



REVISIÓN NARRATIVA GERMÁN ESCRIBANO Y COL.

Pinzamiento femoroacetabular: abordaje diagnóstico y terapéutico

EDITORIAL DR. IVÁN HUESPE

Investigación clínica en la era de ChatGPT: desafíos y oportunidades

+Artículos destacados

HOMBRO

Resultados funcionales de la reparación artroscópica del manguito rotador mediante técnica de equivalente transóseo sin nudos.

DR. RODRIGO BRANDARIZ Y COL.

CADERA

El bloqueo pericapsular PENG como estrategia eficaz para reducir el dolor y la necesidad de analgésicos postoperatorios en artroscopia de cadera.

DR. TOMÁS R. VILASECA Y COL.

TRAUMATOLOGÍA DEL DEPORTE

Machine learning en medicina deportiva. Evaluación del riesgo de tendinopatía rotuliana en atletas de alto nivel.

DR. FACUNDO M. SEGURA Y COL.



Equipo editorial

Editor en jefe

Dr. Luciano A. Rossi

Hospital Italiano, Argentina

luciano.rossi@hospitalitaliano.org.ar

Editores asociados

Dr. Iván A. Huespe

Hospital Italiano, Argentina

ivan.huespe@hospitalitaliano.org.ar

Dr. Francisco Figueroa

Clínica Alemana. Vitacura, Chile

franciscofigueroab@gmail.com

Dr. Pablo Slullitel

Hospital Italiano, Argentina

pablo.slullitel@hospitalitaliano.org.ar

Dr. Iván Encalada-Díaz

Médica Sur. Ciudad de México, México

encaladaiv@yahoo.com

Dr. Diego Sánchez Cruz

Centro de Ortopedia y Traumatología, Colombia

diegosancruz@hotmail.com

Dr. Agustín Bertona Altieri

Centro Médico Chacras, Argentina

dr.bertona@gmail.com

Dr. Daniel Fischman

Hospital Militar de Santiago, Chile

dfischmanv@gmail.com

Editor asociado y coordinador de Multimedia

Dr. Ignacio García-Mansilla

Hospital Italiano, Argentina

ignacio.garciamansilla@hospitalitaliano.org.ar

Asesor metodológico

Dr. Diego Sánchez Thomas

Hospital Italiano, Argentina

diegom.sanchez@hospitalitaliano.org.ar

Consejo asesor

Dr. Fernando Barclay

Clínica Bessone, Argentina

fernandobarclay@gmail.com

Secretaria editorial

Mariana Rapoport

revista.relart@gmail.com

Gestión bibliogr

Bibl. Ludmila Vázquez

Corrección profesional

Laura Gehl

Coordinación de medios digitales y comunicación

Rosario Santander

Editor responsable

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

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

Revisores externos

RELART cuenta con la valiosa colaboración de profesionales externos e independientes que participan en el proceso de revisión por pares en modalidad doble ciego, conforme a las políticas editoriales y las buenas prácticas académicas.

[+ información]

Su mención en esta sección constituye un reconocimiento a la contribución académica voluntaria realizada en favor de la calidad científica de la revista.

Dr. Acuña Tovar, Marco (México)
Dr. Aguirre, Víctor Hugo (México) Dra.
Ahumada, Ximena (Argentina) Dr.
Albani, Agustín (Argentina)
Dr. Álvarez Lozano, Eduardo (México)
Dr. Allende, Bartolomé (Argentina)
Dra. Arias, Claudia (Perú)
Dr. Barrera Oro, Fernando (Argentina)
Dra. Bernal, Nazira (Chile)
Dr. Benítez Gil, Gustavo (Argentina)
Dr. Bitar, Iván (Argentina)
Dr. Bongiovanni, Santiago (Argentina)
Dr. Brandariz, Rodrigo N. (Argentina)
Dr. Bronenberg Pedro (Argentina) Dra.
Bruchmann, María G. (Argentina) Dra.
Cafruni, Virginia (Argentina)
Dr. Cardona Muñoz, Jesús (México) Dr.
Calvo Mena, Rafael (Chile)
Dra. Castro, Pamela (Perú)
Dr. Collazo, Cristian (Argentina)
Dr. Comba, Fernando (Argentina)
Dr. Constantini, Julián (Argentina) Dr.
Cornejo, Guillermo (Perú)
Dr. Chung, David (México)
Dr. Dallo, Ignacio (España)
Dr. Dardanelli, Pablo (Argentina)
Dr. Del Castillo, Juan Miguel (Uruguay)
Dr. Della Vedoba, Franco (Argentina)
Dr. Donndorf, Agustín (Argentina)
Dr. Dozo, Marcelo (Argentina)
Dr. Esteves, Tomás (Argentina)
Dr. García Bistolfi, Mariano (Argentina)
Dr. Gorodischer, Tomás (Argentina) Dr.
Graieb, Ariel (Argentina)
Dr. Guiloff, Rodrigo (Chile)
Dr. Holc, Fernando (Argentina)
Dr. Irrazabal Domínguez, Sebastián (Chile)
Dr. Kunzle, Carlos (Paraguay)
Dr. Larrague, Catalina (Argentina)
Dr. Llinas, Paulo (Colombia)
Dr. Locaso, Fernando (Argentina)
Dr. López Muños, Ricardo (México)
Dr. Lucero, Carlos (Argentina)
Dr. Luco, Bautista (Argentina)
Dr. Martínez Gallino, Rafael (Argentina)
Dr. Molina Romoli, Agustín (Chile)
Dr. Mondragón Rodríguez, Armando (México)
Dr. Morales, Rodolfo (México)
Dr. Nardín, Lisandro (Argentina)
Dr. Pérez Kalejman, Iván (Argentina)
Dr. Pasqualini, Ignacio (USA)
Dr. Ramírez, Antonio Alberto (México)
Dr. Ramírez Islas, Daniel Alberto (México)
Dr. Reinares, Felipe (Chile)
Dr. Ranalletta, Maximiliano (Argentina)
Dr. Rodriguez Sanmartino, Guillermo (Argentina)
Dr. Sánchez Mele, Hernán (Argentina)
Dr. Santa Coloma, Ezequiel (Argentina)
Dra. Santini, Gala (Argentina)
Dr. Sirio, Adrián (Argentina)
Dr. Stramazzo, Nicolás (Argentina)
Dr. Tanoira, Ignacio (Argentina)
Dr. Tavella, Tomás (Argentina)
Dr. Tovar Acuña, Marco (México)
Dr. Vilchez Cabazos, José Félix (México)
Dr. Villalón, Ignacio (Chile)
Dr. Yacuzzi, Carlos (Argentina)
Dr. Zanotti, Gerardo (Argentina)
Dr. Zaidenberg, Ezequiel (Argentina)
Dr. Zícaro, Juan Pablo (Argentina)

AÑO 2025 VOLUMEN 32 NÚMERO 2

EDITORIAL

89 Investigación clínica en la era de ChatGPT: desafíos y oportunidades

Clinical Research in the Era of ChatGPT: Challenges and Opportunities

Iván A. Huespe

ARTÍCULO ORIGINAL

91 Influencia de la tenodesis extraarticular lateral combinada con la reconstrucción del ligamento cruzado anterior en la fuerza muscular de la rodilla

Influence of Lateral Extra-Articular Tenodesis Combined with Anterior Cruciate Ligament Reconstruction on Knee Muscle Strength

Waldo González Duque, David Figueroa Poblete, Daniela Landea Caroca, Camila Tapia Castillo, Daniela Erskine Ventura

97 Autoinjerto versus aloinjerto en osteotomía tibial de apertura medial. Evaluación prospectiva y comparativa

Autograft versus Allograft in Medial Opening Tibial Osteotomy. Prospective and Comparative Evaluation

Sergio A. Sandrigo, Gastón F. Rabey, Gonzalo M. Pérez Herrera

108 Retorno al deporte en pacientes con cirugía primaria, revisión y re-revisión del ligamento cruzado anterior: estudio de cohorte comparativo con seguimiento mínimo de seis años

Return to Sport in Patients Undergoing Primary, Revision, and Re-revision Anterior Cruciate Ligament Surgery: A Comparative Cohort Study with a Minimum Six-Year Follow-Up

Ezequiel Ortiz, Carlos Yacuzzi, Matías Costa-Paz, Juan P. Zícaro

119 Machine learning en medicina deportiva. Evaluación del riesgo de tendinopatía rotuliana en atletas de alto nivel

Machine Learning in Sports Medicine. Risk Assessment of Patellar Tendinopathy in Elite Athletes

Facundo M. Segura, Florencio P. Segura, María P. Zudaire, Agustina Trevisson, Florencio V. Segura

128 Resultados funcionales de la reparación artroscópica del manguito rotador mediante técnica de equivalente transóseo sin nudos

Functional Results of Arthroscopic Rotator Cuff Repair Using the Knotless Transosseous Equivalent Technique

Rodrigo Brandariz, Catalina Larrague, Ignacio Tanoira, Santiago Bongiovani, Maximiliano Ranalleta

135 Resultados del tratamiento de infecciones periprotésicas de hombro en dos tiempos utilizando espaciadores de cemento preformados cargados con antibióticos

Results of Two-Stage Treatment of Periprosthetic Shoulder Infections Using Antibiotic-Loaded Preformed Cement Spacers

Ezequiel E. Zaidenberg, Fernando A. Denegri

143 El bloqueo pericapsular PENG como estrategia para reducir el dolor y la necesidad de analgésicos postoperatorios en artroscopia de cadera

The Pericapsular PENG Block as an Effective Strategy to Reduce Pain and Postoperative Analgesic Requirements in Hip Arthroscopy

Tomás R. Vilaseca, Santiago Cao, Jorge L. Iglesias

REVISIÓN NARRATIVA

154 Pinzamiento femoroacetabular: abordaje diagnóstico y terapéutico

Femoroacetabular Impingement: Diagnostic and Therapeutic Approach

Germán Escribano, Felipe J. Casanova, Juan B. Villarreal-Espinosa, Fernando Gomez-Verdejo, Jorge Chahla

- 164 La Escala de inestabilidad del hombro y retorno al deporte después de una lesión (SIRSI). Una revisión integral de sus propiedades psicométricas, utilidad clínica y validez predictiva en atletas sometidos a estabilización quirúrgica**

The Shoulder Instability Return to Sports After Injury (SIRSI) Scale. A Comprehensive Review of Its Psychometric Properties, Clinical Utility, and Predictive Validity in Athletes Undergoing Surgical Stabilization

Ignacio Pasqualini

REPORTE DE CASO

- 169 Injuria arterial severa asociada a la obtención de injertos isquiotibiales autólogos en la reconstrucción artroscópica de ligamento cruzado anterior**

Severe Arterial Injury Associated with Obtaining Autologous Hamstring Grafts in Anterior Cruciate Ligament Arthroscopic Reconstruction

Eliseo J. Firman, Adrián N. Sirio, Eduardo M. Ríó

- 177 INSTRUCCIONES PARA AUTORES**

Investigación clínica en la era de ChatGPT: desafíos y oportunidades

Iván A. Huespe[✉]

Servicio de Terapia Intensiva, Hospital Italiano. Argentina

Soy el Dr. Iván Huespe, analista metodológico de la RELART. No soy traumatólogo, sino investigador clínico experto en metodología y estadística. Como metodólogo, mi función es conocer las herramientas para el desarrollo de la investigación científica y sus posibles aplicaciones. Hoy, las herramientas de inteligencia artificial más utilizadas son los *Large Language Models (LLMs)*, y están cambiando la forma en que investigamos. En este sentido surge la pregunta: ¿podría prescindirse de los metodólogos para hacer investigación de calidad? En los próximos párrafos evaluaremos qué tan probable es que pierda mi trabajo en los próximos años, o incluso meses.

Primero lo primero, no vamos a abordar la historia completa de los LLMs, pero sí retrocederemos a noviembre de 2022, cuando se lanzó ChatGPT. En ese período inicial, se vislumbró un potencial tan grande que muchos auguraron que la IA se encargaría de generar preguntas de investigación (a través del análisis de la bibliografía), diseñar estudios, realizar análisis estadísticos e incluso redactar manuscritos científicos. En teoría, podían hacerlo todo, salvo recolectar datos.

Sin embargo, esa euforia inicial pronto dio paso al escepticismo: la IA exhibió un preocupante grado de “alucinaciones” –respuestas que aparentan y responden como si fueran correctas pero son totalmente falsas– que amenazaban la rigurosidad académica. Otro problema mayor es que estos modelos funcionan como cajas negras: cuando muestran resultados de análisis estadísticos, no hay forma de verificar cómo se realizaron los cálculos, y en varias pruebas

cometieron errores graves. De modo que vino una decepción significativa y se comentó que ChatGPT “daba respuestas como si estuviera bajo los efectos de LSD”.¹

A pesar de ello, en ese mismo período desarrollamos un estudio para evaluar si ChatGPT podía escribir textos científicos, lo cual es muy diferente a “ser investigador”. La redacción científica requiere trasladar ideas y observaciones propias a palabras, a veces en un idioma ajeno, de manera clara y precisa. Este proceso es difícil: uno comprende perfectamente lo que hizo y encontró, pero llevarlo a un manuscrito puede requerir semanas. Lo interesante fue descubrir que ChatGPT lo hacía mejor que muchos investigadores. En nuestro estudio, expertos en una temática redactaron la introducción de un manuscrito científico, y ChatGPT fue capaz de expresar esas ideas y conceptos de forma más clara, incluso que los propios investigadores.² Esto es esperable, los médicos no somos literatos: sabemos muchísimo de nuestra área, pero a veces carecemos de experiencia en redacción. Un manuscrito científico no es una obra de Shakespeare, su objetivo es reflejar de la manera más clara y sencilla posible la pregunta de investigación, la metodología empleada y los resultados obtenidos.

Con el tiempo, comprobamos que la IA no es útil en todos los aspectos, pero con experiencia y análisis adecuados son herramientas que nos ayudan enormemente en el proceso de investigación.

En nuestro equipo exploramos diversas aplicaciones y le encontramos utilidades muy importantes. La primera es la mejora de la gramática y la traducción

Autor de correspondencia: Iván Huespe, ivan.huespe@hospitalitaliano.org.ar

Recibido: 3/07/2025 Aceptado: 21/07/2025

DOI: <https://doi.org/10.63403/re.v32i2.435>

Cómo citar: Huespe IA. Investigación clínica en la era de ChatGPT: desafíos y oportunidades. Relart 2025;32(2): 89-90.

al inglés, siendo capaz de escribir en ese idioma nuestras ideas de manera más clara que nosotros. Luego observamos que la IA puede transformar texto libre en texto estructurado, siempre que exista una validación humana (así, ya no es necesario que un residente o un estudiante lea miles de evoluciones clínicas para extraer *scores* de dolor o de funcionalidad en el seguimiento de cientos de pacientes). Más aún, agiliza la generación de bases de datos: a veces, su creación lleva cientos de líneas de código, y las versiones recientes de los LLMs aceleraron ese proceso.

Con todo, conocer la IA y sus usos nos permitió entender dónde no puede llegar. En primer lugar, no posee el conocimiento del contexto local del investigador: uno conoce a sus pacientes, las bases de datos disponibles, la idiosincrasia de los comités de ética y directivos locales; sabe cómo funciona el día a día para coordinar un estudio multicéntrico, con quién puede colaborar productivamente y con quien no. Las cuestiones personales (quién hará bien las cosas y quién no), el entendimiento del entorno y la red de contactos son esenciales para el desarrollo de estudios. Hoy, conocer ese ámbito local es clave para determinar qué pregunta se puede responder y la pregunta y objetivos van de la mano con el análisis estadístico que conviene realizar con cada equipo y estudio. Los LLMs pueden “alucinar” y cometer erro-

res, con lo cual no pueden hacer el análisis estadístico, pero sí pueden generar códigos que luego ejecutamos en *software* estadístico especializado (Stata, R, etc.) y verificar allí su correcto funcionamiento.

En conclusión, aunque no sabemos cuándo ni cómo la IA reemplazará nuestro rol en el desarrollo metodológico de la investigación, lo cierto es que ya ha acelerado significativamente nuestra productividad como equipo, permitiendo adelantarnos a quienes aún no la utilizan.

Comprender con claridad qué puede y qué no puede hacer la IA nos ayuda a reforzar nuestras habilidades en las áreas donde los modelos no podrán sustituirnos y, al mismo tiempo, optimizar nuestra productividad.

REFERENCIAS

1. Beutel G, Geerits E, Kielstein JT. Artificial hallucination: GPT on LSD? *Crit Care*. 2023 Apr;27(1):148. doi: <https://www.doi.org/10.1186/s13054-023-04425-6>.
2. Huespe IA, Echeverri J, Khalid A, Carboni Bisso I, Musso CG, Surani S, et al. Clinical research with large language models generated writing-Clinical Research with AI-assisted Writing (CRAW) Study. *Crit Care Explor*. 2023 Oct;5(10):e0975. doi: <https://www.doi.org/10.1097/CCE.0000000000000975>.

Influencia de la tenodesis extraarticular lateral combinada con la reconstrucción del ligamento cruzado anterior en la fuerza muscular de la rodilla

Waldo González Duque¹, David Figueroa Poblete¹, Daniela Landea Caroca², Camila Tapia Castillo², Daniela Erskine Ventura²

1. Departamento de Traumatología, Unidad de Rodilla y Artroscopia, Clínica Alemana, Universidad del Desarrollo. Chile

2. Servicio de Medicina Física y Rehabilitación, Clínica Alemana. Chile

RESUMEN

Introducción: estudios recientes han demostrado que combinar la reconstrucción del ligamento cruzado anterior (RLCA) con una tenodesis extraarticular (TEA) puede reducir la tasa de rerrotura en 2.5 veces. Sin embargo, dado que este procedimiento involucra la banda iliotibial, podría influir en la recuperación de la fuerza muscular de la rodilla.

Objetivos: el objetivo de este estudio fue comparar la recuperación de la fuerza muscular medida a través de la prueba de fuerza isocinética en pacientes con reconstrucción del LCA con tenodesis extraarticular (TEA) asociada, y sin esta.

Materiales y métodos: estudio de cohorte retrospectivo que incluyó a sesenta y ocho pacientes, divididos en dos grupos: RLCA con TEA (n = 20) y RLCA aislada (n = 48). Se midió la fuerza muscular de los extensores y flexores de la rodilla doce meses después de la cirugía utilizando un dinamómetro isocinético Humac NORM™, evaluando el torque máximo a 60°/s (Nm) según el protocolo de nuestro centro. Los análisis estadísticos se llevaron a cabo mediante modelos de regresión logística univariados y multivariados utilizando STATA 18.0, con resultados expresados en odds ratio (OR) e intervalos de confianza del 95 % (IC 95 %).

Resultados: el 66.2 % de los pacientes fueron hombres (n = 45), con una edad promedio de 23.9 años (DE = 8.0). El grupo de RLCA con TEA mostró un menor desequilibrio en la fuerza de extensores y flexores en comparación con el grupo de RLCA aislada; sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p=0.55$ y $p=0.63$, respectivamente).

Conclusión: la adición de la TEA a la RLCA no parece influir significativamente en los resultados funcionales en términos de equilibrio de la fuerza muscular de los extensores y flexores a doce meses del postoperatorio.

Palabras clave: Ligamento Cruzado Anterior, Tenodesis Extraarticular, Isocinético, Fuerza Muscular

Nivel de evidencia: IV. Estudio de Cohorte Retrospectiva

Autor de correspondencia: Waldo González Duque, doctorwaldogonzalez@gmail.com

Recibido: 5/12/2024 Aceptado: 17/02/2025

DOI: <https://doi.org/10.63403/re.v32i2.381>

Cómo citar: González Duque W, Figueroa Poblete D, Landea Caroca D, Tapia Castillo C, Erskine Ventura D. Influencia de la tenodesis extraarticular lateral combinada con la reconstrucción del ligamento cruzado anterior en la fuerza muscular de la rodilla. Relart 2025;32(2): 91-96.

Influence of Lateral Extra-Articular Tenodesis Combined with Anterior Cruciate Ligament Reconstruction on Knee Muscle Strength

ABSTRACT

Introduction: recent studies have shown that combining anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR) with lateral extra-articular tenodesis (LET) can reduce the re-rupture rate by 2.5 times. However, since this procedure involves the iliotibial band, it could affect the recovery of knee muscle strength.

Objetives: our objective was to compare muscle strength recovery measured through isokinetic strength testing in patients undergoing ACL reconstruction with and without associated extra-articular tenodesis (LET).

Materials and methods: a retrospective cohort study included 68 patients, divided into two groups: ACLR with LET (n=20) and isolated ACLR (n=48). Knee extensor and flexor muscle strength was measured 12 months post-surgery using a HUMAC NORM isokinetic dynamometer, evaluating peak torque at 60°/s (Nm) following our center's protocol. Statistical analyses were conducted using univariate and multivariate logistic regression models in STATA v.18.0, with results expressed as odds ratios (OR) and 95% confidence intervals (CI).

Results: 66.2% of the patients were male (n=45), with an average age of 23.9 years (SD=8.0). The ACLR with LET group showed less imbalance in extensor and flexor muscle strength compared to the isolated ACLR group; however, these differences were not statistically significant ($p=0.55$ and $p=0.63$).

Conclusion: adding LET to ACLR does not appear to significantly influence functional outcomes in terms of extensor and flexor muscle strength balance 12 months postoperatively.

Keywords: Anterior Cruciate Ligament, Extra-Articular Tenodesis, Isokinetic, Muscle Strength

Level of evidence: IV. Retrospective Cohort Study

INTRODUCCIÓN

La lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) es una de las más frecuentes entre las estructuras ligamentarias de la rodilla, especialmente en jóvenes activos y deportistas. La cirugía de reconstrucción del ligamento cruzado anterior (RLCA) es uno de los procedimientos quirúrgicos más habituales para restaurar la estabilidad articular tras una lesión. En países como Estados Unidos, se estima que la incidencia anual de lesiones del LCA oscila entre 100000 y 250000 casos, con alrededor de 60000 a 175000 reconstrucciones realizadas anualmente.^{1,2}

A pesar de su efectividad en la restauración de la estabilidad y función de la articulación, el riesgo de rerrotura del LCA aumenta progresivamente con el tiempo, y se reportan tasas del 3, 6 y 9 % a los dos, cinco y ocho años de seguimiento, respectivamente.^{3,4} Este tipo de lesiones afecta principalmente a pacientes jóvenes que participan en deportes de alto impacto con cambios rápidos de dirección, saltos o contacto físico.⁵

En los últimos años, varios autores han destacado la importancia de las estructuras anterolaterales de la rodilla, las que se lesionan concomitantemente a la rotura del LCA.^{6,7} Estas estructuras desempeñan un rol clave en la estabilidad rotacional de la rodilla, por lo que los procedimientos de tenodesis extraarticular (TEA) asociados a la RLCA se han vuelto cada vez más frecuentes.⁸ Asociar una TEA a la RLCA ha demostrado disminuir las tasas de rerrotura del injerto en comparación con los grupos de pacientes con RLCA aislada,^{9,10} pero presenta una comorbilidad no menor cuando se realiza la extracción de una parte de la banda iliotibial, según la técnica descrita por Lemaire.¹¹ Esta extracción adicional podría afectar la restauración de la función de la rodilla, en particular la recuperación postoperatoria de su fuerza muscular. Por otra parte, son múltiples los criterios para

definir el retorno al deporte, uno de los más utilizados es la medición de la fuerza muscular, y uno de sus principales métodos de medición es la prueba de fuerza isocinética.^{12,13}

El objetivo de este estudio fue comparar la recuperación de la fuerza muscular medida a través de la prueba de fuerza isocinética en pacientes con reconstrucción del LCA con tenodesis extraarticular (TEA) asociada, y sin esta. La hipótesis planteada fue que la combinación de TEA con RLCA no resultaría en un deterioro de la fuerza muscular de la rodilla a doce meses postoperatorios.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio de cohorte retrospectiva realizado en nuestro centro que incluyó pacientes sometidos a reconstrucción del ligamento cruzado anterior (RLCA). Todos siguieron nuestro protocolo estándar de rehabilitación y, posteriormente, se les hizo un test isocinético. Se excluyeron pacientes con lesiones neurovasculares, fracturas de la meseta tibial, reconstrucciones multiligamentarias o procedimientos combinados con osteotomía.

Las cirugías fueron realizadas por cirujanos especializados en rodilla (con al menos diez años de experiencia) utilizando autoinjertos de tendones isquiotibiales ipsilateral. Todas las intervenciones fueron bajo anestesia general y con asistencia artroscópica, utilizando un torniquete de isquemia aplicado en la parte proximal del muslo.

Los pacientes candidatos a una tenodesis extraarticular fueron aquellos que tenían al menos alguno de los siguientes factores: menores de veinticinco años, que realicen deportes de pivote (definidos como deportes de nivel I o nivel II según la clasificación de nivel de actividad de Hefti *et al.*),¹⁴ alto grado de inestabilidad (*pivot shift* >2) e hiperlaxitud.

La estancia hospitalaria promedio fue de una noche, y cada paciente recibió al menos una sesión de kinesioterapia antes del alta hospitalaria. Posteriormente, continuaron con un programa de rehabilitación diseñado específicamente según el tipo de cirugía realizada.

Se utilizó inmovilización con férula ROM y se restringió la carga de peso durante seis semanas, únicamente en pacientes con reparación meniscal. Después de este período, se permitió un rango de movimiento completo. Los controles postoperatorios rutinarios se llevaron a cabo por el cirujano tratante a las dos, cuatro y seis semanas, a los tres y seis meses y al año después de la cirugía. Una vez cumplido el protocolo de rehabilitación, se solicitó una resonancia magnética para evaluar la ligamentización del injerto y se hizo un test isocinético. Al ser un estudio retrospectivo, solo se incluyeron pacientes que efectuaron la prueba de isocinética al año de operados.

El protocolo del estudio fue aprobado por el Comité de Ética de nuestra Institución y todos los pacientes firmaron un consentimiento informado aceptando su participación.

Evaluación isocinética

Se midió la fuerza muscular de los isquiotibiales y el cuádriceps mediante un dinamómetro isocinético. Como calentamiento, los participantes pedaleaban en una bicicleta estacionaria durante cinco minutos, con una resistencia ajustada al nivel 5 y una cadencia de 80 revoluciones por minuto (rpm).

Los individuos se posicionaron en el dinamómetro, con el respaldo inclinado en un ángulo de 85° y el asiento ajustado según la longitud de su muslo. Se colocaron correas para fijar el torso y el muslo, asegurando que el eje del dinamómetro coincidiera con el eje de movimiento de flexión y extensión de la rodilla (Fig. 1).

Antes de cada velocidad, los pacientes realizaron cuatro repeticiones submáximas, descansando treinta



Figura 1. Medición de fuerza de los músculos cuádriceps e isquiotibiales con el dinamómetro isocinético Humac NORM™ (Computer Sports Medicine Inc., Stoughton, MA, EE. UU.).

segundos entre estas y las repeticiones del test principal. Se evaluó primero la pierna sana y luego la pierna intervenida. Se efectuaron cuatro repeticiones de una contracción máxima isocinética concéntrica desde 90° de flexión hasta 0° de extensión de la rodilla, a velocidades de 60°/s y 180°/s (medido en Nm). Se estableció un descanso de un minuto entre las pruebas de ambas piernas. Para calcular el índice, se dividió el torque máximo a 60°/s de los isquiotibiales por el torque máximo a 60°/s del cuádriceps y se multiplicó por cien.

La prueba se consideró satisfactoria cuando el desequilibrio de fuerza entre las extremidades, tanto de los extensores como de los flexores de la rodilla, fue menor al 10 %, y el índice entre el cuádriceps e isquiotibiales se encontraba dentro de un ± 5 % del 66 % considerado ideal.¹⁵⁻¹⁸

Los análisis estadísticos se llevaron a cabo mediante modelos de regresión logística univariados y multivariados utilizando STATA 18.0, con resultados expresados en odds ratio (OR) e intervalos de confianza del 95 % (IC 95 %).

RESULTADOS

De un total de noventa y cinco pacientes sometidos a reconstrucción del ligamento cruzado anterior (RLCA) con prueba de fuerza isocinética disponible, se excluyeron veintisiete debido al uso de injertos distintos, como hueso-tendón-hueso, tendón cuadriceps o aloinjerto. Esto dejó un total de sesenta y ocho pacientes, de los cuales veinte se sometieron a RLCA con tenodesis extraarticular (TEA) asociada y cuarenta y ocho sin TEA. El 66.2 % eran hombres ($n = 45/68$), y la edad promedio fue de 23.9 años ($DE \pm 8$).

Los pacientes que recibieron RLCA con TEA eran más jóvenes en comparación con aquellos a los cuales no se les había realizado la tenodesis ($p = 0.003$). No se encontraron diferencias significativas por sexo entre los grupos ($p = 0.89$).

A todos los pacientes se les midió la fuerza muscular de los extensores y flexores de la rodilla doce meses después de la cirugía utilizando un dinamómetro isocinético Humac NORM™. El grupo de RLCA con TEA mostró un menor desequilibrio en la fuerza de extensores y flexores en comparación con el grupo de RLCA aislada; sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p = 0.55$ y $p = 0.63$).

Desequilibrio en extensores

Los pacientes a los cuales se les efectuó una tenodesis extraarticular presentaron un menor desequilibrio en los extensores (≥ 10 %) en comparación con aquellos sin TEA. No obstante, esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($p = 0.55$), incluso después de ajustar por sexo y edad ($p = 0.50$). Los hombres con TEA mostraron una menor probabilidad de tener un desequilibrio en extensores ≥ 10 % en comparación con los hombres sin TEA, pero esta diferencia no alcanzó significación estadística ($p = 0.46$). De manera similar, las mujeres a las cuales se les realizó tenodesis extraarticular tuvieron menos probabilidad de

presentar desequilibrio en extensores $\geq 10\%$ respecto a las mujeres sin TEA, sin diferencias significativas ($p = 0.40$) (Tabla 1).

hombres

El grupo de pacientes a los que se les realizó una tenodesis extraarticular mostró un menor desequilibrio en los flexores ($\geq 10\%$) en comparación con aquellos sin TEA. No obstante, esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($p = 0.63$), incluso al ajustar por sexo y edad ($p = 0.96$). Los hombres con TEA tuvieron menor probabilidad de presentar desequilibrio en flexores $\geq 10\%$ en comparación con los hombres sin TEA, aunque esta diferencia tampoco fue significativa ($p = 0.53$). Las mujeres con TEA también mostraron una menor probabilidad de tener desequilibrio en flexores $\geq 10\%$ respecto a las mujeres sin TEA, sin diferencias significativas ($p = 0.96$) (Tabla 1).

DISCUSIÓN

Los principales hallazgos de este estudio mostraron que la adición de una TEA a la RLCA no parece influir significativamente en los resultados funcionales en términos de equilibrio de la fuerza muscular entre los extensores y flexores a los doce meses postoperatorios. Estos hallazgos coinciden con los publicados por Getgood *et al.*,¹⁹ quienes concluyeron que la incorporación de una TEA a la RLCA provoca un ligero aumento del dolor, una leve disminución de la fuerza del cuádriceps y una recuperación funcional subjetiva más lenta hasta los seis meses posteriores a la cirugía. Sin embargo, a los doce meses no se observaron diferencias significativas en estas mediciones ni en la fuerza medida a través del índice de simetría de las extremidades en la prueba de salto.

En un estudio reciente que evaluó los resultados clínicos, como el retorno a la práctica deportiva y las complicaciones tras la RLCA asociada a TEA, se encontró que en la evaluación isocinética a los seis meses, el 79 % de los pacientes presentó una recuperación de la fuerza muscular del cuádriceps superior al 85 % en comparación con el lado sano, y el 70 %

tuvo una recuperación similar en los isquiotibiales.²⁰ Nuestros resultados fueron similares en cuanto a los valores de fuerza, con un desbalance del $11.8 \pm 9.6\%$ en los extensores y del $11.4 \pm 9.2\%$ en los flexores. Sin embargo, nuestros valores de simetría fueron ligeramente más altos, lo que podría explicarse, principalmente, por el tiempo transcurrido desde la cirugía al momento de la medición.

Uno de los puntos importantes de estos datos sobre la simetría de la fuerza radica en su posible relación con mejores resultados funcionales, como se refleja en las escalas de autorreporte, durante el primer año de regreso al deporte.²¹ Por otra parte, Tool *et al.* demostraron que el 81 % de los deportistas jóvenes que presentaron un índice de simetría superior al 90 % mantuvieron su nivel de participación deportiva durante el año siguiente a las pruebas, en comparación con el 60 % de aquellos que no alcanzaron este umbral.²²

Un factor que parece influir en nuestros resultados es el sexo, ya que los pacientes con un desbalance en los extensores mayor o igual al 10 % corresponden en su mayoría al sexo femenino. Este hallazgo podría ser relevante para futuras investigaciones.

Johnston *et al.* evaluaron la fuerza de los extensores y flexores de la rodilla después de la RLCA y compararon los resultados entre los diferentes tipos de injertos.²³ El índice de simetría de la fuerza de los extensores con injerto cuadrípital no alcanzó el 90 % de simetría a los veinticuatro meses postoperatorios, similares a los datos obtenidos con injerto patelar, pero más deficientes que aquellos con injerto isquiotibial. Este descubrimiento es importante, ya que una de las limitaciones de nuestro estudio es que no se analizaron los pacientes según el tipo de injerto utilizado, lo que podría influir en los resultados finales. Otra limitación fue el bajo tamaño muestral y la falta de registro del nivel de actividad física y la competitividad previos a la lesión, lo cual podría influir en los datos obtenidos en el estudio de isocinética.

Aunque no se observaron diferencias significativas en la fuerza muscular entre los dos grupos, la adición de la TEA a la RLCA sigue demostrando beneficios al

Tabla 1. Descripción de los resultados obtenidos del grupo con TEA versus el grupo sin TEA

	Grupo c/ TEA (n = 20)	Grupo s/ TEA (n = 48)	Valor p
Femenino	16 (33.3)	7 (35.0)	0.89
Edad	19.4 \pm 4.6	25.8 \pm 9.0	0.003
Desbalance extensor	11.8 \pm 9.6	12.8 \pm 11.2	0.73
Desbalance extensor $\geq 10\%$	8 (40.0)	23 (47.9)	0.55
hombres	11.4 \pm 9.2	13.2 \pm 10.5	0.51
hombres $\geq 10\%$	10 (50.0)	27 (56.3)	0.63

reducir las tasas de rerrotura, lo que constituye un factor a tener en cuenta en la práctica clínica. A pesar de ser un procedimiento adicional a la cirugía tradicional de RLCA, la TEA ofrece beneficios sustanciales en términos de estabilidad articular sin retrasar el proceso de recuperación de la fuerza muscular a largo plazo.

CONCLUSIÓN

La adición de la TEA a la RLCA no parece influir significativamente en los resultados funcionales en términos de equilibrio de la fuerza muscular de los extensores y flexores a doce meses del postoperatorio.

Contribuciones de autores: Conceptualización, Metodología, Supervisión, Administración del proyecto, Investigación, Curación de Datos, Redacción – Revisión y edición, Visualización (WGD), Análisis formal, Supervisión (DFP), Investigación, Curación de Datos, Redacción – Borrador original (DLC,CTC,DEV).

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

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

REFERENCIAS

- 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 Oct;91(10):2321-2328. doi: <https://www.doi.org/10.2106/JBJS.H.00539>.
- Spindler KP, Wright RW. Clinical practice. Anterior cruciate ligament tear. *N Engl J Med.* 2008 Nov 13;359(20):2135-2142. doi: <https://www.doi.org/10.1056/NEJMc0804745>.
- Wright RW, Dunn WR, Amendola A, Andrich JT, Bergfeld J, Kaeding CC, et al. Risk of tearing the intact anterior cruciate ligament in the contralateral knee and rupturing the anterior cruciate ligament graft during the first 2 years after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective MOON cohort study. *Am J Sports Med.* 2007 Jul;35(7):1131-1134. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546507301318>.
- Salmon L, Russell V, Musgrove T, Pinczewski L, Refshauge K. Incidence and risk factors for graft rupture and contralateral rupture after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2005 Aug;21(8):948-957. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2005.04.110>.
- Webster KE, Hewett TE. What is the evidence for and validity of return-to-sport testing after anterior cruciate ligament reconstruction surgery? a systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 2019 Jun;49(6):917-929. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s40279-019-01093-x>.
- 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 Dec;32(12):2592-2611. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2016.04.028>.
- Sonnery-Cottet B, Daggett M, Helito CP, Fayard JM, Thauinat M. Combined anterior cruciate ligament and anterolateral ligament reconstruction. *Arthrosc Tech.* 2016 Oct 31;5(6):e1253-e1259. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.eats.2016.08.003>.
- Parsons EM, Gee AO, Spiekerman C, Cavanagh PR. The biomechanical function of the anterolateral ligament of the knee. *Am J Sports Med.* 2015 Mar;43(3):669-674. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546514562751>.
- 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 Sport Med.* 2017 Jun;45(7):1547-1557. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546516686057>.
- 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 Sport Med.* 2017 Nov;45(13):3089-3097. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546517724422>.
- Lemaire M. Rupture ancienne du ligament croisé antérieur du genou. *J Chir.* 1967;93:311-320.
- Sousa PL, Krych AJ, Cates RA, Levy BA, Stuart MJ, Dahm DL. Return to sport: does excellent 6-month strength and function following ACL reconstruction predict midterm outcomes? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017 May;25(5):1356-1363. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00167-015-3697-2>.
- Pua YH, Bryant AL, Steele JR, Newton RU, Wrigley TV. Isokinetic dynamometry in anterior cruciate ligament injury and reconstruction. *Ann Acad Med Singap.* 2008 Apr;37(4):330-340. Disponible en: <http://www.annals.edu.sg/pdf/37VolNo4Apr2008/V37N4p330.pdf>.
- Hefti F, Müller W, Jakob RP, Stäubli HU. Evaluation of knee ligament injuries with the IKDC form. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1993;1(3-4):226-234. doi: <https://www.doi.org/10.1007/BF01560215>.
- Iacono AD, Buksbaum C, Padulo J, Hetsroni I, Ben-Sira D, Ayalon M. Isokinetic moment curve abnormalities are associated with articular knee lesions. *Biol Sport.* 2018 Mar;35(1):83-91. doi: <https://www.doi.org/10.5114/biolSport.2018.71486>.
- Risberg MA, Steffen K, Nilstad A, Myklebust G, Kristianslund E, Moltubakk MM, et al. Normative quadriceps and hamstring muscle strength values for female, healthy, elite handball and football players. *J Strength Cond Res.* 2018 Aug;32(8):2314-2323. doi: <https://www.doi.org/10.1519/JSC.0000000000002579>.
- Salguero GC, García-Muro San José F, Gosalvez AP, Cárdenas

- Rebollo JM, Brígido Fernández I, Fernández Rosa L. (2021). Isokinetic profiles and reference values of professional soccer players. *Rev Bras Med Esporte*. 2021;27(6):610-615. doi: https://www.doi.org/10.1590/1517-8692202127062021_0073.
18. Neder JA, Nery LE, Shinzato GT, Andrade MS, Peres C, Silva AC. Reference values for concentric knee isokinetic strength and power in nonathletic men and women from 20 to 80 years old. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1999 Feb;29(2):116-126. doi: <https://www.doi.org/10.2519/jospt.1999.29.2.116>.
19. Getgood A, Hewison C, Bryant D, Litchfield R, Heard M, Buchko G. No difference in functional outcomes when lateral extra-articular tenodesis is added to anterior cruciate ligament reconstruction in young active patients: the stability study. *Arthroscopy*. 2020 Jun;36(6):1690-1701. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2020.02.015>.
20. Lutz C, Casin C, Pioger C, Jacquot X, Jaeger JH, Van Hille W. Combined ACLR and lateral extra-articular tenodesis with a continuous iliotibial band autograft is a viable option in a population of athletes who participate in pivoting sports. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2025 Jan;33(1):96-106. doi: <https://www.doi.org/10.1002/ksa.12324>.
21. Ithurburn MP, Altenburger AR, Thomas S, Hewett TE, Paterno MV, Schmitt LC. Young athletes after ACL reconstruction with quadriceps strength asymmetry at the time of return-to-sport demonstrate decreased knee function 1 year later. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2018 Feb;26(2):426-433. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00167-017-4678-4>.
22. Toole AR, Ithurburn MP, Rauh MJ, Hewett TE, Paterno MV, Schmitt LC. Young athletes cleared for sports participation after anterior cruciate ligament reconstruction: how many actually meet recommended return-to-sport criterion cutoffs? *J Orthop Sports Phys Ther*. 2017 Nov;47(11):825-833. doi: <https://www.doi.org/10.2519/jospt.2017.7227>.
23. Johnston PT, McClelland JA, Feller JA, Webster KE. Knee muscle strength after quadriceps tendon autograft anterior cruciate ligament reconstruction: systematic review and meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2021 Sep;29(9):2918-2933. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00167-020-06311-y>.

Autoinjerto versus aloinjerto en osteotomía tibial de apertura medial. Evaluación prospectiva y comparativa

Sergio A. Sandrigo^{id}, Gastón F. Rabey^{id}, Gonzalo M. Pérez Herrera^{id}

Sanatorio Padre Pio. Argentina

RESUMEN

Introducción: se han descrito distintas opciones para rellenar el espacio de la osteotomía tibial valguizante de apertura medial (OTVAM). Se realizó un estudio comparativo entre el uso de injerto autólogo de cresta ilíaca (autoinjerto) y el aloinjerto.

Objetivos: el objetivo principal del siguiente estudio fue comparar el dolor postoperatorio luego de la OTVAM entre pacientes en los que se utilizó autoinjerto o aloinjerto para el relleno del sitio de osteotomía. El objetivo secundario fue comparar entre los dos grupos la satisfacción del paciente, el tiempo quirúrgico, los scores funcionales, las complicaciones y el retorno al deporte.

Materiales y métodos: estudio prospectivo, comparativo, simple ciego, desde julio de 2019 hasta agosto de 2022, con un seguimiento mínimo de doce meses. Analizamos prospectivamente treinta y ocho osteotomías, fijadas con placa tipo Puddu de titanio con tornillos distales bloqueados.

Resultados: en relación al dolor en el postoperatorio, el grupo 1 tuvo un valor promedio de 7.47 (6-9), mientras que en el grupo 2 fue de 5.9 (5-8), con un valor $p < 0.001$. En cuanto a la satisfacción del paciente del procedimiento realizado, se constató en el grupo 1 un valor de 6.63 (5-8) y en el grupo 2 de 8.2 (6-9), $p < 0.001$. Respecto al tiempo quirúrgico, en el grupo 2 (aloinjerto) el promedio fue de 80.4 minutos, mientras que en el grupo 1 (autoinjerto) fue de 97.1 minutos, $p < 0.001$. Los resultados funcionales, el tiempo de consolidación y las complicaciones han sido similares entre ambos grupos.

Conclusión: el siguiente estudio muestra que la OTVAM con aloinjerto se relaciona a un menor tiempo quirúrgico, menos dolor en el postoperatorio inmediato y mayor satisfacción de los pacientes en relación a la OTVAM con autoinjerto, sin diferencias entre los grupos en cuanto a complicaciones y resultados funcionales.

Palabras clave: Osteotomía Tibial Valguizante, Autoinjerto, Aloinjerto, Dolor Postoperatorio, Tiempo Quirúrgico
Nivel de evidencia: II. Estudio de Cohorte Prospectivo

Autograft versus Allograft in Medial Opening Tibial Osteotomy. Prospective and Comparative Evaluation

ABSTRACT

Introduction: different options have been described to fill the space of the medial opening tibial valgus osteotomy (MOTVO). A comparative study was performed between the use of autologous iliac crest graft (autograft) and allograft.

Autor de correspondencia: Sergio A. Sandrigo, sasandri@yahoo.com.ar

Recibido: 11/12/2024 Aceptado: 18/02/2025

DOI:

Cómo citar: Sandrigo SA, Rabey GF, Pérez Herrera GM. Autoinjerto versus aloinjerto en osteotomía tibial de apertura medial. Evaluación prospectiva y comparativa. Relart 2025;32(2): 97-107.

Objectives: the main objective of the study was to compare postoperative pain after proximal tibial valgus osteotomy between patients in whom autograft, or allograft was used to fill the osteotomy site. The secondary objective was to compare patient satisfaction, surgical time, functional scores, complications and return to sport between the two groups.

Materials and methods: prospective, comparative, single-blind study, from July 2019 to August 2022, with a minimum follow-up of twelve months. We analyzed thirty-eight osteotomies prospectively, fixed with a titanium Puddu plate with locked distal screws.

Results: in relation to postoperative pain, group 1 with an average value of 7.47 (6-9), while in group 2 it was 5.9 (5-8); with $p < 0.001$. Regarding patient satisfaction with the procedure performed, a value of 6.63 (5-8) was found in group 1 and in group 2 it was 8.2 (6-9), with $p < 0.001$. In relation to surgical time, in group 2 (allograft) the average was 80.4 minutes, while in group 1 (autograft) it was 97.1 minutes; with $p < 0.001$. Functional results, consolidation time and complications have been similar between both groups.

Conclusion: the following study shows that MOTVO with allograft is associated with shorter operative time, less pain in the immediate postoperative period and higher patient satisfaction than MOTVO with autograft, with no differences between groups in terms of complications and functional outcomes.

Keywords: Tibial Valgus Osteotomy, Autograft, Allograft, Postoperative Pain, Surgical Time

Level of evidence: II. Prospective Cohort Study

INTRODUCCIÓN

El número de pacientes con artrosis de rodilla ha aumentado significativamente en los últimos años. La osteotomía tibial valguizante (OTV) como tratamiento para la artrosis de rodilla fue reportada por primera vez por Jackson en 1958 y fue popularizada por Coventry.¹⁻⁴ La OTV proximal es un procedimiento quirúrgico que consiste en restaurar el eje mecánico neutro para tratar el deseje coronal y/o sagital preservando la articulación.⁵ Su objetivo es disminuir la sobrecarga del compartimento medial y, consecuentemente, retrasar la artrosis.^{6,7} Además, contribuye a la disminución del dolor.⁸

Actualmente, la OTV es la técnica quirúrgica más utilizada para el tratamiento de la artrosis compartimental medial de rodilla en pacientes jóvenes. Una adecuada selección de los pacientes, una minuciosa planificación preoperatoria y una correcta técnica quirúrgica son esenciales para el resultado exitoso de la osteotomía.⁹⁻¹² La técnica más adoptada es la osteotomía tibial valguizante de apertura medial (OTVAM) y se han detallado distintas opciones para rellenar el espacio de la osteotomía y así favorecer su consolidación, entre ellas, el sustituto óseo, el injerto autólogo tricortical de cresta ilíaca (autoinjerto) o el injerto óseo de banco (aloinjerto).¹³

Hasta el día de hoy, el injerto autólogo es considerado como estándar de oro por sus propiedades de osteoinducción, osteoconducción y osteogénesis.^{14,15} Si bien el injerto autólogo tricortical de cresta ilíaca ha demostrado ser la mejor opción como relleno de la cuña de apertura medial en la OTVAM, el dolor del sitio de toma de injerto es un factor de morbilidad a considerar. La posibilidad de utilizar injerto óseo de banco es una alternativa cada vez más tenida en cuenta, ya que ha probado una adecuada tasa de consolidación de la osteotomía y carece de la morbilidad del sitio donante.

El objetivo principal del siguiente estudio fue comparar el dolor postoperatorio luego de la OTVAM entre pacientes en los que se utilizó autoinjerto o aloinjerto para el relleno del sitio de osteotomía. El objetivo secundario fue comparar entre los dos grupos la satisfacción del paciente, el tiempo quirúrgico, los scores funcionales, las complicaciones y el retorno al deporte.

MATERIALES Y MÉTODOS

El protocolo del siguiente estudio fue aprobado por el Comité de Ética de nuestra Institución y todos los pacientes firmaron un consentimiento informado aceptando su participación.

Diseño del estudio

Se realizó un estudio prospectivo comparativo. Se asignó un paciente a cada tratamiento en forma alternativa. Se estipuló una tasa de asignación de 1:1 para cada grupo.

Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron en este estudio pacientes entre dieciocho y sesenta y cinco años, con indicación para OTV de apertura medial, es decir, pacientes con deseje en varo, Ahlbäck hasta grado III inclusive, con edema óseo en compartimento medial y con adecuados compartimentos anterior y lateral.

Se excluyeron del estudio aquellos pacientes con *genu* varo artrósico Ahlbäck IV y V, artrosis femoropatelar o tricompartmental, lesión ligamentaria de la rodilla, *genu* varo mayor a 15°, falta de extensión completa y flexión menor a 90°, pacientes con antecedentes de infección y/o radioterapia cercanas a la rodilla y en quienes se realizó una reconstrucción de LCA, transportes osteocondrales y/o trasplantes meniscales en el mismo tiempo quirúrgico que la OTV.

Se utilizó un sistema de aleatorización simple, sobre

la base de una secuencia numérica continua, dividiendo grupo de control y grupo de intervención según corresponda número impar o par. Dicho procedimiento fue llevado a cabo por personal administrativo del sanatorio, y en el momento en que se solicitó autorización a la cobertura de salud para efectuar el procedimiento quirúrgico pertinente. Los cirujanos tomaron conocimiento del grupo al que pertenecía cada paciente en el quirófano, según provisión, o no, de injerto óseo de banco.

Procedimiento quirúrgico

El objetivo de la cirugía fue obtener un eje mecánico entre $182-186^\circ$ (valgo postoperatorio $2-6^\circ$). El grado de artrosis fue estadificado preoperatoriamente según la clasificación de Ahlbäck.¹⁶

En todos los pacientes se indicó una RNM de rodilla (Magnetom 1.5T, Siemens) para descartar lesiones meniscales y ligamentarias asociadas y evaluar el estado de las superficies articulares de los tres compartimentos de la rodilla. Todas las cirugías se realizaron por un mismo equipo quirúrgico, en un mismo quirófano y en todas se utilizó el mismo intensificador de imágenes de alta resolución (Cios Alpha, Siemens).

En todos los pacientes se practicó una artroscopia de rodilla (Fig. 1) antes de la osteotomía proximal de tibia para poder evaluar el cartílago del compartimento medial y lateral, así como la existencia de lesiones meniscales asociadas. Las lesiones del cartílago articular fueron estratificadas según la clasificación de Outerbridge.¹⁷ En caso de lesiones de cartílago de gran extensión, se hicieron nanofracturas.

Mediante una incisión oblicua en cara anteromedial de la pierna se expuso la cara medial del tercio proximal de la tibia y liberación del ligamento colateral medial. Posteriormente, bajo visión directa con el intensificador de imágenes, se colocó una clavija desde

medial, con dirección al tercio superior de la articulación tibioperonea proximal para marcar la localización del corte de la osteotomía (Fig. 2). Se realizó luego una osteotomía incompleta, que en el plano sagital debe ser paralela al *slope* tibial y sin afectar la cortical lateral de la tibia. Se inició el corte con sierra oscilante y se finalizó mediante escoplos. Luego de esta última, se procedió a su apertura gradual (Fig. 3). Una vez lograda la corrección planificada, se colocó una placa tipo Puddu, con los dos tornillos proximales para esponjosa, de 6.5 mm de diámetro y dos tornillos distales bloqueados, de 4.5 mm de diámetro (todas las placas fueron fabricadas en Argentina). Fijada adecuadamente la osteotomía, se rellenó la brecha de apertura con injerto óseo autólogo o alógeno liofilizado,



Figura 2. Colocación de clavija medial y corte paralelo con sierra.



Figura 1. Visión artroscópica del condilo medial.



Figura 3. Uso de escoplos para finalizar la osteotomía y apertura progresiva de la brecha.

mezclado con 1 g de vancomicina en polvo (Fig. 4). La colocación de la placa lo más cercana a la cortical posterior de la tibia tiene por objetivo tratar de evitar el incremento del *slope* tibial (Fig. 5).

Se efectuó cierre de heridas por planos. No se utilizaron drenajes en ningún caso (Fig. 6). Se colocó vendaje elástico compresivo e inmovilizador de rodilla por dos semanas.

Evaluación preoperatoria, y seguimiento postoperatorio

A todos los pacientes se les indicaron radiografías simples de frente y de perfil, vistas tangenciales de 30° y radiografías de estrés. El eje mecánico de los

miembros inferiores se midió con radiografías en bipedestación con carga monopodálica. Una vez calculado el eje, se realizó la planificación preoperatoria calculando los grados a corregir para que el eje mecánico incida en el compartimento externo (62 % de la superficie del platillo tibial desde medial) según lo estipulado por Dugdale y Noyes, para que luego de la osteotomía el miembro permanezca con una ligera hipercorrección en valgo.¹⁸

Los controles postoperatorios fueron hechos por el mismo equipo quirúrgico. El primer control fue a las dos semanas de la intervención quirúrgica, donde se retiraron puntos y se inició el proceso de flexoextensión progresiva hasta los 90°. A las cuatro semanas de



Figura 4. Colocación de la placa tipo Puddu. A) Apertura y mantenimiento de la brecha con placa y su pedestal. B) Fijación de la placa con dos tornillos proximales de esponjosa de 6.5 mm de diámetro y dos tornillos distales de 4.5 mm bloqueados. C) Relleno de la brecha con injerto óseo.



Figura 5. Emplazamiento posterior de la placa en la cara medial de la tibia.



Figura 6. Cierre de heridas por planos, sin uso de drenajes.

la cirugía se progresó con flexión mayor a 90°. A las seis semanas se permitió carga del tercio del peso corporal. A las ocho semanas se habilitó carga de $\frac{2}{3}$ del peso y deambulación con una muleta, a las diez, carga total de peso y discontinuar progresivamente el uso de asistencia. Se realizaron controles radiográficos a las semanas dos, seis, ocho, diez, doce y catorce del postoperatorio, en esa última instancia se indicó un escanograma de miembros inferiores en el que se midió el eje anatómico y mecánico de los mismos.

Todos los pacientes se rehabilitaron en el mismo centro bajo la supervisión del mismo grupo de kinesiólogos.

El dolor en el postoperatorio se evaluó con una escala visual analógica del dolor (EVA), en la que: ningún dolor = 0, el dolor más intenso imaginable = 10. La definición del nivel de dolor, según EVA, se realizó en el primer control del postoperatorio, a las dos semanas de la cirugía. Esta evaluación se tomó de manera general, tanto a nivel de la rodilla como en el sitio de toma de injerto. Sobre la base de la bibliografía, se consideró 1.4 como diferencia clínicamente significativa.

El nivel de satisfacción del paciente también se registró a través de la escala visual analógica. Se consignó el 0 como el nivel de menor satisfacción y al 10 como el de mayor valor.

La evaluación clínica se basó en la puntuación del IKDC (International Knee Documentation Committee) y Tegner-Lysholm. La determinación de estos scores

se efectuó en el preoperatorio (una semana antes de la cirugía) y al momento del alta en el postoperatorio.

El seguimiento del tiempo de consolidación, eje anatómico, eje mecánico y mantenimiento de la corrección (diferencia en milímetros) en ambos grupos se realizó mediante radiografías, estas fueron tomadas en el primer control postoperatorio a las dos, seis, ocho, diez, doce y catorce semanas; luego a los seis meses, al año y, finalmente, anualmente.

La consolidación ósea radiológica se determinó mediante un examen postoperatorio con radiografías anteroposteriores de la rodilla, utilizando la versión del índice de llenado de osteotomía de Brosset y cols.¹⁹ En una radiografía anteroposterior de rodilla, el espacio de la osteotomía se dividió en cuatro zonas, desde la cortical lateral (zona 1) hacia la cortical medial (zona 4) (Fig. 7). La unión ósea radiológica se definió cuando el callo óseo alcanzó la zona 3, es decir, cuando al menos el 50 %, o una mayor parte del espacio total de la brecha de la osteotomía, se cubrió con la formación del callo. Para una visibilidad completa del espacio de la osteotomía, se recomienda una inclinación cefálica de 10° del tubo de rayos X.

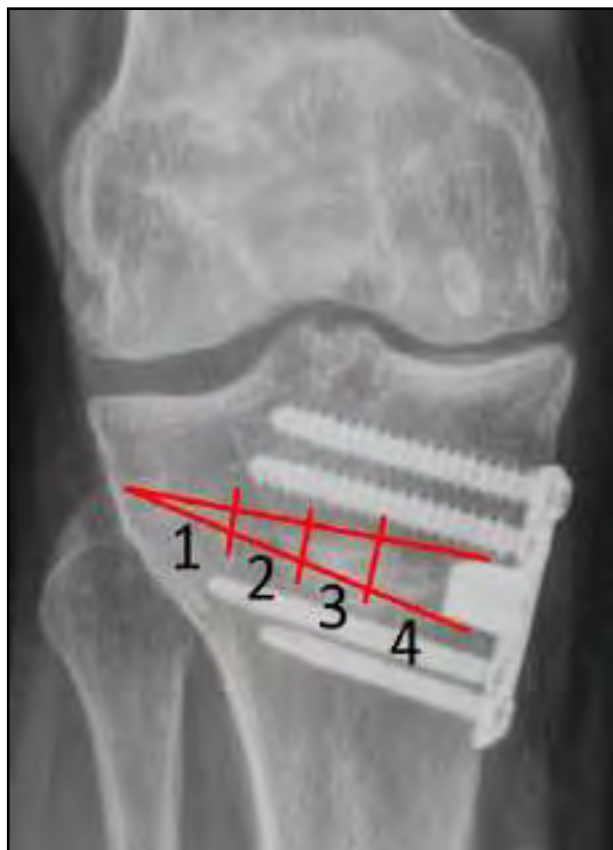


Figura 7. Evaluación de la consolidación ósea según los conceptos de Brosset y cols. Se divide la brecha de la osteotomía en cuatro zonas (enumeradas desde lateral hacia medial).

Para determinar el alta deportiva y/o laboral se consideraron criterios clínico-funcionales (rango de motilidad articular, propiocepción, masa muscular y propiocepción, entre otros).

La recolección de datos de los pacientes, la valoración de los scores funcionales, la definición de consolidación de la fractura y el examen físico al momento del alta médica fue realizada por un cirujano artroscopista quien no tenía conocimiento del grupo (intervención/control) al que pertenecía cada paciente, actuando como un evaluador ciego.

Muestra de pacientes

Entre julio de 2019 y agosto de 2022 se realizaron cincuenta y dos OTVAM, se excluyeron siete pacientes a quienes se les adicionó plastia de LCA, cuatro en quienes se efectuó transporte osteocondral, dos en quienes se hizo doble osteotomía valguizante (en tibia y fémur) y un caso en quien se adicionó trasplante del menisco interno. De esta manera, se reclutaron treinta y ocho pacientes, quienes fueron operados de OTV de apertura medial, sin otro procedimiento asociado. Fueron aleatorizados en dos grupos, el grupo de control conformado por diecinueve pacientes en quienes se utilizó injerto óseo autólogo de cresta ilíaca homolateral (autólogo) y el grupo de intervención, con diecinueve pacientes en quienes se adoptó injerto óseo de banco liofilizado (alógeno). Uno de los del grupo de intervención (alógeno) no cumplió con el seguimiento adecuado (mudanza del paciente), por lo tanto dicho grupo quedó con dieciocho integrantes. Así, el número total de la muestra que cumplió con el seguimiento mínimo de doce meses fue de treinta y siete ($n = 37$).

Análisis estadístico

No se realizó un cálculo adecuado del tamaño de la muestra en la planificación del estudio. Con el $n = 37$, la muestra adquiere una potencia estadística de 0.56. Para lograr una potencia estadística de 0.80, el tamaño de la muestra debería ascender a sesenta y tres participantes.

Para analizar las variables respecto al grupo de intervención, se usó el test Chi-cuadrado o test de Fisher para las categóricas y para las continuas el test t de Student si se cumplía el supuesto de normalidad, y el test de Wilcoxon en caso de que no se verificara dicho supuesto. El supuesto de normalidad de las variables continuas se analizó con el test de Shapiro-Wilk. En todos el nivel de significación empleado fue 0.05. Para el procesamiento de los datos se utilizó el programa R.

RESULTADOS

En el apartado "Muestra de pacientes" se detallan las características de la conformación de la muestra (Fig. 8)

En relación a las características demográficas, los grupos eran homogéneos, sin diferencias de significación estadística (Tabla 1).

En referencia al dolor en el postoperatorio y la satisfacción del paciente, se registraron diferencias estadísticamente significativas, con $p < 0.001$. En cuanto al procedimiento quirúrgico, el tiempo en promedio fue menor en el grupo de aloinjerto, esta diferencia fue estadísticamente significativa: $p < 0.001$ (Tabla 2).

Respecto de la evaluación funcional de los pacientes, el IKDC, Tegner-Lysholm, y el tiempo en que se otorgó el alta deportiva, no se registraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos (Tabla 3).

En el grupo 1 el promedio del tiempo de consolidación de la osteotomía fue de 11.05 semanas (10-14), mientras que en el grupo 2 fue de 12.45 semanas (10-16). Sin diferencias de relevancia estadística. En relación a la corrección del deseje en el plano coronal, en el plano sagital y en el incremento de la caída posterior, tampoco se registraron diferencias de relevancia estadística (Tabla 4).

En cuanto al tamaño de la placa utilizada, en el grupo 1 se emplearon una (5%) placa de 7.5 mm, nueve (45%) de 10 mm, ocho (40%) de 12.5 mm y una (5%) de 15 mm. En el grupo 2, se usaron una (5%) placa de 7.5 mm, nueve (45%) de 10 mm, seis (30%) de 12.5 mm y dos (10%) de 15 mm.

Tabla 1. Características demográficas de los grupos

	Injerto óseo autólogo (n = 19)	Injerto óseo de banco (n = 18)	Valor p	Total (n = 37)
Sexo				
M	16 (84.2 %)	16 (88.9 %)	1.000	32 (86.5 %)
Edad				
Promedio (DE)	51.2 (5.96)	50.9 (6.98)	0.951	51.1 (6.39)
Mediana [Q1, Q3]	53.0 [49.5, 55.0]	52.0 [48.5, 56.0]		53.0 [48.0, 55.0]

DE: desvío estándar. Q: cuartiles.

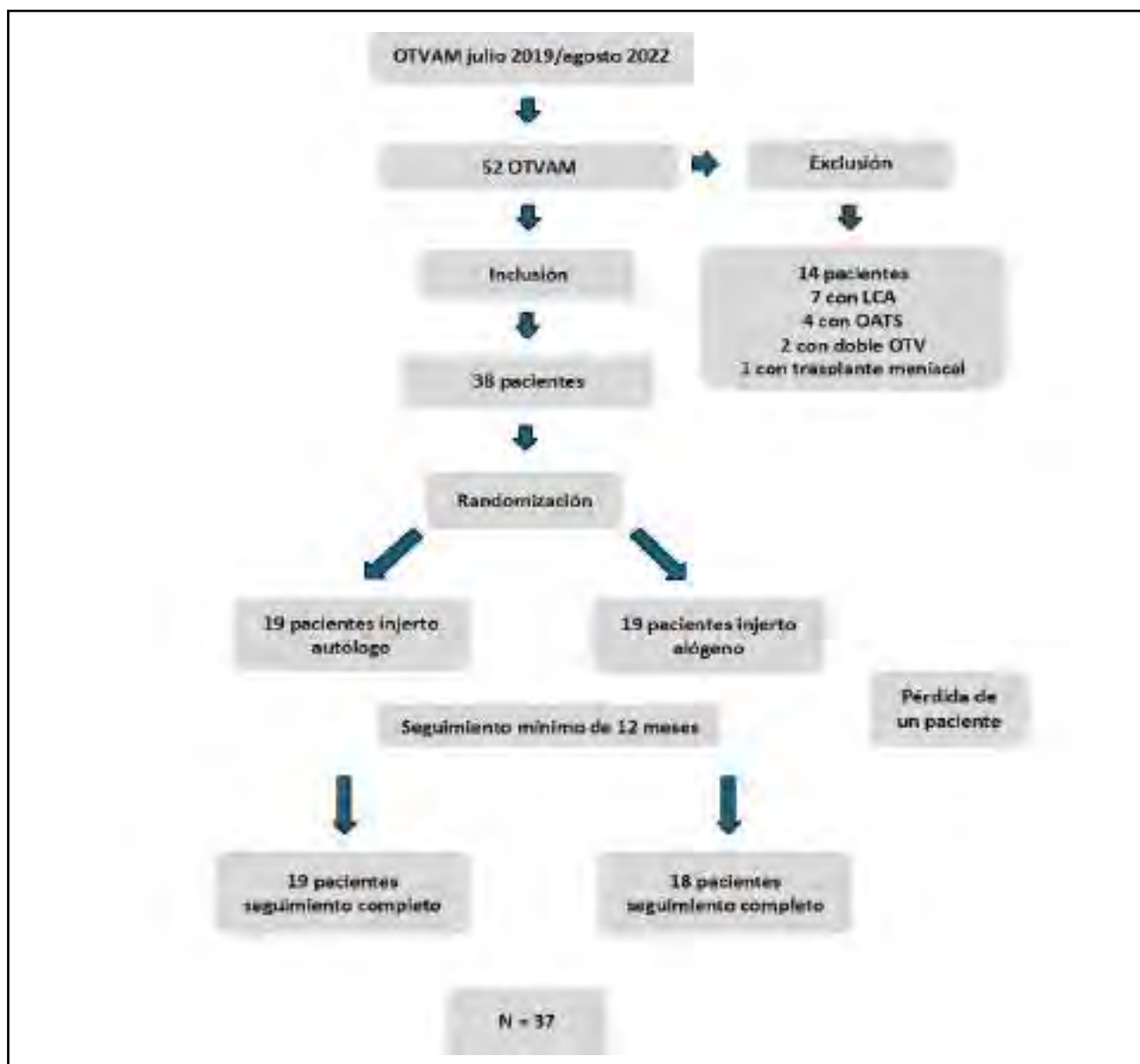


Figura 8. Flujo de los participantes y su asignación a cada grupo.

Tabla 2. Tiempo quirúrgico, dolor en el postoperatorio y satisfacción del paciente

	Injerto óseo autólogo (n = 19)	Injerto óseo de banco (n = 18)	Valor p	Total (n = 37)
TIEMPO QX				
Promedio (DE)	97.1 (4.33)	80.4 (3.13)	<0.001	89.0 (9.26)
Mediana [Q1, Q3]	97.0 [94.5, 99.0]	79.5 [79.0, 81.8]		90.0 [80.0, 97.0]
EVA POSTOP				
Promedio (DE)	7.47 (0.841)	6.06 (0.873)	<0.001	6.78 (1.11)
Mediana [Q1, Q3]	7.00 [7.00, 8.00]	6.00 [5.25, 6.75]		7.00 [6.00, 8.00]
SATISFACCIÓN				
Promedio (DE)	6.63 (0.684)	8.33 (0.767)	<0.001	7.46 (1.12)
Mediana [Q1, Q3]	7.00 [6.00, 7.00]	8.00 [8.00, 9.00]		7.00 [7.00, 8.00]

DE: desvío estándar. Q: cuartiles.

Tabla 3. Scores funcionales y alta deportivo

	Injerto óseo autólogo (n = 19)	Injerto óseo de banco (n = 18)	Valor p	Total (n = 37)
IKDC pre				
Promedio (DE)	42.7 (1.28)	43.9 (1.57)	0.027	43.3 (1.53)
Mediana [Q1, Q3]	43.0 [42.0, 43.5]	44.0 [43.0, 45.0]		43.0 [42.0, 45.0]
IKDC post				
Promedio (DE)	80.2 (1.99)	78.8 (1.42)	0.021	79.5 (1.85)
Mediana [Q1, Q3]	81.0 [79.0, 82.0]	79.0 [78.0, 79.8]		79.0 [78.0, 81.0]
TEGNER-LYSHOLM pre				
Promedio (DE)	44.6 (1.57)	47.8 (1.34)	<0.001	46.2 (2.19)
Mediana [Q1, Q3]	45.0 [44.0, 46.0]	48.0 [47.0, 49.0]		46.0 [45.0, 48.0]
TEGNER-LYSHOLM post				
Promedio (DE)	83.4 (1.46)	84.3 (1.74)	0.075	83.8 (1.64)
Mediana [Q1, Q3]	83.0 [82.5, 84.5]	84.5 [83.3, 86.0]		84.0 [83.0, 85.0]
ALTA DEPORTIVO				
Promedio (DE)	6.84 (0.688)	6.94 (0.725)	0.665	6.89 (0.699)
Mediana [Q1, Q3]	7.00 [6.00, 7.00]	7.00 [6.25, 7.00]		7.00 [6.00, 7.00]

DE: desvío estándar. Q: cuartiles.

Tabla 4. Parámetros de corrección de la osteotomía en diversos planos

	Injerto óseo autólogo (n = 19)	Injerto óseo de banco (n = 18)	Valor p	Total (n = 37)
CORONAL pre				
Promedio (DE)	4.26 (0.933)	3.94 (1.06)	0.301	4.11 (0.994)
Mediana [Q1, Q3]	4.00 [4.00, 5.00]	4.00 [3.00, 5.00]		4.00 [3.00, 5.00]
CORONAL post				
Promedio (DE)	6.21 (0.713)	5.94 (0.938)	0.409	6.08 (0.829)
Mediana [Q1, Q3]	6.00 [6.00, 7.00]	6.00 [5.00, 7.00]		6.00 [6.00, 7.00]
CORRECCIÓN				
Promedio (DE)	10.5 (0.964)	9.89 (1.28)	0.148	10.2 (1.15)
Mediana [Q1, Q3]	10.0 [10.0, 11.0]	9.50 [9.00, 11.0]		10.0 [9.00, 11.0]
SAGITAL pre				
Promedio (DE)	8.47 (0.612)	8.11 (0.758)	0.135	8.30 (0.702)
Mediana [Q1, Q3]	9.00 [8.00, 9.00]	8.00 [8.00, 9.00]		8.00 [8.00, 9.00]
SAGITAL post				
Promedio (DE)	9.32 (0.582)	9.50 (0.618)	0.455	9.41 (0.599)
Mediana [Q1, Q3]	9.00 [9.00, 10.0]	9.00 [9.00, 10.0]		9.00 [9.00, 10.0]
INCREMENTO SLOPE TIBIAL				
Promedio (DE)	0.895 (0.315)	1.44 (0.705)	0.004	1.16 (0.602)
Mediana [Q1, Q3]	1.00 [1.00, 1.00]	1.00 [1.00, 2.00]		1.00 [1.00, 1.00]

DE: desvío estándar. Q: cuartiles.

Respecto a las complicaciones, en el grupo 1 se registró un caso (5 %) de infección que requirió *toilette* quirúrgica y tratamiento antibiótico (con adecuado resultado final); y dos casos (10 %) de pérdida de corrección inicial (menores a 2 mm). En el grupo 2 se registró una (5 %) fractura intraarticular del platillo tibial externo, resuelto en el intraoperatorio con dos tornillos largos a través de la placa y tres casos (15 %) de pérdida de reducción inicial (menores a 2 mm). Sin diferencias de relevancia estadística. Pese a las complicaciones, los pacientes han tenido una adecuada evolución y en ningún caso se alteró el resultado funcional al momento del alta.

DISCUSIÓN

Los principales hallazgos del siguiente estudio fueron que en el grupo de aloinjerto la cirugía fue significativamente más corta y los pacientes tuvieron considerablemente menos dolor en las primeras dos semanas del postoperatorio y se encontraron más satisfechos con el procedimiento quirúrgico. En cuanto al tiempo hasta la consolidación de la osteotomía, a la pérdida de corrección, al retardo de consolidación y a la tasa de pseudoartrosis y los resultados funcionales, no se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos.

En relación a la OTVAM, en la actualidad, las indicaciones se han ido ampliando y es la técnica quirúrgica más utilizada, ya que presenta menor índice de complicaciones, mantiene la longitud del miembro, la disponibilidad de hueso (en caso de necesitar una conversión a prótesis total de rodilla) y disminuye el riesgo de lesiones del ciático poplíteo externo.²⁰ Además, la osteotomía de apertura permite la corrección de la caída posterior del platillo tibial en simultáneo, en los casos que fuera necesario.²¹

Se han propuesto numerosos materiales para el relleno de la brecha que inevitablemente surge a partir de la osteotomía de apertura medial, con el objetivo teórico de disminuir los índices de retardo en la consolidación y pseudoartrosis: autoinjerto (estándar de oro, aunque con la morbilidad del sitio dador), aloinjerto, espaciadores de cemento y sustitutos óseos.²² Sin embargo, con el advenimiento de nuevos materiales de fijación, hay autores que no consideran necesario la aposición de ningún material más que el dispositivo de fijación (en brechas que no superen los 10 mm).¹¹

El uso de sustitutos óseos se encuentra ampliamente avalado en la literatura con resultados alentadores a corto y mediano plazo,²²⁻²⁴ por lo que muchos autores han propuesto su efectividad como material de osteoconducción, y porque no presenta el riesgo potencial de transmisión de enfermedades.²⁵

Santic y cols.²⁶ informaron que, utilizando aloinjerto, lograron consolidación de las OTVAM en el 90 % de los casos a las doce semanas. Yacobucci y cols.,²⁷ empleando aloinjerto, también informaron consolidación ósea en 12.1 semanas, sin complicaciones graves. Aunque está claro que los injertos óseos alógenos podrían superar las desventajas de los injertos óseos autólogos, algunos estudios sugirieron que su osteoinducción es

significativamente inferior y que el tiempo necesario para la consolidación ósea es relativamente más largo que el de los injertos óseos autólogos.²⁸ Además, el aloinjerto óseo es caro, su calidad es dispar y tiene el potencial de transmitir infecciones bacterianas y virus.⁸ En términos de histoinmunología, la respuesta inmune al complejo mayor de histocompatibilidad expresado en los componentes celulares del hueso alógeno puede retrasar el suministro de sangre al sitio del injerto, limitando la formación y remodelación ósea.²⁹

En el estudio de Kuremsky y cols.³⁰ los aloinjertos óseos se asociaron con una tasa significativamente mayor de pseudoartrosis o pérdida de corrección que los injertos óseos autólogos. Para superar estas desventajas, varios sustitutos óseos sintéticos, como hidroxipatita (HA), fosfato tricálcico (FTC), fosfato cálcico bifásico y sulfato de calcio se han utilizado como opciones de injerto.^{6,13,15,21,22} No obstante, estudios recientes informaron que no se encontraron diferencias significativas en las OTVAM en la tasa de consolidación, alineamiento postoperatorio y la pérdida de corrección entre los injertos autólogos, los aloinjertos óseos y los materiales sintéticos.²⁸ Tampoco se hallaron ventajas definitivas para ningún injerto en relación a la tasa de consolidación y a la pérdida de corrección. Sin embargo, el uso de opciones sintéticas mostró tasas más altas de pseudoartrosis (1.1 %) que los otros injertos (0.5%).³¹ Además, en los defectos de las OTVAM < 10 mm se podría dejar esa brecha o espacio óseo sin injerto.¹³

Otro metaanálisis reportó una tendencia similar en los parámetros radiológicos de consolidación y de mantenimiento de la corrección entre injerto autólogo (n = 352), aloinjerto óseo (n = 547), materiales sintéticos (n = 541), y sin injerto (n = 401).³² También hubo una tendencia similar en los datos de Lash y cols.,³³ quienes reportaron tasas de retardo de consolidación y pseudoartrosis del 2.6, 4.6 y 4.5 % para injertos autólogos, aloinjertos y sustitutos óseos, respectivamente ($p = 0.03$). Con todo, las tasas de retardo de consolidación y pseudoartrosis con autoinjertos y aloinjertos fueron significativamente más bajas que con los sustitutos óseos ($p < 0.0001$).

En una de las últimas revisiones sistemáticas de la literatura,³³ se evaluó si el injerto óseo es necesario para la OTVAM, utilizando autoinjerto o aloinjerto. Los resultados agrupados de reoperaciones, rupturas de la cortical lateral, complicaciones y evaluaciones de la función clínica no mostraron diferencias significativas entre autoinjerto y aloinjerto. Las complicaciones y los datos clínicos de la OTVAM medial fueron similares con aloinjerto y autoinjerto y ninguno informó una pérdida mediana de corrección después de la osteotomía. En comparación con el uso de autoinjerto, el aloinjerto evita las complicaciones del sitio de extracción y reduce el tiempo operatorio. Además, la OTVAM sin injerto óseo obtuvo mejores resultados en la evaluación de la función clínica postoperatoria y no se observó pérdida de corrección debido a la falta de injerto óseo.

La pseudoartrosis y el retardo de consolidación a largo plazo pueden provocar la rotura de las placas

y/o la pérdida de corrección, lo que finalmente puede afectar la estabilidad estructural y el consecuente fallo del procedimiento realizado.³⁴

Dentro de las fortalezas del trabajo encontramos su formato prospectivo y con grupo control. El equipo quirúrgico y el quirófano fueron comunes a todos los pacientes, lo que le da homogeneidad a la técnica utilizada y al ambiente donde se desarrolló el procedimiento. Además, que el control imagenológico se haya realizado con el mismo equipo radiológico y los mismos evaluadores son factores valorables. Del mismo modo, que todos los pacientes hayan sido rehabilitados en el mismo centro de rehabilitación contribuye a unificar los protocolos del manejo en el postoperatorio.

Sin embargo, este estudio tiene varias limitaciones. En primer lugar, el modelo de aleatorización simple en relación al turno quirúrgico entre número par e impar no es el más recomendable. Factores relacionados al retardo de consolidación y pseudoartrosis, como el tabaquismo, la edad, el IMC, el grado de actividad y el tamaño de la brecha no han sido adecuadamente discriminados a la hora de evaluar el tiempo de consolidación, pérdida de corrección y pseudoartrosis. El tiempo de seguimiento mínimo de los pacientes fue de solo doce meses, los resultados funcionales podrían variar con un estudio de mayor seguimiento. La evaluación de la consolidación de la osteotomía se realizó con radiografía digital directa, pero es sabido que la TAC tiene mejor capacidad y mayor celeridad en detectar puentes óseos.

CONCLUSIÓN

El siguiente estudio muestra que la OTVAM con aloinjerto se relaciona a un menor tiempo quirúrgico, menos dolor en el postoperatorio inmediato y mayor satisfacción de los pacientes en relación a la OTVAM con autoinjerto, sin diferencias entre los grupos en cuanto a complicaciones y resultados funcionales

Contribuciones de autoría: Conceptualización, Metodología, Escritura, Revisión y Edición, Visualización (SAS), Investigación, Administración de Proyecto, Supervisión (GFR), Análisis Formal, Curación de Datos (GPH).

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

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

REFERENCIAS

1. Naudie D, Bourne RB, Rorabeck CH, Bourne TJ. The Install Award. Survivorship of the high tibial valgus osteotomy: a 10- to -22-year followup study. *Clin Orthop Relat Res.* 1999 Oct;(367):18-27.
2. Nagel A, Insall JN, Scuderi GR. Proximal tibial osteotomy: a subjective outcome study. *J Bone Joint Surg Am.* 1996 Sep;78(9):1353-1358. doi:https://doi.org/10.2106/00004623-199609000-00009.

3. Billings A, Scott DF, Camargo MP, Hofmann AA. High tibial osteotomy with a calibrated osteotomy guide, rigid internal fixation, and early motion: long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 2000 Jan;82(1):70-79. doi: https://doi.org/10.2106/00004623-200001000-00009.
4. Coventry MB. Osteotomy about the knee for degenerative and rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg Am.* 1973;55(1):23-48. Disponible en: https://journals.lww.com/jbjsjournal/abstract/1973/55010/osteotomy_about_the_knee_for_degenerative_and.2.aspx.
5. Zampogna B, Vasta S, Papalia R. Patient evaluation and indications for osteotomy around the knee. *Clin Sports Med.* 2019 Jul;38(3):305-315. doi: https://doi.org/10.1016/j.csm.2019.02.011.
6. Sabzevari S, Ebrahimpour A, Roudi MK, Kachooei AR. High tibial osteotomy: a systematic review and current concept. *Arch Bone Jt Surg.* 2016 Jun;4(3):204-212. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4969364/.
7. Dowd GS, Somayaji HS, Uthukuri M. High tibial osteotomy for medial compartment osteoarthritis. *Knee.* 2006 Mar;13(2):87-92. doi: https://doi.org/10.1016/j.knee.2005.08.002.
8. Cheng X, Liu F, Xiong F, Huang Y, Paulus AC. Radiographic changes and clinical outcomes after open and closed wedge high tibial osteotomy: a systematic review and meta-analysis. *J Orthop Surg Res.* 2019 Jun 14;14(1):179. doi: https://doi.org/10.1186/s13018-019-1222-x.
9. Jang YW, Lim D, Seo H, Lee MC, Lee OS, Lee YS. Role of an anatomically contoured plate and metal block for balanced stability between the implant and lateral hinge in open-wedge high-tibial osteotomy. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2018 Jul;138(7):911-920. doi: https://doi.org/10.1007/s00402-018-2918-9.
10. Agneskirchner JD, Freiling D, Hurschler C, Lobenhoffer P. Primary stability of four different implants for opening wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006 Mar;14(3):291-300. doi: https://doi.org/10.1007/s00167-005-0690-1.
11. Lobenhoffer P, Agneskirchner JD. Improvements in surgical technique of valgus high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2003 May;11(3):132-138. doi: https://doi.org/10.1007/s00167-002-0334-7.
12. Coventry MB. Upper tibial osteotomy for gonarthrosis: the evolution of the operation in the last 18 years and long term results. *Orthop Clin North Am.* 1979 Jan;10(1):191-210. doi: https://doi.org/10.1016/S0030-5898(20)30585-X.
13. Chae DJ, Shetty GM, Wang KH, Montalban AS Jr, Kim JI, Nha KW. Early complications of medial opening wedge high tibial osteotomy using autologous tricortical iliac bone graft and T-plate fixation. *Knee.* 2011 Aug;18(4):278-284. doi: https://doi.org/10.1016/j.knee.2010.05.009.
14. Amendola A, Bonasia DE. Results of HTO in medial OA of the knee. En: Bonnin M, Amendola A, Bellemans J, MacDonald S,

- Ménétreay J (eds). *The knee joint*. París: Springer; 2012, pp. 633-641. doi: https://doi.org/10.1007/978-2-287-99353-4_56.
15. Chahla J, Dean CS, Mitchell JJ, Moatshe G, Serra Cruz R, LaPrade RF. Medial opening wedge proximal tibial osteotomy. *Arthrosc Tech*. 2016 Aug 22;5(4):e919-e928. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eats.2016.04.019>.
16. Outerbridge RE. The etiology of chondromalacia patellae. 1961. *Clin Orthop Relat Res*. 2001 Aug;(389):5-8. doi: <https://doi.org/10.1097/00003086-200108000-00002>.
17. Dugdale TW, Noyes FR, Styer D. Preoperative planning for high tibial osteotomy: the effect of lateral tibiofemoral separation and tibiofemoral length. *Clin Orthop Relat Res*. 1992 Jan;(274):248-264. Disponible en: https://journals.lww.com/clinorthop/abstract/1992/01000/preoperative_planning_for_high_tibial_osteotomy_25.aspx.
18. Ahlbäck S. Osteoarthritis of the knee: a radiographic investigation. *Acta Radiol Diagn (Stockh)*. 1968;Suppl 277:7-72. Disponible en: https://journals.sagepub.com/toc/acrb/7/277_suppl.
19. Brosset T, Pasquier G, Migaud H, Gougeon F. Opening wedge high tibial osteotomy performed without filling the defect but with locking plate fixation (TomoFix™) and early weight-bearing: prospective evaluation of bone union, precision and maintenance of correction in 51 cases. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2011 Nov;97(7):705-711. doi: <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2011.06.011>.
20. Raja Izaham RM, Abdul Kadir MR, Abdul Rashid AH, Hossain MG, Kamarul T. Finite element analysis of Puddu and Tomofix plate fixation for open wedge high tibial osteotomy. *Injury*. 2012 Jun;43(6):898-902. doi: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2011.12.006>.
21. Chae DJ, Shetty GM, Lee DB, Choi HW, Han SB, Nha KW. Tibial slope and patellar height after opening wedge high tibia osteotomy using autologous tricortical iliac bone graft. *Knee*. 2008 Mar;15(2):128-133. doi: <https://doi.org/10.1016/j.knee.2007.11.001>.
22. Gaasbeek RD, Toonen HG, van Heerwaarden RJ, Buma P. Mechanism of bone incorporation of beta-TCP bone substitute in open wedge tibial osteotomy in patients. *Biomaterials*. 2005 Nov;26(33):6713-6719. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2005.04.056>.
23. Koshino T, Murase T, Saito T. Medial opening-wedge high tibial osteotomy with use of porous hydroxyapatite to treat medial compartment osteoarthritis of the knee. *J Bone Joint Surg Am*. 2003 Jan;85(1):78-85. doi: <https://doi.org/10.2106/00004623-200301000-00013>.
24. Skorepa G, Tejada G, Carboni Bisso M. Osteotomías proximales aditivas de tibia usando sustituto óseo: estudio comparativo. *Artroscopia*. 2012; 19(4):173-177. Disponible en: https://revistarelart.com/ediciones-anteriores/images/artroscopia/volumen-19-nro-4/19_04_3.pdf.
25. Chahla J, Arroquy D, Gómez Rodríguez G, Vilaseca T, Guiñazu J, Nazur G, et al. Osteotomía valguizante tibial alta: comparación de resultados con el uso de aloinjerto y sustituto óseo. *Artroscopia*. 2014; 21(3):89-94. Disponible en: https://revistarelart.com/ediciones-anteriores/images/artroscopia/volumen-21-nro-3/PDF/RA_21_03_04_Jorge_Chahla.pdf.
26. Santic V, Tudor A, Sestan B, Legovic D, Sirola L, Rakovac I. Bone allograft provides bone healing in the medial opening high tibial osteotomy. *Int Orthop*. 2010 Feb;34(2):225-229. doi: <https://doi.org/10.1007/s00264-009-0916-9>.
27. Yacobucci GN, Cocking MR. Union of medial opening-wedge high tibial osteotomy using a corticocancellous proximal tibial wedge allograft. *Am J Sports Med*. 2008 Apr;36(4):713-719. doi: <https://doi.org/10.1177/0363546507312646>.
28. Slevin O, Ayeni OR, Hinterwimmer S, Tischer T, Feucht MJ, Hirschmann MT. The role of bone void fillers in medial opening wedge high tibial osteotomy: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2016 Nov;24(11):3584-3598. doi: <https://doi.org/10.1007/s00167-016-4297-5>.
29. Bauer TW, Muschler GF. Bone graft materials: an overview of the basic science. *Clin Orthop Relat Res*. 2000 Feb;(371):10-27.
30. Kuremsky MA, Schaller TM, Hall CC, Roehr BA, Masonis JL. Comparison of autograft vs allograft in opening-wedge high tibial osteotomy. *J Arthroplasty*. 2010 Sep;25(6):951-957. doi: <https://doi.org/10.1016/j.arth.2009.07.026>.
31. Loh QL, Choong C. Three-dimensional scaffolds for tissue engineering applications: role of porosity and pore size. *Tissue Eng Part B Rev*. 2013 Dec;19(6):485-502. doi: <https://doi.org/10.1089/ten.TEB.2012.0437>.
32. Han JH, Kim HJ, Song JG, Yang JH, Bhandare NN, Fernandez AR, et al. Is bone grafting necessary in opening wedge high tibial osteotomy? a meta-analysis of radiological outcomes. *Knee Surg Relat Res*. 2015 Dec;27(4):207-220. doi: <https://doi.org/10.5792/ksrr.2015.27.4.207>.
33. Ren YM, Duan YH, Sun YB, Yang T, Hou WY, Zhu RS, et al. Opening-wedge high tibial osteotomy using autograft versus allograft: a systematic review and meta-analysis. *J Knee Surg*. 2020 Jun;33(6):565-575. doi: <https://doi.org/10.1055/s-0039-1681065>.
34. Lash NJ, Feller JA, Batty LM, Wasiak J, Richmond AK. Bone grafts and bone substitutes for opening-wedge osteotomies of the knee: a systematic review. *Arthroscopy*. 2015 Apr;31(4):720-30. doi: <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2014.09.011>.

Retorno al deporte en pacientes con cirugía primaria, revisión y re-revisión del ligamento cruzado anterior: estudio de cohorte comparativo con seguimiento mínimo de seis años

Ezequiel Ortiz[✉], Carlos Yacuzzi[✉], Matías Costa-Paz[✉], Juan P. Zícara[✉]

Instituto de Ortopedia y Traumatología "Carlos E. Ottolenghi", Hospital Italiano. Argentina

RESUMEN

Introducción: el retorno al deporte luego de las reconstrucciones del ligamento cruzado anterior es un proceso multifactorial.

Objetivos: comparar retrospectivamente los resultados deportivos en una serie consecutiva de pacientes con cirugías primarias de LCA, revisión de LCA (RLCA) y re-revisión de LCA (R-RLCA) con un seguimiento mínimo de seis años.

Materiales y métodos: se evaluaron ciento treinta y cinco pacientes divididos en tres grupos. Se registraron el tipo de actividad deportiva, el impacto, frecuencia, motivación, expectativas, tiempo de retorno al deporte, las fallas y escalas (Lysholm, IKDC y Tegner).

Resultados: grupo A (reconstrucción primaria) incluyó ochenta y dos pacientes con una mediana de edad de veinte años (RIC: 25-45) y un seguimiento de ciento treinta y seis meses (RIC: 106-150). El tiempo promedio de retorno al deporte fue de once meses (DE: 1.4). Un 53 % retornó a un nivel superior, 37 % a niveles inferiores y 7 % no retornaron. La puntuación de Tegner se mantuvo estable en 7 (RIC: 5-7).

El grupo B (revisiones) comprendió a cuarenta y un pacientes, la mediana de edad en el momento de la revisión fue de veintinueve años (RIC: 24-36) y un seguimiento de setenta y tres meses (RIC: 58-81). El tiempo promedio de retorno fue de 12.5 meses. Un 73 % retornó al mismo nivel, 21 % a niveles inferiores y 6 % no retornó. Tegner disminuyó de 7 (RIC: 7-7) a 4 (RIC: 4-7).

En el grupo C (re-revisiones), con doce pacientes, la mediana de edad fue de treinta y dos años (RIC: 30-34 años) y un seguimiento de sesenta y un meses (RIC: 28-108). El tiempo promedio de retorno fue de doce meses. Un 42 % no retornó, 42 % lo hizo a un nivel inferior y 16 % al mismo nivel. Tegner disminuyó de 7 (RIC: 7-7) a 5 (RIC: 4-7). Independientemente de la edad, el número de cirugías es un factor asociado a no retornar al deporte [OR: 0.2 (IC 95 % 0.05, 0.85; p < 0.03)].

Conclusión: las cirugías repetidas de reconstrucción del LCA se asocian con una reducción en la participación en deportes de alto impacto y un incremento en la asistencia de los de impacto moderado, independientemente de la edad al momento de la cirugía.

Palabras clave: Retorno al Deporte, Revisión LCA, Re-revisión LCA, Desempeño Deportivo

Nivel de evidencia: III. Estudio de Cohorte Retrospectivo Comparativo

Autor para correspondencia: Ezequiel Ortiz, eze.ortiz01@gmail.com

Recibido: 11/03/2025 Aceptado: 19/06/2025

DOI: <https://doi.org/10.63403/re.v32i2.403>

Cómo citar: Ortiz E, Zicaro JP, Yacuzzi C, Costa-Paz M. Retorno al deporte en pacientes con cirugía primaria, revisión y re-revisión del ligamento cruzado anterior: estudio de cohorte comparativo con seguimiento mínimo de seis años. Relart 2025;32(2): 108-118.

Return to Sport in Patients Undergoing Primary, Revision, and Re-revision Anterior Cruciate Ligament Surgery: A Comparative Cohort Study with a Minimum Six-Year Follow-Up

ABSTRACT

Introduction: return to sport after anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction is a multifactorial process.

Objectives: retrospectively compare sports performance outcomes in a consecutive series of patients undergoing primary ACL surgery, ACL revision (ACLR), and ACL re-revision (R-ACLR) with a minimum follow-up of six years.

Materials and methods: a total of 135 patients were evaluated and divided into three groups. Data collected included type of sport, impact level, frequency, motivation, expectations, time to return to sport, failures, Lysholm, IKDC, and Tegner scales.

Results: Group A (primary reconstruction) consisted of eighty-two patients with a median age of twenty years (IQR: 25-45) and a follow-up of 136 months (IQR: 106-150). The average time to return to sports was eleven months (SD: 1.4). A total of 53% returned to a higher level, 37% to lower levels, and 7% did not return. The Tegner score remained stable at 7 (IQR: 5-7).

In Group B (revisions), which included forty-one patients, the median age at the time of revision was twenty-nine years (IQR: 24-36) with a follow-up of seventy-three months (IQR: 58-81). The average return time was 12.5 months. A total of 73% returned to the same level, 21% to lower levels, and 6% did not return. The Tegner score decreased from 7 (IQR: 7-7) to 4 (IQR: 4-7).

In Group C (re-revisions), with twelve patients, the median age was thirty-two years (IQR: 30-34) and follow-up was sixty-one months (IQR: 28-108). The average return time was twelve months. A total of 42% did not return, 42% returned to a lower level, and 16% to the same level. The Tegner score decreased from 7 (IQR: 7-7) to 5 (IQR: 4-7). Regardless of age, the number of surgeries is a factor associated with not returning to sports [OR: 0.2 (95% CI: 0.05-0.85; $p < 0.03$)].

Conclusion: repeated ACL reconstruction surgeries are associated with a reduction in participation in high-impact sports and an increase in participation in moderate-impact activities, regardless of the age at the time of surgery.

Keywords: Return to Sport, Revision ACL, Re-revision ACL, Sports Participation

Level of evidence: III. Retrospective Comparative Cohort Study

INTRODUCCIÓN

El retorno al deporte se define como el retorno a la actividad deportiva al mismo nivel que realizaba un paciente previo a su lesión en una o dos temporadas.¹ Un consenso publicado recientemente lo redefinió como un retorno deportivo continuo en tres etapas: retorno a la participación, al deporte y a la performance previa. De esta manera, retorno a la participación se refiere a la vuelta a los entrenamientos, pero a un nivel deportivo inferior al que el paciente tenía previamente; retorno al deporte significa regresar al mismo deporte que realizaba previamente, pero no al nivel deseado y retorno a la performance previa se refiere a reanudar al mismo nivel o a un nivel superior al previo de la lesión.²

Para definir el retorno al deporte luego de cirugías primarias de LCA, de revisión de LCA (RLCA) y re-revisión de LCA (R-RLCA) se deben tomar en cuenta aspectos multifactoriales como los físicos (fuerza y propiocepción), psicológicos (motivación y confianza), funcionales (pruebas de salto, agilidad y movimientos dinámicos) y biológicos.³

Entre el 43 y 75% de los pacientes operados por cirugía primaria de LCA vuelven a la práctica deportiva,⁴⁻⁷ sin embargo, luego de una RLCA las tasas reportadas de

retorno al deporte son muy variables (56 al 100 %).⁸⁻¹³ La tasa de retorno al deporte en pacientes con cirugías de R-RLCA varía entre un 20 a un 80 %.¹⁴⁻¹⁶ Las causas de no retorno son multifactoriales, incluyen la edad, el sexo, factores psicológicos, tipo de deporte realizado, cantidad de cirugías previas, tiempo transcurrido entre cirugías e injerto utilizado.^{11,14,17-22} Para mitigar la re-ruptura y mejorar los resultados de retorno al deporte, guías de prácticas clínicas y consensos recomiendan cumplir con ciertos criterios objetivos antes de indicar el alta deportiva. Si bien pueden mejorar las tasas de retorno al deporte; estos criterios actuales no parecen ser válidos para predecir un regreso seguro.²³ Aunque existen cohortes comparativas que analizan la reincorporación deportiva tras múltiples revisiones frente a revisiones únicas, la bibliografía es limitada al analizar tres subpoblaciones (reconstrucción primaria, revisión y re-revisión de LCA) con una evaluación a seis años en un mismo centro.²⁴⁻²⁵

El objetivo del siguiente estudio fue comparar retrospectivamente los resultados deportivos en una serie consecutiva de pacientes con cirugías primarias de LCA, RLCA y R-RLCA con un seguimiento mínimo de seis años.

La hipótesis del trabajo plantea que los pacientes con dos plásticas o más tienen una menor proporción de vuelta al deporte que los pacientes con una plástica de LCA, independientemente de la edad. Asimismo, se postula que el nivel de impacto deportivo disminuye proporcionalmente al aumento de cirugías de revisión.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio retrospectivo, unicéntrico y observacional. El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética de nuestra Institución y todos los pacientes firmaron un consentimiento informado aceptando su participación.

Los criterios de inclusión fueron: pacientes entre dieciocho y cincuenta años con reconstrucciones de LCA primarias (Grupo A), RLCA (Grupo B) y R-RLCA (Grupo C) realizadas entre 2010 y 2016. La indicación quirúrgica fue la inestabilidad de rodilla traumática o atraumática, con un desplazamiento mayor a 5 mm anteroposterior en comparación con la rodilla contralateral, medido con el artrómetro KT-1000, y una resonancia magnética con imágenes compatibles de ruptura primaria de LCA o del neoinjerto. Se excluyeron pacientes con lesiones multiligamentarias, osteotomías, trasplantes meniscales en el mismo procedimiento quirúrgico y deportistas de alto rendimiento.

Evaluación

Un único evaluador registró la edad, el sexo, el tiempo de seguimiento, el tiempo transcurrido entre la última cirugía y el retorno al deporte, nivel de retorno, impacto deportivo (tipo y nivel), frecuencia (cantidad de prácticas semanales), motivación para retomar la actividad y expectativas de regreso. Todos los datos fueron registrados al momento de la cirugía y a los seis años de la última intervención.

Utilizando la escala de Tegner como una medida objetiva del nivel de actividad y según la clasificación publicada por la American Heart Association (AHA),²⁶ el tipo de deporte fue categorizado en alto impacto (Tegner mayor o igual a 7), moderado (Tegner entre 4

a 6) y bajo impacto (Tegner entre 1 a 3). La frecuencia deportiva se catalogó según la cantidad de prácticas semanales; la motivación se ordenó como: muy importante, importante, moderadamente importante o no es importante. La expectativa de retorno se definió como: volver a la máxima, a la misma, a menor intensidad, no volver al mismo deporte o caminar sin dolor. Se utilizaron escalas subjetivas de Lysholm e IKDC.

Se definió retorno al deporte como la reanudación de cualquier actividad deportiva, ya sea la misma u otra distinta a la practicada antes de la última lesión, independientemente del nivel competitivo alcanzado. Definimos falla como la inestabilidad de rodilla confirmada por el examen físico asociada a una rotura de la plastia, confirmada por resonancia magnética y una diferencia mayor o igual a 5 mm en el KT 1000.

Técnica quirúrgica

La fijación para el injerto hueso-tendón-hueso (H-T-H) se realizó con dos tornillos de titanio y en caso de utilizar isquiotibiales o tibial anterior de banco, se fijó con un botón cortical y un tornillo interferencial en tibia. En el Grupo C (R-RLCA) se trataron las lesiones asociadas y se retiraron los dispositivos de fijación previos. Se evaluaron el posicionamiento, el tamaño de los túneles y, en casos donde se detectó un ensanchamiento del túnel mayor a 14 mm mediante TAC preoperatoria, se realizó una revisión en dos tiempos. Para el Grupo C (R-RLCA) el tipo de injerto empleado en la reconstrucción primaria fue autólogo en todos los casos (cuatro H-T-H y siete ST-RI). Un paciente presentó una infección profunda que requirió una revisión en dos tiempos. Para la RLCA en esta subpoblación se utilizaron injertos autólogos en diez pacientes (seis ST-RI ipsilaterales, tres H-T-H ipsilaterales y un H-T-H contralateral), un injerto de tibial anterior (TA) en un paciente y un LCA sintético (Leeds-Keio). Solo un paciente requirió un procedimiento en dos etapas con desbridamiento de los túneles, relleno del defecto con injerto óseo y R-RLCA a los seis meses. Ver Tabla 1 para detalle de injertos utilizados en las tres poblaciones.

Tabla 1. Elección de injerto

Grupos	Injerto autólogo (n)	Injerto heterólogo (Banco) (n)	Aumentación con técnica Lemaire (n)
A: LCA (n = 82)	ST-RI (72) H-T-H (10)	-	-
B: RLCA (n = 41)	ST-RI (10) H-T-H (29)	TA (2)	Autólogo (15) Heterólogo (2) TA
C: R-RLCA (n = 12)	H-T-H (1) ST-RI (1) T. Cuádriceps (2)	H-T-H (4) TA (4)	Heterólogo (5) TA

ST-RI: semitendinoso-recto interno. H-T-H: hueso-tendón-hueso. TA: tibial anterior.

Protocolo de rehabilitación

Los pacientes del Grupo A utilizaron inmovilizador de rodilla durante la primera semana con carga parcial con muletas. A partir de la segunda semana, carga total con ejercicios de movilidad pasivos de flexión y extensión. Para el Grupo B se permitió carga parcial durante las primeras tres semanas, con ejercicios pasivos de flexión y extensión para recuperar el rango de movilidad (ROM). Para casos especiales (sutura meniscal compleja u OAT) la carga completa se retrasó hasta la semana seis. A partir del cuarto mes, se incorporaron ejercicios de impacto y fortalecimiento muscular progresivo. En el Grupo C se hizo hincapié inicialmente en ejercicios de ROM pasivos y medidas físicas, con carga completa de peso habilitada entre la segunda y la cuarta semana. La rehabilitación progresiva de cuádriceps e isquiotibiales comenzó a la cuarta semana. En los tres grupos se autorizó el retorno al deporte entre los nueve y los doce meses, siguiendo el protocolo de rehabilitación habitual propuesto por el servicio de terapia física de la institución.

Análisis estadístico

Se describieron las variables continuas con distribución normal mediante mediana y rango intercuartílico (RIC),

y las variables categóricas mediante frecuencias absolutas y porcentajes. El análisis estadístico se realizó con el programa Stata 14. Se consideró estadísticamente significativo un valor de $p < 0.05$. Para la comparación de características demográficas y resultados clínicos entre los tres grupos (cirugía primaria, revisión y re-revisión), se utilizaron pruebas estadísticas según el tipo de variable: ANOVA para la edad y la delta Tegner (preoperatorio y postoperatorio); prueba de Chi-cuadrado, con uso complementario del test de Fisher, para el sexo y el retorno al deporte; y la prueba de Kruskal-Wallis para los puntajes de Tegner preoperatorio y postoperatorio.

RESULTADOS

Se realizaron doscientas sesenta y cuatro cirugías entre el 2010 y el 2016 (ciento setenta y cuatro LCA primario, sesenta y tres revisiones de LCA y veinte re-revisiones de LCA). Se excluyeron sesenta y cinco pacientes asociados a lesiones multiligamentarias, cuarenta y dos asociados a trasplante meniscal y quince a osteotomías. Se evaluaron finalmente ciento treinta y cinco pacientes divididos en tres grupos: LCA primarias (Grupo A), RLCA (Grupo B) y R-RLCA (Grupo C). Los datos demográficos de las tres subpoblaciones se encuentran en la Tabla 2.

Tabla 2. Datos demográficos

Demografía	Total (n = 135)	LCA (n = 82) (Grupo A)	RLCA (n = 41) (Grupo B)	R-RLCA (n = 12) (Grupo C)	Valor p
Edad, Mediana [RIC]	31 [26-38]	20 [25-45]	29 [24-36]	32 [30-34]	0.963
Masculino, n (%)	117 (86.7)	66 (80)	39 (95)	12 (100)	0.037
Seguimiento (m) [RIC]	105 [71.2;135]	136 [106;150]	73 [58;81]	61 [28;108]	<0.001
Período (a)	-	2010-2016	2010-2016	2010-2016	-
Retorno al deporte (%) (n)	90 (122)	93 (76)	95 (39)	58 (7)	0.003
IC (%)	[IC: 82 - 93]	[IC: 84.9 - 96.6]	[IC: 83- 98]	[IC: 55. - 95.3]	
Tiempo de retorno al deporte (DE)	12 (2.5)	11 (1.4)	12.5 (2.7)	12 (3.2)	0.006
Tegner [RIC]					
Preoperatorio LCA	7 [7 - 7]	7 [7 - 7]	7 [7 - 7]	7 [7 - 7]	
Postoperatorio LCA	7 [4 - 7]	7 [5 - 7]	6 [4 - 7]	7 [7 - 7]	<0.001
Postoperatorio RLCA	4 [4 - 7]	-	4 [4 - 7]	7 [6 - 7]	
Postoperatorio R-RLCA	5 [4 - 6]	-	-	5 [4 - 7]	
Frecuencia (veces/semana)					
Preoperatorio	3 (1-4)	3 (1-4)	2 (1-3)	2 (1-3)	0.003
Postoperatorio	2 (1-3)	2 (1-3)	2 (1-3)	1 (0-2)	0.445
Motivación (%)					
Muy importante	72 (53)	42 (50)	25 (63)	4 (33)	
Importante	45 (33)	25 (33)	16 (37)	5 (41)	0.071
Moderado/poco importante	15 (12)	14 (17)	-	3 (25)	
No importante	2 (1)	2 (2)	-	-	
Expectativa (%)					
No retornar al mismo deporte	7 (5)	4 (5)	-	3 (25)	
Retornar con menor intensidad	61 (45)	31 (37)	25 (61)	5 (41)	<0.001
Retornar a máxima intensidad	58 (43)	42 (51)	16 (39)	-	
Caminar sin dolor	9 (6)	5 (6)	-	4 (33)	
Falla (%)	17 (12)	15 (18)	1 (2.4)	1 (7.6)	0.031

RIC: rango intercuartil. DE: desvío estándar. IC: Intervalo de confianza.

Tasa y nivel de retorno al deporte

A los seis años de seguimiento, la tasa global de retorno al deporte mostró diferencias entre los grupos analizados ($p < 0.001$). Fue elevada en los grupos con cirugía primaria (93 %) y de revisión (95 %), mientras que se redujo significativamente en pacientes con re-revisión (58 %). Aquellos con cirugía primaria retornaron antes en comparación con los de múltiples cirugías de LCA (Fig. 1).

En cuanto al nivel alcanzado tras el retorno, los pacientes con reconstrucción primaria y revisión lograron retomar en su mayoría al mismo o un nivel inferior, mientras que los del grupo de re-revisiones presentaron mayores tasas de no retorno o regreso a niveles más bajos. Un pequeño porcentaje de pacientes del Grupo A logró volver al deporte en un mayor nivel. Estos resultados evidencian una disminución en los retornos a niveles superiores y un incremento en los niveles inferiores o en el abandono deportivo a medida que aumenta el número de cirugías realizadas; se destaca el impacto acumulativo negativo de múltiples cirugías de LCA (Tabla 3).

Tipo de deporte e impacto

Durante el seguimiento de seis años, se observó una disminución progresiva en la participación en deportes de alto impacto conforme aumentaba el número de cirugías. Esta tendencia fue acompañada por un incremento en las actividades de impacto moderado, especialmente en los grupos de revisión (Grupo B) y re-revisiones (Grupo C). En estos últimos, también se evidenció un leve aumento en la práctica de deportes de bajo impacto (Fig. 2). La frecuencia semanal de la actividad deportiva tiende a disminuir levemente en el Grupo A, y se mantiene más estable en los pacientes con múltiples cirugías (Grupo B y C), pero aun así es más baja que en el Grupo A.

Motivación y expectativas

La motivación para retomar la actividad deportiva mostró un patrón decreciente con cada cirugía sucesiva de LCA a lo largo de los seis años postoperatorios. Los pacientes con cirugía primaria valoraron en mayor medida la importancia del deporte en sus vidas, mientras que aquellos con revisión o re-revisión

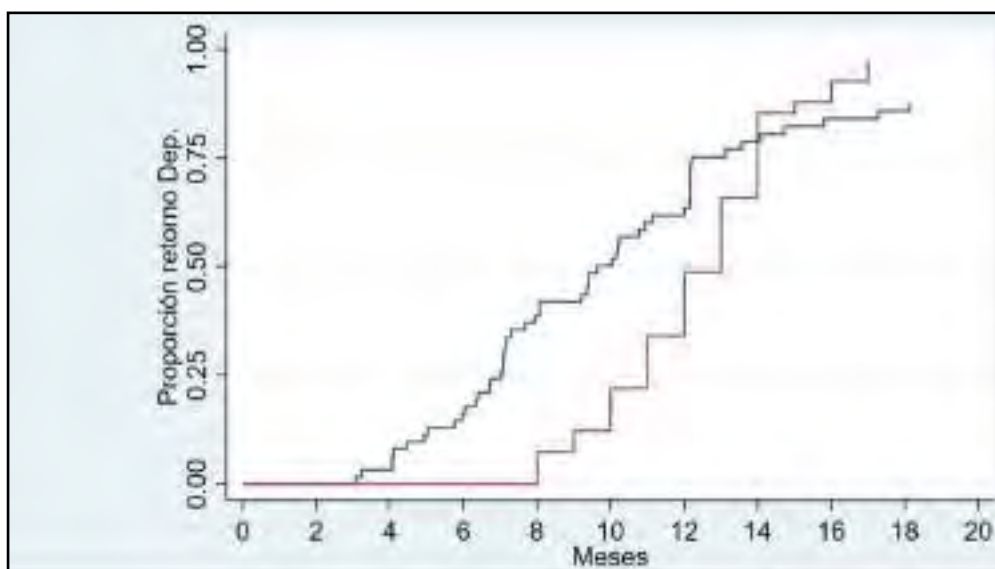


Figura 1. Retorno al deporte expresado en meses para pacientes con una (Grupo A) vs. dos o más cirugías de LCA (Grupo B y Grupo C).

Tabla 3. Nivel de retorno deportivo en pacientes sometidos a reconstrucción primaria de LCA, revisión de LCA y re-revisión de LCA

Grupos	Nivel superior	Mismo nivel	Nivel inferior	No retorno deportivo	Retorno global al deporte (%)
A: LCA (n = 82)	10 (12 %)	34 (41 %)	31 (37 %)	6 (7 %)	93 % (76/82) [IC: 84.9 - 96.6]
B: RLCA (n = 41)	-	30 (73 %)	9 (21 %)	2 (6 %)	95 % (39/41) [IC: 83.8 - 98.6]
C: R-RLCA (n = 12)	-	2 (16 %)	5 (42 %)	5 (42 %)	58 % (7/12) [IC: 55.2 - 95.3]

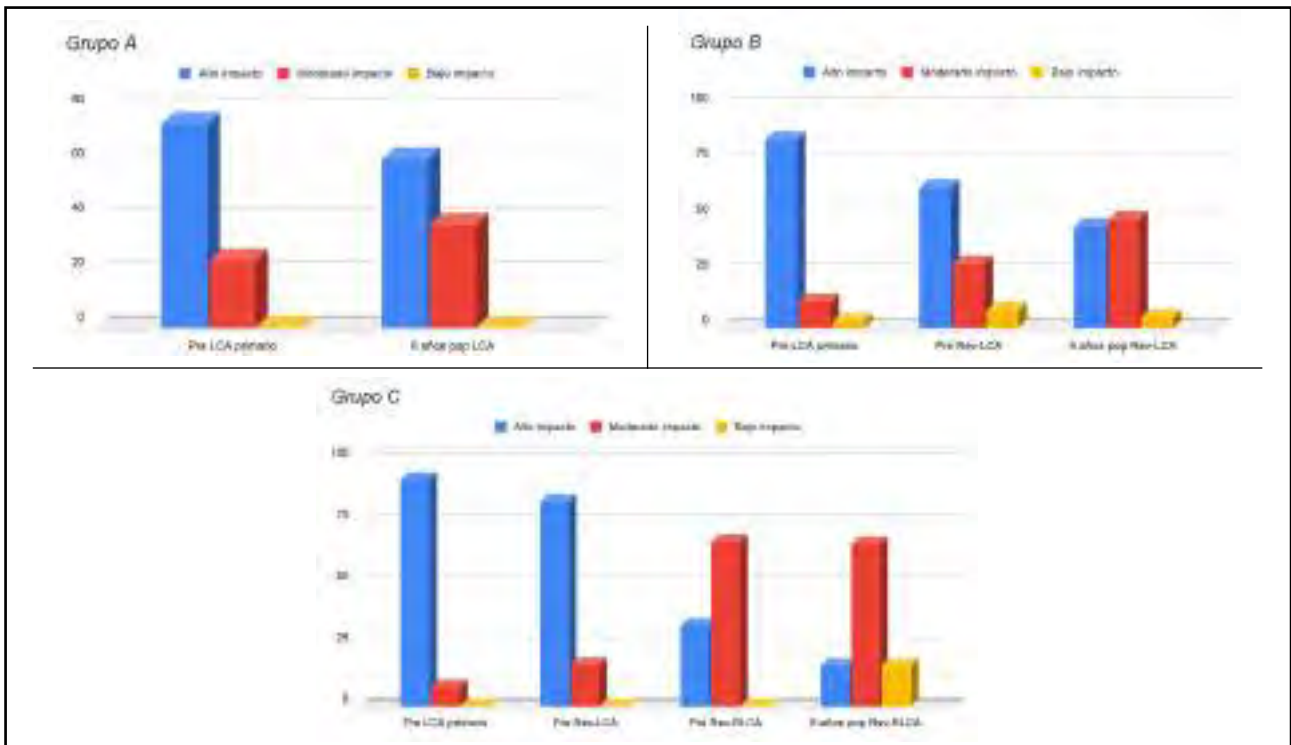


Figura 2. Porcentaje de pacientes que practican impacto deportivo según tiempo.

expresaron una disminución en esa valoración subjetiva. De igual manera, las expectativas de retorno deportivo iniciales fueron modificándose, mostrando un descenso en el deseo de retomar al mismo nivel competitivo luego de cada nueva cirugía (Fig. 3).

Evaluación funcional: scores subjetivos, objetivos y tasa de falla

Las puntuaciones medias de Tegner mostraron una tendencia decreciente entre los grupos reflejando una merma en el nivel de actividad deportiva

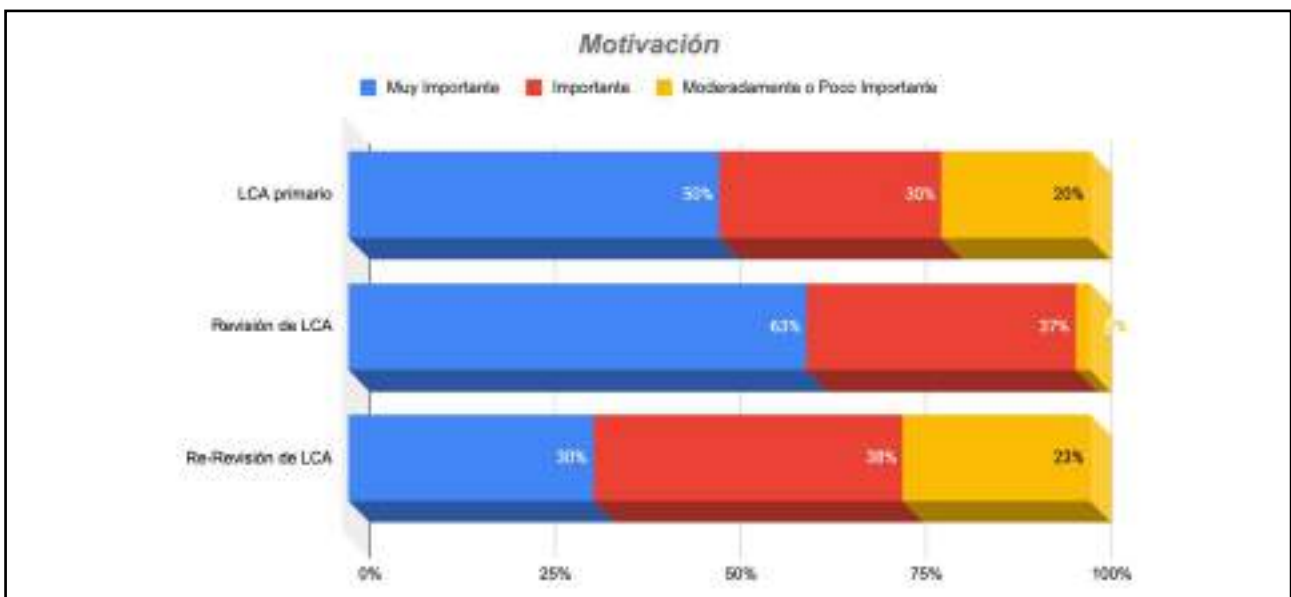


Figura 3. Categorización de la importancia del deporte según las tres poblaciones de pacientes. Se observa una disminución con el aumento de las revisiones.

alcanzado (Fig. 4). En los grupos con revisión y re-revisión, los scores Lysholm e IKDC mejoraron significativamente tras la intervención quirúrgica. Objetivamente, se logró una mejora en la estabilidad articular medida por el KT-1000, especialmente en los pacientes revisados. Las tasas de falla fueron más altas en el grupo con cirugía primaria en comparación con los grupos de revisión y re-revisión.

Análisis estadístico

Sobre la base de las tres poblaciones se realizó un modelo de regresión logística ajustado por edad (evitando posibles factores confundidores como sexo, IMC, injertos y lesiones asociadas) donde se encontró que, independientemente de este factor, el número de cirugías estuvo significativamente asociado al retorno al deporte ($p < 0.03$).

Los pacientes que se sometieron a tres cirugías presentaron: [OR = 0.2 (IC 95 %: 0.05-0.85); $p < 0.03$], lo que sugiere que estos pacientes tenían una probabilidad significativamente menor de retornar al deporte en comparación con aquellos que solo se realizaron una cirugía.

Se observó una asociación significativa entre el número de cirugías y la expectativa de retorno deportivo mediante una prueba de Chi-cuadrado con tablas cruzadas ($p = 0.001$). En el Grupo A, el 51.2 % de los pacientes esperaba retornar a máxima intensidad de-

portiva, mientras que solo el 6.1 % tenía como objetivo caminar sin dolor. En el Grupo B, el 60.9 % esperaba volver al deporte con menor intensidad, y no se reportaron expectativas de caminar sin dolor ni de retornar a máxima intensidad. En el Grupo C, el 41.7 % tenía como perspectiva volver al deporte con menor intensidad, pero el 33.3 % apuntaba únicamente a caminar sin dolor. Estos resultados reflejan una disminución progresiva en las expectativas de retorno deportivo con el aumento en el número de cirugías.

El hallazgo más significativo del estudio es que con cada intervención adicional de reconstrucción del LCA se registra una disminución gradual en la tasa de retorno deportivo al mismo nivel en pacientes que realizan deportes de alto impacto. En cuanto a los pacientes con una RLCA (Grupo B), si bien la tasa global de retorno al deporte es alta (95 %), un porcentaje significativo regresa a un nivel de actividad inferior. Esta tendencia se intensifica en el grupo de pacientes con R-RLCA (Grupo C), donde solo el 15 % vuelve al mismo nivel y la mayoría opta por deportes de menor impacto. Este patrón sugiere una relación inversa entre el número de cirugías de RLCA y la capacidad para mantener el nivel deportivo previo y la tasa de retorno.

Evidenciamos un deterioro funcional con cada intervención adicional; independientemente de la edad al momento de la cirugía, esto confirma la hipótesis de

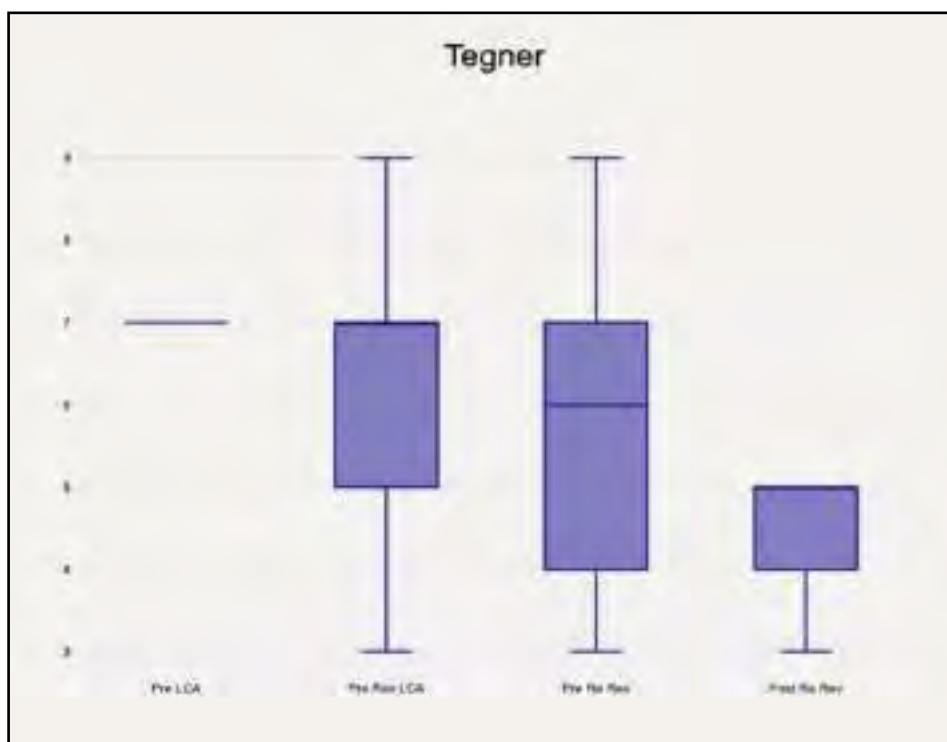


Figura 4. Bloxpot en el que se observa la disminución en el puntaje de la escala de Tegner a medida que aumentan las cirugías de revisión.

nuestra investigación. Detectamos una mejora significativa en las puntuaciones funcionales (Lysholm e IKDC) postoperatorias en el Grupo B, lo que indica que, aunque el nivel de actividad deportiva disminuye, la función y calidad de vida mejoran luego de una RLCA.

DISCUSIÓN

El retorno al deporte es un proceso desafiante y complejo, sobre todo en múltiples revisiones, con una tasa de retorno al nivel deportivo previo a la lesión que suele ser inferior a las expectativas del deportista.

El regreso a la actividad y el nivel de participación se consideran indicadores clave del éxito de la cirugía de LCA; de los pacientes que logran volver a competir, las tasas de re-ruptura siguen siendo altas, y múltiples estudios han observado un deterioro en el rendimiento deportivo después de las RLCA, una reducción en el tiempo de juego, la productividad y la duración de la carrera deportiva. Por lo tanto, es necesario revisar los diversos factores relacionados con el retorno exitoso al nivel deportivo previo, aclarar la utilidad de las pruebas objetivas de rendimiento y los criterios para el regreso, discutir más a fondo la toma de decisiones seguras para lograrlo, así como presentar estrategias para reducir el riesgo de re-rupturas del LCA.²³

Nuestros resultados sobre las tasas de retorno al deporte se relacionan con la bibliografía internacional; una corte de quinientos cincuenta y dos pacientes que comparan aquellos con cirugías primarias con revisiones de LCA, demuestra que a un año de seguimiento no hay diferencia significativa en el retorno al deporte entre cirugías primaria (90.9 %) y RLCA (87.3 %). En esa misma cohorte se detectó que el 63.6 % de los pacientes en el grupo de reconstrucción primaria regresó a su deporte habitual, mientras que en el grupo de revisión, solo la mitad (49 %) logró hacerlo. Nuestras tasas de retorno al deporte a seis años de seguimiento son similares, entre 93 y 95 % para las mismas poblaciones correspondientes a nuestro Grupo A y Grupo B.³²

Un metaanálisis analizó el retorno al deporte en pacientes con RLCA con un seguimiento medio de 5.3 años; demostraron que la tasa de retorno deportiva es del 84 % (IC 95 %, 78-89 %) y la tasa de retorno a deportes de alto impacto/competitivos al mismo nivel fue del 51 % (IC 95 %, 44-58 %). La tasa de retorno global para la población correspondiente a nuestro Grupo B (RLCA) fue del 95 % (IC 95 %: 83-98 %) y del 40 % al mismo nivel; valores similares al metaanálisis.⁸

Los pacientes con R-RLCA tienen una tasa de retorno deportivo que varía entre 27 a 83 %, según distintos autores.^{18,28-30} La tasa correspondiente a nuestro Grupo C (R-RLCA) fue del 58 %, comparable con la bibliografía. Una revisión sistemática con doscientos noventa y cinco pacientes reporta un regreso al deporte de un 10.5 % para el mismo nivel previo a la lesión; valor similar al 15 % detectado en nuestra población del Grupo C (R-RLCA).³¹

Nivel de retorno deportivo

Nuestros resultados son extrapolables a investigaciones que indican que el retorno al deporte es similar entre las reconstrucciones primarias de LCA (91 %) y RLCA (87 %) al año de seguimiento. Sin embargo, a los dos años de seguimiento, solo el 45 % de los pacientes informaron volver a su mismo nivel de participación previo a la lesión. De manera similar, una revisión sistemática reciente encontró que el 57 % de los pacientes con RLCA no retornan al mismo nivel deportivo luego de la cirugía.³²

En nuestra población, los pacientes del Grupo A mostraron una mayor capacidad de retorno al mismo nivel y en un nivel superior en un 53 % en comparación con los del Grupo B y C donde no hubo registro de regreso en un mayor nivel. El retorno en un menor nivel se registró más en el Grupo C (42 %) en comparación con el Grupo A (37 %) y Grupo B (21 %). El mayor porcentaje de pacientes (42 %) que no volvió al deporte estuvo en el Grupo C, en contraste con el Grupo A (7 %) y el Grupo B (6 %).

Este detrimento en el retorno al deporte a medida que aumentan las cirugías de revisión podría estar relacionado con el deterioro funcional progresivo, lesiones concomitantes, preparación psicológica para el regreso y la disminución en la adherencia a los protocolos de rehabilitación.

en en el retorno

El tipo de injerto, sexo, la edad del paciente, factores psicológicos y el tiempo transcurrido entre las cirugías son aspectos críticos para el retorno deportivo que han sido ampliamente discutidos en la literatura.³³⁻³⁴ En estos términos, el autoinjerto de H-T-H es el que mejores resultados presenta (entre el 75 - 83 % retornan a su nivel deportivo previo) particularmente en deportes de alto impacto y pivoteo.^{14,35}

En nuestro estudio, la tasa de retorno fue similar con el uso de injertos autólogos empleados en más del 90 % (125) de los casos (68 % ST-RI y 32 % H-T-H). En el sexo femenino se observó una tasa de retorno inferior (45-50 %) en comparación con los hombres (60-65 %), diferencia relacionada con factores biomecánicos, hormonales, psicológicos y de laxitud.³⁶⁻³⁷ Además, pudimos valorar la tasa de retorno en la población femenina (dieciséis pacientes) del Grupo A, la cual fue de un 62 % (diez casos); el Grupo B y el Grupo C no contaban con número suficiente de pacientes femeninos para el análisis.

Los pacientes menores de veinticinco años tienen una mayor tasa de retorno al deporte (80-90 %) en comparación con los mayores de treinta años (45-50 %).³⁶ En nuestra cohorte, el 100 % de los pacientes menores de veinticinco años retornaron al deporte en el Grupo A y el Grupo B. Para el Grupo C, no se disponía de una casuística suficiente para el análisis. Entre los mayores de treinta años, el 78 % del Grupo A, el 100 % del Grupo B y el 66 % del Grupo C regresaron a la actividad deportiva.

Rehabilitación y expectativas

La expectativa y la motivación de los pacientes para retornar al mismo nivel deportivo disminuyeron con cada cirugía de revisión, lo que refleja una mayor prudencia y cambio en las prioridades deportivas con el tiempo. Este patrón de adaptación podría estar relacionado tanto con la recuperación física como con la percepción del riesgo de relesión, especialmente tras múltiples cirugías. Observamos que las expectativas de los pacientes variaron significativamente entre los grupos; aquellos con RLCA y R-RLCA tienen esperanzas de retorno a un nivel deportivo inferior y/o caminar sin dolor. Esto refleja una mayor consciencia de las limitaciones funcionales postoperatorias en los pacientes con múltiples revisiones de LCA.

Limitaciones y consideraciones futuras

El presente trabajo es un estudio unicéntrico y retrospectivo que podría introducir sesgos de selección; el tamaño muestral relativamente pequeño del Grupo C limita la generalización de los hallazgos. El grupo de pacientes es heterogéneo. No contamos con un grupo control (por ejemplo, pacientes de alto rendimiento deportivo) ni se utilizó una escala numérica para medir el nivel de regreso deportivo, lo que dejó esta evaluación sujeta a la respuesta subjetiva de cada paciente. Tampoco se realizó ningún test de fuerza o resistencia para determinar el nivel de retorno.

La fortaleza del estudio radica en que fueron evaluadas tres poblaciones de pacientes intervenidos en un mismo centro con un seguimiento mínimo mayor a seis años.

CONCLUSIÓN

Las cirugías repetidas de reconstrucción del LCA se asocian con una reducción en la participación en deportes de alto impacto y un incremento en la asistencia de los de impacto moderado, independientemente de la edad al momento de la cirugía.

Agradecimientos: al Dr. Iván Huespe por la colaboración en la estadística.

Contribuciones de autoría: Conceptualización, Visualización (EO, JPZ). Curación de datos, Análisis formal, Investigación, Redacción – borrador original (EO). Recursos (JPZ, CY, MCP). Metodología (CY). Software (JPZ). Supervisión (MCP). Redacción – revisión y edición (EO, JPZ, CY, MCP)

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

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

REFERENCIAS

1. Lynch AD, Logerstedt DS, Grindem H, Eitzen I, Hicks GE, Axe MJ, et al. Consensus criteria for defining “successful outcome”

after ACL injury and reconstruction: a Delaware-Oslo ACL cohort investigation. *Br J Sports Med.* 2015 Mar;49(5):335–342. doi: <https://www.doi.org/10.1136/bjsports-2013-092299>.

2. Ardern CL, Glasgow P, Schneiders A, Witvrouw E, Clarsen B, Cools A, et al. 2016 Consensus statement on return to sport from the First World Congress in Sports Physical Therapy, Bern. *Br J Sports Med.* 2016 Jul;50(14):853–864. doi: <https://www.doi.org/10.1136/bjsports-2016-096278>.

3. Flagg KY, Karavatas SG, Thompson S Jr, Bennett C. Current criteria for return to play after anterior cruciate ligament reconstruction: an evidence-based literature review. *Ann Transl Med.* 2019 Oct;7(Suppl 7):S252. doi: <https://www.doi.org/10.21037/atm.2019.08.23>.

4. Ardern CL, Österberg A, Tagesson S, Gauffin H, Webster KE, Kvist J. The impact of psychological readiness to return to sport and recreational activities after anterior cruciate ligament reconstruction. *Br J Sports Med.* 2014 Dec;48(22):1613–1619. doi: <https://www.doi.org/10.1136/bjsports-2014-093842>.

5. Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Webster KE. Return-to-sport outcomes at 2 to 7 years after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Am J Sports Med.* 2012 Jan;40(1):41–48. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546511422999>.

6. Brophy RH, Schmitz L, Wright RW, Dunn WR, Parker RD, Andrich JT, et al. Return to play and future ACL injury risk after ACL reconstruction in soccer athletes from the Multicenter Orthopaedic Outcomes Network (MOON) group. *Am J Sports Med.* 2012 Nov;40(11):2517–2522. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546512459476>.

7. Erickson BJ, Harris JD, Cvetanovich GL, Bach BR, Bush-Joseph CA, Abrams GD, et al. Performance and return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction in male Major League Soccer Players. *Orthop J Sports Med.* 2013 Jul;1(2):2325967113497189. doi: <https://www.doi.org/10.1177/2325967113497189>.

8. Grassi A, Zaffagnini S, Marcheggiani Muccioli GM, Neri MP, Della Villa S, Marcacci M. After revision anterior cruciate ligament reconstruction, who returns to sport? a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2015 Oct;49(20):1295–1304. doi: <https://www.doi.org/10.1136/bjsports-2014-094089>.

9. Battaglia MJ 2nd, Cordasco FA, Hannafin JA, Rodeo SA, O'Brien SJ, Altchek DW, et al. Results of revision anterior cruciate ligament surgery. *Am J Sports Med.* 2007 Dec;35(12):2057–2066. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546507307391>.

10. Diamantopoulos AP, Lorbach O, Paessler HH. Anterior cruciate ligament revision reconstruction: results in 107 patients. *Am J Sports Med.* 2008 May;36(5):851–860. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546507312381>.

11. Feller J, Webster KE. Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction. *Int Orthop.* 2013 Feb;37(2):285–290. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00264-012-1690-7>.

12. Shelbourne KD, Benner RW, Gray T. Return to sports and subsequent injury rates after revision anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon autograft. *Am J Sports Med.* 2014 Jun;42(6):1395-1400. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546514524921>.
13. Ortiz E, Zicaro JP, Garcia Mansilla I, Yacuzzi C, Costa-Paz M. Revision anterior cruciate ligament reconstruction: Return to sports at a minimum 5-year follow-up. *World J Orthop.* 2022 Sep;13(9):812-824. doi: <https://www.doi.org/10.5312/wjo.v13.i9.812>.
14. Ardern CL, Webster KE, Taylor NF, Feller JA. Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: a systematic review and meta-analysis of the state of play. *Br J Sports Med.* 2011 Jun;45(7):596-606. doi: <https://www.doi.org/10.1136/bjism.2010.076364>.
15. Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Whitehead TS, Webster KE. Psychological responses matter in returning to preinjury level of sport after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Am J Sports Med.* 2013 Jul;41(7):1549-1558. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546513489284>.
16. Griffith TB, Allen BJ, Levy BA, Stuart MJ, Dahm DL. Outcomes of repeat revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2013 Jun;41(6):1296-1301. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546513482568>.
17. Ardern CL, Österberg A, Tagesson S, Gauffin H, Webster KE, Kvist J. The impact of psychological readiness to return to sport and recreational activities after anterior cruciate ligament reconstruction. *Br J Sports Med.* 2014 Dec;48(22):1613-1619. doi: <https://www.doi.org/10.1136/bjsports-2014-093842>.
18. Griffith TB, Allen BJ, Levy BA, Stuart MJ, Dahm DL. Outcomes of repeat revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2013 Jun;41(6):1296-1301. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546513482568>.
19. Lai CCH, Ardern CL, Feller JA, Webster KE. Eighty-three per cent of elite athletes return to preinjury sport after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review with meta-analysis of return to sport rates, graft rupture rates and performance outcomes. *Br J Sports Med.* 2018 Jan;52(2):128-138. doi: <https://www.doi.org/10.1136/bjsports-2016-096836>.
20. Webster KE, Feller JA, Lambros C. Development and preliminary validation of a scale to measure the psychological impact of returning to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Phys Ther Sport.* 2008 Feb;9(1):9-15. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.ptsp.2007.09.003>.
21. Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Whitehead TS, Webster KE. Psychological responses matter in returning to preinjury level of sport after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Am J Sports Med.* 2013 Jul;41(7):1549-1558. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546513489284>.
22. Sonesson S, Kvist J, Ardern C, Österberg A, Silbernagel KG. Psychological factors are important to return to pre-injury sport activity after anterior cruciate ligament reconstruction: expect and motivate to satisfy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017 May;25(5):1375-1384. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00167-016-4294-8>.
23. Solie BS, Tollefson LV, Doney CP, O'Keefe JM, Thompson WC, LaPrade RF. Return to the Pre-Injury Level of Sport after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Practical Review with Medical Recommendations. *Int J Sports Med.* 2024 Jul;45(8):572-588. doi: <https://www.doi.org/10.1055/a-2270-3233>.
24. Chen JL, Allen CR, Stephens TE, Haas AK, Huston LJ, Wright RW, et al. Differences in mechanisms of failure, intraoperative findings, and surgical characteristics between single- and multiple-revision ACL reconstructions: a MARS cohort study. *Am J Sports Med.* 2013 Jul;41(7):1571-1578. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546513487980>.
25. El Khoury G, Hardy A, Saint-Etienne A, Saghbiny E, Meyer A, et al. Return to sport after revision ACL reconstruction: a comparative cohort study of outcomes after single- versus multiple-revision surgeries. *Orthop J Sports Med.* 2022 Nov;10(11):23259671221133762. doi: <https://www.doi.org/10.1177/23259671221133762>.
26. Levine BD, Baggish AL, Kovacs RJ, Link MS, Maron MS, Mitchell JH. Eligibility and disqualification recommendations for competitive athletes with cardiovascular abnormalities: task force 1: classification of sports: dynamic, static, and impact: a scientific statement from the American Heart Association and American College of Cardiology. *Circulation.* 2015 Dec;132(22):e262-e266. doi: <https://www.doi.org/10.1161/CIR.0000000000000237>.
27. Lefevre N, Klouche S, Mirouse G, Herman S, Gerometta A, Bohu Y. Return to sport after primary and revision anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective comparative study of 552 patients from the FAST cohort. *Am J Sports Med.* 2017 Jan;45(1):34-41. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546516660075>.
28. Helito CP, da Silva AGM, Guimarães TM, Sobrado MF, Pécora JR, Camanho GL. Functional results of multiple revision anterior cruciate ligament with anterolateral tibial tunnel associated with anterolateral ligament reconstruction. *Knee Surg Relat Res.* 2022 May;34(1):24. doi: <https://www.doi.org/10.1186/s43019-022-00153-3>.
29. Buda R, Ruffilli A, Di Caprio F, Ferruzzi A, Faldini C, Cavallo M, et al. Allograft salvage procedure in multiple-revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2013 Feb;41(2):402-410. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546512471025>.
30. Dini F, Tecame A, Ampollini A, Adravanti P. Multiple ACL revision: failure analysis and clinical outcomes. *J Knee Surg.* 2021 Jul;34(8):801-809. doi: <https://www.doi.org/10.1055/s-0039-3400741>.
31. D'Ambrosi R, Meena A, Raj A, Ursino N, Formica M, Herbolt M, et al. Multiple revision anterior cruciate ligament reconstruction: not the best but still good. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.*

- 2023 Feb;31(2):559–571. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00167-022-07197-8>.
32. MARS Group; Bigouette JP, Owen EC, Lantz BBA, Hoellrich RG, Huston LJ, et al. Relationship between sports participation after revision anterior cruciate ligament reconstruction and 2-year patient-reported outcome measures. *Am J Sports Med.* 2019 Jul;47(9):2056–2066. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546519856348>.
33. Kaeding CC, Pedroza AD, Reinke EK, Huston LJ, MOON Consortium, Spindler KP. Risk factors and predictors of subsequent ACL injury in either knee after ACL reconstruction: prospective analysis of 2488 primary ACL reconstructions from the MOON cohort. *Am J Sports Med.* 2015 Jul;43(7):1583–1590. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546515578836>.
34. 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 Jun;93(12):1159–1165. doi: <https://www.doi.org/10.2106/JBJS.J.00898>.
35. Paterno MV, Rauh MJ, Schmitt LC, Ford KR, Hewett TE. Incidence of second ACL injuries 2 years after primary ACL reconstruction and return to sport. *Am J Sports Med.* 2014 Jul;42(7):1567–1573. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546514530088>.
36. Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Webster KE. Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. *Br J Sports Med.* 2014 Nov;48(21):1543–1552. doi: <https://www.doi.org/10.1136/bjsports-2013-093398>.
37. Paterno MV, Schmitt LC, Ford KR, Rauh MJ, Myer GD, Huang B, et al. Biomechanical measures during landing and postural stability predict second anterior cruciate ligament injury after anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport. *Am J Sports Med.* 2010 Oct;38(10):1968–1978. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546510376053>.

Machine learning en medicina deportiva. Evaluación del riesgo de tendinopatía rotuliana en atletas de alto nivel

Facundo M. Segura,¹ Florencio P. Segura,¹ María P. Lucero Zudaire,¹
Agustina Trevisson,² Florencio V. Segura¹

1. Segura Centro Privado de Ortopedia y Traumatología. Argentina

2. Sanatorio Dupuytren. Argentina

RESUMEN

Introducción: la tendinopatía rotuliana afecta comúnmente a atletas de alto rendimiento, especialmente en deportes con saltos repetitivos como el básquet. La identificación temprana de atletas en riesgo sigue siendo un desafío clínico, donde el aprendizaje automático podría ofrecer soluciones efectivas.

Objetivos: desarrollar un modelo de *machine learning* para predecir el riesgo de tendinopatía rotuliana en jugadores de baloncesto, utilizando variables clínicas, biomecánicas, antropométricas y de carga de entrenamiento.

Materiales y métodos: se realizó un estudio observacional y transversal en ochenta y un jugadores profesionales y semiprofesionales. Se evaluaron variables clínicas (VISA-P, EVA), ecográficas (diámetro del tendón en AP5 y AP10), antropométricas y funcionales (SLS). Los datos se analizaron en Python utilizando el algoritmo *Random Forest*, con validación cruzada de 10-folds.

Resultados: el modelo alcanzó un 93.94 % de precisión en el conjunto de prueba. La variable más influyente fue el score VISA-P (55.3 %), seguida por AP10 y EVA. La matriz de confusión mostró alta sensibilidad y especificidad, con mínima tasa de falsos negativos. La inclusión de un árbol de decisión facilitó la interpretación clínica.

Conclusión: el modelo *Random Forest* alcanzó una precisión superior al 93 % y permitió identificar de forma temprana el riesgo de tendinopatía rotuliana en jugadores de baloncesto; el score VISA-P y el AP10 se destacaron como los principales predictores. Su precisión y capacidad de interpretación lo convierten en una herramienta útil para la prevención personalizada en el deporte de alto rendimiento.

Palabras clave: Tendinopatía Rotuliana, Machine Learning, Score, Ecografía, Alto Rendimiento, Básquet, Prevención, Inteligencia Artificial

Nivel de evidencia: IV. Estudio de Cohorte Retrospectiva

Autor para correspondencia: Facundo M. Segura, facusegura@gmail.com

Recibido: 04/04/2025 Aceptado: 03/05/2025

DOI: <https://doi.org/10.63403/re.v32i2.409>

Cómo citar: Segura F, Segura P, Zudaire MP, Trevisson A, Segura F. Machine learning en medicina deportiva. Evaluación del riesgo de tendinopatía rotuliana en atletas de alto nivel. Relart 2025;32(2): 119-127.

Machine Learning in Sports Medicine. Risk Assessment of Patellar Tendinopathy in Elite Athletes

ABSTRACT

Introduction: patellar tendinopathy is prevalent among elite athletes, particularly in sports involving frequent jumping like basketball. Early identification of at-risk players remains a clinical challenge, where machine learning could offer innovative solutions.

Objectives: to develop a machine learning model to predict the risk of patellar tendinopathy in basketball players using clinical, biomechanical, anthropometric, and training load variables.

Materials and methods: a cross-sectional observational study was conducted on eighty-one professional and semi-professional basketball players. Clinical (VISA-P, VAS), ultrasound (AP5 and AP10), anthropometric, and functional (SLS) data were collected. The Random Forest algorithm was used with 10-fold cross-validation in Python.

Results: the model achieved a 93.94% accuracy in the test set. The most influential variable was VISA-P (55.3%), followed by AP10 and VAS. The confusion matrix showed high sensitivity and specificity with minimal false negatives. A simplified decision tree enhanced clinical applicability.

Conclusion: the Random Forest model achieved accuracy above 93% and enabled early identification of patellar tendinopathy risk in basketball players, highlighting the VISA-P score and AP10 as the main predictors. Its accuracy and interpretability make it a valuable tool for personalized prevention in elite sports settings.

Keywords: Patellar Tendinopathy, Basketball, Prevention, Machine Learning, Elite Athletes, Random Forest Model, Artificial Intelligence

Level of Evidence: IV. Retrospective Cohort Study

INTRODUCCIÓN

La tendinopatía rotuliana, comúnmente conocida como “rodilla del saltador”, es una lesión prevalente en atletas que realizan actividades con saltos repetitivos y cargas elevadas sobre el tendón rotuliano, como el básquet y el voleibol. Esta condición se caracteriza por dolor localizado en el polo inferior de la rótula y puede llevar a una disminución significativa del rendimiento deportivo e, incluso, a la incapacidad para competir.^{1,2}

En los últimos años, el aprendizaje automático ha emergido como una herramienta prometedora en el ámbito de la ortopedia y la traumatología, ofreciendo nuevas perspectivas para el diagnóstico, tratamiento y pronóstico de diversas patologías tendinosas,³ por ejemplo, se ha desarrollado un sistema de aprendizaje profundo para la medición automática de la altura rotuliana, demostrando una precisión comparable a la de radiólogos experimentados.¹ Además, se ha implementado esta herramienta para analizar imágenes ecográficas en escala de grises del tendón rotuliano, clasificándolas como normales o con tendinopatía, con una precisión cercana al 83 %, similar a la de clínicos expertos.⁴

Mendonça *et al.* identificaron que factores de la cadera y el pie/tobillo, como la rotación interna de cadera y la alineación pierna-antepié, se asocian con tendinopatía rotuliana en atletas. Mediante árboles de decisión, se logró clasificar con buena precisión la presencia de la lesión. El estudio destaca la utilidad de enfoques no lineales para detectar perfiles de riesgo más allá de los factores locales de rodilla.⁵ Adicionalmente, redes neuronales convolucionales han sido utilizadas para descubrir signos tempranos de

tendinopatía en imágenes de ultrasonido del manguito rotador, lo que ha demostrado que estas técnicas pueden aplicarse de manera similar en el estudio del tendón rotuliano.⁶

Uno de los mayores desafíos en la prevención de la tendinopatía rotuliana en atletas de alto rendimiento es la identificación temprana de factores de riesgo. Recientes avances en el análisis biomecánico y de imágenes médicas han permitido la detección de patrones que podrían predisponer a los deportistas a esta lesión. Se ha probado que los modelos de aprendizaje profundo pueden analizar dinámicas de salto y cambios en la biomecánica de la rodilla para predecir posibles lesiones.^{7,8}

A pesar de los avances en la evaluación clínica y en el uso de modelos de aprendizaje automático para el análisis de lesiones deportivas, la literatura actual presenta una limitada aplicación de estos métodos en poblaciones específicas, como los jugadores de básquet. En particular, no se han desarrollado modelos predictivos que integren variables clínicas, funcionales y ecográficas para estimar el riesgo de tendinopatía rotuliana en esta población. Este trabajo busca cubrir ese vacío, proponiendo un enfoque basado en aprendizaje automático que permite identificar atletas en riesgo mediante herramientas accesibles y de aplicación clínica directa.

Objetivos

Desarrollar un modelo de *machine learning* para predecir el riesgo de tendinopatía rotuliana en jugadores de baloncesto, utilizando variables clínicas, biomecánicas, antropométricas y de carga de entrenamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y transversal con el objetivo de desarrollar un modelo de *machine learning* (ML) capaz de predecir la probabilidad de tendinopatía rotuliana en jugadores de baloncesto de alto rendimiento. La recolección de datos se llevó a cabo entre septiembre y octubre de 2024, en coincidencia con el período preparatorio de la temporada. La muestra fue seleccionada por conveniencia, en función de la disponibilidad de los equipos durante el período de recolección de datos.

La muestra estuvo conformada por ochenta y un jugadores (ciento sesenta y dos rodillas) de seis equipos de básquet profesionales y semiprofesionales de la Liga Nacional A, el Torneo Nacional de Ascenso y la Liga Federal. Se incluyeron jugadores de dieciocho años o más, con participación en entrenamientos y competencias durante el período de estudio, quienes firmaron el consentimiento informado. Se excluyeron aquellos con lesiones previas de rodilla que impedirían la práctica deportiva normal, cirugías previas en la rodilla evaluada, uso de corticosteroides en los tres meses previos al estudio o presencia de patologías sistémicas o metabólicas que afectarían la salud musculoesquelética.

Las variables analizadas incluyeron medidas antropométricas, clínicas, deportivas y ecográficas. Se registraron la altura, el peso y el índice de masa corporal (IMC), así como la posición en el campo, las horas de entrenamiento semanales y los años de experiencia profesional. La variable "posición en el campo" fue codificada numéricamente en cinco categorías: base (1), ayuda base (2), alero (3), ala-pívot (4) y pívot (5). A nivel clínico, se evaluó la función y el dolor mediante la puntuación VISA-P (Victorian Institute of Sport Assessment for Patellar Tendinopathy) y la escala de dolor EVA (Escala Visual Analógica). Para el análisis estructural del tendón rotuliano, se realizaron mediciones ecográficas del diámetro anteroposterior en dos puntos: a 5 mm (AP5) y 10 mm (AP10) del polo inferior de la rótula, obtenidas mediante un transductor lineal de alta frecuencia (7-15 MHz). Se calculó, además, el índice AP Ratio (AP5/AP10) como un marcador de engrosamiento tendinoso.

Los procedimientos incluyeron la administración del cuestionario VISA-P y la realización del Single Leg Squat Test (SLS) para evaluar estabilidad y funcionalidad. Posteriormente, se efectuaron ecografías de ambos tendones rotulianos con la rodilla en flexión de 90° mediante protocolos estandarizados de ganancia y profundidad, y se determinó el diámetro anteroposterior del tendón rotuliano a 5 y 10 mm del polo distal de la rótula.

Para el desarrollo del modelo de *machine learning*, los datos fueron procesados en Google Colab utilizando Python y las librerías *Pandas*, *NumPy* y *Scikit-Learn*. Se eliminaron columnas irrelevantes y las variables categóricas se transformaron en numéricas. El 6.8 % de los datos presentaban valores nulos en alguna de las variables consideradas, los cuales fueron imputados

con la media correspondiente. La variable dependiente se definió a partir del puntaje VISA-P, para el que se establecieron tres categorías: asintomáticos (VISA-P ≥ 90), en riesgo (VISA-P 80-89) y sintomáticos (VISA-P < 80).

Para la clasificación de la variable "Diagnóstico" se utilizó el algoritmo de agrupamiento K-Means. Inicialmente, se aplicó sobre la variable "Score" del conjunto de datos, definiendo tres *clusters*. Los grupos resultantes fueron denominados "Asintomático", "En Riesgo" y "Sintomático", en función de la distancia de cada punto de datos al centroide correspondiente. Posteriormente, se realizó una segunda clasificación empleando K-Means sobre las variables "Score" y "EVA", manteniendo la agrupación en tres *clusters*. Para evaluar la distribución de los datos, se generaron representaciones gráficas en un plano cartesiano, en las cuales la posición de cada centroide sirvió como criterio de clasificación (Fig. 1).

Los datos fueron divididos en un conjunto de entrenamiento (80 %) y otro de prueba (20 %) mediante la función *train_test_split* de *Scikit-Learn*. Para asegurar una representación equilibrada de cada clase en el conjunto de entrenamiento y prueba, se aplicó estratificación según la variable "Diagnóstico". La evaluación del modelo se hizo por medio de métricas estándar de clasificación, incluidas la matriz de confusión, el F1-score y la precisión global (*accuracy*).

Con el objetivo de predecir el riesgo de tendinopatía rotuliana en jugadores de básquet de alto rendimiento, se desarrolló un modelo de *machine learning* basado en el algoritmo *Random Forest* (RF). Este fue seleccionado por su robustez frente al sobreajuste, su capacidad para manejar variables no lineales y por su interpretabilidad, especialmente útil en contextos clínicos.

El conjunto de datos incluyó variables clínicas, funcionales y ecográficas que permitieron clasificar a los atletas en tres categorías: asintomáticos, en riesgo y sintomáticos, utilizando como referencia clínica el score VISA-P. Dado el desbalance de clases, se incorporó el parámetro *class_weight="balanced"* para compensar esta distribución.

El protocolo del siguiente estudio fue aprobado por el Comité de Ética de nuestra Institución y todos los pacientes firmaron un consentimiento informado aceptando su participación.

RESULTADOS

El modelo *Random Forest* fue entrenado inicialmente con las variables seleccionadas por su mayor relevancia clínica y estadística: score VISA-P, AP10, AP5, edad y posición en el campo. En el conjunto de prueba ($n = 33$), el modelo alcanzó un nivel de precisión del 93.94 %, clasificando correctamente a la mayoría de los jugadores en cada clase. El rendimiento detallado por clase se resume en la Tabla 1, se pueden observar los valores de precisión, *recall* y F1-score para cada una de las clases (Asintomático, En Riesgo y Sintomático), junto con el soporte o número de casos por clase. El

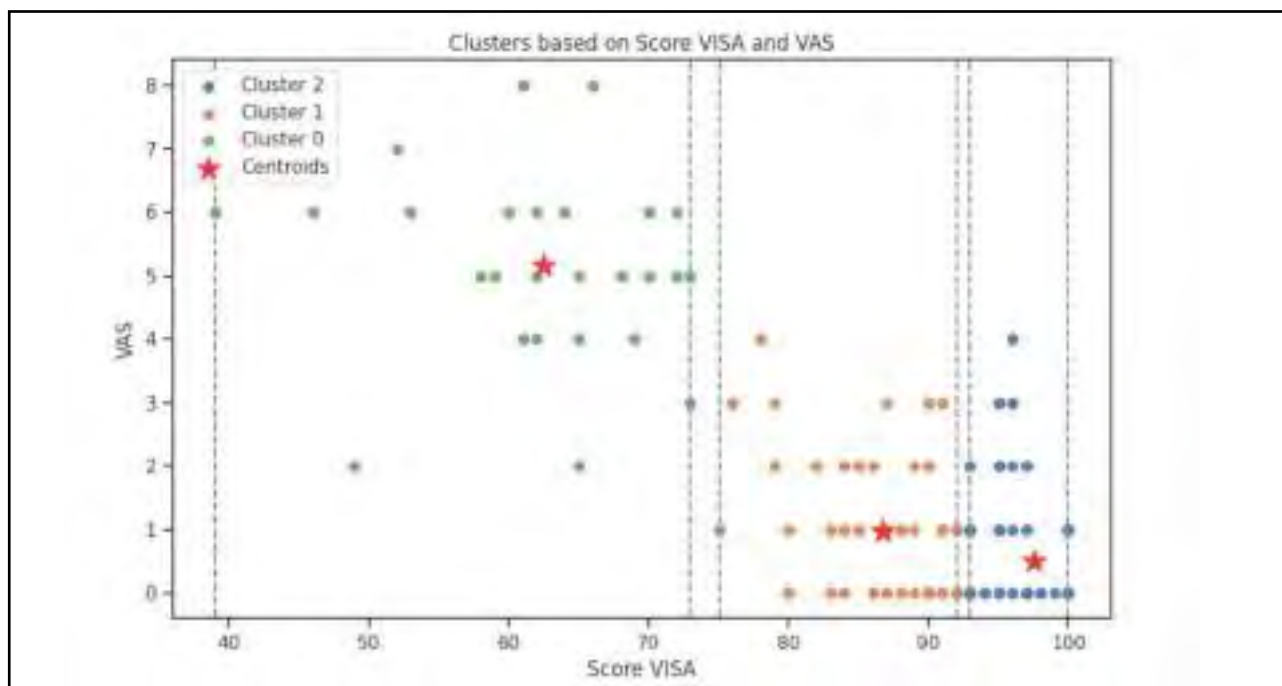


Figura 1. Clasificación de los datos mediante el algoritmo K-Means. Inicialmente, este se aplicó sobre la variable *Score*, generando tres *clusters*: “Asintomático”, “En Riesgo” y “Sintomático”, según la proximidad de los datos a sus centroides. Posteriormente, se realizó una clasificación considerando *Score* y EVA (VAS en el gráfico, por su nombre en inglés), manteniendo la división en tres grupos. La distribución de los datos y la posición de los centroides se presentan en un plano cartesiano, lo que evidencia la segmentación de los patrones identificados.

modelo demostró un rendimiento alto y equilibrado, con clasificación perfecta en las clases Asintomático y Sintomático, y un leve descenso en el *recall* de la clase En Riesgo.

Tabla 1. Métricas de desempeño del modelo *random forest* en el conjunto de prueba

Clase	Precisión	Recall	F1-score	Soporte
Asintomático (0)	0.90	1.00	0.95	19
En Riesgo (1)	1.00	0.78	0.88	9
Sintomático (2)	1.00	1.00	1.00	5

En términos globales, el modelo mostró una precisión promedio ponderada (*weighted avg*) de 0.95, un *recall* de 0.94 y un F1-score de 0.94. La matriz de confusión evidenció que todos los casos sintomáticos y asintomáticos fueron correctamente clasificados y solo un caso en riesgo fue clasificado como asintomático (falso negativo), lo cual representa un desafío clínico importante (Fig. 2).

Además del valor global de precisión, se calcularon métricas específicas por clase para evaluar el rendimiento discriminativo del modelo. La clase “Asintomáticos” alcanzó una sensibilidad del 100 %, una precisión del 90 % y una especificidad del 86 %, con un F1-score de 0.95. Para los atletas “En Riesgo”, el modelo mostró una sensibilidad del 78 %, precisión del

100 % y especificidad del 100 %, con un F1-score de 0.88. Finalmente, la clase “Sintomáticos” obtuvo valores perfectos en todas las métricas evaluadas (sensibilidad, precisión, especificidad y F1-score: 100 %). Estos resultados reflejan una capacidad robusta del modelo para distinguir entre los distintos perfiles clínicos, entre los que se destaca, particularmente, su eficacia para detectar correctamente los casos sintomáticos sin generar falsos negativos.

Optimización y validación cruzada del modelo

Para asegurar la estabilidad del modelo y verificar su capacidad de generalización, se realizó una validación cruzada de 10-*folds*. El nivel de precisión promedio obtenido fue de 93.93 %, con una desviación estándar de apenas 0.0001, lo que sugiere un modelo altamente confiable, con bajo riesgo de sobreajuste. En la Tabla 2 se puede observar cómo cada *fold* representa una partición distinta de los datos, y en todos los casos el modelo mantuvo un nivel de precisión constante del 94 %. Esta uniformidad en el rendimiento indica una alta estabilidad del modelo y baja variabilidad entre los subconjuntos, lo que refuerza su capacidad de generalización. En el contexto clínico, estos resultados sugieren que el modelo es confiable para predecir el riesgo de tendinopatía rotuliana en diferentes grupos de atletas, sin pérdida de precisión.

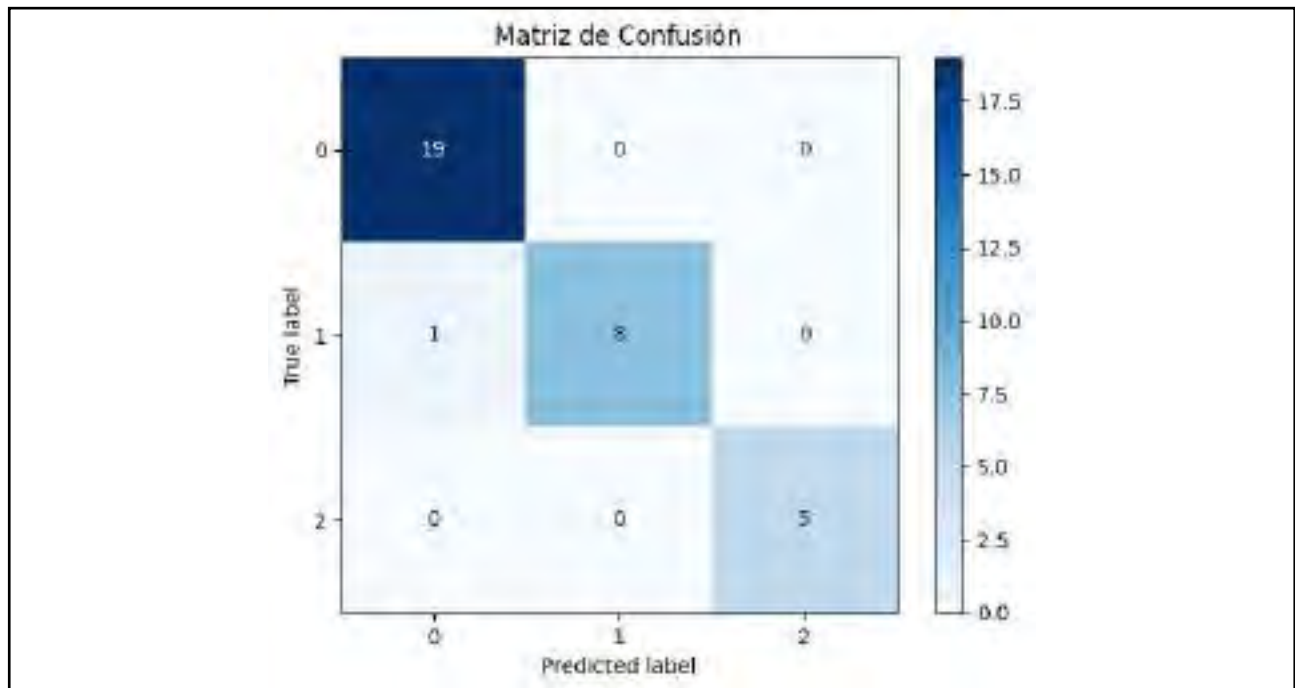


Figura 2. Matriz de confusión del modelo *Random Forest* aplicada al conjunto de prueba. Se observa una clasificación perfecta en las clases Asintomático (0) y Sintomático (2), y un único error de clasificación en la clase En Riesgo (1), donde un caso fue clasificado como asintomático. La matriz ilustra el alto nivel de precisión del modelo, especialmente en la identificación de sujetos sintomáticos, lo cual es clínicamente relevante para estrategias de intervención temprana.

Tabla 2. Resultados individuales de la validación cruzada de 10-folds aplicada al modelo *random forest*

Fold	Nivel de precisión
1	0.94
2	0.94
3	0.94
4	0.94
5	0.94
6	0.94
7	0.94
8	0.94
9	0.94
10	0.94
Promedio	0.94

Este comportamiento uniforme en todas las particiones del conjunto de entrenamiento valida el uso del modelo *Random Forest* como una herramienta predictiva sólida para aplicaciones clínicas.

Importancia de las variables predictoras

El análisis de importancia de características (*feature importance*) reveló que la variable *score VISA-P* fue la más determinante en el modelo, aportando un 55.3 % de la capacidad predictiva. Le siguieron, en orden

descendente, el diámetro del tendón rotuliano a 10 mm (AP10), EVA, edad, y posición en el campo (Fig. 3).

Aplicación clínica: árbol de decisión e interpretación de reglas

Se generó un árbol de decisión simplificado derivado del modelo *Random Forest* para facilitar su aplicación práctica en entornos clínicos. El flujo de decisiones se inicia con el valor de AP10, seguido por el *score VISA-P*, las horas de entrenamiento semanales, altura y la prueba funcional SLS. Esta estructura permite clasificar al atleta en una de las tres clases con un razonamiento clínico fácilmente interpretable (Fig. 4).

Ejemplo clínico ilustrativo sobre un caso real

En la Tabla 3 se pueden observar los valores de la evaluación de un caso real: un base (1) de equipo de Liga Nacional A.

Tabla 3. Ejemplo clínico ilustrativo sobre un caso real

Variable	Valor
AP10	5.2 mm
Score VISA-P	86
Horas entrenamiento	14
Altura	190 cm
SLS	0.7

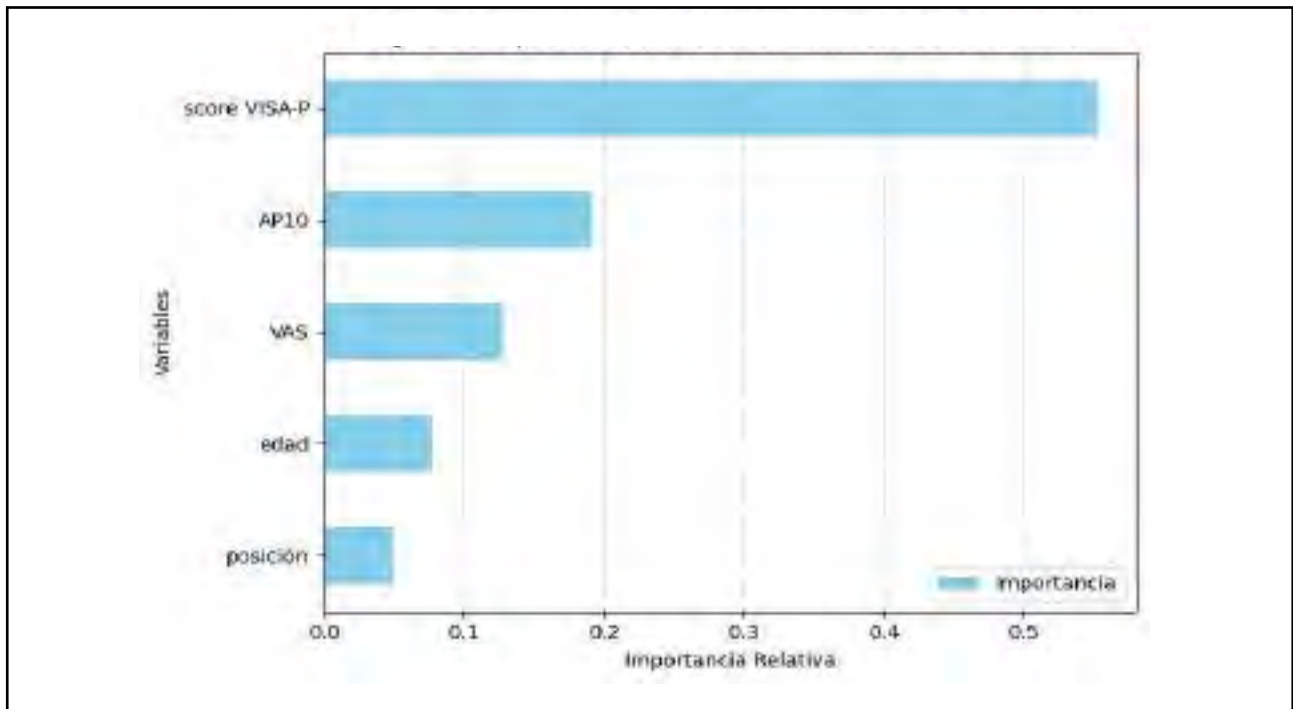


Figura 3. Importancia relativa de las variables utilizadas en el modelo *Random Forest* para la predicción de tendinopatía rotuliana. El score VISA-P fue la variable más influyente, seguida por el diámetro anteroposterior del tendón rotuliano a 10 mm (AP10), la escala de dolor EVA, la edad y la posición en el campo. Estos resultados confirman que las variables funcionales y estructurales tienen un peso predictivo mayor que los factores antropométricos. Se detaca la utilidad del score VISA-P como herramienta clave en la evaluación de riesgo clínico en atletas.

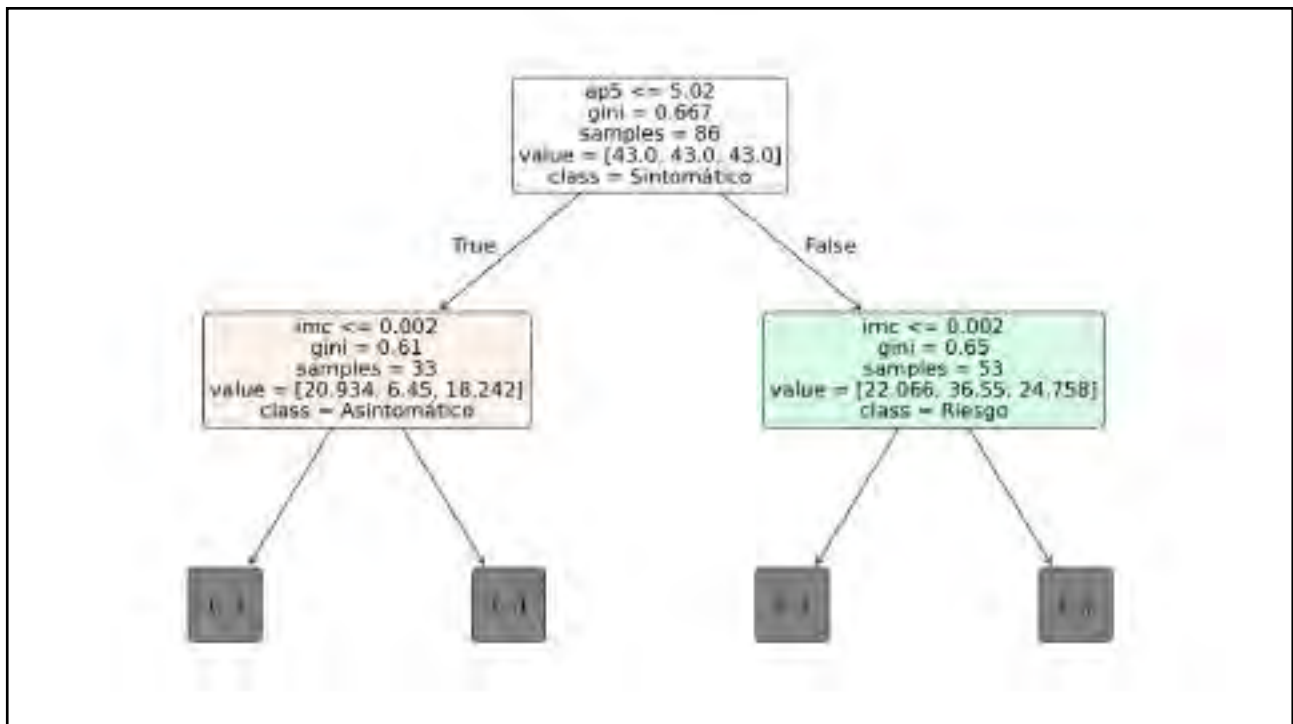


Figura 4. Visualización ilustrativa de un árbol de decisión individual perteneciente al modelo *Random Forest*. En esta figura se representan únicamente los primeros niveles del árbol (hasta profundidad 1) con el objetivo de facilitar la interpretación visual del proceso de decisión inicial. *Esta imagen no muestra el árbol completo y se incluye solo con fines ilustrativos para la presente publicación.

Ruta seguida en el árbol de decisión

1. **AP10 \leq 6.11** \rightarrow \checkmark (el diámetro del tendón está levemente engrosado. Continúa la evaluación).
2. **AP10 \leq 5.1** \rightarrow \times (el valor es 5.2, apenas por encima del umbral. Esto desvía al siguiente nodo).
3. **Horas de entrenamiento $>$ 12.5** \rightarrow \checkmark (el jugador entrena intensamente, lo que suma carga sobre el tendón. Se continúa).
4. **Score VISA-P \leq 89** \rightarrow \checkmark (un score de 86 indica síntomas funcionales moderados. Ya no es un jugador asintomático).
5. **Altura \leq 197.5 cm** \rightarrow \checkmark (altura dentro de parámetros normales. No modifica la trayectoria, pero se continúa).
6. **SLS \leq 0.5** \rightarrow \checkmark (valor de 0.7 indica buena función en la prueba de control neuromuscular).

El árbol de decisión ubica al jugador en la categoría de "Sintomático", a pesar de no presentar alteraciones funcionales severas en el SLS, esto se debe a:

- Un score VISA-P ya por debajo del rango saludable (\leq 89).
- Carga elevada de entrenamiento semanal ($>$ 12.5 h).
- Engrosamiento estructural leve (AP10 = 5.2 mm).

DISCUSIÓN

En el presente estudio se desarrolló un modelo de *machine learning* basado en el algoritmo *Random Forest* para predecir el riesgo de tendinopatía rotuliana en jugadores de básquet de alto rendimiento. El modelo, entrenado con variables clínicas, funcionales y ecográficas, alcanzó un desempeño sobresaliente con una exactitud del 93.94 % en el conjunto de prueba y una validación cruzada 10-fold con un nivel de precisión (*accuracy*) promedio de 94 %, sin evidencias de sobreajuste. Estos resultados destacan el potencial del modelo como herramienta predictiva en entornos clínicos y deportivos.

La aplicación de modelos de aprendizaje automático (ML) para la predicción de tendinopatías ha sido abordada en investigaciones recientes, principalmente mediante técnicas de *deep learning* e imagenología. Por ejemplo, una revisión sistemática y metaanálisis evaluó el rendimiento de modelos de redes neuronales en el diagnóstico de patologías tendinosas encontrando una sensibilidad del 91 % y especificidad del 95 %, lo que indica un alto grado de precisión en la detección de alteraciones tendinosas.⁹ Aunque nuestro modelo no se basa en imágenes, sino en datos clínicos y funcionales, el nivel de precisión obtenido se encuentra en línea con estos estudios, lo cual reafirma la utilidad de los algoritmos clásicos de ML, como *Random Forest*, en contextos clínicos estructurados.

Otro estudio reciente mostró que los modelos de ML pueden predecir la tendinopatía con alta precisión en poblaciones, tanto de atletas de élite como no élite, aunque resaltan la necesidad de identificar las características clínicas más relevantes para maximizar la capacidad predictiva.¹⁰ Este hallazgo es consistente con nuestro enfoque, donde el análisis de

importancia de variables permitió identificar factores clave que contribuyeron significativamente al rendimiento del modelo.

En nuestro caso, las variables más influyentes para el modelo fueron:

- **Score VISA-P:** este cuestionario específico para tendinopatía rotuliana resultó ser la variable más importante, representando más del 50 % de la importancia total del modelo. Su validez y confiabilidad han sido confirmadas previamente como instrumento de evaluación funcional en esta condición.¹¹
- **Escala Visual Analógica (EVA):** esta herramienta subjetiva de medición del dolor es comúnmente utilizada en la evaluación de patologías musculoesqueléticas, incluida la tendinopatía rotuliana.¹² En el presente modelo, su contribución también fue significativa.
- **Prueba funcional Single Leg Squat (SLS):** esta prueba evaluativa de control neuromuscular y estabilidad del miembro inferior ha sido previamente relacionada con alteraciones funcionales en atletas con tendinopatía.¹³
- **AP10 (diámetro del tendón rotuliano a 10 mm):** la medición ecográfica estructural del tendón mostró una alta correlación con la presencia de síntomas, reforzando su valor como marcador diagnóstico.¹⁴

Estos resultados coinciden con la literatura, que identifica factores como el aumento de la carga de entrenamiento, alteraciones biomecánicas durante el salto y el aterrizaje y deficiencias en la flexibilidad como contribuyentes a la aparición de la tendinopatía rotuliana.¹⁵ Además, investigaciones recientes han demostrado que la combinación de herramientas clínicas como el umbral de dolor a la presión (UDP), evaluaciones ecográficas y escalas como VISA-P o EVA mejoran significativamente la precisión diagnóstica en poblaciones deportivas.¹⁶

La elección del algoritmo *Random Forest* fue acertada dado su buen equilibrio entre desempeño, robustez frente al desbalance de clases y capacidad de interpretación. A diferencia de modelos de caja negra, como redes neuronales profundas, *Random Forest* permite visualizar las reglas de decisión dominantes, extraer árboles simplificados y comprender el papel de cada variable en el resultado final. Esto es especialmente valioso en el entorno clínico, donde la trazabilidad de la decisión diagnóstica es tan importante como el resultado en sí.

Si bien el modelo demostró un rendimiento excelente en esta cohorte, es importante considerar que el tamaño muestral relativamente reducido (ochenta y un atletas, ciento sesenta y dos rodillas) podría limitar la generalización de los resultados. Modelos de aprendizaje automático pueden sobreajustarse en muestras pequeñas, especialmente en escenarios con desbalance de clases, lo que podría comprometer su desempeño en poblaciones externas. Diversos autores han destacado la necesidad de

contar con grandes volúmenes de datos para garantizar la estabilidad y reproducibilidad de modelos predictivos clínicos. En este sentido, la validación externa en cohortes más amplias y diversas será fundamental para confirmar la utilidad práctica de esta herramienta.¹⁶

La implementación de este modelo podría contribuir significativamente a la detección temprana de jugadores en riesgo, optimizando la prevención de lesiones y mejorando los tiempos de intervención médica. Además, su estructura permite una fácil adaptación a nuevas variables clínicas, biomecánicas o imagenológicas en estudios futuros.

No obstante, es importante señalar que, si bien los resultados fueron prometedores, el modelo se construyó sobre una muestra de tamaño moderado y centrada exclusivamente en atletas de básquet. Por lo tanto, como ya mencionáramos, futuras investigaciones deberían validar este modelo en poblaciones más amplias y diversas, incluyendo atletas de otras disciplinas y diferentes niveles competitivos. La incorporación de nuevas variables, como marcadores biomecánicos en tiempo real, sensores portátiles o resonancia magnética funcional podría enriquecer la capacidad predictiva del modelo.

CONCLUSIÓN

El modelo *Random Forest* alcanzó una precisión superior al 93 % y permitió identificar de forma temprana el riesgo de tendinopatía rotuliana en jugadores de baloncesto; el score VISA-P y el AP10 se destacaron como los principales predictores. Su precisión y capacidad de interpretación lo convierten en una herramienta útil para la prevención personalizada en el deporte de alto rendimiento.

Contribuciones de autoría: Conceptualización, Metodología: FMS, FPS, FVS. Investigación: FMS, AT, MPLZ. Análisis formal: FMS, MPLZ. Redacción - borrador original: FMS. Revisión y edición: FMS, FVS. Supervisión: FVS. Visualización: FMS, AT.

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. Liu Z, Wu J, Gao X, Qin Z, Tian R, Wang C. Deep learning-based automatic measurement system for patellar height: a multicenter retrospective study. *J Orthop Surg Res.* 2024 May;19(1):324. doi: <https://www.doi.org/10.1186/s13018-024-04809-6>
2. Cheung CA. Machine learning approach for the objective sonographic evaluation of patellar tendinopathy [tesis]. Virginia: Virginia Polytechnic Institute and State University; 2021. 76 p. Disponible en: <https://vtechworks.lib.vt.edu/handle/10919/102728>

3. Mendonça LD, Ocarino JM, Bittencourt NFN, Macedo LG, Fonseca ST. Association of Hip and Foot Factors With Patellar Tendinopathy (Jumper's Knee) in Athletes. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2018 Sep;48(9):676-684. doi: <https://www.doi.org/10.2519/jospt.2018.7426>
4. Bayramoglu N, Nieminen MT, Saarakkala S. Automated detection of patellofemoral osteoarthritis from knee lateral view radiographs using deep learning: data from the Multicenter Osteoarthritis Study (MOST). *Osteoarthritis Cartilage.* 2021 Oct;29(10):1432-1447. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.joca.2021.06.011>
5. Llombart R, Mariscal G, Barrios C, Llombart-Ais R. The best current research on patellar tendinopathy: a review of published meta-analyses. *Sports (Basel).* 2024 Feb;12(2):46. doi: <https://www.doi.org/10.3390/sports12020046>
6. Jahanifar M, Tajeddin NZ, Hasani M, Shekarchi B, Azema K. Automatic recognition of the supraspinatus tendinopathy from ultrasound images using convolutional neural networks. *arXiv preprint arXiv:2011.11777.* 2020. doi: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2011.11777>.
7. Verma A, Bhattacharya P, Zuhair M, Tanwar S, Kumar N. VaCoChain: Blockchain-Based 5G-Assisted UAV Vaccine Distribution Scheme for Future Pandemics. *IEEE J Biomed Health Inform.* 2022 May;26(5):1997-2007. doi: <https://www.doi.org/10.1109/JBHI.2021.3103404>
8. Siouras A, Moustakidis S, Giannakidis A, Chalatsis G, Liampas I, Vlychou M, et al. Knee Injury Detection Using Deep Learning on MRI Studies: A Systematic Review. *Diagnostics (Basel).* 2022 Feb;12(2):537. <https://www.doi.org/10.3390/diagnostics12020537>
9. Droppelmann G, Rodríguez C, Smague D, Jorquera C, Feijoo F. Deep learning models for tendinopathy detection: a systematic review and meta-analysis of diagnostic tests. *EFORT Open Rev.* 2024 Oct;9(10):941-952. <https://doi.org/10.1530/EOR-24-0016>
10. Muir D, Elgebaly A, Kim WJ, Althaher A, Narvani A, Imam MA. Predictive utility of the machine learning algorithms in predicting tendinopathy: a meta-analysis of diagnostic test studies. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2025 Feb;35(1):73. doi: [10.1007/s00590-025-04197-5](https://doi.org/10.1007/s00590-025-04197-5)
11. Visentini PJ, Khan KM, Cook JL, Kiss ZS, Harcourt PR, Wark JD. The VISA score: an index of severity of symptoms in patients with jumper's knee (patellar tendinosis). *Victorian Institute of Sport Tendon Study Group. J Sci Med Sport.* 1998 Jan;1(1):22-8. [https://www.doi.org/10.1016/s1440-2440\(98\)80005-4](https://www.doi.org/10.1016/s1440-2440(98)80005-4)
12. Hawker GA, Mian S, Kendzerska T, French M. Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF-36 BPS), and Measure of Intermittent and Constant

Osteoarthritis Pain (ICOAP). *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2011 Nov;63 Suppl 11:S240-52. doi: <https://www.doi.org/10.1002/acr.20543>

13. Crossley KM, Zhang WJ, Schache AG, Bryant A, Cowan SM. Performance on the single-leg squat task indicates hip abductor muscle function. *Am J Sports Med*. 2011 Apr;39(4):866-873. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546510395456>.

14. Cook JL, Purdam CR. Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy. *Br J Sports Med*. 2009 Jun;43(6):409-16. doi: <https://www.doi.org/10.1136/bjism.2008.051193>.

15. Tiemessen IJ, Kuijjer PP, Hulshof CT, Frings-Dresen MH. Risk factors for developing jumper's knee in sport and occupation: a review. *BMC Res Notes*. 2009 Jul ;2:127. <https://www.doi.org/10.1186/1756-0500-2-127>

16. Karhade AV, Thio QCBS, Ogink PT, Shah AA, Bono CM, Oh KS, Saylor PJ, Schoenfeld AJ, Shin JH, Harris MB, Schwab JH. Development of Machine Learning Algorithms for Prediction of 30-Day Mortality After Surgery for Spinal Metastasis. *Neurosurgery*. 2019 Jul 1;85(1):E83-E91. doi: <https://www.doi.org/10.1093/neuros/nyy469>.

Resultados funcionales de la reparación artroscópica del manguito rotador mediante técnica de equivalente transóseo sin nudos

Rodrigo Brandariz^{id}, Catalina Larrague^{id}, Ignacio Tanoira^{id}, Santiago Bongiovani^{id}, Maximiliano Ranalleta^{id}

Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital Italiano. Argentina

RESUMEN

Introducción: las roturas del manguito rotador representan la patología del hombro más común, especialmente en pacientes de edad avanzada. La reparación abierta y artroscópica de esta patología se asocia con excelentes resultados funcionales. Independientemente de los avances recientes en las técnicas de reparación del manguito rotador, la tasa de rerrotura o la falta de cicatrización sigue siendo significativamente alta.

Objetivos: reportar los resultados funcionales de una serie consecutiva de pacientes con roturas del manguito rotador operados con la técnica de equivalente transóseo sin nudos (TOE, las siglas por su nombre en inglés) artroscópica.

Materiales y métodos: se realizó un estudio de cohorte prospectivo entre junio del 2023 y junio del 2024. Se evaluaron todos los pacientes a los que se les reparó el manguito rotador en doble fila utilizando la técnica TOE sin nudos. Se evaluó la movilidad con un goniómetro, el dolor con la escala visual análoga, y los resultados funcionales con los scores de ASES y SANE. Se documentaron las complicaciones postoperatorias.

Resultados: en total se trataron setenta pacientes. El seguimiento medio fue de catorce meses (rango 12–24 meses). Había cuarenta mujeres (57 %) y treinta hombres (43 %). La edad promedio de los pacientes fue de 61.9 ± 4.3 años; todos presentaron una mejoría significativa en todos los scores funcionales evaluados. Además, el 85 % de los pacientes superó la SCB (*substantial clinical benefit*) para el score de ASES, es decir que tuvieron una mejoría clínica sustancial. En total hubo cuatro complicaciones (6 %) y dos revisiones (3 %).

Conclusión: la reparación artroscópica de las roturas del manguito rotador pequeñas y medianas, tratadas mediante la técnica de doble fila equivalente transóseo sin nudos, se asocia a una mejoría significativa del dolor y los resultados funcionales, con un porcentaje bajo de complicaciones en el corto plazo.

Palabras clave: Manguito Rotador, Artroscopia, Equivalente Transóseo, Doble Fila Vinculante

Nivel de Evidencia: II. Estudio de Cohorte Prospectivo

Autor para correspondencia: Catalina Larrague, catalina.larrague@hospitalitaliano.org.ar

Recibido: 5/04/2025 Aceptado: 27/06/2025

DOI: <https://doi.org/10.63403/re.v32i2.404>

Cómo citar: Brandariz R, Larrague C, Tanoira I, Bongiovani S, Ranalleta M. Resultados funcionales de la reparación artroscópica del manguito rotador mediante técnica de equivalente transóseo sin nudos. Relart 2025;32(2): 128-134.

Functional Results of Arthroscopic Rotator Cuff Repair Using the Knotless Transosseous Equivalent Technique

ABSTRACT

Introduction: rotator cuff tears represent the most common shoulder pathology, especially in elderly patients. Open and arthroscopic rotator cuff repair are associated with excellent functional outcomes. Regardless of recent advances in rotator cuff repair techniques, the rate of re-tears or lack of healing of the rotator cuff remains significantly high.

Objectives: to report the functional outcomes of a consecutive series of patients with rotator cuff tears operated on with the arthroscopic knotless transosseous equivalent (TOE) technique.

Materials and methods: a prospective cohort study was conducted between June 2023 and June 2024. All patients who underwent double-row rotator cuff repair using the knotless TOE technique were evaluated. Mobility was assessed with a goniometer, pain with the visual analogue scale, and functional outcomes with the ASES and SANE scores. Postoperative complications were documented.

Results: a total of seventy patients were treated. The mean follow-up was fourteen months (range 12–24 months). There were forty women (57%) and thirty men (43%). The mean age of the patients was 61.9 ± 4.3 years. The patients showed significant improvement in all functional scores evaluated. In addition, 85% passed the SCB (substantial clinical benefit) for the ASES score, meaning they had substantial clinical improvement. There were four complications (6%) and two revisions (3%).

Conclusion: arthroscopic repair of small and medium rotator cuff tears treated using the knotless transosseous equivalent double-row technique is associated with significant improvement in pain and functional outcomes with a low short-term complication rate.

Keywords: Rotator Cuff Tear, Arthroscopy, Transosseous Equivalent, Knotless, Double Row

Level of Evidence: II. Prospective Cohort Study

INTRODUCCIÓN

Las roturas del manguito rotador representan la patología del hombro más común, especialmente en pacientes de edad avanzada.^{1,2} La reparación abierta y artroscópica del manguito rotador se asocia con excelentes resultados funcionales.^{3,4} Sin embargo, las tasas de rerroturas basadas en la ecografía y la resonancia magnética postoperatoria varían del 10 % en roturas pequeñas al 91 % en masivas.⁵⁻⁷ En los últimos años se ha publicado un número considerable de estudios biomecánicos y cadavéricos en un esfuerzo por mejorar las técnicas quirúrgicas y consecuentemente las tasas de curación,⁸ no obstante, independientemente de los avances recientes en las técnicas de reparación del manguito rotador, la tasa de rerroturas o la falta de cicatrización tendinosa sigue siendo significativamente alta. Estudios recientes que utilizan técnicas modernas informaron tasas de rerrotura entre 20 y 60 % dependiendo del tamaño de la rotura preoperatoria.⁹⁻¹²

Los estudios prospectivos mostraron que la mayoría de las roturas recurrentes del manguito rotador ocurren dentro de los tres a seis meses posteriores a la cirugía.^{13,14} Iannotti y cols.¹³ evaluaron prospectivamente a ciento trece pacientes en un estudio prospectivo multicéntrico analizando postoperatoriamente, con resonancia magnética, las roturas de 1-4 cm. Encontraron que dieciocho de diecinueve rerroturas (94.7 %) ocurrieron dentro de los seis meses posteriores a la cirugía. Miller y cols. informaron hallazgos similares al controlar periódicamente por dos años, con imágenes, las reparaciones de desgarros grandes y masivos

del manguito rotador;^{13,14} en sus pacientes, el 100 % de las rerroturas ocurrieron dentro de los seis meses posteriores a la reparación.

La cicatrización de los tendones reparados es un requisito fundamental para lograr un buen resultado clínico postoperatorio.¹⁵ Los trabajos que específicamente comparan dolor y escalas funcionales entre los pacientes cuyos tendones cicatrizaron en forma completa, y aquellos con rerroturas parciales o completas, muestran que estos últimos presentan resultados significativamente peores, principalmente en cuanto a movilidad y fuerza.^{15,16}

Para optimizar el proceso biológico de cicatrización en la huella del manguito rotador reparado y evitar el fracaso de la reparación se desarrollaron reparaciones artroscópicas denominadas equivalentes transóseos sin nudos (TOE, las siglas por su nombre en inglés). Tras la preparación del lecho óseo en el troquíter, se colocan anclajes mediales en el límite entre la huella de inserción y el cartílago articular, generalmente cargados con suturas de alta resistencia. Estas suturas se pasan a través del tendón y luego se fijan lateralmente con anclajes sin nudos, generando una compresión uniforme del tendón contra el hueso.¹⁷ Al crear una configuración interconectada, el contacto entre el tendón y la tuberosidad se maximiza, lo que brinda una mejor cobertura de la huella con menos formación de espacios y una mayor resistencia a la falla que las reparaciones convencionales de doble fila.^{18,19} Debido a estas características biomecánicas favorables, la técnica TOE se utiliza ampliamente

para mejorar la cicatrización en el sitio de inserción del tendón del manguito rotador reparado.⁶

La técnica de equivalente transóseo original utilizaba una fila medial de anclajes cuyas suturas se anudaban; más recientemente, sin embargo, se ha propuesto que el flujo de entrada vascular al tendón en proceso de curación podría verse comprometido con este abordaje y podría aumentar el riesgo de nuevas roturas de la unión musculotendinosa.^{20,21} Esto ha llevado al desarrollo de técnicas equivalente transóseo sin nudos (TOE).²² Las técnicas sin nudos utilizan suturas de cintas planas (en lugar de las tubulares convencionales) para distribuir mejor las fuerzas de compresión en los tendones del manguito, mejorar la resistencia al corte del tejido y el flujo de entrada vascular.^{22,23}

Objetivos

El objetivo de este estudio fue reportar los resultados funcionales de una serie consecutiva de pacientes con roturas del manguito rotador operados con la técnica de equivalente transóseo sin nudos (TOE, las siglas por su nombre en inglés) artroscópica.^{23,24}

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio de cohorte prospectivo entre junio del 2023 y junio del 2024. Todo el estudio se llevó a cabo en el Hospital Italiano (Buenos Aires). Los criterios de inclusión fueron:

1. Adultos entre cuarenta y cinco y setenta y cinco años con ruptura completa del manguito rotador menor a 3 cm, tanto en el plano coronal como sagital, definido como: clínica compatible y confirmación por resonancia nuclear magnética (RNM).
2. Tratamiento conservador fallido, con antiinflamatorios, kinesioterapia e infiltración con corticoides previo, por lo menos por tres meses.

Los criterios de exclusión fueron:

1. Negativa a participar.
2. Cirugía de revisión.
3. Pacientes con artrosis de hombro >2 según la clasificación de Samilson y Prieto.²⁵
4. Infiltración grasa avanzada de los músculos del manguito de los rotadores (estadio 3 o 4 según Goutallier).²⁶
5. Artritis sistémica o reumatoide.
6. Diabetes no controlada (pacientes a los que se les contraindica la cirugía en la evaluación preoperatoria realizada por el médico clínico y el anestesiólogo).
7. Antecedente infeccioso: artritis séptica u osteomielitis en el hombro a ser intervenido.
8. Operaciones anteriores del hombro afectado.
9. Pacientes con enfermedades autoinmunes.
10. Embarazadas.

Todos los pacientes incluidos dieron su consentimiento para participar en el siguiente estudio y el protocolo fue aprobado por el comité de ética de nuestra institución.

Técnica quirúrgica y protocolo postoperatorio

Todas las cirugías se realizaron en los quirófanos de ortopedia del Hospital Italiano. Los procedimientos se llevaron a cabo en forma ambulatoria, con anestesia local (bloqueo interescalénico) en posición de silla de playa. A través de un portal posterior se efectuó una artroscopia diagnóstica para evaluar patología concomitante. Primero se trataron las lesiones del bíceps (tenotomía o tenodesis) según correspondiera, y las lesiones del subescapular, el que se reparó con un arpón de 5.5 mm (Knotix-Ti). Luego, a través de un portal lateral al espacio subacromial, se hizo bursectomía amplia y la evaluación final del tamaño y tipo de lesión del supraespinoso. Todas las roturas medianas y grandes del supraespinoso se repararon utilizando una técnica TOE. Para la configuración de la reparación se emplearon dos o cuatro arpones, según el tamaño de la lesión. Estos fueron arpones mediales SpinFit PK cargados con TapeFix Max de 2 mm y arpones laterales SpinFit PK.

En el postoperatorio inmediato se inmovilizó a los pacientes con un cabestrillo por cuatro semanas. Durante ese período siguieron un protocolo de autorrehabilitación en el cual se los estimuló a mover el codo, la muñeca y la mano. Posteriormente, al mes de la cirugía, siguieron con ejercicios de movilidad pasiva de hombro y progresivamente escalaron a movilidad activa.

Evaluación postoperatoria

La evaluación clínica fue realizada por un médico del equipo de Hombro del servicio antes de la cirugía y a los doce meses. La evaluación consistió de:

- Movilidad: se midieron flexión anterior, abducción, rotación interna y externa en grados con un goniómetro.
- Dolor: se utilizó la escala visual análoga (EVA) para evaluar el nivel de dolor durante las actividades de la vida diaria. Se consideró 0 como “ausencia de dolor” y 10 como “el peor dolor de su vida”.
- Función general del hombro: se utilizó el score de ASES (American Shoulder and Elbow Surgeons). Esta escala evalúa la funcionalidad general del hombro en diferentes actividades de la vida diaria, la movilidad global del hombro y el dolor con las tareas habituales. Está validado y es de referencia para las investigaciones clínicas sobre patología del manguito rotador.^{27,28} Además, se evaluó la cantidad de pacientes que superaron la SCB (*substantial clinical benefit*) para el score de ASES. Por último, se analizaron los resultados subjetivos con el score de SANE (Single Assessment Numeric Evaluation).

Se registraron efectos adversos y complicaciones postoperatorias a los tres, seis y doce meses postoperatorios.

Análisis estadístico

Se presentaron las variables cuantitativas como media y desvío estándar o mediana e intervalo intercuartil de acuerdo a la distribución observada. Se presentaron

las variables categóricas como proporciones. Se calcularon los intervalos de confianza del 95 % para cada uno de los estimadores.

El análisis de datos categóricos se realizó con la prueba de Chi-cuadrado. Para las variables comparativas pre y postquirúrgicas se utilizaron test para muestras apareadas. Se consideró estadísticamente significativo un valor p inferior a 0.

RESULTADOS

En total se realizaron ciento treinta cirugías de reparación del manguito rotador durante el período de estudio. Noventa y cinco pacientes fueron excluidos por no cumplir con los criterios de inclusión (Fig. 1) y cinco fueron perdidos en el seguimiento. De esta forma, quedaron setenta pacientes para el análisis final.

El seguimiento medio fue de catorce meses (rango 12–24 meses). Había cuarenta mujeres (57 %) y treinta hombres (43 %). La edad promedio de los pacientes fue de 61.9 ± 4.3 años y el hombro dominante estuvo involucrado en cincuenta casos (71 %).

Los pacientes presentaron una mejoría significativa en todos los scores funcionales evaluados (Tabla 1). Además, el 85 % superó la SCB para el score de ASES, es decir que tuvieron una mejoría clínica sustancial.

En total hubo cuatro complicaciones y dos reoperaciones. Dos pacientes continuaban con dolor severo a los tres meses postoperatorios. En ecografía se evidenció indemnidad de la reparación por lo que fueron tratados exitosamente con una infiltración subacromial con betametasona y fisioterapia. Una paciente presentó una rigidez postoperatoria y fue tratada con capsulotomía y bursectomía artroscópica y movilización bajo anestesia. Una paciente experimentaba dolor luego de cuatro meses postoperatorios por lo que fue estudiada con RNM, la que demostró una falta de cicatrización de la reparación. Se realizó una revisión y nueva reparación artroscópica.

DISCUSIÓN

El principal hallazgo del siguiente estudio fue que la reparación artroscópica de las rupturas completas, no masivas, del manguito rotador con técnica TOE se asocia a una mejoría significativa del dolor y los scores funcionales, y a un bajo porcentaje de complicaciones en el corto plazo.

La técnica de reparación del manguito rotador mediante TOE ofrece ventajas biomecánicas significativas.²⁹ Esta técnica maximiza el área y la presión de contacto entre el tendón y la huella ósea, lo que

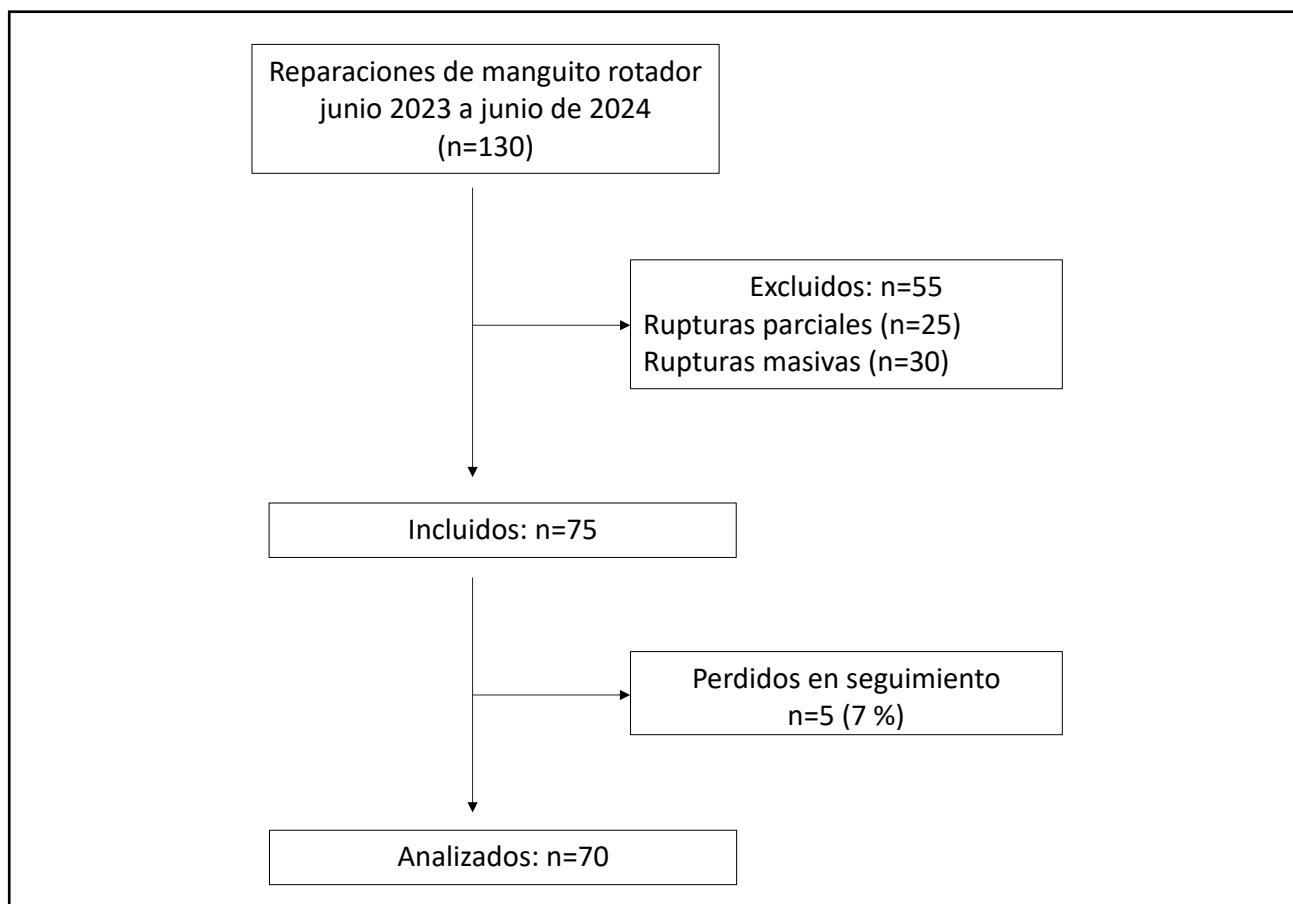


Figura 1. Flujo de inclusión de pacientes.

Tabla 1. Comparación de los resultados funcionales entre el preoperatorio y el seguimiento a los doce meses postoperatorios

Variable	Pre	Post (12 meses)	Valor p
ASES	55 (\pm 12)	80 (\pm 14)	<0.001
EVA	7 (\pm 2)	1.5 (\pm 1)	<0.001
SANE	50 (\pm 14)	79 (\pm 13)	<0.001
Flexión anterior	140 (\pm 10)	165 (\pm 10)	<0.001
Rotación externa	30 (\pm 8)	45 (\pm 7)	<0.001
Rotación interna	25 (\pm 7)	40(\pm 8)	<0.001

favorece una cicatrización más efectiva. Estudios biomecánicos han demostrado que la reparación en doble fila aumenta la resistencia a la falla por carga y disminuye la formación de espacios en la interfase tendón-hueso en comparación con la reparación de fila única.^{29,30} La revisión sistemática y metaanálisis sobre ocho estudios biomecánicos comparando doble y simple fila publicada por Hohman y cols. indicó que la reparación en doble fila presentaba una resistencia hasta el fallo mayor comparado con la fila simple.⁸ Sin embargo, Ponugoti y cols., en una revisión sistemática y metaanálisis, no encontraron diferencias significativas en los resultados funcionales al comparar la reparación en doble fila equivalente transóseo con la de fila simple medializada.³¹ Esto sugiere que, aunque la técnica TOE sin nudos ofrece beneficios biomecánicos, la traducción de estos en ventajas clínicas puede depender de múltiples factores, incluidos el tamaño de la rotura y la calidad del tejido.

En nuestro estudio, los pacientes sometidos a la técnica TOE mostraron una mejoría significativa en los scores funcionales y una reducción del dolor. Estos hallazgos son consistentes con investigaciones previas que reportan mejoras funcionales tras la reparación del manguito rotador, incluso a largo plazo.^{32,33} Johansen y cols. mostraron excelentes resultados funcionales, sobrepaso de las mejoras clínicas mínimamente importantes y sobrevivencia de la reparación mayor al 94% a una media de 11.5 años de seguimiento.³⁴

Nuestro estudio registró solo un 3 % de revisiones quirúrgicas. Aunque no evaluamos explícitamente la cicatrización estructural mediante técnicas de imagen, la necesidad de revisión en un único paciente sugiere una tasa de rerrotura baja. Estos resultados son comparables a los reportados en la literatura, donde las tasas de rerrotura varían ampliamente según la técnica utilizada y las características del paciente.

En una revisión sistemática que incluía cuatrocientos cincuenta y cinco hombros, se reportó una tasa de rerrotura diagnosticada por imágenes entre 9.5 y 63.2 %. Asimismo, informan una tasa de reoperación entre 3.8 y 15.4 %.³⁵ La baja incidencia de reoperaciones en nuestro estudio refuerza la seguridad y eficacia de la técnica TOE en el corto plazo.

En el presente estudio se estableció un período mínimo de seguimiento de doce meses, fundamentado en investigaciones previas que han demostrado que los resultados postoperatorios tras la reparación del manguito rotador tienden a estabilizarse dentro del primer año, sin presentar cambios significativos entre este y el segundo año de seguimiento. Esta decisión metodológica permite una evaluación adecuada de los resultados clínicos y funcionales y evita sesgos derivados de seguimientos innecesariamente prolongados.³⁵⁻³⁸

Reconocemos varias limitaciones en nuestro estudio. En primer lugar, el tamaño de la muestra es relativamente pequeño, lo que puede limitar la generalización de los resultados. Además, la ausencia de un grupo control impide comparaciones directas con otras técnicas de reparación. Tampoco realizamos evaluaciones estructurales postoperatorias, como resonancias magnéticas, para confirmar la integridad de la reparación, lo que podría proporcionar información más detallada sobre la cicatrización tendinosa. Futuros estudios con muestras más amplias, diseños controlados y evaluaciones estructurales son necesarios para validar y ampliar nuestros hallazgos.

CONCLUSIÓN

La reparación artroscópica de las roturas del manguito rotador pequeñas y medianas, tratadas mediante la técnica de doble fila equivalente transóseo sin nudos, se asocia a una mejoría significativa del dolor y los resultados funcionales, con un porcentaje bajo de complicaciones en el corto plazo.

Contribuciones de los autores: Conceptualización (RB, CL, IT). Metodología, Análisis formal (CL, IT, SB). Investigación (CL, IT, SB, MR). Redacción – borrador original (RB, CL). Redacción – revisión y edición (IT, SB, MR). Supervisión (MR).

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

Financiamiento: Este trabajo ha sido financiado por PROMEDON.

REFERENCIAS

1. Teunis T, Lubberts B, Reilly BT, Ring D. A systematic review and pooled analysis of the prevalence of rotator cuff disease with increasing age. *J Shoulder Elbow Surg.* 2014;23(12):1913-1921. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2014.08.001>.
2. Moosmayer S, Smith HJ, Tariq R, Larmo A. Prevalence and characteristics of asymptomatic tears of the rotator cuff: an ultrasonographic and clinical study. *J Bone Joint Surg Br.* 2009;91(2):196-200. doi: <https://www.doi.org/10.1302/0301-620X.91B2.21069>.
3. Collin P, Thomazeau H, Walch G, et al. Clinical and structural outcome twenty years after repair of isolated supraspinatus tendon tears. *J Shoulder Elbow Surg.* 2019;28(1):196-202. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2018.07.023>.
4. Collin P, Colmar M, Thomazeau H, Mansat P, Boileau P, Valenti P, et al. Clinical and MRI outcomes 10 years after repair of massive posterosuperior rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am.* 2018 Nov 7;100(21):1854-1863. doi: <https://www.doi.org/10.2106/JBJS.17.01190>.
5. Galatz LM, Ball CM, Teefey SA, Middleton WD, Yamaguchi K. The outcome and repair integrity of completely arthroscopically repaired large and massive rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86(2):219-224. doi: <https://www.doi.org/10.2106/00004623-200402000-00002>.
6. Hein J, Reilly JM, Chae J, Maerz T, Anderson K. Retear rates after arthroscopic single-row, double-row, and suture bridge rotator cuff repair at a minimum of 1 year of imaging follow-up: a systematic review. *Arthroscopy.* 2015;31(11):2274-2281. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2015.06.004>.
7. Duquin TR, Buyea C, Bisson LJ. Which method of rotator cuff repair leads to the highest rate of structural healing? a systematic review. *Am J Sports Med.* 2010;38(4):835-841. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546509359679>.
8. Hohmann E, König A, Kat CJ, Glatt V, Tetsworth K, Keough N. Single- versus double-row repair for full-thickness rotator cuff tears using suture anchors. A systematic review and meta-analysis of basic biomechanical studies. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2018;28(5):859-868. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00590-017-2114-6>.
9. Sobhy MH, Khater AH, Hassan MR, El Shazly O. Do functional outcomes and cuff integrity correlate after single- versus double-row rotator cuff repair? a systematic review and meta-analysis study. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2018;28(4):593-605. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00590-018-2145-7>.
10. Hashiguchi H, Iwashita S, Sonoki K, Abe K, Yoneda M, Takai S. Clinical outcomes and structural integrity of arthroscopic double-row versus suture-bridge repair for rotator cuff tears. *J Orthop.* 2018;15(2):396-400. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jor.2018.03.012>.
11. Lee KW, Yang DS, Lee GS, Ma CH, Choy WS. Clinical outcomes and repair integrity after arthroscopic full-thickness rotator cuff repair: suture-bridge versus double-row modified Mason-Allen technique. *J Shoulder Elbow Surg.* 2018;27(11):1953-1959. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2018.04.005>.
12. Chona DV, Lakomkin N, Lott A, Workman AD, Henry AC, Kuntz AF, et al. The timing of retears after arthroscopic rotator cuff repair. *J Shoulder Elbow Surg.* 2017;26(11):2054-2059. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2017.07.015>.
13. Iannotti JP, Deutsch A, Green A, et al. Time to failure after rotator cuff repair: a prospective imaging study. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95(11):965-971. doi: <https://www.doi.org/10.2106/JBJS.L.00708>.
14. Miller BS, Downie BK, Kohen RB, Kijek T, Lesniak B, Jacobson JA, et al. When do rotator cuff repairs fail? serial ultrasound examination after arthroscopic repair of large and massive rotator cuff tears. *Am J Sports Med.* 2011;39(10):2064-2070. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546511413372>.
15. Yang J Jr, Robbins M, Reilly J, Maerz T, Anderson K. The clinical effect of a rotator cuff retear: a meta-analysis of arthroscopic single-row and double-row repairs. *Am J Sports Med.* 2017;45(3):733-741. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546516652900>.
16. Denard PJ, Jiwani AZ, Lädermann A, Burkhart SS. Long-term outcome of arthroscopic massive rotator cuff repair: the importance of double-row fixation. *Arthroscopy.* 2012;28(7):909-915. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2011.12.007>.
17. Park MC, Elattrache NS, Ahmad CS, Tibone JE. "Transosseous-equivalent" rotator cuff repair technique. *Arthroscopy.* 2006;22(12):1360.e1-e5. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2006.07.017>.
18. Park MC, ElAttrache NS, Tibone JE, Ahmad CS, Jun BJ, Lee TQ. Part I: Footprint contact characteristics for a transosseous-equivalent rotator cuff repair technique compared with a double-row repair technique. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007;16(4):461-468. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2006.09.010>.
19. Park MC, Tibone JE, ElAttrache NS, Ahmad CS, Jun BJ, Lee TQ. Part II: Biomechanical assessment for a footprint-restoring transosseous-equivalent rotator cuff repair technique compared with a double-row repair technique. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007;16(4):469-476. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2006.09.011>.
20. Cho NS, Yi JW, Lee BG, Rhee YG. Retear patterns after arthroscopic rotator cuff repair: single-row versus suture bridge technique. *Am J Sports Med.* 2010;38(4):664-671. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546509350081>.
21. Kaplan K, ElAttrache NS, Vazquez O, Chen YJ, Lee T. Knotless rotator cuff repair in an external rotation model: the importance of medial-row horizontal mattress sutures. *Arthroscopy.* 2011;27(4):471-478. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2010.11.006>.
22. Vaishnav S, Millett PJ. Arthroscopic rotator cuff repair: scientific rationale, surgical technique, and early clinical and

functional results of a knotless self-reinforcing double-row rotator cuff repair system. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010;19(2 Suppl):83-90. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2009.12.012>.

23. Barber FA, Drew OR. A biomechanical comparison of tendon-bone interface motion and cyclic loading between single-row, triple-loaded cuff repairs and double-row, suture-tape cuff repairs using biocomposite anchors. *Arthroscopy.* 2012;28(9):1197-1205. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2012.02.015>.

24. Burkhart SS, Adams CR, Burkhart SS, Schoolfield JD. A biomechanical comparison of 2 techniques of footprint reconstruction for rotator cuff repair: the SwiveLock-FiberChain construct versus standard double-row repair. *Arthroscopy.* 2009;25(3):274-281. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2008.09.024>.

25. Samilson RL, Prieto V. Dislocation arthropathy of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am.* 1983;65(4):456-460.

26. 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.

27. Michener LA, McClure PW, Sennett BJ. American Shoulder and Elbow Surgeons Standardized Shoulder Assessment Form, patient self-report section: reliability, validity, and responsiveness. *J Shoulder Elbow Surg.* 2002;11(6):587-594. doi: <https://www.doi.org/10.1067/mse.2002.127096>

28. Constant CR, Gerber C, Emery RJH, Sjøbjerg JO, Gohlke F, Boileau P. A review of the Constant score: modifications and guidelines for its use. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008;17(2):355-361. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2007.06.022>.

29. Park MC, McGarry MH, Gunzenhauser RC, Benefiel MK, Park CJ, Lee TQ. Does transosseous-equivalent rotator cuff repair biomechanically provide a "self-reinforcement" effect compared with single-row repair? *J Shoulder Elbow Surg.* 2014;23(12):1813-1821. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2014.03.008>.

30. Gu Z, Wu S, Yang Y, Ren T, Zhang KW. Comparison of arthroscopic single-row and double-row repair for rotator cuff injuries with different tear sizes: a systematic review and meta-analysis. *Orthop J Sports Med.* 2023;11(8):23259671231180854. doi: <https://www.doi.org/10.1177/23259671231180854>.

31. Ponugoti N, Raghu A, Colaco HB, Magill H. A comparison of simple and complex single-row versus transosseous-equivalent

double-row repair techniques for full-thickness rotator cuff tears: a systematic review and meta-analysis. *JSES Int.* 2022;6(1):70-78. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jseint.2021.09.007>.

32. Fox MA, Hughes JD, Drain NP, Wagala N, Patel N, et al. Knotted and knotless double row transosseous equivalent repair techniques for arthroscopic rotator cuff repair demonstrate comparable post-operative outcomes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2023;31(5):1919-1924. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00167-022-07121-0>.

33. Pogorzelski J, Fritz EM, Horan MP, Katthagen JC, Hussain ZB, Godin JA, et al. Minimum five-year outcomes and clinical survivorship for arthroscopic transosseous-equivalent double-row rotator cuff repair. *J Am Acad Orthop Surg.* 2019;27(24):e1093-e1101. doi: <https://www.doi.org/10.5435/JAAOS-D-18-00519>.

34. Johannsen AM, Arner JW, Elrick BP, Nolte PC, Rakowski DR, Horan MP, et al. Minimum 10-year outcomes of primary arthroscopic transosseous-equivalent double-row rotator cuff repair. *Am J Sports Med.* 2021;49(8):2035-2041. doi: <https://www.doi.org/10.1177/03635465211015419>.

35. Davey MS, Hurley ET, Carroll PJ, Galbraith JG, Shannon F, Kaar K, et al. Arthroscopic rotator cuff repair results in improved clinical outcomes and low revision rates at 10-year follow-up: a systematic review. *Arthroscopy.* 2023 Feb;39(2):452-458. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2022.11.002>.

36. Sahoo S, Stojanovska M, Imrey PB, Jin Y, Bowles RJ, Ho JC, et al. Changes from baseline in patient-reported outcomes at 1 year versus 2 years after rotator cuff repair: a systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2022 Jul;50(8):2304-2314. doi: <https://www.doi.org/10.1177/03635465211023967>.

37. Manderle BJ, Gowd AK, Liu JN, Beletsky A, Nwachukwu BU, Nicholson GP, et al. Time required to achieve clinically significant outcomes after arthroscopic rotator cuff repair. *Am J Sports Med.* 2020 Dec;48(14):3447-3453. doi: <https://www.doi.org/10.1177/03635465211023967>.

38. Patel M, McDaniel L, Sekar M, Kisana H, Sykes JB, Amini MH. One- and 2-year american shoulder and elbow surgeons scores do not vary significantly after arthroscopic rotator cuff repair: a prospective multicenter analysis of 1,567 patients. *Arthroscopy.* 2024 Apr;40(4):1066-1072. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2023.09.024>.

Resultados del tratamiento de infecciones periprotésicas de hombro en dos tiempos utilizando espaciadores de cemento preformados cargados con antibióticos

Ezequiel E. Zaidenberg,[✉] Fernando A. Denegri[✉]

Sanatorio Otamendi y Miroli. Argentina

RESUMEN

Introducción: existe escasa información en la literatura sobre los resultados del tratamiento de las infecciones periprotésicas (IPP) de hombro utilizando espaciadores de cemento preformados cargados con antibióticos.

Objetivos: el objetivo de este estudio fue reportar los resultados clínicos de una serie consecutiva de pacientes con infecciones periprotésicas de hombro, tratados con el espaciador humeral proximal preformado cargado con antibióticos.

Materiales y métodos: se realizó una revisión retrospectiva de diez pacientes a los que se les implantó un espaciador de húmero proximal preformado, cargado con antibióticos, desde enero de 2018 hasta junio de 2023, como parte de un plan de tratamiento de dos etapas para la infección periprotésica de hombro con un seguimiento mínimo de dos años. Se evaluó la erradicación clínica de la infección. Los resultados funcionales incluyeron el score de Constant, la puntuación ASES (American Shoulder and Elbow Surgeons) y el SANE (Single Assessment Numeric Evaluation). Se utilizó una escala analógica visual (EVA) para evaluar el dolor con las actividades de la vida diaria. También se controlaron las posibles complicaciones atribuidas al espaciador.

Resultados: la cohorte final quedó formada por siete mujeres y tres hombres. La edad media de los pacientes fue de cincuenta y nueve años (rango, 50-75 años). El tiempo medio de seguimiento fue de 3.6 años (rango: 2.9-5.1). Se erradicó la infección en los diez pacientes. Hubo una mejoría estadísticamente significativa en todas las puntuaciones evaluadas. El score de Constant mejoró de 42 a 64 ($p < 0.001$), el de ASES, de 44 a 68 ($p < 0.001$), el de SANE, de 45 a 65 ($p < 0.001$) y la EVA mejoró de 7.3 a 1.8 ($p < 0.001$).

Conclusión: los espaciadores de cemento preformados cargados con antibióticos son una opción efectiva para el tratamiento de las infecciones protésicas de húmero proximal. En este estudio, los espaciadores resolvieron la infección en todos los pacientes y se observó una mejoría significativa del dolor y de los scores funcionales en comparación con la situación clínica preoperatoria.

Palabras clave: Infección Periprotésica, Hombro, Espaciadores Preformados, Prótesis de Hombro

Nivel de Evidencia: IV, Estudio de Cohorte Retrospectivo

Autor de correspondencia: Fernando A. Denegri, ferdenegri88@gmail.com

Recibido: 25/03/2025 Aceptado: 15/05/2025

DOI: <https://doi.org/10.63403/re.v32i2.406>

Cómo citar: Denegri FA, Zaidenberg EE. Resultados del tratamiento de infecciones periprotésicas de hombro en dos tiempos utilizando espaciadores de cemento preformados cargados con antibióticos. Relart 2025;32(2): 135-142.

Results of Two-Stage Treatment of Periprosthetic Shoulder Infections Using Antibiotic-Loaded Preformed Cement Spacers

ABSTRACT

Introduction: there is scant information in the literature on the outcomes of treatment of periprosthetic shoulder infections using antibiotic-loaded preformed cemented spacers.

Objective: the aim of this study was to report the clinical outcomes of a consecutive series of patients with periprosthetic shoulder infections treated with an antibiotic-loaded preformed proximal humeral preformed cement spacer.

Materials and methods: a retrospective review of ten patients who had an antibiotic-loaded proximal humeral preformed spacer implanted from January 2018 to June 2023 as part of a 2-stage treatment plan for periprosthetic shoulder infection with a minimum follow-up of two years was performed. Clinical eradication of infection was assessed. Functional scores used included the Constant score, the ASES (American Shoulder and Elbow Surgeons) score, and the SANE (Single Assessment Numeric Evaluation) score. A visual analog scale (VAS) was used to assess pain with activities of daily living. Possible complications attributed to the spacer were also monitored.

Results: the final cohort consisted of seven women and three men. The mean age of the patients was fifty-nine years (range 50-75 years). The mean follow-up time was 3.6 years (range 2.9-5.1). Infection was eradicated in all ten patients. There was a statistically significant improvement in all the scores evaluated. Constant score improved from 42 to 64 ($p < 0.001$). The ASES score improved from 44 to 68 ($p < 0.001$). The SANE score improved from 45 to 65 ($p < 0.001$) and the VAS improved from 7.3 to 1.8 ($p < 0.001$).

Conclusion: antibiotic-loaded preformed cement spacers are an effective option for the treatment of prosthetic infections of the proximal humerus. In this study, the spacers effectively resolved all the infections and patients had significant improvement in pain and functional outcomes compared to their preoperative clinical situation.

Keywords: Periprosthetic Infection, Shoulder, Preformed Spacers, Shoulder Prosthesis

Level of Evidence: IV, Retrospective Cohort Study

INTRODUCCIÓN

La infección articular periprotésica (IAP) es una complicación infrecuente, pero potencialmente devastadora de la artroplastia primaria del hombro, con una incidencia del 1 al 4 %.^{1,2} Entre los factores de riesgo se incluyen el sexo masculino, la edad inferior a sesenta y cinco años, la artroplastia por traumatismo, la artroplastia previa fallida, las inyecciones previas de corticosteroides, la quimioterapia y la presencia de ciertas comorbilidades médicas como la diabetes, las enfermedades inflamatorias y la obesidad.³

Las opciones de tratamiento incluyen: (1) desbridamiento, antibióticos y retención del implante (DAIR, las siglas por su nombre en inglés); (2) artroplastia de revisión en una fase; (3) artroplastia de revisión en dos fases; (4) retención del espaciador antibiótico y (5) artroplastia de resección.^{4,5} Se ha considerado el uso de DAIR en pacientes con IPP de hombro precoz en los treinta días siguientes a la intervención de referencia o menos de tres semanas desde el inicio de los síntomas, implantes estables y organismos de baja virulencia;^{4,7} sin embargo, se ha descrito una tasa de fracaso del 50 al 63 % y el uso a largo plazo de tratamiento antibiótico supresor puede seguir siendo necesario.⁶⁻⁹

La artroplastia de resección presenta altas tasas de resolución de la infección y suele estar indicada en pacientes con IPP de hombro recalcitrante.¹⁰ No obstante, hasta el 50 % de estos experimentan dolor residual y una función deficiente.⁶ En aquellos

diagnosticados de IPP de hombro después de cuatro semanas desde la operación, se recomienda el retiro completo de la prótesis y el tratamiento con una artroplastia de revisión en una o dos fases.^{5,11}

El enfoque terapéutico más conservador para la IPP de hombro es una revisión en dos tiempos que implica la colocación en primera instancia de un espaciador de cemento antibiótico y, una vez resuelta la infección, la colocación de la prótesis definitiva.⁷ Aunque en pacientes con infecciones por organismos de baja virulencia o contraindicaciones para repetir la cirugía puede preferirse un enfoque en una fase,¹² se suele elegir un enfoque en dos fases en pacientes con preocupación clínica de infección por un organismo virulento.^{4,12}

Existen pocos análisis comparativos entre las artroplastias de revisión en una y en dos fases para la IPP de hombro.¹² En una revisión sistemática y un metaanálisis, ambos recientes, se observó que el abordaje en una fase presentaba una tasa inferior de reinfección en comparación con la revisión en dos fases (6.3 % frente a 10.1 %).¹² Sin embargo, la diferencia no era notable y se notificó una heterogeneidad moderada en los datos. Además, existía un sesgo inherente al tratamiento, ya que en el grupo de una fase había un mayor porcentaje de organismos sensibles y poco virulentos (*Cutibacterium acnes*) (48.7 % frente a 33.6 %) y de infecciones agudas o subagudas (63 % frente a 46.1 %), mientras que en el grupo de dos fases había un mayor porcentaje de bacterias virulentas y

farmacorresistentes (*Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina) (10 % frente a 2.6 %) y de infecciones crónicas (53.9 % frente a 37 %).

Objetivo

El objetivo de este estudio fue reportar los resultados clínicos de una serie consecutiva de pacientes con infecciones periprotésicas de hombro tratados con el espaciador humeral proximal preformado cargado con antibióticos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El protocolo de este estudio fue aprobado por el Comité de Ética de nuestra Institución y todos los pacientes firmaron un consentimiento informado aceptando su participación.

Se realizó una revisión retrospectiva de los datos recopilados prospectivamente de una base de datos institucional. Se incluyeron diez pacientes a los que se les implantó un espaciador preformado de húmero proximal cargado con antibióticos, desde enero de 2018 hasta junio de 2023, como parte de un plan de tratamiento de dos etapas para la infección. Solo se incluyeron pacientes que completaron el tratamiento de revisión de dos etapas y tuvieron un período de seguimiento mínimo de veinticuatro meses desde la implantación del espaciador.

Las diez artroplastias infectadas incluían cuatro artroplastias anatómicas totales de hombro, tres hemiarthroplastias y tres artroplastias inversas totales de hombro. El diagnóstico de infección se basó en una combinación de síntomas, hallazgos clínicos y pruebas de laboratorio. Para el diagnóstico de infección periprotésica, se utilizaron los criterios de la MusculoSkeletal Infection Society.¹² Antes de la primera fase, se obtuvieron radiografías preoperatorias de cada paciente consistentes en una vista anteroposterior en rotación interna y una vista axilar. El espaciador antibiótico comercial utilizado fue el de hombro prefabricado de cemento de polimetilmetacrilato (PMMA) impregnado de gentamicina (Subiton®, Laboratorios SL, Buenos Aires, Argentina) (Fig. 1). Todos los pacientes fueron tratados con antibióticos intravenosos específicos para cultivo en consulta con un especialista en enfermedades infecciosas.

Evaluación clínica

Para la evaluación clínica, cada paciente completó un cuestionario que consistía en estimaciones de resultados estandarizadas al inicio y al final del seguimiento.

Los scores funcionales empleados fueron la puntuación Constant, la de ASES (American Shoulder and Elbow Surgeons) y la SANE (Single Assessment Numeric Evaluation). Se utilizó una escala analógica visual (EVA) para evaluar el dolor con las actividades de la vida diaria. También se controlaron las posibles complicaciones atribuidas al espaciador.

Técnica quirúrgica y tratamiento postoperatorio

En todos los casos se realizó un abordaje deltopectoral.



Figura 1. Espaciador de hombro prefabricado de cemento de polimetilmetacrilato (PMMA) impregnado de gentamicina (Subiton®).

Una vez alcanzada la cápsula, se hizo una aspiración. Se penetró en la cápsula y se obtuvieron cultivos. Las muestras se enviaron a sección congelada para su evaluación microscópica por un patólogo. A continuación, se expuso el húmero proximal con una técnica de desinserción del subescapular hasta que se visualizó la cabeza humeral, o el implante humeral proximal. En las revisiones de prótesis totales anatómicas, primero se extrajo la cabeza humeral. Posteriormente, se extrajeron los componentes glenoideos, teniendo cuidado de conservar la mayor cantidad posible de hueso glenoideo (Fig. 2). En el caso de la artroplastia total de hombro reversa, se retiraron la cubierta metálica metafisaria y los componentes de polietileno, seguidos de la esfera glenoidea. Luego, se sacaron las placas base, conservando la mayor cantidad posible de hueso glenoideo. Dado que la mayoría de los vástagos humerales estaban cementados, se extrajeron con osteótomos y, cuando fue necesario, se utilizó una osteotomía del vástago humeral proximal.

Seguidamente se retiró cuidadosamente el vástago humeral. Se empleó fluoroscopia de la diáfisis humeral al retirar el cemento, o cuando había una capa de hueso en la diáfisis que impedía determinar el diámetro de esta. En todos los casos se utilizó un espaciador de prueba para establecer el tamaño adecuado del implante. Se prestó atención a la colocación de un espaciador antibiótico con el vástago más grande posible en el vástago humeral para proporcionar una construcción estable, pero que también permitiera retirar el espaciador fácilmente con la mano. Cuando hubo discordancia entre las dimensiones de la cabeza humeral y del vástago, se seleccionó el espaciador en función del mayor diámetro de la cabeza humeral, en lugar del tamaño del vástago para evitar la inestabilidad del implante respecto de la glenoides. Se probó el implante para comprobar el ajuste seguro del vástago humeral en el eje humeral y el ajuste de la cabeza

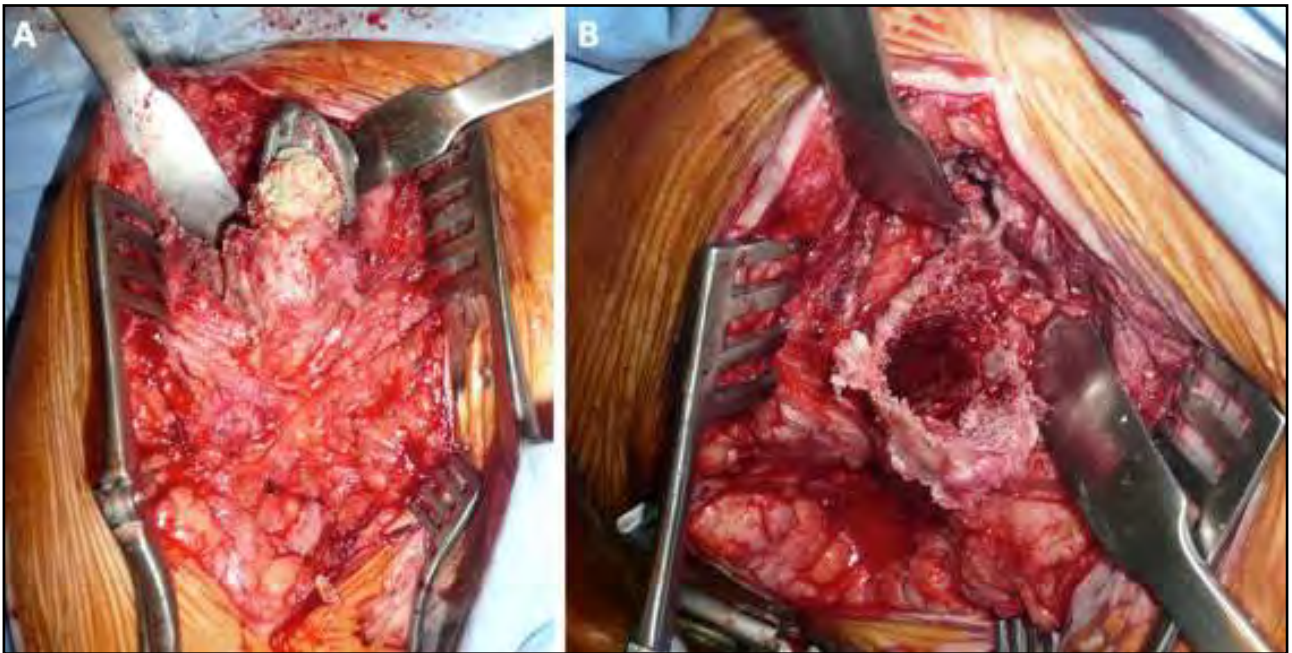


Figura 2. Fotografías intraoperatorias que muestran el abordaje deltopectoral ampliado utilizado para retirar una artroplastia de hombro infectada (A); y una vez que el implante y el cemento ya habían sido retirados del canal medular humeral (B).

humeral en la glenoides. A continuación, se colocó el hombro en una amplitud de movimiento para verificar que el implante no estuviera demasiado apretado y que fuera estable a las fuerzas de traslación anterior y posterior.

Rehabilitación

A todos los pacientes se les permitió el movimiento inmediato de dedos, muñeca y codo, pero se les restringió el movimiento del hombro durante cuatro a seis semanas mediante un inmovilizador, seguido de



Figura 3. Radiografías, de izquierda a derecha: Rx postoperatorias con prótesis infectada, se puede observar el espaciador Subiton® de hombro prefabricado en posición. Rx postoperatorias con prótesis de revisión.

ejercicios de péndulo y la capacidad de alimentarse por sí mismos con esa extremidad. A los tres meses, se habilitó la amplitud de movimiento activo sin limitaciones, excepto en la rotación interna, que se restringió durante seis meses, o hasta después de la segunda fase de revisión. Para cada paciente se realizaron radiografías con las mismas vistas del protocolo preoperatorio en cinco momentos: inmediatamente después de la cirugía, entre los ocho y diez días postoperatorios, a las seis semanas, a los tres meses y en el último seguimiento.

Los criterios para la reimplantación fueron:

a) Ausencia de signos de infección clínica aguda activa (por ejemplo: eritema –aumento de la temperatura–, fístulas locales, dolor).

b) Normalización en el laboratorio del conteo de leucocitos, la eritrosedimentación y la proteína C reactiva de control.

Análisis estadístico

Se realizaron estadísticas descriptivas para resumir los datos. Las variables continuas se presentaron como media y desviación estándar, según la distribución observada. Las variables categóricas se presentaron con la frecuencia absoluta y relativa en porcentaje. Los valores de p inferiores a 0.05 se consideraron estadísticamente significativos.

Se compararon las puntuaciones Constant, VAS y SANE y ASES en el preoperatorio y en el último seguimiento. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa estadístico Stata (versión 14 [2015]; StataCorp, College Station, TX, EE. UU.)

RESULTADOS

Tras un intervalo medio de tres meses (rango de 2-8 meses), nueve pacientes completaron el plan de tratamiento inicial de una revisión de segunda fase (RTSA en todos los casos). Un paciente rechazó una nueva intervención quirúrgica y conservó el espaciador. Ninguno se perdió durante el seguimiento. El paciente que conservó el espaciador tuvo un período medio de seguimiento de treinta meses. No hubo infecciones recurrentes.

La cohorte final quedó formada por siete mujeres y tres hombres. La edad media de los participantes fue de cincuenta y nueve años (rango de 50-75 años). El lado derecho estaba afectado en seis pacientes. Seis fueron operados del brazo dominante. El índice de masa corporal medio fue de 27.8 (rango de 22-39). El tiempo medio de seguimiento fue de 3.6 años (rango de 2.9-5.1). Dos pacientes tenían diabetes tipo 2 y uno consumía tabaco de forma activa.

En la instancia de la colocación de la cámara espaciadora de cemento antibiótico, se identificaron cultivos positivos en todos los pacientes menos en uno. En el momento de su ingreso en nuestro centro, presentaba marcadores inflamatorios elevados y se realizó una aspiración compatible con una infección crónica (recuento elevado de leucocitos), la sección congelada intraoperatoria fue positiva y el vástago humeral estaba suelto. Las bacterias más comunes identificadas fueron *Cutibacterium acnes* (Tabla 1).

Tabla 1. Datos completos de los patógenos

Patógeno	Número de paciente
<i>Cutibacterium Acnes</i>	4
<i>Staphylococcus aureus</i> (MSSA) Meticilino – sensible	3
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	1
<i>Staphylococcus aureus</i> (MRSA) Meticilino – resistente	1
Cultivo negativo	1

En la Tabla 2 se presenta un resumen de los resultados funcionales. No hubo episodios de inestabilidad o rotura de la cámara espaciadora que requirieran intervención.

Ningún paciente permaneció con antibióticos supresores crónicos y no hubo signos clínicos de infección o toxicidad en ningún paciente al momento del seguimiento final. También se obtuvieron radiografías

Tabla 2. Resumen de los resultados funcionales

	Preoperatorios Media (rango) n = 8	Postoperatorios Media (rango) n = 8	Valor p [#]
Constant	42 (20-58)	64 (40-78)	<0.001
EVA	7.3 (4-9)	1.8 (1-5)	<0.001
SANE	45 (30-70)	65 (50-80)	<0.001
ASES	44 (30-56)	68 (44-79)	<0.001
Flexión anterior	50 (10-90)	85 (60-120)	<0.001
Rotación externa	20 (0-30)	35 (0-60)	<0.001
Rotación interna	20 (0-35)	30 (10-50)	<0.001

[#]T-test para muestras pareadas.

seriadas y no se observaron signos de aflojamiento, o fallo de la prótesis, o fractura ósea en el seguimiento clínico final. No se evidenciaron reacciones alérgicas atribuibles al espaciador ni signos de desbridamiento de la fosa glenoidea.

DISCUSIÓN

La posibilidad de un reimplante de hombro por etapas se adoptó a partir de la experiencia con artroplastias de cadera y rodilla infectadas.^{13,14} Los implantes con vástago y sin este son los dos tipos principales de espaciadores de cemento utilizados en la artroplastia de hombro de revisión en dos fases.

Los espaciadores de cemento también pueden clasificarse en función del modo de construcción: prefabricados^{11,15-17} o hechos a mano intraoperatoriamente. Los espaciadores hechos a mano pueden fabricarse utilizando cemento antibiótico solo o cemento antibiótico con el uso de clavos de Steinmann,¹⁶ placas de compresión dinámica,¹⁶ o implantes de artroplastia de hombro.¹⁸ Las ventajas de los espaciadores prefabricados incluyen un diseño más anatómico que permite mejorar el movimiento y la función del hombro, una elución más predecible de los antibióticos, reducción del tiempo quirúrgico, una menor destrucción de la superficie articular de la glenoides antes de la cirugía de revisión y la re inserción de los tendones del manguito rotador en el vástago, evitando así su retracción y atrofia.^{16,17}

Varios estudios han demostrado la efectividad del tratamiento en dos tiempos para la erradicación de la infección periprotésica de hombro, con alivio significativo del dolor y mejoría de los resultados funcionales.¹⁸⁻²² Este tratamiento implica la extracción de todos los implantes protésicos y el cemento, el desbridamiento de la membrana sinovial infectada con biopsia de tejido y la inserción de un espaciador con antibióticos, seguido de un reimplante tras seis semanas de tratamiento antibiótico intravenoso específico. En nuestro estudio obtuvimos resultados similares. Aunque la movilidad y las puntuaciones funcionales son peores que las obtenidas tras una prótesis inversa primaria, la mayoría de los pacientes consiguen recuperar una buena función del hombro que les permite realizar la mayoría de las actividades de la vida diaria, sin dolor.

Pequeños estudios de cohortes retrospectivos y prospectivos han demostrado que los pacientes con baja demanda que consiguen una función y un alivio del dolor satisfactorios con la implantación del espaciador pueden declinar someterse a una reimplantación del implante de artroplastia de hombro.^{16,18,22,23} Esto ocurrió en un paciente de nuestra serie: tenía una resolución clínica y de laboratorio de su infección primaria tras una artroplastia total de hombro anatómica, y era capaz de realizar la mayoría de las actividades de la vida diaria, por lo tanto, optó por no efectuar una tercera intervención quirúrgica y permanecer con el espaciador.

Stine *et al.*¹¹ estudiaron a treinta pacientes

médicamente frágiles y de baja demanda con infecciones crónicas de hombro (cuatro primarias y veintiséis postoperatorias) tratados con un espaciador articulado fijo cargado con antibióticos. Un total de quince pacientes conservaron los espaciadores en una media de 2.4 años y experimentaron resultados funcionales aceptables que no fueron estadísticamente diferentes de los que se sometieron a reimplantación.

El uso de espaciadores antibióticos para la IPP de hombro no está exento de riesgos.^{24,25} McFarland *et al.*¹⁵ realizaron la mayor revisión de complicaciones relacionadas con el espaciador antibiótico en cincuenta y tres pacientes. Tras un intervalo medio de seis meses, se registraron dieciocho complicaciones en catorce pacientes. Todas ocurrieron entre la implantación y la retirada del espaciador: ocho erosiones óseas (seis glenoideas y dos de la diáfisis humeral), cuatro fracturas del espaciador, tres rotaciones del espaciador y tres fracturas de la diáfisis humeral. Las complicaciones sistémicas derivadas del uso de espaciadores con cemento antibiótico son poco frecuentes. En la literatura sobre cadera y rodilla se han descrito pocos casos de insuficiencia renal aguda, supresión transitoria de la médula ósea y disfunción hepática en pacientes con concentraciones sistémicas mensurables de vancomicina y aminoglucósidos.

En nuestra serie no tuvimos ninguna de estas complicaciones. Aunque esto podría deberse, en parte, al número limitado de pacientes evaluados, también tiene que ver con factores preventivos fundamentales relacionados con la elección del paciente y las características del espaciador. En primer lugar, una de las complicaciones reportadas es la luxación debida a la inestabilidad del espaciador. El error más frecuente es elegir un espaciador pequeño que pueda moverse y, en consecuencia, luxarse.^{1,6,24,25} En segundo lugar, es importante que una vez que el paciente presente signos clínicos y de laboratorio de resolución de la infección, se retire el espaciador, ya que su fricción con la cavidad glenoidea podría desgastarlo, generando un defecto óseo secundario.^{24,25} En tercer lugar, una ventaja de los espaciadores preformados es que la liberación del antibiótico es más uniforme y predecible, lo cual es importante para evitar efectos adversos como la ototoxicidad o la nefrotoxicidad de la gentamicina. También es aconsejable realizar una evaluación de la función renal antes de la colocación del espaciador, y en caso de que el paciente tenga una función renal deficiente, evitar estos dispositivos o ajustar la dosis de antibióticos. En cuarto lugar, es importante preguntar al paciente sobre antecedentes de alergias a antibióticos o al cemento óseo, ya que, aunque estos efectos adversos son poco frecuentes, podrían requerir la retirada de la cámara espaciadora y comprometer el tratamiento.^{24,25} Por último, una complicación descrita asociada al uso de cámaras espaciadoras son las fracturas periprotésicas, para evitarlas en el intraoperatorio, es importante obviar la colocación de espaciadores muy grandes que puedan generar una fractura cortical en

el momento de la impactación, especialmente en pacientes con osteoporosis avanzada. En este sentido, los espaciadores preformados, como el utilizado en nuestra serie, tienen la ventaja de disponer de espaciadores de prueba de fácil uso y bien identificados en diferentes tamaños para adaptarse a la talla de cada paciente.

Este estudio presenta algunas limitaciones que deberían tenerse en cuenta al momento de analizar los resultados. En primer lugar, esta es una serie limitada de pacientes, por lo tanto, queda por demostrar en futuros estudios si la efectividad encontrada en nuestra cohorte también se reproduce para otros gérmenes y para pacientes con otras comorbilidades. En segundo lugar, esta serie no tuvo un grupo control comparativo, por ejemplo, de pacientes tratados con otro tipo de espaciador. Finalmente, se incluyeron tanto prótesis totales anatómicas como hemiartroplastias y prótesis reversas infectadas.

Futuras investigaciones con mayor número de pacientes podrían ayudar a realizar un análisis funcional por subgrupos y poder determinar si existe alguna diferencia en los resultados del tratamiento según el tipo de cirugía primaria.

CONCLUSIÓN

Los espaciadores de cemento preformados cargados con antibióticos son una opción efectiva para el tratamiento de las infecciones protésicas de húmero proximal. En este estudio, los espaciadores resolvieron la infección en todos los pacientes y se observó una mejoría significativa del dolor y de los scores funcionales en comparación con la situación clínica preoperatoria.

Contribuciones de autoría: Conceptualización: EZ, FD. Curación de datos, Investigación, Redacción - borrador original: FD. Recursos: EZ. Supervisión: EZ. Análisis formal, Adquisición de fondos, Metodología, Administración del proyecto, Validación, Visualización, Software: MGB. Redacción - revisión y edición: FD, EZ.

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. Mook WR, Garrigues GE. Diagnosis and management of periprosthetic shoulder infections. *J Bone Joint Surg Am.* 2014 Jun 4;96(11):956-965. doi: <https://www.doi.org/10.2106/JBJS.M.00402>.
2. Portillo ME, Salvadó M, Alier A, Sorli L, Martínez S, Horcajada JP, et al. Prosthesis failure within 2 years of implantation is highly predictive of infection. *Clin Orthop Relat Res.* 2013 Nov;471(11):3672-3678. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s11999-013-3200-7>.

3. Morris BJ, O'Connor DP, Torres D, Elkousy HA, Gartsman GM, Edwards TB. Risk factors for periprosthetic infection after reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 2015 Feb;24(2):161-166. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2014.05.020>.
4. Rangan A, Falworth M, Watts AC, Scarborough M, Thomas M, Kulkarni R, et al. Investigation and management of periprosthetic joint infection in the shoulder and elbow: evidence and consensus based guidelines of the British Elbow and Shoulder Society. *Shoulder Elbow.* 2018 Jul;10(1 Suppl):S5-S19. doi: <https://www.doi.org/10.1177/1758573218772976>.
5. Cooper ME, Trivedi NN, Sivasundaram L, Karns MR, Voos JE, Gillespie RJ: Diagnosis and management of periprosthetic joint infection after shoulder arthroplasty. *JBJS Rev.* 2019 Jul;7(7):e3. doi: <https://www.doi.org/10.2106/JBJS.RVW.18.00152>.
6. Sperling JW, Galatz LM, Higgins LD, Levine WN, Ramsey ML, Dunn J: Avoidance and treatment of complications in shoulder arthroplasty. *Instr Course Lect.* 2009;58:459-572.
7. Coste JS, Reig S, Trojani C, Berg M, Walch G, Boileau P. The management of infection in arthroplasty of the shoulder. *J Bone Joint Surg Br.* 2004 Jan;86(1):65-69. doi: <https://doi.org/10.1302/0301-620X.86B1.14089>.
8. Sperling JW, Kozak TK, Hanssen AD, Cofield RH. Infection after shoulder arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2001 Jan;(382):206-216. doi: <https://www.doi.org/10.1097/00003086-200101000-00028>.
9. Dennison T, Alentorn-Geli E, Assenmacher AT, Sperling JW, Sanchez-Sotelo J, Cofield RH: Management of acute or late hematogenous infection after shoulder arthroplasty with irrigation, debridement, and component retention. *J Shoulder Elbow Surg.* 2017 Jan;26(1):73-78. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2016.05.018>.
10. Arenas-Miquelez A, Arbeloa-Gutierrez L, Familiari F, de Pablos J. Salvage procedures of the shoulder: glenohumeral arthrodesis and resection arthroplasty. *Indian J Orthop.* 2020 Oct 22;55(Suppl 1):s27-s37. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s43465-020-00279-0>.
11. Stine IA, Lee B, Zalavras CG, Hatch G III, Itamura JM. Management of chronic shoulder infections utilizing a fixed articulating antibiotic-loaded spacer. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010 Jul;19(5):739-748. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2009.10.002>.
12. Belay ES, Danilkowicz R, Bullock G, Wall K, Garrigues GE. Single-stage versus two-stage revision for shoulder periprosthetic joint infection: a systematic review and meta-analysis. *J Shoulder Elbow Surg.* 2020 Dec;29(12):2476-2486. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2020.05.034>.
13. Lettin AW, Copeland SA, Scales JT: The Stanmore total shoulder replacement. *J Bone Joint Surg Br* 1982;64:47-51. doi: <https://www.doi.org/10.1302/0301-620X.64B1.7068719>.
14. Ramsey ML, Fenlin JM Jr. Use of an antibiotic-impregnated bone cement block in the revision of an infected shoulder

- arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 1996 Nov-Dec;5(6):479-482. doi: [https://www.doi.org/10.1016/s1058-2746\(96\)80022-x](https://www.doi.org/10.1016/s1058-2746(96)80022-x).
15. McFarland EG, Rojas J, Smalley J, Borade AU, Joseph J. Complications of antibiotic cement spacers used for shoulder infections. *J Shoulder Elbow Surg.* 2018 Nov;27(11):1996-2005. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2018.03.031>.
16. Coffey MJ, Ely EE, Crosby LA. Treatment of glenohumeral sepsis with a commercially produced antibiotic-impregnated cement spacer. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010 Sep;19(6):868-873. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2010.01.012>.
17. Magnan B, Bondi M, Vecchini E, Samaila E, Maluta T, Dall'Oca C. A preformed antibiotic-loaded spacer for treatment for septic arthritis of the shoulder. *Musculoskelet Surg.* 2014 Jun;98(1):15-20. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s12306-013-0268-x>.
18. Levy JC, Triplet J, Everding N. Use of a Functional Antibiotic Spacer in Treating Infected Shoulder Arthroplasty. *Orthopedics.* 2015 Jun;38(6):e512-519. doi: <https://www.doi.org/10.3928/01477447-20150603-60>.
19. Padegimas EM, Narzikul A, Lawrence C, Hendy BA, Abboud JA, Ramsey ML, et al. Antibiotic spacers in shoulder arthroplasty: comparison of stemmed and stemless implants. *Clin Orthop Surg.* 2017 Dec;9(4):489-496. doi: <https://www.doi.org/10.4055/cios.2017.9.4.489>.
20. Rondon AJ, Paziuk T, Gutman MJ, Williams GR Jr, Namdari S. Spacers for life: high mortality rate associated with definitive treatment of shoulder periprosthetic infection with permanent antibiotic spacer. *J Shoulder Elbow Surg.* 2021 Dec;30(12):e732-e740. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2021.05.005>.
21. Strickland JP, Sperling JW, Cofield RH. The results of two-stage re-implantation for infected shoulder replacement. *J Bone Joint Surg Br.* 2008 Apr;90(4):460-5. doi: <https://www.doi.org/10.1302/0301-620X.90B4.20002>.
22. Grubhofer F, Imam MA, Wieser K, Achermann Y, Meyer DC, Gerber C: Staged revision with antibiotic spacers for shoulder prosthetic joint infections yields high infection control. *Clin Orthop Relat Res.* 2018 Jan;476(1):146-152. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s11999-0000000000000049>.
23. Weber P, Utschneider S, Sadoghi P, Andress HJ, Jansson V, Müller PE. Management of the infected shoulder prosthesis: a retrospective analysis and review of the literature. *Int Orthop.* 2011 Mar;35(3):365-373. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00264-010-1019-3>.
24. George DA, Volpin A, Scarponi S, Haddad FS, Romano CL. Does exchange arthroplasty of an infected shoulder prosthesis provide better eradication rate and better functional outcome, compared to a permanent spacer or resection arthroplasty? a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord.* 2016 Feb 1;17:52. doi: <https://www.doi.org/10.1186/s12891-016-0901-6>.
25. Luu A, Syed F, Raman G, Bhalla A, Muldoon E, Hadley S, et al. Two-stage arthroplasty for prosthetic joint infection: a systematic review of acute kidney injury, systemic toxicity and infection control. *J Arthroplasty.* 2013 Oct;28(9):1490-1498.e1. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arth.2013.02.035>.

El bloqueo pericapsular PENG como estrategia eficaz para reducir el dolor y la necesidad de analgésicos postoperatorios en artroscopia de cadera

Tomás R. Vilaseca¹, Santiago Cao², Jorge L. Iglesias³

1. Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital Británico. Argentina

2. Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital San Juan de Dios. Argentina

3. Servicio de Anestesiología, Hospital Británico. Argentina

RESUMEN

Introducción: la artroscopia de cadera para tratar el síndrome de fricción femoroacetabular (SFFA) ha aumentado en frecuencia. Un desafío clave es controlar el dolor postoperatorio inmediato sin recurrir excesivamente a opioides. Actualmente no existe un protocolo estandarizado que logre analgesia efectiva sin compromiso motor. Este estudio evalúa el bloqueo pericapsular (PENG) como alternativa segura y eficaz.

Objetivos: evaluar el dolor y la utilización de analgésicos (ME de morfina) en las primeras veinticuatro horas de cirugía con la utilización de bloqueo pericapsular (PENG) en pacientes tratados con artroscopia de cadera para síndrome de fricción femoroacetabular (SFFA).

Materiales y métodos: se realizó un estudio prospectivo y aleatorizado en pacientes con síndrome de fricción femoroacetabular tratados por artroscopia de cadera por un mismo cirujano. Se compararon treinta y cinco pacientes con bloqueo PENG y treinta y cinco sin él, se evaluó la escala visual analógica del dolor (EVA) a las ocho horas y el consumo de morfina equivalente durante las primeras veinticuatro horas postoperatorias.

Resultados: de los ochenta pacientes seleccionados, diez fueron excluidos (cinco por no cumplir criterios de inclusión y cinco por no aceptar participar), lo que dejó un total de setenta pacientes: treinta y cinco recibieron bloqueo pericapsular (PENG) con 15 ml de ropivacaína 0.75 %, y treinta y cinco no lo recibieron. No hubo diferencias en sexo, edad, lateralidad ni tipo de cirugía. Todos recibieron premedicación con dexametasona (8 mg), midazolam y fentanilo, y anestesia raquídea con bupivacaína 0.5 % isobárica. Finalizada la cirugía, se administró diclofenaco intravenoso e infiltración con ropivacaína en los portales. A las ocho horas, el dolor fue menor en el grupo con PENG (EVA 3.11 ± 0.99) frente al grupo sin bloqueo (EVA 4.86 ± 1.21). El consumo de morfina equivalente en veinticuatro horas también fue inferior (8.36 ± 6.15 ME vs. 18.64 ± 6.05 ME). Todos los pacientes fueron dados de alta en las primeras veinticuatro horas, sin complicaciones.

Conclusión: el bloqueo PENG combinado con anestesia subaracnoidea reduce eficazmente el dolor y el uso de opioides en el postoperatorio inmediato de artroscopia de cadera por SFFA, respaldando su inclusión en el manejo multimodal del dolor.

Palabras clave: Artroscopia de Cadera, SFFA, Labrum, Bloqueo Analgésico

Nivel de evidencia: I. Ensayo Clínico Aleatorizado Controlado

Autor para correspondencia: Santiago Cao, drsantiagocao@gmail.com

Recibido: 30/12/2024 Aceptado: 19/06/2025

DOI: <https://doi.org/10.63403/re.v32i2.389>

Cómo citar: Vilaseca TR, Cao S, Iglesias JL. El bloqueo pericapsular PENG como estrategia eficaz para reducir el dolor y la necesidad de analgésicos postoperatorios en artroscopia de cadera. Relart 2025;32(2): 143-153.

The Pericapsular PENG Block as an Effective Strategy to Reduce Pain and Postoperative Analgesic Requirements in Hip Arthroscopy

ABSTRACT

Introduction: hip arthroscopy to treat femoroacetabular impingement syndrome (FAIS) has become increasingly common. A key challenge is managing immediate postoperative pain without excessive reliance on opioids. Currently, there is no standardized protocol that achieves effective analgesia without motor impairment. This study evaluates the pericapsular nerve group (PENG) block as a safe and effective alternative.

Objectives: to evaluate pain and analgesic use (morphine equivalents, ME) within the first twenty-four hours post-surgery using the pericapsular nerve group (PENG) block in patients undergoing hip arthroscopy for femoroacetabular impingement syndrome (FAIS).

Materials and methods: a prospective, randomized study was conducted in patients with FAIS treated with hip arthroscopy by the same surgeon. Thirty-five patients received the PENG block and thirty-five did not. Pain was assessed using the visual analog scale (VAS) at eight hours, and morphine-equivalent consumption was recorded during the first twenty-four postoperative hours.

Results: of the eighty patients initially selected, ten were excluded (five for not meeting inclusion criteria and five who declined participation), resulting in seventy patients: thirty-five received the PENG block with 15 ml of 0.75% ropivacaine, and thirty-five did not. There were no differences in sex, age, laterality, or type of surgery. All patients received premedication with dexamethasone (8 mg), midazolam, and fentanyl, and spinal anesthesia with 0.5% isobaric bupivacaine. At the end of surgery, intravenous diclofenac and local infiltration with ropivacaine at the portals were administered. At eight hours, pain was lower in the PENG group (VAS 3.11 ± 0.99) compared to the non-block group (VAS 4.86 ± 1.21). Morphine-equivalent consumption over twenty-four hours was also lower (8.36 ± 6.15 ME vs. 18.64 ± 6.05 ME). All patients were discharged within twenty-four hours without complications.

Conclusion: the PENG block, combined with spinal anesthesia, effectively reduces pain and opioid use in the immediate postoperative period following hip arthroscopy for FAIS, supporting its inclusion in multimodal pain management.

Keywords: Hip Arthroscopy, FAI, Labrum, Analgesic Block

Level of evidence: I. Prospective Randomized Controlled Trial

INTRODUCCIÓN

La artroscopia de cadera para el tratamiento del síndrome de fricción femoroacetabular como tratamiento conservador de dicha patología ha tenido un aumento significativo en los últimos años.¹ Sabiendo que una de las principales causas de insatisfacción es el dolor en el postoperatorio inmediato, uno de los puntos clave en este tipo de cirugías es brindarle confort al paciente en el postoperatorio, manteniendo así bajos niveles de dolor,² además de minimizar el uso de medicamentos opioides.³ En la actualidad, la crisis de los opioides es un problema de salud pública que afecta a millones de personas en diversas partes del mundo; su uso excesivo en los postoperatorios ha resultado en una creciente preocupación sobre la adicción y sus efectos secundarios, lo que hace necesario buscar alternativas seguras y eficaces para el control del dolor.

Actualmente, no se cuenta con un procedimiento estándar para el control del dolor postoperatorio para esta intervención quirúrgica que solo brinde un bloqueo sensitivo y que no provoque déficit motor. Nuestro estudio se centra en la escasa evidencia disponible sobre el uso del bloqueo pericapsular (PENG) en el control del dolor postoperatorio en pacientes sometidos a artroscopia de cadera, particularmente aquellos con síndrome de fricción

femoroacetabular (SFFA). A pesar de la creciente evidencia que apoya el uso del bloqueo PENG en fracturas de cadera y en otros procedimientos ortopédicos, su empleo en artroscopia de cadera ha sido apenas explorada. Más aún, la mayoría de los estudios previos se han centrado en intervenciones quirúrgicas de mayor complejidad, dejando de lado la cirugía artroscópica, que presenta desafíos particulares en términos de control del dolor debido a la mínima invasión y el daño a los tejidos blandos.

La cápsula articular de la cadera, en su región anterior, está principalmente innervada por el nervio femoral, el nervio obturador y su rama accesoria⁴⁻⁷ (Fig. 1). En 2018, Girón-Arango y cols.⁸ describieron la aplicación del bloqueo pericapsular para el control del dolor perioperatorio en cinco pacientes con fractura de cadera. En su estudio, todos experimentaron una reducción significativa del dolor, sin evidenciar debilidad clínica en el cuádriceps. Este bloqueo, realizado bajo guía ecográfica, permite la inyección de anestésico local en la rama suprapúbica, cerca de la bursa iliopectínea, actuando sobre los nervios femoral y obturador.

Nuestra hipótesis es que el bloqueo PENG reducirá significativamente el dolor postoperatorio y el consumo de opioides.

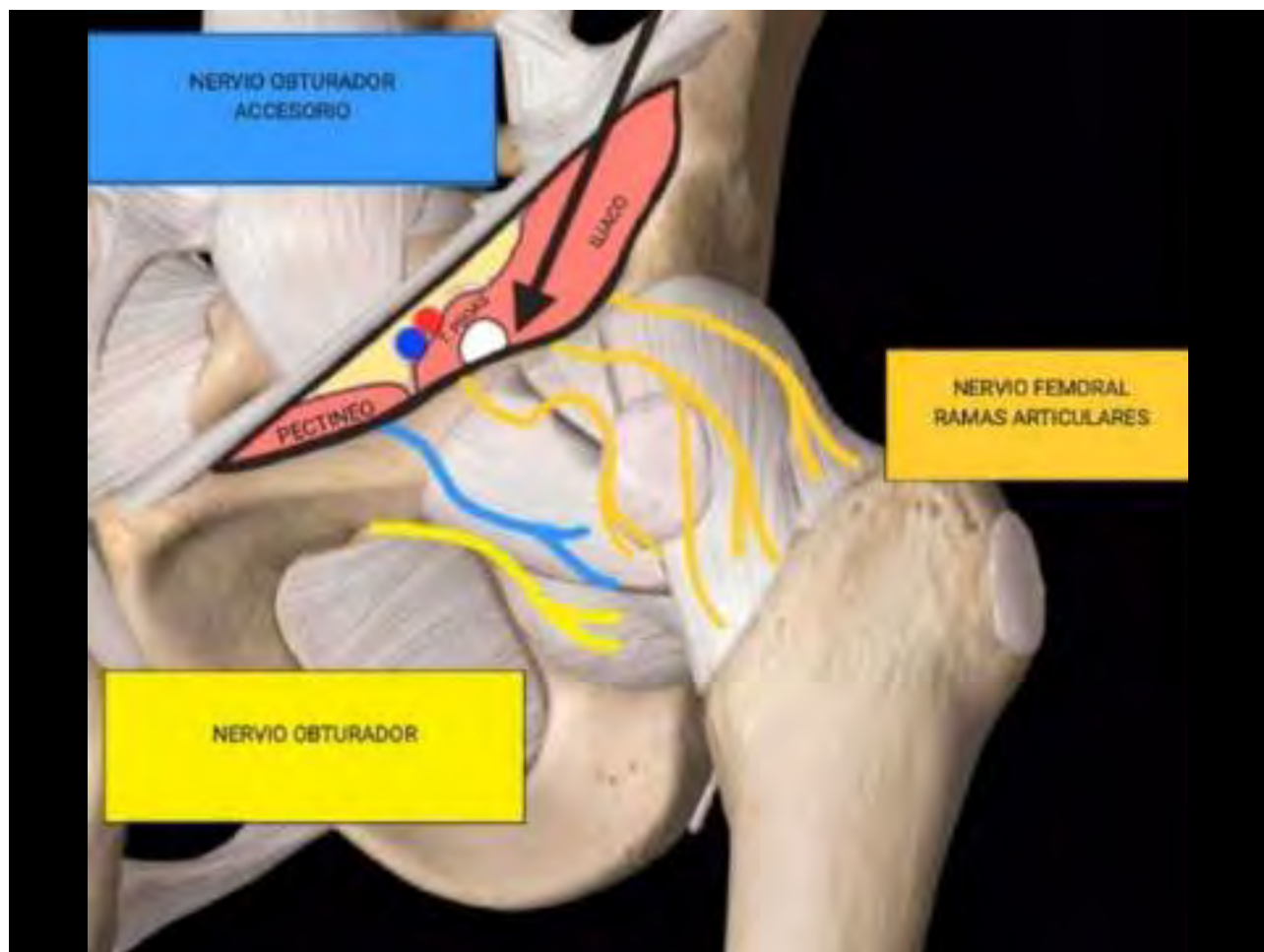


Figura 1. Representación gráfica de la inervación anterior de la cadera sobre las que actúa el bloqueo PENG.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño

Se realizó un estudio prospectivo, aleatorizado, en el que setenta pacientes fueron intervenidos por el mismo equipo quirúrgico por síndrome de fricción femoroacetabular. En el período entre el 1/1/2022 y el 30/6/2024, treinta y cinco pacientes que recibieron el bloqueo PENG fueron comparados con treinta y cinco pacientes que no lo recibieron. No se observaron diferencias significativas entre los grupos en cuanto a sexo, edad o lateralidad (derecha/izquierda) (Tabla 1). Esto aseguró que las comparaciones entre los grupos se basen principalmente en el tratamiento administrado y no en otras variables demográficas o anatómicas. Es importante señalar que no se efectuó un análisis de subgrupos en este estudio, por lo que no se evaluaron posibles diferencias en los resultados según características específicas de los pacientes.

El protocolo del siguiente estudio fue aprobado por el Comité de Ética de nuestra Institución y todos los pacientes firmaron un consentimiento informado aceptando su participación.

Los pacientes fueron distribuidos aleatoriamente en los grupos de tratamiento según el día quirúrgico. En las jornadas designadas para el grupo PENG, se administró el bloqueo, mientras que en los días del grupo control no se administró el bloqueo, asegurando una distribución equitativa y libre de sesgos.

Los pacientes fueron cegados en cuanto a la administración del bloqueo PENG, o no; lo que se logró mediante la sedación previa a la intervención. Al no estar conscientes del tratamiento recibido, se evitó que sus expectativas influyeran en la percepción del dolor postoperatorio.

Fueron criterios de inclusión:

- Pacientes sometidos a artroscopia de cadera por síndrome de fricción femoroacetabular mixto diagnosticados por clínica y radiografía.^{9,10}
- Pacientes en los que falló el tratamiento conservador (fisioterapia, medicamentos antiinflamatorios y cambios en el estilo de vida).^{11,12}
- Pacientes mayores de dieciocho años que brindaron consentimiento informado.

Fueron criterios de exclusión:

- Revisión de artroscopia primaria.
- Pacientes en los que se realizó osteotomía periace-tabular.
- Pacientes con consumo crónico de opioides o abuso de sustancias.

Se evaluaron las puntuaciones de dolor utilizando la Escala Visual Analógica (EVA) a las ocho horas postoperatorias (período en el cual se espera que el bloqueo PENG tenga el efecto más pronunciado en el control del dolor). Los resultados se registraron de 0 a 10, donde 0 representa "sin dolor" y 10 "el peor dolor imaginable".^{13,14} Se calculó el promedio y la desviación estándar (DE) de las puntuaciones de EVA para cada grupo.

Otra variable evaluada fue el consumo de analgésicos en las primeras veinticuatro horas postoperatorias (para obtener una visión completa del manejo del dolor durante todo el primer día postquirúrgico). Los pacientes recibieron tramadol en dosis variables según necesidad. Se calculó el equivalente de morfina basado en la equivalencia comúnmente aceptada de que 100 mg de tramadol oral es aproximadamente equivalente a 15 mg de morfina oral.¹⁵ Aunque se asume que el bloqueo puede tener un efecto prolongado, la medición del consumo de tramadol hasta las veinticuatro horas permitió evaluar cómo los pacientes manejaron el dolor después del pico máximo del efecto del bloqueo, proporcionando una medida más

exhaustiva del control del dolor en el postoperatorio inmediato.

Estas mediciones fueron asentadas por los propios pacientes mediante un registro estructurado otorgado previo a la cirugía y con instrucciones claras sobre cómo registrar la medicación administrada: anotaron cada dosis de tramadol consumida a lo largo del día. Además, al completar el EVA, siguieron las mismas pautas para asegurar que las mediciones fueran precisas y detalladas. Se instruyó a los pacientes en la importancia de consignar los datos en tiempo real, evitando retroceder en los registros, lo que contribuyó a la exactitud de la información recopilada.

Se utilizó la prueba t de Student para muestras independientes para comparar las puntuaciones de EVA y utilización de morfina (ME) entre los dos grupos. Se realizó un análisis post-hoc empleando G*Power 3.1 (test t bilateral para dos muestras independientes, $\alpha = 0.05$). Con el tamaño de efecto planificado (Cohen $d = 0.80$) y treinta y cinco participantes por grupo, la potencia estadística obtenida fue $1 - \beta = 0.93$ (93%). Esta potencia supera el umbral del 80 % habitualmente recomendado, confirmando que la muestra utilizada resulta suficiente para detectar diferencias clínicamente relevantes entre los grupos (Tabla 2).

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Ingreso al quirófano y preparación

El paciente fue ingresado al quirófano y colocado en posición de decúbito dorsal sobre la mesa quirúrgica.

Tabla 1. Características demográficas y clínicas basales de los pacientes incluidos en el estudio

VARIABLE	GRUPO PENG	GRUPO NO PENG
N.º de pacientes	35	35
Lateralidad derecha	21 (60 %)	20 (57 %)
Lateralidad izquierda	14 (40 %)	15 (43 %)
Hombres	22 (63 %)	23 (66 %)
Mujeres	13 (37 %)	12 (34 %)
Edad (Promedio \pm DE)	30.2 \pm 6.0 (19-43)	30.5 \pm 6.2 (18-45)

Tabla 2. Análisis post-hoc con G*Power 3.1

PARÁMETRO	VALOR
Tamaño de efecto	0.80
N por grupo	35
Nivel de significancia (α bilateral)	0.05
Grados de libertad (df)	68
Potencia resultante ($1 - \beta$)	0.93
Tamaño de muestra utilizado en nuestro estudio	70 pacientes

El análisis, manteniendo el tamaño de efecto planificado ($d = 0.80$) y $\alpha = 0.05$, mostró que con treinta y cinco pacientes por grupo se alcanzó una potencia estadística $1 - \beta = 0.93$ (93 %).

Se aseguró la vía intravenosa para la administración de líquidos y medicación durante el procedimiento. Se administró una dosis intravenosa de 8 mg de dexametasona como parte de la premedicación para reducir la inflamación postoperatoria.¹⁶

Sedación preoperatoria

Para asegurar la comodidad del paciente durante la cirugía, se administró midazolam (0.03-0.04 mg/kg) y fentanilo (1 µg/kg) lo que no solo proporcionó sedación para aliviar la ansiedad, sino que también indujo una anestesia general ligera, asegurando que los pacientes no pudieran percibir la administración del bloqueo PENG. Como los pacientes son generalmente jóvenes y saludables, la única consideración relevante fue si habían tomado benzodiazepinas (BZD) previamente, lo cual podría influir en la dosificación. Sumado a esto, se administró cefazolina (1-2 g según peso) como antibiótico profiláctico.

Bloqueo PENG

El bloqueo PENG fue llevado a cabo por el mismo anestesista en todos los procedimientos bajo guía ecográfica. Con el paciente posicionado en decúbito dorsal, se utilizó un ecógrafo convexo (2-5 MHz). Se posicionó inicialmente el ecógrafo en un plano transverso sobre la espina iliaca anterosuperior (EIAS) y

luego se rotó 45° en sentido horario para alinearlo con la rama púbica, logrando visualizar la eminencia iliopúbica, el músculo iliopsoas y su tendón, la arteria femoral y el músculo pectíneo. A continuación, se insertó una aguja de 50 mm (Pajunk®, calibre 22) de forma lateral a medial, asegurando que la punta quedara situada en el plano musculofascial entre el tendón del psoas (anterior) y la rama púbica (posterior). Tras realizar una aspiración negativa, se inyectaron 2 ml de ropivacaína al 0.75%, observando la correcta diseminación del anestésico en dicho plano (Fig. 2). Posteriormente, se administró un volumen total de 15 ml de solución, y con los 5 ml restantes se realizó un bloqueo femorocutáneo lateral.

Anestesia subaracnoidea (raquídea)

A todos los pacientes, tanto en el grupo con bloqueo PENG como en el grupo control, se les administró anestesia subaracnoidea (raquídea) con aguja 27G de punta lápiz a nivel L3-L4. Se utilizó bupivacaína 0.5 % isobárica (12.5 mg) para garantizar una adecuada anestesia.^{17,18}

acción postoperatoria

Al finalizar el procedimiento quirúrgico, se realizó una infiltración de cada portal con 6 a 8 ml de ropivacaína al 0.75%, lo que contribuyó a prolongar el alivio del dolor durante las primeras horas postoperatorias.¹⁹

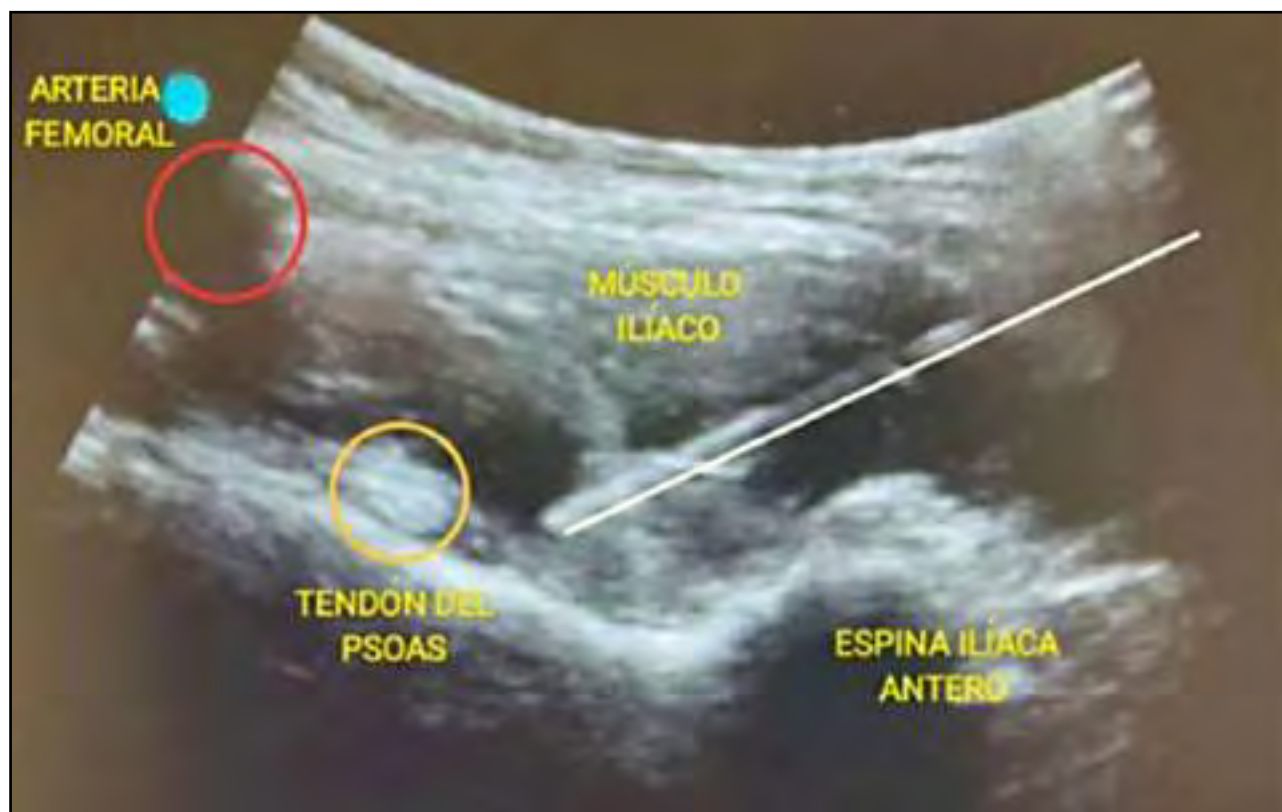


Figura 2. Vista ecográfica para el bloqueo PENG. Corte transversal que identifica: arteria femoral (círculo rojo), tendón del psoas (círculo naranja) y músculo ilíaco. La línea blanca traza la aguja del bloqueo.

Medicación postoperatoria

Todos los pacientes recibieron 75 mg de diclofenaco intravenoso al finalizar la cirugía para el manejo del dolor postoperatorio inmediato.

Técnica quirúrgica

La cirugía fue realizada en mesa de tracción con poste, en posición de decúbito dorsal, para proporcionar acceso adecuado a la cadera y permitir la tracción de la articulación durante el procedimiento.²⁰ Esta posición facilita el manejo adecuado de los portales y la exposición de las estructuras intraarticulares. Los abordajes utilizados fueron el anterolateral y el anterior modificado, comúnmente utilizados en la artroscopia de cadera para el tratamiento del síndrome de fricción femoroacetabular (SFFA).²¹

La técnica quirúrgica empleada fue la misma para todos los pacientes incluidos en el estudio, asegurando la uniformidad y la replicabilidad del procedimiento. En cada caso, se llevó a cabo una acetabuloplastia, una reparación labral y una osteoplastia del cuello femoral, lo que constituye el tratamiento estándar para este tipo de patología.

Acetabuloplastia: este procedimiento consistió en la resección de las áreas de sobrecobertura del reborde acetabular para mejorar la cobertura femoral y restaurar la anatomía de la cadera. Se emplearon fresas *burr* de 4 mm para garantizar una resección precisa y adecuada de las zonas con contacto anómalo, sin comprometer la estabilidad de la articulación.

Reparación labral: se realizó la sutura del labrum acetabular mediante técnicas estándar de artroscopia, adaptadas según la extensión y ubicación de la lesión. Con tal fin se utilizaron arpones separados por una distancia de 1 cm entre sí y a 2-3 mm por encima de la superficie articular realizando suturas perilabiales o translabiales.

Osteoplastia del cuello femoral: se efectuó en todos los pacientes para corregir las deformidades de Cam y mejorar la movilidad de la articulación. Se utilizó una fresa *burr* de 4 mm de alta velocidad para eliminar las prominencias óseas que causan fricción. La resección ósea fue realizada con precisión para evitar afectar las estructuras vecinas, respetando los límites de hora 6 a 12 y dejando 1 cm desde el reborde acetabular hacia periferia.

Bajo examinación dinámica con RxTV se corroboró una correcta resección de la deformidad de Cam, ausencia de *impingement* y restauración del *offset* cabeza-cuello.

RESULTADOS

De un total de ochenta pacientes seleccionados para el estudio, diez fueron excluidos: cinco por no cumplir criterios de inclusión y cinco por no aceptar participar. De este modo, la muestra quedó conformada por setenta pacientes elegibles. No se perdió ninguno durante el seguimiento, por lo que todos los pacientes incluidos en el estudio fueron evaluados según el protocolo establecido (Tabla 3).

Las puntuaciones promedio de EVA a las ocho horas postoperatorias fueron las siguientes: 3.11 ± 0.99 en el grupo con bloqueo PENG versus 4.86 ± 1.21 en el grupo sin PENG (Tabla 4 y Fig. 3). El grupo con bloqueo pericapsular mostró puntuaciones más bajas en comparación con el grupo sin bloqueo ($p < 0.001$). En cuanto a los ME de morfina utilizados en el postoperatorio, en el grupo que recibió el bloqueo fue de 8.36 ± 6.15 mg versus 18.64 ± 6.05 mg en quienes no lo recibieron. La diferencia entre los grupos fue estadísticamente significativa ($p < 0.001$) (Tabla 5 y Fig. 4).

Todos los pacientes fueron dados de alta dentro de las primeras veinticuatro horas postoperatorias sin

Tabla 3. Flujo de pacientes

Pacientes inicialmente seleccionados (80)
Exclusiones (10)
- No cumplieron criterios (5)
- No aceptaron participar (5)
Pacientes elegibles (70)
Asignación aleatoria
- Grupo PENG (35)
- Grupo control (35)
Intervención
-PENG: bloqueo PENG administrado
- Control: sin intervención
Evaluación
- 8 h: EVA
- 24 h: MEq de morfina utilizados

Tabla 4. Escala visual analógica del dolor a las ocho horas

GRUPO	EVA	VALOR <i>p</i>
PENG	3.11 ± 0.99	<0.001
No PENG	4.86 ± 1.21	

Promedio ± DE en ambos grupos y significación estadística.

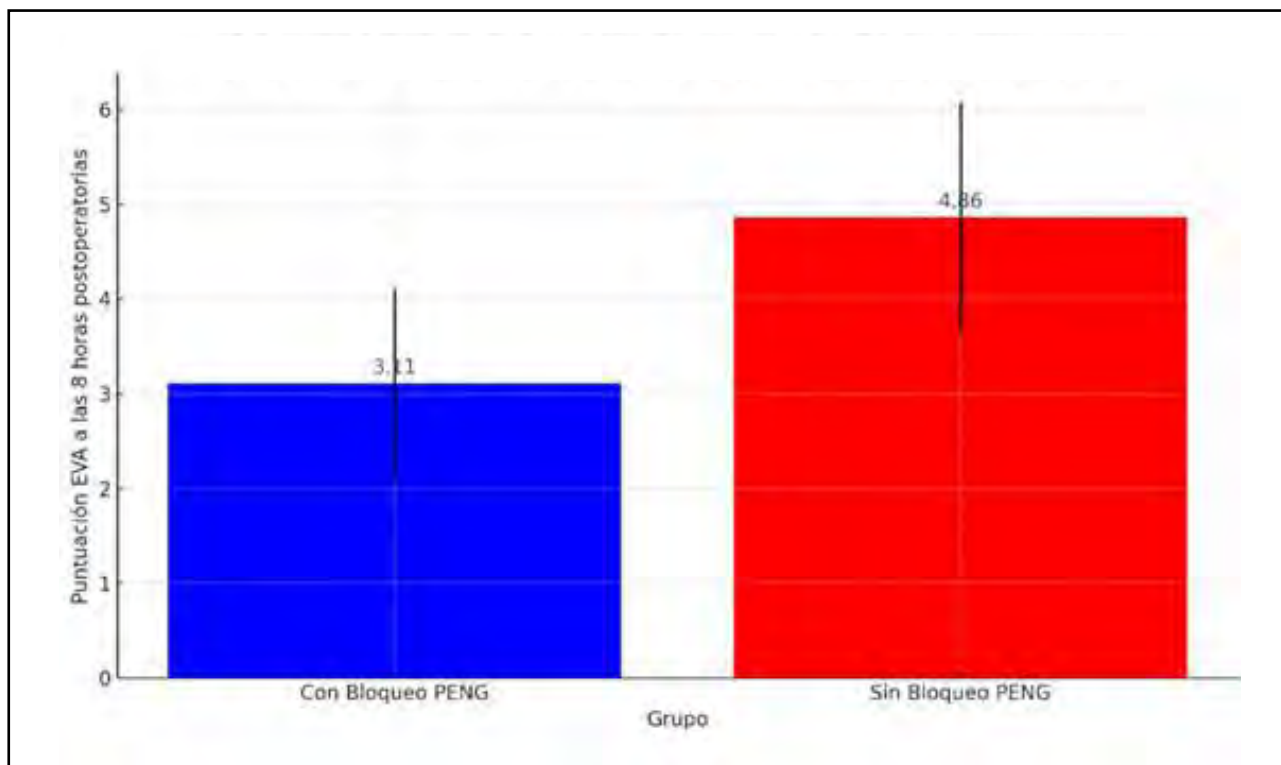


Figura 3. Comparación gráfica de la puntuación media de dolor (EVA) a las ocho horas postoperatorias entre los grupos. La barra azul muestra al grupo que recibió el bloqueo PENG (media ± DE = 3.11 ± 0.99). La barra roja corresponde al grupo sin bloqueo PENG (media ± DE = 4.86 ± 1.21). Las líneas negras representan la desviación estándar.

Tabla 5. ME de morfina utilizados las primeras veinticuatro horas

GRUPO	ME MORFINA	VALOR <i>p</i>
PENG	8.36 ± 6.15	<0.001
No PENG	18.64 ± 6.05	

Promedio ± DE en ambos grupos y significación estadística.

complicaciones asociadas, como infecciones, lesiones nerviosas, sangrados excesivos o coágulos sanguíneos. Durante este período, se realizó un monitoreo continuo para detectar posibles complicaciones; no se presentó ninguna.

DISCUSIÓN

En la bibliografía actual se cuenta con pocos trabajos científicos donde se evalúa la eficacia del bloqueo PENG para la artroscopia de cadera. Los resultados aquí expresados sugieren que el uso de bloqueo

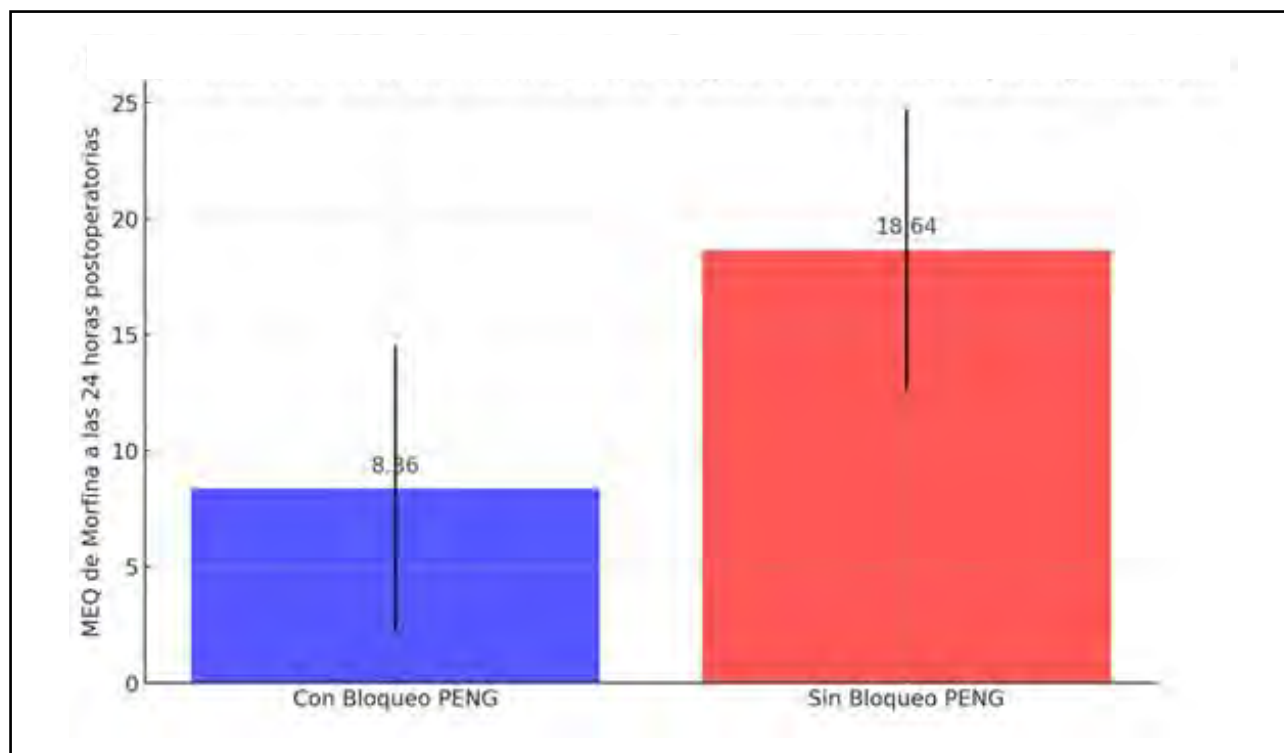


Figura 4. Comparación gráfica de consumo de ME de morfina durante las primeras veinticuatro horas postoperatorias entre los grupos. La barra azul muestra al grupo que recibió el bloqueo PENG (media \pm DE = 8.36 \pm 6.15). La barra roja corresponde al grupo sin bloqueo PENG (media \pm DE = 18.64 \pm 6.05). Las líneas negras representan la desviación estándar.

pericapsular no solo reduce el dolor postoperatorio, como se evidencia en las puntuaciones más bajas de EVA, sino que también disminuye la necesidad de opioides, reflejado en los menores equivalentes de morfina utilizados. Esto tiene importantes implicancias clínicas, ya que una menor utilización de opioides puede estar asociada con una reducción en los efectos secundarios y complicaciones relacionadas con estos medicamentos.²²

En concordancia con lo reportado por Kollmorgen y cols.,²³ en su estudio donde evaluaron a veinticinco pacientes que recibieron el bloqueo PENG (20 ml de ropivacaína al 0.5%) versus veinticinco pacientes que no lo recibieron, se observó una disminución en el EVA inicial en el grupo con PENG (3.7 \pm 3.2) en comparación con el grupo sin bloqueo (5.5 \pm 2.9). Sin embargo, esta diferencia no fue tan categórica en los registros de EVA máximo ni en el EVA registrado previo al egreso hospitalario. No se especificó si las mediciones del dolor se realizaron en el momento exacto en el que se midieron en nuestro estudio, lo que podría explicar algunas de las diferencias observadas. Nuestro registro a las ocho horas podría haber capturado una fase más temprana de la eficacia del bloqueo PENG. Otra variable analizada en su investigación fue el uso de analgésicos durante las primeras veinticuatro horas, específicamente los equivalentes de morfina,

donde se evidenció un menor consumo en el grupo que recibió PENG (34.4 \pm 12.1) en comparación con el grupo sin bloqueo (50.29 \pm 11.2). Estos resultados son consistentes con los hallazgos obtenidos en nuestro estudio.

Otro de los pocos trabajos con los que podemos comparar el nuestro es el realizado por Yusupov y cols.,²⁴ un estudio retrospectivo donde se compararon veintiocho pacientes tratados con bloqueo PENG (20 ml ropivacaína al 0.5%) con veinticinco que no lo recibieron. En este estudio, se observó que el dolor promedio máximo (mediciones cada treinta minutos en la unidad de cuidados posanestésica) fue menor en aquellos que recibieron el bloqueo (5.3 \pm 2.1) en comparación con los que no (7.0 \pm 1.9), lo que es consistente con los resultados encontrados por Kollmorgen y cols.²³ y los nuestros. Además, el consumo de opioides en la sala de recuperación fue menor en el grupo que recibió el bloqueo (14.4 \pm 11.4 vs. 31.2 \pm 20.1 ME), corroborando lo observado en nuestro estudio, donde también se evidenció una disminución en el uso de analgésicos en el grupo PENG. Este trabajo también mostró un menor tiempo para el alta en los pacientes que recibieron el bloqueo (129 \pm 34 vs. 161 \pm 50 minutos).

Eppel y cols.,²⁵ en un ensayo controlado aleatorio de treinta y cuatro pacientes tratados con bloqueo PENG (20 ml de ropivacaína al 0.375%)

en comparación con treinta y cuatro pacientes que recibieron un bloqueo con solución salina, registraron el EVA cada tres horas durante las primeras veinticuatro horas, siendo su criterio principal este último. Detectaron una disminución modesta pero significativa del EVA entre las 18-24 horas (1.3 ± 0.9 vs. 2.4 ± 1.6 ; $p = 0.009$), sin diferencias en el consumo de opioides (3.5 ± 1.7 ME vs. 3.6 ± 1.8 ME; $p \approx 0.99$). En nuestro estudio (15 ml de ropivacaína al 0.75 %), el EVA se midió en la ventana temprana (ocho horas) y el descenso fue más pronunciado, acompañado de una reducción clínicamente relevante de opioides. Las discrepancias pueden explicarse por el momento de la evaluación: el efecto analgésico del PENG es máximo en las primeras horas y se atenúa hacia las veinticuatro horas; el tipo de anestesia basal (raquídea vs. general); y la concentración/volumen del anestésico utilizado. Así, ambos trabajos coinciden en la dirección del efecto (reducción del dolor), pero difieren en la magnitud y en la repercusión sobre el consumo de opioides debido a sus variantes metodológicas.

En los estudios comparados,²³⁻²⁵ se utilizó anestesia general junto con el bloqueo PENG, lo que es una diferencia clave con nuestro trabajo, donde se aplicó bloqueo raquídeo (subaracnoideo) en combinación con el bloqueo PENG. La anestesia general proporciona un alivio del dolor generalizado, pero no necesariamente tiene el mismo efecto específico sobre el dolor en la articulación de la cadera como el bloqueo raquídeo, que actúa de manera más localizada y específica. Esta diferencia en el tipo de anestesia podría influir en la percepción del dolor postoperatorio y en el consumo de opioides, ya que el bloqueo raquídeo suele proporcionar un control más efectivo del dolor en la zona afectada. A pesar de esta diferencia, nuestros resultados sobre la reducción del dolor y del consumo de opioides son consistentes con los de otros estudios.

En cuanto a las mediciones de dolor, los tres artículos emplearon escala visual analógica (EVA), pero las mediciones se realizaron en diferentes momentos. Esto debe ser destacado como una posible fuente de variabilidad entre sí.

Otro factor relevante es la dosis efectiva de anestésico local empleada en cada estudio. En nuestra serie utilizamos ropivacaína al 0.75 % (15 ml). En contraste, Kollmorgen y cols.²³ administraron 20 ml de ropivacaína 0.5 %, Eppel y cols.²⁵ emplearon 20 ml de ropivacaína 0.375 %, y Yusupov y cols.²⁴ indicaron 15-20 ml de ropivacaína 0.5 %. Al incrementarse la concentración y, por ende, la dosis total de ropivacaína es esperable una mayor densidad y duración del bloqueo sensitivo en las horas iniciales. Esta diferencia farmacológica podría explicar por qué, en nuestro estudio, la reducción del EVA a las ocho horas y el ahorro de ME de morfina en las veinticuatro fueron más pronunciados que en Eppel cols.,²⁵ donde la concentración fue menor y la analgesia se describió como

“mínima pero consistente” recién entre las dieciocho y las veinticuatro horas, sin impacto significativo sobre el consumo de opioides. Así, la variabilidad en concentración y volumen del anestésico emerge como un elemento clave que puede modular la eficacia clínica del PENG y debe considerarse al comparar resultados entre distintos trabajos. Esto refuerza la necesidad de un enfoque más estandarizado en la técnica de aplicación del bloqueo, la dosificación y el seguimiento de los pacientes en futuros estudios.

Limitaciones

Nuestro estudio consta de ciertas limitaciones. El tamaño de la muestra de treinta y cinco pacientes por grupo proporciona un análisis adecuado para este estudio, pero un número mayor de pacientes podría haber aumentado el poder estadístico y la precisión de los resultados, especialmente al considerar su variabilidad individual.

La utilización de la EVA se realizó en un único momento, a las ocho horas postoperatorias, en lugar de promediar varias mediciones a lo largo del tiempo. Esto limita el valor representativo del registro, ya que un solo punto de medición puede no reflejar con precisión la experiencia del dolor a lo largo del postoperatorio. Además, el consumo de analgésicos se evaluó solo durante las primeras veinticuatro horas postoperatorias, lo que impide sacar conclusiones sobre la necesidad de opioides a largo plazo, o sobre la recuperación funcional en un período más prolongado.

En cuanto a la comparación con el grupo control, este solo consistió en pacientes que no recibieron ningún bloqueo. Aunque este grupo es útil, sería ideal haber comparado el PENG con un grupo placebo o con un bloqueo alternativo para establecer con mayor claridad la superioridad o eficacia del bloqueo PENG frente a otros tratamientos.

Otra limitación es que el bloqueo PENG fue administrado por un único anestesista y todas las cirugías fueron realizadas por el mismo equipo quirúrgico. No podemos asegurar que los mismos resultados se obtendrían con profesionales menos experimentados en la realización del bloqueo y el procedimiento quirúrgico. Esta uniformidad en la ejecución puede haber influido en los resultados y la variabilidad en la práctica clínica real podría afectar la reproducibilidad de estos hallazgos.

CONCLUSIÓN

El bloqueo PENG combinado con anestesia subaracnoidea reduce eficazmente el dolor y el uso de opioides en el postoperatorio inmediato de artroscopia de cadera por SFFA, respaldando su inclusión en el manejo multimodal del dolor.

Contribuciones de autores: Conceptualización, Análisis formal, Redacción-borrador original, Redacción-revisión y edición, Administración del proyecto (TV, SC, JI). Metodología (TV, SC). Recopilación de datos/ investigación (SC, JI). Visualización (tablas y figuras) (SC). Supervisión, Recursos/ soporte técnico (TV).

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

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

REFERENCIAS

1. Colvin AC, Harrast J, Harner C. Trends in hip arthroscopy. *J Bone Joint Surg Am.* 2012 Feb;94(4):e23. doi: <https://www.doi.org/10.2106/JBJS.J.01886>.
2. Griffin DR, Dickenson EJ, O'Donnell J, Agricola R, Awan T, Beck M, et al. The Warwick Agreement on femoroacetabular impingement syndrome (FAI syndrome): an international consensus statement. *Br J Sports Med.* 2016 Oct;50(19):1169-1176. doi:<https://www.doi.org/10.1136/bjsports-2016-096743>.
3. Paul RW, Szukics PF, Brutico J, Tjoumakaris FP, Freedman KB. Postoperative multimodal pain management and opioid consumption in arthroscopy clinical trials: a systematic review. *Arthrosc Sports Med Rehabil.* 2021 Dec;4(2):e721-e746. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.asmr.2021.09.011>.
4. Gardner E. The innervation of the hip joint. *Anat Re.* 1948;101:353-371. doi: <https://www.doi.org/10.1002/ar.1091010309>.
5. Barnett JJG, Shakeri S, Agur AMR. Overview of the innervation of the hip joint. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2021 Nov;32(4):745-755. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.pmr.2021.05.009>.
6. Laumonerie P, Dalmas Y, Tibbo ME, Robert S, Durant T, Caste T, et al. Sensory innervation of the hip joint and referred pain: a systematic review of the literature. *Pain Med.* 2021 May;22(5):1149-1157. doi: <https://www.doi.org/10.1093/pm/pnab061>.
7. Pun M, Ng T, Vermeylen K, Tran J. Innervation of the hip joint: implications for regional anaesthesia and image-guided interventional pain procedures. *BJA Educ.* 2024 Jun;24(6):191-202. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.bjae.2024.02.005>.
8. Girón-Arango L, Peng PWH, Chin KJ, Brull R, Perlas A. Pericapsular nerve group (PENG) block for hip fracture. *Reg Anesth Pain Med.* 2018 Nov;43(8):859-863. doi: <https://www.doi.org/10.1097/AAP.0000000000000847>.
9. Bedi A, Kelly BT. Femoroacetabular impingement. *J Bone Joint Surg Am.* 2013 Jan;95(1):82-92. doi: <https://www.doi.org/10.2106/JBJS.K.01219>.
10. Samim M, Youm T, Burke C, Meislin R, Vigdorichik J, Gyftopoulos S. Hip arthroscopy-MRI correlation and differences for hip anatomy and pathology: what radiologists need to know. *Clin Imaging.* 2018 Nov-Dec;52:315-327. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.clinimag.2018.09.005>.
11. Griffin DR, Dickenson EJ, Wall PDH, Achana F, Donovan JL, Griffin J, et al. Hip arthroscopy versus best conservative care for the treatment of femoroacetabular impingement syndrome (UK FASHIoN): a multicentre randomised controlled trial. *Lancet.* 2018 Jun;391(10136):2225-2235. doi: [https://www.doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31202-9](https://www.doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31202-9).
12. Griffin DR, Dickenson EJ, Achana F, Griffin J, Smith J, Wall PD, et al. Arthroscopic hip surgery compared with personalised hip therapy in people over 16 years old with femoroacetabular impingement syndrome: UK FASHIoN RCT. *Health Technol Assess.* 2022 Feb;26(16):1-236. doi: <https://www.doi.org/10.3310/FXII0508>.
13. Heller GZ, Manuguerra M, Chow R. How to analyze the Visual Analogue Scale: myths, truths and clinical relevance. *Scand J Pain.* 2016 Oct;13:67-75. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.sjpain.2016.06.012>.
14. Martin RL, Kivlan BR, Christoforetti JJ, Wolff AB, Nho SJ, Salvo JP Jr, et al. Minimal clinically important difference and substantial clinical benefit values for a pain visual analog scale after hip arthroscopy. *Arthroscopy.* 2019 Jul;35(7):2064-2069. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2019.02.032>.
15. Shaheen PE, Walsh D, Lasheen W, Davis MP, Lagman RL. Opioid equianalgesic tables: are they all equally dangerous? *J Pain Symptom Manage.* 2009 Sep;38(3):409-417. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2009.06.004>.
16. Steinhorsdottir KJ, Awada HN, Dirks J, Stürup J, Winther NS, Kehlet H, et al. Early postoperative recovery after periacetabular osteotomy: a double-blind, randomised single-centre trial of 48 vs. 8mg dexamethasone. *Eur J Anaesthesiol.* 2021 Mar;38(Suppl 1):S41-S49. doi: <https://www.doi.org/10.1097/EJA.0000000000001410>.
17. Smith TC. The lumbar spine and subarachnoid block. *Anesthesiology.* 1968 Jan-Feb;29(1):60-64. doi: <https://www.doi.org/10.1097/0000542-196801000-00019>.
18. Kang LH, Lok WK. [Comparison of hyperbaric and isobaric bupivacaine for spinal anesthesia]. *Ma Zui Xue Za Zhi.* 1985 Dec;23(4):193-198. Chinese.
19. Baker JF, McGuire CM, Byrne DP, Hunter K, Eustace N, Mulhall KJ. Analgesic control after hip arthroscopy: a randomised, double-blinded trial comparing portal with intra-articular infiltration of bupivacaine. *Hip Int.* 2011 May-Jun;21(3):373-377. doi: <https://www.doi.org/10.5301/HIP.2011.8390>.
20. Schaver AL, Mattingly N, Glass NA, Willey MC, Westermann RW. Hip arthroscopy with and without a perineal post: a comparison of early postoperative pain. *Arthroscopy.* 2021 Sep;37(9):2840-2845. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2021.03.045>.
21. Sweeney HJ. Arthroscopy of the hip. Anatomy and portals. *Clin Sports Med.* 2001 Oct;20(4):697-702. doi: [https://www.doi.org/10.1016/s0278-5919\(05\)70279-9](https://www.doi.org/10.1016/s0278-5919(05)70279-9).
22. Imam MZ, Kuo A, Ghassabian S, Smith MT. Progress in understanding mechanisms of opioid-induced gastrointestinal

adverse effects and respiratory depression. *Neuropharmacology*. 2018 Mar;131:238-255. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.neuropharm.2017.12.032>.

23. Kollmorgen R, Umerani M, Gollon J, Fleming D, Lewis B, Harris J, et al. Preoperative pericapsular nerve group block results in less pain, decreased narcotic use, and quicker discharge time than no block in patients who were surgically treated for femoroacetabular impingement syndrome. *Arthrosc Sports Med Rehabil*. 2022 Aug;4(5):e1617-e1621. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.asmr.2022.06.004>.

24. Yusupov A, Fasulo SM, Dávila Castrodad IM, Kraeutler MJ, Scillia AJ. Improved pain and perioperative outcomes after hip

arthroscopy with the pericapsular nerve group block. *Arthroscopy*. 2023 Feb;39(2):293-297. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2022.08.036>.

25. Eppel B, Schneider MM, Gebhardt S, Balcarek P, Sobau C, Wawer Matos J, et al. Pericapsular nerve group block leads to small but consistent reductions in pain between 18 and 24 hours postoperatively in hip arthroscopy for femoroacetabular impingement surgery: a prospective, randomized controlled clinical trial. *Arthroscopy*. 2024 Feb;40(2):373-380. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2023.06.016>.

Pinzamiento femoroacetabular: abordaje diagnóstico y terapéutico

Germán Escribano[✉], Felipe J. Casanova[✉], Juan B. Villarreal-Espinosa[✉],
Fernando Gomez-Verdejo[✉], Jorge Chahla[✉]

Department of Orthopaedics, Rush University Medical Center. Estados Unidos

RESUMEN

El síndrome de pinzamiento femoroacetabular es una afección de la cadera del adulto joven que está caracterizada por la presencia de sobrecrecimiento óseo en el acetábulo y/o cuello femoral que a su vez predisponen a lesión del rodete acetabular (labrum), pérdida de la presión negativa intraarticular, microinestabilidad y posterior desarrollo de artrosis. El desarrollo de técnicas de preservación de la articulación de la cadera ha permitido evitar o enlentecer la progresión de dicha secuencia, así como proporcionar mejoras en la calidad de vida y/o rendimiento deportivo de los pacientes que sufren dicha patología. El presente artículo expone conceptos actuales sobre el diagnóstico y manejo del síndrome de pinzamiento femoroacetabular, y sintetiza los resultados de la artroscopia de cadera en el adulto joven.

Palabras clave: Pinzamiento femoroacetabular, Preservación cadera, PFA, Medicina deportiva
Nivel de evidencia: V. Revisión Narrativa

Femoroacetabular Impingement: Diagnostic and Therapeutic Approach

ABSTRACT

Femoroacetabular impingement syndrome is a condition of the young adult hip characterized by the presence of bony overgrowth in the acetabulum and/or femoral neck, which in turn predisposes to injury of the acetabular labrum, loss of intra-articular negative pressure, microinstability, and subsequent development of osteoarthritis. The development of joint-preserving hip techniques has made it possible to prevent or slow the progression of this sequence, as well as to provide improvements in quality of life and/or athletic performance for patients suffering from this pathology. This article presents current concepts on the diagnosis and management of femoroacetabular impingement syndrome, as well as to summarize the outcomes of hip arthroscopy in young adults.

Keywords: Femoroacetabular impingement, Hip preservation, FAI; Sports medicine
Level of evidence: V. Narrative Review

Autor de correspondencia: Jorge Chahla, jorge.chahla@rushortho.com

Recibido: 27/02/2025 Aceptado: 12/05/2025

DOI: <https://doi.org/10.63403/re.v32i2.405>

Cómo citar: Escribano G, Casanova FJ, Villarreal-Espinosa JB, Gomez-Verdejo F, Chahla J. Pinzamiento femoroacetabular: abordaje diagnóstico y terapéutico. Relart 2025;32(2): 154-163.

INTRODUCCIÓN

Inicialmente descrito por Ganz *et al.*,¹ y posteriormente clasificado según los criterios de Warwick en 2016,² el síndrome de pinzamiento femoroacetabular (PFA) es una entidad caracterizada por producir dolor en la región inguinal y restricción del rango de movimiento de la cadera en la exploración física. En estos pacientes, las pruebas complementarias suelen mostrar hallazgos radiográficos de sobrecrecimiento óseo en el margen acetabular y/o en el cuello femoral.²⁻⁴ Se ha demostrado que este síndrome es responsable del dolor de cadera en el 61 % de los pacientes con afectación de la articulación coxofemoral.³

El sobrecrecimiento en el margen acetabular se conoce como morfología tipo Pincer, mientras que la falta de esfericidad en el cuello femoral define la morfología tipo Cam, predominante en mujeres de mediana edad y en jóvenes activos, respectivamente.⁵ La forma combinada, en la que coexisten ambos patrones, es la más común y se presenta en el 45-85 % de los casos (Fig. 1).^{3,4} Estas alteraciones óseas pueden ser focales o globales y predisponen a la compresión del labrum acetabular y el cartílago articular, lo que genera el inicio de una cascada de deterioro progresivo que, sin un manejo adecuado, puede terminar en artrosis a edades tempranas.^{4,6}

Actualmente, hay estudios que defienden que el desarrollo de la morfología tipo Cam está relacionado con el inicio a edades tempranas de la práctica de deportes de alto impacto articular, debido al estrés repetitivo que se genera sobre la fisis o placa de crecimiento aún abierta.^{3,4,6,7} Entre los deportes con mayor incidencia de PFA se encuentran el básquet, el hockey y el fútbol.⁸ Además, estudios emergentes han identificado otros factores predisponentes, como antecedentes genéticos, traumatismos previos u otras patologías de cadera de la edad pediátrica (enfermedad de Legg-Calvé-Perthes, epifisiólisis de la cabeza femoral, displasia del desarrollo de cadera) en el desarrollo de esta patología.⁹⁻¹¹ Recientemente se ha descubierto que las alteraciones en el eje columna-cadera, como la inclinación pélvica anterior o el aumento de la

retroversión acetabular, también juegan un papel clave en la fisiopatología del PFA, habiéndose hallado una relación entre estos factores y la morfología tipo Pincer.¹²

El presente artículo expone conceptos actuales sobre el diagnóstico y manejo del síndrome de pinzamiento femoroacetabular, y sintetiza los resultados de la artroscopia de cadera en el adulto joven, debido al aumento progresivo de la incidencia de esta patología (se estima en 54.5 casos por 100000) y a la necesidad de establecer unos criterios de diagnóstico y tratamiento claros.^{6,7} Es importante aclarar que los datos epidemiológicos mostrados en este apartado introductorio corresponden a bibliografía eminentemente estadounidense.

DIAGNÓSTICO

El diagnóstico adecuado de las patologías de cadera es fundamental a causa de la variedad de condiciones que pueden afectar esta articulación, lo que puede generar confusión al identificar el origen del dolor. En particular, el síndrome de pinzamiento femoroacetabular es una afección compleja que requiere un enfoque multidisciplinario en el que se deben integrar un examen físico exhaustivo, pruebas de imagen y la información proporcionada por el paciente.

Examen físico

El examen físico comienza incluso antes de la evaluación directa del paciente, ya que ciertas observaciones iniciales pueden ayudar a descartar patologías. Por ejemplo, la presencia de una marcha de Trendelenburg podría indicar debilidad en los abductores de la cadera, sugiriendo una patología distinta al PFA.¹³ En la anamnesis, es crucial escuchar detenidamente cómo el paciente describe su dolor, cuándo y en qué circunstancias lo experimenta. Una queja común es el dolor que empeora con la permanencia prolongada en posiciones sentadas, lo que se observa especialmente después de viajes largos o en personas que pasan mucho tiempo en esa posición. El paciente también puede señalar el área dolorosa utilizando la mano en

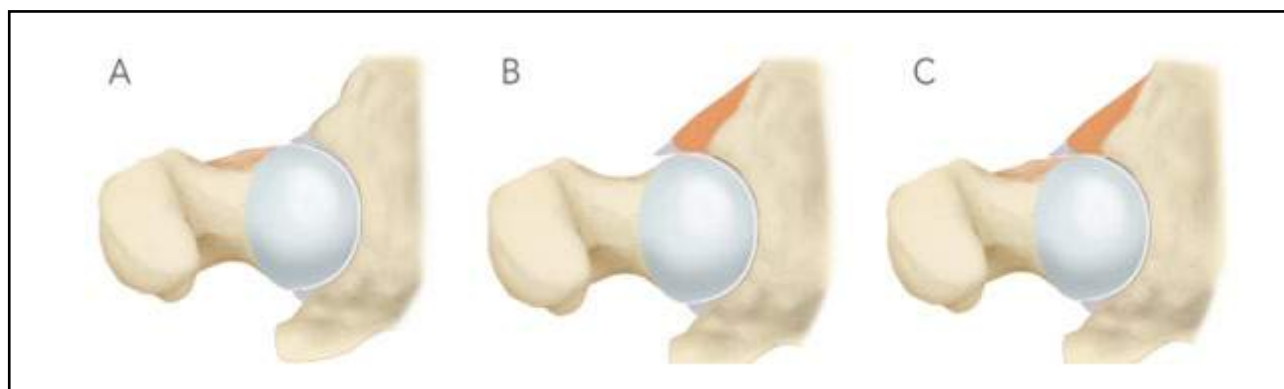


Figura 1. A) Deformidad o morfología tipo Cam. B) Pincer. C) Morfología mixta.

forma de "C" (Fig. 2), cubriendo desde la región lateral del muslo hasta la ingle. Este patrón de referencia del dolor sugiere un origen intraarticular, lo que es altamente indicativo de PFA.¹⁴



Figura 2. El paciente, que presenta dolor debido a la patología mencionada, señala la zona afectada con la mano en forma de "C". Este signo es frecuente en consultas por pinzamiento femoroacetabular.

El examen físico se realiza inicialmente con el paciente en posición supina. Se evalúa la movilidad de la cadera, incluidas flexión, extensión y rotación interna y externa. En las patologías degenerativas de la cadera, se observa una restricción notable de la movilidad, especialmente en la rotación. En el PFA, las deformidades tipo Cam y Pincer suelen limitar principalmente la rotación interna.¹ Además, cuando el rango de movilidad excede los valores normales, se debe considerar la posibilidad de displasia de cadera y evaluar la laxitud articular.

Las maniobras de FADIR (las siglas en inglés para flexión, aducción y rotación interna) y FABER (las siglas en inglés para flexión, abducción y rotación externa) son esenciales en el diagnóstico del PFA. La maniobra de FADIR es la que con mayor frecuencia reproduce el dolor, que típicamente se localiza en la región inguinal, indicando la presencia de pinzamiento y sugiriendo una posible lesión del labrum acetabular, generalmente anterosuperior. Si el dolor se reproduce en la región posterior durante las maniobras de FADIR (Fig. 3A) o FABER (Fig. 3B), se debe considerar una lesión posterior del labrum. Finalmente, es importante descartar inestabilidad realizando una maniobra de extensión máxima, con la que el paciente podría referir malestar o sensación de riesgo de luxación.



Figura 3. A) Maniobra de FADIR, utilizada con alta sensibilidad para diagnosticar el PFA, debido a las localizaciones típicas de las deformidades tipo Cam y Pincer. B) Maniobra de FABER, útil para evaluar las estructuras de la cadera en busca de patologías asociadas al PFA.

Es crucial considerar también diagnósticos diferenciales del PFA, como patologías insercionales de los aductores, lesiones de los abductores, patología degenerativa de cadera o de columna, para mejorar la probabilidad de éxito del tratamiento.

Diagnóstico por imagen

El uso de las imágenes para la cadera es de suma importancia ya que estas serán de gran utilidad para determinar el correcto manejo del paciente, definiendo el tipo de tratamiento entre conservador o quirúrgico.¹⁵ Las tres pruebas de imagen más relevantes son la radiografía, la resonancia magnética y la tomografía computarizada (TAC).

En cuanto a la radiografía, principalmente se utilizan tres proyecciones: anteroposterior de pelvis (Fig. 4A), para evaluar el desgaste articular y la cobertura del acetábulo respecto de la cabeza femoral. El ángulo lateral centro-borde (*lateral center-edge angle*, LCEA, sus siglas en inglés) o ángulo de Wiberg permite determinar si la cobertura es normal o patológica. En este contexto, una cobertura excesiva del acetábulo puede indicar la presencia de una deformidad tipo Pincer, mientras que una cobertura insuficiente podría sugerir displasia de cadera. La proyección denominada “falso perfil” (Fig. 4B) se utiliza para evaluar patologías en la parte anterior del acetábulo. Finalmente, la proyección de Dunn (Fig. 4C) es útil para observar deformidades tipo Cam, y se mide el ángulo alfa para determinar si existe una deformidad en la unión cuello-cabeza del fémur.

La resonancia magnética (Fig. 5) es fundamental en el contexto de PFA para diagnosticar posibles lesiones del labrum y determinar su localización.¹⁶ También pueden ser visualizadas las lesiones del cartilago, como la delaminación asociada a deformidades tipo Cam. Este estudio es útil para valorar el estado

de la articulación, ya que la presencia de edema subcondral indica sufrimiento articular, lo que generalmente se asocia con resultados no satisfactorios tras tratamiento quirúrgico artroscópico. Además, la resonancia magnética es de gran utilidad en el diagnóstico diferencial de otras patologías de cadera previamente mencionadas.

La tomografía computarizada es especialmente útil en la planificación preoperatoria, ya que permite visualizar con mayor claridad las deformidades tipo Cam y Pincer, evaluando su extensión y localización.

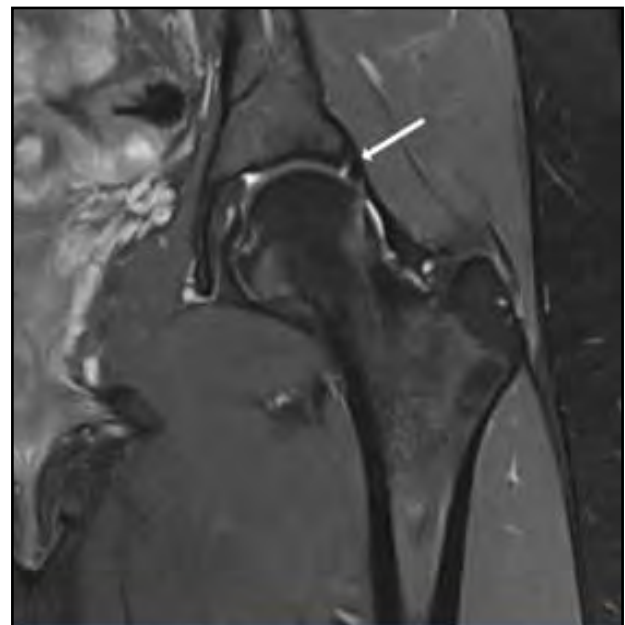


Figura 5. Resonancia magnética de cadera izquierda en corte coronal. Se observa una lesión del labrum indicada por la flecha.



Figura 4. A) Proyección anteroposterior de pelvis con la medición del ángulo lateral centro-borde o de Wiberg, con valores normales entre 25 y 40°. B) Proyección de falso perfil, útil para evaluar lesiones en la parte anterior del acetábulo. C) Proyección de Dunn, en la que se observa el ángulo alfa para detectar lesiones tipo Cam en la unión cuello-cabeza del fémur. Se considera patológico un ángulo superior a 55°.

Finalmente, un estudio emergente en la actualidad es el mapeo tridimensional de la cadera, que faculta medir diversos factores tanto a nivel acetabular como femoral. En la región acetabular, el estudio evalúa el ángulo lateral centro-borde, la versión acetabular, el grado de cobertura y el ángulo de Tönnis. A nivel femoral, es ventajoso para medir el ángulo alfa, la versión femoral y el ángulo del cuello femoral, además de permitir la evaluación de la versión combinada de la articulación de la cadera.

El diagnóstico del PFA requiere un enfoque integral que combine una anamnesis detallada, un examen físico exhaustivo y el uso adecuado de estudios de imagen. La superposición de síntomas con otras patologías de la cadera y de la columna hace que la identificación precisa del PFA sea desafiante, por lo que es esencial realizar una evaluación profunda para garantizar un diagnóstico correcto. La clave está en la identificación precisa de las características clínicas del paciente y la realización de maniobras específicas para diferenciar el PFA de otras posibles causas de dolor en la cadera.

TRATAMIENTO Y RESULTADOS

El abordaje de esta patología debe ser multidisciplinario. Generalmente se inicia con un tratamiento conservador y, en caso de no observarse mejoría de la sintomatología, se recurre a una opción quirúrgica.

Tratamiento conservador

Comúnmente el tratamiento inicial está dirigido a pacientes con clínica leve a moderada de PFA y pruebas complementarias que respalden el diagnóstico, ya que puede proporcionar una clara mejoría de su sintomatología.^{6,17} Se compone básicamente de ejercicios de fisioterapia, modificación de estilo de vida, medicación oral (antiinflamatorios no esteroideos) y/o infiltraciones de la articulación.⁶

En cuanto a la fisioterapia, esta debe estar dirigida a conseguir una movilidad óptima y fortalecer la musculatura que rodea la cadera (glúteos, abductores y rotadores) y el centro. Se busca conseguir una corrección de posibles desequilibrios musculares y mejorar el control motor.⁶ Debe ser una fisioterapia supervisada y adaptada a las necesidades individuales de cada paciente y a su nivel deseado de función. Los hitos del tratamiento incluyen movilización articular, ejercicios terapéuticos, movilidad de tejidos blandos, estiramientos y ejercicios de control motor, además de evitar posiciones que puedan causar pinzamiento. Las sesiones de ejercicio pueden variar en frecuencia y número según el centro de rehabilitación, comenzando bajo la supervisión de un fisioterapeuta experimentado y continuar en centros de rehabilitación o en casa.¹⁸

Un metaanálisis publicado recientemente, que estudiaba el tratamiento fisioterápico como el tratamiento inicial en PFA, concluyó que es importante individualizar cada tratamiento de fisioterapia adaptándolo a las características de cada paciente, y que

añadir ejercicios de fortalecimiento del centro en los programas de rehabilitación era más efectivo en la recuperación que hacer una fisioterapia exclusivamente enfocada a la cadera.⁶

La infiltración de corticosteroides o de sustancias biológicas intraarticulares es un procedimiento relativamente común en el tratamiento del PFA. Los tratamientos biológicos pueden ser autólogos o derivados sintéticos, por ejemplo, el ácido hialurónico. La infiltración de anestésico local de manera aislada se utiliza para el diagnóstico de patología articular de cadera (en este caso PFA) especialmente en los casos en los que el paciente no refiere una clínica clara o se superponen otras patologías, como dolor lumbar o trocántereo que dificultan el diagnóstico. El resto de las infiltraciones se aplican para el tratamiento del dolor, generalmente junto con el tratamiento fisioterápico en pacientes en los que se opta de forma inicial por manejo conservador (Fig. 6).⁵ Dichos pacientes son aquellos que presentan clínica leve/moderada de dolor con las maniobras exploratorias sin gran impedimento para la actividad diaria normal, o bien, pacientes no candidatos a cirugía artroscópica por degeneración articular avanzada como hablaremos más adelante. Actualmente no existe un consenso estandarizado en cuanto a la elección de los diferentes tipos de infiltraciones, puesto que la evidencia científica existente para el tratamiento conservador del PFA es muy variada en resultado. En nuestra práctica clínica habitual, preferimos iniciar el tratamiento con una infiltración de corticosteroide y anestésico local (utilizamos 2.0 ml o 40 mg de acetato de metilprednisolona, 2.0 ml al 1 % de lidocaína y 1.0 ml al 0.5 % de bupivacaína) además del tratamiento fisioterápico personalizado para cada paciente y la correspondiente modificación de la actividad. En caso de que el dolor regrese y el paciente quiera continuar con dicho tratamiento, no recomendamos más corticosteroides. En su lugar, se opta por continuar con inyecciones de plasma rico en plaquetas (PRP, sistema de Arthrex®) y/o ácido hialurónico (empleamos más frecuentemente TriVisc®, Triluron®, Gelsyn®, Monovisc® u Orthovisc®). Nuestra recomendación es administrar una serie de tres inyecciones, una por semana. Las infiltraciones se realizan en consulta, guiadas mediante la utilización de una sonda ecográfica. Este tratamiento se podría repetir cada seis meses.

Tratamiento quirúrgico

En caso de que el tratamiento conservador resultare subóptimo tras un período considerable, se debe plantear la corrección quirúrgica, esta se realiza, en la mayoría de los casos, de forma artroscópica (el objetivo es la preservación de la articulación efectuando reparación de labrum, femoroplastia y/o acetabuloplastia) (Fig. 7).¹⁹ Ante una sintomatología severa que comprometa significativamente la calidad de vida del paciente, puede indicarse tratamiento quirúrgico como primera opción.

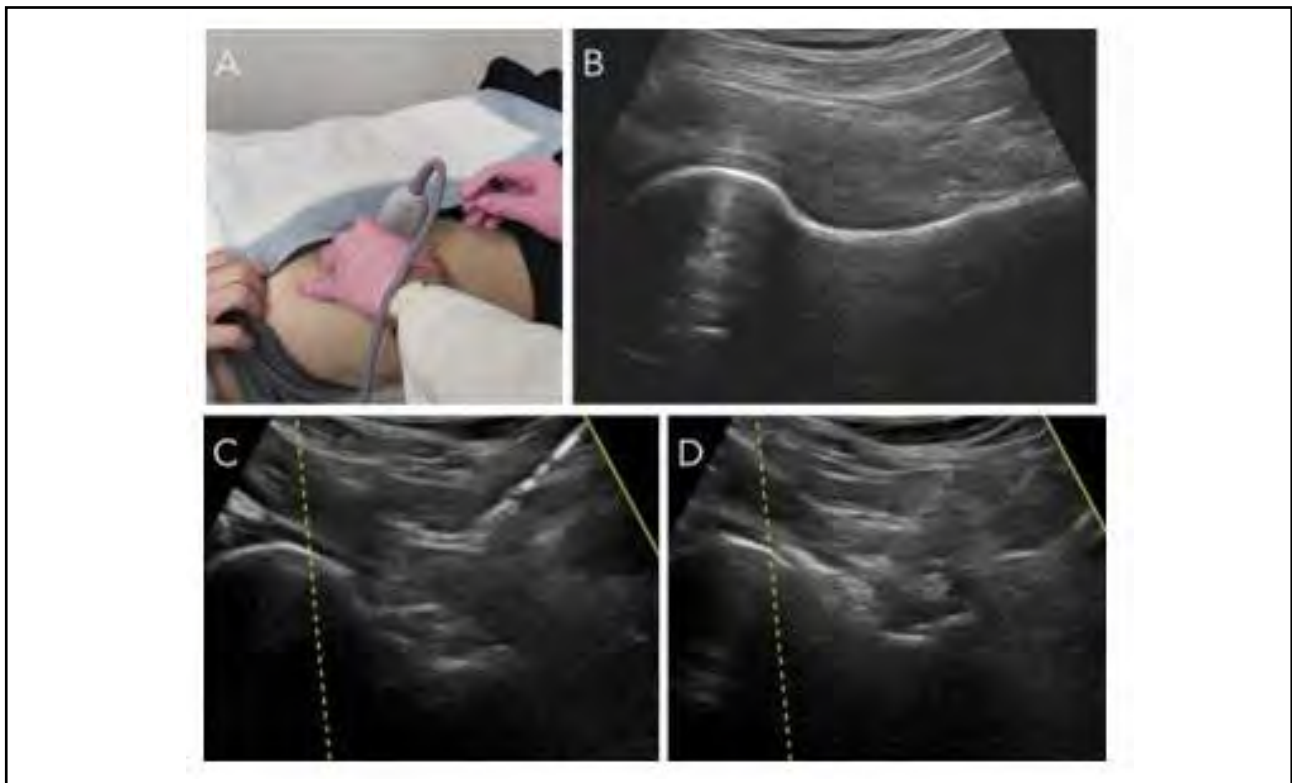


Figura 6. A) Infiltración de cadera ecoguiada. B) Imagen ecográfica de cabeza y cuello femoral. C) Aguja en dirección a cuello femoral proximal. D) Imagen hiperecogénica en cuello y cabeza femoral que indica localización de infiltración.

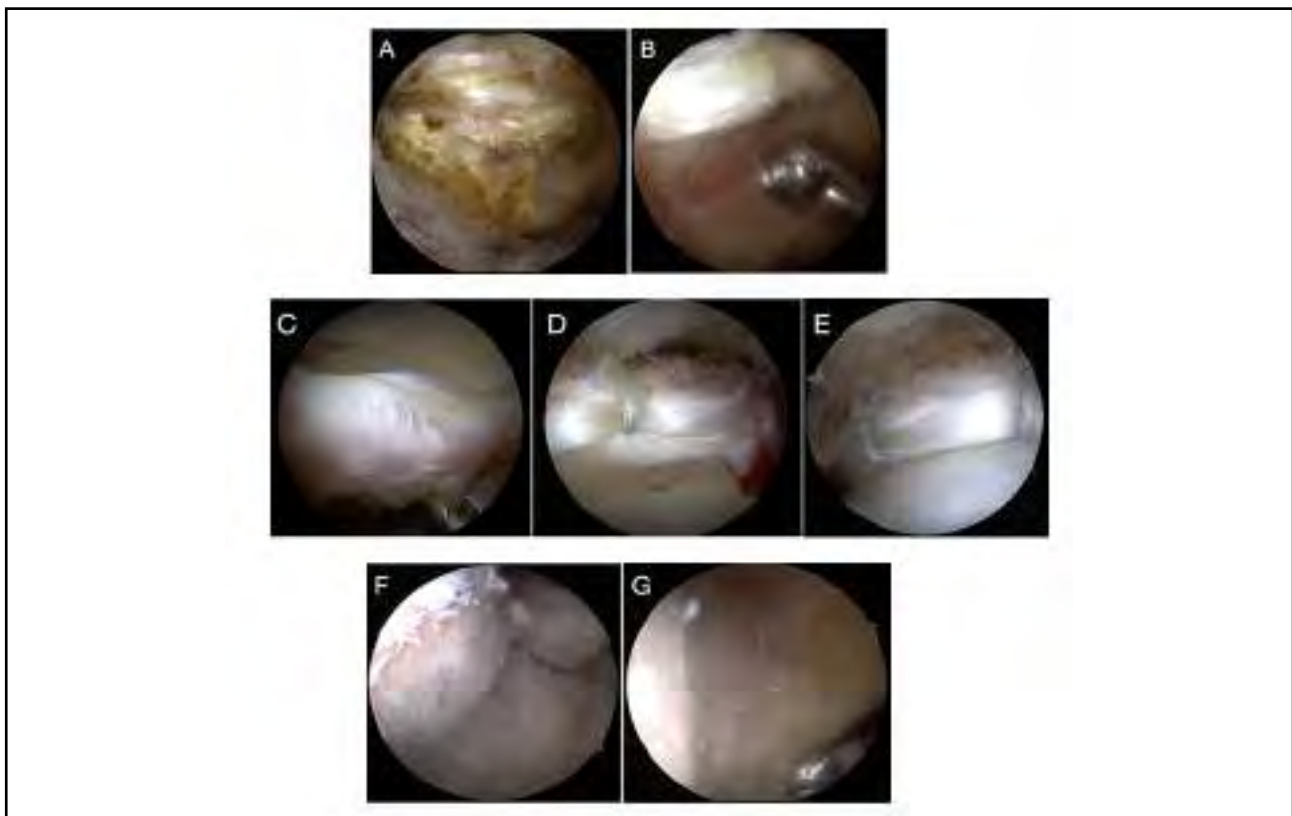


Figura 7. Cirugía de reparación de PFA. A) Morfología tipo Pincer. B) Acetabuloplastia. C) Rotura de labrum, imagen de labrum abombado (*bubble lesion*). D) Reparación de labrum con dos implantes de sutura. E) Adaptación de la cabeza femoral al labrum reparado. F) Morfología tipo Cam. G) Femoroplastia.

En una revisión sistemática que analizaba resultados de pacientes jóvenes y activos con tratamiento fisioterápico frente a tratamiento artroscópico, se evidenció, a corto plazo, la superioridad de este último (mejor control de dolor y mayor ganancia de movilidad). Entre los pacientes no quirúrgicos analizados, el 52 % cruzó a tratamiento quirúrgico destacando la efectividad de la cirugía.¹⁸ Otro metaanálisis publicado mostró que la artroscopia es superior a la fisioterapia en cuanto a mejoras en calidad de vida de los pacientes a corto plazo (doce meses), pero a los veinticuatro meses no se observaron diferencias significativas, haciendo alusión a que se deberían realizar más estudios para determinar su eficacia a largo plazo.²⁰ Sin embargo, recientemente, se han publicado dos estudios con más de diez años de seguimiento en pacientes jóvenes y adultos (>40 años) intervenidos de PFA con reparación de labrum, con un resultado claramente positivo a favor del procedimiento artroscópico. Se destacan la eficacia y durabilidad del tratamiento también a largo plazo.^{21,22} Por lo tanto, la cirugía artroscópica de cadera es un tratamiento que dispone cada vez más evidencia favorable para tratar PFA, evitar daños adicionales al labrum, el cartílago y posiblemente prevenir la progresión a osteoartritis (OA). Ofrece un excelente pronóstico a largo plazo, menor daño en los tejidos blandos y una recuperación más rápida (Fig. 8).¹⁹

Profundizando ligeramente en los puntos clave de la cirugía artroscópica, se prefiere a nivel general la reparación del labrum frente al desbridamiento de la lesión. Es deseable su reparación anatómica mediante anclajes en su posición natural del borde acetabular, con la intención de restaurar la correcta lubricación, distribución de cargas y estabilidad de la articulación. Se ha visto que la mayoría de las lesiones tienen una longitud de

tres horas y que se encuentran en la mayoría de los casos entre las 12 h y las 3 h según un esquema tipo reloj. En los casos de lesiones graves del labrum en los que la reparación no es viable, se han visto buenos resultados con la reconstrucción (Fig. 9) utilizando aloinjerto para reemplazar el sector lesionado.²³

En cuanto a la necesidad de cierre, o no, de la cápsula articular, es un tema que ha creado controversia en la literatura. Hoy en día se ha demostrado que con el correcto cierre capsular se obtienen mejores resultados clínicos postoperatorios, una recuperación más rápida y se evitan complicaciones derivadas de la cirugía, como la inestabilidad coxofemoral.^{24,25} Por otro lado,

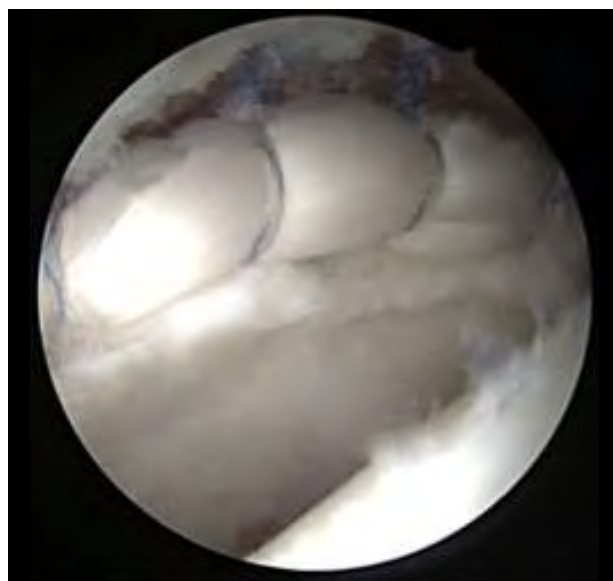


Figura 9. Reconstrucción de labrum con injerto de tibial anterior.

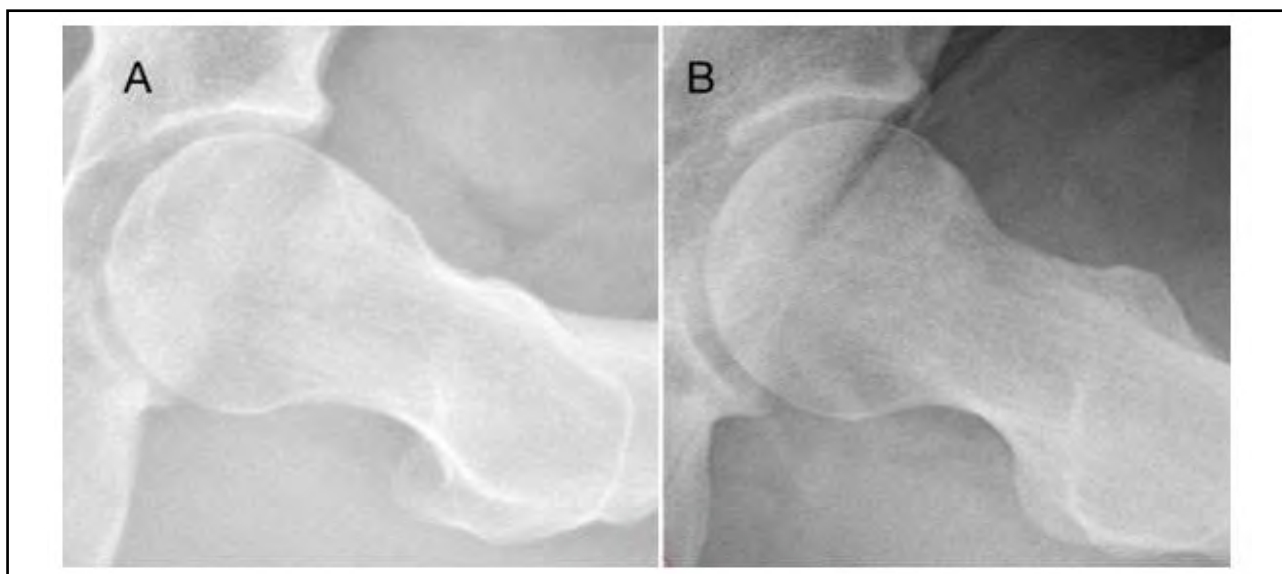


Figura 8. Radiografías. A) Prequirúrgica. B) Postquirúrgica tras femoroplastia artroscópica.

se han desarrollado varios procedimientos adyuvantes para ser utilizados al terminar la cirugía con el objetivo de mejorar los resultados. Son tratamientos biológicos que incluyen, entre otros, infiltración de aspirado de concentrado de médula ósea.⁵ Si bien hoy en día no existe evidencia sólida acerca de su resultado, se ha visto que podría ser beneficioso en cuanto a dolor postoperatorio.^{5,26}

Existen otros procedimientos quirúrgicos, como la luxación abierta o el miniabordaje anterior de cadera para tratar dichas deformidades. Las técnicas abiertas se reservan, por lo general, para deformidades de mayor tamaño en las que la artroscopia pueda resultar dificultosa o insuficiente para la reparación quirúrgica. Aunque todavía hay evidencia científica que respalda la utilización de técnicas abiertas, la artroscopia podría proporcionar mejores resultados en términos de alivio de dolor, calidad de vida y menores tasas de recurrencia.²⁷

Pese a que la evidencia actual es insuficiente para definir el umbral de artritis a partir del cual se presupone que la corrección mediante artroscopia pueda ser insuficiente, un reciente consenso de expertos concluye que los pacientes con un grado Tönnis de 1 o superior, o un espacio articular de 2 mm o menos, son menos propensos a beneficiarse de la artroscopia y serían mejores candidatos a artroplastia total de cadera.¹⁹ Por otro lado, un estudio que analizaba factores que influyen en los resultados clínicos de la artroscopia de cadera concluyó que pacientes con menor edad, mayor alfa y que fueron sometidos a reparación capsular obtuvieron mejoras clínicas más rápido que aquellos sin esos factores. Se observó que pacientes con mayor edad y aquellos que tenían reclamaciones pendientes por compensación laboral tardaban más en el proceso de recuperación.²⁵

En la Tabla 1 se resumen las indicaciones que una reunión de expertos sintetizó ante la necesidad de establecer indicaciones claras para la artroscopia de cadera en pacientes con PFA.¹⁹

Indicaciones de cirugía

- Pacientes sintomáticos con PFA, especialmente aquellos con un espacio articular conservado (grado Tönnis <1) que no hayan respondido a tratamiento conservador. Dolor que empeora la calidad de vida del paciente y/o que interfiere en las actividades de la vida diaria.
- Pacientes jóvenes (<50 años), ya que se ha demostrado que puede prevenir la formación de osteoartritis en el futuro.

Contraindicaciones de cirugía

- Pacientes asintomáticos. No se recomienda cirugía profiláctica para pacientes asintomáticos con deformidades tipo Cam o Pincer, lesión del labrum, etc. No hay evidencia científica que respalde la cirugía en el paciente con un PFA asintomático.
- Pacientes con artritis moderada (grado Tönnis 1 o más), o un espacio articular de 2 mm o menos tienen menos probabilidades de beneficiarse de una cirugía artroscópica y podrían ser mejores candidatos a una artroplastia total de cadera.

CONCLUSIÓN

El síndrome de pinzamiento femoroacetabular es una patología de cadera muy prevalente y cada vez más frecuente en el adolescente y adulto joven. Produce dolor, incapacidad y limitación de la movilidad. El diagnóstico se realiza a partir de signos (disminución de movilidad, sobre todo a la flexión y rotación interna), síntomas (dolor en cadera y región inguinal a la palpación y con el movimiento, dolor irradiado a muslo y rodilla) y pruebas de imagen (deformidad tipo Cam y/o Pincer, ángulo alfa y LCEA patológicos, lesión del labrum en RNM, lesión de cartílago).

La cirugía para PFA está indicada principalmente en el paciente joven con una articulación bien conservada que no ha mejorado con tratamiento conservador. El objetivo es corregir las deformidades óseas para prevenir la aparición o la progresión de la osteoartritis. Aunque la artroscopia es la técnica preferida actualmente, ya que ha demostrado buenos resultados postoperatorios con bajo riesgo de complicaciones, algunas deformidades o casos avanzados pueden requerir procedimientos más invasivos. No se recomienda cirugía para casos asintomáticos o con artritis avanzada. La decisión quirúrgica debe basarse en la severidad de los síntomas, las deformidades morfológicas y la condición articular, con un enfoque personalizado para cada paciente.

Contribuciones de autoría: Conceptualización, escritura del manuscrito, revisión/edición del manuscrito, visualización y supervisión: GE, FC, JBVE, FGV, JC

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.

Tabla 1. Resumen de indicaciones y contraindicaciones más recientes de cirugía artroscópica en PFA

	Indicaciones	Contraindicaciones
Clínica	Pacientes sintomáticos	Asintomáticos
Hallazgos radiológicos	Espacio articular conservado	Artritis moderada
Edad	Pacientes <50 años	

REFERENCIAS

1. Ganz R, Parvizi J, Beck M, Leunig M, Nötzli H, Siebenrock KA. Femoroacetabular Impingement: a cause for osteoarthritis of the hip. *Clin Orthop Relat Res.* 2003;(417):112-120. doi: <https://www.doi.org/10.1097/01.blo.0000096804.78689.c2>.
2. Griffin DR, Dickenson EJ, O'Donnell J, Agricola R, Awan T, Beck M, et al. The Warwick Agreement on femoroacetabular impingement syndrome (FAI syndrome): an international consensus statement. *Br J Sports Med.* 2016 Oct;50(19):1169-1176. doi: <https://www.doi.org/10.1136/bjsports-2016-096743>.
3. Mohammed C, Kong R, Kuruba V, Rai V, Munazzam SW. Outcomes and complications of hip arthroscopy for femoroacetabular impingement syndrome: a narrative review. *J Clin Orthop Trauma.* 2024 Oct 29;58:102797. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jcot.2024.102797>.
4. Kuhns BD, Weber AE, Levy DM, Wuerz TH. The natural history of femoroacetabular impingement. *Front Surg.* 2015 Nov 16;2:58. doi: <https://www.doi.org/10.3389/fsurg.2015.00058>.
5. Park JW, Hwang JM, Yoo JJ. Arthroscopic treatment of femoroacetabular impingement syndrome: an updated review. *Clin Orthop Surg.* 2024;16(4):517-525. doi: <https://www.doi.org/10.4055/cios23307>.
6. Fortier LM, Popovsky D, Durci MM, Norwood H, Sherman WF, Kaye AD. An updated review of femoroacetabular impingement syndrome. *Orthop Rev (Pavia).* 2022 Aug 25;14(3):37513. doi: <https://www.doi.org/10.52965/001c.37513>.
7. Thirumaran AJ, Murphy NJ, Fu K, Hunter DJ. Femoroacetabular impingement – what the rheumatologist needs to know. *Best Pract Res Clin Rheumatol.* 2024 Mar;38(1):101932. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.berh.2024.101932>.
8. Nepple JJ, Vigdorich JM, Clohisy JC. What is the association between sports participation and the development of proximal femoral cam deformity?: a systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2015 Nov;43(11):2833-2840. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546514563909>.
9. Chaudhry H, Ayeni OR. The etiology of femoroacetabular impingement: what we know and what we won't. *Sports Health.* 2014 Mar;6(2):157-161. doi: <https://www.doi.org/10.1177/1941738114521576>.
10. Pollard TC, Villar RN, Norton MR, Fern ED, Williams MR, Murray DW, et al. Genetic influences in the aetiology of femoroacetabular impingement: a sibling study. *J Bone Joint Surg Br.* 2010 Feb;92(2):209-216. doi: <https://www.doi.org/10.1302/0301-620X.92B2.22850>.
11. Hogervorst T, Eilander W, Fikkers JT, Meulenbelt I. Hip Ontogenesis: how evolution, genes, and load history shape hip morphotype and cartilotype. *Clin Orthop Relat Res.* 2012 Dec;470(12):3284-3296. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s11999-012-2511-4>.
12. Banerjee P, McLean CR. Femoroacetabular impingement: a review of diagnosis and management. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2011 Mar 16;4(1):23-32. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s12178-011-9073-z>.
13. Nepple JJ, Prather H, Trousdale RT, Clohisy JC, Beaulé PE, Glyn-Jones S, et al. Clinical Diagnosis of Femoroacetabular Impingement. *Clinical diagnosis of femoroacetabular impingement.* *J Am Acad Orthop Surg.* 2013; 21 Suppl 1:S16-19. doi: <https://www.doi.org/10.5435/JAAOS-21-07-S16>.
14. Maupin JJ, Steinmetz G, Thakral R. Management of femoroacetabular impingement syndrome: current insights. *Orthop Res Rev.* 2019 Aug 27;11:99-108. doi: <https://www.doi.org/10.2147/ORR.S138454>.
15. Randelli F, Nocerino EA, Nicosia L, Ali M, Monti CB, Sardanelli F, et al. Image quality of hip MR arthrography with intra-articular injection of hyaluronic acid versus gadolinium-based contrast agent in patients with femoroacetabular impingement. *Skeletal Radiol.* 2020 Jun;49(6):937-944. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00256-019-03366-y>.
16. Reiman MP, Thorborg K, Goode AP, Cook CE, Weir A, Hölmich P. Diagnostic accuracy of imaging modalities and injection techniques for the diagnosis of femoroacetabular impingement/labral tear: a systematic review with meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2017 Sep;45(11):2665-2677. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546516686960>.
17. Pennock AT, Bomar JD, Johnson KP, Randich K, Upasani VV. Nonoperative management of femoroacetabular impingement: a prospective study. *Am J Sports Med.* 2018 Dec;46(14):3415-3422. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546518804805>.
18. Anzillotti G, Iacomella A, Grancagnolo M, Bertolino EM, Marcacci M, Sconza C, et al. Conservative vs. surgical management for femoroacetabular impingement: a systematic review of clinical evidence. *J Clin Med.* 2022 Oct 2;11(19):5852. doi: <https://www.doi.org/10.3390/jcm11195852>.
19. Parsa A, Domb BG, Parvizi J, Tuncali I, Kobayashi N, Charr O, et al. What are the indications for surgical intervention for patients who have femoroacetabular impingement of the hip? *J Arthroplasty.* 2025 Feb;40 (2 Suppl 1):S154-S155. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arth.2024.10.115>.
20. Ferreira GE, O'Keeffe M, Maher CG, Harris IA, Kwok WS, Peek AL, et al. The effectiveness of hip arthroscopic surgery for the treatment of femoroacetabular impingement syndrome: a systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport.* 2021 Jan;24(1):21-29. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jsams.2020.06.013>.
21. Domb BG, Prabhavalkar ON, Maldonado DR, Perez-Padilla PA. Long-term outcomes of arthroscopic labral treatment of femoroacetabular impingement in adolescents: a nested propensity-matched analysis. *J Bone Joint Surg Am.* 2024 Jun 19;106(12):1062-1068. doi: <https://www.doi.org/10.2106/JBJS.23.00648>.
22. Domb BG, Owens JS, Lall AC, Harris WT, Kuhns BD. Ten-year outcomes in patients aged 40 years and older after primary ar-

throscopic treatment of femoroacetabular impingement with labral repair. *Am J Sports Med.* 2024 Sep;52(11):2740-2749. doi: <https://www.doi.org/10.1177/03635465241270291>.

23. Suarez-Ahedo C, Camacho-Galindo J, López-Reyes A, Martínez-Gómez LE, Pineda C, Domb BG. A comprehensive review of hip arthroscopy techniques and outcomes. *SAGE Open Med.* 2024 Jan 18;12:20503121231222212. doi: <https://www.doi.org/10.1177/20503121231222212>.

24. Jimenez AE, Lee MS, Owens JS, Paraschos OA, Maldonado DR, Domb BG. Competitive athletes who underwent hip arthroscopy with capsular repair showed greater improvement in patient-reported outcome scores compared with those who did not undergo repair. *Arthroscopy.* 2022 Nov;38(11):3030-3040. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2022.04.010>.

25. Ouyang VW, Saks BR, Maldonado DR, Jimenez AE, Ankem HK, Sabetian PW, et al. Younger age, capsular repair, and larger

preoperative alpha angles are associated with earlier achievement of clinically meaningful improvement after hip arthroscopy for femoroacetabular impingement syndrome. *Arthroscopy.* 2022 Jul;38(7):2195-2203. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2021.12.007>.

26. Mullins K, Filan D, Carton P. PRP is not associated with improved outcomes following hip femoroacetabular impingement surgery: very low-quality evidence suggests hyaluronic acid and cell-based therapies may be beneficial—a systematic review of biological treatments. *Arthrosc Sports Med Rehabil.* 2022 Jun 22;4(4):e1557-e1573. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.asmr.2022.05.002>.

27. Ni C, Lin H, Yin H. A meta-analysis of the effectiveness and side effects of hip arthroscopy and open surgical dislocation in the management of femoroacetabular impingement. *BMC Musculoskelet Disord.* 2025 Jan 20;26(1):69. doi: <https://www.doi.org/10.1186/s12891-025-08299-3>.

La Escala de inestabilidad del hombro y retorno al deporte después de una lesión (SIRSI)

Una revisión integral de sus propiedades psicométricas, utilidad clínica y validez predictiva en atletas sometidos a estabilización quirúrgica

Ignacio Pasqualini

Department of Orthopaedic Surgery, Cleveland Clinic. Estados Unidos

RESUMEN

La Escala de inestabilidad del hombro y retorno al deporte después de una lesión (SIRSI, las siglas de su nombre en inglés, Shoulder Instability Return to Sports after Injury) proporciona un método estandarizado para cuantificar la preparación de los atletas para volver a los deportes y respalda un enfoque integral para la toma de decisiones que integra aspectos físicos, funcionales y psicológicos. SIRSI consta de doce preguntas que miden emociones, confianza en rendimiento y evaluación de riesgos. Estudios demuestran que SIRSI posee excelente consistencia interna, confiabilidad test-retest y validez de constructo, discriminando efectivamente entre atletas que regresan exitosamente a los deportes y quienes no lo hacen. Una versión abreviada de cinco ítems (SIRSI-5) muestra propiedades comparables mientras reduce la carga del paciente. Investigaciones destacan la asociación significativa entre puntuaciones SIRSI y resultados de retorno al deporte tras cirugía de inestabilidad del hombro. Atletas con puntuaciones más altas tienen mayor probabilidad de volver a los deportes, recuperar su nivel previo a la lesión y experimentar mejores resultados clínicos. Además, SIRSI se relaciona con el riesgo de inestabilidad recurrente, los atletas no preparados psicológicamente tienen una probabilidad significativamente mayor de experimentar episodios recurrentes. Investigaciones futuras deberían explorar la generalización de SIRSI en diferentes subgrupos de pacientes y técnicas quirúrgicas, investigar su valor predictivo preoperatorio y evaluar intervenciones para mejorar la preparación psicológica.

Esta revisión tiene como objetivo sintetizar la evidencia actual sobre la escala SIRSI, explorando sus propiedades psicométricas, utilidad clínica y validez predictiva en atletas operados por inestabilidad anterior del hombro.

Palabras clave: Inestabilidad del Hombro, Preparación Psicológica, Retorno al Deporte, Escala SIRSI, Inestabilidad Anterior, Estabilización Quirúrgica, Propiedades Psicométricas, Validez Predictiva

Nivel de evidencia: V. Revisión Narrativa

Autor de correspondencia: Ignacio Pasqualini, ignacio.pasqualini@gmail.com

Recibido: 6/05/2025 Aceptado: 15/07/2025

DOI: <https://doi.org/10.63403/re.v32i2.420>

Cómo citar: Pasqualini I. La Escala de Inestabilidad del Hombro y retorno al deporte después de una lesión (SIRSI). Relart 2025;32(2): 164-168.

The Shoulder Instability Return to Sports After Injury (SIRSI) Scale.

A Comprehensive Review of Its Psychometric Properties, Clinical Utility, and Predictive Validity in Athletes Undergoing Surgical Stabilization

ABSTRACT

The Shoulder Instability Return to Sports after Injury (SIRSI) scale assesses athletes' psychological readiness to return to sports (RTS) following surgical treatment of anterior shoulder instability. Adapted from the ACL-RSI scale, SIRSI consists of twelve questions evaluating emotions, performance confidence, and risk assessment. Studies demonstrate SIRSI's excellent internal consistency, test-retest reliability, and construct validity, effectively discriminating between athletes who successfully return to sports and those who don't. A shortened five-item version (SIRSI-5) shows comparable properties while reducing patient burden. Research consistently reveals significant associations between SIRSI scores and RTS outcomes after shoulder instability surgery. Athletes with higher scores are more likely to return to sports, regain pre-injury performance levels, and experience better clinical outcomes. Additionally, the SIRSI scale correlates with recurrent instability risk, with psychologically unprepared athletes showing significantly higher recurrence rates. The scale provides a standardized method to quantify psychological readiness and supports comprehensive RTS decision-making that integrates physical, functional, and psychological aspects. Future research should explore SIRSI's generalizability across different patient subgroups and surgical techniques, investigate its preoperative predictive value, and evaluate interventions aimed at improving psychological readiness. Incorporating SIRSI into clinical practice helps identify athletes who may benefit from additional psychological support, optimizing RTS rates and long-term outcomes after shoulder instability surgery.

This review aims to synthesize the current evidence on the SIRSI scale, exploring its psychometric properties, clinical utility, and predictive validity in athletes undergoing surgery for anterior shoulder instability.

Keywords: Shoulder Instability, Psychological Readiness, Return to Sports, SIRSI Scale, Anterior Instability, Surgical Stabilization, Psychometric Properties, Predictive Validity

Level of Evidence: V. Narrative Review

INTRODUCCIÓN

La inestabilidad anterior del hombro es una patología común, especialmente entre los atletas que participan en deportes de contacto y colisión. El tratamiento quirúrgico, como la reparación artroscópica de Bankart y el procedimiento de Latarjet, a menudo es necesario para restaurar la estabilidad y permitir el retorno a los deportes (RTD). Sin embargo, las tasas de RTD reportadas después de estos procedimientos varían considerablemente en la literatura, desde el 48% hasta el 100%.^{1,2} Si bien los factores físicos, como el tipo de cirugía, los protocolos de rehabilitación y las condiciones preexistentes pueden influir en el RTD, existe un reconocimiento creciente del papel significativo que desempeñan los aspectos psicológicos en la decisión y capacidad de un atleta para reanudar la participación deportiva después de una cirugía de inestabilidad del hombro.³⁻⁵

Para cuantificar la preparación psicológica de un atleta para RTD después de la inestabilidad del hombro, Gerometta *et al.*⁶ desarrollaron y validaron en 2018 la Escala de inestabilidad del hombro y retorno al deporte después de una lesión (SIRSI, las siglas por su nombre en inglés: Shoulder Instability Return to Sports after Injury). La SIRSI se adaptó de la escala ACL-RSI ampliamente utilizada para lesiones del ligamento cruzado anterior.⁷ Consta de doce preguntas que evalúan las emociones, la confianza en el rendimiento y el análisis de riesgos. Los puntajes van

de 0 a 100: los más altos indican una mayor preparación psicológica.⁶

Desde su introducción, la escala SIRSI se ha utilizado cada vez más para evaluar la preparación psicológica en atletas sometidos a cirugía de inestabilidad del hombro. Sus propiedades psicométricas, utilidad clínica y asociación con los resultados de RTD se han investigado en varias poblaciones. Además, se ha desarrollado una versión corta de cinco ítems (SIRSI-5) para reducir la carga del paciente manteniendo la validez.⁸

Esta revisión tiene como objetivo resumir el conocimiento actual sobre la escala SIRSI, su papel en la evaluación de la preparación psicológica y su relación con los resultados de RTD y las tasas de recurrencia después de la estabilización quirúrgica de la inestabilidad anterior del hombro.

Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos PubMed, Scopus y Google Scholar, utilizando términos como "SIRSI scale", "shoulder instability", "return to sport", "psychological readiness", y "outcomes". Se incluyeron estudios publicados en inglés y español entre 2010 y 2024 que analizaran la escala SIRSI, sus propiedades psicométricas y su relación con el retorno al deporte. Se priorizó la inclusión de artículos originales, revisiones sistemáticas y estudios longitudinales con datos clínicos relevantes. Esta estrategia permitió una síntesis crítica y actualizada de la evidencia disponible.

PROPIEDADES PSICOMÉTRICAS Y ESTRUCTURA FACTORIAL

La escala SIRSI original de doce ítems demostró excelentes propiedades psicométricas en el estudio de validación inicial de Gerometta *et al.*⁶ Mostró una alta consistencia interna (α de Cronbach = 0.96) y una excelente confiabilidad test-retest (coeficiente de correlación intraclass = 0.93). La escala se correlacionó fuertemente con el Índice de Inestabilidad del Hombro de Western Ontario ($r > 0.50$), lo que indica una buena validez de constructo. Se encontró que un puntaje $\geq 60^9$ discriminaba entre los atletas que regresaron a los deportes y los que no lo hicieron.⁶ Estudios posteriores han examinado más a fondo la estructura factorial y la validez de la escala SIRSI. Olds y Webster⁹ identificaron cuatro factores distintos: confianza en el rendimiento, miedo y riesgo de relesión, emociones y rehabilitación/cirugía. Señalaron que el miedo y el riesgo de relesión formaban un aspecto separado de la preparación psicológica en comparación con otras emociones. En un estudio de ochenta atletas, Hurley *et al.*¹⁰ informaron puntajes SIRSI promedio de 68.9 en aquellos que regresaron a los deportes versus 39.8 en los que no lo hicieron, reforzando la validez discriminante de la escala.

El desarrollo del SIRSI-5 por Pasqualini *et al.*⁸ tuvo como objetivo proporcionar una herramienta más concisa con menos carga para el paciente. La versión corta mantuvo una buena consistencia interna (α de Cronbach = 0.82) y una alta correlación con el SIRSI-12 ($r = 0.98$). Se construyó utilizando un factor subyacente que representaba el 60 % de la varianza. El SIRSI-5 demostró una excelente capacidad predictiva para RTD (área bajo la curva característica operativa del receptor [AUC] = 0.84) y retorno al nivel previo a la lesión (AUC = 0.95), con puntajes de corte de 54 y 59, respectivamente.⁸

RELACIÓN CON LOS RESULTADOS DEL RETORNO A LOS DEPORTES

Varios estudios han investigado la asociación entre los puntajes SIRSI y los resultados de RTD después de la cirugía de inestabilidad del hombro. En un estudio de cohorte prospectivo, Rossi *et al.*¹¹ encontraron que los atletas que regresaron a los deportes y aquellos que lo hicieron a su nivel previo a la lesión tenían puntajes SIRSI significativamente más altos que aquellos que no lo hicieron (60.9 vs. 38.1 y 70 vs. 40, respectivamente; $p < 0.001$). Un aumento de 10 puntos en el puntaje SIRSI se asoció con 2.9 veces más probabilidades de regresar a los deportes y 11.7 veces más probabilidades de hacerlo al nivel previo a la lesión.¹¹ De manera similar, Bohu *et al.*¹² informaron que el 73 % de los atletas pudieron RTD dentro de los ocho meses posteriores al procedimiento de Latarjet, y los puntajes SIRSI y Rowe preoperatorios predictores fueron significativos. Un puntaje SIRSI preoperatorio > 56 se asoció con una probabilidad 5.5 veces mayor de RTD. En una revisión sistemática centrada en el procedimiento de Latarjet, Paul *et al.*¹³ encontraron que los atletas que regresaron

con éxito a los deportes tenían puntajes SIRSI postoperatorios más altos en comparación con los que no lo hicieron (73.2 vs. 41.5).

La utilidad de la escala SIRSI se extiende más allá de la predicción de las tasas de RTD. Pasqualini *et al.*¹⁴ demostraron que los atletas que no estaban psicológicamente preparados, según los puntajes SIRSI-5, tenían peores resultados clínicos, con menos pacientes logrando mejoras clínicamente significativas en el dolor y la función. La preparación psicológica fue el predictor independiente más fuerte de los resultados postoperatorios, incluso al tener en cuenta otros factores como la edad, el sexo, el tipo de deporte y los puntajes preoperatorios.¹⁴

IMPORTANCIA DE LOS FACTORES PSICOLÓGICOS

La influencia de los factores psicológicos en el RTD después de la cirugía de inestabilidad del hombro es multifacética. El miedo a la relesión se ha identificado consistentemente como una barrera importante, informada por el 49-74 % de los atletas que no regresan a los deportes.^{4,5,13} Los cambios en las prioridades, la pérdida de interés y los factores del estilo de vida también son razones comúnmente citadas.^{5,13}

Los estudios cualitativos han proporcionado información sobre los complejos desafíos psicológicos que enfrentan los atletas. Tjong *et al.*¹⁵ encontraron que el miedo a las redislocaciones, los cambios en las prioridades y las fluctuaciones en los niveles de confianza a lo largo del tiempo eran temas prevalentes que afectaban las decisiones de RTD. Los atletas expresaron aprensión inicial y miedo a la relesión al regresar, que algunos pudieron superar, mientras que otros no.

El momento de la evaluación de la preparación psicológica también puede ser relevante. Hurley *et al.*,¹⁰ en un estudio previo al de Gerometta *et al.*,⁶ notaron que los puntajes SIRSI eran más bajos en los atletas que acababan de regresar a los deportes (media de diez semanas después de la cirugía) en comparación con los evaluados mucho más tarde (media de cincuenta y una semanas). Esto sugiere que la preparación psicológica puede mejorar con el tiempo a medida que los atletas se reintegran con éxito a los deportes sin episodios de inestabilidad recurrente.

TASAS DE RECURRENCIA Y PREPARACIÓN PSICOLÓGICA

Además de influir en las tasas de RTD y los resultados clínicos, la preparación psicológica se ha relacionado con el riesgo de inestabilidad recurrente después de la estabilización quirúrgica. Rossi *et al.*¹⁴ encontraron que los atletas que no estaban psicológicamente preparados según los puntajes SIRSI tenían una tasa de recurrencia significativamente más alta en comparación con aquellos que sí estaban preparados (19.5 % vs. 3.7%; $p = 0.002$). No estar psicológicamente preparado se asoció con una probabilidad de recurrencia 11.7 veces mayor, incluso después de ajustar por posibles factores de confusión.¹⁴ Utilizando un puntaje de corte SIRSI de 51.5, los autores determinaron que

los atletas que puntuaban por debajo de este umbral tenían siete veces más probabilidades de experimentar inestabilidad recurrente. Propusieron que este punto de corte podría servir como una “bandera roja” para identificar a los atletas con mayor riesgo e implementar intervenciones específicas para mitigar la recurrencia.¹⁴ Estos hallazgos resaltan el papel potencial de la preparación psicológica no solo para facilitar un RTD exitoso, sino también para promover la estabilidad del hombro a largo plazo. En estos casos, se recomienda considerar la implementación de estrategias de intervención psicológica individualizadas, tales como terapia cognitiva-conductual, técnicas de visualización, educación sobre el riesgo de relesión y establecimiento de metas. Estas intervenciones pueden facilitar la recuperación emocional, mejorar la confianza del atleta y, potencialmente, optimizar tanto el retorno al deporte como los resultados funcionales.

LIMITACIONES Y DIRECCIONES FUTURAS

Si bien la escala SIRSÍ ha mostrado ser prometedora para evaluar la preparación psicológica y predecir los resultados después de la cirugía de inestabilidad del hombro, deben reconocerse algunas limitaciones. La mayoría de los estudios se han realizado en poblaciones específicas, como atletas de contacto, o aquellos sometidos a ciertos procedimientos quirúrgicos (por ejemplo, Latarjet). La generalización de los puntajes de corte SIRSÍ y su capacidad predictiva pueden variar entre diferentes subgrupos de pacientes y técnicas quirúrgicas. Además, la mayoría de las investigaciones se han centrado en la evaluación postoperatoria de la preparación psicológica.

El valor de los puntajes SIRSÍ preoperatorios para predecir resultados y orientar el asesoramiento al paciente merece una mayor investigación. Los estudios longitudinales con mediciones SIRSÍ repetidas en diferentes puntos de tiempo podrían proporcionar una comprensión más completa de cómo evoluciona la preparación psicológica a lo largo del proceso de recuperación.

Las investigaciones futuras también deberían explorar la efectividad de las intervenciones destinadas a mejorar la preparación psicológica en los atletas sometidos a cirugía de inestabilidad del hombro. Las estrategias potenciales incluyen educación, establecimiento de metas, técnicas de visualización y terapia cognitiva-conductual. La incorporación del apoyo psicológico, junto con la rehabilitación física, puede optimizar las tasas de RTD y los resultados clínicos.

CONCLUSIÓN

La escala SIRSÍ es una herramienta válida y confiable para evaluar la preparación psicológica para RTD después de la cirugía de inestabilidad del hombro. Ha demostrado fuertes propiedades psicométricas, con buena consistencia interna y validez predictiva para los resultados de RTD tanto en las versiones de doce como de cinco ítems. Los puntajes SIRSÍ más altos se

asocian con mayores tasas de RTD, mejor retorno al nivel previo a la lesión, mejores resultados clínicos y menores tasas de recurrencia. Los factores psicológicos juegan un papel sustancial en la capacidad y decisión de un atleta de RTD después de la estabilización quirúrgica. El miedo a la relesión, los cambios en las prioridades y los niveles de confianza son determinantes clave que deben abordarse junto con la rehabilitación física.

La escala SIRSÍ proporciona un método estandarizado para cuantificar la preparación psicológica e identificar a los atletas que pueden beneficiarse de intervenciones específicas. Si bien la escala es una herramienta valiosa, no debe usarse de forma aislada para determinar la preparación para RTD, es necesaria una evaluación integral que incorpore aspectos físicos, funcionales y psicológicos para la toma de decisiones compartida entre el atleta, el cirujano y el equipo de rehabilitación.

Las investigaciones futuras deberían centrarse en perfeccionar la utilidad de la escala en diferentes poblaciones, explorar aplicaciones preoperatorias y desarrollar estrategias efectivas para mejorar la preparación psicológica y optimizar los resultados después de la cirugía de inestabilidad del hombro.

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

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

REFERENCIAS

1. Abdul-Rassoul H, Galvin JW, Curry EJ, Simon J, Li X. Return to sport after surgical treatment for anterior shoulder instability: a systematic review. *Am J Sports Med.* 2019 May;47(6):1507-1515. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546518780934>.
2. Ialenti MN, Mulvihill JD, Feinstein M, Zhang AL, Feeley BT. Return to play following shoulder stabilization: a systematic review and meta-analysis. *Orthop J Sports Med.* 2017 Sep;5(9):2325967117726055. doi: <https://www.doi.org/10.1177/2325967117726055>.
3. Nwachukwu BU, Adjei J, Rauck RC, et al. How much do psychological factors affect lack of return to play after anterior cruciate ligament reconstruction? a systematic review. *Orthop J Sports Med.* 2019 May;7(5):2325967119845313. doi: <https://www.doi.org/10.1177/2325967119845313>.
4. Tjong VK, Devitt BM, Murnaghan ML, Ogilvie-Harris DJ, Theodoropoulos JS. A qualitative investigation of return to sport after arthroscopic bankart repair: beyond stability. *Am J Sports Med.* 2015 Aug;43(8):2005-2011. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546515590222>.
5. Rossi LA, Tanoira I, Brandariz R, Pasqualini I, Ranalletta M. Reasons why athletes do not return to sports after

- arthroscopic Bankart repair: a comparative study of 208 athletes with minimum 2-year follow-up. *Orthop J Sports Med.* 2021 Jul;9(7):23259671211013394. doi:<https://www.doi.org/10.1177/23259671211013394>.
6. Gerometta A, Klouche S, Herman S, Lefevre N, Bohu Y. The Shoulder Instability-Return to Sport after Injury (SIRSI): a valid and reproducible scale to quantify psychological readiness to return to sport after traumatic shoulder instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018;26(1):203-211. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00167-017-4645-0>.
7. Webster KE, Feller JA, Lambros C. Development and preliminary validation of a scale to measure the psychological impact of returning to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Phys Ther Sport.* 2008 Feb;9(1):9-15. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.ptsp.2007.09.003>.
8. Pasqualini I, Rossi LA, Brandariz R, Tanoira I, Fuentes N, Ranalletta M. The short, 5-Item shoulder instability-return to sport after injury score performs as well as the longer version in predicting psychological readiness to return to sport. *Arthroscopy.* 2023 May;39(5):1131-1138.e1. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2022.10.010>.
9. Olds M, Webster KE. Factor structure of the shoulder instability return to sport after injury scale: performance confidence, reinjury fear and risk, emotions, rehabilitation and surgery. *Am J Sports Med.* 2021 Aug;49(10):2737-2742. doi: <https://www.doi.org/10.1177/03635465211024924>.
10. Hurley ET, Davey MS, Mojica ES, Montgomery C, Gaafar M, Jazrawi LM, et al. Analysis of patients unable to return to play following arthroscopic Bankart repair. *Surgeon.* 2022 Aug;20(4):e158-e162. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.surge.2021.06.005>.
11. Rossi LA, Pasqualini I, Brandariz R, Fuentes N, Fieiras C, Tanoira I, et al. Relationship of the SIRSI score to return to sports after surgical stabilization of glenohumeral instability. *Am J Sports Med.* 2022 Oct;50(12):3318-3325. doi: <https://www.doi.org/10.1177/03635465221118369>.
12. Bohu Y, Abadie P, van Rooij F, Nover L; Société Française de Traumatologie du Sport; Berhouet J, et al. Latarjet procedure enables 73% to return to play within 8 months depending on preoperative SIRSI and Rowe scores. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2021;29(8):2606-2615. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00167-021-06475-1>.
13. Paul RW, Perez AR, Windsor JT, Osman A, Romeo AA, Erickson BJ. Analysis of reasons for failure to return to sport after Latarjet surgery: a systematic review. *J Shoulder Elbow Surg.* 2024 Jul;33(7):1642-1649. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jse.2023.11.006>.
14. Pasqualini I, Rossi LA, Hurley ET, Turan O, Tanoira I, Ranalletta M. Shoulder instability-return to sports after injury scale shows that lack of psychological readiness predicts outcomes and recurrence following surgical stabilization. *Arthroscopy.* 2024 Dec;40(12):2815-2824. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2024.04.030>.
15. Tjong VK, Devitt BM, Murnaghan ML, Ogilvie-Harris DJ, Theodoropoulos JS. A qualitative investigation of return to sport after arthroscopic Bankart repair: beyond stability. *Am J Sports Med.* 2015 Aug;43(8):2005-2011. doi:<https://www.doi.org/10.1177/0363546515590222>.

Injuria arterial severa asociada a la obtención de injertos isquiotibiales autólogos en la reconstrucción artroscópica de ligamento cruzado anterior

Eliseo J. Firman^{id}, Adrián N. Sirio^{id}, Eduardo M. Río^{id}

Grupo Médico Teuos. Argentina

RESUMEN

Se presenta el caso de una lesión en una rama de la arteria poplítea ocurrida durante la obtención de injertos isquiotibiales en una reconstrucción de ligamento cruzado anterior (LCA). La complicación requirió una embolización de urgencia, asistencia en unidad de terapia intensiva (UTI) con transfusiones sanguíneas y una cirugía de descompresión por síndrome compartimental.

Palabras clave: Lesión Arterial, Síndrome Compartimental, Ramas de la Arteria Poplítea, Hemorragia, Reconstrucción de LCA

Nivel de evidencia: V. Reporte de Caso

Severe Arterial Injury Associated with Obtaining Autologous Hamstring Grafts in Anterior Cruciate Ligament Arthroscopic Reconstruction

ABSTRACT

We report a case involving an injury to a branch of the popliteal artery that occurred during hamstring graft harvesting for anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction. The complication required emergency embolization, intensive care unit (ICU) support with blood transfusion, and decompressive surgery due to compartment syndrome.

Keywords: Arterial Injury, Compartment Syndrome, Branches of the Popliteal Artery, Hemorrhage, ACL Reconstruction

Level of evidence: V. Case Report

Autor de correspondencia: Eliseo J. Firman, eliseofirman@yahoo.com.ar

Recibido: 6/12/2024 Aceptado: 6/05/2025

DOI: <https://doi.org/10.63403/rev.32i2.382>

Cómo citar: Firman EJ, Sirio AN, Río EM. Injuria arterial severa asociada a la obtención de injertos isquiotibiales autólogos en la reconstrucción artroscópica de ligamento cruzado anterior. Relart 2025;32(2): 169-176.

INTRODUCCIÓN

La arteria poplítea es la continuación de la arteria femoral y desciende lateralmente a la fosa intercondílea, finalizando cerca del borde inferior del músculo poplíteo. En ese punto, se bifurca en arteria tibial anterior y arteria tibial posterior. La arteria peronea, por su parte, nace de la arteria tibial posterior a 2.5 cm debajo del músculo poplíteo.¹ Se denomina arteria colateral² a aquella rama de una arteria principal que discurre en forma paralela a su tronco madre y se interconecta con otra arteria principal o con el mismo tronco original.

Según la clasificación angiográfica de Kim y cols.^{3,4} sobre variaciones anatómicas en arteria poplítea, en el tipo 1 la ramificación comienza por debajo del platillo tibial; en el tipo 2 una de las ramas surge por encima del platillo tibial, y en el tipo 3 implica hipoplasia o aplasia de vasos.

Un pseudoaneurisma o aneurisma falso se define como una dilatación secundaria a la rotura de la pared arterial que no compromete las tres capas de la arteria, a diferencia de los aneurismas verdaderos en los que existe una dilatación que afecta todas las capas de la pared de la arteria.^{5,6}

El síndrome compartimental representa una de las complicaciones más devastadoras en la cirugía ortopédica: generalmente es provocado por edema traumático o por sangrado interno, lo que compromete la circulación arteriolar dentro de un compartimento osteofascial cerrado “no elástico”, conduciendo a la isquemia tisular y causando daños irreversibles en la vitalidad muscular y nerviosa.

Las clásicas “5 P” (*pain, pallor, pulselessness, paresthesia, paralysis*) ya no son consideradas criterios adecuados para un diagnóstico temprano del síndrome compartimental, y cuando ya hay presencia de estos signos es porque se ha llegado a la instancia de un daño irreversible asociado a necrosis tisular. Ante la sospecha clínica de un síndrome compartimental en fase incipiente se debe actuar, sin demora, descomprimiendo mediante fasciotomía descompresiva.

En nuestro caso, no se contaba con los medios para medir la presión intracompartimental. Ante un cuadro clínico sugestivo –dolor intenso, inflamación marcada, e imposibilidad de palpar el pulso–, en el contexto de un sangrado interno activo dentro del compartimento, se decidió realizar una fasciotomía de los cuatro compartimentos de la pierna con el objetivo de evitar la progresión del daño y preservar la viabilidad de los tejidos.

La artroscopia es un procedimiento mínimamente invasivo que ofrece numerosas ventajas: bajo índice de sangrado e infección, tiempos quirúrgicos reducidos y daño mínimo a los tejidos blandos. La lesión arterial en este procedimiento es extremadamente infrecuente. La lesión vascular en la reconstrucción aislada de LCA representa menos del 1 % de todas las complicaciones en esta cirugía,⁶⁻¹⁰ y el síndrome compartimental, como consecuencia de ello, constituye una complicación absolutamente infrecuente, por

lo tanto, es importante contar con información clara sobre su posible evolución clínica y opciones terapéuticas.

Presentamos este caso en el que, al obtener injertos isquiotibiales para la reconstrucción artroscópica del LCA, se produjo una laceración de una rama de la arteria poplítea. Esto derivó en la formación de un pseudoaneurisma y posterior sangrado activo con hipovolemia, lo que desencadenó un síndrome compartimental del miembro inferior.

PRESENTACIÓN DEL CASO

Se presenta el caso de un paciente masculino de cuarenta y cuatro años con lesión aislada del ligamento cruzado anterior (LCA) de la rodilla izquierda ocurrida durante una competencia de *skateboarding* tras un traumatismo directo. El paciente no presentaba antecedentes patológicos relevantes, ni consumo de medicación habitual.

Al examen físico se evidenciaba dolor e inflamación de la rodilla izquierda, con signos claros de inestabilidad anterior: maniobra de Lachmann (++) , test del cajón anterior (+++), sin manifestaciones clínicas de compromiso vascular. La resonancia magnética confirmó la ruptura completa del LCA, sin lesiones meniscales ni cartilaginosas asociadas. Se programó la reconstrucción del LCA a los treinta días del evento traumático.

En los estudios prequirúrgicos se registraron: hematocrito de 39.4 %, hemoglobina de 12.9 g/dl y un recuento de eritrocitos de 4.75 millones/mm³. El coagulograma se encontraba dentro de parámetros normales: recuento plaquetario de 235000/mm³, actividad de protrombina 100 %, tiempo de protrombina 10.7 segundos, RIN 1.00 y KPTT 29 segundos.

La cirugía se efectuó bajo anestesia regional con bloqueo femoral y sedación. Se utilizó un manguito hemostático con una presión de 300 mmHg durante aproximadamente cincuenta minutos. Debido a la utilización del torniquete no se evidenció sangrado activo en el campo quirúrgico durante el procedimiento.

Se realizó la técnica de reconstrucción del LCA con injertos autólogos isquiotibiales, los cuales se obtuvieron mediante una incisión longitudinal de 3 cm situado a 2 cm medial de la TAT. La disección incluyó la liberación de las expansiones musculares con tijera de Metzenbaum y del plano en profundidad con pinza de Kocher procurando preservar estructuras adyacentes. El injerto fue extraído con un *stripper* cerrado que se introdujo de manera lenta y controlada, siguiendo sostenidamente el trayecto del tendón, con la rodilla en flexión y guiándose por palpación externa.

Una vez obtenidos los injertos, se realizaron los portales artroscópicos y se procedió a la limpieza articular. Se confeccionaron los túneles óseos correspondientes y se posicionó el injerto, fijándolo con un botón cortical autoajustable en el fémur y un tornillo PEEK en la tibia. Finalizada la reconstrucción, se corroboró la estabilidad ligamentaria, mediante control artroscópico y pruebas funcionales.

Posteriormente se confeccionó el cierre por planos. Al liberar la isquemia y retirar el torniquete, se objetivó de manera directa un sangrado postquirúrgico controlado y sin signos de alteraciones al examen físico inmediato.

Técnicamente el procedimiento no presentó ninguna dificultad, el paciente tuvo buena tolerancia a la cirugía y fue dado de alta sanatorial a las cuatro horas de haber sido realizado el procedimiento, con pulsos distales presentes y sensibilidad distal conservada. Se indicó iniciar tromboprofilaxis a las veinticuatro horas con rivaroxabán 10 mg/día (VO), y analgesia con etoricoxib 90 mg/día. Se autorizó deambulación con carga parcial asistida con muletas.

A las cuarenta y ocho horas del postoperatorio el paciente consultó por un cuadro de inflamación infrapatelar de la pierna izquierda. Ante la sospecha de una trombosis venosa profunda, se lo derivó de forma urgente a la guardia, donde se le realizó un ecodoppler venoso. El estudio descartó un proceso flebotrombótico, pero evidenció un hematoma que contenía signos compatibles con un pseudoaneurisma dentro del hematoma (Figs. 1 y 2). Frente a este hallazgo, se decidió realizar de manera urgente una angiografía del miembro inferior izquierdo, la cual confirmó la presencia de un pseudoaneurisma en una rama de pequeño calibre de la arteria poplítea, secundario a laceración traumática de dicho vaso (Fig. 3). En el estudio hemodinámico no se evidenció extravasación de contraste a nivel del pseudoaneurisma, motivo por el cual el equipo de hemodinamia lo consideró indemne. Dado que el paciente se encontraba anticoagulado



Figura 1. Ecodoppler con flujo de remolinos representado en colores (Yin y Yang).

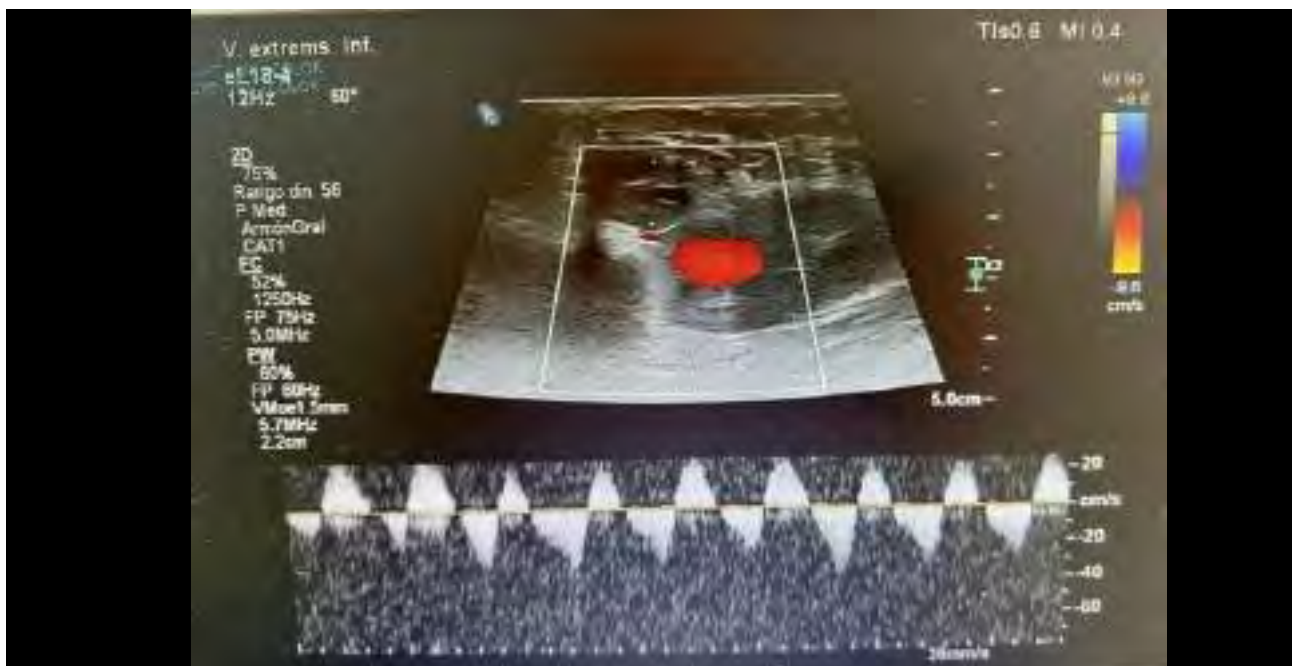


Figura 2. Ecodoppler, en la parte inferior se observa la curva de flujo en vaivén, en el cuello del pseudoaneurisma. Lo marcado en rojo es el punto donde se detecta el flujo.

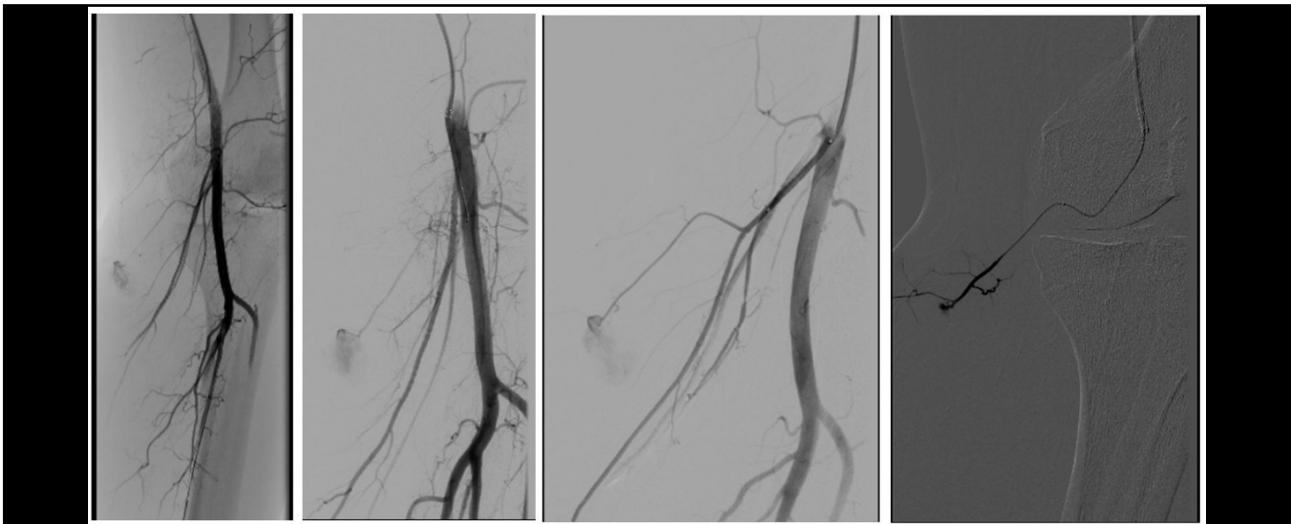


Figura 3. Arteriografía desde arteria poplítea derecha que confirma pseudoaneurisma de 13 mm de diámetro, del ramo genicular.

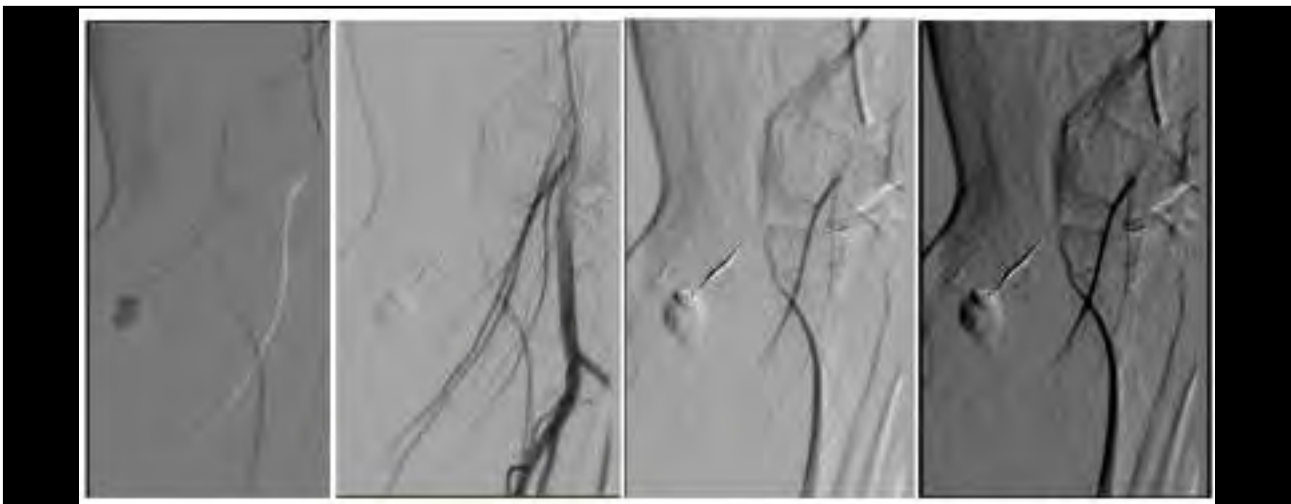


Figura 4. Embolización selectiva de la rama genicular de arteria poplítea.

con rivaroxabán, se decidió posponer la intervención y mantener conducta expectante durante las horas siguientes.

Con el transcurso de las horas, el paciente comenzó a presentar síntomas de hipovolemia secundaria a sangrado interno a pesar de no haberse evidenciado fuga de contraste en el estudio inicial del pseudoaneurisma. Clínicamente, desarrolló signos incipientes de síndrome compartimental: aumento progresivo de la tensión e inflamación en la pierna, marcada disminución de la flexoextensión del pie, dolor intenso, aparición de flictenas y ausencia de pulso en la arteria dorsal del pie.

Frente a este cuadro, el equipo de hemodinamia actuó de urgencia realizando una punción retrógrada de

la arteria femoral común izquierda para efectuar una angiografía selectiva del miembro inferior izquierdo. Se logró la embolización exitosa del pseudoaneurisma –de 13 mm de diámetro– mediante el uso de un microcatéter con tres *microcoils* (Fig. 4).

Inmediatamente finalizada la embolización en hemodinamia, el paciente fue trasladado a quirófano donde, bajo anestesia general, se realizaron tres incisiones para efectuar la fasciotomía con descompresión de los cuatro compartimentos de la pierna. Se evacuó extenso hematoma ubicado entre la fascia medial del gemelo interno y en el plano profundo del sóleo, lo que generó una pronta mejoría clínica (Fig. 5). Tras la descompresión, se logró palpar nuevamente pulso en la arteria dorsal del pie.



Figura 5. Imagen postoperatoria tras fasciotomía descompresiva por síndrome compartimental en la pierna izquierda.

Como consecuencia del sangrado interno, el paciente presentó una caída del hematocrito a 21.3 %, hemoglobina de 7.4 g/dl y recuento de eritrocitos de 2.46 millones/ μ L. Por tal motivo, en el postoperatorio fue derivado a la unidad de terapia intensiva, donde recibió transfusión de una unidad de glóbulos rojos.

A las setenta y dos horas, ya estabilizado, fue dado de alta, con indicación de deambulación con carga parcial con muletas y un plan de rehabilitación asistida con ejercicios progresivos de fisiokinesioterapia.

Actualmente se cumplen dieciocho meses de la intervención. El paciente retomó su actividad deportiva habitual sin presentar secuelas, practica *skateboarding* diariamente, presenta rango completo de flexoextensión y el trofismo muscular clínico es equivalente al del miembro contralateral.

Este trabajo fue aprobado por nuestro comité de ética institucional y el paciente involucrado firmó el consentimiento informado para participar en esta investigación.

DISCUSIÓN

Existe muy poca evidencia en la literatura sobre el manejo del síndrome compartimental secundario a lesión arterial al extraer injertos isquiotibiales para reconstrucción de LCA.¹¹

Si bien han sido descriptas las variantes anatómicas de la arteria poplítea,¹² en nuestro paciente no se identificaron anomalías anatómicas.

Lo llamativo en nuestro caso es que durante un procedimiento artroscópico habitual de reconstrucción de LCA, una lesión inadvertida en una pequeña rama arterial (ocurrida en el momento de la toma del injerto

isquiotibial y que recién manifestó síntomas cuarenta y ocho horas después) desencadenó una serie de complicaciones que lo llevaron a internación en UTI. El paciente requirió transfusión sanguínea, embolización arterial y, posteriormente, una cirugía de descompresión de los compartimentos de la pierna. Aún más inusual fue que, en la angiografía diagnóstica, el aneurisma resultante de la laceración no mostraba fuga de contraste, pese a lo cual, pocas horas después, presentó un sangrado activo que obligó a una intervención de urgencia.

Según la literatura,¹³ la mayoría de los aneurismas de arteria poplítea (aproximadamente 70 %) son trombóticos, y de estos, el 45 % son asintomáticos al momento del diagnóstico. La indicación quirúrgica para un aneurisma poplíteo asintomático se establece cuando su tamaño supera los 2 cm.¹³ En cuanto a los pseudoaneurismas ocasionados por laceraciones durante artroscopias, todos los casos reportados afectan la arteria poplítea o la arteria genicular.⁶⁻¹³ Nuestro caso es único, ya que la laceración ocurrió en una pequeña rama de la arteria poplítea, en lugar de involucrar el tronco principal de la arteria.

Dada la ubicación anatómica de la rama de arteria poplítea lesionada, consideramos que la lesión pudo haber ocurrido durante el proceso de liberación de los tendones isquiotibiales, previo a su extracción. Suponemos que la lesión pudo haberse producido por el uso de instrumental como *stripper*, tijera Metzenbaum o pinza Kocher, herramientas empleadas para liberar adherencias en ese paso quirúrgico. Dado el pequeño calibre de la rama arterial afectada, no es posible determinar si este caso presentaba una

anomalía anatómica atípica en la localización de dicha rama tan diminuta.

Se han reportado, aunque de forma esporádica, lesiones de ramas muy pequeñas de la arteria poplítea,⁷ como una rama perforante de la arteria femoral profunda, una rama de la arteria genicular media inferior, o una rama safena de la arteria genicular descendente. En nuestro caso, la lesión comprometió una pequeña rama que descendía directamente desde la arteria poplítea.

Incluso tratándose de un caso en extremo infrecuente, somos conscientes de que resulta prácticamente imposible prevenir este tipo de lesión en el contexto de este procedimiento, ya que no existen pautas específicas que lo anticipen. Los patrones de ramificación distal son muy difíciles de evaluar ya que las ramificaciones arteriales son complejas, las variantes anatómicas son impredecibles y siempre se debe extremar el cuidado para evitar el daño vascular durante la exploración en partes blandas y estar atentos a la cauterización con electrobisturí. Al cosechar el injerto isquiotibial aconsejamos dividir las bandas fasciales de manera progresiva, una tras otra, bajo control visual directo, traccionando de los tendones específicos, ya que existen pequeños vasos que corren en sentido vertical a nivel posteromedial, entre el sartorio y el *gracilis*, con proximidad muy cercana y riesgo de lesión vascular. El sangrado activo puede pasar desapercibido mientras el manguito hemostático esté insuflado, por lo que se recomienda desinflarlo antes del cierre de las heridas quirúrgicas, lo que podría permitir la detección precoz de una eventual lesión vascular. En nuestro caso, se desinfló el manguito hemostático antes del cierre de las heridas, pero no se evidenció sangrado activo en ese momento.

En lo que respecta a la variante anatómica anómala de la arteria poplítea principal, Zuhai y cols.¹ estudiaron cuarenta especímenes cadavéricos y observaron una ramificación poplítea normal en treinta y seis de ellos (90%). En dos casos (5%) identificaron un origen más alto de la arteria tibial anterior, mientras que en otro espécimen la arteria tibial posterior se originaba desde la arteria poplítea por encima del sitio habitual de bifurcación. Finalmente, en un único caso (2.5%) observaron una trifurcación sin ramificación.

Por su parte, Kruse y cols.² analizaron diez piezas cadavéricas para evaluar el trayecto de las arterias colaterales del miembro inferior. De un total de ciento trece arterias colaterales estudiadas, treinta y cuatro se originaban en la arteria femoral superficial, diez en la arteria poplítea y sesenta y nueve en la arteria femoral profunda. De estas sesenta y nueve colaterales originadas en la femoral profunda, el 57% (treinta y nueve colaterales) conectaba con la femoral superficial, el 19% (trece colaterales) conectaban con la arteria poplítea y el 22% (quince colaterales) regresaba a conectar con el tronco de la femoral profunda. Concluyeron que, mayormente, las colaterales de todo el miembro inferior nacían en la arteria femoral profunda; además, destacaron que un 91% de estas

colaterales presentaban conexiones con el segmento correspondiente al canal del aductor distal y con la arteria poplítea, haciendo énfasis en la importancia de este segmento anatómico.

Day y Orme³ estudiaron por angiografía los patrones de ramificación de la arteria poplítea en 1037 miembros inferiores y concluyeron que el 10% tiene variantes anatómicas. La variante más común fue el origen alto de la tibial anterior (4.5%) y la trifurcación de la arteria poplítea (3.2%). Otras variantes menos frecuentes fueron el origen alto de la tibial posterior, origen alto de la arteria peronea, hipoplasia de vasos infrapoplíteos e hipoplasia de la arteria tibial posterior. Similares resultados presentaron Oztekin y cols.¹⁴ que estudiaron cuatrocientas noventa y cinco extremidades y encontraron 12.5% de incidencia en variación anatómica de arteria poplítea. Por otra parte, Kropman y cols.¹⁵ hicieron una revisión sistemática con un total de 7671 miembros estudiados y encontraron una incidencia del 10% de anomalía en la variación anatómica de ramificación poplítea, y las tres variantes más frecuentes fueron la tibial anterior originada encima del platillo tibial, trifurcación del tronco poplítea y la hipoplasia de la tibial posterior.

Como se ha evidenciado en los estudios cadavéricos anteriormente citados, si bien la mayoría de los individuos presentan una ramificación poplítea dentro de los parámetros normales, existe un porcentaje considerable de casos que muestra variaciones anatómicas cuya frecuencia difiere entre los distintos estudios. Aunque infrecuentes, estas variantes pueden tener implicancias clínicas relevantes en procedimientos quirúrgicos miniinvasivos como la artroscopia y la toma de injertos tendinosos. Estos hallazgos destacan la importancia de considerar las variaciones anatómicas durante la planificación y ejecución quirúrgica a fin de minimizar el riesgo de lesiones vasculares inadvertidas.

Existen múltiples reportes de injuria arterial durante el procedimiento de reconstrucción de LCA. Se han documentado casos como embolia en la arteria poplítea,¹⁶ pseudoaneurisma de la arteria poplítea con avulsión en arteria genicular,¹⁷ síndrome compartimental secundario a lesión arterial en una revisión de LCA,¹¹ aneurisma postraumático tras la obtención de injerto isquiotibial,⁷ pseudoaneurisma poplítea con fístula arteriovenosa,⁸ pseudoaneurisma en arteria genicular superolateral luego de una incisión lateral utilizando la técnica fuera-dentro para el túnel femoral,⁹⁻¹⁸ aneurisma en la arteria poplítea a las siete semanas de una reconstrucción de LCA,¹⁸ pseudoaneurisma de una rama descendente de la arteria genicular,¹⁰ pseudoaneurisma de la arteria genicular medial inferior durante una reconstrucción del ligamento cruzado posterior⁶ y pseudoaneurisma de la rama perforante de la femoral profunda tras una reconstrucción del LCA mediante técnica fuera-dentro.¹⁹

Babu y cols.²⁰ describen la presencia de un “vaso centinela” en el 98% de los casos, ubicado de forma perpendicular, a 8 mm por encima de la inserción de

los tendones recto anterior y semitendinoso. Este “vaso centinela” podría usarse de referencia anatómica para realizar una menor incisión, disminuyendo así el riesgo de lesión de la rama infrapatelar del nervio safeno.

En lo que respecta al servicio de hemodinamia, las complicaciones derivadas de la embolización arterial por cateterismo son de muy baja incidencia. Entre ellas se incluyen la reacción al medio de contraste, la injuria vascular y la migración del *microcoils* (dispositivo de embolización).²¹

Es fundamental mantener un contacto estrecho con el paciente en el período ambulatorio posterior a una artroscopia, con el fin de detectar cualquier complicación inesperada. Esto permite actuar a tiempo y disminuir el riesgo de eventos adversos de mayor gravedad.

CONCLUSIÓN

Presentamos un caso poco frecuente de laceración de una pequeña rama distal de la arteria poplítea durante la obtención de injertos isquiotibiales en una reconstrucción artroscópica de ligamento cruzado anterior (LCA). Esta lesión vascular derivó en complicaciones hemorrágicas significativas con hipovolemia, síndrome compartimental, necesidad de transfusión de sangre, internación en unidad de cuidados intensivos (UTI), embolización arterial y fasciotomía para descomprimir compartimentos de la pierna.

Ante un paciente que presente dolor en la región poplítea e inflamación excesiva tras la reconstrucción de ligamento cruzado anterior, debe sospecharse una lesión vascular.

La disección cuidadosa de las expansiones tendinosas de los isquiotibiales es fundamental y no debe subestimarse el riesgo de una lesión arterial, por mínima que sea, ya que puede conllevar complicaciones severas para la extremidad y comprometer la vida del paciente.

Contribuciones de autores: Conceptualización, Metodología, Software, Curación de datos, Redacción – Preparación del borrador original, Visualización, Investigación (EJF). Redacción – Revisión y edición (ANS), Supervisión (EMR)

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

Financiamiento: Dr. Eliseo J. Firman

REFERENCIAS

- Ozgur Z, Ucerler H, Aktan Ikiz ZA. Branching patterns of the popliteal artery and its clinical importance. *Surg Radiol Anat.* 2009 Jun;31(5):357-362. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00276-008-0454-y>.
- Kruse RR, Doomernik DE, Maltha KV, Kooloos JGM, Kozicz TL, Reijnen MMPJ. Collateral artery pathways of the femoral and

popliteal artery. *J Surg Res.* 2017 May;211:45-52. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.jss.2016.11.068>.

- Day CP, Orme R. Popliteal artery branching patterns: an angiographic study. *Clin Radiol.* 2006 Aug;61(8):696-699. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.crad.2006.03.014>.

- Kim D, Orron DE, Skillman JJ. Surgical significance of popliteal arterial variants. A unified angiographic classification. *Ann Surg.* 1989 Dec;210(6):776-781. doi: <https://www.doi.org/10.1097/0000658-198912000-00014>.

- González Martínez P, Salazar Agorria A, Bravo Ruiz E, Suarez Tornin MJ, Vega Manrique R. Pseudoaneurisma de arteria cubital después de cirugía de túnel del carpo. *Angiología.* 2012 64(5):220-221. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.angio.2012.03.004>.

- Mello W, de Brito WE, Migon EZ, Borges A. Pseudoaneurysm of the medial inferior genicular artery after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2011 Mar;27(3):442-445. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2010.10.015>.

- Ho CW, Lee SH, Wu SH, Lin CY, Lee CH, Wu JL. Pseudoaneurysm following hamstring tendon harvest in arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: a case report. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020 Oct;21(1):697. doi: <https://www.doi.org/10.1186/s12891-020-03721-4>.

- Xu D, Ji L, Zhu J, Xie Y. Popliteal pseudoaneurysm and arteriovenous fistula after arthroscopic anterior and posterior cruciate ligament reconstruction: a case report. *Int J Surg Case Rep.* 2017;40:50-53. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.ijscr.2017.07.056>

- Glanz L. Pseudaneurysm of the superolateral genicular artery following an anterior cruciate ligament reconstruction. *Int J Surg Case Rep.* 2020;72:628-631. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.ijscr.2020.02.050>.

- Tsubosaka M, Matsushita T, Kuroda R, Matsumoto T, Kurosaka M. Pseudoaneurysm of the articular branch of the descending genicular artery following double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017 Sep;25(9):2721-2724. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00167-015-3639-z>.

- Kudo Y, Maeyama A, Hara M, Yamamoto T. Acute compartment syndrome of the lower limb after revision anterior cruciate ligament reconstruction: a case report. *J Orthop Case Rep.* 2022 Feb;12(2):45-48. doi: <https://www.doi.org/10.13107/jocr.2022.v12.i02.2660>.

- Allimant P, Aventin G, Lehn-Hogg M, Mettauer M, Dalcher G. Double popliteal artery of congenital origin. *Ann Vasc Surg.* 1992 Jul;6(4):373-377. doi: <https://www.doi.org/10.1007/BF02008796>.

- Hamish M, Lockwood A, Cosgrove C, Walker AJ, Wilkins D, Ashley S. Management of popliteal artery aneurysms. *ANZ J Surg.* 2006 Oct;76(10):912-915. doi: <https://www.doi.org/10.1111/j.1445-2197.2006.03903.x>.

14. Oztekin PS, Ergun E, Cıvgın E, Yigit H, Kosar PN. Variants of the popliteal artery terminal branches as detected by multidetector ct angiography. *Open Med (Wars)*. 2015 Dec;10(1):483-491. doi: <https://www.doi.org/10.1515/med-2015-0056>.
15. Kropman RH, Kiela G, Moll FL, de Vries JP. Variations in anatomy of the popliteal artery and its side branches. *Vasc Endovascular Surg*. 2011 Aug;45(6):536-540. doi: <https://www.doi.org/10.1177/1538574411409065>.
16. Janssen RP, Sala HA. Embolism of the popliteal artery after anterior cruciate ligament reconstruction: a case report and literature review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2007 Dec;15(12):1449-1451. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00167-007-0363-3>.
17. Janssen RP, Scheltinga MR, Sala HA. Pseudoaneurysm of the popliteal artery after anterior cruciate ligament reconstruction with bicortical tibial screw fixation. *Arthroscopy*. 2004 Jan;20(1):E4-6. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.arthro.2003.11.025>.
18. Ambrosia J, Qazi Z, Shuler FD, Giangarra C. Delayed pseudoaneurysm of the popliteal artery following ACL reconstruction. *Orthopedics*. 2015 Jun;38(6):e543-6. doi: <https://www.doi.org/10.3928/01477447-20150603-93>.
19. Fujii M, Furumatsu T, Kadota Y, Shimamura Y, Tsuchimochi S, Ozaki T. Pseudoaneurysm of the perforating branch of the deep femoral artery following anterior cruciate ligament reconstruction. *Acta Med Okayama*. 2016 Dec;70(6):515-518. doi: <https://www.doi.org/10.18926/AMO/54818>.
20. Babu S, Gupte C, Gajjar S, Morris H. The 'sentinel' vessel: an anatomical landmark to identify the pes anserinus during hamstrings harvest for ACL reconstruction. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2019 Jul;29(5):1115-1118. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00590-019-02408-4>.
21. Bauer JR, Ray CE. Transcatheter arterial embolization in the trauma patient: a review. *Semin Intervent Radiol*. 2004 Mar;21(1):11-22. doi: <https://www.doi.org/10.1055/s-2004-831401>.

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**
- Checklist de envío
- Cómo realizar y presentar las correcciones luego de la evaluación

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](#), el cual será el referente para la Coordinación Editorial en cualquiera de las etapas del proceso de publicación.
- [Afilación](#)
Informar la afiliación de cada autor. Esta corresponde al lugar de trabajo en el que se realizó el manuscrito, provincia (o dato correspondiente) y país. Recomendamos revisar la correcta denominación de la afiliación y no utilizar abreviaturas. Si incluye iniciales debe colocar el nombre desplegado.
- [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.

[Puede utilizar la siguiente plantilla]

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.

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.

Nivel de evidencia:

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 descriptos 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 as	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
Revisión sistemática 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 otorgo a RELART, Revista Latinoamericana de Artroscopia, Reconstrucción Articular y Trauma Deportivo, una licencia global, no exclusiva, libre de regalías, para utilizar, reproducir, distribuir y exhibir públicamente este trabajo, incluidas figuras y tablas, bajo la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0).

Esto incluye el derecho a permitir la reproducción del trabajo, ya sea en su totalidad o en partes, así como el derecho a distribuir versiones preliminares o reimpressiones, ya sea para fines no comerciales o de manera gratuita. Además, este trabajo podrá ser incluido en compilaciones de artículos o en otros formatos, siempre que se respeten los términos de la licencia mencionada, en la que se debe dar el debido crédito al autor, sin fines comerciales, y se permita la redistribución bajo la misma licencia.

El contenido de este artículo refleja los hallazgos de la investigación realizada. Todos los autores han participado en el desarrollo del trabajo, están al tanto y han aprobado el manuscrito, asumiendo la responsabilidad por su contenido. Se declaran las fuentes de financiamiento y los conflictos de interés pertinentes. Se ha consultado y cumplido con el Reglamento de Publicaciones.

Este artículo no ha sido publicado previamente ni se han cedido derechos de autor a otra entidad, salvo a esta revista, y no está siendo considerado para publicación en otros medios por los autores.

Como autor responsable, garantizo que he informado a los coautores sobre los términos de este acuerdo y firmo en su representación.

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:
 - el archivo del manuscrito en formato word con las correcciones marcadas (control de cambios)
 - el documento con la respuesta a los evaluadores
 - un archivo en formato word con los cambios aceptados (versión final sin marcas).

[También debe ingresar [figuras y tablas](#) con correcciones, si corresponde]