




# Actualización en el tratamiento de las lesiones condrales trocleares a propósito de un caso clínico

## *Update on Treatment of Trochlear Chondral Lesions Based on a Clinical Case*

David Figueroa Poblete<sup>1</sup> Juan Pablo Riquelme Bello<sup>2,3</sup> María Loreto Figueroa Berrios<sup>1</sup>   
Rafael Calvo Rodríguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Traumatología, Facultad de Medicina, Clínica Alemana de Santiago, Universidad del Desarrollo, Chile

<sup>2</sup>Departamento de Traumatología, Hospital Doctor Mauricio Heyermann de Angol, Araucanía, Chile

<sup>3</sup>Facultad de Medicina, Universidad Mayor de Temuco, Temuco, Chile

Address for correspondence María Loreto Figueroa Berrios, MD, Clínica Alemana de Santiago, School of Medicine, Universidad del Desarrollo, Chile (email: mariafigueroab@udd.cl).

Rev Chil Ortop Traumatol 2023;64(3):e150–e156.

### Resumen

Las lesiones osteocondrales de la tróclea femoral son lesiones de difícil y controvertido tratamiento. Dentro de las opciones de manejo, la técnica de microfracturas es una de las más utilizadas, con buenos resultados reportados a corto plazo, no obstante un deterioro evidente al largo plazo. Debido a esto, se han desarrollado distintas técnicas de aumentación que favorecerían una mejor calidad del fibrocartílago formado, para así mejorar los resultados a mediano y largo plazo.

### Palabras clave

- ▶ lesión condral
- ▶ tróclea femoral
- ▶ microfracturas
- ▶ aumentación

En este reporte se presenta un caso de un paciente de 44 años con una lesión osteocondral en la tróclea femoral manejada con técnica combinada de microfracturas y aumentación con matriz de aloinjerto de cartílago, con buenos resultados clínicos e imagenológicos a 18 meses de seguimiento, y posteriormente se realiza una revisión actualizada de la literatura respecto al tópico.

### Abstract

The management of osteochondral lesions of the femoral trochlea is complex and controversial. Treatment options include the microfracture technique, which is widely used and presents good short-term outcomes despite evident long-term deterioration. As a result, different augmentation techniques have been developed to favor a better quality of the new fibrocartilage to improve medium- and long-term outcomes.

### Keywords

- ▶ chondral lesion
- ▶ femoral trochlea
- ▶ microfractures
- ▶ augmentation

This case report presents a 44-year-old patient with an osteochondral lesion of the femoral trochlea managed with a combined microfracture and augmentation technique with a cartilage allograft matrix, with good clinical and image outcomes at an 18-month follow-up. Next, we show an updated review of the literature regarding this topic.

### recibido

28 de mes de julio de 2023

### aceptado

30 de noviembre de 2023

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0043-1777826>.

ISSN 0716-4548.

© 2023. 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

## Introducción

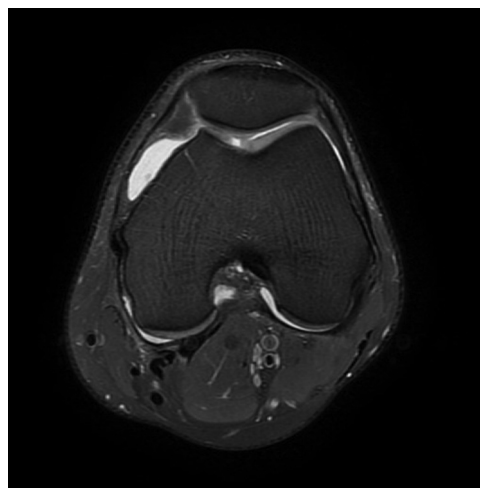
Las lesiones osteocondrales (LOC) son una causa frecuente de dolor y discapacidad en la rodilla. Éstas pueden presentarse de manera aislada o en conjunto con otras patologías.<sup>1</sup> Las lesiones osteocondrales de la tróclea femoral son lesiones poco frecuentes en comparación con otras localizaciones anatómicas en la rodilla. Distintos estudios han demostrado que, durante artroscopías de rodilla rutinarias, se observan LOC en un alto porcentaje, siendo principalmente del cóndilo femoral medial (34–58%), seguido de patela (11–36%), platillo tibial lateral (6–11%), cóndilo femoral lateral (9–11%), tróclea (6–8%) y platillo tibial medial (5–9%).<sup>2–4</sup> Las LOC de la tróclea femoral son lesiones altamente complejas, debido a su clínica poco específica, su ubicación anatómica y su configuración espacial. Éstas lesiones pueden tener como causa una inestabilidad patelofemoral, mal tracking patelar, mal alineamiento patelar, trauma agudo o repetitivo, osteocondritis disecante o cambios degenerativos idiopáticos. Como tal, la presencia de un defecto osteocondral es a menudo un signo de una patología subyacente asociada que puede requerir una intervención quirúrgica adicional.<sup>5–7</sup> Desafortunadamente, el informe de patologías asociadas y procedimientos concomitantes en los distintos estudios carece de consistencia y puede no representar su verdadera incidencia.<sup>8</sup>

Existen diversos tratamientos descritos en la literatura, sin embargo, el manejo quirúrgico de estas lesiones se puede dividir en dos grandes grupos: 1. Técnicas de restauración de cartílago, siendo las más comunes el uso de alo o autoinjertos osteocondrales (OAT) y la implantación de condrocitos autólogos (ACI), o 2. Técnicas de reparación del cartílago, tales como la microfractura (MFX), usadas principalmente en lesiones pequeñas y contenidas de espesor completo, usualmente menores a 2 cm<sup>2</sup>. La técnica de MFX crea canales a través del hueso subcondral, a través de los cuales células de la médula ósea migran hacia el defecto, dando cobertura a la lesión a través de la formación de un fibrocartílago de baja calidad.<sup>9</sup>

Generalmente, la MFX posee buenos resultados funcionales a corto plazo, declinando su efectividad clínica después de los 2 a 4



**Fig. 1** corte sagital de RM rodilla izquierda, en donde se observa lesión condral de la tróclea.



**Fig. 2** corte axial de RM rodilla izquierda, en donde se observa lesión condral de la tróclea.

años.<sup>1</sup> La ventaja principal de esta técnica, a diferencia de las técnicas de restauración, radica en ser una técnica poco invasiva, altamente reproducible y de bajo costo. Debido a su corta durabilidad en el tiempo, se han desarrollado técnicas de aumentación con el objetivo de favorecer la formación y calidad de este fibrocartílago.<sup>9–14</sup> Una de estas técnicas es el uso de matriz de aloinjerto de cartílago (CAM®) combinado con plasma rico en plaquetas (PRP), proporcionando un mayor soporte estructural que facilitaría la llegada de células de médula ósea como así también la llegada de factores condroinductores y condroprotectores, favoreciendo la formación de fibrocartílago de mayor volumen y de mejor calidad.<sup>9</sup>

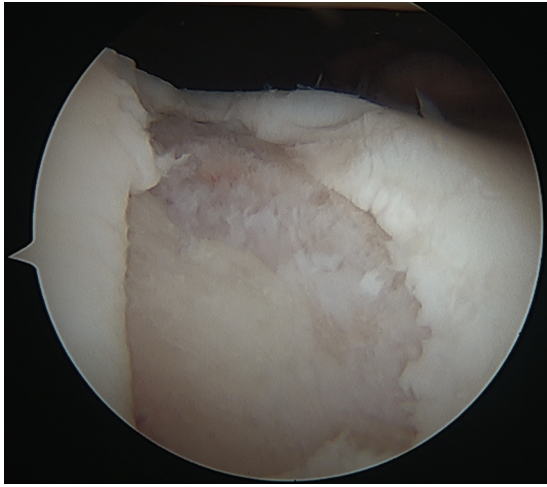
## Caso clínico

Paciente masculino de 44 años, sin antecedentes mórbidos, que consulta por un cuadro de dolor en la cara anterior de la rodilla izquierda, sin antecedente de trauma previo. Al examen físico destaca únicamente dolor y crujido anterior de su rodilla.

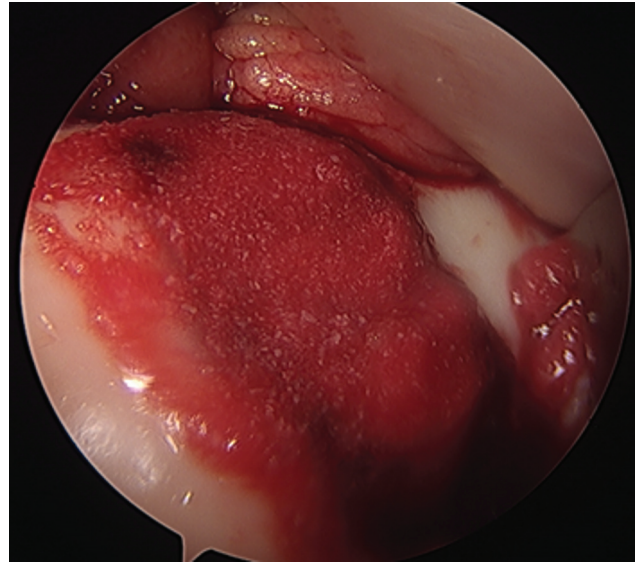
El estudio con radiografías simples no demostró signos de mal alineamiento rotuliano ni otros hallazgos patológicos relevantes. La telerradiografía de extremidades inferiores en carga evidencia un eje mecánico varo bilateral de 8°, sin alteraciones rotacionales evidentes. En el estudio por resonancia magnética (RM) se evidencia una LOC de espesor completo de área aproximada de 13 × 9 mm (►Fig. 1 y ►Fig. 2) ubicada a nivel central del surco troclear.

Se intenta un curso de manejo conservador consistente en analgesia y kinesioterapia, sin respuesta clínica a los 6 meses de evolución, por lo que se decide la resolución quirúrgica con técnica de estimulación de médula ósea mediante MFX, asociada a terapia biológica.

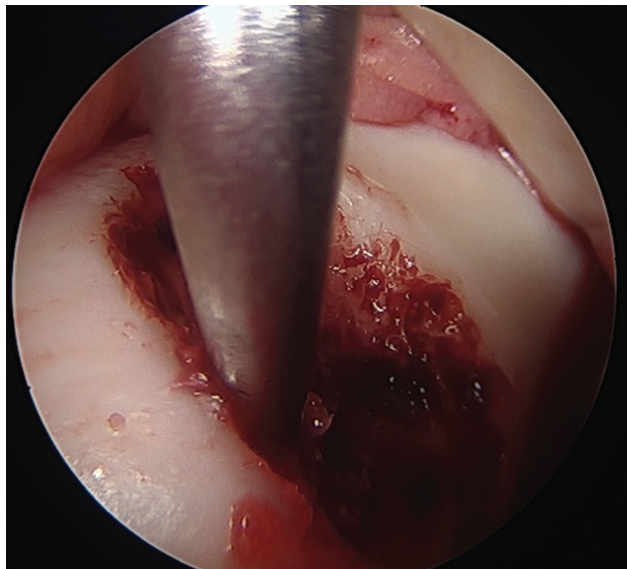
En la artroscopia se observa una lesión osteocondral grado IV según ICRS, de 15 × 15 mm de tamaño, ubicada en la superficie troclear central (►Fig. 3). Con instrumental correspondiente se regulariza la lesión, estabilizando los bordes y se realiza curetaje retirando la capa calcificada según la técnica descrita por Steadman.<sup>15</sup> Se realiza microfractura con punzón (►Fig. 4).



**Fig. 3** Lesión osteocondral de tróclea femoral.



**Fig. 6** Visión artroscópica del defecto relleno CAM®.



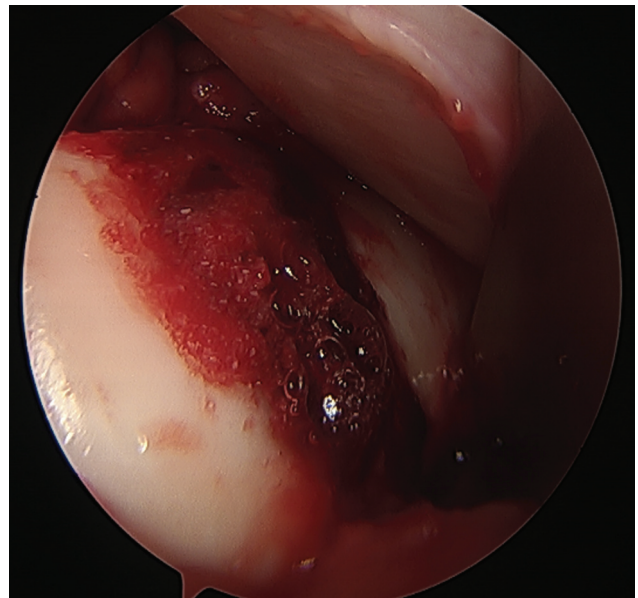
**Fig. 4** Microfracturas en lesión.

Posteriormente se realiza una artrotomía parapatelar lateral de 2 cm y se rellena el defecto condral con matriz de aloinjerto de cartílago (CAM®) con plasma rico en plaquetas en una proporción 0,8:1 (►Fig. 5 y ►Fig. 6). Finalmente se cubre defecto con un tapón de fibrina (Beriplast®) (►Fig. 7).

Durante el postoperatorio, se indica crioterapia durante las primeras 24 horas, asociado a kinesioterapia, utilizando férula ROM con rango de movilidad 0°- 30° y marcha con 2 bastones con carga a tolerancia. Durante el primer mes de rehabilitación se aumenta ROM de 0-60°, permitiendo rango completo a los 2 meses post operado. A los 6 meses de evolución, la RM de control muestra fibrocartílago reparativo, hipertrófico, con bordes parcialmente homogéneos, ubicado en el sitio del defecto (►Fig. 8, 9 y 10).



**Fig. 5** Relleno del defecto con CAM®.

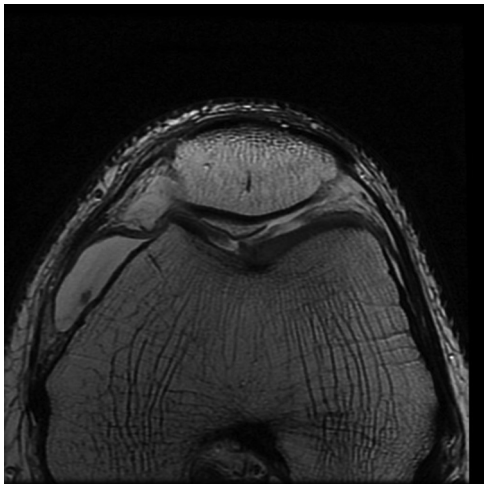


**Fig. 7** Cobertura con tapón de fibrina (Beriplast®).

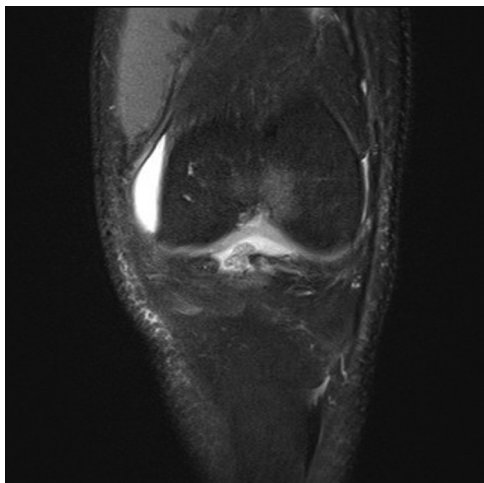




**Fig. 8** Corte sagital de RM de control.



**Fig. 9** Corte axial de RM de control.



**Fig. 10** Corte coronal de RM de control.

Se aplicaron al paciente las escalas funcionales de IKDC para evaluación subjetiva de la rodilla y la escala de Kujala pre y post operatorios. Las escalas preoperatorias mostraron un IKDC de 56,3 puntos y score de Kujala de 75 puntos. A los 18 meses de seguimiento presenta muy buenos resultados, con un IKDC de 86,2 puntos y un score de Kujala de 97 puntos, realizando actividad deportiva 1 a 2 veces por semana sin molestias.

## Discusión y revisión de la literatura

La primera descripción de una lesión del cartílago articular de la tróclea femoral fue publicada en 1912.<sup>16</sup> Desde esta fecha, existe un número limitado de literatura respecto a estas lesiones, ya que las lesiones más ampliamente descritas son a nivel de cóndilos femorales y cartílago patelar. Las LOC aisladas de la tróclea femoral son poco frecuentes, con una incidencia variable entre un 6% a un 8%<sup>2,3</sup> en artroscopias y un 25% a 25,9%<sup>17,18</sup> en resonancia magnética.

Con respecto a la patogénesis, se puede clasificar según mecanismo de lesión en agudo y crónico. Las lesiones agudas son producidas por impactación directa de la patela sobre la tróclea, como es el caso de las luxaciones de rótula o el contacto de rodilla contra el tablero en los accidentes de tránsito. Por su parte, las lesiones crónicas son el resultado de una sobrecarga repetitiva, asociada o no a otras patologías concomitantes, principalmente el mal alineamiento rotuliano.<sup>19</sup>

La clínica de las LOC de la tróclea es poco específica, siendo el dolor anterior de rodilla el síntoma más frecuente, seguido de derrame y chasquido articular, principalmente en actividades que impliquen flexión de la rodilla.<sup>20-22</sup> Debido a la biomecánica patelofemoral, las LOC son sintomáticas principalmente durante los periodos de carga máxima en el compartimiento patelofemoral, entre 30° y 90° de flexión rodilla.<sup>23</sup>

En cuanto a la imagenología, las radiografías simples ayudan a descartar otras lesiones, como la presencia de cuerpos libres en una luxación de patela o la sospecha de una osteocondritis disecante.<sup>22</sup> El uso de la tomografía axial computarizada (TAC) estaría indicado en el contexto de mal alineamiento. La RM es el estudio de elección para evaluar estas lesiones, pudiendo definir ubicación, profundidad y cronicidad de la lesión.<sup>24</sup> Muhle et al.<sup>25</sup> describe una sensibilidad de detección de lesiones trocleares con el uso de resonancia magnética con contraste entre 17% a 50% en lesiones mediales y entre 17 a 67% en lesiones laterales.

No existe en la actualidad un protocolo estandarizado para el manejo de este tipo de lesiones, ya que la mayoría de los estudios al respecto han publicado resultados sin una clara descripción de la ubicación de las lesiones ni tampoco los procedimientos asociados en pacientes con mecánica anormal.<sup>26</sup> Existen diversos tipos de tratamiento quirúrgico como son el desbridamiento, microfractura, alo-auto injerto osteocondral, implantación de condrocitos autólogos, y procedimientos asociados como realineamiento distal y terapia biológica. La microfractura a menudo representa la primera línea de tratamiento quirúrgico. Se ha documentado una mejoría clínica hasta los 18 meses de seguimiento para

defectos trocleares,<sup>27,28</sup> sin embargo, los estudios tienden a mostrar un deterioro clínico después de los 2–4 años de evolución. Además, las lesiones trocleares poseen peores resultados clínicos y funcionales en comparación con lesiones ubicadas a nivel de los cóndilos femorales.<sup>27,28</sup> A su vez, el fibrocárlago proporcionado por las microfracturas posee malas propiedades biomecánicas. En base a esto, se han desarrollado diferentes técnicas de aumentación con el objetivo de mejorar los resultados clínicos.<sup>10,29</sup> Una alternativa de técnica de aumentación es la aplicación de aloinjerto de matriz extracelular de cárlago. Esta matriz serviría como un andamiaje para las células mesenquimáticas provenientes del hueso subcondral expuesto por las microfracturas, teniendo como resultado un tejido reparativo de mejor calidad.<sup>11</sup>

Cole et al.<sup>11</sup> describe en su estudio la aplicación de microfracturas asociado a aloinjerto de matriz extracelular de cárlago mezclado con plasma rico en plaquetas en 48 pacientes, de los cuales 25 eran lesiones trocleares, con lesiones menores a 1 cm<sup>2</sup>. En este trabajo describen buenos resultados funcionales a 2 años de seguimiento, con sólo una reintervención en ese período, sin embargo, el autor no describe la ubicación de las lesiones al momento de mostrar sus resultados. Brusalis et al.<sup>9</sup> publicó la misma técnica realizada en 10 pacientes, de los cuales 5 correspondían a lesiones trocleares con defectos que iban desde los 0,7 cm<sup>2</sup> hasta los 5 cm<sup>2</sup>, con un 85% de buenos resultados en cuanto a satisfacción a 2 años de seguimiento. Otra alternativa de aumentación es el uso Chitosan, el cual funciona como andamiaje de forma similar a la matriz de cárlago, dando estabilidad a las células mesenquimáticas, mostrando eficacia en cuanto a relleno del defecto y mejora sintomática.<sup>13,14</sup> Calvo et al.<sup>12</sup> describe un 80% de satisfacción a mediano plazo en 11 pacientes con lesiones trocleares tratadas con microfracturas asociado a Chitosan.

Cabe mencionar el uso de nanofractura como una técnica que proporciona una estimulación subcondral más precisa, realizando una microperforación más profunda y delgada en el hueso subcondral que la técnica de microfractura estándar.<sup>30</sup> Esta perforación más profunda en el hueso subcondral produciría menos fragmentación y compactación trabecular en comparación con la microfractura. La comunicación resultante con una gran cantidad de canales trabeculares permite un mejor acceso a la médula ósea y, por lo tanto, un mayor reclutamiento de células mesenquimales pluripotentes para la restauración de la arquitectura ósea subcondral.<sup>30–32</sup> Ésta técnica se ha utilizado también en asociación a distintos andamiajes como la matriz de cárlago con resultados prometedores,<sup>33</sup> sin embargo, la literatura ha demostrado que independientemente de la técnica de estimulación de médula ósea que se utilice, la calidad general de la regeneración del tejido no alcanza las características del cárlago hialino nativo.<sup>30</sup>

La condroplastía artroscópica o desbridamiento es una técnica que, si bien ha sido cuestionada, puede proporcionar alivio sintomático temporal, con reporte de buenos resultados a corto plazo en un 50% a 78% de los pacientes.<sup>34,35</sup>

El uso de trasplante de aloinjerto osteocondral/mosaicoplastía en lesiones trocleares es limitado. Si bien

ha demostrado un aumento significativo en los scores funcionales respecto a otras técnicas en defectos condrales de la rodilla,<sup>36</sup> no existen estudios disponibles que evalúen específicamente esta ubicación, sino más bien en defectos patelares y condilares. Existen consideraciones técnicas que hacen que la mosaicoplastía sea técnicamente más difícil en lesiones trocleares: los sitios donantes típicos son adyacentes a las áreas de soporte de carga de la tróclea, además la curvatura y el grosor condral variable hacen difícil que un aloinjerto osteocondral coincida con el defecto troclear.<sup>37</sup> Melugin et al.<sup>38</sup> presenta en su estudio 19 pacientes con lesiones osteocondrales patelofemorales tratados con aloinjerto osteocondral, de los cuales 3 eran lesiones de tróclea femoral, demostrando buenos resultados a 2 años de seguimiento, con una tasa de reintervención de un 21,1% (2 pacientes requirieron una prótesis patelofemoral). Una de las limitaciones de este trabajo es que presenta sus resultados sin subdivisión por ubicación de la lesión, por lo que no se puede saber con exactitud los resultados específicamente en tróclea femoral.

La implantación de condrocitos autólogos en esta ubicación es un procedimiento técnicamente difícil, de alto costo y poco disponible en algunos países. La mayor dificultad técnica de otros procedimientos quirúrgicos en esta ubicación y el tamaño frecuentemente grande de estas lesiones, han hecho de esta técnica una alternativa atractiva, mostrando buenos y excelentes resultados,<sup>39–41</sup> sin embargo, una de las complicaciones temidas al usar ACI, es el crecimiento de una “protuberancia ósea” que podría alterar el tracking patelar.<sup>42</sup>

Entre otras técnicas quirúrgicas descritas, Fulkerson en el año 1990<sup>43</sup> describió la transferencia de la tuberosidad anterior de la tibia (TAT) y logró disminuir las fuerzas de contacto de la cara lateral de la rótula, aunque su eficacia al tratar las lesiones aisladas de la tróclea es desconocida.<sup>26</sup> En un estudio cadavérico, Beck et al.<sup>44</sup> determinó que la anteromedialización de la TAT reduciría las presiones de contacto total troclear, principalmente de la vertiente lateral. Rue et al.<sup>45</sup> también describe en un estudio cadavérico de 10 rodillas, que la anteriorización de la TAT por sí sola disminuye las presiones de contacto troclear. Pese a lo anterior, no hay estudios clínicos que confirmen la eficacia de estas técnicas dentro de la literatura actual.<sup>26</sup>

Una combinación de técnicas, tanto de realineamiento distal y terapia biológica, sería probablemente el tratamiento óptimo, sin embargo, la evidencia es limitada en este tópico, existiendo sólo estudios de realineamiento distal asociado con ACI.<sup>46</sup>

## Realidad nacional

En nuestro país en la actualidad existe una amplia gama de tratamientos disponibles para el manejo de lesiones osteocondrales en la rodilla y específicamente en la tróclea femoral. El debridamiento artroscópico y condroplastía se realizan vastamente en nuestra práctica clínica en el alto número de artroscopías de rodilla realizados diariamente de forma nacional. Las MFX y nanofracturas aisladas o en

asociación a distintos métodos de andamiaje como Chitosan, matrices de cartílago, membranas de colágeno o ácido hialurónico, están ampliamente disponibles en Chile. El trasplante de autoinjerto osteocondral también es una técnica muy utilizada en nuestro país, con distintas empresas que proveen el instrumental para realizarlas. Menos utilizado por su alto costo y disponibilidad son los aloinjertos osteocondrales frescos o congelados, sin embargo, si se encuentran a disposición en múltiples centros médicos de nuestro país. Las técnicas de transferencia de la TAT, al no requerir mayormente un instrumental específico, están disponibles en Chile para los pacientes correspondientes según su indicación quirúrgica. El implante autólogo de condrocitos y la implantación de condrocitos inducida por matriz (ACI y MACI) son procedimientos actualmente de muy alto costo que aún no se encuentran disponibles en nuestro país.

## Conclusión

Las lesiones del cartílago troclear del fémur son lesiones altamente complejas, debido a su ubicación anatómica y su configuración espacial.

Debido a la escasa evidencia disponible, no existe actualmente una guía clara de tratamiento, presentando la mayoría de las técnicas de manejo disponibles, pobres resultados a largo plazo. Así mismo, la evidencia actual se inclina hacia una estrategia combinada de restauración articular, obteniendo buenos a excelentes resultados a corto plazo.

El uso de microfracturas asociado a matriz de aloinjerto condral presenta resultados prometedores, sin embargo, faltan estudios a largo plazo para evaluar el éxito de esta técnica en cuanto a resultados clínicos reportados por los pacientes y sobrevida de este "nuevo" fibrocartílago.

### Conflict of Interest

None declared.

## Bibliografía

- Krych AJ, Saris DBF, Stuart MJ, Hacken B. Cartilage Injury in the Knee: Assessment and Treatment Options. *J Am Acad Orthop Surg* 2020;28(22):914-922
- Hjelle K, Solheim E, Strand T, Muri R, Brittberg M. Articular cartilage defects in 1,000 knee arthroscopies. *Arthroscopy* 2002;18(07):730-734
- Widuchowski W, Widuchowski J, Trzaska T. Articular cartilage defects: study of 25,124 knee arthroscopies. *Knee* 2007;14(03):177-182
- Aroen A, Løken S, Heir S, et al. Articular cartilage lesions in 993 consecutive knee arthroscopies. *Am J Sports Med* 2004;32(01):211-215. <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546503259345>
- Hinckel BB, Gomoll AH. Patellofemoral Cartilage Restoration: Indications, Techniques, and Outcomes of Autologous Chondrocyte Implantation, Matrix-Induced Chondrocyte Implantation, and Particulated Juvenile Allograft Cartilage. *J Knee Surg* 2018;31(03):212-226. <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-0037-1607294>
- Yanke AB, Wuerz T, Saltzman BM, Butty D, Cole BJ. Management of patellofemoral chondral injuries. *Clin Sports Med* 2014;33(03):477-500. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0278591914000210>
- Redondo ML, Beer AJ, Yanke AB. Cartilage Restoration: Microfracture and Osteochondral Autograft Transplantation. *J Knee Surg* 2018;31(03):231-238. <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-0037-1618592>
- Sheppard WL, Hinckel BB, Arshi A, Sherman SL, Jones KJ. Accurate Reporting of Concomitant Procedures Is Highly Variable in Studies Investigating Knee Cartilage Restoration. *Cartilage* 2021;12(03):333-343. <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1947603519841673>
- Brusalis CM, Greditzer HG IV, Fabricant PD, Stannard JP, Cook JL. BioCartilage augmentation of marrow stimulation procedures for cartilage defects of the knee: Two-year clinical outcomes. *Knee* 2020;27(05):1418-1425. Doi: 10.1016/j.knee.2020.07.087
- Fortier LA, Chapman HS, Pownder SL, et al. BioCartilage improves cartilage repair compared with microfracture alone in an equine model of full-thickness cartilage loss. *Am J Sports Med* 2016;44(09):2366-2374
- Cole BJ, Haunschild ED, Carter T, Meyer J, Fortier LA, Gilat RBC (BioCartilage) Study Group. Clinically Significant Outcomes Following the Treatment of Focal Cartilage Defects of the Knee With Microfracture Augmentation Using Cartilage Allograft Extracellular Matrix: A Multicenter Prospective Study. *Arthroscopy* 2021;37(05):1512-1521. Doi: 10.1016/j.arthro.2021.01.043
- Calvo R, Figueroa D, Figueroa F, Bravo J, Contreras M, Zilleruelo N. Treatment of Patellofemoral Chondral Lesions Using Microfractures Associated with a Chitosan Scaffold: Mid-Term Clinical and Radiological Results. *Cartilage* 2021;13(1\_suppl):1258S-1264S
- Sofu H, Camurcu Y, Ucpunar H, Ozcan S, Yurten H, Sahin V. Clinical and radiographic outcomes of chitosan-glycerol phosphate/blood implant are similar with hyaluronic acid-based cell-free scaffold in the treatment of focal osteochondral lesions of the knee joint. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2019;27(03):773-781. Doi: 10.1007/s00167-018-5079-z
- Shive MS, Stanish WD, McCormack R, et al. BST-CarGel® Treatment Maintains Cartilage Repair Superiority over Microfracture at 5 Years in a Multicenter Randomized Controlled Trial. *Cartilage* 2015;6(02):62-72
- Steadman J, Rodkey W, Singleton S, Briggs K. Microfracture technique for full-thickness chondral defects: technique and clinical results. *Oper Tech Orthop* 1997;7:300-304
- Axhausen G. Die Entstehung der Freien Gelenkkörper und Ihre Beziehungen. *Arch F Klin Chir.* 1912;104:581-678
- Kaplan LD, Schurhoff MR, Selesnick H, Thorpe M, Uribe JW. Magnetic resonance imaging of the knee in asymptomatic professional basketball players. *Arthroscopy* 2005;21(05):557-561
- Walczak BE, McCulloch PC, Kang RW, Zelazny A, Tedeschi F, Cole BJ. Abnormal findings on knee magnetic resonance imaging in asymptomatic NBA players. *J Knee Surg* 2008;21(01):27-33
- Harilainen A, Lindroos M, Sandelin J, Tallroth K, Kujala UM. Patellofemoral relationships and cartilage breakdown. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2005;13(02):142-144
- Luessenhop S, Behrens P, Bruns J, Rehder U. Bilateral osteochondritis dissecans of the medial trochlea femoris: an unusual case of patellofemoral pain. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1993;1(3-4):187-188
- Mori Y, Kubo M, Shimokoube J, Kuroki Y. Osteochondritis dissecans of the patellofemoral groove in athletes: unusual cases of patellofemoral pain. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1994;2(04):242-244
- Smith JB. Osteochondritis dissecans of the trochlea of the femur. *Arthroscopy* 1990;6(01):11-17

- 23 Huberti HH, Hayes WC. Patellofemoral contact pressures. The influence of q-angle and tendofemoral contact. *J Bone Joint Surg Am* 1984;66(05):715-724
- 24 Huegeli RW, Moelleken SMC, Stork A, et al. MR imaging of post-traumatic articular cartilage injuries confined to the femoral trochlea. Arthroscopic correlation and clinical significance. *Eur J Radiol* 2005;53(01):90-95
- 25 Muhle C, Ahn JM, Trudell D, Resnick D. Magnetic resonance imaging of the femoral trochlea: evaluation of anatomical landmarks and grading articular cartilage in cadaveric knees. *Skeletal Radiol* 2008;37(06):527-533
- 26 Gallo RA, Feeley BT. Cartilage defects of the femoral trochlea. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2009;17(11):1316-1325
- 27 Kreuz PC, Erggelet C, Steinwachs MR, et al. Is microfracture of chondral defects in the knee associated with different results in patients aged 40 years or younger? *Arthroscopy* 2006;22(11):1180-1186
- 28 Kreuz PC, Steinwachs MR, Erggelet C, et al. Results after microfracture of full-thickness chondral defects in different compartments in the knee. *Osteoarthritis Cartilage* 2006;14(11):1119-1125
- 29 Farr J, Tabet SK, Margerrison E, Cole BJ. Clinical, radiographic, and histological outcomes after cartilage repair with particulated juvenile articular cartilage: A 2-year prospective study. *Am J Sports Med* 2014;42(06):1417-1425
- 30 Kraeutler MJ, Aliberti GM, Scillia AJ, McCarty EC, Mulcahey MK. Microfracture Versus Drilling of Articular Cartilage Defects: A Systematic Review of the Basic Science Evidence. *Orthop J Sports Med* 2020;8(08):2325967120945313. Doi: 10.1177/2325967120945313
- 31 Zedde P, Cudoni S, Giachetti G, et al. Subchondral bone remodeling: comparing nanofracture with microfracture. An ovine in vivo study. *Joints* 2016;4(02):87-93. Doi: 10.11138/jts/2016.4.2.087
- 32 Talesa G, Manfreda F, Pace V, et al. The treatment of knee cartilage lesions: state of the art. *Acta Biomed* 2022;93(04):e2022099. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/36043984>
- 33 Peñalver JM, Villalba J, Yela-Verdú CP, Sánchez J, Balaguer-Castro M. All-Arthroscopic Nanofractured Autologous Matrix-Induced Chondrogenesis (A-NAMIC) Technique for the Treatment of Focal Chondral Lesions of the Knee. *Arthrosc Tech* 2020;9(06):e755-e759. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212628720300414>
- 34 Federico DJ, Reider B. Results of isolated patellar debridement for patellofemoral pain in patients with normal patellar alignment. *Am J Sports Med* 1997;25(05):663-669
- 35 Schonholtz GJ, Ling B. Arthroscopic chondroplasty of the patella. *Arthroscopy* 1985;1(02):92-96
- 36 Williams RJ III, Ranawat AS, Potter HG, Carter T, Warren RF. Fresh stored allografts for the treatment of osteochondral defects of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89(04):718-726
- 37 Ahmad CS, Cohen ZA, Levine WN, Ateshian GA, Mow VC. Biomechanical and topographic considerations for autologous osteochondral grafting in the knee. *Am J Sports Med* 2001;29(02):201-206
- 38 Melugin HP, Ridley TJ, Bernard CD, et al. Prospective Outcomes of Cryopreserved Osteochondral Allograft for Patellofemoral Cartilage Defects at Minimum 2-Year Follow-up. *Cartilage* 2021;13(1\_suppl):1014S-1021S
- 39 Mithöfer K, Minas T, Peterson L, Yeon H, Micheli LJ. Functional outcome of knee articular cartilage repair in adolescent athletes. *Am J Sports Med* 2005;33(08):1147-1153
- 40 Mainil-Varlet P, Rieser F, Grogan S, Mueller W, Saager C, Jakob RP. Articular cartilage repair using a tissue-engineered cartilage-like implant: an animal study. *Osteoarthritis Cartilage* 2001;9(Suppl A):S6-S15
- 41 Krishnan SP, Skinner JA, Bartlett W, et al. Who is the ideal candidate for autologous chondrocyte implantation? *J Bone Joint Surg Br* 2006;88(01):61-64
- 42 Henderson IJP, La Valette DP. Subchondral bone overgrowth in the presence of full-thickness cartilage defects in the knee. *Knee* 2005;12(06):435-440
- 43 Fulkerson JP, Becker GJ, Meaney JA, Miranda M, Folcik MA. Anteromedial tibial tubercle transfer without bone graft. *Am J Sports Med* 1990;18(05):490-496, discussion 496-497
- 44 Beck PR, Thomas AL, Farr J, Lewis PB, Cole BJ. Trochlear contact pressures after anteromedialization of the tibial tubercle. *Am J Sports Med* 2005;33(11):1710-1715
- 45 Rue JPH, Colton A, Zare SM, et al. Trochlear contact pressures after straight anteriorization of the tibial tuberosity. *Am J Sports Med* 2008;36(10):1953-1959
- 46 Farr J. Autologous chondrocyte implantation improves patellofemoral cartilage treatment outcomes. *Clin Orthop Relat Res* 2007;463(463):187-194