez W, Isla J, Sandoval A, Itriago M, Figueroa D. La tenodesis extraarticular lateral reduce la falla del injerto tras la revisión del ligamento cruzado anterior sin comprometer el retorno al deporte ni los resultados funcionales. Relart 2026;33(2): 133-140.

Lateral Extra-Articular Tenodesis Reduces Graft Failure After Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction without Compromising Return to Sport or Functional Outcomes

ABSTRACT

Introduction: revision anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR) is a complex procedure associated with poorer outcomes and higher graft failure rates than primary reconstruction. Because residual rotatory instability may increase graft load, lateral extra-articular tenodesis (LET) has emerged as an adjunctive procedure to improve rotatory control and potentially reduce graft rerupture. However, its impact on patient-centered outcomes, particularly return to sport, remains uncertain.

Objectives: the aim of this study was to evaluate the effect of LET on graft failure, functional outcomes, and return to sport in patients undergoing revision ACLR.

Materials and methods: a retrospective comparative cohort study was performed. Skeletally mature patients who underwent first-time revision ACLR between 2014 and 2020 with a minimum follow-up of 4 years were included. A total of 113 patients were analyzed: 53 underwent isolated revision ACLR and 60 underwent revision ACLR combined with LET. The primary outcome was return to sport, defined as resumption of any sports activity; return to pre-injury level was also recorded. Secondary outcomes included time to return to sport, subjective IKDC, Tegner score, and graft failure.

Results: the mean age and follow-up was 27.1 ± 8.0 years, and 6.0 years, respectively. Functional outcomes were comparable between groups: IKDC 80.4 ± 9.2 vs. 84.1 ± 8.8 ; $p = 0.86$, and Tegner 6.6 ± 1.3 vs. 6.7 ± 1.2 ; $p = 0.92$. Overall, 68 patients (60%) returned to some sports activity, and 45 (40%) returned to their preinjury level. Although return to sport was higher in the LET group, the difference was not statistically significant ($p = 0.41$). Graft failure was lower with LET (3% vs. 19%; $p = 0.03$), corresponding to a reduced risk of rerupture (OR 0.15; 95% CI, 0.03-0.72).

Conclusion: in revision ACLR, the addition of LET was associated with a lower risk of graft rerupture, without statistically significant differences in return to sport or functional outcomes.

Keywords: Anterior cruciate ligament; Lateral extra-articular tenodesis; Return to sport; Failure plasty ACL; Functional outcomes

Level of evidence: III. Retrospective Comparative Cohort Study

INTRODUCCIÓN

La reconstrucción primaria del ligamento cruzado anterior (LCA) es un procedimiento ampliamente utilizado para restaurar la estabilidad de la rodilla y permitir el retorno a la actividad física y deportiva. Sin embargo, un subgrupo de pacientes presenta falla del injerto o inestabilidad persistente, requiriendo una cirugía de revisión.

En comparación con la reconstrucción primaria, la revisión de reconstrucción del ligamento cruzado anterior (RLCA) representa un escenario clínico y técnico más complejo, asociado a peores resultados funcionales, menor tasa de retorno al deporte y mayor riesgo de nueva falla del injerto.^{1,2} Se han reportado tasas de falla posteriores a la revisión de RLCA de hasta un 20 %, mientras que en la reconstrucción primaria suelen ser inferiores al 10 %.^{3,4} Estas diferencias reflejan desafíos biológicos y técnicos propios de la cirugía de revisión, incluyendo malposición o ensanchamiento de túneles, menor disponibilidad de injerto, lesiones meniscales o condrales asociadas y alteraciones residuales de la cinemática articular.

Dentro de estos factores, la inestabilidad rotatoria residual ha cobrado especial relevancia como posible causa de sobrecarga del injerto y de persistencia de

síntomas tras la reconstrucción. En este contexto, ha aumentado el interés por complementar la RLCA con procedimientos extraarticulares laterales, particularmente la tenodesis extraarticular lateral (TEA), con el objetivo de mejorar el control rotacional de la rodilla. Desde el punto de vista biomecánico, la TEA actúa como una restricción secundaria frente a la traslación anterior tibial y, especialmente, frente a la rotación interna tibial y al *pivot shift*, contribuyendo a descargar el injerto intraarticular en situaciones de alta demanda o laxitud residual.⁵⁻⁹ Este efecto podría ser particularmente relevante en pacientes sometidos a revisión, en quienes los mecanismos de falla suelen ser multifactoriales y la estabilidad rotatoria adquiere un papel central en la protección del nuevo injerto.

Si bien la evidencia clínica disponible sugiere que la adición de una TEA lateral podría reducir la tasa de falla del injerto en escenarios seleccionados, persisten interrogantes respecto a su impacto en desenlaces centrados en el paciente, particularmente en la recuperación funcional y el retorno al deporte, así como en la posibilidad de efectos adversos asociados a sobre-restricción lateral. En la práctica clínica, el éxito de una revisión de RLCA no depende únicamente de la integridad del injerto, sino también de la capacidad del paciente para recuperar función, retomar

actividad deportiva y alcanzar un nivel comparable al previo a la lesión. En este sentido, el retorno al deporte posterior a una revisión de RLCA constituye un desenlace de alto valor clínico, aunque heterogéneo y multifactorial, influenciado por estabilidad, rehabilitación, demandas deportivas y expectativas individuales.¹⁰

El objetivo del presente estudio fue evaluar el impacto de la TEA sobre la falla del injerto, los resultados funcionales y el retorno al deporte en pacientes sometidos a revisión de RLCA. Se planteó la hipótesis de que la adición de la TEA reduce la incidencia de falla del injerto sin comprometer el retorno al deporte ni los resultados funcionales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la institución (aprobación N° 2013-01). Dada su naturaleza retrospectiva, todos los pacientes otorgaron consentimiento informado al momento de la cirugía para la recolección prospectiva de datos clínicos y funcionales, y posteriormente fueron contactados para autorizar el uso de información anonimizada con fines de investigación.

Se realizó un estudio de cohorte retrospectivo comparativo. Se incluyeron pacientes esqueléticamente maduros sometidos a su primera reconstrucción de LCA de revisión entre 2014 y 2020, con un seguimiento mínimo de 4 años. Se excluyeron pacientes con seguimiento menor a 4 años, registros incompletos o pérdida de seguimiento.

Los criterios de exclusión fueron: lesiones neurovasculares, fracturas de platillo tibial, hiperlaxitud, artrosis avanzada (Kellgren-Lawrence ≥ 3), reconstrucciones multiligamentarias, trasplante de cartílago, trasplante meniscal y osteotomías previas. Se excluyeron, además, aquellos que requirieron reconstrucción en etapas con injerto óseo o relleno de túneles para mantener homogeneidad técnica.

Asignación del tratamiento

La decisión de asociar una TEA a la revisión de RLCA fue tomada por el cirujano tratante según criterio clínico e intraoperatorio, considerando la presencia de inestabilidad rotatoria residual y otros factores de riesgo percibidos para falla del injerto. No existió un protocolo estandarizado único para esta indicación.

Técnica quirúrgica

Todas las cirugías fueron realizadas por 5 cirujanos de rodilla con >10 años de experiencia, bajo anestesia general y con torniquete en el muslo. El diagnóstico se confirmó con evaluación clínica y resonancia nuclear magnética (RNM), complementado con artroscopia diagnóstica para evaluar fibras remanentes. La selección del injerto se basó en la integridad de túneles y disponibilidad tisular, se emplearon autoinjerto de hueso-tendón patelar-hueso (H-T-H), autoinjerto de semitendinoso-gracilis (ST-G) o aloinjerto.

En los pacientes con TEA se utilizó una técnica tipo

Lemaire modificada, con una tira de banda iliotibial ipsilateral (8 × 1 cm) manteniendo su inserción distal en el tubérculo de Gerdy; el injerto se pasó profundo al ligamento colateral lateral y se fijó proximalmente posterior y proximal al epicóndilo femoral lateral, con la rodilla a 60-90° de flexión en rotación neutra (Fig. 1). La fijación se realizó con grapa o ancla según preferencia del cirujano. El ángulo de fijación se seleccionó para reproducir tensión fisiológica en extensión evitando sobrerrestricción, de acuerdo con técnicas previamente descritas.¹¹

Protocolo de rehabilitación

Habitualmente los pacientes permanecieron una noche hospitalizados y completaron al menos una sesión de kinesioterapia antes del alta. Los casos con reparación meniscal utilizaron ortesis con rango de movimiento y restricción de carga por 6 semanas, posteriormente se permitió rango completo.

El protocolo de rehabilitación se enfocó inicialmente en control del dolor/edema, movilidad articular y activación del cuádriceps; progresivamente se incorporaron ejercicios funcionales, propioceptivos y de core según fase de recuperación.^{12,13} Los ejercicios de impacto y pliometría comenzaron a partir del tercer o cuarto mes, según condición del paciente.¹⁴

Los controles se realizaron a las 2, 4 y 6 semanas, y a los 3, 6 y 12 meses. Tras completar la rehabilitación, se realizó RNM para evaluar ligamentización. El retorno al deporte no se permitió antes de los 9 meses y requirió autorización médica basada en pruebas funcionales.

Seguimiento y recolección de datos

Aunque los controles estándar se extendieron hasta los 12 meses, todos los pacientes fueron contactados



Figura 1. Paso del injerto de banda iliotibial profundo al ligamento colateral lateral (LCL): identificación del LCL por palpación, realización de pequeñas incisiones anterior y posterior en su porción proximal, y paso del injerto por detrás del LCL de distal a proximal.

entre septiembre y diciembre de 2024 mediante controles presenciales o entrevistas telefónicas estructuradas, donde se obtuvieron medidas reportadas por pacientes.

Se registraron características demográficas, detalles quirúrgicos y lesiones asociadas a partir de fichas clínicas electrónicas. Los resultados funcionales se evaluaron mediante el IKDC subjetivo y la escala de actividad de Tegner.

El resultado primario fue el retorno al deporte (RD), definido como la capacidad del paciente de reiniciar cualquier actividad deportiva, registrándose por separado el retorno al nivel prelesional. Como desenlaces secundarios se incluyeron el tiempo hasta el RD (meses), los resultados funcionales mediante el IKDC subjetivo y la escala de actividad de Tegner, y la falla del injerto como medida de seguridad, definida por inestabilidad clínica (Lachman o *pivot shift* positivos), hallazgos en RNM o necesidad de una nueva revisión de RLCA; específicamente, se consideró falla clínica la presencia de Lachman ≥ 1 y *pivot shift* ≥ 2 (bajo anestesia), según escalas estandarizadas.^{15,16}

Análisis estadístico

Las variables continuas fueron evaluadas para normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Los datos se expresaron como media $\pm$ desviación estándar o

mediana con rango intercuartílico, según correspondiera. Las variables categóricas se reportaron como frecuencias absolutas y porcentajes.

Las comparaciones entre grupos se realizaron utilizando t de Student, U de Mann-Whitney, y Chi-cuadrado (χ^2) o test exacto de Fisher, según el tipo de variable. Las comparaciones pre y postoperatorias de pruebas clínicas ordinales se efectuaron con la prueba de Wilcoxon. Se consideró significativo un valor de $p < 0.05$. Los análisis se procesaron con STATA v19.0 (StataCorp).

RESULTADOS

Un total de 123 pacientes se sometieron a una revisión de RLCA durante el período de estudio. De estos, 10 fueron excluidos por no contar con toda la información disponible o pérdida de seguimiento, por lo que la muestra quedó conformada por 113 pacientes disponibles para el análisis (53 en el grupo de revisión RLCA aislada y 60 en el grupo de revisión RLCA con TEA. La edad promedio fue de 27.1 ± 8.0 años y el seguimiento promedio fue de 6.0 años (rango, 4.5-7.3), con una mediana de seguimiento de 6.6 años (RIC 5.9-7.3) en el grupo aislado y 5.5 años (RIC 4.5-6.5) en el grupo con TEA. El índice de masa corporal (IMC) y el seguimiento clínico también fueron comparables entre grupos (Tabla 1).

Tabla 1. Características demográficas y clínicas basales de los pacientes según grupo de tratamiento

Características	Revisión RLCA aislada n = 53	Revisión RLCA con TEA n = 60	Valor p
Sexo masculino, n (%)	69	69	0.94
Edad, media $\pm$ DE	29.2 (9.7)	25.1 (5.9)	0.86
IMC (kg/m ²), media $\pm$ DE	24.9 (3.5)	23.2 (3.2)	0.92
Seguimiento (años), mediana (RIC)	6.6 (5.9-7.3)	5.5 (4.5-6.5)	-
Injerto revisión RLCA			
H-T-H	8	12	0.81
ST-G	44	47	
Aloinjerto	1	1	
Rodilla derecha, n (%)	47	50	0.66
Mecanismo deportivo, n (%)	95	92	0.72
Mecanismo no deportivo, n (%)	5	8	0.72
Deporte practicado, n			
Fútbol	36	33	0.96
Rugby	5	7	
Tenis	4	6	
Esquí	3	3	
Hockey	1	3	
Básquetbol	2	3	
Padel	2	3	
Vóleibol	2	2	

IMC: índice de masa corporal. RLCA: reconstrucción de ligamento cruzado anterior. n: numero. DE: desviación estándar. RIC: rango intercuartil. H-T-H: hueso-tendón patelar-hueso. ST-G: semitendinoso-gracilis. TEA: tenodesis extraarticular.

Al seguimiento final, ambos grupos mostraron una recuperación funcional satisfactoria. El puntaje IKDC promedio fue 80.4 ± 9.2 en el grupo de revisión aislada y 84.1 ± 8.8 en el grupo de revisión RLCA con TEA ($p = 0.86$); el puntaje de actividad de Tegner fue 6.6 ± 1.3 y 6.7 ± 1.2 , respectivamente ($p = 0.92$). En relación con el retorno al deporte, entre los 113 pacientes con datos completos, 68 (60 %) retornaron a la actividad deportiva al nivel prelesional o superior, y 45 (40 %) retomaron el mismo nivel de participación deportiva alcanzado antes de la lesión primaria. Aunque se observó una mayor proporción de retorno en el grupo con TEA, esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($p = 0.41$) (Tabla 2).

El tiempo promedio hasta el retorno al deporte fue de 11.4 ± 2.7 meses, sin diferencias entre grupos ($p = 0.59$). Tampoco se observaron diferencias según sexo en la tasa de retorno al deporte ($p = 0.64$).

Durante el seguimiento, la falla del injerto del LCA ocurrió en 12 pacientes (11 %). En el análisis por grupos, se registraron 10 fallas (19 %) en el grupo de revisión RLCA aislada y 2 fallas (3 %) en el grupo de revisión RLCA con TEA, observándose una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.03$; OR 0.15; IC 95 %: 0.03-0.72). Entre los casos con falla, 8 requirieron una nueva cirugía de revisión y 3 fueron manejados de forma conservadora. El tiempo promedio hasta la falla del injerto fue de 3.4 ± 1.1 años posterior al procedimiento índice, y no se identificó una asociación significativa entre el tipo de injerto y la falla dentro de cada grupo ($p = 0.49$).

No se registraron complicaciones mayores, incluidas infección profunda, lesión neurovascular o artrofibrosis, en ninguno de los grupos. Dos pacientes (2 %) requirieron procedimientos secundarios por retiro de material sintomático, ambos en el grupo de revisión aislada. Además, 4 pacientes (4 %) presentaron complicaciones tardías: 2 lesiones tipo cílope que requirieron resección artroscópica y 2 casos de parestesia en el sitio dador. No se observaron casos de sobre-restricción ni rigidez excesiva atribuible a la adición de TEA.

DISCUSIÓN

El principal hallazgo del presente estudio es que, tras una revisión de una RLCA, con seguimiento a largo plazo, al asociar una TEA, la tasa de rerrotura disminuye

significativamente (19 % vs. 3 %; $p = 0.03$), además, una proporción relevante de pacientes logra retornar a la actividad deportiva (60 %), aunque una fracción menor consigue retomar el mismo nivel de participación previo a la lesión (40 %). Este resultado es clínicamente importante, ya que el éxito de la revisión de RLCA no depende exclusivamente de la integridad del injerto, sino también de desenlaces centrados en el paciente, como el retorno al deporte, los cuales se ven influenciados por múltiples factores propios del escenario de revisión.

En comparación con la reconstrucción primaria LCA, la cirugía de revisión RLCA se asocia a mayores tasas de falla y a resultados globales inferiores, lo que ha sido descrito de forma consistente en la literatura.^{1,2} Además, se han reportado tasas de falla posteriores a la revisión en torno a 15-20 %, superiores a las observadas habitualmente en reconstrucción primaria,^{3,4} contexto en el que el retorno deportivo puede verse limitado por la complejidad técnica, la biología del injerto, lesiones asociadas y expectativas funcionales.

La razón para incorporar procedimientos extraarticulares laterales se sustenta en evidencia biomecánica que sugiere una mejoría del control rotatorio y una disminución de la carga sobre el injerto, particularmente en rodillas con inestabilidad residual.⁵⁻¹⁰ En concordancia con ello, aunque el retorno al deporte fue comparable entre grupos, en nuestros resultados se observó una menor tasa de falla del injerto en el grupo con TEA, con una reducción significativa del riesgo. Este hallazgo secundario es consistente con la evidencia clínica disponible que respalda el uso de TEA como procedimiento complementario en escenarios seleccionados y de alto riesgo.¹⁷⁻¹⁹

En relación con la estrategia quirúrgica, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos en la proporción ni en el tiempo de retorno al deporte. Este hallazgo sugiere que, en pacientes sometidos a revisión de RLCA, la adición de TEA podría no traducirse necesariamente en una mejora directa del retorno deportivo, aun cuando existan beneficios potenciales en estabilidad. Desde una perspectiva clínica, esto refuerza que el retorno al deporte es un desenlace multifactorial que depende, además del control rotatorio, de variables individuales y del proceso de rehabilitación.²⁰⁻²⁴

Tabla 2. Resultados clínicos y funcionales al seguimiento final según grupo de tratamiento

Resultados asociados	Revisión RLCA Aislada	Revisión RLCA con TEA	Medida de Efecto (IC 95 %)	Valor p
IKDC	80.4 ± 9.2	84.1 ± 8.8	-	0.86
Tegner	6.6 ± 1.3	6.7 ± 1.2	-	0.92
Falla del Injerto, n (%)	10 (19)	2 (3)	OR 0.15 (0.03-0.72)	0.03*

(*) indica significancia estadística ($p < 0.05$). H-T-H: hueso-tendón patelar-hueso. RLCA: reconstrucción de ligamento cruzado anterior. TEA: tenodesis extraarticular. IKDC: International Knee Documentation Committee. OR: odds ratio. IC: intervalo de confianza.

En cuanto a la seguridad, no se registraron complicaciones mayores en ninguno de los grupos, y la incidencia de procedimientos secundarios o complicaciones tardías fue baja. Un aspecto relevante es que no se documentaron casos de sobrecarga lateral ni rigidez excesiva atribuibles a la TEA, una preocupación histórica al añadir procedimientos extraarticulares.^{25,26} En conjunto, estos hallazgos apoyan que, cuando se realiza con técnica estandarizada, la TEA puede incorporarse sin comprometer la recuperación funcional y sin aumentar de forma clínicamente relevante la morbilidad postoperatoria.²⁷⁻³¹

Otro aspecto a considerar es que, si bien el tamaño muestral fue suficiente para detectar diferencias en la tasa de falla del injerto, podría no haber tenido poder estadístico adecuado para identificar diferencias en el retorno al deporte, un desenlace inherentemente heterogéneo y multifactorial. Por ello, la ausencia de diferencias significativas entre grupos en este resultado no debe interpretarse necesariamente como equivalencia clínica. Asimismo, aunque un análisis de subgrupos —por ejemplo, en deportistas competitivos o en pacientes que practican deportes de pivote— podría haber sido de interés, el número de casos disponibles en cada categoría no permitió realizar comparaciones con suficiente solidez metodológica. Estudios futuros con muestras mayores deberían explorar estos subgrupos para determinar si existen poblaciones que obtengan un beneficio diferencial con la adición de TEA.

Limitaciones

Este estudio presenta limitaciones relevantes. En primer lugar, su diseño retrospectivo conlleva un riesgo inherente de sesgo de selección, sesgo de información y confusión, lo que limita la validez interna de los resultados. En segundo lugar, la indicación de asociar una TEA no obedeció a un protocolo estandarizado predefinido, sino al criterio clínico de cada cirujano, probablemente basado en factores como laxitud rotatoria, características del paciente o hallazgos intraoperatorios; por lo tanto, no puede descartarse confusión por indicación. Además, no se realizó un análisis ajustado por posibles variables confusoras relevantes, tales como edad, nivel de actividad deportiva, tipo de injerto u otras lesiones asociadas, las cuales podrían haber influido, tanto en la decisión quirúrgica como en los desenlaces observados.

Finalmente, no existió cegamiento en la evaluación de resultados, lo que podría haber introducido sesgo de medición. En consecuencia, los hallazgos deben interpretarse con cautela y considerarse principalmente como evidencia observacional generadora de hipótesis. No obstante, el seguimiento mínimo de 4 años y la definición clara de los desenlaces funcionales y deportivos constituyen fortalezas metodológicas del presente estudio.

CONCLUSIÓN

En la revisión de RLCA, la adición de TEA se asoció con menor riesgo de rerrotura, sin diferencias significativas en retorno al deporte ni resultados funcionales.

Contribuciones de autoría: Metodología, Investigación (WG, AS, FF, MI). Software (WG). Validación (WG, JI, DF). Conceptualización, Análisis formal, Escritura- Borrador original, Escritura- Revisión y edición (WG, JI). Curación de datos (WG, JI, MI). Supervisión (WG, DF). Administración de proyectos (DF).

Conflictos de intereses: los autores declaran no tener conflictos de interés relacionados con este estudio.

Financiamiento: los autores declaran que no hubo financiamiento externo para la realización de este estudio.

REFERENCIAS

1. Rahr-Wagner L, Lind M. The danish knee ligament reconstruction registry. *Clin Epidemiol*. 2016;8:531-535. doi: <https://www.doi.org/10.2147/CLEPS.100670>.
2. MOON Knee Group; Sullivan JP, Huston LJ, Zajichek A, Reinke EK, Andrish JT, et al. Incidence and predictors of subsequent surgery after anterior cruciate ligament reconstruction: a 6-year follow-up study. *Am J Sports Med*. 2020;48(10):2418-2428. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546520935867>.
3. Wright RW, Magnussen RA, Dunn WR, Spindler KP. Ipsilateral graft and contralateral ACL rupture at five years or more following ACL reconstruction: a systematic review. *J Bone Joint Surg Am*. 2011;93(12):1159-1165. doi: <https://www.doi.org/10.2106/JBJS.J.00898>.
4. Magnussen RA, Meschbach NT, Kaeding CC, Wright RW, Spindler KP. ACL graft and contralateral ACL tear risk within ten years following reconstruction: a systematic review. *JBJS Rev*. 2015;3(1):e3. doi: <https://www.doi.org/10.2106/JBJS.RVW.N.00052>.
5. Slette EL, Mikula JD, Schon JM, Marchetti DC, Kheir MM, Turnbull TL, et al. Biomechanical results of lateral extra-articular tenodesis procedures of the knee: a systematic review. *Arthroscopy*. 2016;32(12):2592-2611. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2016.04.028>.
6. Sonnery-Cottet B, Daggett M, Helito CP, Fayard JM, Thauinat M. Combined anterior cruciate ligament and anterolateral ligament reconstruction. *Arthrosc Tech*. 2016;5(6):e1253-e1259. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.eats.2016.08.003>.
7. Parsons EM, Gee AO, Spiekerman C, Cavanagh PR. The biomechanical function of the anterolateral ligament of the knee. *Am J Sports Med*. 2015;43(3):669-674. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546514562751>.
8. Sonnery-Cottet B, Saithna A, Cavalier M, Kajetanek C, Temponi EF, Daggett M, et al. Anterolateral ligament reconstruction is associated with significantly reduced ACL graft rupture rates at a minimum follow-up of 2 years: a prospective comparative study of 502 patients from the SANTI study group. *Am J Sports Med*. 2017;45(7):1547-1557. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546516686057>.

9. Inderhaug E, Stephen JM, Williams A, Amis AA. Anterolateral Tenodesis or anterolateral ligament complex reconstruction: effect of flexion angle at graft fixation when combined with ACL reconstruction. *Am J Sports Med.* 2017;45(13):3089-3097. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546517724422>.
10. Figueroa Poblete D, Gonzalez Duque W, Landea Caroca D, Tapia Castillo C, Erskine Ventura D. Return-to-sport tests: do they reduce risk of re-rupture after anterior cruciate ligament reconstruction? *J ISAKOS.* 2025;11:100399. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jisako.2025.100399>.
11. Getgood A, Moatshe G. Lateral extra-articular tenodesis in anterior cruciate ligament reconstruction. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2020;28(2):71-78. doi: <https://www.doi.org/10.1097/JSA.0000000000000278>.
12. van Melick N, van Cingel RE, Brooijmans F, Neeter C, van Tienen T, Hullegie W, et al. Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. *Br J Sports Med.* 2016;50(24):1506-1515. doi: <https://www.doi.org/10.1136/bjsports-2015-095898>.
13. Forelli F, Barbar W, Kersante G, Vandebrouck A, Duffiet P, Ratte L, et al. Evaluation of muscle strength and graft laxity with early open kinetic chain exercise after ACL reconstruction: a cohort study. *Orthop J Sports Med.* 2023;11(6):23259671231177594. doi: <https://www.doi.org/10.1177/23259671231177594>.
14. Glatke KE, Tummala SV, Chhabra A. Anterior cruciate ligament reconstruction recovery and rehabilitation: a systematic review. *J Bone Joint Surg Am.* 2022;104(8):739-754. doi: <https://www.doi.org/10.2106/JBJS.21.00688>.
15. Mulligan EP, McGuffie DQ, Coyner K, Khazzam M. The reliability and diagnostic accuracy of assessing the translation endpoint during the lachman test. *Int J Sports Phys Ther.* 2015;10(1):52-61.
16. Irrgang JJ, Anderson AF, Boland AL, Harner CD, Kurosaka M, Neyret P, et al. Development and validation of the international knee documentation committee subjective knee form. *Am J Sports Med.* 2001;29(5):600-613. doi: <https://www.doi.org/10.1177/03635465010290051301>.
17. Miller TK. The role of an extra-articular tenodesis in revision of anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Sports Med.* 2018;37(1):101-113. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.csm.2017.07.010>.
18. Grassi A, Zicaro JP, Costa-Paz M, Samuelsson K, Wilson A, Zaffagnini S, Condello V; ESSKA Arthroscopy Committee. Good mid-term outcomes and low rates of residual rotatory laxity, complications and failures after revision anterior cruciate ligament reconstruction (ACL) and lateral extra-articular tenodesis (LET). *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2020 Feb;28(2):418-431. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00167-019-05625-w>.
19. Bosco F, Giustra F, Masoni V, Capella M, Sciannameo V, Camarda L, et al. Combining an anterolateral complex procedure with anterior cruciate ligament reconstruction reduces the graft reinjury rate and improves clinical outcomes: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Sports Med.* 2024;52(8):2129-2147. doi: <https://www.doi.org/10.1177/03635465231198494>.
20. Giannakis P, Zhuang ST, Rosenstadt JL, Marx RG. One-stage revision anterior cruciate ligament reconstruction: preoperative evaluation, planning and surgical techniques. A review of current concepts. *J Exp Orthop.* 2025;12(1):e70111. doi: <https://www.doi.org/10.1002/jeo2.70111>.
21. Losciale JM, Zdeb RM, Ledbetter L, Reiman MP, Sell TC. The association between passing return-to-sport criteria and second anterior cruciate ligament injury risk: a systematic review with meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2019;49(2):43-54. doi: <https://www.doi.org/10.2519/jospt.2019.8190>.
22. Lyman S, Koulouvaris P, Sherman S, Do H, Mandl LA, Marx RG. Epidemiology of anterior cruciate ligament reconstruction: trends, readmissions, and subsequent knee surgery. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91(10):2321-2328. doi: <https://www.doi.org/10.2106/JBJS.H.00539>.
23. Alm L, Drenck TC, Frosch KH, Akoto R. Lateral extra-articular tenodesis in patients with revision anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction and high-grade anterior knee instability. *Knee.* 2020;27(5):1451-1457. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.knee.2020.06.005>.
24. Song GY, Hong L, Zhang H, Zhang J, Li Y, Feng H. Clinical outcomes of combined lateral extra-articular tenodesis and intra-articular anterior cruciate ligament reconstruction in addressing high-grade pivot-shift phenomenon. *Arthroscopy.* 2016;32(5):898-905. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2015.08.038>.
25. Grassi A, Olivieri Huerta RA, Lucidi GA, Agostinone P, Dal Fabbro G, Pagano A, et al. A lateral extra-articular procedure reduces the failure rate of revision anterior cruciate ligament reconstruction surgery without increasing complications: a systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2024;52(4):1098-1108. doi: <https://www.doi.org/10.1177/03635465231173698>.
26. Helito CP, Sobrado MF, Moreira da Silva AG, Castro de Pádua VB, Guimarães TM, Bonadio MB, et al. The addition of either an anterolateral ligament reconstruction or an iliotibial band tenodesis is associated with a lower failure rate after revision anterior cruciate ligament reconstruction: a retrospective comparative trial. *Arthroscopy.* 2023;39(2):308-319. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2022.06.039>.
27. Maheshwer B, Chen KJ, Paliobeis AS, Halkiadakis P, Sattar A, Calcei JG, et al. Predictors of anterior cruciate ligament reinjury and return to sport in adolescent athletes: increased risk in younger age and earlier time to return to sport. *Am J Sports Med.* 2026;54(1):27-34. doi: <https://www.doi.org/10.1177/03635465251395297>.
28. Dekker TJ, Godin JA, Dale KM, Garrett WE, Taylor DC, Riboh JC. Return to sport after pediatric anterior cruciate ligament reconstruction and its effect on subsequent anterior cruciate

ligament injury. *J Bone Joint Surg Am.* 2017;99(11):897-904. doi: <https://www.doi.org/10.2106/JBJS.16.00758>.

29. Getgood A, Bryant D, Firth A; Stability Group. The stability study: a protocol for a multicenter randomized clinical trial comparing anterior cruciate ligament reconstruction with and without lateral extra-articular tenodesis in individuals who are at high risk of graft failure. *BMC Musculoskelet Disord.* 2019;20(1):216. doi: <https://www.doi.org/10.1186/s12891-019-2589-x>.

30. Trojani C, Beaufils P, Burdin G, Bussière C, Chassaing V, Djian P, et al. Revision ACL reconstruction: influence of a lateral tenodesis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012;20(8):1565-1570. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00167-011-1765-9>.

31. Porter MD, Shadbolt B, Pomroy S. The augmentation of revision anterior cruciate ligament reconstruction with modified iliotibial band tenodesis to correct the pivot shift: a computer navigation study. *Am J Sports Med.* 2018;46(4):839-845. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546517750123>.

Osteotomía desrotadora femoral diafisaria para realineación patelofemoral: indicación, técnica y resultados

Javier O. Pérez^{ID}

Instituto Altamira. Chubut, Argentina

RESUMEN

Introducción: el aumento de la anteversión femoral afecta la biomecánica de la articulación patelofemoral. En esta, puede generar dolor y/o inestabilidad con lesiones de diferente magnitud.

Objetivos: el objetivo primario del siguiente estudio fue analizar los resultados funcionales y las complicaciones de una serie consecutiva de pacientes a los que se les realizó una osteotomía diafisaria de femur luego del tratamiento conservador fallido.

Materiales y métodos: se analizaron los resultados obtenidos en una serie de 21 pacientes (23 cirugías), durante el período comprendido entre 2018 y 2025, en forma retrospectiva. Criterios de inclusión: dolor y/o inestabilidad patelofemoral, fracaso de tratamiento conservador, fisis cerrada, ausencia de secuelas degenerativas y aumento de anteversión femoral tomográfica mayor de 25°. Se utilizaron el score funcional de Kujala, valoración radiológica y tomografía computada pre y postoperatoria.

Resultados: se estudió una población de 18 mujeres y 5 hombres. La mediana de edad fue 23 años (16-42). La mediana de grados de anteversión preoperatoria fue 34° (IIC 32-8°), disminuyendo a 11.5° (IIC 8.75-14.25°) en el postoperatorio ($p = 0.03$). La mediana preoperatoria del score de Kujala fue de 48 puntos (IIC 43-55), y en el postoperatorio fue de 86 puntos (IIC 82-92) ($p < 0.001$). Veintiún osteotomías se consolidaron a los 3 meses; 1 caso sufrió rotura de material por fatiga y 1 paciente presentó pseudoartrosis. No hubo complicaciones infecciosas o tromboembólicas en la serie.

Conclusión: la osteotomía diafisaria desrotadora de fémur con osteosíntesis con placa bloqueada fue efectiva para corregir el aumento de anteversión femoral y mejorar síntomas de dolor y/o inestabilidad patelofemoral.

Palabras clave: Osteotomía; Desrotadora; Diafisaria; Femoropatelar

Nivel de evidencia: IV. Estudio de Cohorte Retrospectivo

Autor de correspondencia: Javier O. Pérez, javierplh@hotmail.com

Recibido: 11/01/2026 Aceptado: 1/05/2026 Publicado: 1/08/2026

DOI: <https://doi.org/10.63403/re.v33i2.478>

Cómo citar: Pérez JO. Osteotomía desrotadora femoral diafisaria para realineación patelofemoral: indicación, técnica y resultados. Relart 2026;33(2): 141-148.

Diaphyseal Femoral Derotator Osteotomy for Patellofemoral Realignment: Indication, Technique and Results

ABSTRACT

Introduction: the increases in femoral anteversion affects the biomechanics of the patellofemoral joint, which can generate pain and/or instability in the latter with lesions of different magnitude.

Objectives: the primary objective of the following study was to analyze the functional outcomes and complications in a consecutive series of patients who underwent a femoral shaft osteotomy after failed conservative treatment.

Materials and methods: the results obtained in a series of 21 patients (23 surgeries), during the period between 2018 and 2025 were retrospectively analyzed. Inclusion criteria: patellofemoral pain and/or instability, failure of conservative treatment, closed physis, absence of degenerative sequelae and increased femoral tomographic anteversion greater than 25 degrees. The Kujala functional score, radiological assessment and pre- and postoperative computed tomography were used.

Results: a population of 18 women and 5 men was studied. The median age was 23 years (16-42). The median preoperative anteversion was 34° (IQR 32-38°), decreasing to 11.5° (IQR 8.75-14.25°) postoperatively ($p=0.03$). The median preoperative Kujala score was 48 points (IIC 43-55), and postoperative was 86 points (IIC 82-92) ($p<0.001$). Twenty-one osteotomies were consolidated at 3 months, 1 case suffered material breakage due to fatigue and 1 patient presented with pseudoarthrosis. There were no infectious or thromboembolic complications in the series.

Conclusion: femur derotator diaphyseal osteotomy with blocked plaque osteosynthesis was effective in correcting the increase in femoral anteversion and improving symptoms of patellofemoral pain and/or instability.

Keywords: Osteotomy; Derotator; Diaphysary; Patellofemoral

Level of evidence: IV. Retrospective Cohort Study

INTRODUCCIÓN

Los trastornos torsionales de miembros inferiores son una causa de dolor anterior de rodilla poco reconocida.¹⁻³ La torsión tibial externa posee valores normales entre 20 a 35° y la anteversión femoral, entre los 8 a 13°.⁴ Cuando se encuentra aumentada para uno o ambos parámetros, existe un mayor riesgo de mal encajamiento de la rótula que puede producir síntomas como dolor anterior de rodilla, inestabilidad femoropatelar y luxación, en los casos más graves.¹

Otros autores han publicado resultados favorables al tratamiento quirúrgico a través de osteotomías femorales desrotadoras, pero la mayoría de los estudios se refieren a osteotomías en la metáfisis distal⁵ o proximal del fémur.⁶

La evidencia actual respecto de cuál es el sitio ideal para realizar la osteotomía no señala ninguna preferencia, siempre y cuando se logre la corrección de la rotación.⁷ No se han encontrado estudios de osteotomías diafisarias fijadas con placa y tornillos. Esto, sumado al novedoso método del cálculo utilizado para corregir la rotación, aporta un nuevo enfoque en el tratamiento de estos trastornos.

Nuestra hipótesis fue que la osteotomía diafisaria con placa de compresión dinámica bloqueada, realizada en un lugar en el que el fémur es casi circular y técnicamente más accesible, ofrece ventajas sobre las técnicas metafisarias proximal y distal.

El objetivo primario del siguiente estudio fue analizar

los resultados funcionales y las complicaciones de una serie consecutiva de pacientes a los que se les realizó una osteotomía diafisaria de fémur luego del tratamiento conservador fallido.

MATERIALES Y MÉTODOS

El protocolo del siguiente estudio fue realizado con base en las normas éticas de la declaración de Helsinki y aprobado por el Comité de ética de nuestra institución. Todos los pacientes firmaron un consentimiento informado aceptando su participación.

Se condujo un estudio de cohorte retrospectivo, analizando pacientes a quienes se les practicó una osteotomía desrotadora de fémur entre el 01 de enero de 2018 al 30 de agosto de 2025, en un instituto médico privado de Argentina. Se incluyeron pacientes esqueléticamente maduros, mayores de 16 años, que consultaron por dolor anterior de rodilla e inestabilidad patelofemoral secundaria a aumento de la anteversión femoral ($>25^\circ$), en quienes había fracasado el tratamiento conservador (consistente en fisiokinesioterapia y reeducación muscular del cuádriceps y de los rotadores externos de cadera) durante al menos 6 meses. Se excluyeron pacientes con patología degenerativa (artrosis femoropatelar), y/o que hubieran requerido otros procedimientos óseos asociados como trocleoplastia, osteotomía de Fulkerson, osteotomía desrotadora de tibia o similares, por no poder determinarse qué intervención originó los resultados.

Para el diagnóstico de anteversión aumentada se investigó la presencia de dolor anterior de rodilla que impedía actividades de la vida diaria, marcha intrarrotada (rótulas bizcas), crujido rotuliano, maniobra de Staheli positiva con mayor rotación coxofemoral interna superior a la externa, ángulo Q extendido tipo 2,⁸ y signo de J invertida positivo. El diagnóstico se verificó mediante radiografía simple de frente y perfil estricto en 30° de flexión, y con la superposición de cortes tomográficos del fémur a nivel proximal y distal, utilizando el método de Murphy⁴ para medir la anteversión femoral (Fig. 1). También, como parte del protocolo tomográfico, se realizó medición de torsión tibial externa, *tilt* rotuliano, distancia TT-TG e índice de Caton-Deschamps.

A todos los pacientes se les efectuó resonancia nuclear magnética (RNM) para evaluar lesiones asociadas. En aquellos con antecedente de luxación se diagnosticaron rotura del LPFM y lesión condral, por lo que se efectuó reconstrucción del LPFM mediante la técnica cuasianatómica descrita por Monllau. Todos los pacientes fueron intervenidos quirúrgicamente, por el mismo cirujano, cuando la anteversión femoral superó los 25°.

Técnica quirúrgica y consideraciones perioperatorias

Se practicó una cirugía con el paciente en decúbito dorsal con leve realce glúteo, con la rodilla en flexión de 90°, en camilla radiolúcida (Fig. 2). La anestesia fue raquídea y se realizó profilaxis antibiótica con 2 g de cefazolina por vía endovenosa, 30 minutos antes de la intervención y durante los 2 días siguientes.

Se efectuó una osteotomía desrotadora transversal medio diafisaria femoral, a través de un abordaje lateral por vía transvasto externo con sierra oscilante. La fijación se hizo con osteosíntesis y placa de compresión dinámica bloqueada de 4.5 mm, ancha (marcas SYNTHES® y SAI®, ambas firmas tienen placas angosta y ancha), de 8 orificios, con técnica compresiva, y se controló intraoperatoriamente con intensificador de imágenes de frente y perfil.

La corrección de la rotación se realizó a través de la técnica de distancia circunferencial.¹⁰ Para ello se obtuvo la circunferencia del fémur en la diáfisis medida en milímetros; este valor se extrajo del diámetro del fémur tomado de la tomografía prequirúrgica. La circunferencia se obtuvo multiplicando el diámetro de la diáfisis del fémur por el número pi (3.1416). Luego se dividió 360 por el valor obtenido de la circunferencia del fémur, lo que permitió calcular a cuántos grados correspondió cada milímetro, y marcar así la corrección deseada (por ejemplo: para una circunferencia femoral de 72 mm, cada milímetro corresponde a 5° de corrección). Es así que, si uno desea llevar el fémur de 25 a 10°, se necesita marcar en el fémur 2 puntos separados por 3 mm para que luego de realizar la osteotomía, al desrotar y alinear los puntos, se pueda llevar la rotación femoral a valores normales calculados. Al practicar la osteotomía transversal en la diáfisis del fémur, su forma casi circular permite emplear la técnica descrita. Durante la intervención se corroboró el cálculo mediante medición directa de la circunferencia del fémur postosteotomía, para minimizar el riesgo de errores.



Figura 1. Método de Murphy de medición de anteversión femoral.



Figura 2. Posición del paciente en mesa radiolúcida.

Se adjunta un esquema en el que se ilustra el cálculo de la circunferencia (Fig. 3).

La marca en fémur se efectuó con una clavija de 1.5 mm, marcando 3 puntos alineados: uno proximal, uno distal y uno en el centro, a nivel de la osteotomía. Se realizó una segunda marca en el fémur distal según los milímetros calculados de corrección. Luego de la osteotomía transversal, solo fue necesario alinear el punto proximal con la segunda marca del punto distal, logrando así la corrección deseada. Es importante destacar que esta técnica no se puede realizar en las metáfisis proximal y distal del fémur, ya que allí el fémur tiene formas trapezoidales. En la Fig. 4 se presenta una secuencia ilustrativa de los pasos principales del procedimiento.

A la totalidad de los pacientes analizados se les realizó artroscopia pre y postosteotomía para documentar y chequear el centrado de la rótula a 20° de flexión, y para tratar lesiones asociadas. Asimismo, a todos se les restringió la carga completa hasta los 3 meses (postoperatorio) cuando se corroboró la consolidación radiológica (Fig. 5). Se indicó tromboprofilaxis con aspirina, y venda elástica o medias de compresión por 30 días. Solo se utilizó heparina de bajo peso molecular en pacientes con factores de riesgo para trombosis.

El tratamiento kinesiológico sin apoyo se inició a los 15 días tras el retiro de puntos y férula analgésica en extensión, comenzando la carga asistida con muletas a partir de la sexta semana (30 % del peso corporal), el cual se incrementó en un 10 % semanal. La evolución postoperatoria se controló clínica y radiológicamente hasta corroborar la consolidación radiológica, momento

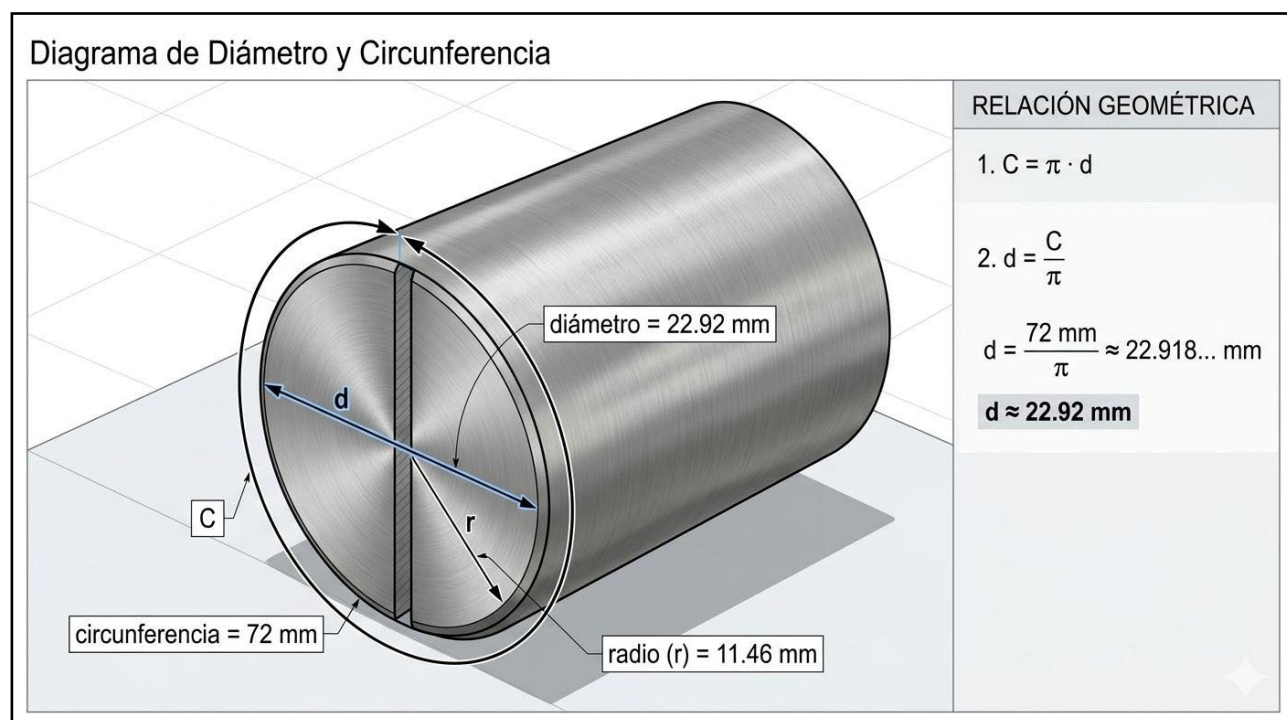


Figura 3. Ilustración de la técnica de distancia circunferencial.

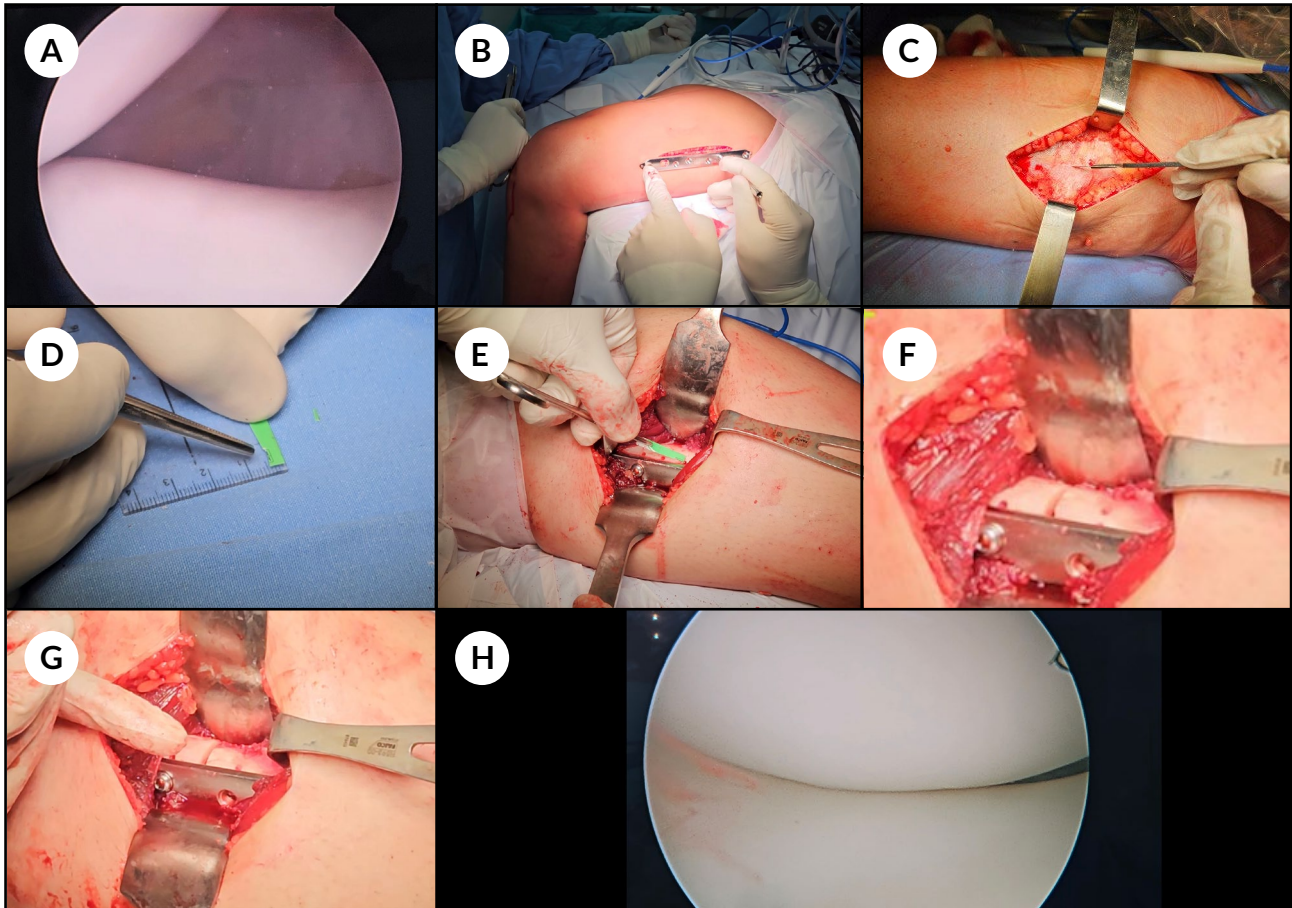


Figura 4. Secuencia de la técnica quirúrgica en muslo izquierdo. A) Artroscopia preosteotomía. B) Incisión lateral en muslo izquierdo. C) Abordaje lateral transvasto en muslo derecho. D) Cálculo de grados a corregir según fórmula (en milímetros). E) Marcación en el fémur de 2 puntos separados por la distancia calculada. F) Osteotomía y colocación de osteosíntesis proximal. G) Alineación de segunda marca desrotando fémur según cálculo. H) Corroboración artroscópica del centrado de rótula a 20° de flexión finalizando la osteosíntesis.



Figura 5. Consolidación al tercer mes.

en que se indicó carga completa. Se utilizó el *score* de Kujala^{11,12} pre y postoperatorio a los 6 meses y año a año, para evaluar los resultados; este es el más adecuado de los *scores* de rodilla para evaluar patología femoropatelar.

Se presentan variables con su mediana e intervalo intercuartil (IIC). Para las pruebas estadísticas se consideró un error alfa de 0.05 y una precisión de 0.8. Se utilizó el test de rangos signados de Wilcoxon para valorar diferencia de medianas entre variables continuas. Para el análisis se utilizó el *software* R versión 4.4.1 con el paquete *stats*. La traducción del *abstract* se realizó mediante DeepL.

RESULTADOS

Se incluyeron 23 cirugías en 21 pacientes: 18 mujeres (78 %) y 5 hombres (22 %). La mediana de edad fue 23 años (IIC 18.5-30 años). Doce pacientes (52 %) fueron operados del fémur derecho y 11 (48 %) del izquierdo. Se presenta un resumen de las características generales de la cohorte en la Tabla 1. La rehabilitación promedio hasta el alta fue de 6 meses, momento en que se habilitó el retorno progresivo a la actividad deportiva. El seguimiento promedio fue de 36 meses (rango, 12-84).

La mediana de grados de anteversión preoperatoria fue 34° (IIC 32°-38°), disminuyendo a 11.5° (IIC 8.75°-14.25°) en el postoperatorio. La variación promedio fue de 23° (IIC 12.2°-25.5°). La mediana preoperatoria del *score* de Kujala fue de 48 puntos (IIC 43-55), y en el postoperatorio fue de 86 puntos (IIC 82-92). La variación media de este *score* fue de 38 puntos (IIC 37.3-48.5 puntos). Todos los pacientes presentaron una mejoría de sus respectivos puntajes. La variación de la anteversión y el *score* de Kujala resultó estadísticamente significativa para ambos casos, $p = 0.03$ y $p < 0.001$, respectivamente (ver Tabla 1). En la Fig. 6 se presenta la distribución del *score* de Kujala y de los grados de anteversión pre y postoperatorios de la cohorte.

Todos los pacientes presentaron consolidación de la osteotomía a los 3 meses, salvo 2 casos que requirieron reintervenciones: 1 por rotura de material al mes de la cirugía, resuelto con su retiro y conversión a clavo endomedular, logrando la consolidación al tercer mes; el otro, según signos radiológicos, presentó un retardo en la consolidación a los 7 meses de la cirugía (Fig. 7); por lo que se decidió intervenir para dinamizar la placa retirando los tornillos distales logrando la consolidación a los 2 meses. No hubo complicaciones infecciosas o tromboembólicas. En el caso del paciente con rotura de material, esta se consideró secundaria a la realización de actividad de impacto, en contra de la recomendación médica de restricción de carga. Todos los pacientes expresaron satisfacción con los resultados de la cirugía.

Tabla 1. Resumen de las características principales de los participantes del estudio

Variable	n = 23*
Sexo	
Femenino	18 (78 %)
Masculino	5 (22 %)
Edad (años)	23.0 (18.0-34.0)
Fémur	
Derecho	12 (52 %)
Izquierdo	11 (48 %)
Anteversión preoperatoria (°)	34° (32°-38°)
Anteversión postoperatoria (°)	11.5° (8.0°-15.0°)
Kujala preoperatorio	48.0 (41.0-55.0)
Kujala postoperatorio	86.0 (80.0-92.0)

*n (%); Mediana (IIC).

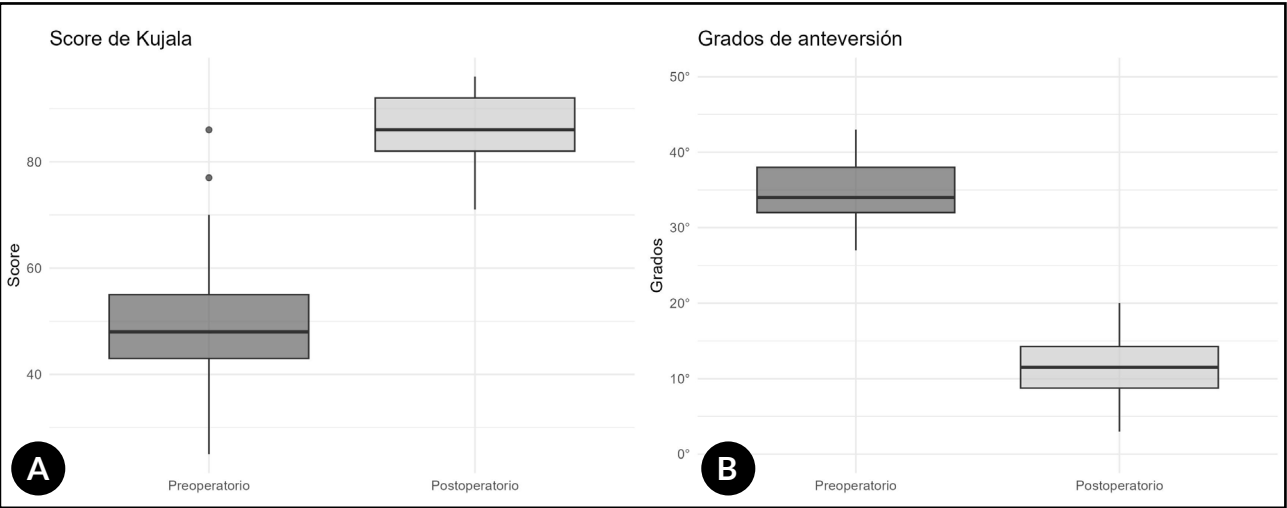


Figura 6. Boxplot comparativos. A) Distribución del *score* de Kujala, pre y postoperatorio. B) Distribución de los valores de anteversión pre y postoperatorio.



Figura 7. Complicación en paciente con falla del tratamiento: ausencia de consolidación a 7 meses del procedimiento.

DISCUSIÓN

Frecuentemente, los trastornos torsionales de miembros inferiores son la causa oculta del mal funcionamiento del aparato patelofemoral. Si bien en la actualidad hay muchos estudios publicados de osteotomías desrotadoras de fémur, hay controversia respecto de varios tópicos, como el nivel de la osteotomía, el método de medición de la rotación, el valor normal de rotación y el límite de corrección.¹⁻³

Hay publicadas muchas técnicas de partes blandas de realineación patelofemoral (elongación del retináculo externo, reconstrucción de LPFM, lateral *release*, avance del vasto medial, etc.) y otras de realineación distal del aparato extensor (Fulkerson, Maquet, Trillat, etc.),^{13,14} pero son pocos los estudios que tratan las torsiones de miembros inferiores como causa de patología patelofemoral, incluso hoy. Tanto la anteversión femoral aumentada como la torsión tibial externa aumentada –o ambas– son causas que pueden generar mal encarrilamiento patelofemoral. El

presente trabajo estudió la anteversión femoral aumentada como causa de subluxación lateral de rótula con el consiguiente cuadro doloroso por daño condral y luxación recidivante de rótula, en los casos más extremos.

Los buenos resultados logrados en todos los pacientes de la serie (Kujala pre: 48 % y post: 86 %), al igual que lo publicado en la bibliografía existente,⁷ nos demuestran que, comparativamente, no existe evidencia que indique a qué nivel se debe realizar la osteotomía femoral,^{2,7} mientras se logre la corrección de la rotación colocando la tróclea femoral debajo de la rótula, respetando así la biomecánica.

La corta edad promedio de los pacientes (23 años), con cartílago indemne o lesiones mínimas, y la mejoría sintomática postoperatoria, sugieren que esta corrección sería una cirugía de preservación articular y, por ende, sería beneficioso corregir tempranamente este trastorno. Es verdad, sin embargo, que harían falta estudios de mayor nivel de evidencia para poder valorar los resultados a largo plazo.

Como ventajas de la técnica diafisaria con placa destacaremos que es simple, poco demandante y reproducible, además de requerir poca exposición a radiación. Otros autores publican series diafisarias con similares resultados con clavo endomedular, cuya ventaja es la preservación del hematoma fracturario, lo que favorecería la consolidación.⁹

La desventaja es que el aumento de la presión intramedular aumenta el riesgo de embolia grasa,¹⁵ también requiere múltiples incisiones y mayor exposición a radiación.

Comparado con otras técnicas (uso de clavijas, triángulos con diferente angulación), el método de medición utilizado resulta simple de realizar en el quirófano, sin necesidad de instrumental específico ya que el fémur es casi circular en la diáfisis. Si bien es cierto que no es exacto (ya que la diáfisis del fémur no es un círculo perfecto), los resultados de las tomografías de control postquirúrgicas demuestran que fue efectivo para llevar la anteversión femoral a valores normales. Además, se aleja de las articulaciones, por lo que disminuye la hemartrosis y el riesgo de artrofibrosis.

En relación con la técnica subtrocantérea,¹¹ esta tiene la ventaja de poder corregir mayor rotación sin riesgo de daño neurológico, y la desventaja de la precisión de la medición por la forma trapezoidal del fémur en la metáfisis proximal. Por su parte, la técnica supracondílea tiene la ventaja de poder corregir varo valgo simultáneamente, aunque tiene más riesgo de hemartrosis y de daño neurológico en correcciones extremas (mayor a 30°).⁵

Una desventaja que puede señalarse en la osteotomía diafisaria con placa es el mayor riesgo de pseudoartrosis y falla de material, que siempre es menor en zona de metáfisis. Por otra parte, el tiempo de uso de muletas es mayor comparado con otras técnicas lo cual retrasa la rehabilitación. Como se anticipara en el apartado anterior, en el presente estudio se registró

una rotura de material, sin embargo, no consideramos que dicha falla estuviera relacionada con la técnica, ya que el paciente comenzó práctica deportiva de impacto (kickboxing) al mes de la operación, pese a la indicación de restricción de carga. El caso se resolvió mediante conversión a clavo endomedular, con consolidación al tercer mes. Para el caso de retardo de consolidación, donde no se observó formación de callo óseo en las radiografías al séptimo mes postoperatorio, se decidió reintervenir dinamizando la placa, con posterior consolidación satisfactoria. Consideramos este caso como una complicación atribuible al tipo de osteosíntesis. Teniendo en cuenta estas comparaciones, sumado a las escasas publicaciones de osteotomías diafisarias, se puede apreciar la importancia del presente trabajo.

Como limitaciones del estudio debemos considerar el tamaño muestral, procedimientos realizados por un único profesional y el seguimiento a corto plazo. Adicionalmente, la ausencia de grupo control limita las comparaciones que se pueden extraer de los datos. Sin embargo, como trabajo exploratorio con intenciones de abrir el debate sobre una nueva técnica, es plausible considerar estos resultados expuestos como insumos para ulteriores investigaciones, incluso dentro del mismo grupo analizado, pero de manera longitudinal.

CONCLUSIÓN

La osteotomía diafisaria desrotadora de fémur con osteosíntesis con placa bloqueada fue efectiva para corregir el aumento de anteversión femoral y mejorar síntomas de dolor y/o inestabilidad patelofemoral.

Financiamiento: el autor declara que no hubo financiamiento para la realización de este estudio.

Conflictos de intereses: el autor declara no tener conflictos de interés relacionados con este estudio.

REFERENCIAS

1. Sanchis-Alfonso V, Ramírez-Fuentes C, Montesinos-Berry E, Doménech-Fernández J. High prevalence of femoral and tibial torsional abnormalities in female patients with anterior knee pain resistant to conservative treatment: a CT-based study. *J Exp Orthop*. 2025;12(4):e70446. doi: <https://www.doi.org/10.1002/jeo2.70446>.
2. Sanchis-Alfonso V, Teitge RA. Decision making and management of anterior knee pain in young patients with pathological femoral anteversion: a critical analysis review. *J Am Acad Orthop Surg*. 2024;32(20):e1047-e1056. doi: <https://www.doi.org/10.5435/JAAOS-D-23-01155>.
3. Sanchis-Alfonso V, Teitge RA. Torsional abnormality: The forgotten issue in the diagnosis and treatment of the anterior knee pain patient. *J Clin Med*. 2022;11(12):3530. doi: <https://www.doi.org/10.3390/jcm11123530>.
4. Murphy SB, Simon SR, Kijewski PK, Wilkinson RH, Griscom NT. Femoral anteversion. *J Bone Joint Surg Am*. 1987;69(8):1169-1176.
5. Imhoff FB, Cotic M, Liska F, Dyrna FGE, Beitzel K, Imhoff AB, et al. Derotational osteotomy at the distal femur is effective to treat patients with patellar instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2019;27(2):652-658. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00167-018-5212-z>.
6. Naqvi G, Stohr K, Rehm A. Proximal femoral derotation osteotomy for idiopathic excessive femoral anteversion and intoeing gait. *SICOT J*. 2017;3:49. doi: <https://www.doi.org/10.1051/sicotj/2017033>.
7. Nelitz M. Femoral derotational osteotomies. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2018;11(2):272-279. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s12178-018-9483-2>.
8. Manilov R. Ángulo Q extendido. Un nuevo signo clínico para decidir técnica de realineación distal de aparato extensor. *RELART*. 2013;20(3):104-107.
9. Gordon JE, Pappademos PC, Schoenecker PL, Dobbs MB, Luhmann SJ. Diaphyseal derotational osteotomy with intramedullary fixation for correction of excessive femoral anteversion in children. *J Pediatr Orthop*. 2005;25(4):548-553. doi: <https://www.doi.org/10.1097/01.bpo.0000158783.37602.cb>.
10. Türker M, Cirpar M, Cetik O, Senyücel C, Tekdemir I, Yalçinozan M. Comparison of two techniques in achieving planned correction angles in femoral subtrochanteric derotation osteotomy. *J Pediatr Orthop B*. 2012;21(3):215-219. doi: <https://www.doi.org/10.1097/BPB.0b013e32834d4d01>.
11. Huber H, Haefeli M, Dierauer S, Ramseier LE. Treatment of reduced femoral antetorsion by subtrochanteric rotational osteotomy. *Acta Orthop Belg*. 2009;75(4):490-496.
12. Kujala UM, Jaakkola LH, Koskinen SK, Taimela S, Hurme M, Nelimarkka O. Scoring of patellofemoral disorders. *Arthroscopy*. 1993;9(2):159-163. doi: [https://www.doi.org/10.1016/s0749-8063\(05\)80366-4](https://www.doi.org/10.1016/s0749-8063(05)80366-4).
13. Fulkerson JP, Becker GJ, Meaney JA, Miranda M, Folcik MA. Anteromedial tibial tubercle transfer without bone graft. *Am J Sports Med*. 1990;18(5):490-496; discussion 496-497. doi: <https://www.doi.org/10.1177/036354659001800508>.
14. Lamplot JD, Jahandar A, Meyers KN, Gomoll AH, Maher SA, Strickland SM. Anteromedialization tibial tubercle osteotomy improves patellar contact forces: a cadaveric model of patellofemoral dysplasia. *Am J Sports Med*. 2023;51(2):453-460. doi: <https://www.doi.org/10.1177/03635465221138287>.
15. Timon C, Keady C, Murphy CG. Fat Embolism Syndrome: A qualitative review of its incidence, presentation, pathogenesis and management. *Malays Orthop J*. 2021;15(1):1-11. doi: <https://www.doi.org/10.5704/MOJ.2103.001>.

Resultados clínicos y radiológicos de la reparación parcial de roturas masivas del manguito rotador con aumentación de parche dérmico acelular

David Torres Manrique¹, Christian Lozano Lurita¹, Diego A. Maticorena Quevedo², Julio Guillén-Morales³, Lyl Torres López⁴, Rodrigo Alejandro-Salinas⁵

1. Clínica Anglo Americana. Lima, Perú

2. Hospital Nacional Daniel Alcides Carrión. Callao, Perú

3. Hospital de Emergencias Villa El Salvador. Lima, Perú

4. Hospital Marino Molina Scippa. Lima, Perú

5. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima, Perú

RESUMEN

Introducción: las roturas masivas del manguito rotador (MR) representan una causa frecuente de dolor y discapacidad funcional. Si bien la reparación artroscópica busca restaurar la biomecánica del hombro, sus resultados pueden verse limitados por la calidad tendinosa y la retracción muscular. En este contexto, la aumentación con parche dérmico acelular (PDA) ha emergido como una estrategia destinada a mejorar la estabilidad estructural y favorecer la cicatrización.

Objetivos: evaluar los resultados clínicos y radiológicos de la reparación parcial del manguito rotador con aumentación de PDA en pacientes con roturas masivas, reparables.

Materiales y métodos: estudio observacional de serie de casos que incluyó 18 pacientes sometidos a reparación parcial del MR con aumentación de PDA. Todos los pacientes completaron una evaluación preoperatoria y seguimiento postoperatorio al mes y a los 2, 3, 6 y 12 meses. Se registraron variables sociodemográficas, rango de movimiento, la escala visual análoga del dolor (EVA) y el puntaje de la American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES). El análisis radiológico se realizó mediante resonancia nuclear magnética, valorándose preoperatoriamente el número de tendones comprometidos, la distancia acromiohumeral y las clasificaciones de Hamada, Goutallier y Patte. En el seguimiento se evaluaron los cambios estructurales y la integridad del manguito, definiéndose rerrotura como falla de la reparación.

Resultados: la EVA disminuyó de 7 a 2, mientras que el puntaje ASES aumentó de 55.8 a 85.2 puntos al año de seguimiento. La flexión anterior aumentó significativamente desde el segundo mes y la abducción, desde el tercero. La elevación anterior presentó una disminución inicial seguida de un incremento sostenido a partir del tercer mes. La distancia acromiohumeral aumentó de 6.8 a 8.0 y se evidenció una progresión de Goutallier I a II del supraespinoso. La integridad estructural se mantuvo en la mayoría de los casos, con una tasa de rerrotura del 22 %.

Conclusión: la reparación parcial del manguito rotador con aumentación de parche dérmico acelular mostró mejorías significativas con respecto al dolor, función y movilidad, con preservación estructural favorable al año de seguimiento.

Palabras clave: Lesiones del Manguito Rotador; Artroscopia; Aloinjertos; Hombro; Lesiones del hombro

Nivel de evidencia: IV. Estudio de Cohorte Retrospectivo

Autor de correspondencia: Rodrigo Alejandro-Salinas, roalejandro99@gmail.com

Recibido: 1/02/2026 Aceptado: 1/05/2026 Publicado: 1/08/2026

DOI: <https://doi.org/10.63403/re.v33i2.488>

Cómo citar: Torres Manrique D, Lozano-Lurita C, Maticorena Quevedo DA, Guillén Morales J, Torres López L, Alejandro-Salinas R. Resultados clínicos y radiológicos de la reparación parcial del manguito rotador con aumentación de parche dérmico acelular. Relart 2026;33(2): 149-159.

Clinical and Radiological Outcomes of Partial Rotator Cuff Repair with Acellular Dermal Patch Augmentation

ABSTRACT

Introduction: massive rotator cuff tears are a common cause of pain and functional disability. Although arthroscopic repair aims to restore shoulder biomechanics, its results may be limited by tendon quality and muscle retraction. In this context, augmentation with acellular dermal patch (ADP) has emerged as a strategy aimed at improving structural stability and promoting healing.

Objectives: to evaluate the clinical and radiological results of partial rotator cuff repair with ADP augmentation in patients with massive but repairable tears.

Materials and methods: observational case series study including 18 patients undergoing partial rotator cuff repair with ADP augmentation. All patients completed a preoperative evaluation and postoperative follow-up at 1 month and at 2, 3, 6, and 12 months. Sociodemographic variables, range of motion, visual analog scale (VAS) for pain, and American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES) scores were recorded. Radiological analysis was performed using magnetic resonance imaging, with preoperative assessment of the number of tendons involved, acromiohumeral distance, and Hamada, Goutallier, and Patte classifications. During follow-up, structural changes and rotator cuff integrity were evaluated, with re-tearing defined as repair failure.

Results: VAS decreased from 7 to 2, while ASES score increased from 55.8 to 85.2 points in one year of follow-up. Anterior flexion increased significantly from the second month and abduction from the third month. Anterior elevation showed an initial decrease followed by a sustained increase from the third month. The acromiohumeral distance increased from 6.8 to 8.0, and progression from Goutallier I to II of the supraspinatus was evident. Structural integrity was maintained in most cases, with a re-tear rate of 22%.

Conclusions: partial rotator cuff repair with ADP augmentation is a safe and effective alternative for massive but repairable tears, associated with significant improvement in pain, function, and mobility, with favorable structural preservation at one year of follow-up.

Keywords: Rotator Cuff Injuries; Arthroscopic Surgical Procedures; Acellular Dermal Matrix; Shoulder; Treatment Outcome

Level of evidence: IV. Retrospective Cohort Study

INTRODUCCIÓN

Las roturas masivas del manguito rotador representan un desafío clínico relevante dada su alta prevalencia en adultos mayores y su comportamiento degenerativo progresivo. Estudios epidemiológicos han demostrado que la incidencia de roturas aumenta marcadamente con la edad, alcanzando hasta el 50 % en personas mayores de 60 años.^{1,2} La retracción tendinosa, la pobre calidad tisular y la infiltración grasa descritas originalmente por Goutallier *et al.* y complementadas por los conceptos de tensión crítica de Burkhart *et al.* comprometen la posibilidad de una reparación anatómica bajo baja tensión y explican las elevadas tasas de falla estructural, incluso tras reparaciones técnicamente adecuadas.^{3,4}

Frente a estas limitaciones, las estrategias de refuerzo mediante matrices dérmicas acelulares han emergido como una alternativa para optimizar la biomecánica de la reparación. Estos injertos proporcionan un andamio biológico capaz de restaurar parcialmente la arquitectura colágena, mejorar la transmisión de cargas y favorecer la integración entre el tendón remanente y el hueso.⁵ Su utilidad se ha sustentado en estudios biomecánicos que demuestran un aumento significativo de la resistencia inicial del constructo y una reducción en la tensión transmitida

al remanente tendinoso.^{5,6} Asimismo, estudios histológicos han evidenciado infiltración fibroblástica, revascularización progresiva y una remodelación organizada del colágeno dentro del injerto dérmico, apoyando su integración biológica en la reparación del manguito rotador.⁷

Los estudios clínicos recientes que evalúan aumen- tación con PDA han mostrado mejorar los puntajes funcionales, aumentar la distancia acromiohumeral (DAH) y disminuir la tasa de rerrotura, con tasas de cicatrización que oscilan entre 70 y 90 %.^{6,8-10} Asimismo, han demostrado que estos beneficios se man- tienen incluso en presencia de degeneración grasa avanzada, apoyando el rol del PDA como estabiliza- dor biomecánico más que regenerador muscular. Por ejemplo, Kuechly *et al.* reportaron una integridad es- tructural del 90 % a 12 meses,⁶ mientras que Merolla *et al.* observaron mejoras sostenidas en la funciona- lidad del hombro medida con la escala del American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES) y en el nivel del dolor medido a través de la Escala Visual Análoga (EVA) comparadas con los valores preoperatorios.⁹ De igual forma, Karpysbyn *et al.* reportaron un com- portamiento estable a 5 años en pacientes sometidos a aumentación o reconstrucción tendinosa con matri- ces dérmicas.¹⁰

Desde una perspectiva económica, diversos análisis recientes muestran que las estrategias quirúrgicas orientadas a mejorar la cicatrización del manguito y retrasar la progresión hacia artropatía pueden ser costo-efectivas en pacientes activos menores de 65 años, al reducir la probabilidad de reintervenciones y postergar la necesidad de artroplastia reversa.¹¹ En este marco, intervenciones que refuercen la reparación como la aumentación con PDA también han demostrado perfiles económicos favorables en modelos recientes, a pesar de su alto costo-accesibilidad.¹²

Sin embargo, la evidencia sigue siendo heterogénea en cuanto a técnicas, tipo de injerto, indicaciones prequirúrgicas específicas y comportamiento radiológico a corto y mediano plazo. Además, muchos estudios combinan aumentación con reconstrucción capsular superior, lo que dificulta identificar los resultados específicos de la reparación con aumentación. Por ello, el objetivo del presente estudio fue evaluar los resultados clínicos y radiológicos de la reparación parcial del manguito rotador con aumentación de PDA en pacientes con roturas masivas, reparables.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño

Estudio observacional, descriptivo, longitudinal y retrospectivo, con diseño de serie de casos clínicos. Se llevó a cabo en pacientes de una sola pareja de cirujanos ortopedistas especialistas en cirugía de hombro (D.T.M., C.L.L.) entre enero del 2022 a diciembre del 2024. El presente manuscrito se diseñó siguiendo la declaración internacional y lista de verificación CARE.¹³

Población de estudio y muestreo

Se incluyeron de manera consecutiva todos los pacientes elegibles con desgarró de tamaño medio en el manguito rotador superior y posterosuperior confirmados mediante resonancia nuclear magnética (RNM) que fueron sometidos a una reparación parcial del manguito rotador con aumentación de PDA con técnica *mini-open* que cumplieran con los criterios de selección. Se realizó un muestreo censal con el fin de minimizar los sesgos de selección.

Criterios de selección

Se incluyeron a los pacientes mayores de 18 años que al momento de la cirugía presentaban una distancia acromiohumeral >3 mm medido por radiografía, una retracción del supraespinoso <3 cm y una degeneración grasa Goutallier I-II medidas por RNM y en quienes se realizó reparación del manguito rotador con medialización de la *footprint* de 1 a 10 mm. A su vez, se excluyeron las roturas irreparables de manguito rotador, pacientes con rotura asociada de redondo menor, retracción tendinosa >22.2 cm, aquellos que fueron sometidos a una reparación de manguito rotador previamente, pacientes con enfermedades inflamatorias, vasculares, autoinmunes o del sistema nervioso que afecte la recuperación y los que tuvieron datos no plausibles en sus historias clínicas al año de seguimiento.

Técnica quirúrgica

Todos los procedimientos quirúrgicos fueron realizados por una sola pareja de cirujanos ortopedistas seniors (D.T.M., C.L.L.), subespecialistas en cirugía de hombro, con más de 25 años de experiencia. Además, todas las cirugías fueron efectuadas con técnica *mini-open*, con el paciente posicionado en silla de playa, con tracción aplicada a la extremidad afectada mediante un brazo posicionador, bajo anestesia general.

Procedimiento

Se marcaron con un plumón estéril las principales estructuras anatómicas identificando la zona de incisión; esta tenía una longitud de 4 cm sobre el acromion. Se ingresó a través de las fibras deltoideas. Se expuso el espacio subacromial y se identificaron *in situ* las lesiones del manguito rotador. Se realizó el desbridamiento de bordes tendinosos y liberación selectiva para obtener un remanente viable de baja tensión con el que se evaluó la retracción con respecto al *footprint*.

Se efectuó una reparación parcial del manguito rotador, con medialización del *footprint* entre 1 y 10 mm según cada caso, mediante la colocación de 2 anclajes de 5 mm con doble sutura (anterior y posterior). Se pasaron las suturas del ancla a través de una pinza pasasuturas y se fijó el tendón al hueso en la *footprint* medializada con nudos deslizantes de Duncan, para restaurar el balance anteroposterior sin forzar un cierre completo del defecto. Luego se midió el defecto residual o zona de *footprint* desnudo y se preparó un PDA previamente hidratado con vancomicina, recortándolo según las dimensiones necesarias. El injerto se fijó medialmente al remanente tendinoso con suturas de alta resistencia de las anclas colocadas previamente. Luego se realizó la fijación lateral con 2 anclajes PEEK sin nudos en la cara lateral de la tuberosidad mayor, creando un constructo tipo puente para comprimir el PDA sobre el *footprint*, (en caso de ser necesario, el cierre se realizó con puntos simples lado a lado con el cable rotador anterior y posterior). Finalmente, se comprobó la estabilidad del injerto mediante movimientos pasivos de flexión, abducción y rotaciones interna y externa del hombro, verificando la adecuada tensión del constructo y, posteriormente, se realizó el cierre anatómico del deltoides y la piel.

Protocolo postoperatorio

Luego de la cirugía, durante las primeras 4 semanas, el paciente mantuvo la inmovilización con el uso del cabestrillo con abducción de 30 a 45°, permitiéndose únicamente el rango de movimiento pasivo completo: flexoextensión de codo y pronosupinación del antebrazo, realizando solo movimientos sin resistencia. Entre la cuarta y sexta semanas se inició la movilidad activa en flexión de 0 a 45° y se procedió al retiro progresivo del inmovilizador. De la sexta a octava semanas, el paciente avanzó a movilidad activa, con flexión de 0 a 90° y carga con peso ligero. Entre las semanas 8 a 12, se permitió una flexión activa mayor a 90° y se incorporaron ejercicios con barra para progresar

fuerza y control neuromuscular. Posteriormente a las 12 semanas, el paciente realizó ejercicios de resistencia, orientados a la recuperación funcional completa y al retorno progresivo a sus actividades habituales.

Evaluación clínica

Todos los pacientes fueron evaluados clínicamente utilizando la versión adaptada al español de la ASES, y la EVA antes de la operación, así como en los meses 1, 2, 3, 6 y 12 después de la operación. Además, se evaluaron los rangos de movimiento (ROM) en 3 direcciones de la articulación glenohumeral: abducción, flexión anterior y elevación, antes de la operación y en cada seguimiento ambulatorio postoperatorio, en posición sentada y usando un goniómetro. Asimismo, se registraron la edad, sexo, etiología de la lesión, hombro afectado, índice de masa corporal, comorbilidades cuantificadas con el índice de comorbilidad de Charlson, y comorbilidades individuales como hipertensión y diabetes.

Evaluación radiológica

A cada paciente se le indicaron pruebas de imagen preoperatorias con radiografías simples del hombro y resonancia magnética en los 6 meses previos a la operación programada.

Todas las imágenes radiológicas y mediciones fueron evaluadas por 2 cirujanos ortopedistas especialistas en cirugía de hombro, quienes se encontraban cegados a la identidad y a la información clínica de los participantes del estudio. Se evaluaron radiografías simples del hombro en proyección anteroposterior para detectar cambios artríticos glenohumerales según la clasificación de Hamada^{14,15} y la DAH, tanto antes como después de la operación. Se indicó una resonancia magnética preoperatoria para identificar los tendones injuriados, las retracciones tendinosas según la clasificación de Patte¹⁵ y la degeneración grasa de los tendones del manguito rotador según la clasificación de Goutallier.¹⁶

La resonancia magnética postoperatoria se realizó a los 12 meses de la operación para evaluar la cicatrización y/o rerotura del supraespinoso, utilizando la clasificación de Sugaya: los tipos IV y V se consideraron nuevos desgarros.^{17,18}

Análisis de datos

La información obtenida se codificó mediante doble digitación independiente en hojas de Microsoft Excel®. Posteriormente, se realizó el cruce de ambas bases para identificar datos no plausibles o discrepancias; en caso de existir, se revisaría la ficha original correspondiente. Tras este control de calidad, la base depurada se importó al paquete estadístico Stata v17.0 (StataCorp, College Station, Texas, EE. UU.).

En el análisis descriptivo, las variables categóricas se presentaron como frecuencias absolutas y porcentajes. Las variables numéricas se describieron como media y desviación estándar cuando mostraron distribución aproximadamente normal, o como mediana

y rango (mínimo-máximo) o mediana y rango intercuartílico cuando no cumplieron dicho supuesto. La normalidad se evaluó mediante la prueba de Shapiro-Wilk, los coeficientes de asimetría (*skewness*) y curtosis, y de forma gráfica a través de histogramas.

Para el análisis inferencial, los cambios en las escalas clínicas y funcionales (ASES, EVA) y en los rangos de movimiento articular, se evaluaron comparando el valor preoperatorio con cada uno de los controles postoperatorios (1, 2, 3, 6 y 12 meses). Cuando la diferencia pre/post presentó distribución normal, se empleó la prueba *t* de Student para muestras relacionadas; caso contrario, se utilizó la prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon. De forma similar, las variables radiológicas como la DAH, Goutallier y la clasificación de Hamada se compararon entre la evaluación preoperatoria y el control al año con las mismas pruebas estadísticas mencionadas.

Las variables de cicatrización al año se describieron como proporciones, acompañadas de su distribución según la clasificación de Sugaya. Se consideró un valor de $p < 0.05$ como umbral de significancia estadística en todas las pruebas.

Consideraciones éticas

Todos los pacientes incluidos en el presente estudio dieron su consentimiento informado para el uso de sus datos siguiendo los lineamientos de la declaración de Helsinki y su última actualización.¹⁹

RESULTADOS

Características generales de la población

Se enrolaron 18 pacientes entre el 2022 y 2024. El 67 % eran del sexo femenino, la media de la edad fue de 63.1 ± 8.3 años, la etiología de lesión del manguito rotador más frecuente fue la degenerativa (83 %) y todos tenían el supraespinoso afectado con una clasificación de Patte grado 2 (50 %), seguido del grado 1 (44 %), el resto de las características se detallan en la Tabla 1.

Hallazgos clínicos

La mediana inicial del ASES y la EVA fue de 55.8 (49.3-62.3) y 7 (7-7), respectivamente. El promedio del ASES y la EVA a los 6 meses fue de 85.2 (79.3-91.1) y 2 (2-2) (Fig. 1). El cambio absoluto (Δ) entre el pre y el postoperatorio fue de +29.4 puntos para ASES y -5 puntos para EVA, diferencias que resultaron significativas ($p < 0.001$).

Con respecto a los ROM las mediciones basales de flexión anterior, abducción y elevación fueron de $65.8^\circ \pm 9.6^\circ$, $61.1^\circ \pm 9.6^\circ$ y $105.6^\circ \pm 15.4^\circ$, respectivamente. La flexión anterior alcanzó una mejora estadísticamente significativa al segundo mes postoperatorio ($76.8^\circ \pm 7.8^\circ$, $p < 0.0001$), que se mantuvo al tercer mes ($81.7^\circ \pm 8.5^\circ$, $p < 0.0001$), sexto mes ($88.1^\circ \pm 3.1^\circ$, $p < 0.0001$) y se consolidó al año ($89.3^\circ \pm 1.6^\circ$, $p < 0.0001$).

La abducción alcanzó una mejora estadísticamente significativa al tercer mes postoperatorio ($64.7^\circ \pm 9.0^\circ$,

Tabla 1. Características de la muestra

Características	Total (n = 18)
Sociodemográficas	
Edad a la cirugía (años)	63.1 ± 8.3
Sexo	
Masculino	6 (33 %)
Femenino	12 (67 %)
Etiología	
Degenerativa	15 (83 %)
Traumática	3 (17 %)
Clínicas	
Hombro afectado, derecho	11 (61 %)
IMC (kg/m ²)	27.3 (25.7-27.8)
Tendones injuriados	
Supraespinoso, sí	18 (100 %)
Infraespinoso, sí	13 (72 %)
Subescapular, sí	5 (28 %)
Clasificación de Patte	
Grado 1	8 (44 %)
Grado 2	9 (50 %)
Grado 3	1 (6 %)
Diabetes, sí	2 (11 %)
Hipertensión, sí	4 (22 %)
CCI	
0	12 (67 %)
1	3 (17 %)
2	2 (11 %)
3	1 (5 %)
Quirúrgicas	
ASA	
I	11 (61 %)
II	7 (39 %)
Tiempo operatorio	117 (117-125)

IMC: índice de masa corporal. CCI: índice de comorbilidad de Charlson.

ASA: sistema de clasificación del estado físico de la sociedad americana de anestesiólogos. *Las variables categóricas se presentan como n (%); variables numéricas con media ± desviación estándar o mediana (IQR).

p <0.0001), se mantuvo a los 6 meses ($86.0^{\circ} \pm 3.3^{\circ}$; p <0.0001) y se consolidó al año ($85.0^{\circ} \pm 4.2^{\circ}$; p <0.0001). La elevación mostró una disminución estadísticamente significativa al primer y segundo mes ($64.2^{\circ} \pm 9.0^{\circ}$; p <0.0001 y $77.1^{\circ} \pm 21.2^{\circ}$; p <0.001, respectivamente). No obstante, a partir del tercer mes postoperatorio, se observó una mejora estadísticamente significativa ($133.1^{\circ} \pm 11.9^{\circ}$; p <0.0001), que se mantuvo a los 6 meses ($151.9^{\circ} \pm 11.6^{\circ}$; p <0.0001) y se consolidó al año ($166.0^{\circ} \pm 5.5^{\circ}$; p <0.0001). El resto de los ROM no significativos se aprecian en las Fig. 2 y Tabla 2.

Hallazgos radiológicos

En la evaluación radiográfica, la DAH mostró una mejoría significativa tras la intervención, aumentando de 6.8 ± 1.9 mm en el período preoperatorio a 8.0 ± 1.8 mm a los 6 meses postoperatorios (p = 0.049). Asimismo, la clasificación de Hamada permaneció estable, y se mantuvo en la etapa 1 (p = 0.610).

En la resonancia magnética, a los 6 meses postoperatorios, la infiltración grasa mostró un comportamiento diferencial según el músculo evaluado. El supraespinoso evidenció un aumento significativo en el grado de infiltración, pasando de Goutallier 1 (1-2) en el preoperatorio a Goutallier 2 (1-3) en el postoperatorio (p = 0.005). En contraste, no se observaron cambios estadísticamente significativos en la infiltración grasa del infraespinoso y subescapular (p >0.050) (Tabla 3). Con respecto a la cicatrización y la tasa de rerrotura al año, se observó que el 78 % de los pacientes presentó curación estructural según la clasificación de Sugaya (I-III). Dentro de este grupo, el patrón más frecuente fue Sugaya III, que representó el 71 % de los casos cicatrizados. Por otro lado, la tasa de rerrotura fue del 22 %, distribuida equitativamente entre Sugaya IV y Sugaya V, cada uno con la misma proporción (Tabla 4).

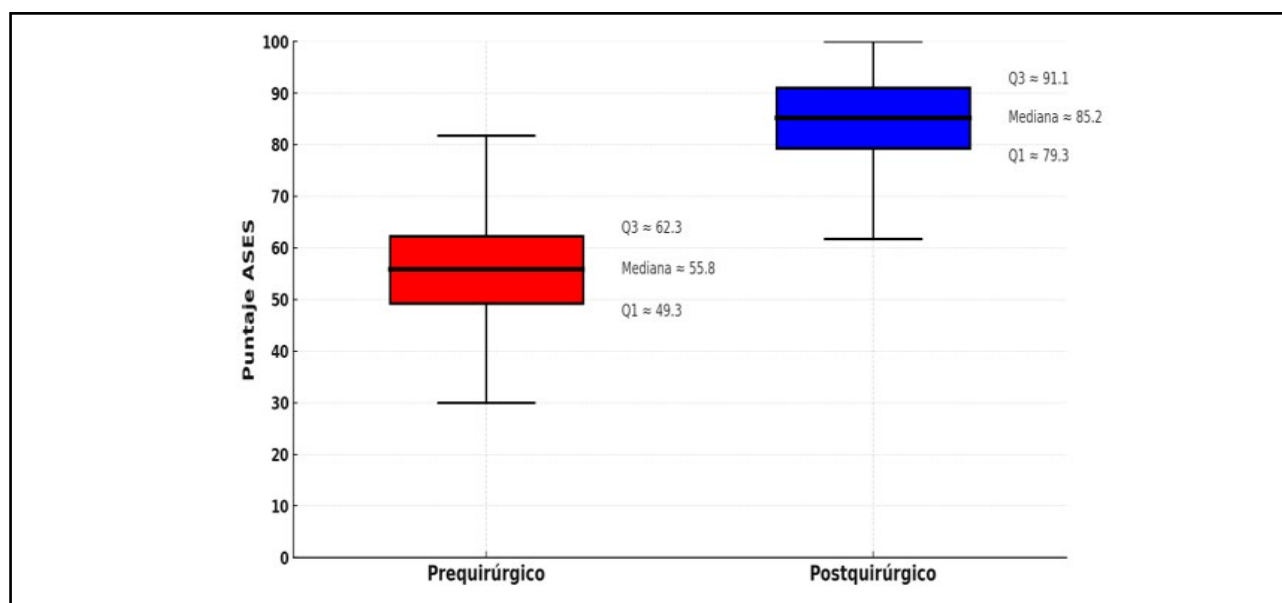


Figura 1. Boxplot comparativo de la escala de ASES prequirúrgica y postquirúrgica.

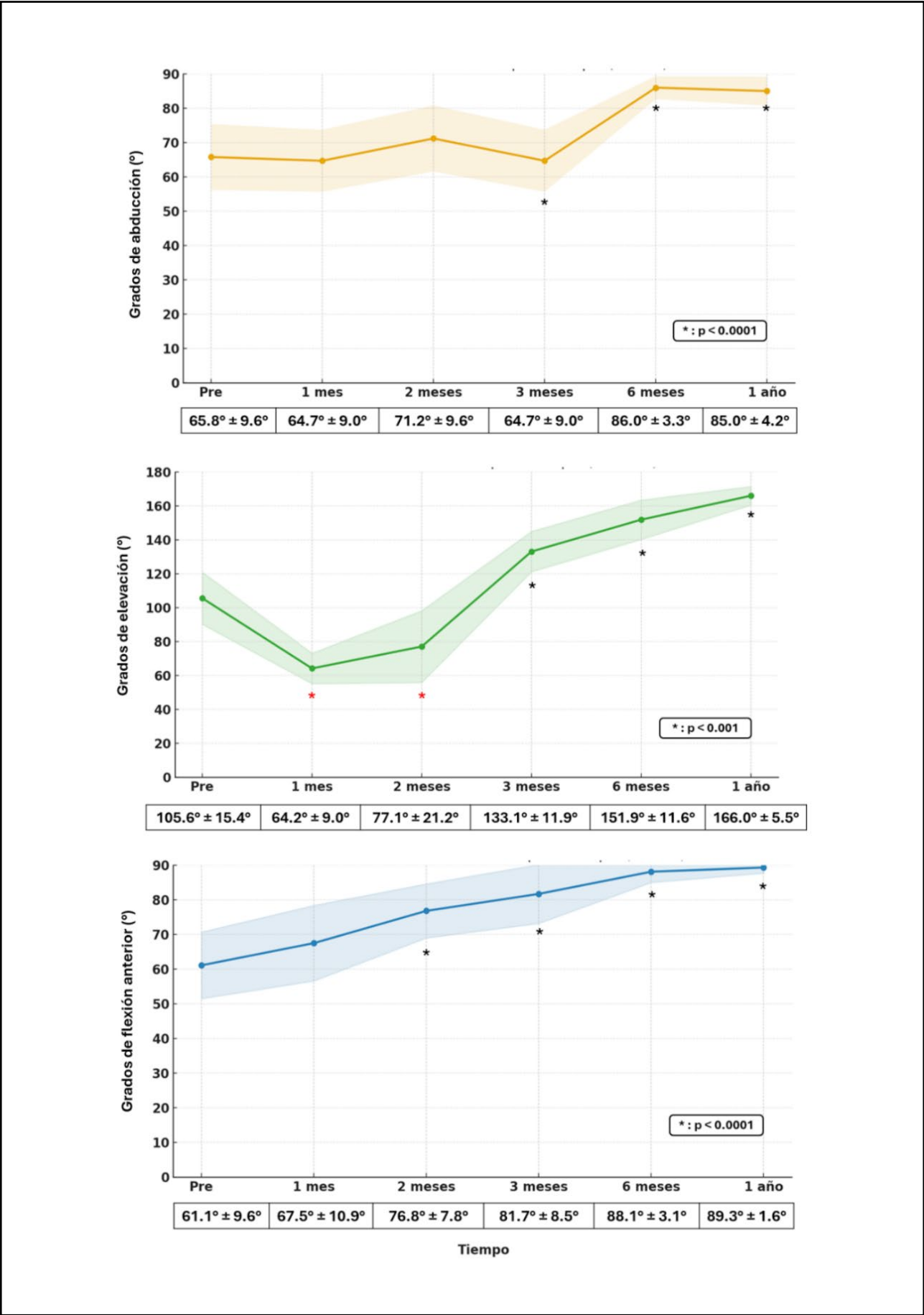


Figura 2. Evolución de rangos de movimiento articular (ROM) preoperatorios y postoperatorios al primer, segundo, tercer, sexto mes y al año de seguimiento.

Tabla 2. Rangos de movimiento articular preoperatorios y postoperatorios.

Rangos articulares de movimiento	Preoperatorio	Postoperatorio									
		1 mes	p	2 meses	p	3 meses	p	6 meses	p	1 año	p
Abducción	65.8° ± 9.6°	64.7° ± 9.0°	0.725	71.2° ± 9.6°	0.065	64.7° ± 9.0°	<0.0001	86.0° ± 3.3°	<0.0001	85.0° ± 4.2°	<0.0001
Flexión anterior	61.1° ± 9.6°	67.5° ± 10.9°	0.068	76.8° ± 7.8°	<0.0001	81.7° ± 8.5°	<0.0001	88.1° ± 3.1°	<0.0001	89.3° ± 1.6°	<0.0001
Elevación	105.6° ± 15.4°	64.2° ± 9.0°	<0.0001	77.1° ± 21.2°	<0.001	133.1° ± 11.9°	<0.0001	151.9° ± 11.6°	<0.0001	166.0° ± 5.5°	<0.0001

*Las variables se presentan como media ± desviación estándar.

Tabla 3. Resultados radiológicos y del dolor preoperatorio y postoperatorio

	Preoperatorio		Postoperatorio		Valor p
DAH (mm)	6.8	1.9	8.0	1.8	0.049
Infiltración grasa					
Supraespinoso	1	(1-2)	2	[1-3]	0.005
Infraespinoso	1	(0-1)	1	[0-1]	0.238
Subescapular	0	(0-0)	0	[0-1]	0.059
Clasificación de Hamada	1	[1-1]	1	(1-1)	0.610
EVA	7	(7-7)	2	(2-2)	<0.001

DAH: distancia acromiohumeral. EVA: escala visual analógica del dolor. *Las variables se presentan como media ± desviación estándar o mediana (IQR). La infiltración grasa se evaluó con la clasificación de Goutallier.

Tabla 4. Resultados radiológicos de cicatrización y rerrotura al año de seguimiento

	n	%
Cicatrizado	14	78
Sugaya I	2	14
Sugaya II	2	14
Sugaya III	10	71
Rerrotura	4	22
Sugaya IV	2	50
Sugaya V	2	50

*Los resultados son presentados como frecuencia (n) y porcentaje (%).

DISCUSIÓN

El presente estudio evaluó los resultados clínicos y radiológicos de la reparación parcial del manguito rotador con aumentación con PDA en pacientes con roturas masivas, pero reparables. Nuestros hallazgos mostraron mejoras significativas en la escala del dolor y la funcionalidad del hombro al año de seguimiento, así como en los rangos articulares de movimiento a partir del segundo mes para la flexión anterior y del tercer mes para la abducción y la elevación. Radiológicamente, 3 de 4 pacientes obtuvieron una cicatrización estructural completa, la DAH mejoró de manera significativa y se observó un discreto aumento de infiltración grasa en el supraespinoso.

La magnitud de la mejoría en ASES (+29.4 puntos)

y EVA (-5 puntos) se encuentra dentro del rango superior reportado en la literatura sobre PDA. Estudios recientes como los de Kuechly *et al.*, Nuvoli *et al.*, Merolla *et al.* y Karpysyn *et al.*, describen incrementos en ASES entre 20 y 30 puntos,^{6,8-10} valores comparables a los encontrados en nuestra serie de casos.

Del mismo modo, Karpysyn *et al.*, con seguimiento a 5 años, documentó mejoras sostenidas en resultados funcionales reportados por los pacientes incluso en reparaciones parcialmente tensas, reforzando la plausibilidad de que la aumentación dérmica mejora la transmisión de fuerzas y la estabilidad del complejo humeral.¹⁰ La progresión del ROM en flexión, elevación y abducción sigue un patrón ya descrito en estudios como el de Kuechly *et al.* y Nuvoli *et al.*, donde la mayoría de las mejoras estadísticamente significativas se observan entre el tercer y sexto mes postoperatorio, con consolidación al año.^{6,8}

La recuperación más tardía en elevación, precedida por un descenso temprano, coincide con la biomecánica señalada por Krishnan *et al.*, quienes explicaron la necesidad de reeducación del sinergismo del deltoides cuando la reparación parcial restaura la fuerza del vector inferior del manguito rotador.²⁰

El aumento de la DAH y la no progresión en la clasificación de Hamada concuerda con los hallazgos de Yoo *et al.*,²¹ quienes demostraron que la estabilidad biomecánica aportada por el PDA reduce la migración superior, incluso en presencia de cierta progresión grasa. La progresión selectiva de la infiltración grasa en el supraespinoso observada en nuestra cohorte es consistente con lo hallado por Nuvoli *et al.*,⁸ quienes reportaron que, tras aumentación dérmica o técnicas de *bridging*, la degeneración grasa tiende a mantenerse estable o incluso mostrar ligera progresión pese a una mejoría clínica significativa. Este comportamiento también se alinea con la evidencia fisiopatológica clásica, que ha demostrado que la reparación del manguito rotador sin aumentación no detiene la progresión del Goutallier, incluso en casos donde la integridad tendinosa se mantiene.²²⁻²⁴

Diversos estudios han confirmado que la infiltración grasa constituye un proceso degenerativo irreversible asociado al desuso crónico y la denervación muscular, y que continúa su curso independientemente de la técnica quirúrgica empleada. En este contexto, nuestros hallazgos sugieren que, si bien la aumentación con PDA puede mejorar la mecánica glenohumeral y facilitar la recuperación funcional, probablemente no modifique la biología muscular subyacente, lo cual explica por qué la degeneración grasa progresa especialmente en el supraespinoso, el músculo más comprometido en estas lesiones masivas.

Nuestra tasa de cicatrización del 78 % se encuentra dentro del rango reportado en la literatura reciente sobre aumentación dérmica, con estudios como Pradhan *et al.*, Kuechly *et al.*, Nuvoli *et al.* y Karpysyn *et al.*, con tasas de integridad que oscilan entre 70 y 90 %.^{6,8,10,25}

La predominancia del patrón Sugaya III en nuestra serie concuerda con los estudios clínicos recientes

de aumentación dérmica, donde la integridad tendón-injerto suele ubicarse en categorías intermedias a pesar de la mejoría clínica significativa, como se ha reportado en las series de Kuechly *et al.*, Nuvoli *et al.* y Karpysyn *et al.*^{6,8,10}

La tasa de rerrotura del 22 % se sitúa dentro del rango típico (15-35 %) de las series actuales de aumentación dérmica. Este hallazgo sugiere que la técnica mejora la integridad estructural, pero no elimina por completo el riesgo inherente a la patología avanzada y la calidad tisular residual.

Al comparar la reparación artroscópica convencional versus la reparación con aumentación, se evidencian nóveles estudios que han demostrado menores tasas de rerrotura y mayor recuperación funcional en este último grupo. Merolla *et al.*⁹ realizaron un estudio controlado comparando reparación artroscópica estándar frente a reparación aumentada con PDA, demostraron que ambos grupos presentaron mejorías clínicas significativas; no obstante, los pacientes con aumentación alcanzaron mayores puntajes postoperatorios en Constant-Murley, Simple Shoulder Test y Subjective Shoulder Value, además de una recuperación superior de la movilidad activa, mientras que el grupo convencional tuvo resultados funcionales inferiores y menor ganancia de fuerza. En el análisis ecográfico, se documentaron cinco rerroturas del manguito, con tendencia a mayores tasas en el grupo de revisión, así como reducción del grosor tendinoso en 23 pacientes; esto refleja limitaciones estructurales persistentes tras la reparación estándar.⁹

De manera concordante, Choi *et al.*²⁶ reportaron en lesiones grandes y masivas tasas de cicatrización del 94.4 % en el grupo con aumentación frente al 70.9 % en el grupo tratado únicamente con reparación artroscópica, con tasas de rerrotura de 5.6 % versus 29.1 %, respectivamente, evidenciando una ventaja estructural significativa del PDA. Resultados similares fueron descritos por Barber *et al.*⁵ en un ensayo clínico randomizado, donde solo el 40 % de las reparaciones convencionales permanecieron intactas frente al 85 % de aquellas aumentadas con PDA. Asimismo, Kantanavar *et al.*²⁷ compararon reparación artroscópica aislada frente a reparación aumentada, observando mayor mejoría en dolor (EVA), función, fuerza y rango de movimiento en el grupo con PDA, con incrementos significativamente superiores en ROM postoperatorio (5.0 ± 1.1 vs. 3.4 ± 0.7) y fuerza (4.6 ± 0.7 vs. 3.6 ± 0.7), además de mayores puntajes UCLA totales; esto confirma que la aumentación no solo mejora la integridad estructural sino también acelera la recuperación funcional y de movilidad respecto a la reparación convencional.

Si bien los estudios comparativos no reportan de manera consistente tiempos exactos de recuperación funcional temprana por meses específicos, los grupos tratados con aumentación dérmica muestran sistemáticamente mejores resultados en rango de movimiento, dolor y función en el seguimiento postoperatorio, lo que sugiere una recuperación global más

favorable respecto a la reparación convencional en lesiones masivas por los mecanismos previamente explicados.

Desde una perspectiva biomecánica, el incremento significativo de la DAH observado tras la intervención refiere una restauración parcial del centrado glenohumeral y una disminución de la migración superior de la cabeza humeral. Este fenómeno probablemente se relaciona con la recuperación del balance de fuerzas entre el deltoides y el remanente funcional del manguito rotador, así como con el efecto estabilizador adicional del PDA, que actúa como refuerzo estructural y aumenta el área efectiva de transmisión de cargas. La estabilidad radiográfica reflejada por la ausencia de progresión en la clasificación de Hamada respalda esta hipótesis y sugiere preservación mecánica del espacio subacromial en el corto plazo.

Por otro lado, la progresión de la infiltración grasa del supraespinoso, pese a la mejoría clínica observada, refuerza la noción de que los beneficios funcionales de la aumentación dérmica dependen principalmente de la optimización biomecánica del hombro más que de una reversión de la degeneración muscular preexistente. En este contexto, el injerto probablemente cumple un rol de puente mecánico que mejora la distribución tensional y la eficiencia del complejo escapulo humeral, aun cuando persistan cambios degenerativos intramusculares.

La reparación parcial del manguito rotador con aumentación dérmica representa una estrategia quirúrgica de alto valor clínico para las roturas masivas reparables al combinar mejoras significativas en dolor, función y rangos de movimiento con una mayor probabilidad de cicatrización estructural respecto a la reparación parcial aislada. La estabilidad radiográfica alcanzada, y el incremento de la DAH, indican que el PDA contribuye a restaurar la cinemática glenohumeral y a disminuir la migración superior, factores clave para evitar la progresión hacia artropatía.

Desde una perspectiva práctica, este comportamiento clínico y estructural se alinea con modelos que revelan que las técnicas con mayor tasa de cicatrización tienden a ser más costo-efectivas, ya que reducen la necesidad de futuras reintervenciones, rehabilitaciones prolongadas y cirugías de rescate más complejas. En conjunto, la aumentación dérmica ofrece una alternativa equilibrada y sostenible para pacientes activos que requieren una solución funcional sólida sin recurrir a procedimientos de mayor morbilidad.

Este estudio presenta limitaciones que deben ser enunciadas. En primer lugar, debido a su diseño metodológico sin grupo control, no es posible comparar directamente la aumentación con PDA frente a la reparación parcial aislada del manguito rotador. Esto podría influir en la interpretación de los resultados, ya que la mejoría funcional observada no podría atribuirse de manera exclusiva al uso del PDA. En este sentido, se recomienda que los futuros estudios sean comparativos para que permitan evaluar con mayor precisión

el rendimiento de esta intervención. En segundo lugar, el limitado tamaño muestral restringiría la validez externa. Esta muestra obedeció a la naturaleza selectiva estricta de las indicaciones quirúrgicas y, consecuentemente, la baja frecuencia de candidatos adecuados para este procedimiento en un solo centro quirúrgico. Aunque se incluyeron consecutivamente todos los casos elegibles durante el período de estudio con el fin de reducir sesgo de selección, no puede descartarse completamente sesgo residual inherente al carácter unicéntrico y observacional del estudio. Esto podría condicionar un menor poder estadístico para detectar diferencias pequeñas o moderadas.

No obstante, este trabajo constituye una de las primeras aproximaciones en el Perú y una de las escasas en Latinoamérica en evaluar esta técnica, sentando las bases para futuras investigaciones con mayor nivel de evidencia. En tercer lugar, el seguimiento radiológico limitado a un año no permite evaluar la durabilidad estructural a mediano y largo plazo, particularmente respecto a la progresión de infiltración grasa y atrofia muscular. La evaluación funcional no incluyó escalas complementarias como Constant-Murley o WORC ni mediciones objetivas de fuerza, lo que podría haber aportado una caracterización más integral del rendimiento del hombro. La indicación intraoperatoria de aumentación introduce un potencial sesgo de selección, y la realización del procedimiento por un equipo experimentado puede limitar la extrapolación de los resultados a otros entornos.

Adicionalmente, el uso exclusivo de resonancia magnética sin corroboración ecográfica dinámica podría subestimar defectos parciales de cicatrización, y la heterogeneidad inherente a las lesiones masivas del manguito rotador constituye una limitación adicional. A pesar de ello, se empleó una técnica quirúrgica estandarizada, se logró seguimiento completo al año y se integró una evaluación clínica, funcional y radiológica, aportando evidencia en un contexto de práctica real sobre la utilidad de la aumentación dérmica en roturas masivas reparables parcialmente.

CONCLUSIÓN

La reparación parcial del manguito rotador con aumentación de parche dérmico acelular mostró mejoras significativas con respecto al dolor, función y movilidad, con preservación estructural favorable al año de seguimiento.

Contribuciones de autoría: Conceptualización (DTM). Metodología, Software, Validación, Investigación, Recursos, Escritura- Borrador original, Escritura- Revisión y edición, Visualización (DTM, CLZ, RAS, DMQ, JGM, LTL). Supervisión (DTM, CLZ, RAS). Análisis formal (RAS). Administración de proyectos (DTM, RAS).

Conflictos de intereses: los autores declaran no tener conflictos de interés relacionados con este estudio.

Financiamiento: los autores declaran que no hubo financiamiento externo para la realización de este estudio.

REFERENCIAS

- Tempelhof S, Rupp S, Seil R. Age-related prevalence of rotator cuff tears in asymptomatic shoulders. *J Shoulder Elbow Surg.* 1999;8(4):296-299. doi: [https://www.doi.org/10.1016/s1058-2746\(99\)90148-9](https://www.doi.org/10.1016/s1058-2746(99)90148-9).
- Yamaguchi K, Tetro AM, Blam O, Evanoff BA, Teefey SA, Middleton WD. Natural history of asymptomatic rotator cuff tears: a longitudinal analysis of asymptomatic tears detected sonographically. *J Shoulder Elbow Surg.* 2001;10(3):199-203. doi: <https://www.doi.org/10.1067/mse.2001.113086>.
- Burkhart SS, Esch JC, Jolson RS. The rotator crescent and rotator cable: an anatomic description of the shoulder's "suspension bridge". *Arthroscopy.* 1993;9(6):611-616. doi: [https://www.doi.org/10.1016/s0749-8063\(05\)80496-7](https://www.doi.org/10.1016/s0749-8063(05)80496-7).
- Goutallier D, Postel JM, Bernageau J, Lavau L, Voisin MC. Fatty muscle degeneration in cuff ruptures: pre- and postoperative evaluation by CT scan. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;(304):78-83.
- Barber FA, Burns JP, Deutsch A, Labbé MR, Litchfield RB. A prospective, randomized evaluation of acellular human dermal matrix augmentation for arthroscopic rotator cuff repair. *Arthroscopy.* 2012;28(1):8-15. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2011.06.038>.
- Kuechly HA, Kurkowski SC, Taleghani ER, Shah NS, Kloby MA, Foster TS, et al. Ultrasound and patient-reported outcomes of rotator cuff repair with new acellular human allograft at 6 months and 1 year post surgery. *JSES Rev Rep Tech.* 2024;4(3):413-418. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.xrrt.2024.03.012>.
- Shah D, Rathod M, Tiwari A, Kini A, Bhagunde P, Bagaria V. A histological and biomechanical analysis of Human Acellular Dermis (HAD) created using a novel processing and preservation technique. *Indian J Orthop.* 2024;58(7):922-931. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s43465-024-01181-9>.
- Nuvoli N, Troiano E, Masini A, Colasanti GB, Mondanelli N, Giannotti S. Biological patch in the repair of rotator cuff tears: functional and clinical evaluation of twenty-three cases with a mean follow-up of six years. *J Clin Med.* 2024;13(18):5596. doi: <https://www.doi.org/10.3390/jcm13185596>.
- Merolla G, Bonfatti R, Marra F, Pellegrini A, Cataldo G, Saporito M, et al. Human dermal allograft augmentation in primary and revision arthroscopic rotator cuff repair: a retrospective controlled study including patient outcomes and ultrasound evaluation of tendon healing. *Int Orthop.* 2025;49(6):1427-1438. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00264-025-06502-7>.
- Karpyshyn J, Kizaki K, Ma J, Licht F, Wong I. Bridging reconstruction for massive rotator cuff tears has a low rate of arthritic progression and maintained excellent clinical outcomes for a minimum 5-year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg.* 2025;34(11):2561-2570. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2025.01.051>.
- Kim SH, Shin SJ. No difference in clinical outcomes following repair of large retracted anterior rotator cuff tears using patch augmentation with human dermal allograft versus anterior cable reconstruction with biceps tendon autograft. *arthroscopy.* 2024;40(2):294-302. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2023.08.077>.
- Da Silva AZ, Mizels J, Clinker CE, Yoo M, Nelson R, Joyce C, et al. Cost analysis of dermal allograft patch utilization in rotator cuff repair. *JSES Rev Rep Tech.* 2024;5(1):40-45. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.xrrt.2024.08.011>.
- Gagnier JJ, Kienle G, Altman DG, Moher D, Sox H, Riley D, et al. The CARE guidelines: consensus-based clinical case reporting guideline development. *Headache.* 2013;53(10):1541-1547. doi: <https://www.doi.org/10.1111/head.12246>.
- Hamada K, Fukuda H, Mikasa M, Kobayashi Y. Roentgenographic findings in massive rotator cuff tears: a long-term observation. *Clin Orthop Relat Res.* 1990;(254):92-96.
- Patte D. Classification of rotator cuff lesions. *Clin Orthop Relat Res.* 1990;(254):81-86.
- Goutallier D, Postel JM, Bernageau J, Lavau L, Voisin MC. Fatty muscle degeneration in cuff ruptures: pre- and postoperative evaluation by CT scan. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;(304):78-83.
- Sugaya H, Maeda K, Matsuki K, Moriishi J. Functional and structural outcome after arthroscopic full-thickness rotator cuff repair: single-row versus dual-row fixation. *Arthroscopy.* 2005;21(11):1307-1316. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2005.08.011>.
- Lee SC, Williams D, Endo Y. The repaired rotator cuff: MRI and Ultrasound Evaluation. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2018;11(1):92-101. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s12178-018-9463-6>.
- Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki de la AMM: principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. En: 75a Asamblea General; 2024 Oct; Helsinki. Finlandia. Disponible en: <https://www.wma.net/es/policies-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/#>
- Krishnan P, Koh J, Pradhan S, Bobko A, Athiviraham A, Amirouche F. Analysis of abduction moment arms after rotator cuff tear and acellular dermal matrix allograft reconstruction. *J Shoulder Elbow Surg.* 2023;32(11):2207-2213. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2023.04.031>.
- Yoo SJ, Kim BS, Kim HH, Choi S. Clinical and radiologic outcomes of augmented partial repair with acellular dermal allograft and superior capsular reconstruction in massive rotator cuff tears: 2-year follow-up. *J Clin Med.* 2025;14(1):219. doi: <https://www.doi.org/10.3390/jcm14010219>.
- Liem D, Lichtenberg S, Magosch P, Habermeyer P. Magnetic resonance imaging of arthroscopic supraspinatus tendon repair. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89(8):1770-1776. doi: <https://www.doi.org/10.2106/BJJS.F.00749>.

23. Gladstone JN, Bishop JY, Lo IK, Flatow EL. Fatty infiltration and atrophy of the rotator cuff do not improve after rotator cuff repair and correlate with poor functional outcome. *Am J Sports Med.* 2007;35(5):719-728. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546506297539>.
24. Melis B, DeFranco MJ, Chuinard C, Walch G. Natural history of fatty infiltration and atrophy of the supraspinatus muscle in rotator cuff tears. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468(6):1498-1505. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s11999-009-1207-x>.
25. Pradhan A, Kumar K, Haddon A, Brownson P, Singh H. Surgical management of irreparable rotator cuff tears: a survey of current practice and literature review. *Cureus.* 2024;16(8):e67907. doi: <https://www.doi.org/10.7759/cureus.67907>.
26. Choi S, Kim G, Lee Y, Kim BG, Jang I, Kim JH. Patch augmentation does not provide better clinical outcomes than arthroscopic rotator cuff repair for large to massive rotator cuff tears. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2022;30(11):3851-3861. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00167-022-06975-8>.
27. Kantanavar R, Lee IE, Rhee SM, Rhee YG. Outcomes of arthroscopic single-row repair alone vs. repair with human dermal allograft patch augmentation in patients with large to massive, posterosuperior rotator cuff tears: a retrospective comparative study. *J Shoulder Elbow Surg.* 2024;33(4):823-831. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2023.08.002>.

Hallazgos artroscópicos en epicondilitis lateral refractaria

Guillermo C. Maujo,^{ID} Melissa A. Edelmann Carrillo,^{ID} Joaquín Pison,^{ID} Giovani Ballerini^{ID}

Sanatorio Mapaci. Santa Fe, Argentina

RESUMEN

Introducción: tradicionalmente, la epicondilitis lateral refractaria ha sido considerada una tendinopatía degenerativa del extensor *carpi radialis brevis* (ECRB). Sin embargo, evidencia reciente sugiere que el dolor lateral persistente del codo puede asociarse a patología intraarticular concomitante.

Objetivos: describir los hallazgos artroscópicos en una serie de pacientes con epicondilitis lateral refractaria y analizar su relevancia clínica.

Materiales y métodos: se realizó un estudio observacional, retrospectivo y descriptivo que incluyó pacientes sometidos a artroscopia de codo entre 2017 y 2025 por dolor lateral refractario al tratamiento conservador. Se excluyeron aquellos intervenidos por otras indicaciones primarias. Durante la artroscopia se registraron de manera sistemática los hallazgos intraarticulares. Las lesiones osteocondrales fueron clasificadas según Bradley. El análisis fue descriptivo.

Resultados: se incluyeron 78 pacientes, con una edad media de 46.5 ± 7.8 años y predominio del sexo masculino. La tendinopatía del ECRB se identificó en 46 pacientes (59 %). Se observaron lesiones osteocondrales en 49 pacientes (63 %), de estas, 24 (49 %) correspondieron a lesiones grado III y 25 (51 %) a lesiones grado IV según la clasificación de Bradley. La plica sinovial radiocapitelar fue la manifestación más frecuente, presente en 71 pacientes (91 %). Se identificaron signos de insuficiencia del complejo colateral lateral en 41 (53 %). La resección de plica se realizó en 71 pacientes (91 %) y la reparación tendinosa y/o ligamentaria con anclajes en 40 (51 %).

Conclusión: la epicondilitis lateral refractaria constituye una entidad multifactorial, frecuentemente asociada a patología intraarticular. La artroscopia de codo permite una evaluación integral y el tratamiento simultáneo de las lesiones responsables del dolor lateral persistente.

Palabras clave: Epicondilitis lateral; Artroscopia de codo; Plica sinovial; Lesiones osteocondrales; Inestabilidad de codo

Nivel de evidencia: IV. Estudio de Cohorte Retrospectivo

Autor de correspondencia: Guillermo C. Maujo, guillemaujo@gmail.com

Recibido: 30/01/2026 Aceptado: 1/05/2026 Publicado: 1/08/2026

DOI: <https://doi.org/10.63403/re.v33i2.486>

Cómo citar: Maujo GC, Edelmann Carrillo MA, Pison J, Ballerini G. Hallazgos artroscópicos en epicondilitis lateral refractaria. Relart 2026;33(2): 160-167.

Arthroscopic Findings in Refractory Lateral Epicondylitis

ABSTRACT

Introduction: refractory lateral epicondylitis is traditionally considered a degenerative tendinopathy of the extensor carpi radialis brevis. However, increasing evidence suggests that persistent lateral elbow pain often results from associated intra-articular pathology.

Objectives: to describe the arthroscopic findings in a series of patients with refractory lateral epicondylitis and to analyze their clinical relevance.

Materials and methods: a retrospective, descriptive study was conducted including patients who underwent elbow arthroscopy between 2017 and 2025 due to refractory lateral elbow pain. Patients operated on for other primary indications were excluded. Arthroscopic findings were systematically recorded, including extensor carpi radialis brevis (ECRB) tendinopathy, synovial plica, osteochondral lesions, and lateral collateral ligament complex insufficiency. Osteochondral lesions were classified according to the Bradley classification. Data were analyzed descriptively.

Results: seventy-eight patients met the inclusion criteria. The mean age was 46.5 ± 7.8 years, with a predominance of male patients. ECRB tendinopathy was identified in 46 patients (59%). Osteochondral lesions were observed in 49 patients (63%), with 24 lesions classified as Bradley grade III (49%) and 25 as grade IV (51%). Synovial radiocapitellar plica was the most frequent finding, present in 71 patients (91%). Signs of lateral collateral ligament complex insufficiency were observed in 41 patients (53%). Synovial plica resection was performed in 71 patients (91%), and tendon and/or ligament repair using anchors in 40 patients (51%).

Conclusion: refractory lateral epicondylitis represents a multifactorial condition frequently associated with intra-articular pathology. Elbow arthroscopy allows comprehensive evaluation and treatment of the lesions responsible for persistent lateral elbow pain.

Keywords: Epicondylitis; Elbow arthroscopy; Synovial plica; Osteochondral lesions; Elbow instability

Level of evidence: IV. Retrospective Cohort Study

INTRODUCCIÓN

La epicondilitis lateral constituye una de las causas más frecuentes de dolor crónico del codo en la población adulta. Tiene una prevalencia anual estimada entre el 1 y el 3 % en la población general y valores que pueden alcanzar el 3 al 7 % en trabajadores expuestos a actividades repetitivas de prehensión y extensión de muñeca.¹⁻³ El pico de incidencia se observa entre la cuarta y quinta décadas de la vida, con predominio del miembro dominante.¹ Aunque la evolución natural suele ser favorable y hasta el 80 % de los pacientes mejora con tratamiento conservador dentro del primer año,⁴ un subgrupo significativo desarrolla síntomas persistentes que definen la denominada “epicondilitis lateral refractaria”.⁵

Tradicionalmente, este cuadro se ha interpretado como una tendinopatía degenerativa del extensor *carpi radialis brevis* (ECRB), de acuerdo con las descripciones histopatológicas de Nirschl.⁶ Sin embargo, esta visión unidimensional ha sido progresivamente cuestionada. Estudios clínicos, quirúrgicos y artroscópicos han demostrado que el dolor lateral refractario del codo rara vez responde a una lesión tendinosa aislada, y que con frecuencia coexisten alteraciones intraarticulares que explican la persistencia de los síntomas.⁷⁻⁹

Entre estas entidades, la plica sinovial radiocapitelar ha adquirido un protagonismo creciente. Cerezal *et al.* describieron el denominado “*elbow synovial fold syndrome*”, demostrando que la plica puede

hipertrofiarse, perder su función amortiguadora e interponerse mecánicamente entre el *capitellum* y la cúpula radial, generando dolor mecánico, chasquidos y bloqueo funcional.¹⁰ Estos hallazgos han sido confirmados por múltiples autores, quienes señalan que la plica sintomática puede simular clínicamente una epicondilitis persistente y pasar inadvertida en la evaluación clínica y en los estudios por imágenes convencionales.¹¹⁻¹³

Asimismo, se ha reconocido la elevada frecuencia de lesiones osteocondrales del *capitellum* y de la cúpula radial en pacientes con dolor lateral refractario. Revisiones recientes destacan que estas lesiones pueden generar dolor mecánico persistente y contribuir de manera significativa a la refractariedad, incluso en ausencia de signos clínicos específicos.¹⁴⁻¹⁶

Otro aspecto fundamental es la posible coexistencia de inestabilidad posterolateral del codo. Diversos estudios han demostrado que la insuficiencia del complejo colateral lateral, y en particular del ligamento colateral ulnar lateral (LUCL), puede presentarse de forma sutil y pasar inadvertida en la exploración clínica, manifestándose recién durante la artroscopia o el examen bajo anestesia.¹⁷⁻¹⁸ El metaanálisis de Kholinne *et al.* refuerza esta asociación y cuestiona la noción de que la inestabilidad lateral en la epicondilitis refractaria sea un hallazgo anecdótico o excepcional.¹⁹

En este contexto, la artroscopia del codo se ha consolidado como una herramienta diagnóstica y terapéutica

de alto valor, al permitir la evaluación integral del compartimento radiocapitelar y el tratamiento simultáneo de plica sinovial, sinovitis, lesiones osteocondrales y alteraciones ligamentosas asociadas.^{20,21}

El objetivo de este estudio fue describir los hallazgos artroscópicos en una serie de pacientes con epicondilitis lateral refractaria y analizar su relevancia clínica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional, retrospectivo y descriptivo basado en la revisión consecutiva de pacientes sometidos a artroscopia de codo entre enero de 2017 y diciembre de 2025 en el Servicio de Cirugía de Mano y Miembro Superior de nuestro Sanatorio.

Todos los pacientes fueron evaluados clínicamente mediante anamnesis y examen físico dirigido al dolor lateral del codo, incluyendo pruebas provocativas como test de Maudsley para epicondilitis lateral y *pivot shift* para inestabilidad posterolateral rotatoria. Se realizaron estudios por imágenes según criterio clínico, incluidas radiografías simples y resonancia nuclear magnética preoperatoria en todos los casos.

Durante el período de estudio se efectuaron 92 artroscopias de codo. Se incluyó en el análisis a aquellos pacientes cuya consulta principal fue dolor lateral del codo, compatible con epicondilitis lateral refractaria al tratamiento conservador, definida como la persistencia de síntomas por un período mínimo de 6 meses a pesar de haber realizado tratamiento médico adecuado. Además, se incluyeron pacientes con rigidez articular asociada únicamente cuando el dolor lateral del codo constituyó el motivo principal de consulta.

Se excluyeron 14 pacientes intervenidos por otras indicaciones primarias de artroscopia, entre ellas: dolor medial de codo asociado a inestabilidad medial ($n = 1$), rigidez de codo sin dolor lateral predominante ($n = 6$), artrosis primaria o postraumática del codo ($n = 2$), lesiones osteocondrales no relacionadas con dolor lateral ($n = 1$), tumores óseos benignos tratados mediante artroscopia (osteoma osteoide) ($n = 1$), rigidez dolorosa con cuerpos libres intraarticulares ($n = 2$), y un paciente con registros clínicos incompletos en el sistema institucional ($n = 1$).

De acuerdo con estas pautas, 78 pacientes cumplieron los criterios de inclusión y constituyeron la población final del estudio.

Todas las cirugías fueron realizadas por el mismo equipo quirúrgico, mediante una técnica artroscópica estandarizada. Durante el procedimiento se registró de manera sistemática la presencia de tendinopatía del extensor *carpi radialis brevis* (ECRB), lesiones osteocondrales del *capitellum* humeral y/o de la cúpula radial, de la apófisis coronoides o de la tróclea, plica sinovial radiocapitelar, sinovitis, cuerpos libres intraarticulares, signos de *impingement* posterolateral y características compatibles con lesión o insuficiencia del complejo colateral lateral (CCL), incluido el ligamento colateral ulnar lateral (LCUL).

Cuando la información se encontraba consignada en el parte quirúrgico, las lesiones osteocondrales fueron

organizadas intraoperatoriamente de acuerdo con la clasificación de Bradley, que las estratifica en grados evolutivos según estabilidad del fragmento y presencia de cuerpos libres, considerando grado III aquellas lesiones inestables con fragmentación y grado IV a las asociadas a cuerpos libres o compromiso avanzado del cartílago articular.

Los datos clínicos y quirúrgicos se obtuvieron a partir de las historias clínicas y partes operatorios. El análisis estadístico fue de tipo descriptivo. Las variables categóricas se expresaron como frecuencias absolutas y porcentajes, y las variables continuas como media y desvío estándar.

El estudio se realizó de acuerdo con los principios éticos de la Declaración de Helsinki. Todos los pacientes otorgaron su consentimiento informado para el procedimiento quirúrgico y para el uso de los datos con fines científicos. El protocolo fue aprobado por el comité de ética institucional.

En una etapa posterior, se realizó una evaluación funcional mediante el Mayo Elbow Performance Score (MEPS). Para ello, se contactó telefónicamente a la totalidad de los pacientes incluidos y se les envió un formulario estructurado, para el que se obtuvieron 63 respuestas que fueron incorporadas al análisis.

RESULTADOS

De los 92 pacientes sometidos a artroscopia de codo durante el período analizado, 78 cumplieron los criterios de inclusión por presentar dolor lateral del codo como motivo principal de consulta, compatible con epicondilitis lateral refractaria al tratamiento conservador. Los pacientes restantes fueron excluidos por presentar otras indicaciones primarias de artroscopia, tales como rigidez de codo, artrosis primaria o postraumática, inestabilidad medial, lesiones osteocondrales sin dolor lateral predominante, tumores óseos benignos (osteoma osteoide) o por contar con datos clínicos incompletos.

La edad media de la cohorte fue de 46.5 ± 7.8 años, con predominio del sexo masculino (Tabla 1). En 2 pacientes se observó rigidez de codo asociada; sin embargo, en ambos casos el dolor lateral constituyó el motivo principal de consulta.

En la evaluación artroscópica, se identificó tendinopatía del extensor *carpi radialis brevis* (ECRB) en 46 pacientes (59 %), mientras que en el resto no se evidenciaron lesiones claras del origen tendinoso lateral.

Tabla 1. Características demográficas de la población estudiada ($n = 78$)

Variable	Valor
Número de pacientes	78
Edad media (años)	46.5 ± 7.8
Sexo masculino	63
Sexo femenino	15

Los datos se expresan como media $\pm$ desvío estándar o número absoluto (n).

En relación con las lesiones osteocondrales (Figs. 1 y 2), se identificaron alteraciones del cartílago articular en 49 pacientes (63 %), comprometiendo con mayor frecuencia el *capitellum* humeral, seguido por la cúpula radial y, en menor medida, la tróclea y la apófisis coronoides. De acuerdo con la clasificación de Bradley,²² 24 pacientes (49 %) manifestaron lesiones grado III, mientras que 25 (51 %) presentaron lesiones grado IV, correspondientes a lesiones avanzadas con compromiso profundo del cartílago y/o presencia de cuerpos libres intraarticulares (Fig. 3).

La plica sinovial radiocapitelar fue el hallazgo intraarticular más frecuente, esta fue identificada y reseca en 71 pacientes (91 %). Asimismo, se observaron signos de lesión o insuficiencia del complejo colateral lateral (CCL/LCUL) en 41 pacientes (53 %) (Tabla 2) (Fig. 4).

En relación con los procedimientos realizados, la resección de la plica sinovial constituyó el gesto

terapéutico más frecuente: se efectuó en 71 pacientes (91 %). La reparación tendinosa y/o ligamentaria mediante anclajes se realizó en 40 pacientes (51 %), principalmente en aquellos con lesiones estructurales combinadas del ECRB y del complejo colateral lateral (Tabla 3).

Se obtuvo un Mayo Elbow Performance Score promedio de 93.88 puntos, correspondiente a un resultado funcional excelente. No se registraron complicaciones persistentes ni se observaron casos que requirieran revisión quirúrgica.

Los resultados obtenidos se registran en los siguientes gráficos: dolor en su postoperatorio (Fig. 5), la recuperación de la movilidad (Fig. 6) y de la estabilidad (Fig. 7). Aquellos pacientes que no respondieron corresponden mayoritariamente a casos vinculados a medicina laboral, lo que dificulta su seguimiento y contacto en esta instancia.



Figura 1. Lesión osteocondral.



Figura 3. Cuerpos libres.

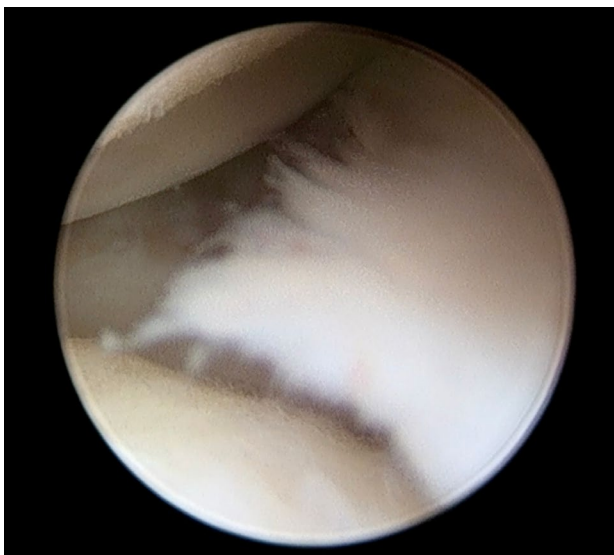


Figura 2. Plica posterolateral.



Figura 4. Lesión capsular.

Tabla 2. Hallazgos artroscópicos intraarticulares en pacientes con epicondilitis lateral refractaria (n = 78)

Hallazgo	n	%
Tendinopatía del ECRB	46	59
Lesión osteocondral	49	63
Plica sinovial radiocapitellar	71	91
Lesión del complejo colateral lateral (CCL/LCUL)	41	53

Los datos se expresan como número absoluto (n) y porcentaje (%).
ECRB: extensor carpi radialis brevis. CCL/LCUL: complejo colateral lateral / ligamento colateral ulnar lateral.

Tabla 3. Procedimientos realizados por vía artroscópica (n = 78)

Procedimiento	n	%
Resección de plica sinovial	71	91
Reparación tendinosa y/o ligamentaria con anclajes	40	51

Los datos se expresan como número absoluto (n) y porcentaje (%).

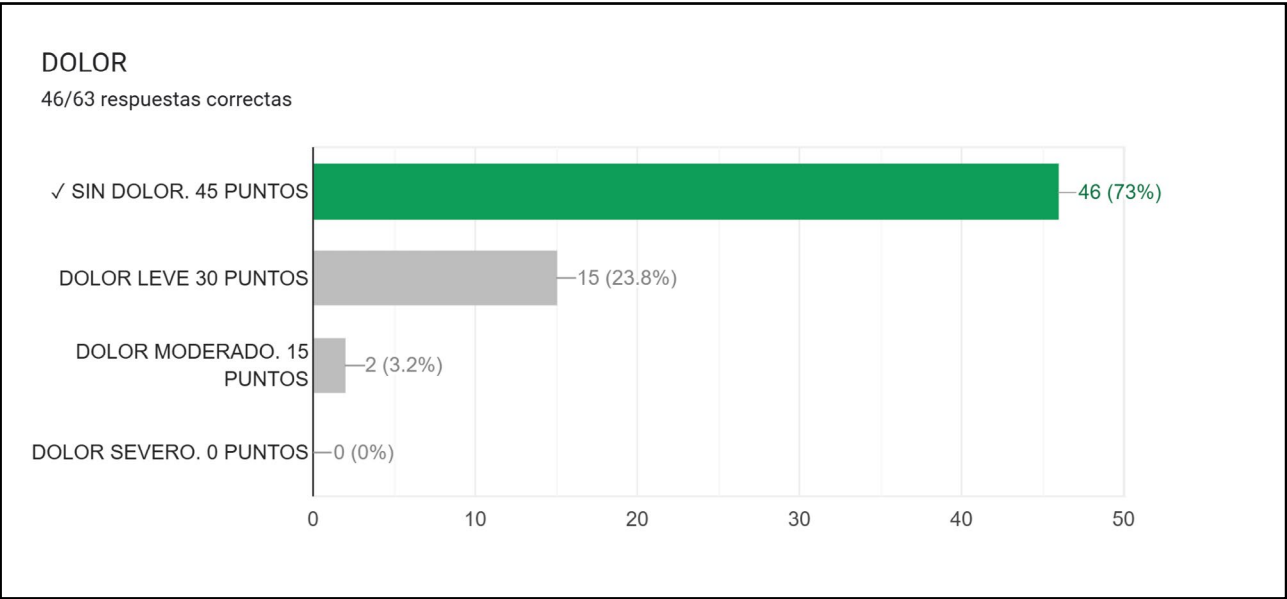


Figura 5. Evaluación del dolor como síntoma postoperatorio en los pacientes.

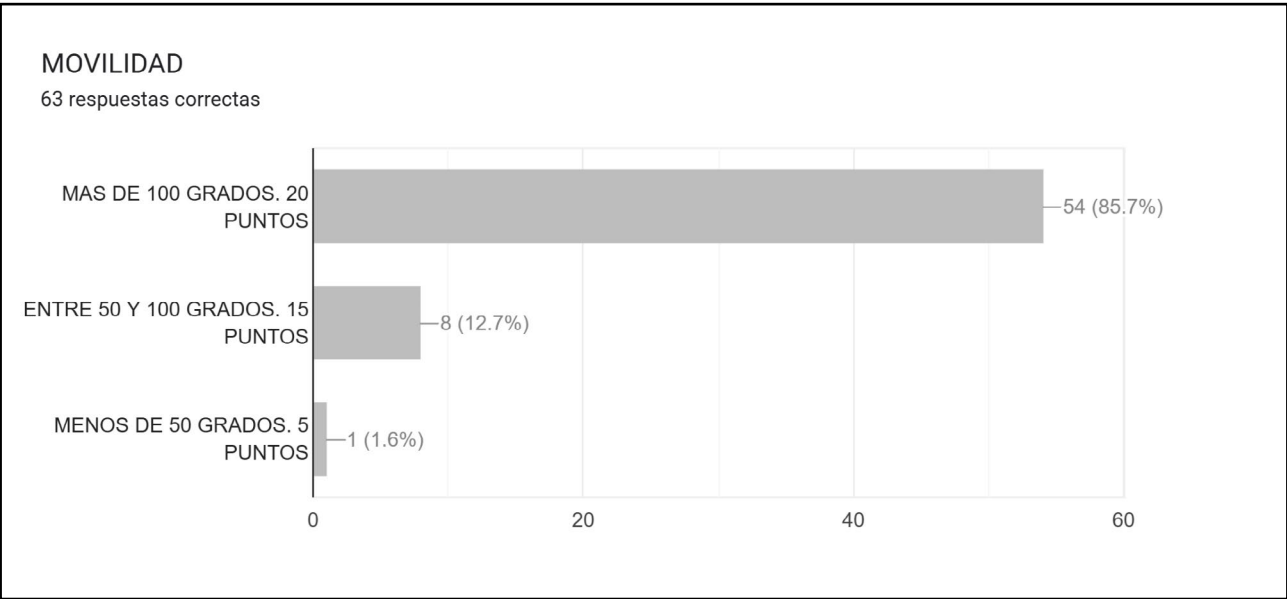


Figura 6. Evaluación de la recuperación progresiva de la movilidad del codo luego de la cirugía.

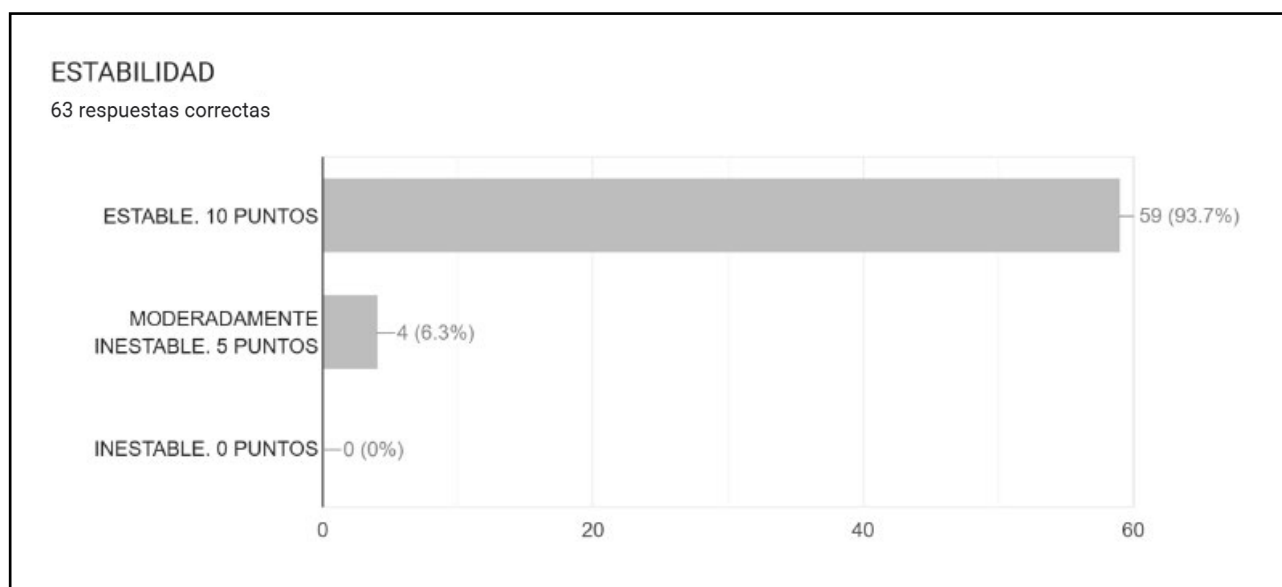


Figura 7. Evaluación de la recuperación de la estabilidad del codo en los pacientes luego de la cirugía.

DISCUSIÓN

Durante décadas, la epicondilitis lateral refractaria fue interpretada como una evolución desfavorable de una tendinopatía del extensor *carpi radialis brevis* (ECRB). Esta concepción, basada principalmente en hallazgos histopatológicos clásicos, llevó a enfoques diagnósticos y terapéuticos centrados casi exclusivamente en el tendón. Sin embargo, los resultados del presente estudio, en concordancia con la literatura contemporánea, sugieren que dicha interpretación resulta insuficiente para explicar la complejidad clínica del dolor lateral crónico del codo.⁶⁻⁹

En nuestra serie, la artroscopia permitió identificar de forma sistemática un espectro de lesiones intraarticulares coexistentes que no habían sido sospechadas en la evaluación preoperatoria. Este acierto refuerza el concepto de que la epicondilitis lateral refractaria no constituye una entidad monofactorial, sino un síndrome clínico multifactorial en el que convergen alteraciones tendinosas, sinoviales, osteocondrales y ligamentarias.

Desde el punto de vista clínico, se fortalece la importancia de considerar la epicondilitis lateral refractaria como un síndrome potencialmente multifactorial. La presencia frecuente de plica sinovial, lesiones osteocondrales e insuficiencia ligamentaria sugiere que el abordaje exclusivamente tendinoso podría no ser suficiente en algunos pacientes. En este contexto, la artroscopia de codo permite identificar y tratar simultáneamente estas lesiones intraarticulares asociadas. No se analizó el tiempo de evolución de los síntomas, lo cual constituye una limitación del estudio.

La plica sinovial radiocapitelar fue el hallazgo más frecuente. Cerezal *et al.* describieron el denominado “*elbow synovial fold syndrome*”, demostrando que la plica puede hipertrofiarse y transformarse en una

estructura de conflicto mecánico responsable de dolor lateral persistente.¹⁰ Estudios posteriores confirmaron que la plica sintomática suele pasar inadvertida en la clínica y en los estudios por imágenes, lo que contribuye a su subdiagnóstico.¹¹⁻¹⁴ La elevada prevalencia observada en nuestra serie refuerza su relevancia clínica en el contexto del dolor lateral refractario.

Las lesiones osteocondrales del *capitellum* y de la cúpula radial constituyeron otro descubrimiento relevante. La literatura ha demostrado que estas lesiones pueden generar dolor mecánico persistente y coexistir con cuadros clínicos compatibles con epicondilitis lateral, dificultando el diagnóstico diferencial.¹⁵⁻¹⁷ Su identificación artroscópica resulta fundamental para comprender la refractariedad del dolor en pacientes en los que el compromiso tendinoso aislado no justifica la magnitud de los síntomas.

La insuficiencia del complejo colateral lateral, particularmente la inestabilidad posterolateral sutil, representa otro pilar fisiopatológico relevante. Diversos estudios han probado que esta alteración puede pasar inadvertida en la exploración clínica y manifestarse recién durante la evaluación artroscópica.¹⁸⁻¹⁹ El metaanálisis de Kholinne *et al.* aporta evidencia sólida al señalar que la asociación entre epicondilitis lateral refractaria e inestabilidad lateral no es anecdótica, sino clínicamente significativa.²⁰

La coexistencia de plica sinovial, sinovitis, lesiones osteocondrales e insuficiencia ligamentaria observada en nuestra serie no parece ser casual. Por el contrario, representa la expresión anatómica de un síndrome lateral del codo complejo, que ha sido históricamente simplificado bajo el diagnóstico genérico de epicondilitis. Esto explica, en parte, la falta de respuesta a tratamientos dirigidos exclusivamente al tendón.

Desde el punto de vista terapéutico, múltiples estudios han demostrado que el abordaje artroscópico integral, que permite tratar simultáneamente las distintas lesiones coexistentes, se asocia a buenos resultados clínicos y baja tasa de complicaciones.^{21,22} En este sentido, la artroscopia del codo se posiciona como el método diagnóstico-terapéutico por excelencia en el manejo de la epicondilitis lateral refractaria.

No obstante, este estudio presenta limitaciones que deben ser consideradas: su diseño retrospectivo y descriptivo, la ausencia de un grupo control y la falta de correlación sistemática con resultados funcionales a largo plazo impiden establecer relaciones causales definitivas entre cada hallazgo artroscópico y la sintomatología clínica. Asimismo, no es posible determinar el peso relativo de cada lesión en la génesis del dolor. A pesar de estas limitaciones, la consistencia de estos aportes y su concordancia con la literatura respaldan la hipótesis de que la epicondilitis lateral refractaria esconde patología articular subdiagnosticada en una proporción significativa de casos. Futuros estudios comparativos y con mayor nivel de evidencia serán necesarios para confirmar estos resultados y definir algoritmos diagnósticos y terapéuticos más precisos. Como proyección, se plantea el desarrollo de un estudio prospectivo que permita analizar las técnicas quirúrgicas empleadas, sus resultados y las posibles complicaciones asociadas.

CONCLUSIÓN

La epicondilitis lateral refractaria constituye una entidad multifactorial, frecuentemente asociada a patología intraarticular. La artroscopia de codo permite una evaluación integral y el tratamiento simultáneo de las lesiones responsables del dolor lateral persistente.

Contribuciones de autoría: Conceptualización, Análisis formal, Supervisión (GCM). Metodología (GCM, ME). Investigación (GCM, JP, ME, GB). Curación de datos (JP, GB, ME). Escritura – borrador original (JP, ME). Escritura – revisión y edición (GCM, ME, JP).

Conflictos de intereses: los autores declaran no tener conflictos de interés relacionados con este estudio.

Financiamiento: los autores declaran que no hubo financiamiento externo para la realización de este estudio.

REFERENCIAS

1. Walker-Bone K, Palmer KT, Reading I, Coggon D, Cooper C. Prevalence and impact of musculoskeletal disorders of the upper limb in the general population. *Arthritis Rheum.* 2004;51(4):642-651. doi: <https://www.doi.org/10.1002/art.20535>.
2. Shiri R, Viikari-Juntura E, Varonen H, Heliövaara M. Prevalence and determinants of lateral and medial epicondylitis: a population study. *Am J Epidemiol.* 2006;164(11):1065-1074. doi: <https://www.doi.org/10.1093/aje/kwj325>.

3. Haahr JP, Andersen JH. Prognostic factors in lateral epicondylitis: a randomized trial with one-year follow-up. *Occup Environ Med.* 2003;60:803-809.
4. Binder AI, Hazleman BL. Lateral humeral epicondylitis: a study of natural history and the effect of conservative therapy. *Br J Rheumatol.* 1983;22(2):73-76. doi: <https://www.doi.org/10.1093/rheumatology/22.2.73>.
5. Buchbinder R, Johnston RV, Barnsley L, Assendelft WJ, Bell SN, Smidt N. Surgery for lateral elbow pain. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011;2011(3):CD003525. doi: <https://www.doi.org/10.1002/14651858.CD003525.pub2>.
6. Nirschl RP, Pettrone FA. Tennis elbow. The surgical treatment of lateral epicondylitis. *J Bone Joint Surg Am.* 1979;61(6A):832-839.
7. Cohen MS, Romeo AA. Open and arthroscopic management of lateral epicondylitis in the athlete. *Hand Clin.* 2009;25(3):331-338. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.hcl.2009.05.003>.
8. Ahmad Z, Siddiqui N, Malik SS, Abdus-Samee M, Tytherleigh-Strong G, Rushton N. Lateral epicondylitis: a review of pathology and management. *Bone Joint J.* 2013;95-B(9):1158-1164. doi: <https://www.doi.org/10.1302/0301-620X.95B9.29285>.
9. Vaquero-Picado A, Barco R, Antuña SA. Lateral epicondylitis of the elbow. *EFORT Open Rev.* 2017;1(11):391-397. doi: <https://www.doi.org/10.1302/2058-5241.1.000049>.
10. Cerezal L, Rodriguez-Sammartino M, Canga A, Capiel C, Arnaiz J, Cruz A, et al. Elbow synovial fold syndrome. *AJR Am J Roentgenol.* 2013;201(1):W88-W96. doi: <https://www.doi.org/10.2214/AJR.12.8768>.
11. Jeon IH, Liu H, Nanda A, et al. Systematic Review of the Surgical Outcomes of Elbow Plicae. *Orthop J Sports Med.* 2020;8(10):2325967120955162. doi: <https://www.doi.org/10.1177/2325967120955162>.
12. Lubiawski P, Walecka J, Dzianach M, Stefaniak J, Romanowski L. Synovial plica of the elbow and its clinical relevance. *EFORT Open Rev.* 2020;5(9):549-557. doi: <https://www.doi.org/10.1302/2058-5241.5.200027>.
13. Wong JS, Lalam R. Plicae: where do they come from and when are they relevant? *Semin Musculoskelet Radiol.* 2019;23(5):547-568. doi: <https://www.doi.org/10.1055/s-0039-1693979>.
14. Matsuura T, Kashiwaguchi S, Iwase T, et al. Osteochondral lesions of the elbow: current concepts. *J Med Invest.* 2020;67:217-221.
15. Matsuura T, Iwase T, Iwase J, Sairyo K. Osteochondritis dissecans of the capitellum: review of the literature. *J Med Invest.* 2020;67(3.4):217-221. doi: <https://www.doi.org/10.2152/jmi.67.217>.
16. Kirsch JM, Thomas J, Bedi A, Lawton JN. Current concepts: osteochondritis dissecans of the capitellum and the role of

osteochondral autograft transplantation: osteochondritis dissecans of the capitellum and the role of osteochondral autograft transplantation. *HAND*. 2016;11(4):396-402. doi: <https://www.doi.org/10.1177/1558944716643293>.

17. Fedorka CJ, Oh LS. Posterolateral rotatory instability of the elbow. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2016;9(2):240-246. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s12178-016-9345-8>.

18. Conti Mica M, Caekebeke P, van Riet R. Lateral collateral ligament injuries of the elbow - chronic posterolateral rotatory instability (PLRI). *EFORT Open Rev*. 2017;1(12):461-468. doi: <https://www.doi.org/10.1302/2058-5241.160033>.

19. Kholinne E, Liu H, Kim H, Kwak J-M, Koh K-H, Jeon I-H. Systematic review of elbow instability in association with refractory lateral epicondylitis: myth or fact?. *Am J Sports Med*. 2021;49(9):2542-2550. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546520980133>.

20. Kim DH, Gambardella RA, Elattrache NS, Yocum LA, Jobe FW. Arthroscopic treatment of posterolateral elbow impingement from lateral synovial plicae in throwing athletes and golfers. *Am J Sports Med*. 2006;34(3):438-444. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546505281917>.

21. O'Brien MJ, Savoie FH 3rd. Arthroscopic and open management of posterolateral rotatory instability of the elbow. *Sports Med Arthrosc Rev*. 2014;22(3):194-200. doi: <https://www.doi.org/10.1097/JSA.0000000000000029>.

22. Bradley JP, Petrie RS. Osteochondritis dissecans of the humeral capitellum: diagnosis and treatment. *Clin Sports Med*. 2001;20(3):565-590. doi: [https://www.doi.org/10.1016/s0278-5919\(05\)70270-2](https://www.doi.org/10.1016/s0278-5919(05)70270-2).

Abordaje posterior mini-open: una alternativa eficaz para la fijación de fracturas por avulsión del LCP

Cristian C. Fajardo Cantillo¹, Helberth A. González Rico¹, María P. Romero Correa², Daniel F. Peña Piñeros¹, Isabella Rodríguez Alonso²

1. Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud - FUCS, Bogotá, Colombia

2. Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia

RESUMEN

Introducción: las fracturas por avulsión del ligamento cruzado posterior (LCP) son lesiones infrecuentes asociadas a inestabilidad posterior y artrosis precoz, si no se tratan oportunamente.

Objetivos: describir los aspectos técnicos de una técnica *mini-open* posterior para la fijación de fracturas por avulsión tibial del LCP y reportar los resultados funcionales, clínicos y las complicaciones en 16 casos intervenidos con esta modalidad.

Materiales y métodos: se evaluaron 16 pacientes consecutivos operados mediante fijación con 2 tornillos canulados con arandela mediante abordaje posterior *mini-open*. Se implementó rehabilitación temprana y se evaluaron resultados funcionales y radiográficos de consolidación.

Resultados: la edad media fue de 29.2 años (21-50), con predominio masculino (94 %) y todos los casos fueron secundarios a accidentes de tránsito. Se logró reducción anatómica y consolidación ósea en el 100 %, sin desplazamientos secundarios. Lysholm promedio de 91.1 ± 8.8 ; IKDC de 71.9 ± 7.9 ; y Tegner 3.1 ± 1.6 . Todos alcanzaron marcha independiente y reintegro laboral/deportivo al tercer y sexto mes, respectivamente. No hubo complicaciones mayores; la rigidez leve/moderada y dolor residual leve fueron los eventos menores más frecuentes.

Conclusión: la fijación *mini-open* posterior permite una reducción anatómica estable, permite la rehabilitación temprana y ofrece resultados satisfactorios, con baja tasa de complicaciones en avulsiones del LCP.

Palabras clave: Fractura por avulsión; Ligamento cruzado posterior; Avulsión tibial; Inestabilidad posterior de rodilla; Abordaje mini-open; Rehabilitación

Nivel de evidencia: IV. Estudio de Cohorte Retrospectivo

Autor de correspondencia: Helberth A. González Rico, hagonzalez@fucsalud.edu.co

Recibido: 4/02/2026 Aceptado: 1/05/2026 Publicado: 1/08/2026

DOI: <https://doi.org/10.63403/re.v33i2.483>

Cómo citar: Fajardo Cantillo CC, González Rico HA, Romero Correa MP, Peña Piñeros DF, Rodríguez Alonso I. Abordaje posterior mini-open: una alternativa eficaz para la fijación de fracturas por avulsión del LCP. Relart 2026;33(2): 168-174.

Posterior Mini-Open Approach for Fixation of PCL Avulsion Fractures

ABSTRACT

Introduction: posterior cruciate ligament (PCL) avulsion fractures are uncommon injuries associated with posterior instability and early osteoarthritis if not treated promptly.

Objectives: describe the technical aspects of a mini-open posterior approach for the fixation of tibial PCL avulsion fractures and to report the functional and clinical outcomes, as well as complications, in 16 cases treated with this technique.

Methods: a total of 16 consecutive patients underwent fixation using two cannulated screws with washers through a mini-open posterior approach. Early rehabilitation was implemented, and functional and radiographic consolidation outcomes were evaluated.

Results: the mean age was 29.2 years (range 21–50), with a predominance of male patients (94%), and all injuries were secondary to traffic accidents. Anatomical reduction and bone union were achieved in 100% of cases, with no secondary displacement. The mean Lysholm score was 91.1 ± 8.8 , IKDC score 71.9 ± 7.9 , and Tegner score 3.1 ± 1.6 . All patients achieved independent ambulation and returned to work and sports activities by the third and sixth postoperative month, respectively. No major complications were observed; mild-to-moderate stiffness and mild residual pain were the most frequent minor complications.

Conclusion: the mini-open posterior fixation technique allows stable anatomical reduction, facilitates early rehabilitation, and provides satisfactory outcomes with a low complication rate in PCL avulsion fractures.

Keywords: Avulsion fracture; Posterior cruciate ligament; Tibial avulsion; Posterior knee instability; Mini-open surgical approach; Rehabilitation

Level of evidence: IV. Retrospective Cohort Study

INTRODUCCIÓN

Las lesiones del ligamento cruzado posterior (LCP) son poco frecuentes (3-38 % de las lesiones de la rodilla). Las fracturas por avulsión del LCP son una variante extremadamente rara de esta lesión, y se localizan, en su mayoría, en su inserción tibial.

El mecanismo más frecuente es el trauma de alta energía, especialmente accidentes de tránsito, donde el impacto sobre la tibia con la rodilla en flexión genera la avulsión; un segundo mecanismo descrito es la hiperextensión en contexto deportivo.¹ Su relevancia clínica radica en que, cuando no se diagnostican y tratan de forma oportuna, pueden generar inestabilidad posterior persistente, limitación funcional y cambios degenerativos precoces.^{1,2} Desde el punto de vista anatómico, parte de las fibras del LCP se insertan fuera de la cavidad articular, por lo que el fragmento óseo avulsionado puede quedar interpuesto entre cápsula y tejidos blandos. Esto dificulta la reducción cerrada y explica la frecuente indicación quirúrgica.

Entre las alternativas terapéuticas descriptas se encuentran la reducción abierta y fijación interna con tornillos u otros implantes, así como distintas técnicas artroscópicas con suturas, túneles tibiales y botones corticales.¹⁻⁵ La artroscopia ofrece ventajas potenciales, como el tratamiento simultáneo de lesiones intraarticulares asociadas y una menor agresión cutánea. Sin embargo, también implica una mayor complejidad técnica y, en estudios comparativos, no ha demostrado una superioridad funcional

consistente frente al abordaje abierto cuando se obtiene una reducción anatómica y una fijación estable.^{2,4-6} En este contexto, el abordaje posterior *mini-open* representa una alternativa de especial interés y con resultados clínicos satisfactorios en series recientes,^{5,7} ya que permite la visualización directa del foco de fractura, reducción anatómica y fijación estable, con menor disección de partes blandas en comparación con los abordajes posteriores extensos. No obstante, la evidencia disponible sigue siendo limitada y predominantemente retrospectiva, por lo que resulta pertinente comunicar nuevas series clínicas que permitan valorar la reproducibilidad y seguridad de esta técnica.^{5,6}

Con base en lo anterior, planteamos la hipótesis de que la fijación de las fracturas por avulsión tibial del LCP mediante un abordaje posterior *mini-open* permite obtener una reducción anatómica, consolidación ósea y resultados funcionales satisfactorios, con una baja tasa de complicaciones.

El objetivo de este trabajo fue describir los aspectos técnicos de una técnica quirúrgica *mini-open* posterior para el tratamiento de fracturas por avulsión tibial del LCP y evaluar sus resultados funcionales, radiológicos y complicaciones en una serie de casos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio de cohorte retrospectivo. Se incluyeron 16 pacientes tratados entre 2023 y 2025 con diagnóstico confirmado de fractura por avulsión

del LCP mediante radiografía y/o tomografía, manejados mediante reducción abierta y fijación interna a través de una técnica *mini-open*, con una mediana de seguimiento clínico y radiográfico de 12.5 meses (rango, 3-23), con una media de 13.1 ± 4.4 meses. Se excluyeron pacientes con lesiones multiligamentarias complejas, aquellos tratados por artroscopia y casos con pérdida de seguimiento o datos incompletos. En cuanto al tratamiento, todos fueron intervenidos mediante reducción abierta y fijación interna por abordaje *mini-open*, utilizando como método de osteosíntesis la fijación con 2 tornillos canulados con arandela (15 casos, 94 %), mientras que en un caso se empleó la fijación con 3 tornillos.

Además, se realizó una revisión narrativa de la literatura, en la cual se consultaron las bases de datos PubMed, Cochrane y ScienceDirect. Se seleccionaron artículos publicados en inglés y en español durante los últimos 10 años, que incluyeran estudios relacionados con el tratamiento quirúrgico abierto de fracturas por avulsión del LCP, incluidos reportes y series de casos. Los estudios seleccionados fueron aquellos considerados más relevantes, y la información se organizó de acuerdo con los resultados funcionales y las complicaciones reportados, y la comparación entre los abordajes abiertos y artroscópicos. Se excluyeron aquellos trabajos centrados exclusivamente en técnicas artroscópicas.

Técnica quirúrgica

Se realizó un abordaje posterior *mini-open* (de 6 cm) de la rodilla, orientado ligeramente hacia la cara medial para disminuir el riesgo de lesión del paquete vasculonervioso poplíteo (Fig. 1A). La disección se efectuó cuidadosamente a través del plano intermuscular entre el gastrocnemio medial y el semimembranoso, separando la masa muscular y protegiendo en todo momento las estructuras neurovasculares profundas (Fig. 1B), con mínimo daño en tejidos blandos.

Una vez identificado el plano posterior de la rodilla, se expuso directamente el sitio de la fractura. Se practicó una capsulotomía posterior controlada y se drenó el hematoma para permitir una visualización adecuada del foco de fractura. La reducción anatómica del fragmento avulsionado se efectuó bajo visión directa, confirmando la correcta alineación con la superficie tibial (Fig. 1C).

Posteriormente, la fijación se realizó mediante 2 tornillos canulados con arandela, asegurando una compresión estable y una fijación firme del fragmento óseo (Fig. 1D). Durante el procedimiento, se verificó la correcta reducción de la espina tibial posterior y la adecuada orientación del material de osteosíntesis mediante intensificador de imágenes, confirmando la restitución anatómica de la superficie articular y la correcta posición del material. Esta configuración permitió una reducción estable que facilitó el inicio de un protocolo de rehabilitación temprana, minimizando el riesgo de desplazamiento secundario y promoviendo una recuperación funcional.

Evaluación clínica

Se realizaron controles postoperatorios a las 2, 6 y 12 semanas, y luego según evolución. Se registró dolor, estabilidad, rango de movilidad y marcha. La estabilidad posterior se evaluó de forma objetiva mediante la prueba de cajón posterior comparativa con la rodilla contralateral. La función final se cuantificó con Lysholm, IKDC subjetiva y Tegner, instrumentos ampliamente utilizados para la valoración clínica y funcional de pacientes con lesiones ligamentarias de rodilla.⁸⁻¹⁰

Evaluación radiológica

Se realizaron radiografías AP y lateral de rodilla en postoperatorio inmediato (Fig. 2), entre las cuarta y sexta semanas y al momento de consolidación; además, tomografía preoperatoria para caracterizar el fragmento. Se evaluó la consolidación definida por continuidad trabecular y ausencia de dolor a la carga. Se registraron la pérdida de reducción, falla de implante o pseudoartrosis.

Tras la fijación estable, se indicó un protocolo de

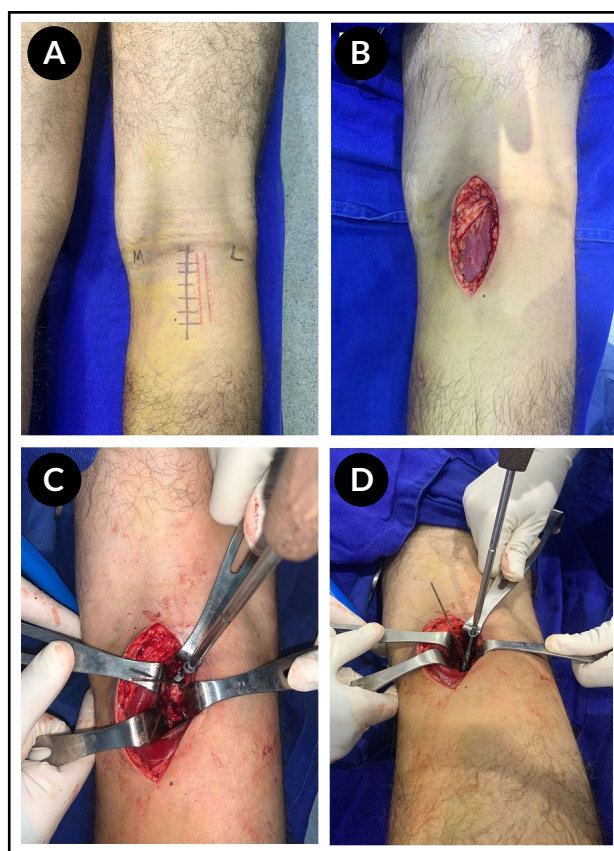


Figura 1. Abordaje posterior *mini-open* en fracturas por avulsión del LCP. A) Posicionamiento en prono y marcación. B) Abordaje posterior en plano intermuscular entre el gastrocnemio medial y el semimembranoso. C) Visualización directa de foco de fractura tras capsulotomía y drenaje de hematoma fracturario. D) Reducción directa y fijación de fractura con material de osteosíntesis.

rehabilitación postoperatoria orientado al control del dolor y el edema, la recuperación progresiva del rango de movilidad, la reeducación de la marcha y el fortalecimiento muscular escalonado. Se inició movilización temprana con ejercicios isométricos y elevación activa de la extremidad, junto con restricción de apoyo por las primeras 2 semanas, apoyo protegido o parcial según tolerancia durante las siguientes 4 semanas. La movilidad pasiva se progresó de forma gradual en las primeras semanas, seguida de movilidad activa progresiva. El apoyo completo se autorizó únicamente una vez evidenciada consolidación ósea y estabilidad de la fijación en los controles radiográficos. La progresión funcional se individualizó de acuerdo con la evolución clínica y radiográfica de cada paciente.^{7,11}

Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo de la información. Las variables cuantitativas se expresaron como media, desviación estándar, mediana y rango, mientras que las variables cualitativas se resumieron mediante

frecuencias absolutas y porcentajes. Debido al diseño retrospectivo descriptivo del estudio y a la ausencia de un grupo comparativo, no se efectuaron análisis inferenciales.

RESULTADOS

La población estudiada presentó una edad media de 29.2 años (rango, 21-50), con predominio del sexo masculino (15 pacientes, 94 %) y un caso femenino (6 %). El mecanismo de trauma en todos los casos fue accidente de tránsito, presentados al servicio de urgencias con dolor, edema y limitación en movilidad, con distribución equitativa en cuanto al lado afectado (8 rodillas derechas y 8 izquierdas), con predominio de inestabilidad posterior en la exploración física. Nueve pacientes (56 %) presentaron lesiones asociadas, la más frecuente fue la fractura concomitante de platillo tibial medial o lateral en 5 casos (31 %).

Resultados clínicos y funcionales

Tras la cirugía, todos los pacientes mostraron mejoría progresiva de la estabilidad y movilidad en

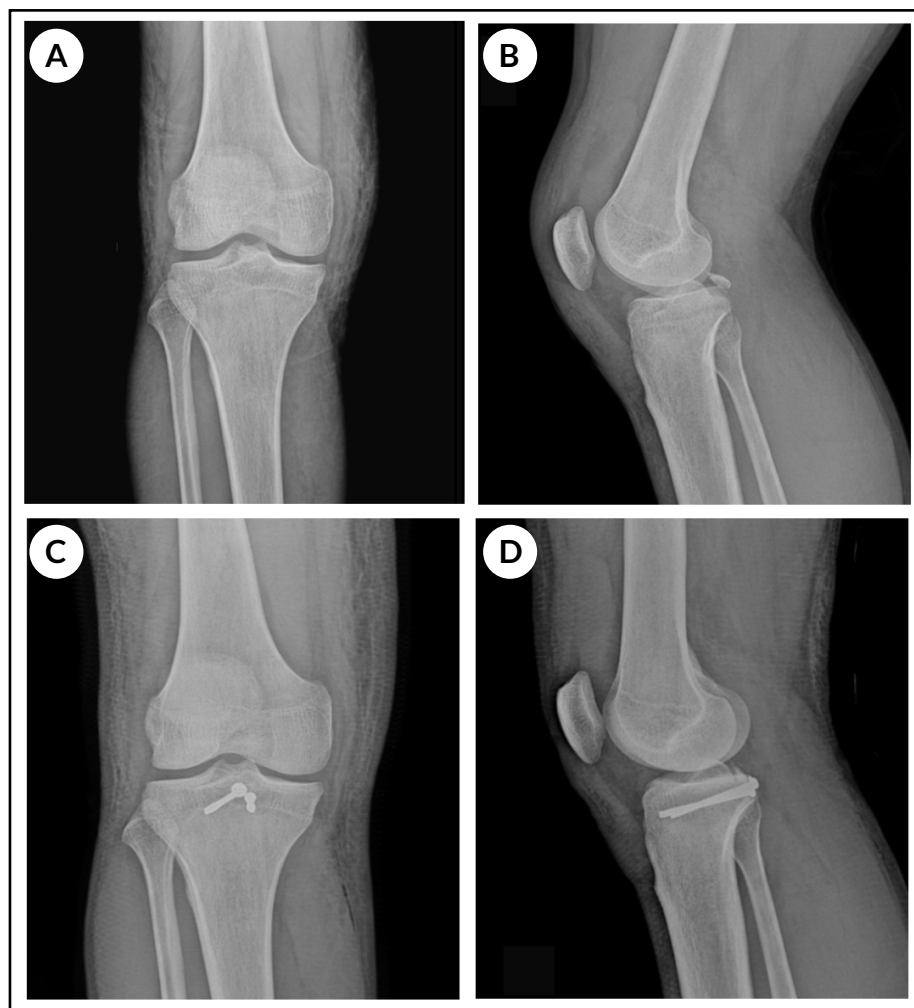


Figura 2. Radiografías de rodilla. A-B) Preoperatorias. C-D) Postoperatorias.

el seguimiento. A los 3 meses alcanzaron marcha independiente sin ayudas externas y a los 6 meses lograron reincorporación a actividades cotidianas. En la evaluación funcional, la escala de Lysholm presentó un puntaje promedio de 91.1 ± 8.8 (rango, 62-100), lo que representa un resultado bueno a excelente. La escala IKDC subjetiva mostró un promedio de 71.9 ± 7.9 (rango, 56-81), reflejando una recuperación funcional satisfactoria. La escala de Tegner alcanzó un promedio de 3.1 ± 1.6 (rango, 1-6), que evidencia un retorno adecuado a actividades recreativas y deportivas de baja a moderada intensidad. Estos hallazgos son consistentes con lo reportado en la literatura.

Diversos estudios indican que la fijación de las fracturas por avulsión del LCP, tanto mediante técnicas abiertas como artroscópicas, conducen a una recuperación satisfactoria de la función, con rangos de movilidad postoperatoria entre 120° y 140° de flexión y extensión completa en la mayoría de los casos. Guo *et al.* reportaron un Lysholm promedio de 94 y un IKDC de 92 en pacientes tratados con técnica mínimamente invasiva.⁷ Un metaanálisis reciente de Gopinath *et al.* encontró un Lysholm promedio de 92.4 e IKDC de 87.3, con buenos resultados tanto para la técnica abierta como artroscópica.⁶ En general, los estudios no muestran diferencias significativas en la recuperación funcional cuando la reducción es anatómica y estable.

Resultados radiológicos

En la evaluación radiológica postoperatoria temprana realizada en los 16 pacientes (100 %), se confirmó una reducción anatómica adecuada del fragmento avulsionado de la espina tibial posterior, con correcta restitución del contorno articular y sin evidencia de desplazamiento residual. La verificación intraoperatoria se efectuó mediante fluoroscopia. Posteriormente, todos los pacientes contaron con radiografías de rodilla dentro de las primeras 4 semanas postoperatorias (ver Fig. 2 C-D), en las cuales se evaluó la reducción, la estabilidad de la fijación y la ausencia de aflojamiento o complicaciones mecánicas. La consolidación clínica fue consistente en la totalidad de los casos, lo que correlaciona con la evolución funcional. Estos hallazgos son concordantes con lo reportado en la literatura,^{1,2,6} con tasas de consolidación superiores al 95-99 % tras fijación estable de las fracturas por avulsión del LCP, con baja incidencia de desplazamiento secundario o falla del implante.

Complicaciones

No se registraron complicaciones mayores. La más frecuente fue rigidez articular leve a moderada, principalmente en pacientes con baja adherencia al protocolo de rehabilitación. Algunos presentaron dolor residual leve transitorio. No se registraron infecciones, pseudoartrosis ni necesidad de reintervención quirúrgica. Katsman *et al.* reportan tasas de artrofibrosis de hasta 36 % en abordaje artroscópico y hasta

25 % en abierto.¹ Gopinath *et al.* señalan que el dolor residual rara vez limita la función.⁶ En nuestra serie, las complicaciones no comprometieron la evolución funcional global.

DISCUSIÓN

Las lesiones del LCP son poco comunes, y las fracturas por su avulsión representan una entidad aún más infrecuente, con una incidencia desconocida.² Estas pueden ocasionar inestabilidad articular y cambios degenerativos tempranos si no se tratan adecuadamente.¹ El mecanismo de lesión más habitual corresponde a accidentes de tránsito, seguido por el trauma deportivo de alta energía.

El manejo óptimo de estas fracturas continúa siendo motivo de debate. Aunque se han detallado resultados favorables con el tratamiento conservador en casos seleccionados, la mayoría de los estudios reportan resultados insatisfactorios y una mayor tasa de pseudoartrosis con esta modalidad.⁶ En consecuencia, el tratamiento quirúrgico se considera la opción más adecuada para lograr la estabilidad y la reducción anatómica. Si bien la artroscopia ofrece menor invasión y posibilidad de tratar lesiones intraarticulares asociadas, no ha demostrado superioridad funcional significativa sobre el abordaje abierto cuando la reducción es anatómica y estable.^{2,6}

En el presente estudio se incluyeron 16 pacientes con diagnóstico confirmado de fractura por avulsión del LCP tratados mediante reducción abierta y fijación interna a través de una técnica *mini-open*, con resultados funcionales satisfactorios. Todos los pacientes alcanzaron la marcha independiente y el retorno a sus actividades cotidianas al tercer y sexto mes, respectivamente.

En la evaluación funcional, la escala de Lysholm presentó un promedio de 91.1 ± 8.8 clasificando la mayoría de los resultados como buenos o excelentes; la escala IKDC subjetiva arrojó un promedio de 71.9 ± 7.9 y la escala de Tegner, 3.1 ± 1.6 , lo que evidencia un retorno satisfactorio a las actividades recreativas. Estos hallazgos son consistentes con los resultados de Juneja *et al.*,¹² quienes, en una serie de 27 pacientes, reportaron consolidación a las 12 semanas promedio y resultados funcionales favorables tras la fijación abierta.

Respecto a las complicaciones, la rigidez articular y la artrofibrosis se han señalado como las más comunes tras la fijación de fracturas por avulsión del LCP, tanto en abordajes abiertos como artroscópicos; sin embargo, es en estos últimos donde se han reportado con mayor frecuencia, tal como lo muestra Hooper *et al.*² quienes informaron tasas de artrofibrosis de hasta 36 % en los abordajes artroscópicos frente a un máximo de 25 % en los abiertos.

En el presente estudio, la evolución fue satisfactoria en la mayoría de los casos. La complicación más frecuente observada fue la rigidez articular leve a moderada, especialmente en pacientes con baja adherencia al protocolo de rehabilitación, junto con dolor

residual leve, ambos resueltos mediante fisioterapia dirigida. No se manifestaron casos de infección, pseudoartrosis ni aflojamiento del material. Estos hallazgos refuerzan que la técnica *mini-open* empleada en nuestra serie es segura y efectiva, con baja morbilidad y complicaciones mínimas.

El propósito de este estudio fue evaluar los resultados obtenidos con la técnica *mini-open* como alternativa eficaz para el tratamiento de estas fracturas. Aunque la artroscopia ofrece ventajas teóricas como una menor agresión cutánea, la posibilidad de tratar lesiones intraarticulares asociadas y una visualización amplia del entorno articular, estas no necesariamente se traducen en una superioridad funcional consistente. Sundararajan *et al.*, en un ensayo clínico aleatorizado que comparó reducción abierta y fijación interna con reducción y fijación artroscópica, encontraron resultados funcionales y radiológicos comparables entre ambos grupos al seguimiento final, aunque el abordaje abierto presentó menor tiempo quirúrgico y costos, mientras que el grupo artroscópico mostró complicaciones, como pseudoartrosis y una lesión vascular iatrogénica.⁴ En la misma línea, estudios comparativos recientes han expuesto que diferentes técnicas –incluidas la fijación artroscópica con suturas, suspensión con Endobutton® y fijación abierta con tornillos– pueden alcanzar buenos resultados clínicos y radiológicos, sin diferencias funcionales marcadas cuando la reducción y la fijación son adecuadas.⁵

En este contexto, el abordaje posterior *mini-open* representa una alternativa especialmente atractiva en fracturas desplazadas o con fragmentos óseos de tamaño suficiente para fijación con tornillos, ya que combina exposición directa del foco, reducción anatómica y fijación estable con una disección de partes blandas limitada. Además, permite una curva de aprendizaje más accesible que algunas técnicas artroscópicas y puede resultar más reproducible en centros donde la disponibilidad de instrumental o experiencia artroscópica avanzada es menor. Series previas con abordajes abiertos mínimamente invasivos han reportado resultados funcionales favorables, bajo índice de complicaciones y adecuada consolidación, lo que respalda la utilidad de esta estrategia quirúrgica.^{7,11}

Entre las fortalezas del estudio destacan la homogeneidad en la técnica quirúrgica empleada, la evaluación funcional mediante escalas reconocidas y la consolidación radiográfica obtenida en toda la cohorte. No obstante, este trabajo presenta limitaciones importantes. En primer lugar, su diseño retrospectivo implica un riesgo inherente de sesgo de selección y de información. En segundo lugar, el tamaño muestral es reducido, lo que limita la precisión de las estimaciones y la posibilidad de generalizar los resultados. En tercer lugar, la ausencia de un grupo comparativo impide establecer conclusiones definitivas sobre superioridad frente a otras técnicas, particularmente las artroscópicas. Adicionalmente, aunque el seguimiento fue suficiente para valorar consolidación y evolu-

ción funcional temprana, su duración y variabilidad entre pacientes limitan la evaluación de desenlaces a más largo plazo, como laxitud residual o degeneración articular. Finalmente, la revisión incluida en el manuscrito fue narrativa y no sistemática, por lo que su propósito fue contextualizar los hallazgos más que establecer comparaciones cuantitativas formales.

CONCLUSIÓN

La fijación abierta *mini-open* posterior para fracturas por avulsión tibial del LCP es una técnica segura, anatómicamente precisa y con bajo índice de complicaciones. Permite fijación estable que favorece la rehabilitación temprana y recuperación funcional. La experiencia en 16 casos demuestra que constituye una alternativa efectiva a la artroscopia, especialmente en fracturas desplazadas o con fragmentos grandes en ausencia de otras lesiones intraarticulares, con los beneficios de una técnica mínimamente invasiva. No obstante, debido al diseño retrospectivo del estudio y a la ausencia de un grupo comparativo, se requieren trabajos prospectivos y comparativos con mayor tamaño muestral para definir con mayor precisión su indicación frente a otras técnicas quirúrgicas.

Contribuciones de autoría: Conceptualización (CCFC, HAGR). Análisis formal, Visualización (CCFC, HAGR, MPRC). Captación de fondos (CCFC). Investigación y metodología (CCFC, HAGR, MPRC, DFPP, IRA). Administración del proyecto, Supervisión y Validación, Redacción - revisión y edición (CCFC, HAGR). Redacción - borrador original (MPRC, DFPP, IRA).

Conflictos de intereses: los autores declaran no tener conflictos de interés relacionados con este estudio.

Financiamiento: los autores declaran que no hubo financiamiento externo para la realización de este estudio.

REFERENCIAS

1. Katsman A, Strauss EJ, Campbell KA, Alaia MJ. Posterior cruciate ligament avulsion fractures. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2018;11(3):503-509. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s12178-018-9491-2>.
2. Hooper PO 3rd, Silko C, Malcolm TL, Farrow LD. Management of posterior cruciate ligament tibial avulsion injuries: a systematic review. *Am J Sports Med*. 2018;46(3):734-742. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546517701911>.
3. Qi H, Lu Y, Li M, Ren C, Xu Y, Ma T, et al. Open reduction and internal fixation of the tibial avulsion fracture of the posterior cruciate ligament: which is better, a hollow lag screw combined with a gasket or a homemade hook plate? *BMC Musculoskelet Disord*. 2022;23(1):143. doi: <https://www.doi.org/10.1186/s12891-022-05096-0>.
4. Sundararajan SR, Joseph JB, Ramakanth R, Jha AK, Rajasekaran S. Arthroscopic reduction and internal fixation

(ARIF) versus open reduction internal fixation (ORIF) to elucidate the difference for tibial side PCL avulsion fixation: a randomized controlled trial (RCT). *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2021;29(4):1251-1257. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00167-020-06144-9>.

5. Wen G, Chen C, Wang S, Jiang Z, Feng S, Zheng W. Comparison of three surgical methods for displaced posterior cruciate ligament tibial insertion avulsion fractures: a retrospective study. *J Orthop Surg Res.* 2025;20(1):333. doi: <https://www.doi.org/10.1186/s13018-025-05703-5>.

6. Gopinath V, Mameri ES, Casanova FJ, Khan ZA, Jackson GR, McCormick JR, et al. Systematic review and meta-analysis of clinical outcomes after management of posterior cruciate ligament tibial avulsion fractures. *Orthop J Sports Med.* 2023;11(9):23259671231188383. doi: <https://www.doi.org/10.1177/23259671231188383>.

7. Guo H, Zhao Y, Gao L, Wang C, Shang X, Fan H, et al. Treatment of avulsion fracture of posterior cruciate ligament tibial insertion by minimally invasive approach in posterior medial knee. *Front Surg.* 2023;9:885669. doi: <https://www.doi.org/10.3389/fsurg.2022.885669>.

8. Lysholm J, Gillquist J. Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *Am J Sports Med.* 1982;10(3):150-154. doi: <https://www.doi.org/10.1177/036354658201000306>.

9. Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop Relat Res.* 1985;(198):43-49.

10. Irrgang JJ, Anderson AF, Boland AL, Harner CD, Kurosaka M, Neyret P, et al. Development and validation of the international knee documentation committee subjective knee form. *Am J Sports Med.* 2001;29(5):600-613. doi: <https://www.doi.org/10.1177/03635465010290051301>.

11. Abdallah AA, Arafa MS. Treatment of posterior cruciate ligament tibial avulsion by a minimally-invasive open posterior approach. *Injury.* 2017;48(7):1644-1649. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.injury.2017.05.032>.

12. Juneja J, Asiger M, Kumar D, Sharma A, Jain MP, Talesra A, et al. Clinical and functional outcome of isolated posterior cruciate ligament avulsion fractures treated by open reduction and internal fixation. *Int J Res Orthop.* 2022;8(3):325-330. doi: <https://www.doi.org/10.18203/issn.2455-4510.IntJResOrthop20221120>.

Resultados clínicos de la reparación de la raíz meniscal: una revisión narrativa de la literatura

César A. Jiménez-Aroche¹, Juan R. Jiménez Castro¹, José E. Miranda Mayén¹,
Laurence J. Conway Restrepo²

1. Instituto Nacional de Rehabilitación "Luis Guillermo Ibarra Ibarra". Ciudad de México, México

2. Hospital Santo Tomás. Ciudad de Panamá, Panamá

RESUMEN

Las roturas de la raíz meniscal se comportan biomecánicamente como una meniscectomía total, provocando un aumento de las presiones tibiofemorales, extrusión meniscal y degeneración acelerada del cartílago. En la última década, la reparación de raíz ha surgido como la estrategia preferida para preservar la función meniscal; sin embargo, los resultados clínicos a largo plazo siguen siendo variables. El objetivo de esta revisión fue resumir los resultados clínicos, radiológicos y de supervivencia articular de la reparación de la raíz meniscal medial y lateral reportados en los últimos 15 años, con mayor peso en las raíces mediales debido a su interés clínico y presencia en la literatura, comparándolos con la meniscectomía y el tratamiento conservador. Se realizó una revisión narrativa siguiendo los criterios de SANRA. Los estudios publicados entre 2010 y 2025 se buscaron en PubMed y Scopus usando los términos "meniscal root tear", "posterior root repair", "medial meniscus posterior root tear", "MMPRT", "LMPRT", "pull-out repair", "meniscal extrusion" y "meniscal root outcomes". Se incluyeron estudios con ≥ 12 meses de seguimiento que reportaron resultados clínicos, progresión radiográfica o conversión a artroplastia, priorizando aquellos con ≥ 5 y ≥ 10 años. Se analizaron 22 estudios. La reparación de raíz mostró mejores resultados funcionales (IKDC, KOOS, Lysholm), menor progresión de la artrosis y tasas significativamente menores de conversión a artroplastia total de rodilla en comparación con la meniscectomía y el manejo no quirúrgico. En las revisiones ≥ 10 años, la meniscectomía por desgarros de la raíz medial mostró una progresión acelerada de la artrosis y hasta un 72 % de ATR, mientras que la reparación preservó mejor el espacio y la función articular. La resonancia evidenció una reducción parcial de la extrusión y tasas de cicatrización del 70-80 %. La edad avanzada, el varo de rodillas, la obesidad y la artrosis preexistente se asociaron con peores resultados. En conjunto, la evidencia reciente apoya que la reparación de la raíz meniscal es la opción terapéutica más eficaz para preservar la función y retrasar la degeneración articular en rodillas con condiciones biológicas y mecánicas favorables.

Palabras clave: Rotura de la raíz meniscal; Reparación de la raíz posterior; Rotura de la raíz posterior del menisco medial; MMPRT; LMPRT; Pull-out repair; Extrusión meniscal; Resultados de la raíz meniscal

Nivel de evidencia: V. Revisión Narrativa

Autor de correspondencia: Juan R. Jiménez Castro, dr.jurajim24@gmail.com

Recibido: 29/01/2026 Aceptado: 9/05/2026 Publicado: 1/08/2026

DOI: <https://doi.org/10.63403/re.v33i2.485>

Cómo citar: Jiménez-Aroche CA, Jiménez Castro JR, Miranda Mayén JE, Conway Restrepo LJ. Resultados clínicos de la reparación de la raíz meniscal: una revisión narrativa de la literatura. Relart 2026;33(2): 175-183.

Clinical Outcomes of Meniscal Root Repair: A Narrative Review of the Literature

ABSTRACT

Meniscal root tears behave biomechanically like a total meniscectomy, causing increased tibiofemoral pressures, meniscal extrusion, and accelerated cartilage degeneration. In the last decade, root repair has emerged as the preferred strategy for preserving meniscal function; however, long-term clinical outcomes remain variable. The aim of this study was to summarize the clinical, radiological, and joint survival outcomes of medial and lateral meniscal root repair reported in the last 15 years, with a greater focus on medial meniscal roots than lateral ones, due to their prominence in the literature, comparing them with meniscectomy and conservative treatment. A narrative review was conducted following the SANRA criteria. Studies published between 2010 and 2025 were searched in PubMed and Scopus using the terms “meniscus root tear”, “posterior root repair”, “MMPRT”, and “pull-out repair”. Studies with ≥ 12 months of follow-up reporting clinical outcomes, radiographic progression, or conversion to arthroplasty were included, prioritizing those with ≥ 5 and ≥ 10 years. Twenty-two studies were included. Root repair showed better functional results (IKDC, KOOS, Lysholm), less progression of osteoarthritis, and significantly lower rates of conversion to total knee arthroplasty compared with meniscectomy and nonoperative management. At follow-ups ≥ 10 years, meniscectomy for medial root tears showed accelerated OA progression and up to 72% TKA, while repair better preserved joint space and function. MRI demonstrated partial reduction of extrusion and healing rates of 70-80%. Advanced age, varus, obesity, and preexisting OA were associated with worse outcomes. Overall, recent evidence supports meniscal root repair as the most effective therapeutic option for preserving function and delaying joint degeneration, provided that the knee has favorable biological and mechanical conditions for recovery.

Keywords: Meniscus root tear; Posterior root repair; Medial meniscus posterior root tear; MMPRT; LMPRT; Pull-out repair; Meniscal extrusion; Meniscal root outcome

Level of evidence: V. Narrative Review

INTRODUCCIÓN

Las roturas de la raíz meniscal, especialmente los desgarros de la raíz posterior del menisco medial (MMPRT, las siglas por su denominación en inglés), representan un subtipo único y altamente mórbido de lesión meniscal que compromete fundamentalmente la competencia biomecánica de la articulación tibiofemoral. La pérdida de la inserción radicular impide la conversión de cargas axiales en tensión circunferencial (*hoop stress*), generando un aumento significativo de las presiones de contacto y una disfunción funcional equivalente a una meniscectomía total, como ha sido demostrado en múltiples estudios, donde se reporta un aumento de hasta el 50 % en las presiones de contacto, lo que favorece la progresión acelerada hacia la artrosis.¹⁻³

Clínicamente, las lesiones de raíz han ganado reconocimiento progresivo en la última década gracias a mejoras en los protocolos de resonancia nuclear magnética (RNM), una mayor concientización entre los cirujanos ortopédicos y criterios diagnósticos más refinados. Las presentaciones típicas incluyen adultos de mediana edad o mayores con mecanismos de baja energía, dolor agudo en la línea posterior de la articulación medial y síntomas mecánicos persistentes. En estos pacientes, la RNM suele mostrar el característico “signo fantasma”, un aumento de la extrusión meniscal y un edema subcondral significativo, hallazgos fuertemente correlacionados con avulsión de la raíz o desgarró radial cerca de la inserción del cuerno posterior.⁴⁻⁶

Históricamente, la meniscectomía, a menudo subtotal o completa, era el tratamiento estándar para estas

lesiones. Sin embargo, la evidencia a largo plazo ha mostrado resultados muy pobres con esta estrategia. Varios estudios longitudinales muestran un estrechamiento acelerado del espacio articular, una rápida degradación del cartílago y altas tasas de conversión a artroplastia total de rodilla (ATR) en un plazo de 5-10 años, con algunas series que reportan tasas de ATR de hasta el 72 % a los 10 años de la resección de raíz medial.⁷⁻¹⁰ Un estudio histórico de 10 años realizado por Lamba *et al.* reportó una tasa de fracaso clínico del 96 % tras una meniscectomía parcial en MMPRT, reforzando que la meniscectomía en este contexto es biológicamente equivalente a una catástrofe biomecánica.⁹

Como resultado de estos hallazgos, ha habido un cambio de paradigma hacia la preservación meniscal, convirtiéndose en la estrategia preferida siempre que las condiciones articulares y del paciente lo permitan. El objetivo de la reparación es restaurar la transmisión de carga, minimizar la extrusión meniscal y ralentizar la progresión de la OA. Han evolucionado diversas técnicas quirúrgicas, la más notable es la reparación transtibial por “pull-out”, que recrea la inserción de raíces mediante la tensión de suturas a través de túneles tibiales, y la fijación de ancla, diseñada para reinsertar anatómicamente la raíz en su huella tibial. Los estudios biomecánicos sugieren que las reparaciones anatómicas reducen la extrusión y normalizan las cargas de contacto de forma más eficaz en comparación con las construcciones no anatómicas.¹¹⁻¹⁴

A pesar de la creciente popularidad de la reparación radicular, los resultados clínicos siguen siendo

heterogéneos en la literatura debido a múltiples variables biomecánicas y específicas de cada paciente. Los factores pronósticos más influyentes incluyen el estado preoperatorio del cartílago, la alineación de las extremidades inferiores, el grado de extrusión meniscal, el índice de masa corporal (IMC) y la presencia de deformidad en varo. Numerosas series clínicas han informado que la desalineación, especialmente el varo $>5^\circ$, está fuertemente asociada a una pobre capacidad de cicatrización, extrusión persistente y resultados funcionales subóptimos.¹⁵⁻¹⁷ Además, los pacientes con degeneración avanzada del cartílago (Kellgren–Lawrence ≥ 3 , Outerbridge III–IV) presentan consistentemente resultados postoperatorios inferiores y una mayor probabilidad de progresión hacia la artroplastia a pesar de las reparaciones técnicamente exitosas.^{17,18}

Los datos a corto y mediano plazo han mostrado generalmente mejoras favorables en escalas clínicas como IKDC, KOOS y Lysholm tras la reparación radicular, con múltiples estudios que reportan mejoras significativas mantenidas hasta por 5 años.¹⁸⁻²¹ Los estudios basados en RNM también reportan mejoría parcial en la extrusión meniscal, con reducciones típicas de 0.5–1.5 mm, y tasas de cicatrización del 70–80 %, aunque la restauración anatómica completa es infrecuente.¹⁸⁻²² Es importante señalar que el grado de curación radiológica no siempre se correlaciona con resultados clínicos, lo que sugiere que incluso una restauración parcial de la continuidad radicular puede ser suficiente para lograr una mejoría sintomática.¹⁹⁻²¹

Quizá la evidencia más influyente proviene de estudios de seguimiento a largo plazo (>10 años). Chung *et al.* demostraron que la reparación de la MMPRT a los 10 años resultó en una progresión significativamente menor de la artrosis, mejor preservación del espacio articular y una proporción notablemente menor de pacientes que requirieron ATR en comparación con las cohortes tratadas con meniscectomía.⁷ De manera similar, múltiples análisis comparativos y metaanálisis han concluido consistentemente que la reparación radicular ofrece una mejor preservación articular, menor deterioro radiográfico y mejor supervivencia clínica en comparación con la meniscectomía y el manejo no quirúrgico.^{22,23} Estos hallazgos han redefinido los algoritmos de tratamiento contemporáneos: en rodillas con K-L 0–2 y alineación corregible, la reparación radicular se considera ahora el estándar de oro.

A pesar de estos avances, persisten lagunas significativas en la evidencia. Todavía faltan ensayos clínicos aleatorizados de alta calidad (ECA), ya que la mayor parte de la literatura consiste en estudios de cohorte retrospectivos (nivel III–IV). Además, las indicaciones óptimas para procedimientos concomitantes, como la osteotomía tibial alta (OTA) en rodillas varas, aún no están completamente definidas, y la relevancia a largo plazo de la cicatrización parcial frente a la radiografía completa sigue siendo poco comprendida. Los trabajos futuros deberían centrarse en perfeccionar la selección de pacientes, mejorar las técnicas quirúrgicas, desarrollar estrategias de

aumento biológico y realizar evaluaciones prospectivas a largo plazo.

En conjunto, la evidencia acumulada de la última década respalda firmemente la reparación de la raíz meniscal como el tratamiento preferido en rodillas biológicamente recuperables, ofreciendo mejores resultados funcionales, menor progresión radiográfica y una reducción drástica en las tasas de ATR.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio es proporcionar una síntesis integral de la evidencia actual sobre la reparación de las raíces meniscales, tanto mediales como laterales, con énfasis en los resultados clínicos, radiológicos y de supervivencia en la última década, y comparar estos hallazgos con las alternativas terapéuticas contemporáneas.

METODOLOGÍA

Se realizó una revisión narrativa de la literatura conforme con los criterios de calidad propuestos por Scale for the Assessment of Narrative Review Articles (SANRA). Se realizó una búsqueda en PubMed, Scopus y Google Scholar para identificar estudios publicados entre enero de 2010 y enero de 2025, utilizando los términos “meniscal root tear”, “posterior root repair”, “medial meniscus posterior root tear”, “MMPRT”, “LMPRT”, “pull-out repair”, “meniscal extrusion” y “meniscal root outcomes”.

La búsqueda inicial identificó un total de 180 estudios. Tras la eliminación de duplicados, se evaluaron 110 artículos mediante revisión de título y resumen. Posteriormente, 45 estudios fueron seleccionados para evaluación a texto completo, de los cuales 22 cumplieron con los criterios de inclusión y fueron incluidos en el análisis final, con niveles de evidencia I–V. La selección de estudios fue realizada de manera independiente por 2 revisores. Las discrepancias fueron resueltas mediante consenso y, en caso necesario, mediante la intervención de un tercer revisor.

Se incluyeron estudios clínicos que reportaron resultados funcionales y/o radiológicos, así como tasas de conversión a artroplastia total de rodilla (ATR) con un seguimiento mínimo de 12 meses en el análisis, priorizando aquellos con seguimientos de ≥ 5 y ≥ 10 años.

Se excluyeron estudios biomecánicos o cadavéricos, así como cartas, opiniones o resúmenes incompletos y estudios que no presentaran datos clínicos cuantificables. Los datos extraídos incluyeron las puntuaciones de resultados reportadas por los pacientes (IKDC, KOOS, Lysholm), tasas y características de curación de la RNM, grados de extrusión meniscal, progresión radiográfica según la clasificación Kellgren–Lawrence y tasas de conversión a ATR.

La evidencia se clasificó según el nivel propuesto por el Oxford Centre for Evidence-Based Medicine.

RESULTADOS

Un total de 22 estudios publicados entre 2010 y 2025 cumplieron los criterios de inclusión y fueron analizados en esta revisión (Tabla 1). La literatura seleccionada incluyó estudios biomecánicos, investigaciones diagnósticas mediante resonancia nuclear magnética

(RNM), cohortes clínicas, estudios comparativos y revisiones sistemáticas. En la tabla 1 se puede identificar rápidamente la calidad metodológica, los enfoques terapéuticos estudiados y los principales resultados funcionales, extrusión, cicatrización, progresión radiográfica y conversión a artroplastia total

de rodilla. Se clasifica el tipo de estudio, el nivel de evidencia, las características poblacionales, el seguimiento, las intervenciones evaluadas y los resultados clave. Esta síntesis facilita la visualización de las tendencias generales, fortalezas y limitaciones de la evidencia disponible.

Tabla 1. Resumen de los 22 estudios incluidos en la revisión

N	Autor / Año	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	N (pacientes)	Seguimiento	Intervención / Exposición	Variable principal	Hallazgo cuantitativo clave
1	LaPrade, <i>et al.</i> , 2015. ¹	Diagnóstico, cohorte transversal	III	30	No aplicable	RNM 3.0T para detectar desgarros radiculares	Sensibilidad/especificidad	Se 86 %, Esp 100 %
2	Feucht, <i>et al.</i> , 2015. ²	Revisión sistemática	IV	12 estudios	12-36 meses	Retirada transtibial	Clínica, extrusión, segunda revisión	IKDC mejoró 36→74; La extrusión disminuyó en 4.1 →3.2 mm
3	Hyang Mi Lee, <i>et al.</i> , 2010. ⁵	Diagnóstico, Serie de Casos	IV	18	No	RNM con desgarrado radicular	Signos radiológicos	Extrusión meniscal media de 3,2 mm
4	Lee JH, <i>et al.</i> , 2009. ⁶	Serie de casos	IV	21	2 años	Reparación de pull-out	IKDC, Lysholm	IKDC 45→79; Lysholm 52→85
5	Chung KS, <i>et al.</i> , 2016. ⁷	Metaanálisis	IV	18 estudios	24-60 meses	Reparación radicular	Clínico y radiografía	La extrusión mejoró en 4.3 →2.8 mm
6	Kim JH, <i>et al.</i> , 2011. ⁸	Perspectiva comparativa	II	35	25 meses	Ancla de sutura vs. remolcador	IKDC, extrusión	No hubo diferencias significativas
7	Lamba, <i>et al.</i> , 2024. ⁹	Cohorte retrospectiva	III	145	10 años	Meniscectomía parcial	KOOS, osteoartritis	62 % de progresión en OA, ATR 24 %
8	Faucett, <i>et al.</i> , 2019. ¹⁰	Análisis de coste-efectividad	III	Modelos	10 años	Reparación vs. meniscectomía/no quirúrgica	Progresión a OA	La reparación reduce la AA entre un 40 y un 50 %
9	Johannsen, <i>et al.</i> , 2012. ¹¹	Estudio anatómico	V	20 rodillas	—	Anatomía radicular	Distancias anatómicas	Inserto MMPR ~9 mm TP trasero
10	Feucht, <i>et al.</i> , 2014. ¹²	Biomecánica	V	10 rodillas	—	Ancla vs. relevante	Presión tibiofemoral	La extracción restaura el 80 % de carga; presentador 72 %
11	LaPrade CM, <i>et al.</i> , 2015. ¹³	Biomecánica	V	10 rodillas	—	Reparación anatómica vs. no anatómica	Presión de contacto	No anatómicos con → 20 % de presión
12	Itou, <i>et al.</i> , 2022. ¹⁴	Cohorte	III	41	24 meses	OTA + desgarrado de raíz	KOOS, alineación	KOOS 54→78; Mejor si varas <10°
13	Moon HK, <i>et al.</i> , 2012. ²⁵	Cohorte pronóstica	III	42	30 meses	Reparación de pull-out	Factores pronósticos	Extrusión preoperatoria >3 mm = PEOR IKDC
14	Chung KS, <i>et al.</i> , 2017. ¹⁵	Cohorte	III	51	40 meses	Reparación de pull-out	Extrusión vs. clínica	La extrusión residual correlaciona una peor función
15	Bin, <i>et al.</i> , 2004. ¹⁶	Serie de casos	IV	22	12 meses	Manejo radial de las raíces	Dolor, función	Buen resultado con un 68 %
16	Chung KS, <i>et al.</i> , 2020. ¹⁸	Cohorte	III	127	≥10 años	Reparación vs. meniscectomía	Supervivencia, clínica	Supervivencia 95 % reparación vs. 60 % meniscectomía
17	Lee JK, <i>et al.</i> , 2020. ¹⁹	Revisión sistemática	IV	21 estudios	12-60 meses	Reparación vs. no reparación	KOOS, IKDC, OA	Reparación con menor OA (RR 0.45)
18	Kim CW, <i>et al.</i> , 2019. ²⁰	Cohorte comparativa	III	79	36 meses	Cicatrización laxo vs. meniscectomía subtotal	KOOS, extrusión	Extrusión similar; KOOS mejor en la reparación
19	Bagherifard, <i>et al.</i> , 2025. ²¹	Cohorte	III	62	24 meses	Reparación en productos degenerativos	Dolor, función	EVA 7.2→2.1; Lysholm 48→82
20	Furumatsu, <i>et al.</i> , 2022. ²²	Cohorte	III	93	48 meses	Reparación	KOOS, extrusión	KOOS 50→76
21	Stein, <i>et al.</i> , 2010. ²³	Cohorte traumática	III	151	12 años	Reparación vs. Meniscectomía	Se necesita reoperación	Reparación: menor OA y reop (12% frente a 32 %)
22	Lee DR, <i>et al.</i> , 2025. ²⁴	Reseña Sistemática	IV	31 estudios	12-120 meses	Reparación vs. meniscectomía/no-op	Rayos X + clínico	Reparación superior en todos los ámbitos

Se: sensibilidad. Esp: especificidad. OA: osteoartritis. ATR: artroplastia total de rodilla. EVA: escala visual analógica. IKDC: International Knee Documentation Committee score. MMPRT: medial meniscus posterior root tear (rotura de la raíz posterior del menisco medial). No-op: manejo no operatorio. KOOS: Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score. OTA: osteotomía tibial alta.

Resultados clínicos

En los estudios incluidos, la reparación de la raíz meniscal mediante técnica transtibial mostró mejoras consistentes en los desenlaces reportados por los pacientes a corto y mediano plazo (2-5 años). Las puntuaciones IKDC mostraron incrementos aproximados de 25 a 35 puntos, mientras que las puntuaciones de Lysholm mejoraron entre 20 y 30 puntos respecto de los valores basales.¹⁹⁻²²

Los estudios comparativos demostraron que los pacientes tratados con reparación radicular tuvieron mejores resultados funcionales en comparación con aquellos sometidos a meniscectomía parcial o manejo conservador.¹⁸⁻²⁰ En contraste, las estrategias no reconstructivas se asociaron con persistencia de síntomas y deterioro funcional progresivo.

Resultados radiológicos

La evaluación radiológica evidenció de manera consistente que la reparación de la raíz meniscal se asocia con menor progresión de la osteoartritis en comparación con la meniscectomía. La extrusión meniscal postoperatoria mostró mejoría parcial o estabilización, con reducciones reportadas de aproximadamente 0.5 a 1.5 mm en algunas series, aunque la normalización completa es poco frecuente.^{5,6,14-16,25}

Por el contrario, los pacientes tratados con meniscectomía presentaron mayor estrechamiento del espacio articular y progresión del daño condral durante el seguimiento.

Resultados de supervivencia

Los estudios con seguimiento a largo plazo (≥ 5 -10 años) demostraron que la reparación de la raíz meniscal se asocia con una mejor preservación articular y menor tasa de conversión a artroplastia total de rodilla (ATR). Las tasas de conversión tras la reparación oscilaron entre 0 y 10 %, en comparación con tasas significativamente mayores tras meniscectomía, que variaron entre 20 % y más del 50 % en algunas series.⁷⁻¹⁰

Las revisiones sistemáticas y metaanálisis recientes²⁴ confirmaron estos hallazgos, demostrando una reducción significativa en el riesgo de ATR y una mejor supervivencia articular en pacientes sometidos a reparación radicular.

DISCUSIÓN

La principal observación de esta revisión es que la reparación de la raíz meniscal ofrece ventajas consistentes frente a la meniscectomía y que, dentro de las estrategias de reparación, tanto la técnica transtibial como la fijación con anclajes persiguen el mismo principio de restauración anatómica, aunque con diferencias técnicas que pueden influir en su aplicabilidad clínica. Desde esta perspectiva, la interpretación de la evidencia no debe limitarse a si se repara, o no, la raíz, sino además a cómo se logra dicha restauración y en qué contexto biomecánico se realiza.

Reparación frente a meniscectomía

Al interpretar la evidencia de la última década en su conjunto, está claro que la reparación de la raíz meniscal ofrece ventajas sustanciales sobre la meniscectomía, tanto por la magnitud de la mejora clínica inmediata como por su impacto sostenido en la preservación de las articulaciones. Los resultados observados en distintas cohortes fueron concordantes y evidenciaron incrementos clínicamente relevantes en las escalas funcionales, con mejoras de +25 a +35 puntos en el IKDC y de +20 a +30 puntos en el Lysholm. Estos hallazgos son un patrón reproducible y clínicamente significativo.^{18,19,21} La interpretación más relevante es que estos cambios reflejan una recuperación sintomática y una restauración funcional suficiente para modificar la trayectoria degenerativa habitual de la rodilla tras una rotura radicular.

Este beneficio clínico es coherente con la clara reducción de la progresión radiográfica de la artrosis, apoyando la idea de que la reparación actúa como un verdadero tratamiento para preservar las articulaciones.^{7,18,21} A diferencia de los pacientes que se someten a meniscectomía, que muestran un deterioro acelerado y un patrón estructural progresivo rápidamente, aquellos reparados mantienen una estructura articular más estable, lo que explica las marcadas diferencias en la conversión a la artroplastia total de rodilla (ATR). El hecho de que la reparación muestre tasas de 0-10 % de ATR frente al 20-72 % tras la meniscectomía, en seguimientos equivalentes, es una prueba contundente de su superioridad.^{9,10,18}

Es importante señalar que estos beneficios dependen tanto de la técnica quirúrgica como del principio biomecánico de restaurar la continuidad radicular. Por lo tanto, aunque existen diferentes métodos (extracción, anclajes), la literatura converge en el hecho de que la restauración anatómica ofrece la mejor base para preservar la transmisión de carga. Por último, la interpretación general de estos hallazgos refuerza que la meniscectomía, incluso en pacientes con alivio sintomático temprano, no proporciona consistentemente protección estructural a largo plazo, lo que la sitúa en desventaja frente a la reparación.

Comparación entre reparación transtibial y fijación con anclajes

Aunque la mayor parte de la literatura clínica se ha centrado en la reparación transtibial, la comparación con las técnicas de fijación con anclajes merece una discusión específica.

Ambas estrategias comparten el mismo objetivo biomecánico: restablecer la continuidad anatómica de la raíz meniscal y recuperar la transmisión circunferencial de las cargas. Sin embargo, difieren en su forma de fijación, exigencia técnica y potencial comportamiento biomecánico. La técnica transtibial ha sido la más utilizada y reportada, probablemente por su reproducibilidad, familiaridad para los cirujanos artroscópicos y posibilidad de realizar una reducción controlada hacia la huella anatómica. Además,

permite una fijación sólida y ha mostrado resultados clínicos y radiológicos consistentes en la mayoría de las cohortes incluidas. En contraste, la fijación con anclajes ofrece la ventaja teórica de evitar el túnel tibial, reducir la convergencia con otros túneles en cirugías combinadas y facilitar una fijación más directa sobre la inserción radicular, lo que podría ser especialmente útil en algunas lesiones laterales o en escenarios complejos.

No obstante, la evidencia comparativa directa entre ambas técnicas sigue siendo limitada y heterogénea, lo que impide afirmar de manera concluyente la superioridad clínica de una sobre otra. Más que una diferencia categórica en resultados, la literatura sugiere que el elemento determinante es la restauración anatómica y estable de la raíz, independientemente del implante utilizado. En este sentido, la calidad de la reducción, la tensión final de la reparación, la precisión en la colocación sobre la huella nativa y el contexto biomecánico de la rodilla parecen ser factores más relevantes que la técnica aislada.

Por ello, la elección entre reparación transtibial y fijación con anclajes debe interpretarse como una decisión dependiente de la anatomía de la lesión, la experiencia del cirujano y la necesidad de procedimientos concomitantes.

Resultados de reparación a los 2-5 años

El análisis de estudios de seguimiento a corto y medio plazo revela una clara tendencia hacia la estabilidad clínica y estructural tras la reparación del MMPRT. Los aumentos en las puntuaciones de IKDC, KOOS, KOOS JR y Lysholm, documentados de forma constante entre los 2 y 5 años, deben interpretarse como evidencia de que la reparación proporciona una recuperación funcional sostenida más allá de la fase inflamatoria o cicatricial inicial.¹⁹⁻²² Es importante destacar que estos resultados se mantienen estables incluso en pacientes con actividad moderada, lo que indica que el procedimiento alivia los síntomas y también restaura la competencia funcional del menisco reparado.

Paralelamente, la progresión radiográfica mínima según Kellgren-Lawrence observada en este intervalo^{7,18,20} sugiere que la reparación tiene un efecto modulador sobre la degeneración articular. La interpretación crítica es que la reparación no necesita la extrusión completamente inversa para lograr un beneficio clínico: la reducción parcial de 0.5-1.5 mm observada por la RNM^{19,21} parece suficiente para mejorar la mecánica de la carga y retrasar la degeneración.

En este contexto, debe analizarse la tasa de curación del 70-80 %. En lugar de significar un éxito anatómico absoluto, representa la capacidad del tejido reparado para recuperar suficiente integridad funcional, especialmente cuando se combina con una alineación favorable y una condición condral adecuada.^{17,21,22} La presencia de fallos clínicos entre el 5 y el 15 % refuerza la importancia de considerar factores como la alineación, el IMC y la extrusión preoperatoria como

determinantes modificables que deben abordarse preoperatoriamente o de forma simultánea.^{15,16}

En resumen, estos resultados muestran que la reparación produce beneficios clínicos consistentes y que su éxito a medio plazo depende tanto de la técnica como de la selección y optimización del paciente.

Resultados tras ≥10 años de seguimiento

La evidencia de seguimiento a largo plazo proporciona la visión más completa de la verdadera capacidad de reparación para modificar la historia natural de las roturas radicales. Durante este período, los estudios demuestran que la reparación mantiene buenos resultados, y además preserva la articulación de forma sostenida. El mantenimiento del espacio articular observado en series de ≥10 años⁷ es uno de los indicadores más fuertes de protección estructural, especialmente en comparación con los cambios degenerativos acelerados documentados tras la meniscectomía.

La notable reducción en la necesidad de ATR en pacientes reparados, en contraste con cohortes históricas que se sometieron a meniscectomía, pone de manifiesto la capacidad del procedimiento para evitar o retrasar intervenciones mayores. Aunque la mayoría de los estudios a largo plazo son cohortes retrospectivas, la consistencia de los hallazgos (incluidos resultados estables reportados por los pacientes y sin deterioro funcional significativo)^{7,10} refuerzan su credibilidad.

En cambio, la evidencia a largo plazo de la meniscectomía para la MMPRT es uniformemente negativa. La conversión del 72 % a ATR y el 96 % de fallo clínico reportados por Lamba *et al.*⁹ reflejan un patrón replicado en múltiples cohortes. Esta progresión casi universal hacia una artrosis severa y un colapso compartimental medial confirma que la resección de la raíz medial no es una opción adecuada en rodillas que aún pueden salvarse. De forma crucial, estos datos indican que el rendimiento a largo plazo de la meniscectomía es incompatible con los objetivos contemporáneos de preservación articular.

En consecuencia, el análisis de ≥10 años de seguimiento establece que la reparación ofrece un beneficio acumulativo y sostenido, mientras que la meniscectomía representa un factor de riesgo estructural significativo.

Reparación de la raíz lateral

Aunque las fracturas de la raíz lateral son menos frecuentes, la literatura disponible muestra resultados especialmente alentadores. La interpretación crítica de estos datos sugiere que la biomecánica protectora del compartimento lateral —resultante de su menor distribución de carga axial en comparación con el compartimento medial— contribuye a la reparación lateral, mostrando resultados clínicos incluso mejores que los observados en la raíz medial.^{6,19} Los estudios muestran altos resultados reportados por los pacientes, baja extrusión residual y un riesgo significativamente

reducido de artrosis, lo que indica que las reparaciones laterales son muy efectivas incluso en escenarios traumáticos, o en lesiones asociadas a la rotura del ligamento cruzado anterior. La extrusión significativamente menor observada en LMPRT puede explicar la mayor tasa de recuperación funcional y el menor riesgo de colapso articular a largo plazo (Tabla 2).

Sin embargo, a pesar de estas ventajas biomecánicas intrínsecas, la reparación sigue siendo el tratamiento recomendado. Esto se debe a que restaurar la continuidad de la raíz lateral mejora la estabilidad rotacional y optimiza la función global del menisco lateral, un componente esencial en las rodillas con lesión concomitante del LCA.

Tabla 2. Resumen de estudios que comparan la reparación de la raíz meniscal con la meniscectomía

Estudio (autor/año)	Factor pronóstico	Evidencia (lo que informa el estudio)	Dirección del impacto	Hallazgo cuantitativo clave	Implicación clínica
Chung KS, et al., 2020. ¹⁸	Reparación con restauración de la tensión circunferencial (tensión de aros) frente a resección parcial	Cohorte retrospectiva con seguimiento ≥ 10 años comparando la reparación por retirada (n = 37) frente a meniscectomía parcial (n = 18)	La reparación $\rightarrow$ mejor supervivencia meniscal y menos conversión a artroplastia	Tasa de conversión a artroplastia: reparación 22 % frente a meniscectomía 56 % . Supervivencia a 10 años: reparación 79.6 % frente a meniscectomía 44.4 % . Mejores puntuaciones en IKDC/Lysholm en reparación (p < 0.01).	Restaurar la función biomecánica radicular está asociado con una mejor supervivencia articular a largo plazo; Prefiere reparar cuando las condiciones locales y del paciente lo permitan.
Faucett SC, et al., 2019. ¹⁰	Elección terapéutica (reparación vs. meniscectomía vs. no operación) - efecto en la progresión hacia la artrosis y necesidad de la ATR; Efectividad	Metaanálisis + modelado de Markov (análisis clínico-económico) integrando múltiples estudios	Reparación $\rightarrow$ menos progresión hacia OA y menor ATR; además de ser rentable o dominante en costes	Proyección a 10 años: Artrosis: reparación 53.0 % frente a meniscectomía 99.3 % frente a No-op 95.1 % . ATR: reparación 33.5 % vs. meniscectomía 51.5 % vs. no-op 45.5 % . Coste descontado a 10 años: reparación \$22.590 frente a meniscectomía \$31.528.	Desde la perspectiva poblacional y económica, la reparación se asocia con menos OA y menos ATR y es rentable. Sugiere priorizar la reparación en pacientes elegibles. (Resultados derivados del modelo; requiere confirmación con ECA).
Kim CW, et al., 2019. ²⁰	Estado de consolidación tras la reparación vs. meniscectomía subtotal - efecto en la progresión radiográfica	Estudio retrospectivo comparativo (reparación con cicatrización laxa, n = 21 vs meniscectomía subtotal, n = 24), seguimiento medio ~3 años	La reparación (incluso con una cicatrización laxa) $\rightarrow$ menos progresión radiográfica que la meniscectomía	Medición radiográfica: peor progresión del K-L en la meniscectomía . Progresión $\geq 2^\circ$ K-L: meniscectomía 4 pacientes (16.7 %) frente a pacientes con reparación 0 (0 %) . Ambos grupos mejoraron clínicamente, pero la meniscectomía mostró un mayor estrechamiento del espacio medial.	Incluso cuando la reparación no cicatriza "perfectamente", mantiene una mejor conservación radiográfica que la meniscectomía a corto y mediano plazo; sugiere intento de reparación en pacientes seleccionados en lugar de resección.
Lee JK, et al., 2020. ¹⁹	Elección entre reparación o no reparación (incluida meniscectomía/no operatoria) - impacto en la clínica y la radiología	Revisión sistemática de estudios clínicos que comparan la reparación con la no reparación en el MMPRT	La reparación $\rightarrow$ mejora clínica y, en general, menos progresión radiográfica en comparación con la no reparación/meniscectomía	La reparación produce mejoras clínicas consolidadas y evidencia constante de menor progresión radiográfica; no todos los estudios midieron la ATR, pero hubo una tendencia a disminuir la progresión hacia la OA con la reparación.	La revisión apoya la reparación como opción preferible en pacientes seleccionados; Destaca la heterogeneidad en los criterios de selección (edad, grado de osteoartritis, alineación).
Stein T, et al., 2010. ²³ (meniscos traumáticos no específicos de raíces)	Reparación meniscal vs. meniscectomía parcial: efecto en la progresión osteoartrosis y el regreso a la actividad deportiva	Cohorte comparativa a largo plazo (reparación n = 42 vs. meniscectomía n = 39), seguimiento medio-largo (hasta ~9 años)	La reparación $\rightarrow$ reducción de la progresión radiográfica de la artrosis y un mejor mantenimiento del nivel de actividad deportiva	En el seguimiento a largo plazo: ausencia de progresión de la artrosis: 80.8 % en pacientes reparados frente a 40.0 % en pacientes con meniscectomía (p = 0.005). Recuperación del nivel de actividad previa a la lesión: reparación 96.2 % frente a meniscectomía 50 % (p = 0.001).	Aunque no es específico para las roturas radicales, la evidencia clásica apoya la preservación meniscal para disminuir la OA a largo plazo. Conceptualmente extrapolada a las raíces: preservar/restaurar el menisco es protector.
Lee DR, et al., 2025. ²⁴ (Artroscopia - revisión sistemática)	Reparación vs. meniscectomía/no operatoria en desgarros de la raíz del menisco - comparación radiológica y clínica añadida	Revisión sistemática contemporánea (estudios desde 2011) que compara reparación, meniscectomía y no quirúrgica.	La reparación $\rightarrow$ mejores resultados clínicos y radiológicos de forma consistente frente a la meniscectomía/no operatoria	Conclusión agregada: reparación superior en dominios radiológicos (menor progresión de la artrosis, menos extrusión residual) y clínica ; las variables cuantitativas varían entre estudios, pero la dirección es consistente.	Revisión reciente refuerza la preferencia por la reparación en MMPRT elegibles; subraya la necesidad de un buen control de la selección (grado de osteoartritis, alineación variable) para predecir el beneficio.

ATR: artroplastia total de rodilla. IKDC: International Knee Documentation Committee score. K-L: clasificación de Kellgren-Lawrence. Lysholm: escala funcional de Lysholm. MMPRT: medial meniscus posterior root tear (rotura de la raíz posterior del menisco medial). No-op: manejo no operatorio. OA: osteoartrosis. ECA: ensayo clínico aleatorizado.

Factores que afectan los resultados

La interpretación de los factores que influyen en los resultados muestra que el éxito de la reparación de la raíz meniscal depende tanto del entorno biomecánico como de las características del paciente. La literatura evidencia consistentemente que el varo mecánico $>4-5^\circ$ es uno de los predictores más fuertes de fallo.^{15,25} Esta desalineación aumenta la carga sobre el compartimento medial y limita la capacidad del menisco reparado para curarse eficazmente (ver Tabla 2).

Otro factor clave es el grado de degeneración articular preoperatoria. Los pacientes con K-L ≥ 3 o lesiones condrales avanzadas (puente externo 3-4) reportan tasas de éxito reducidas,^{16,18} lo que subraya la importancia de evaluar de forma realista la viabilidad de la reparación en rodillas con daños estructurales extensos. La extrusión preoperatoria $>3-4$ mm también se asocia con resultados inferiores,^{15,17} probablemente debido a la incapacidad del menisco para recuperar su posición funcional incluso después de la reparación.

Un IMC >30 kg/m² es otro factor asociado a un mal pronóstico,¹⁵ no solo por el aumento de la carga articular, sino también por su asociación con inflamación sistémica y un potencial de cicatrización reducido en los tejidos. En contraste, los mejores resultados se observan en pacientes con alineación fisiológica o corregible,^{14,25} cartílago preservado (K-L 0-2), edad <60 años, extrusión moderada (<3 mm), y cuando se utiliza una técnica anatómica en la huella original, especialmente mediante reparación por retirada.^{11-13,20}

Estos hallazgos refuerzan el concepto de que la reparación radicular forma parte de una estrategia integral de preservación meniscal, en la que la optimización de los factores biomecánicos y biológicos desempeña un papel fundamental.

Limitaciones

Este estudio presenta varias limitaciones que deben considerarse al interpretar sus hallazgos. En primer lugar, se trata de una revisión narrativa, mayor susceptible a sesgos de selección y de interpretación en comparación con revisiones sistemáticas o metaanálisis. Aunque se siguieron criterios de calidad (SANRA), no se realizó un análisis cuantitativo formal de los datos. En segundo lugar, la evidencia incluida está compuesta predominantemente por estudios retrospectivos de nivel III a V, con heterogeneidad en los diseños, poblaciones, técnicas quirúrgicas y métodos de evaluación, lo que limita la comparabilidad directa entre estudios. Asimismo, existe variabilidad en los criterios de indicación quirúrgica, en la definición de cicatrización meniscal y en la medición de la extrusión meniscal, lo que dificulta la estandarización de los resultados reportados.

Otra limitación relevante es la falta de ensayos clínicos aleatorizados de alta calidad y de estudios con seguimiento a muy largo plazo en ciertas subpoblaciones, particularmente en lesiones de la raíz lateral y en pacientes con procedimientos concomitantes como osteotomía tibial alta.

Finalmente, el enfoque predominante en roturas de la raíz posterior del menisco medial en la literatura disponible puede introducir un sesgo en la interpretación global de los resultados, limitando la generalización a lesiones laterales.

CONCLUSIÓN

La evidencia revisada demuestra consistentemente que la reparación de la raíz meniscal, especialmente de la raíz posterior del menisco medial, ofrece resultados clínicos, radiológicos y de preservación articular claramente superiores a la meniscectomía y el manejo no quirúrgico.

La reparación proporciona una mejora sostenida en los resultados funcionales, una progresión más lenta de la artrosis a corto y medio plazo, y una reducción significativa de la necesidad de artroplastia total de rodilla en el seguimiento a largo plazo, esto modifica la historia natural de esta lesión. Aunque su éxito depende de factores biomecánicos y biológicos como la alineación, la condición del cartílago y el grado de extrusión, la reparación es actualmente la estrategia terapéutica preferida en rodillas biológicamente recuperables, reforzando su papel como procedimiento esencial para la preservación del menisco y la longevidad articular.

Contribuciones de autoría: Conceptualización, Metodología, Validación, Análisis formal, Investigación, Recursos, Escritura- Borrador original, Escritura- Revisión y edición, Visualización (CAJA, JRJC, JEMM, LJCR). Curación de datos (CAJA, JRJC). Supervisión, Administración de proyectos (CAJA). Administración de proyectos (CAJA).

Conflictos de intereses: los autores declaran no tener conflictos de interés relacionados con este estudio.

Financiamiento: los autores declaran que no hubo financiamiento externo para la realización de este estudio.

REFERENCIAS

1. LaPrade RF, Ho CP, James E, Crespo B, LaPrade CM, Matheny LM. Diagnostic accuracy of 3.0 T magnetic resonance imaging for the detection of meniscus posterior root pathology. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(1):152-157. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00167-014-3395-5>.
2. Feucht MJ, Kühle J, Bode G, Mehl J, Schmal H, Südkamp NP, et al. Arthroscopic transtibial pullout repair for posterior medial meniscus root tears: a systematic review of clinical, radiographic, and second-look arthroscopic results. *Arthroscopy.* 2015;31(9):1808-1816. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2015.03.022>.
3. Pache S, Aman ZS, Kennedy M, Nakama GY, Moatshe G, Ziegler C, et al. Meniscal root tears: current concepts review. *Arch Bone Jt Surg.* 2018;6(4):250-259.
4. Sharif B, Ashraf T, Saifuddin A. Magnetic resonance imaging of the meniscal roots. *Skeletal Radiol.* 2020;49(5):661-676. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00256-020-03374-3>.

5. Lee HM, Shim JC, Kim JG, Lee JM, Nam MY, et al. MR imaging of a posterior root tear of the medial meniscus: diagnostic accuracy of various tear configurations and associated knee abnormalities. *J Korean Soc Radiol.* 2010;63(5):475-481. doi: <https://doi.org/10.3348/jksr.2010.63.5.475>.
6. Lee JH, Lim YJ, Kim KB, Kim KH, Song JH. Arthroscopic pullout suture repair of posterior root tear of the medial meniscus: radiographic and clinical results with a 2-year follow-up. *Arthroscopy.* 2009;25(9):951-958. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2009.03.018>.
7. Chung KS, Ha JK, Ra HJ, Kim JG. A meta-analysis of clinical and radiographic outcomes of posterior horn medial meniscus root repairs. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;24(5):1455-1468. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00167-015-3832-0>.
8. Kim JH, Chung JH, Lee DH, Lee YS, Kim JR, Ryu KJ. Arthroscopic suture anchor repair versus pullout suture repair in posterior root tear of the medial meniscus: a prospective comparison study. *Arthroscopy.* 2011;27(12):1644-1653. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2011.06.033>.
9. Lamba A, Regan C, Levy BA, Stuart MJ, Krych AJ, Hevesi M. Long-term outcomes of partial meniscectomy for degenerative medial meniscus posterior root tears. *Orthop J Sports Med.* 2024;12(9):23259671241266593. doi: <https://www.doi.org/10.1177/23259671241266593>.
10. Faucett SC, Geisler BP, Chahla J, Krych AJ, Kurzweil PR, Garner AM, et al. Meniscus root repair vs meniscectomy or nonoperative management to prevent knee osteoarthritis after medial meniscus root tears: clinical and economic effectiveness. *Am J Sports Med.* 2019;47(3):762-769. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546518755754>.
11. Johannsen AM, Civitarese DM, Padalecki JR, Goldsmith MT, Wijdicks CA, LaPrade RF. Qualitative and quantitative anatomic analysis of the posterior root attachments of the medial and lateral menisci. *Am J Sports Med.* 2012;40(10):2342-2347. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546512457642>.
12. Feucht MJ, Grande E, Brunhuber J, Rosenstiel N, Burkart R, Imhoff AB, et al. Biomechanical comparison between suture anchor and transtibial pull-out repair for posterior medial meniscus root tears. *Am J Sports Med.* 2014;42(1):187-193. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546513502946>.
13. LaPrade CM, Foad A, Smith SD, Turnbull TL, Dornan GJ, Engebretsen L, et al. Biomechanical consequences of a nonanatomic posterior medial meniscal root repair. *Am J Sports Med.* 2015;43(4):912-920. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546514566191>.
14. Ito J, Kuwashima U, Ito M, Okazaki K. High tibial osteotomy for medial meniscus posterior root tears in knees with moderate varus alignment can achieve favorable clinical outcomes. *J Exp Orthop.* 2022;9(1):65. doi: <https://www.doi.org/10.1186/s40634-022-00504-9>.
15. Chung KS, Ha JK, Ra HJ, Nam GW, Kim JG. Pullout fixation of posterior medial meniscus root tears: correlation between meniscus extrusion and midterm clinical results. *Am J Sports Med.* 2017;45(1):42-49. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546516662445>.
16. Bin SI, Kim JM, Shin SJ. Radial tears of the posterior horn of the medial meniscus. *Arthroscopy.* 2004;20(4):373-378. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2004.01.004>.
17. Lee DW, Ha JK, Kim JG. Medial meniscus posterior root tear: a comprehensive review. *Knee Surg Relat Res.* 2014;26(3):125-134. doi: <https://www.doi.org/10.5792/ksrr.2014.26.3.125>.
18. Chung KS, Ha JK, Ra HJ, Yu WJ, Kim JG. Root repair versus partial meniscectomy for medial meniscus posterior root tears: comparison of long-term survivorship and clinical outcomes at minimum 10-year follow-up. *Am J Sports Med.* 2020;48(8):1937-1944. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546520920561>.
19. Lee JK, Jung M, Yang JH, Song SY, Shin YS, Cha M, et al. Repair versus nonrepair of medial meniscus posterior root tear: a systematic review of patients' selection criteria, including clinical and radiographic outcomes. *Medicine (Baltimore).* 2020;99(10):e19499. doi: <https://www.doi.org/10.1097/MD.00000000000019499>.
20. Kim CW, Lee CR, Gwak HC, Kim JH, Park DH, Kwon YU, et al. Clinical and radiologic outcomes of patients with lax healing after medial meniscal root repair: comparison with subtotal meniscectomy. *Arthroscopy.* 2019;35(11):3079-3086. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2019.05.051>.
21. Bagherifard A, Yahyazadeh H, Moghtadaei M, Akbarzadeh Arab A, Rikhtehgar M, Jabalameli M. Evaluating the outcome of meniscus root repair surgery in patients with degenerative meniscus posterior root tears. *Arch Bone Jt Surg.* 2025;13(10):656-662.
22. Furumatsu T, Miyazawa S, Kodama Y, Kamatsuki Y, Okazaki Y, Hiranaka T, et al. Clinical outcomes of medial meniscus posterior root repair: a midterm follow-up study. *Knee.* 2022;38:141-147. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.knee.2022.08.010>.
23. Stein T, Mehling AP, Welsch F, von Eisenhart-Rothe R, Jäger A. Long-term outcome after arthroscopic meniscal repair versus arthroscopic partial meniscectomy for traumatic meniscal tears. *Am J Sports Med.* 2010;38(8):1542-1548. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546510364052>.
24. Lee DR, Lu Y, Reinholz AK, Till SE, Lamba A, Saris DBF, et al. Root repair has superior radiological and clinical outcomes than partial meniscectomy and nonoperative treatment in the management of meniscus root tears: a systematic review. *Arthroscopy.* 2025;41(2):390-417. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2024.02.017>.
25. Moon HK, Koh YG, Kim YC, Park YS, Jo SB, Kwon SK. Prognostic factors of arthroscopic pull-out repair for a posterior root tear of the medial meniscus. *Am J Sports Med.* 2012;40(5):1138-1143. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546511435622>.

Corrección de pendiente tibial invertida mediante osteotomía posterior de cierre con planificación 3D

Lucas T. Busdrago Marinelli¹, Matthieu Ollivier², Albert Jiménez Obach³
Alejandro Fazio¹

1. Hospital Privado Universitario de Córdoba. Córdoba, Argentina

2. Hôpital Sainte-Marguerite, Institut du Mouvement et de l'Appareil Locomoteur. Marsella, Francia

3. Hospital Universitario de Mataró. Barcelona, España

RESUMEN

La pendiente tibial invertida secundaria a consolidación viciosa de fracturas del platillo tibial es una secuela infrecuente que puede generar alteraciones biomecánicas significativas. Presentamos el caso de un paciente de 19 años con deformidad sagital severa tras osteosíntesis previa, con una pendiente tibial de 117.8° medida en tomografía computarizada, equivalente a 27.8° de pendiente anterior respecto al valor neutro (90°).

Se realizó osteotomía posterior de cierre con planificación tridimensional, y se determinó una resección en cuña de 28°. La medición postoperatoria fue de 90°, logrando neutralización completa de la deformidad.

En el seguimiento a los 6 meses, el paciente presentó rango de movilidad completo (0-135°), retorno a su actividad laboral habitual y actividad física de bajo impacto sin dolor ni inestabilidad subjetiva.

Este caso sugiere que, cuando se realiza una adecuada selección del paciente y una planificación preoperatoria precisa, la osteotomía posterior de cierre con planificación tridimensional puede constituir una opción válida y reproducible para la corrección de pendiente tibial invertida severa secundaria a consolidación viciosa.

Palabras clave: Pendiente tibial; Osteotomía; Rodilla; Fractura de platillo tibial; Corrección sagital

Nivel de evidencia: V. Reporte de Caso

Correction of a Reversed Tibial Slope Using Posterior Closing-Wedge Osteotomy with 3D Planning

ABSTRACT

Anterior tibial slope deformity secondary to malunion of tibial plateau fractures is an uncommon sequela that may result in significant biomechanical alterations. We report the case of a 19-year-old patient presenting with a severe sagittal deformity following previous osteosynthesis, with a tibial slope of 117.8° measured on computed tomography, corresponding to 27.8° of anterior slope relative to the neutral value (90°).

Autor de correspondencia: Lucas T. Busdrago Marinelli, dr.lbusdrago@gmail.com

Recibido: 28/10/2025 Aceptado: 14/03/2026 Publicado: 1/08/2026

DOI: <https://doi.org/10.63403/re.v33i2.462>

Cómo citar: Busdrago Marinelli LT, Ollivier M, Jiménez Obach A, Fazio A. Corrección de pendiente tibial invertida mediante osteotomía posterior de cierre con planificación 3D. Relart 2026;33(2): 184-187

A posterior closing-wedge osteotomy was performed based on three-dimensional preoperative planning, with a planned wedge resection of 28°. Postoperative measurement demonstrated restoration to 90°, achieving complete neutralization of the deformity.

At 6-month follow-up, the patient demonstrated full range of motion (0-135°), return to work, and low-impact physical activity without pain or subjective instability.

This case suggests that, with appropriate patient selection and precise preoperative planning, posterior closure osteotomy with 3D planning can be a valid and reproducible option for the correction of severe reverse tibial slope secondary to malunion.

Keywords: Tibial Slope; Osteotomy; Knee Joint; Tibial Fractures; Postoperative Complications

Level of evidence: V. Case Report

INTRODUCCIÓN

Las fracturas de platillo tibial pueden generar deformidades complejas cuando no se restaura adecuadamente la alineación articular y sagital. Entre estas alteraciones, la modificación de la pendiente tibial constituye un factor biomecánico relevante debido a su influencia en la cinemática de la rodilla y en la tensión de los ligamentos cruzados.^{1,2}

Si bien la alteración de la pendiente tibial posterior es una complicación reconocida tras fracturas complejas, la aparición de una pendiente tibial anterior o “invertida” es infrecuente y ha sido escasamente reportada en la literatura.³ Esta singular deformidad del plano sagital representa un desafío terapéutico, particularmente en el contexto de secuelas tardías.

En este trabajo, presentamos el caso de una fractura de platillo tibial complicada con una deformidad anterior del platillo tibial, tratada mediante osteotomía posterior de cierre con planificación tridimensional, estrategia que permitió una corrección angular precisa y reproducible.⁴ Se discuten la evolución postoperatoria y los resultados funcionales para contribuir al limitado conocimiento disponible sobre esta entidad.

DESCRIPCIÓN DEL CASO

Paciente masculino de 19 años con antecedente de fractura de platillo tibial lateral tipo Schatzker II secundaria a traumatismo de alta energía (accidente motocicleta vs. automóvil), tratada el 20 de febrero de 2024 mediante reducción abierta y fijación interna con placa y tornillos. En el postoperatorio cursó una infección profunda, la que fue tratada con antibióticos endovenosos, con resolución completa del cuadro.

A un año de la cirugía inicial, consultó por dolor persistente, inestabilidad franca y limitación funcional que le impedía realizar actividades de la vida diaria y retomar su actividad laboral. Al examen físico presentaba déficit de extensión de 10° y flexión máxima de 120° (rango 10-120°), con inestabilidad clínica con test de cajón posterior y dial test positivos; esto demostró, así, lesión del complejo posterolateral. En la escala funcional Lysholm, el puntaje preoperatorio fue de 23/100 (malo).

Las radiografías y la tomografía computarizada evidenciaron consolidación viciosa con pendiente tibial invertida (Fig. 1A-B). La medición sagital realizada en reconstrucción de TC mostró un ángulo de 117.8° entre el eje anatómico proximal tibial y la superficie articular del platillo lateral, equivalente a 27.8° de pendiente tibial anterior respecto al valor neutro (90°).

Dada la magnitud de la deformidad y la sintomatología persistente, se indicó corrección quirúrgica mediante osteotomía posterior de cierre con planificación tridimensional (Fig. 1C). El análisis preoperatorio determinó la necesidad de una resección en cuña de 28° para lograr neutralización angular.

TÉCNICA QUIRÚRGICA

El procedimiento se efectuó en 3 tiempos quirúrgicos.

Primer tiempo: artroscopia diagnóstica y terapéutica con el paciente en decúbito dorsal. Se realizó liberación de adherencias intraarticulares y tratamiento de lesión meniscal residual. Se constató dificultad de acceso al compartimento lateral secundario a la deformidad sagital.

Segundo tiempo: en la misma posición, se efectuó abordaje anterolateral para extraer la placa de osteosíntesis previa del platillo lateral.

Tercer tiempo: tras nuevo preparado de campo quirúrgico, el paciente fue colocado en decúbito prono. Se realizó abordaje posterior tipo Lobenhoffer modificado, identificando y protegiendo las estructuras neurovasculares posteriores. Se retiró material posterior remanente y se colocó guía de corte personalizada basada en planificación 3D (mediante *software* Tech & Health, RAOMED, Córdoba, Argentina.)

Se efectuó resección en cuña posterior de 28° y cierre controlado de la osteotomía hasta neutralización de la pendiente. La fijación definitiva se hizo con placa personalizada específica para el paciente.

Evolución postoperatoria

La medición radiográfica postoperatoria mostró un ángulo de 90°, logrando una corrección de 27.8° y neutralización completa de la deformidad (Fig. 1D-E).

En el seguimiento a los 6 meses, el paciente presentó rango de movilidad completo (0-135°), sin déficit de extensión, había retornado a su actividad laboral habitual y actividad física de bajo impacto sin dolor

ni inestabilidad subjetiva (Fig. 2). Las imágenes de control mostraron mantenimiento de la corrección angular sin pérdida secundaria. En la escala funcional Lysholm, se registró un puntaje de 86/100 (bueno).

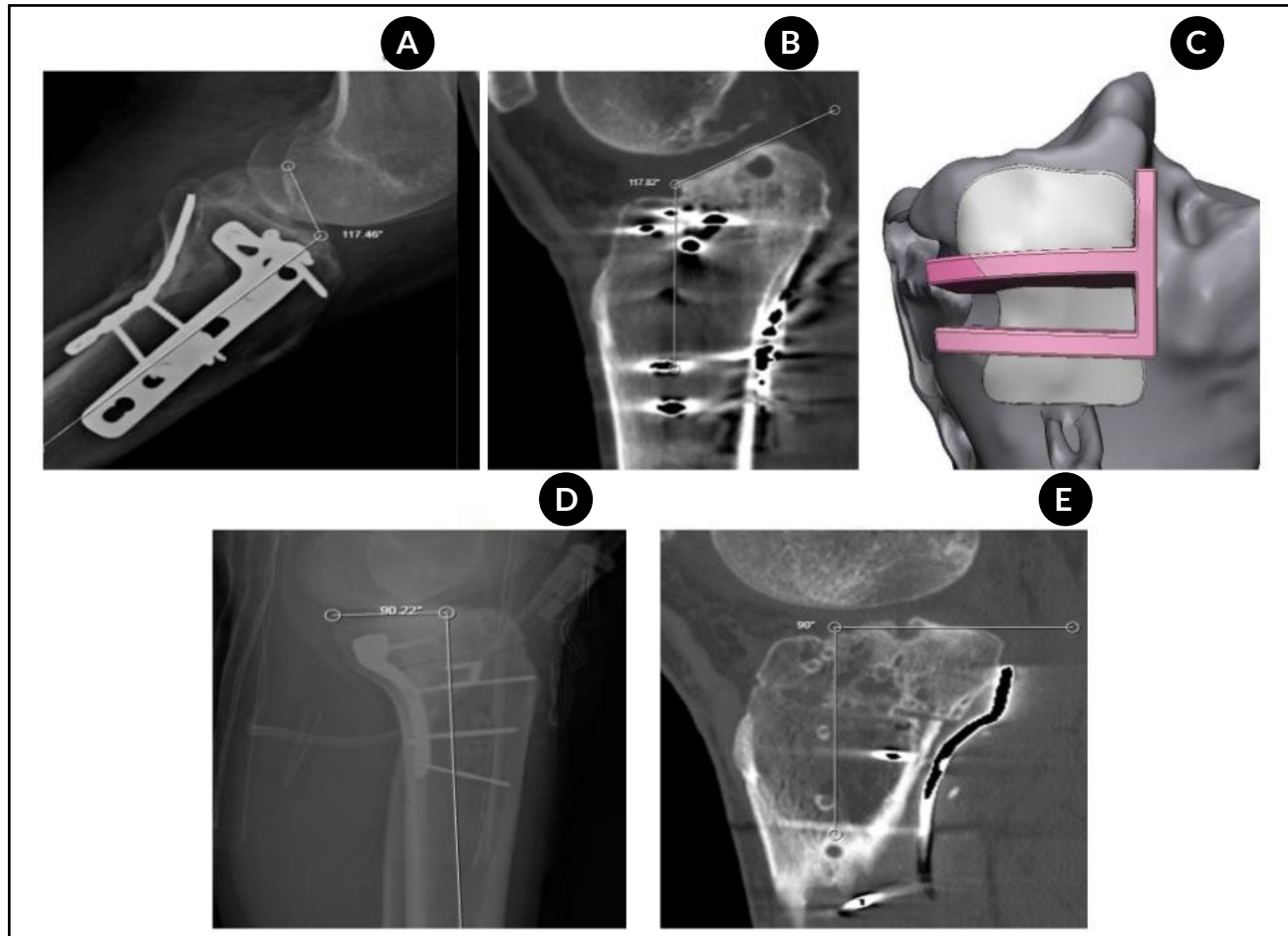


Figura 1. Pendiente tibial anterior. A) Rx lateral. B) TAC prequirúrgico. C) Guía personalizada 3D para osteotomía de resección posterior. D) Rx postquirúrgica, pendiente tibial corregida. E) TAC.



Figura 2. Resultados funcionales a los 6 meses postquirúrgicos.

DISCUSIÓN

La pendiente tibial desempeña un rol central en la biomecánica de la rodilla, influyendo en la traslación tibial anteroposterior y en la tensión de los ligamentos cruzados. Una pendiente tibial anterior o invertida genera una tendencia a la traslación posterior de la tibia respecto al fémur, incrementando la carga sobre el ligamento cruzado posterior y alterando la distribución de fuerzas tibiofemorales.^{1,2} Clínicamente, estas modificaciones pueden manifestarse como dolor, sensación de inestabilidad y deterioro funcional progresivo.

La consolidación viciosa con pendiente tibial anterior constituye una secuela infrecuente tras fracturas del platillo tibial.³ Su corrección implica un desafío técnico, ya que requiere restaurar la alineación sagital sin comprometer la superficie articular ni el stock óseo residual, especialmente en pacientes previamente intervenidos.

En el caso presentado, el paciente desarrolló una deformidad sagital de 27.8° secundaria a fractura de platillo tibial tratada mediante osteosíntesis, asociada a antecedente de infección profunda resuelta con antibióticos endovenosos. La corrección se realizó mediante osteotomía posterior de cierre planificada tridimensionalmente, con resección en cuña de 28°, logrando neutralización completa a 90° y mantenimiento de la corrección en el seguimiento a 6 meses. La planificación 3D permitió determinar con precisión la magnitud de la cuña y reproducir intraoperatoriamente la corrección deseada.⁴

La elección de una osteotomía posterior de cierre en lugar de una apertura anterior se fundamentó en varios aspectos: en primer lugar, el paciente requería extracción de material de osteosíntesis previo, lo cual hacía razonable utilizar un abordaje posterior que permitiera resolver ambos procedimientos. En segundo lugar, el antecedente de infección profunda motivó priorizar una técnica que favorece el contacto óseo directo tras el cierre de la cuña, optimizando las condiciones biológicas para la consolidación y evitando la creación de un defecto anterior que pudiera requerir injerto estructural en un lecho previamente comprometido. Además, la resección posterior permitió preservar el stock óseo anterior y minimizar potenciales alteraciones en la mecánica patelofemoral.

Existen diferentes estrategias descriptas para el manejo de deformidades sagitales tibiales, incluidas las osteotomías de apertura anterior y técnicas combinadas.⁵ Sin embargo, la evidencia disponible es limitada y se basa principalmente en reportes aislados y series pequeñas, por lo que la elección de la técnica debe individualizarse según las características del paciente, el stock óseo disponible y los antecedentes clínicos.

Si bien en este caso se obtuvo una recuperación funcional completa, con restauración del rango de movilidad (0-135°), desaparición de la inestabilidad clínica y retorno a la actividad laboral y física de bajo impacto,

no es posible generalizar la superioridad de esta técnica a partir de un único caso. Además, aunque el seguimiento de 6 meses permite evaluar la consolidación y la recuperación funcional inicial, se requieren seguimientos a más largo plazo para determinar la durabilidad de la corrección y la evolución articular futura.

CONCLUSIÓN

Este caso sugiere que, cuando se realiza una adecuada selección del paciente y una planificación preoperatoria precisa, la osteotomía posterior de cierre con planificación tridimensional puede constituir una opción válida y reproducible para la corrección de pendiente tibial invertida severa secundaria a consolidación viciosa.

Contribuciones de autoría: Conceptualización, Metodología, Investigación, Redacción – borrador original (LB). Redacción – revisión y edición (LB, MO, AJO). Supervisión técnica y validación del plan quirúrgico (MO, AJO, AF).

Conflictos de intereses: los autores declaran no tener conflictos de interés relacionados con este estudio.

Financiamiento: los autores declaran que no hubo financiamiento externo para la realización de este estudio.

REFERENCIAS

1. Giffin JR, Vogrin TM, Zantop T, Woo SL-Y, Harner CD. Effects of Increasing Tibial Slope on the Biomechanics of the Knee. *The Am J Sports Med.* 2004;32(2):376-382. <https://www.doi.org/10.1177/0363546503258880>
2. Hashemi J, Chandrashekar N, Gill B, Beynon BD, Slaughterbeck JR, Schutt RC Jr, et al. The geometry of the tibial plateau and its influence on the biomechanics of the tibiofemoral joint. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90(12):2724-2734. doi: <https://www.doi.org/10.2106/JBJS.G.01358>.
3. Chouhan DK, Chand Saini U, Kumar Rajnish R, Prakash M. Complex bicondylar tibial plateau fractures with reversed tibial slope : our experience with a fracture-specific correction strategy. *Trauma Case Rep.* 2019; 25:100256. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.tcr.2019.100256>.
4. Imhoff FB, Vlachopoulos L. Slope and frontal axis: three-dimensional analysis and correction with patient-specific cutting guides for the proximal tibia. *Oper Orthop Traumatol.* 2023;35(5):248-257. Alemán. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00064-023-00815-9>
5. Lott A, James MG, Kaarre J, Höger S, Kayaalp ME, Ollivier M, et al. Around-the-knee osteotomies part II: surgical indications, techniques and outcomes: state of the art. *JISAKOS.* 2024;9(4):658-671. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jisako.2024.04.002>.

RELART, Revista Latinoamericana de Artroscopia, Reconstrucción Articular y Trauma Deportivo (ISSN Online 3072-8010) de la [Sociedad Latinoamericana de Artroscopia, Reconstrucción Articular y Traumatología Deportiva](#) (SLARD), [Asociación Argentina de Artroscopia](#) (AAA), la [Asociación Argentina para el Estudio de la Cadera y Rodilla](#) (ACARO), la [Asociación Argentina de Traumatología del Deporte](#) (AATD) y la [Asociación Mexicana de Cirugía Reconstructiva, Articular y Artroscopia](#) (AMECRA), editada en Buenos Aires, Argentina.

Es una publicación cuatrimestral (publicada en abril, agosto y diciembre), accesible en línea y en idioma castellano, que publica investigaciones originales relevantes en el campo.

RELART sigue el modelo de acceso abierto bajo la licencia [CC BY-NC-SA 4.0](#). Cuenta con un proceso de revisión por pares doble ciego, garantizando la calidad y rigor de sus contenidos.

No se aplican cargos a los autores por evaluación ni publicación, según se detalla en nuestras [políticas editoriales](#).

Cuestiones éticas

La revista mantiene altos estándares de integridad y ética en la publicación. Se alinea con las directrices establecidas por el [COPE](#) (*Committee on Publication Ethics*) en relación con las conductas éticas y las mejores prácticas editoriales.

Investigación en seres humanos

Los artículos que implican la investigación realizada en seres humanos deben incluir una declaración en la sección de Materiales y métodos que indique la aprobación del Comité de Ética Institucional o autoridad competente y debe constar que el consentimiento informado, así como cualquier otro consentimiento necesario, se obtuvo de cada paciente. Para los informes de la investigación con sujetos humanos, se debe garantizar que: (a) el consentimiento necesario y apropiado se ha obtenido de cada paciente y (b) el protocolo de estudio se realizó conforme a las normas éticas de la [Declaración de Helsinki](#). Los pacientes individuales deben ser referidos por número y no por sus iniciales.

Experimentación con animales

Los artículos que reportan experimentos con animales deben incluir una declaración en la sección de Materiales y métodos garantizando que el cuidado de los animales cumple con las directrices de la institución de los autores y toda normativa de autoridad competente nacional respecto del cuidado y uso de animales de laboratorio.

Directrices para autores/as

- Consideraciones generales para el ingreso de un manuscrito al sistema
- Archivos a presentar
 - **Carta de solicitud**
 - **Manuscrito**
 - Primera página
 - Segunda página
 - o Secciones de la revista
 - o Figuras | Tablas | videos | Epígrafes | Permisos de publicación
 - o Abreviaturas | Unidades de medida | Notación numérica | Nombre de medicamentos e implantes
 - o Bibliografía
 - **Consentimientos de publicación**

1. Consideraciones generales para el ingreso de un manuscrito al sistema

2. Archivos a presentar

2.1. **Carta de solicitud**

2.2. **Manuscrito**

2.2.1. Primera página

2.2.2. Segunda página

2.2.2.1. Texto del artículo (secciones de la revista)

2.2.2.2. Figuras | Tablas | videos | Epígrafes | Permisos de publicación

2.2.2.3. Abreviaturas | Unidades de medida | Notación numérica | Nombre de medicamentos e implantes

2.2.2.4. Bibliografía

2.3. **Consentimientos de publicación**

3. Cómo realizar y presentar las correcciones luego de la evaluación

1. Consideraciones generales a tener en cuenta para el ingreso de un manuscrito al sistema

Los autores y autoras interesados en publicar en nuestra revista deberán seguir las siguientes instrucciones. Todos los manuscritos deben ser enviados electrónicamente a través del sitio [web de la revista](#) donde deberán registrarse como [autores](#) antes de realizar el [envío](#). El sistema los guiará paso a paso para cargar su artículo y permitirá seguir el progreso del mismo. Todas las comunicaciones relacionadas con el trabajo se enviarán por escrito a través del sistema.

Si bien puede ingresar nuevamente al sistema para completar los faltantes, le recomendamos tener todos los datos preparados para llenar los campos solicitados (ver checklist de envío).

2. Archivos a presentar

2.1 Carta de solicitud

Debe dirigir una carta al Editor en Jefe de la revista, Dr. Luciano Rossi, solicitando la evaluación del manuscrito que incluya lo siguiente:

- [Sección a la que presenta el trabajo](#) (ver [características de las secciones](#))
- [Listado de autores](#):

La Revista adhiere a la definición de autoría del [ICMJE](#) (*International Committee of Medical Journal Editors*). El nombre de los autores debe estar completo (formato: primer nombre, inicial del segundo nombre y apellidos/s), por favor no ingrese los nombres solo en mayúsculas. Agregue su grado en el campo correspondiente (por ejemplo: Dr. o Lic. en rehabilitación, etc.).

Si un grupo de investigación ha sido designado como el autor de un artículo, uno o más miembros del grupo que responden plenamente a los criterios anteriores de la autoría deben ser listados como autores del artículo, seguido de “en nombre de [nombre del grupo]”. Los otros miembros del grupo deben figurar en una sección de agradecimientos al final del artículo. Por otra parte, en la lista de autores también se puede incluir solo el nombre del grupo, seguido de un asterisco (*) que se corresponda con una lista que especifique los autores que responden plenamente a los criterios anteriores para la autoría, y que también mencione a otros miembros del grupo

- Incluir la [URL del ORCID](#) de cada uno de los autores. Si algún autor no tiene ORCID debe tramitarlo en el siguiente [link](#). Por favor, complete los datos teniendo en cuenta que es una identificación universal.
- Incluir el [mail institucional](#) de todos los autores.
- Indicar el [autor principal y su número de celular](#), el cual será el referente para la Coordinación Editorial en cualquiera de las etapas del proceso de publicación.
- [Afilación](#)
Deberá consignarse la afiliación correspondiente al lugar donde cada autor desarrolló el trabajo. Se indicará la unidad (sección, división o departamento) y la institución —incluyendo solo un nivel, sin subdivisiones—, junto con la provincia (u otro dato equivalente) y el país.
Las afiliaciones se listarán en forma secuencial según el orden de los autores. No deben incluirse cargos ni jerarquías (jefe de, coordinador, profesor, etc.). Se recomienda verificar la denominación oficial de la institución, evitar abreviaturas y, en caso de utilizar iniciales, consignar el nombre completo.
- [Contribuciones de los autores](#)
Debe declarar el rol de cada autor según la taxonomía de [CrEdit](#).
La forma de presentación es: indicar el rol y las iniciales de los autores involucrados (Ej: Conceptualización: JAM, ER, LAR. Análisis formal, Investigación: ER, LAR.)
- [Financiamiento](#)
Debe declarar el soporte financiero del trabajo a publicar. En caso negativo, le recomendamos la siguiente frase: “los autores declaran que no hubo financiamiento para la realización de este estudio”
- [Agradecimientos](#)
Vea “[colaboradores no autores](#)” (ICMJE) para definir la sección.
- [Uso y mención de herramientas de IA](#): consultar el siguiente link.
[https://revistarelart.com/index.php/revista/\(poner este link uso-de-inteligencia-artificial\)](https://revistarelart.com/index.php/revista/(poner este link uso-de-inteligencia-artificial))

[Puede utilizar la siguiente [plantilla](#) para asegurarse de presentar toda la información solicitada. Recomendamos completar la carta con los datos completos antes de presentar el artículo, le resultará más fácil ingresar los datos solicitados por el sistema]

2.2 Manuscrito

El manuscrito original debe ser escrito y presentado en formato OpenOffice, Microsoft Word, RTF o Word Perfect en una sola columna, a doble espacio, en tipografía arial tamaño número 12, con márgenes de 3 cm. Las páginas y las líneas deben estar numeradas. Por favor, en el texto **no incluir ninguna identificación** (tales como nombres de autores o de institución donde se realizó el estudio, etc.). Deben dirigirse en el texto como, por ejemplo, “el cirujano autor” o “nuestra institución”, etc., ya que, de lo contrario, se impide la revisión por pares con la modalidad doble ciego.

[Puede utilizar la siguiente [plantilla](#) para asegurarse de presentar toda la información solicitada.]

2.2.1 Primera página:

Título / subtítulo / título abreviado

- El título debe ser escogido con sumo cuidado: a mayor brevedad, mayor impacto. Las palabras utilizadas deben facilitar la búsqueda del tema tratado en un índice bibliográfico. Debe figurar en castellano e inglés.
- Solicitamos evaluar el uso de subtítulos y solo utilizarlos si es completamente necesario.
- Debe incluir un título abreviado de 4 a 5 palabras, en castellano.

Resúmenes

Artículo original, Revisiones sistemáticas y Metaanálisis: el resumen debe tener como máximo 350 palabras y deberá enviarse en castellano y en inglés. Deberá resumir y resaltar los puntos más importantes del texto. Estructura: deberá incluir introducción, objetivo, materiales y métodos, resultados, conclusiones, nivel de evidencia, diseño del estudio, palabras clave

Revisión narrativa: resumen no estructurado, con un máximo de 350 palabras, en castellano e inglés

Reporte de casos, Notas técnicas: el resumen debe ser no estructurado, con un máximo de 200 palabras, en castellano e inglés.

Palabras clave

Enviar de 4 a 6 palabras clave que describan correctamente el contenido del trabajo, en castellano e inglés. Recomendamos utilizar la terminología [MeSH](#) para una mejor recuperación de los buscadores.

2.2.2 Segunda página

2.2.2.1 Texto del artículo

Artículo original, Revisión sistemática y Metaanálisis

Será dividido en cuatro secciones: *Introducción*, *Materiales y métodos*, *Resultados* y *Discusión*. Con el fin de mantener la coherencia del mensaje se debe pensar cada sección en relación con la pregunta o hipótesis del trabajo.

De esta manera, la *Introducción* formula la pregunta, en *Materiales y métodos* se describen las actividades realizadas para responder dicha pregunta, en *Resultados* se reportan los resultados obtenidos, y en *Discusión* se plantean las diferencias y/o similitudes con otros autores, las consideraciones de los autores y, finalmente, se responde la pregunta formulada.

Revisiones narrativas

Aunque no se recomienda una estructura predeterminada para las revisiones narrativas, el manuscrito debe incluir subtítulos que faciliten la comprensión de los conceptos desarrollados. Es fundamental que cada sección de la revisión analice y describa claramente los artículos más relevantes y actuales relacionados con el tema, asegurando una presentación clara y coherente de los hallazgos. El objetivo es proporcionar un análisis crítico y bien fundamentado que aporte al entendimiento del área de estudio, destacando las contribuciones clave y las posibles lagunas en la literatura existente.

Reportes de casos

Los Casos clínicos que se consideren muy interesantes, que presenten técnicas quirúrgicas novedosas, complicaciones no descritas previamente en la literatura, o métodos diagnósticos –clínicos o por imágenes– innovadores, podrán ser enviados acompañados de la historia clínica del caso, diagnóstico y tratamiento efectuados. Se acompañarán con las fotos y dibujos correspondientes.

En caso de tratarse de nuevas Técnicas quirúrgicas deben presentarse en la secuencia del trabajo científico, siendo menor la vigencia de estadística.

Notas técnicas

Solo se aceptarán notas técnicas que describan procedimientos novedosos no reportados previamente en la literatura. Para que una nota técnica sea evaluada y tenga potencial de publicación, debe ser innovadora y aportar herramientas o gestos quirúrgicos no descritos previamente.

Se sugiere la utilización de la checklist correspondiente al tipo de trabajo a presentar. Esta, además, debe ser adjuntada al trabajo en un archivo aparte:

- Reporte de casos: <https://www.care-statement.org/> (CARE).
- Estudios observacionales (serie casos/Cohorte): <https://www.strobe-statement.org/index.php?id=strobe-home> (STROBE).
- Estudios prospectivos randomizados: <http://www.consort-statement.org/> (CONSORT).
- Revisiones sistemáticas y metaanálisis: <http://www.prisma-statement.org/> (PRISMA).

Para los *Estudios clínicos científicos* se debe incluir el tipo de estudio y el nivel de evidencia.

Características de las secciones de la revista

Tipo de artículo	Cantidad de palabras (sin resumen y referencias)	Cantidad de referencias	Cantidad de figuras	Cantidad de tablas	Cantidad de palabras del Resumen	Cantidad de palabras clave
Artículo original	4000 (estructurado)	35	7	4	350 palabras, estructurado	4 a 6
Revisiones sistemáticas y Metaanálisis	4000 (estructurado)	50	7	4	350 palabras, estructurado	4 a 6
Revisión narrativa	4000	75	10	4	350 palabras	4 a 6
Notas técnicas	2000	8	3	1	200 palabras, no estructurado	4 a 6
Reporte de casos	2000	5	3	0	200 palabras, no estructurado	4 a 6
Carta a editores	500	4	2	0	no	2 a 4

2.2.2.2 Figuras / Tablas / Videos / Epígrafes / Permisos

Figuras / ilustraciones digitales / Imágenes

Se deben subir al sistema como archivos separados en formato TIFF o JPEG. Serán aceptadas con la mayor resolución y nitidez posible (de 1 a 2 MB). El nombre del archivo debe incluir el número de ubicación en el texto, en orden de aparición (ej.: Figura 1, etc.).

- Radiografías, RM y/o TAC: en blanco y negro.
- Fotografías de procedimientos artroscópicos o de fotografías de pacientes: se aceptan en color. Recordar que se debe preservar su anonimato.

Importante: enviar el archivo de imagen sin retoques, tal como sale de la cámara digital. Si la imagen fuera una captura de un video, hacerlo antes de editar e imprimir el video para conservar calidad. Guardarlo en formato JPG sin retoque. Utilice las flechas de producción profesional u otros marcadores colocados directamente sobre la figura para identificar las características importantes. Recorte las figuras como sea necesario sin que pierda el significado o la información a mostrar. Indique la parte superior de la fotografía en caso de que la orientación no sea evidente. Los nombres de los autores o de las instituciones no deben aparecer en ninguna parte de las figuras. El título de la figura y el material de leyenda no debe incluirse en la figura.

Tablas o cuadros

Se deben subir al sistema como archivos separados en un formato editable (word o excel). El nombre del archivo debe incluir el número de ubicación en el texto y en orden de aparición (Ej.: Tabla 1). El título no debe formar parte de la tabla. Se deben evitar las tablas muy pequeñas, y deberán estar referenciadas en el texto. La información vertida en las tablas no debe repetirse en el texto. Cada tabla será numerada consecutivamente con números arábigos y todas las abreviaciones deben ser definidas.

Videos

La incorporación de videos a los artículos será opcional. Se aceptará solo un video por artículo, el peso máximo será de 100 MB y no debe durar más de cuatro minutos. El video debe ser citado dentro del texto. Debe contener subtítulos que describan la técnica utilizada y puede ser narrado, si el autor así lo considera. La Revista RELART no se encarga de la edición del video, pero puede solicitar correcciones en los subtítulos, en la narración y el pedido de la inclusión de la cita bibliográfica cuando el trabajo se encuentre aceptado y en la etapa de edición.

Epígrafes de figuras y títulos de tablas

Las leyendas o epígrafes (pie de foto) de las figuras se deben ordenar numéricamente y deben presentarse en una hoja independiente del artículo principal, en formato word, o al final del texto. Se deben enumerar las figuras y tablas con números arábigos y en el orden mencionado en el texto.

- Para las figuras se debe proporcionar una explicación suficiente para que la imagen sea comprensible sin tener que referirse al texto. Se deben definir todos los símbolos y todas las abreviaturas que no hayan sido detalladas en el texto.

- Las tablas deben tener títulos cortos que las describan claramente.

Permisos para la utilización de figuras, ilustraciones y tablas

Para las citas directas, tablas o ilustraciones tomadas de material con derechos de autor debe presentar el permiso de para su uso del propietario del copyright original (puede ser una persona o una editorial). Debe incluir en el epígrafe o al pie de una tabla el origen de la imagen y la información completa de la fuente.

Las fotografías de personas identificables deben ir acompañadas de un comunicado firmado que indique el consentimiento informado del paciente o tutor.

2.2.2.3 Abreviaturas, unidades de medida, notación numérica y nombre de medicamentos e implantes

Abreviaturas

Se escribe la palabra completa y luego entre paréntesis la abreviatura, en adelante se la utiliza en el texto.

Unidades de medida

Se utiliza el [Sistema Internacional \(SI\) de Unidades](#).

Notación numérica

Las cifras numéricas deben ser preferentemente escritas en letras, salvo los porcentajes, años calendario, grados, datos de resultados o números expresados en decimales.

Nombres de los medicamentos e implantes

Se utilizan los nombres genéricos. El nombre del fabricante puede ser mencionado entre paréntesis, junto con la ciudad y país. Agregar el signo de marca registrada (®) según corresponda (en el teclado: tecla Alt + 0174).

2.2.2.4 Referencias

Las Referencias Bibliográficas se enviarán enumeradas por orden de aparición en el trabajo científico y no por alfabético. Debe constar en el texto el número de la cita correspondiente como superíndice en números arábigos (Ej.: ^{1,3,5} ó ^{2-6,10}). Se incluirán todos los autores cuando sean 6 o menos, a partir de 7 autores, se mencionan los 6 primeros y se agrega *et al*. Se utilizan las abreviaturas de títulos de revistas según el Index Medicus. Se deben incluir los números de página de inicio y final de cada cita, así como la URL del DOI (*Digital Object Identifier*), si corresponde. Si una fuente de referencia de los autores aún no ha sido publicada, pero ha sido aceptada para su publicación, se debe incluir la fuente en la lista de referencia y presentar la carta de aceptación junto con el manuscrito.

Se insta a los autores a citar todos los trabajos publicados previamente en Relart que hagan referencia a la investigación (no se recomienda colocarlo en las instrucciones, no está dentro de las buenas prácticas editoriales).

Solo incluir referencias que son importantes y que fueron leídas por el autor. Por favor no incluir referencias no publicadas. No citar resúmenes de congresos, comunicaciones personales o material no publicado (incluyendo presentaciones orales, y manuscritos aún no aceptados para su publicación). Si la información es fundamental para el mensaje del manuscrito, este material puede ser identificado en el texto a pie de página.

La lista de referencia debe ser tipeada a doble espacio y debe aparecer después del texto y antes de las figuras y tablas.

Las referencias serán escritas puntualmente según los siguientes ejemplos, siguiendo las normas Vancouver:

Artículos de una revista

1. Rodríguez DJ; Aguirre M. Lesiones inveteradas de ligamento cruzado anterior de la rodilla. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol*, 1984; 51(3): 207-29.

Capítulos de un libro

2. Bandi W; Weber BG. "Fracturas de rótula". En: Muller ME; Allgower M; Willenegger H (eds). *Manual de Osteosíntesis*. Barcelona, Editorial Científico-medica, 1972, pp. 175-7.

También puede tomar como referencia el manual de la National Library of Medicine (NLM) [Citing Medicine](#) de consulta libre.

2.3. Consentimiento de publicación

En un archivo aparte debe enviar el siguiente texto firmado por el autor principal:

Consentimiento de publicación, originalidad y conflicto de intereses

Fecha:

Título del artículo:

Sección a la que es presentado:

Autores:

Por medio de la presente, el autor o los autores conservan los derechos de autor de este trabajo, incluidas figuras y tablas, y otorgan a RELART, Revista Latinoamericana de Artroscopia, Reconstrucción Articular y Trauma Deportivo, una licencia no exclusiva, de alcance

internacional y libre de regalías, para publicar, reproducir, distribuir y comunicar públicamente el artículo en su versión final, en cualquier formato o medio, con fines académicos y científicos.

Los autores aceptan que el artículo, en caso de ser publicado, será difundido bajo la licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0).

El contenido del artículo refleja los resultados de la investigación realizada. Todos los autores han participado en su elaboración, han leído y aprobado el manuscrito y asumen la responsabilidad por su contenido, declarando las fuentes de financiamiento y los posibles conflictos de interés, y manifestando el cumplimiento del Reglamento de Publicaciones.

Asimismo, se declara que el manuscrito es original, que no ha sido publicado previamente ni se encuentra en proceso de evaluación en otra revista.

3. Forma de presentar las correcciones:

- Debe realizar las correcciones solicitadas en control de cambios (en Word: pestaña *Revisar*/ opción *Control de cambios*).
- Armar un documento con la respuesta a cada una de las sugerencias de los evaluadores, indicando cómo resolvió la corrección y la ubicación de la misma (número de línea); y las razones para los cambios recomendados que no se han aceptado.
- Debe ingresar en el sistema y en el bloque “Revisiones” añadir los tres documentos:
 - o el archivo del manuscrito en formato word con las correcciones marcadas (control de cambios)
 - o el documento con la respuesta a los evaluadores
 - o un archivo en formato word con los cambios aceptados (versión final sin marcas).

[También debe ingresar [figuras y tablas](#) con correcciones, si corresponde]