




# Aumentación ligamentaria como tratamiento de lesión parcial de ligamento cruzado anterior con autoinjerto hueso-tendón-hueso: Presentación de caso clínico

## *Ligament Augmentation as a Treatment for Partial Anterior Cruciate Ligament Injury with Bone-Patellar Tendon-Bone Autograft: Case Report*

Gustavo E. Dávila-Godínez<sup>1</sup>  Mauricio Zárate-de la Torre<sup>1</sup> Marco Acuña-Tovar<sup>1</sup>  
Natasha Osorio-Gómez<sup>1</sup> Daniela Bolaños-Cacho-Casillas<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital Español de México, Mexico

Address for correspondence Gustavo Eduardo Dávila-Godínez, MD, Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital Español de México, Av. Ejército Nacional No. 613, Granada, Miguel Hidalgo, CP 11520, CDMX, Mexico (e-mail: gustavodavilag01@gmail.com).

Rev Chil Ortop Traumatol 2024;65(3):e143–e148.

### Resumen

La rotura del ligamento cruzado anterior es de las lesiones de rodilla más frecuentes en pacientes jóvenes con alta demanda funcional, repercutiendo de manera negativa en su actividad deportiva. El cuadro clínico se caracteriza por el antecedente de traumatismo con aparición de edema, dolor, limitación funcional y sensación de inestabilidad articular. Existen diversas maniobras clínicas y hallazgos en la resonancia magnética sugestivas de su lesión, aunque la artroscopia sigue considerado el método diagnóstico definitivo. Los objetivos del tratamiento están orientados en la rehabilitación y recuperación funcional óptima, el retorno deportivo temprano, así como en la prevención de desarrollo daño articular que condicione un desgaste prematuro de la rodilla. En el contexto de roturas parciales, no existe un consenso acerca de la preservación del fascículo remanente o la reconstrucción total del ligamento. En cuanto a la elección de la técnica quirúrgica se ha preferido la reconstrucción anatómica, sobre la elección del injerto se ha optado por la selección de autoinjerto, aunque existen diversas opciones terapéuticas válidas basadas en las características de cada paciente. En esta revisión se presenta el caso de un paciente masculino de 36 años con diagnóstico de rotura parcial del ligamento cruzado anterior con integridad del fascículo posterolateral, posterior a presentar un mecanismo de lesión de carga axial con la rodilla en flexión, clínicamente se presenta con dolor, limitación a la movilidad e inestabilidad articular. Debido a las características clínicas e imagenológicas del

### Palabras Clave

- ▶ ligamento cruzado anterior
- ▶ aumentación ligamentaria
- ▶ autoinjerto
- ▶ injerto hueso-tendón-hueso
- ▶ artroscopia

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

recibido  
24 de septiembre de 2024  
aceptado  
06 de noviembre de 2024

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0044-1800920>.  
ISSN 0716-4548.

© 2024. Sociedad Chilena de Ortopedia y Traumatología. All rights reserved.

This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution-NonDerivative-NonCommercial-License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit. Contents may not be used for commercial purposes, or adapted, remixed, transformed or built upon. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

paciente se decidió realizar una artroscopia como método diagnóstico terapéutico. Con base en los hallazgos artroscópicos se optó por realizar una aumentación ligamentaria con uso de autoinjerto hueso-tendón patelar -hueso, esto debido a las ventajas mecánicas de la situación anatómica de los túneles óseos que ofrece la técnica quirúrgica, así como las ventajas biológicas, como la preservación de la propiocepción articular e integración ósea y funcionales de la selección del injerto.

## Abstract

Anterior cruciate ligament (ACL) rupture is one of the most common knee injuries in young active patients, negatively impacting their sports activity. Clinical presentation typically includes a history of trauma accompanied by edema, pain, functional limitation, and a sense of joint instability. There are various clinical signs and MRI findings suggestive of the injury, although arthroscopy remains the definitive diagnostic method. Treatment goals aim to achieve optimal rehabilitation and functional recovery, early return to sports, and prevention of joint damage that could lead to premature knee degeneration. In partial tears, there is no consensus on whether to preserve the remaining bundle or perform total ligament reconstruction. Regarding the choice of surgical technique, anatomical reconstruction has been preferred, and for graft selection, autograft has been chosen, although there are different valid therapeutic options based on each patient's characteristics. This review presents the case of a 36-year-old male diagnosed with a partial ACL tear with an intact posterolateral bundle, following an axial load injury mechanism with the knee in flexion, clinically presenting with pain, limited mobility, and joint instability of the knee. Due to the patient's clinical and imaging characteristics, arthroscopy was chosen as the diagnostic and therapeutic method. Based on arthroscopic findings, ligament augmentation with a bone-patellar tendon-bone autograft was performed, due to the mechanical advantages of the anatomical positioning of the bone tunnels offered by the surgical technique, as well as the biological advantages, such as preservation of joint proprioception, bone integration, and functional benefits of graft selection.

## Keywords

- ▶ anterior cruciate ligament
- ▶ ligament augmentation
- ▶ autograft
- ▶ bone-tendon-bone graft
- ▶ arthroscopy

## Introducción

El ligamento cruzado anterior (LCA) es uno de los dos ligamentos fibrosos intraarticulares más importantes de la rodilla, cuya función fundamental es proveer estabilidad rotacional y traslacional. Su estructura consiste básicamente en fibroblastos situados en colágenos tipo I y tipo III primariamente, así como pequeñas cantidades de colágeno tipo IV en sus sitios de inserción.<sup>1</sup> El LCA se origina en la región posteromedial del cóndilo femoral lateral y se extiende en trayectoria distal y anterior para insertarse inmediatamente anterior a la eminencia intercondílea en la tibia. El LCA se divide en dos haces: el haz anteromedial (HAM) y el haz posterolateral (HPL) con distintas huellas en sus porciones femoral y tibial, siendo esta última de la cual se derivan sus nombres.<sup>2</sup> Los dos haces varían en función. El HAM es en su mayoría, isométrico, mientras que el HPL es anisométrico. En extensión, el HAM se presenta como una banda plana y el HPL está tenso. Con flexión progresiva, el HAM se tensa y el HPL comienza a presentar cierta laxitud. El HAM es el principal responsable de resistir la traslación anterior de la tibia en flexión, mientras que el HPL resiste la rotación, la hiperextensión y la traslación anterior de la tibia en extensión.<sup>3</sup>

Las lesiones parciales del LCA pueden ocurrir posterior a una lesión por movimiento de corte o pivoteo, sin embargo, difiere

en la presentación con una rotura completa. Frecuentemente, el paciente asocia un evento desencadenante lesivo al inicio de los síntomas; sin embargo, los pacientes pueden presentar síntomas vagos y tener una percepción de "sentir diferente" la rodilla en comparación con la contralateral.<sup>4</sup> De forma alternativa, el paciente puede describir una lesión seguida de síntomas evidentes de inestabilidad e incapacidad para cortar y girar más consistente con una rotura completa del LCA.<sup>5,6</sup>

Dentro del abordaje diagnóstico, la resonancia magnética es el estudio con mayor utilidad para diferenciar la morfología entre un LCA normal y uno anormal, sin embargo, es menos confiable para determinar y categorizar las características de las lesiones parciales.<sup>7</sup> En las imágenes ponderadas en T2 dentro del LCA, el engrosamiento difuso y la desorganización sugieren una rotura parcial. Las imágenes oblicuas en las proyecciones coronal, sagital y axial pueden ayudar a delinear mejor la naturaleza de la lesión. Recientemente, se han descrito dos signos fácilmente identificables en las secuencias de rutina de la resonancia magnética que nos ayudan a diagnosticar una rotura aislada del HPL: el signo de "la brecha" y el signo de "la huella". El signo de "la brecha" se describe como un aumento en la señal en secuencias agua-sensibles entre el cóndilo femoral lateral y la parte proximal del LCA. El signo de "la huella" se observa en las imágenes coronales con aumento en la señal que correlaciona con una

avulsión o un compromiso del área del HPL en su inserción tibial.<sup>8</sup> Incluso en el contexto de sospecha, la precisión de la resonancia magnética para roturas parciales del LCA es de un 25 a 53%, siendo un reto desafiante para los médicos radiólogos.<sup>7</sup> El estándar diagnóstico continúa siendo la confirmación intraoperatoria en el contexto de una rodilla estable a la exploración física.<sup>9</sup>

El determinante primario para seleccionar un tratamiento adecuado en las roturas parciales del LCA depende de si el LCA es competente y funcional. Una rotura parcial funcional del LCA se definiría como aquella en la que el atleta puede volver a su actividad deportiva habitual con confianza en su rodilla y con mínima o nula sensación de laxitud en la exploración física posterior a un periodo de rehabilitación apropiado. Por otro lado, una rotura parcial no funcional sería aquella en la que el atleta es incapaz de volver a su actividad deportiva usual porque presenta síntomas de inestabilidad cuando intenta llevar a cabo actividad deportiva más demandante o existe laxitud evidente en la exploración física. Una reconstrucción o augmentación del LCA es un procedimiento que se recomienda para aquellos pacientes que son incapaces de volver a su nivel de actividad deseado con síntomas y hallazgos en la exploración física asociados a una rotura parcial del LCA no funcional. Los deportes de contacto que involucran movimiento de pivote (por ejemplo, soccer, rugby, baloncesto y fútbol americano) y una edad de 20 años o menor han sido factores notables descritos que aumentan el riesgo de progresión a una rotura completa del LCA.<sup>10</sup> El típico candidato para tratamiento no quirúrgico es un paciente con maniobra *pivot shift* negativa y traslación tibial anterior menor a 5 mm, cuantificado por el artrómetro cuando se compara con la rodilla contralateral, además de la capacidad de participar al mismo nivel deportivo.<sup>10</sup>

Como parte del tratamiento conservador, se han propuesto protocolos con una duración de 3 meses, consistentes en inmovilización y rehabilitación en pacientes con una diferencia de laxitud <4 mm y examinar nuevamente la diferencia de laxitud a los 3 meses. Si el paciente continúa estable, se puede volver entonces a la actividad deportiva en ese momento.<sup>11</sup> Se recomienda un periodo corto de inmovilización para disminuir el edema y el dolor, seguido de un programa de rehabilitación funcional enfocado en mantener la movilización y fuerza antes de progresar a actividades deportivas específicas.<sup>9</sup> Cuando se decide el tratamiento quirúrgico, debe basarse en los hallazgos artroscópicos y tomar la decisión si hacer un desbridamiento selectivo y augmentación u optar por una reconstrucción estándar del LCA.

La decisión se toma con base en la cantidad y calidad de las fibras restantes posterior al desbridamiento, así como la preferencia del cirujano.<sup>12</sup> Varias técnicas se han descrito para la reconstrucción selectiva del HAM o el HPL. La reconstrucción selectiva sigue los principios anatómicos de reconstrucción con doble banda que busca restaurar la anatomía y función individual de un haz, sin dañar el haz intacto. La perforación del túnel femoral se ha descrito con diferentes técnicas como todo dentro, *over-the-top*, transtibial y anteromedial, todas con buenos resultados clínicos y funcionales.<sup>13</sup>

## Presentación de Caso

Paciente masculino de 36 años de edad, sin antecedentes médicos ni quirúrgicos de relevancia clínica. Un mes previo a su valoración, sufrió lesión en la rodilla derecha mientras realizaba actividad física de contacto, presentando un mecanismo de lesión de carga axial con la rodilla en flexión. Actualmente, refiere dolor en la línea articular medial, aumento de volumen y sensación de inestabilidad articular, con episodios de agudización de la sintomatología al realizar actividad física.

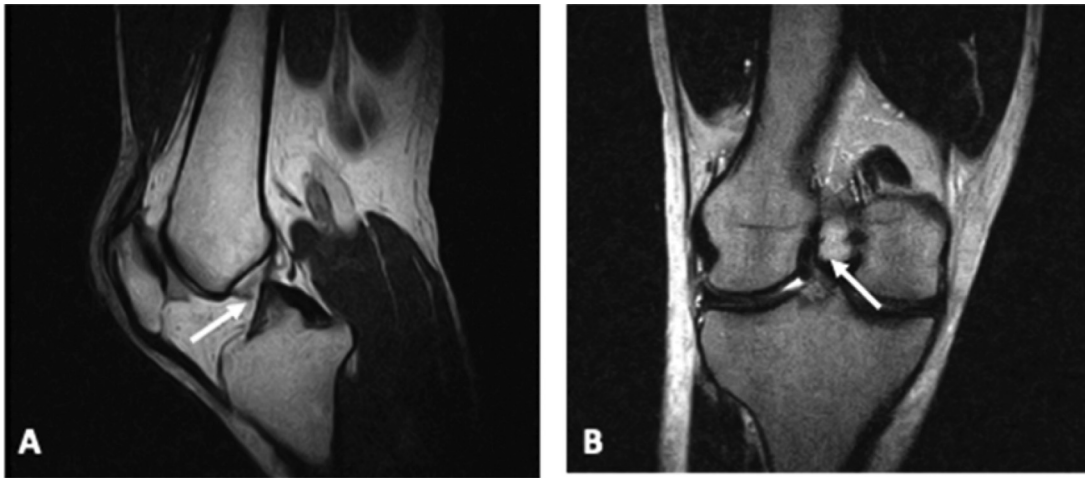
A la exploración física, se valora el dolor, rangos de movilidad, fuerza por grupos musculares y estabilidad articular de la rodilla. El paciente presenta dolor localizado en la superficie anterior a nivel parapatelar medial sobre la línea articular. Los arcos de movilidad de la rodilla mostraron flexión activa de 75°, flexión pasiva de 130°, con extensión completa, tanto pasiva como activa. La fuerza por grupos musculares estaba disminuida (4/5 en la escala de Daniels) con la rodilla flexionada a partir de los 45°, presentando una fuerza de 5/5 con la rodilla en extensión. Se realizaron maniobras especiales para valorar las estructuras menisco-ligamentarias de la rodilla, resultando negativas las maniobras de bostezo y meniscales. La estabilidad ligamentaria anteroposterior se evaluó mediante la maniobra de Lachman, que resultó negativa, y con la maniobra de cajón anterior a 30°, 60° y 90°, evidenciando una traslación tibial anterior comparada con la extremidad contralateral a los 60° y 90°.

Como parte del diagnóstico, se realizó una resonancia magnética simple de la rodilla para valorar lesiones ligamentarias articulares. Entre los hallazgos, se observó adelgazamiento del ligamento cruzado anterior, líquido inflamatorio peri ligamentario con aumento en la intensidad, compatible una lesión de ligamento cruzado anterior (→ Fig. 1). El resto de estructuras anatómicas intra-articulares se encontraron sin lesiones.

Basado en los hallazgos clínicos y de imagen, se integró el diagnóstico de rotura del ligamento cruzado anterior de la rodilla derecha. Debido a la sintomatología del paciente y la inestabilidad articular, se propuso el procedimiento diagnóstico terapéutico mediante una artroscopia para confirmar la rotura del ligamento cruzado anterior, con la posibilidad de realizar una reconstrucción del mismo utilizando autoinjerto de tendón patelar.

En quirófano, se exploró nuevamente al paciente bajo anestesia general balanceada. La maniobra de pivot shift resultó positiva. Se procedió con la fase quirúrgica de la artroscopia, evidenciando una rotura parcial del ligamento cruzado anterior con compromiso del fascículo anteromedial (→ Fig. 2). Se evaluó la tensión y estabilidad del fascículo posterolateral, evidenciando su competencia, por lo que se decidió realizar una augmentación ligamentaria con autoinjerto de tendón patelar, procediendo a la obtención del injerto.

Se localizó la tuberosidad anterior de la tibia, se realizó una incisión longitudinal, se identificó el sitio de inserción del tendón patelar y se marcó distalmente 3 cm de largo por 1 cm de ancho. Se procuró el injerto con sierra oscilante,



**Fig. 1** Resonancia magnética simple de rodilla derecha en secuencia T2. (A) corte sagital; (B) corte coronal. Se observa adelgazamiento del ligamento cruzado anterior.

realizando cortes de 1 cm de profundidad. Se realizó una segunda incisión horizontal entre los portales artroscópicos, se localizó el borde distal de la rótula, se incidió el peritendón, se identificó el origen del tendón patelar y se marcó en la rótula 2.5 cm de largo por 1 cm de ancho y 1 cm de profundidad, procurando el injerto con sierra. Se obtuvo un injerto HTH con dos pastillas óseas (proximal y distal) y tendón rotuliano, preparándose el injerto en vancomicina, con una configuración de 9 mm de ancho, extremos óseos con pastilla femoral de 25 mm y tibial de 30 mm.

Se continuó el recorrido artroscópico, comprobando la integridad de los meniscos, descartando lesión meniscal, del cartílago articular, y se observó adecuado tracking patelar. Se midió la escotadura condílea lateral en 26 mm, se realizó una microfractura a 12 mm de la cortical posterior, se colocó guía femoral retrógrada en 105°, de manera retrógrada se realiza un socket óseo de 25 mm. La guía del túnel tibial se colocó a 55°, se perfora fuera dentro en huella tibial con broca 10 mm,

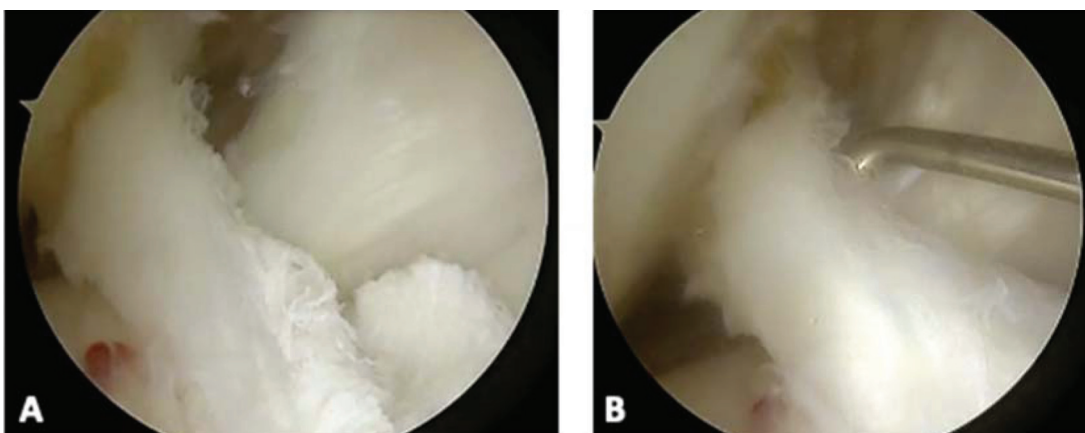
Se pasó el injerto HTH traccionando suturas desde la superficie externa femoral y tibial, introduciendo pastillas óseas en los túneles óseos previamente realizados (**Fig. 3**). Se introdujo tornillo biocompuesto de 8 × 26 mm en el fémur

(**Fig. 3**). Se cicló la rodilla y en extensión completa se fijó la tibia con un tornillo biocompuesto de 8 × 30 mm. Se apreció la situación anatómica del injerto de LCA, comprobando adecuada tensión y estabilidad del ligamento cruzado (**Fig. 4**).

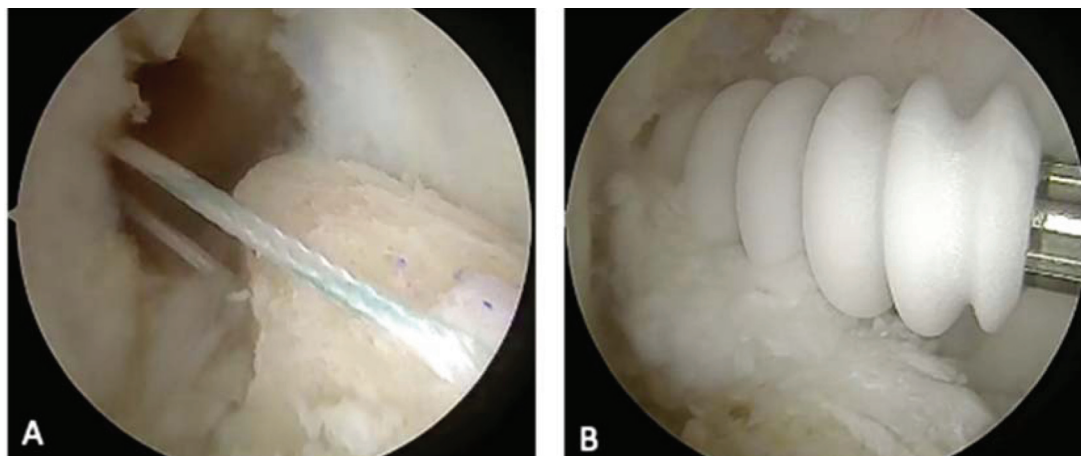
El paciente egresó del quirófano en condición estable, con un sistema de crioterapia y compresión, esquema analgésico y antiinflamatorio. Se iniciaron movimientos pasivos en el postquirúrgico inmediato, así como apoyo a tolerancia de la extremidad. Egresó a domicilio 12 horas después de la cirugía. A las 2 semanas, se retiraron los puntos y se comenzó un manejo con fisioterapia y rehabilitación, enfocado en la recuperación de los arcos de movilidad, el fortalecimiento muscular del cuádriceps y la reeducación de la marcha. Actualmente, a los 3 meses de la cirugía, el paciente se encuentra asintomático, con arcos de movilidad activos con una flexión de 115°, extensión completa, fuerza de 5/5 y estabilidad clínica del ligamento cruzado anterior.

## Discusión

La rotura del ligamento cruzado anterior es una de las lesiones deportivas más frecuentes en atletas jóvenes. Las



**Fig. 2** Imagen artroscópica de rodilla. (A) Se observa rotura parcial de ligamento cruzado anterior con integridad del fascículo posterolateral. (B) Se comprueba competencia anatómica y funcional del fascículo posterolateral.



**Fig. 3** Imagen artroscópica de rodilla. (A) Túnel óseo femoral realizado con retro construcción, se observa paso de pastilla ósea del injerto. (B) Fijación de pastilla ósea en túnel femoral con tornillo biocompuesto.



**Fig. 4** Imagen artroscópica de rodilla. Injerto ligamentario HTH de fascículo anteromedial, colocado en situación anatómica.

lesiones parciales del ligamento cruzado anterior representan del 9 al 28% del total de estas lesiones.<sup>7</sup> El diagnóstico definitivo de este tipo de lesiones parciales todavía no se establece de manera concisa, dentro de los criterios diagnósticos sugestivos se encuentran los hallazgos clínicos, imagenológicos y artroscópicos.<sup>7</sup> En el caso de nuestro paciente, el criterio para llevar a cabo la intervención quirúrgica en el contexto de rotura parcial del LCA fue la inestabilidad articular.<sup>9</sup>

Una vez corroborado el diagnóstico artroscópico y observando la adecuada integridad del haz remanente, se decide conservarlo, ya que se han descrito beneficios biológicos, clínicos y funcionales acerca de preservar el fascículo remanente del ligamento. La preservación del fascículo remanente del ligamento cruzado anterior mantiene un ambiente celular y vascular que promueve la integración del injerto, mientras se mantienen las propiedades celulares del mismo, como la propiocepción ligamentaria, promoviendo una pronta recuperación de los arcos de movilidad y un temprano inicio de rehabilitación física.<sup>14,15</sup>

Dos de los métodos más utilizados para la obtención de los autoinjertos son el injerto hueso-tendón patelar-hueso (HTH) y el injerto de isquiotibiales. El injerto HTH presenta ventajas biológicas frente al injerto de isquiotibiales, la integración presente en el HTH, debido a los túneles óseos y las pastillas óseas presenta una integración ósea más rápida y sólida en los sitios de fijación, en comparación con los injertos de isquiotibiales que requiere una biointegración del tejido blando con el tejido óseo.<sup>16</sup> Esta ventaja en la integración resulta en una recuperación más rápida de la estabilidad de la rodilla, lo cual es crucial para los atletas y personas activas que desean regresar a su nivel previo de actividad física lo antes posible.<sup>17</sup> El injerto HTH ha demostrado tener una mayor resistencia a la elongación y una fuerza de fijación inicial más alta en comparación con el injerto de isquiotibiales. Esta resistencia a la elongación puede traducirse en una menor laxitud postoperatoria y una mayor estabilidad articular, lo que es esencial para actividades deportivas que requieren cambios rápidos de dirección y movimientos de alta intensidad.<sup>17</sup> Los estudios a largo plazo han indicado que los pacientes con injertos HTH tienen menores tasas de fallas del injerto y menos complicaciones relacionadas con la laxitud residual de la rodilla. Aunque ambos tipos de injertos tienen buenos resultados a corto plazo, la evidencia sugiere que los injertos HTH pueden ofrecer ventajas en términos de estabilidad articular duradera y menores tasas de reintervenciones.<sup>16</sup>

El uso de injertos de isquiotibiales puede comprometer la fuerza muscular en el grupo de los músculos flexores de la rodilla, lo que podría afectar negativamente el rendimiento deportivo y la estabilidad general de la rodilla.<sup>18</sup> En contraste, el uso de HTH evita esta complicación, ya que el sitio donante es el tendón patelar, que tiene menos impacto en la función muscular general en comparación con los isquiotibiales.<sup>18</sup>

Aunque el injerto HTH puede estar asociado con un mayor dolor postoperatorio y una mayor incidencia de morbilidad del sitio donante, como tendinitis patelar y dolor anterior de la rodilla, la selección cuidadosa del paciente y el manejo postoperatorio adecuado pueden mitigar estos efectos.<sup>17</sup>

La técnica de retroconstrucción femoral permite un posicionamiento más anatómico del túnel óseo e injerto en el fémur. Esto se traduce en una mejor restauración de la biomecánica de la rodilla y una mayor estabilidad postoperatoria. Además, ofrece la ventaja de la preservación de un mayor stock óseo con la integridad de la cortical femoral.<sup>19</sup>

## Conclusiones

En conclusión, la aumentación artroscópica de ligamento cruzado anterior, mediante la preservación de fascículo remanente como opción terapéutica en el contexto de roturas parciales, ofrece ventajas biológicas, clínicas y funcionales, comparado con la reconstrucción anatómica del mismo. Dentro de la selección del autoinjerto (HTH e isquiotibiales), ambas son opciones viables para la reconstrucción del LCA. El HTH presenta ventajas funcionales tanto a corto como a largo plazo, así como menor tasa de reintervenciones. La selección del tipo de injerto debe ser personalizada, considerando tanto las ventajas biomecánicas y clínicas, como las posibles complicaciones asociadas a cada tipo de injerto. La decisión de técnica e injerto puede mejorar los resultados quirúrgicos y la satisfacción del paciente en el tratamiento de roturas parciales de LCA, así como la pronta incorporación a sus actividades deportivas o recreativas.

### Consideraciones Éticas

No se experimentó con algún paciente, se trata únicamente de la presentación de un caso clínico.

### Financiamiento

Ningún miembro del equipo de investigadores recibe financiamiento externo ni recibe beneficio de afinidades políticas, relaciones familiares o de cualquier tipo de intereses comunes.

### Conflicto de Interés

El equipo de médicos participantes en el caso clínico presentado con el nombre: "Aumentación ligamentaria como tratamiento de lesión parcial de ligamento cruzado anterior con autoinjerto hueso-tendón-hueso, presentación de caso clínico", declara no tener conflicto de interés al no relacionarse comercialmente con ningún patrocinio.

## Bibliografía

- Baek GH, Carlin GJ, Vogrin TM, Woo SL, Harner CD. Quantitative analysis of collagen fibrils of human cruciate and meniscofemoral ligaments. *Clin Orthop Relat Res* 1998;(357):205-211
- Arnoczky SP. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Clin Orthop Relat Res* 1983;(172):19-25
- Duthon VB, Barea C, Abrassart S, Fasel JH, Fritschy D, Ménétrey J. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006;14(03):204-213
- Yazdi H, Torkaman A, Ghahramani M, Moradi A, Nazarian A, Ghorbanhoseini M. Short term results of anterior cruciate ligament augmentation in professional and amateur athletes. *J Orthop Traumatol* 2017;18(02):171-176
- Bak K, Scavenius M, Hansen S, Nørring K, Jensen KH, Jørgensen U. Isolated partial rupture of the anterior cruciate ligament. Long-term follow-up of 56 cases. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1997;5(02):66-71
- Siebold R, Fu FH. Assessment and augmentation of symptomatic anteromedial or posterolateral bundle tears of the anterior cruciate ligament. *Arthroscopy* 2008;24(11):1289-1298
- Van Dyck P, De Smet E, Veryser J, et al. Partial tear of the anterior cruciate ligament of the knee: injury patterns on MR imaging. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2012;20(02):256-261
- Volokhina YV, Syed HM, Pham PH, Blackburn AK. Two helpful MRI signs for evaluation of posterolateral bundle tears of the anterior cruciate ligament: A pilot study. *Orthop J Sports Med* 2015;3(08):2325967115597641
- Stone AV, Marx S, Conley CW. Management of partial tears of the anterior cruciate ligament: A review of the anatomy, diagnosis, and treatment. *J Am Acad Orthop Surg* 2021;29(02):60-70
- Fayard JM, Sonnery-Cottet B, Vrgoc G, et al. Incidence and risk factors for a partial anterior cruciate ligament tear progressing to a complete tear after nonoperative treatment in patients younger than 30 years. *Orthop J Sports Med* 2019;7(07):2325967119856624
- Sonnery-Cottet B, Colombet P. Partial tears of the anterior cruciate ligament. *Orthop Traumatol Surg Res* 2016;102(1, Suppl):S59-S67
- Ouanezar H, Blakeney WG, Fernandes LR, et al. Clinical outcomes of single anteromedial bundle biologic augmentation technique for anterior cruciate ligament reconstruction with consideration of tibial remnant size. *Arthroscopy* 2018;34(03):714-722
- Matsushita T, Kuroda R, Nishizawa Y, et al. Clinical outcomes and biomechanical analysis of posterolateral bundle augmentation in patients with partial anterior cruciate ligament tears. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2017;25(04):1279-1289
- Adachi N, Ochi M, Uchio Y, Iwasa J, Ryoke K, Kuriwaka M. Mechanoreceptors in the anterior cruciate ligament contribute to the joint position sense. *Acta Orthop Scand* 2002;73(03):330-334
- Dallo I, Chahla J, Mitchell JJ, Pascual-Garrido C, Feagin JA, LaPrade RF. Biologic approaches for the treatment of partial tears of the anterior cruciate ligament: A current concepts review. *Orthop J Sports Med* 2017;5(01):2325967116681724
- Gifstad T, Foss OA, Engebretsen L, et al. Lower risk of revision with patellar tendon autografts compared with hamstring autografts: a registry study based on 45,998 primary ACL reconstructions in Scandinavia. *Am J Sports Med* 2014;42(10):2319-2328
- Xie X, Liu X, Chen Z, Yu Y, Peng S, Li Q. A meta-analysis of bone-patellar tendon-bone autograft versus four-strand hamstring tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee* 2015;22(02):100-110
- Chen W, Li H, Chen Y, Jiang F, Wu Y, Chen S. Bone-patellar tendon-bone autografts versus hamstring autografts using the same suspensory fixations in ACL reconstruction: A systematic review and meta-analysis. *Orthop J Sports Med* 2019;7(11):2325967119885314
- Yang Y-T, Cai Z-J, He M, et al. All-inside anterior cruciate ligament reconstruction: A review of advance and trends. *Front Biosci (Landmark Ed)* 2022;27(03):91