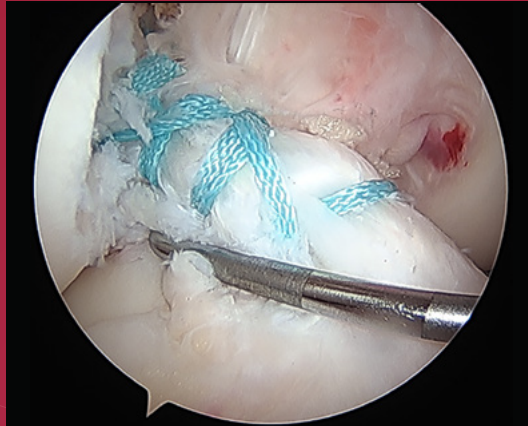


# ARTROSCOPIA

Órgano Oficial de Publicación de la Asociación Argentina de Artroscopía  
y de la Sociedad Latinoamericana de Artroscopía, Rodilla y Deporte



EDITORIAL: PURGATORIO

CARTA AL EDITOR

REEMPLAZAR O NO LA PATELA. ¿CUÁNDO Y POR QUÉ?

REPARACIÓN PRIMARIA VERSUS REPARACIÓN Y AUMENTACIÓN CON CINTA DE POLIETILENO DE ALTO PESO MOLECULAR EN LESIONES DEL LCA: RESULTADOS FUNCIONALES

EN LA BÚSQUEDA DE PREDICTORES QUE NOS AYUDEN A OBTENER UN MEJOR RESULTADO EN LA CIRUGÍA DE REVISIÓN DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR

PRIMER CASO, EN UN ESTADO BRASILEÑO, DE TRATAMIENTO QUIRÚRGICO DE UNA FRACTURA DISTAL DE CLAVÍCULA CON PLACA BLOQUEADA CON UN BOTÓN PEGADO ASOCIADO A OTRO BOTÓN SUBCORACOIDEO ASISTIDO POR ARTROSCOPIA

USO DE ARTROPLASTIA REVERSA DE HOMBRO MÁS ALOINJERTO ESTRUCTURAL EN PACIENTE CON DEFECTO GLENOIDEO ANTEROINFERIOR: REPORTE DE CASO Y REVISIÓN DE LA LITERATURA

ACL RECONSTRUCTION ASSOCIATED WITH LATERAL EXTRA-ARTICULAR TENODESIS WITH SHARED FEMORAL TUNNEL

CONCEPTOS ACTUALES EN EL DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DE LAS LESIONES DEL HUESO SUBCONDRALE



rejoin #



Conoce nuestros productos para

# REPARACIÓN DE MENISCOS





RapidLink Plus Sistema de Reparación Todo Dentro



RapidLink Sistema de Reparación Todo Dentro



EasyPass Knee Pasador de Sutura



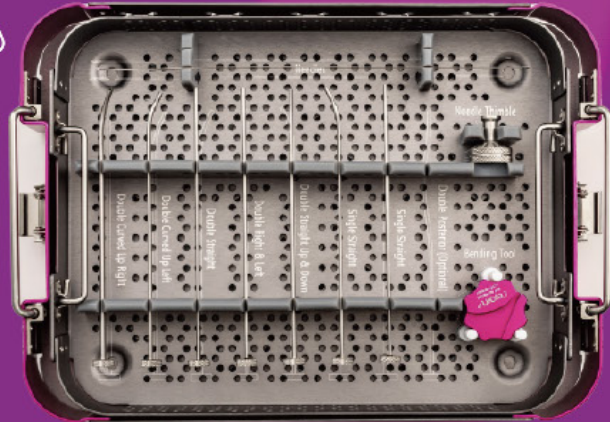
TwinAccord Meniscus Root Suture Instrument



Basket Punch



Accord Meniscus Kit de Reparación Fuera-Dentro



Meniscus Kit de Reparación Dentro-Fuera

# FlipH

Sistema de reparación  
ligamentaria

*"Tan simple  
como seguro"*

Único sistema de liberación y bloqueo  
con un solo click

Mango de colocación precargado  
con el implante

# REGLAMENTO DE PUBLICACIONES

## REVISTA ARTROSCOPIA

### INFORMACIÓN PARA LOS AUTORES

La Revista ARTROSCOPIA es el órgano oficial de publicaciones de la **Asociación Argentina de Artroscopía (AAA)** y de la **Sociedad Latinoamericana de Artroscopía, Rodilla y Deporte (SLARD)**. La Revista ARTROSCOPIA busca proveer a los lectores y autores la información para publicar artículos en investigación básica y clínica, revisión de artículos, notas técnicas, reporte de casos y actualizaciones (updates) en el desarrollo de la cirugía artroscópica, la cirugía de rodilla y la traumatología deportiva.

Todos los artículos estarán sujetos a revisión por el grupo de editores de la revista para su publicación. Las cartas y comentarios a los editores serán siempre bienvenidos en pro de mejorar.

**Los Autores que deseen publicar en la revista ARTROSCOPIA deberán seguir las siguientes instrucciones:**

Todos los manuscritos serán presentados electrónicamente en el sitio ON-LINE de la revista ARTROSCOPIA a través del formulario de envío donde se deberá registrar como autor y será guiado paso a paso para cargar su artículo. Las comunicaciones acerca del manuscrito serán enviadas por e-mail al autor responsable.

Sitio web de la **Sociedad Argentina de Artroscopía** ([www.artroscopia.com.ar](http://www.artroscopia.com.ar)).

#### RECOMENDACIONES SEGÚN TIPO DE ARTÍCULO

Tipo de Artículo	Número de palabras*	Referencias	Figuras	Tablas
Artículo original	4000	35	7	4
Evidencia nivel V	1600	4	0	0
Actualizaciones	4000	75	10	4
Revisión bibliográfica	4500	50	7	4
Meta - análisis	4000	50	7	4
Notas técnicas	1500	8	3	1
Reporte de casos	1000	5	2	0
Carta a editores	500	4	2	0

\*Máximo número de palabras excluyendo la página del título con información de autores, referencias y leyendas de figuras y tablas.

**Para consultar el reglamento completo:**  
**[www.revistaartroscopia.com.ar](http://www.revistaartroscopia.com.ar)**

Recuerde que los trabajos pueden ser enviados **únicamente** en forma on-line a través del formulario en nuestro sitio web.



## Arthrex®

"Helping Surgeons Treat Their Patients Better"

Para ver nuestro **catálogo** escaneá el código QR a continuación:



11 - 21505250

[www.crosmed.com](http://www.crosmed.com)

[cotizaciones@crosmed.com](mailto:cotizaciones@crosmed.com)

+54 9 11 3181-7858

## SYNOLIS

INJECTABLE JOINT SUPPLEMENT

ÁCIDO HIALURÓNICO + SORBITOL

Gel inyectable de ácido hialurónico y sorbitol que funciona como lubricante natural en las articulaciones artrósicas, proporcionando alivio rápido y duradero del dolor.



Synolis VA 40/80 – 2 ml:  
40 mg de ácido hialurónico  
80 mg de sorbitol  
Una o varias inyecciones



Synolis VA 80/160 – 4 ml:  
80 mg de ácido hialurónico  
60 mg de sorbitol Dosis única

# CURSO SUPERIOR CON LABORATORIO CADAVÉRICO *Corrientes 2023*

15 DE ABRIL, 2023



## TABLA NIVEL DE EVIDENCIA

<b>Nivel de Evidencia</b>	<b>Estudios Terapéuticos:</b> Investigan el efecto de una característica del paciente y evalúa el resultado de la patología.	<b>Estudios Pronóstico:</b> Investigan el efecto de una característica del paciente y evalúa el resultado de la patología.	<b>Estudios Diagnóstico:</b> Investigan un método diagnóstico.	<b>Análisis Económico:</b> Desarrollo de modelo económico o de la indicación.
<b>Nivel I</b>	Estudio randomizado con grupo control de alta calidad, con diferencia estadísticamente significativa o no, pero con mínimo intervalo de confianza. Revisión sistemática de estudios Nivel I con grupo control randomizado.	Estudio prospectivo <sup>2</sup> de alta calidad (todos los pacientes se incluyen en el mismo punto de la patología y el 80% de los pacientes deben estar incluidos en el seguimiento). Revisión sistemática de estudios Nivel I. <sup>1</sup>	Estudios de criterios diagnósticos ya descritos en una serie consecutiva de pacientes (con un universo de referencia "Gold Standard"). Revisión sistemática de estudios Nivel I. <sup>1</sup>	Estudios costo sensibles y alternativas; valores obtenidos de varios estudios; múltiples formas de análisis de sensibilidad. Revisión sistemática de estudios Nivel I. <sup>1</sup>
<b>Nivel II</b>	Estudio randomizado con grupo control de menor calidad (Ej.: < del 80% de seguimiento en los pacientes incluidos, no ciegos o una randomización inadecuada). Estudio prospectivo, <sup>2</sup> comparativo. <sup>3</sup> Revisión sistemática <sup>1</sup> de estudios Nivel II o estudios Nivel I con resultados inconsistentes.	Estudios retrospectivos. <sup>4</sup> Grupo no tratado de un grupo control randomizado. Estudios prospectivo de menor calidad (Ej.: < del 80% de seguimiento en los pacientes incluidos o pacientes incluidos en diferentes estadios de patología). Revisión sistemática de estudios Nivel I. <sup>1</sup>	Desarrollo de criterio diagnóstico en una base consecutiva de pacientes (con un universo de referencia "Gold Standard"). Revisión sistemática <sup>1</sup> de estudios Nivel II.	Estudios costo sensibles y alternativas; valores obtenidos de estudios limitados; múltiples formas de análisis de sensibilidad. Revisión sistemática <sup>1</sup> de estudios Nivel II.
<b>Nivel III</b>	Estudio de caso control. <sup>5</sup> Estudios retrospectivo, <sup>4</sup> comparativo. <sup>3</sup> Revisión sistemática <sup>1</sup> de estudios Nivel III.	Estudio de caso control. <sup>5</sup>	Estudio de pacientes no consecutivos (sin un universo de referencia "Gold Standard"). Revisión sistemática <sup>1</sup> de estudios de Nivel III.	Análisis basado en costos y alternativas limitadas, pobre estimación. Revisión sistemática <sup>1</sup> de estudios Nivel III.
<b>Nivel IV</b>	Serie de casos. <sup>6</sup>	Serie de casos. <sup>6</sup>	Estudio de caso control. <sup>5</sup> Pobre referencia Standard.	Análisis no sensitivo.
<b>Nivel V</b>	Opinión de expertos.	Opinión de expertos.	Opinión de expertos.	Opinión de expertos.

<sup>1</sup> Combinación de resultados de 2 o más estudios previos.<sup>2</sup> El estudio fue diseñado y comenzó antes de incluir el primer paciente al estudio.<sup>3</sup> Grupo de pacientes tratados de una manera comparados con grupo de pacientes tratados de otra manera y en la misma institución.<sup>4</sup> El estudio comenzó después de incluir el primer paciente.<sup>5</sup> Los pacientes incluidos en el estudio según sus resultados (son los llamados "casos") son comparados con aquellos que no tiene el resultado estudiado (son los llamados "control").<sup>6</sup> Grupo de pacientes tratados de una manera sin comparar grupos de pacientes tratados de otra manera.





# XIII CONGRESO DE ESPECIALISTAS ARGENTINOS EN ARTROSCOPIA

21 AL 23 DE SEPTIEMBRE 2023

# Mendoza 2023



INFORMES E INSCRIPCIONES:  
[www.artroscopia.com.ar](http://www.artroscopia.com.ar)



---

### EDITORIAL

---

**Purgatorio**  
Fernando Barclay

### CARTA AL EDITOR

---

**¿Por qué hacemos cada vez menos osteotomías? ¿Es todavía una cirugía vigente?**  
Rafael Calvo Rodríguez, Alfredo Sandoval Ibáñez

**Carta al Editor**  
Arturo Almazán Díaz

### ACTUALIZACIÓN Y CONTROVERSIAS

---

01 - **Reemplazar o no la patela. ¿Cuándo y por qué?**  
Rafael Calvo Rodríguez, Javier González Almonacid, Diego Edwards, Gonzalo Espinoza Lavín

### ARTÍCULO ORIGINAL

---

- 08 - **Reparación primaria versus reparación y aumentación con cinta de polietileno de alto peso molecular en lesiones del LCA: resultados funcionales**  
Jorge Pablo Batista, Agustín Quesada, Jorge Chahla, Lucía Verónica Cangiano, Francisco Vega
- 16 - **En la búsqueda de predictores que nos ayuden a obtener un mejor resultado en la cirugía de revisión de Ligamento Cruzado Anterior**  
Juan Francisco Villalba, Cristian Bennet, Daniel Gutierrez

### REPORTE DE CASOS

---

- 21 - **Primer caso, en un estado brasileño, de tratamiento quirúrgico de una fractura distal de clavícula con placa bloqueada con un botón pegado asociado a otro botón subcoracoideo asistido por artroscopia**  
Leandro Marcio, Luiz Marcelo Bastos Leite, Benno Ejnisman
- 24 - **Uso de artroplastia reversa de hombro más aloinjerto estructural en paciente con defecto glenoideo anteroinferior: reporte de caso y revisión de la literatura**  
Santiago Zúñiga Ojeda, Giuseppe Aguado Gómez, Orlando Ávila Neira, Álvaro Echeverría Trujillo

### NOTAS TÉCNICAS

---

- 37 - **ACL reconstruction associated with lateral extra-articular tenodesis with shared femoral tunnel**  
Lucas Vieira, Lúcio Sergio Rocha Ernlund, Jonathan Buiar Vidal

### ACTUALIZACIÓN

---

- 41 - **Conceptos actuales en el diagnóstico y tratamiento de las lesiones del hueso subcondral**  
Ignacio Dallo, Pedro Bernáldez, Horacio F. Rivarola Etcheto, Rachel Frank, Seth Sherman, Bert Mandelbaum, Alberto Gobbi
- 
-

# ARTROSCOPIA

Órgano Oficial de Publicación de la Asociación Argentina de Artroscopia  
y de la Sociedad Latinoamericana de Artroscopia, Rodilla y Deporte

Revista de la Asociación Argentina de Artroscopia (AAA) y de la  
Sociedad Latinoamericana de Artroscopia Rodilla y Deporte (SLARD)

**Editor en Jefe:**

Dr. Fernando Barclay  
*Buenos Aires, Argentina*

**Asistente de Editor en Jefe:**

Dr. Francisco Arcuri  
*Buenos Aires, Argentina*

**Editores Asociados:**

Dr. Eduardo Abalo

*Argentina*

Dr. Rafael Calvo

*Chile*

Dr. Melchor Iván Encalada Díaz

*México*

Dr. Sebastián Irrarrazabal

*Chile*

Dr. Paulo Llinas

*Colombia*

Dr. Pablo Narbona

*Argentina*

Dr. Diego Da Costa Astur

*Brasil*

**Editor Junior:**

Dr. Luciano Rossi

*Argentina*

**Consejo Asesor :**

Dr. Guillermo Arce

*Argentina*

Dr. Miguel Ayerza

*Argentina*

Dr. Moises Cohen

*Brasil*

Dr. Jorge Chahla

*Argentina, EE.UU.*

Dr. David Figueroa

*Chile*

Dr. Rodrigo Maestu

*Argentina*

Dr. Manuel Mosquera

*Colombia*

Dr. Juan Pablo Previgliano

*Argentina*

Dr. Horacio Rivarola

*Argentina*

El contenido de los artículos es responsabilidad directa de sus autores y no necesariamente refleja la opinión del Comité Científico de la AAA. Se prohíbe expresamente la reproducción total o parcial de los artículos que integran esta edición, cuyos derechos se reservan, incluidos los de traducción, en todos los países miembros de la Convención Internacional sobre Derechos de Autor.

Artroscopia Vol. 30 N° 1, Marzo 2023, ISSN 1851-2828, ISSN Digital 1853-4759  
Editor Responsable y Propietario: Asociación Argentina de Artroscopia, CUIT: 30-66346579-8. Director: Dr. Fernando Barclay. Domicilio legal: Montevideo 1546 1° Piso - Buenos Aires - Argentina (1018) | Tel: +54 11 4811-2089 - Fax: +54 11 4811-2389

info@revistaartroscopia.com.ar - www.revistaartroscopia.com.ar

N° de registro de la propiedad intelectual: 56050846

Impresa por Gráfica Pinter - www.graficapinter.com.ar - graficapinter@graficapinter.com.ar

Diseño y diagramación: Visión Producciones: Sergio Epelbaum, Nehuén Hidalgo y Soledad Palacio  
www.visionproducciones.com.ar - info@visionproducciones.com.ar



---

# EDITORIAL

---

## Purgatorio

Según el culto católico, el purgatorio es el lugar donde las almas de los muertos expían sus pecados para intentar acceder al cielo o la gloria eterna. Dicen que algunas almas nunca terminan de limpiarse de todos aquellos pecados cometidos en la vida y habitan para siempre esa dimensión intermedia.

Tratar de imaginar la sensación de un alma cualquiera intentando redimirse, trabajando y esforzándose para cambiar y mejorar lo hecho y no poder lograrlo me resulta sensiblemente triste y definitivamente frustrante.

Pero la figura bíblica del purgatorio también tiene su expresión real en la Tierra, entre los vivos. Infinidad de veces nos estacionamos en plena carrera, nos detenemos y navegamos a la deriva sin convicción, nos convencemos, y convencen, de que los pecados cometidos no tienen perdón posible.

El tren está en movimiento, podemos conformarnos con deambular para siempre en el vagón del medio, convencidos de que esta zona intermedia de supuesto confort no está tan mal. O nos arriesgamos y trabajamos para purificarnos y así iniciar, de una vez, el verdadero camino superador para al fin poder disfrutar de un lugar de privilegio en ese anhelado y soñado vagón de primera clase.

El II Encuentro Latinoamericano organizado por SLARD, desarrollado recientemente en Cancún, México, permitió que especialistas de todo el continente, más amigos presentes de España y Portugal, pudiéramos compartir nuestra experiencia clínica-quirúrgica, así también acercarnos a la innovación propuesta por la industria en todos los ámbitos de nuestra especialidad.

Fue un encuentro intenso, distendido, amigable y de altísima calidad científica. Nos permitió además entender, a partir de la discusión y el diálogo sincero, dónde estamos y dónde queremos estar con la Revista Artroscopía. Creo que nos fuimos de ese paraíso de playas blancas, mar azul, tequila y salsas con mucho picor, convencidos de que la puerta de salida del purgatorio está abierta de par en par para liberarnos. Confesemos nuestros pecados de soberbia, egoísmo y protagonismo individual desmedidos y sellemos el compromiso de habitar el nuevo paraíso unidos para un fin común ampliamente superador de lo logrado hasta la actualidad.

El camino recorrido por la revista y sus autores fue de mucho aprendizaje, siempre con el convencimiento de que la ciencia escrita en español debía ser nuestra fortaleza. Para el 2050 se calcula que habrá más de quinientos treinta millones de hispanoparlantes, de los cuales cien millones estarán viviendo en Estados Unidos. En ese país la comunidad hispana se convirtió en el primer grupo minoritario, y entre los estudiantes secundarios el español es el primer idioma de elección.

El desafío es seguir aprendiendo, poder ordenarnos, salvar nuestras diferencias y entender que hoy tenemos una oportunidad única e irrepetible de salir de la frustración del no poder. La revista Artroscopía, fundada en 1994, por la Asociación Argentina de Artroscopía, fue un sueño hecho realidad de un grupo de pioneros cirujanos artroscopistas que no dudaron nunca en entender que, como escribió el Dr. Luis Muscolo, miembro fundador de la Asociación, en su primera editorial: "El verdadero desarrollo de una comunidad médica está determinado por el nivel científico de sus publicaciones."

Se los traduzco: "Valemos como sociedad médica por lo que publicamos."

Nuestra misión como afortunados receptores de semejante legado debe ser preservarlo primero y mejorarlo obligatoriamente después. La ciencia en el mundo se va acercando casi íntimamente a través de los avances de la comunicación y la tecnología, exigiendo profesionalización y, principalmente, inversión.

¿Por qué no ir por más? Porque perpetuarse en el purgatorio nos libera de correr riesgos, sólo nos exige concurrir al confesionario de vez en cuando, porque no necesitamos invertir ni mucho tiempo ni mucho dinero y, sobre todo, porque en esta antesala del paraíso casi siempre ganamos por goleada todos los partidos.

Jugar en las ligas mayores significa, en cambio: visibilizarnos, estar siempre atentos a innovar, invertir más tiempo y dinero, profesionalizarnos y aceptar que vamos a ser evaluados permanentemente y sin piedad por nuestros pares.

Queridos lectores, si la comparación vale, las estrellas Michelin son reconocimientos otorgados por la guía del mismo nombre a la buena mesa. Calidad, creatividad y cuidado es lo que Michelin tiene en cuenta para premiar con estrellas los buenos restaurantes. Una estrella significa muy bueno en su categoría con fama local; dos estrellas designan altísima calidad con fama mundial y comensales internacionales; tres estrellas significan calidad excepcional.

Mi opinión es que la Revista Artroscopía, con el sesgo de ser en la actualidad su editor en jefe, es merecedora de una de esas estrellas, por ser muy buena en su categoría y de buena fama local.



Calidad de fama mundial y lectores internacionales se logran mejorando la diversidad y el nivel de evidencia de los artículos publicados y, para esto, Artroscopía debe ser la primera opción a la hora de elegir dónde publicar. Calidad es el resultado de educar, crear conciencia de la importancia de compartir con nuestros colegas las experiencias clínico-quirúrgicas y facilitar herramientas para hacerlo de la manera más profesional posible.

Finalmente, sepan que no hay dos o tres estrellas sin un verdadero compromiso de los autores quienes, en definitiva, son los principales responsables de que una revista científica primero exista, luego perdure y, si hay deseo sincero, se convierta en la expresión unánime de una cultura latinoamericana y, por qué no, hispanoamericana.

Dr. Fernando Barclay  
Editor en jefe

---

# CARTA AL EDITOR

---

## ¿Por qué hacemos cada vez menos osteotomías? ¿Es todavía una cirugía vigente?

Sin duda el trabajo “Osteotomía valguizante de tibia aditiva medial: análisis de dos tipos de implante”, publicado en la edición pasada, pone una vez más en discusión la indicación de la osteotomía de rodilla. Ante esto, en la actualidad, podríamos hacernos el siguiente cuestionamiento: ¿indicamos menos osteotomías de las que deberíamos realizar? ¿Es una cirugía relevante?

El avance tecnológico en el modelo y diseño de la artroplastia de rodilla, ya sea unicompartimental o total, y sus resultados más predecibles, le han ido quitando terreno a esta técnica quirúrgica, aun así, mantiene vigente su principal indicación: descargar el compartimento medial en estados precoces de artrosis; es más, en la actualidad esta indicación se ha extendido a otros procedimientos tales como trasplante meniscal con mal alineamiento, lesiones condrales, inestabilidad, etc.

En nuestra opinión, la clave en el resultado de las osteotomías de rodilla es la selección y expectativas del paciente, si la indicación de osteotomía se ajusta principalmente a pacientes jóvenes, compartimento lateral sano, varo menor a 15°, buena estabilidad y función de la rodilla, esta técnica es ventajosa porque mantiene la anatomía y biomecánica de la rodilla, esto conlleva menos restricciones deportivas y hasta permite realizar actividades de alto impacto y, finalmente, bien indicada puede retrasar en años el reemplazo articular.

Como todo, también tiene sus desventajas: dentro las principales creemos que sus resultados son menos predecibles y su recuperación y reintegro a las actividades de la vida diaria son más lentos y tediosos por lo cual es difícil de aceptar para los pacientes en general.

El trabajo actualiza la indicación, planificación y la técnica quirúrgica de la osteotomía tibial alta. Pone un especial énfasis en el método de fijación analizando las diferencias en el grado de estabilidad que nos permiten los medios de osteosíntesis modernos, ventajas y desventajas de las dos placas de fijación analizadas. Si bien el resultado final es una suma de factores, la fijación (bien descrita en la publicación) es uno de los importantes, donde el conocimiento biomecánico del implante cobra relevancia. El postoperatorio y la recuperación funcional más rápida y predecible con métodos de fijación estable en alguna medida modernizan y facilitan la indicación mejorando los resultados.

Sin duda, la osteotomía es una técnica plenamente vigente, la adecuada selección del paciente y una buena técnica quirúrgica son claves para obtener buenos resultados. Nuestra población cada vez vive más y la demanda física es mayor a mayores edades, por lo tanto, es en este escenario donde la osteotomía cobra importancia. No le tengamos miedo como indicación, ya sea aislada o asociada a otros procedimientos. ***La osteotomía está plenamente vigente.***

Rafael Calvo Rodríguez, Alfredo Sandoval Ibáñez  
Universidad del Desarrollo, Clínica Alemana, Santiago de Chile

---

# CARTA AL EDITOR

---

He leído con atención el artículo “Osteotomía valguizante de tibia aditiva medial: análisis de dos tipos de implante”, escrito por la Dra. Pilar Saralegui y colaboradores, del Hospital Italiano de Buenos Aires, Argentina. Los autores hacen una buena revisión de las indicaciones modernas de las osteotomías valguizantes, así como de las características de cada uno de los implantes estudiados.

La osteotomía valguizante de tibia, aunque ciertamente es un procedimiento que ha pasado la prueba del tiempo para el tratamiento de la osteoartritis medial de la rodilla<sup>1,2</sup>, aunque óptimo, dejó de utilizarse en favor de otros tratamientos como los reemplazos unicompartmentales,<sup>3</sup> o totales.<sup>4</sup> Con las mejoras y aumento de los procedimientos reconstructivos articulares: el tratamiento de las lesiones condales, trasplantes meniscales y cirugía ligamentaria compleja, las osteotomías han resurgido para complementar estas técnicas.<sup>5</sup>

Existen varios estudios comparando los resultados clínicos de las dos placas para la fijación, y la tendencia es que ambas tienen buenos resultados objetivos y subjetivos.<sup>6-8</sup> Cabe hacer mención que los diseños y características biomecánicas de la placa Puddu y de la TomoFix™ son completamente diferentes y, concordando con la Dra. Saralegui, es quizás por esto donde radiquen sus indicaciones. Los estudios biomecánicos favorecen la placa TomoFix™ debido a que su diseño se basa en el sistema LC-DCP de AO, es una placa más larga, con más orificios y, por ende, mayor número de tornillos y pernos.<sup>9</sup> Esta placa tiene un mejor desempeño biomecánico en términos de compresión y cizallamiento, lo que en el contexto de una fractura de la cortical lateral se ha asociado a menor tasa de no-union, pérdida de corrección y ruptura de la placa en comparación con la Puddu.<sup>6</sup>

Las posibles desventajas o complicaciones de las osteotomías de apertura, como son la no-uni6n, la p6rdida de la correcci6n y la modificaci6n inadvertida del *slope* tibial, especialmente en correcciones de m6s de 15 mm, se pueden minimizar eligiendo el sistema de fijaci6n adecuado para cada caso.

En la situaci6n de que se necesite modificar la inclinaci6n del *slope* tibial es relativamente sencillo hacerlo con la placa Puddu, basta colocarla m6s anterior o m6s posterior, de tal manera que, como concluye la Dra. Saralegui, cada implante tiene sus indicaciones.

Dr. Arturo Almaz6n D6az

Instituto Nacional de Rehabilitaci6n Luis Guillermo Ibarra Ibarra, Ciudad de M6xico

---

## BIBLIOGRAFÍA

1. Lau LCM; Fan JCH; Chung K-Y; *et al.* Satisfactory long-term survival; functional and radiological outcomes of open-wedge high tibial osteotomy for managing knee osteoarthritis: minimum 10-year follow-up study. *J Orthop Translat*, 2021; 26: 60-6.
2. Bouguennec N; Mergenthaler G; Gicquel T; *et al.* Medium-term survival and clinical and radiological results in high tibial osteotomy: factors for failure and comparison with unicompartmental arthroplasty. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2020; 106(8S): 223-30.
3. Seth I; Bulloch G; Seth N; *et al.* High tibial osteotomy versus unicompartmental knee arthroplasty for unicompartmental knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Indian J Orthop*, 2022; 56(6): 973-82.
4. Hamahashi K; Mitani G; Takagaki T; Serigano K; Tani Y; Sato M; Watanabe M. Total knee arthroplasty is superior to open wedge high tibial osteotomy in terms of pain relief for patients with osteoarthritis. *Arthroplasty Today*, 2021; 7: 7-10.
5. Gao L; Madry H; Chugaev DV; *et al.* Advances in modern osteotomies around the knee: Report on the Association of Sports Traumatology, Arthroscopy, Orthopaedic surgery; Rehabilitation (ASTAOR), Moscow International Osteotomy Congress, 2017. *J Exp Orthop*, 2019; 6(1): 9.
6. Ahmed AM; Addosooki A; Saleh Sleem A; Said E. Superior survivorship and plate-related results of TomoFix compared to Puddu plate fixation for opening-wedge high tibial osteotomy: A systematic review of the literature. *Knee*, 2023; 42: 1-18.
7. Kim KJ; Song EK; Seon JK; Seol JH. Biomechanical study of the fixation plates for opening wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Relat Res*, 2015; 27(3): 181-6.
8. 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; 43(6): 898-902.
9. Staubli AE; De Simoni C; Babst R; Lobenhoffer P. TomoFix: a new LCP-concept for open wedge osteotomy of the medial proximal tibia-early results in 92 cases. *Injury*, 2003; 34(Suppl 2): B55-62.



# Reemplazar o no la patela. ¿Cuándo y por qué?

Rafael Calvo Rodríguez,<sup>1</sup> Javier González Almonacid,<sup>1,2</sup>  
Diego Edwards Silva,<sup>1,3</sup> Gonzalo Espinoza Lavín<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Clínica Alemana, Santiago, Chile

<sup>2</sup>Hospital Clínico San Borja Arriarán, Santiago, Chile

<sup>3</sup>Hospital la Florida Dra. Eloísa Díaz, Santiago, Chile

## RESUMEN

Cambiar, o no, la patela ha sido motivo de controversia durante muchos años. Las complicaciones asociadas al aparato extensor y el dolor anterior de rodilla representan un problema recurrente en la cirugía protésica de rodilla.

En prótesis total de rodilla (PTR) nos encontramos con tres principales posibilidades: siempre cambiar la patela, nunca cambiarla, o hacer un recambio selectivo dependiendo de las características del paciente. En caso de no realizar recambio, se han descrito procedimientos asociados como la pateloplastia o la denervación de la patela. Y los autores que postulan recambio selectivo han evidenciado diversos factores que ayudarían a tomar la decisión, tales como el índice de masa corporal, grado de artrosis, edad, o anatomía patelar, entre otros.

Existe una vasta cantidad de publicaciones científicas en torno al recambio patelar. En esta revisión de la literatura se discutirá qué dice la evidencia respecto de las opciones descritas (recambio selectivo, siempre o nunca) y se concluirá con la opinión de los autores sobre lo más adecuado según la evidencia.

**Palabras clave:** Recambio Patelar; Conservación de Patela; Prótesis Total de Rodilla

## ABSTRACT

*Whether to change the patella, or not, has been a matter of controversy for many years. Complications associated with the extensor apparatus and anterior knee pain represent a recurring problem in knee replacement surgery.*

*In total knee prosthesis (TKP) we find three main possibilities: always change the patella, never change it, or make a selective replacement depending on the patient characteristics. If replacement is not performed, associated procedures such as patelloplasty or patella denervation have been described. And the authors who postulate selective replacement have evidenced various factors that would help to make the decision, such as: body mass index, osteoarthritis degree, age, or patellar anatomy, among others.*

*There is a vast number of scientific publications on patellar turnover. In this review of the literature, we will discuss what the evidence says regarding the options described (selective replacement, always or never) and it will conclude with the opinion of the authors on what is most appropriate according to the evidence.*

**Keywords:** Patellar Resurfacing; Total Knee Prosthesis; Arthroplasty

## INTRODUCCIÓN

La artroplastia total de rodilla (ATR) ha cambiado la vida de muchos pacientes en las últimas décadas con un porcentaje considerable de satisfacción.<sup>1</sup> Pero existen aún varios temas de controversia, tales como el uso primario de implante estabilizado posterior versus implante con retención de ligamento cruzado posterior; el uso, o no, de torniquete en la cirugía y si es conveniente, o no, reemplazar la patela.<sup>2-4</sup>

El efecto del cambio de patela ha sido estudiado por décadas y actualmente se cuenta con mucha evidencia al respecto, sin embargo, se siguen discutiendo su real beneficio y sus complicaciones.<sup>4</sup> El principal problema que se asocia a realizar, o no, un recambio patelar es el dolor anterior de rodilla, el cual es un problema multifactorial y difícil de evaluar. Los primeros diseños protésicos

no incluían recambio patelar y la incidencia de dolor anterior postoperatorio se describió hasta en un 50% de los casos.<sup>5</sup> Los nuevos diseños, más amigables con la articulación patelofemoral, fueron disminuyendo esta incidencia pero aún se señalan un 10 a 15% de pacientes con dolor anterior luego de una ATR.<sup>6</sup>

La pregunta actual es si el recambio de patela influye o no en estos resultados, considerando que el recambio no está exento de complicaciones como fractura de patela, disrupción del aparato extensor, aflojamiento del componente patelar, inestabilidad e infecciones.<sup>7</sup> También se debe considerar que la parte menos desarrollada o precisa en la cirugía de reemplazo de rodilla es sin duda el recambio de patela. Tanto en la cirugía convencional como en la robótica existen escasos avances en su aplicación.

Hoy en día se pueden identificar tres tipos de conductas posibles a seguir por el cirujano ortopédico: siempre cambiar la patela, nunca cambiarla, o hacer un recambio selectivo.<sup>7</sup> En el último caso se desprende además el interrogante de cuáles serían los elementos que influirían en la decisión de cambiar, o no, la rótula.

Rafael Calvo Rodríguez:

rcalvo61@gmail.com

Recibido: Diciembre de 2022. Aceptado: Enero de 2023.



Figura 1: Corte de patela para realizar recambio patelar en prótesis total de rodilla.

En el presente estudio se analizarán estas opciones, con los beneficios y complicaciones de cada una y, en el caso del recambio selectivo, se analizarán los factores que pueden influir en la decisión de cambiar, o no, la patela.

## SIEMPRE CAMBIAR LA PATELA

La opción de efectuar siempre un recambio patelar tiene sustento en múltiples estudios que muestran ciertos beneficios con esta conducta.<sup>4,8,9</sup> Diversos trabajos que han comparado conservar la patela versus el recambio han descrito diferencias en la incidencia de reoperaciones entre estas dos conductas.

He *et al.*, en 2011, realizaron un metaanálisis con la evidencia a la fecha y encontraron una diferencia estadísticamente significativa en la incidencia de reoperación por problemas patelofemorales, con mayor reoperación, también estadísticamente significativa, en los pacientes con conservación de patela. Lógicamente el mayor índice de reoperaciones está asociado a la posibilidad de realizar una revisión con cambio de patela en este grupo, sin embargo, no encontraron diferencias respecto al dolor anterior de rodilla postoperatorio ni en las escalas funcionales. Los autores comentan que, considerando los hallazgos del estudio, asociado a las posibles complicaciones de un recambio patelar, no habría un beneficio claro en efectuar este procedimiento.<sup>4</sup>

Calvisi *et al.*, en 2009, publicaron una revisión sistemática que incluyó doce estudios, la que sugeriría cierta incidencia de mayor dolor de rodilla y de revisión en pacientes sin recambio patelar, sin encontrar diferencias en el rango articular ni en escalas funcionales.<sup>8</sup> Los autores desta-

can que todos los estudios que finalmente fueron incluidos presentaban sesgos metodológicos importantes, y no reportaban claramente las complicaciones patelares en el grupo en el que se realizaba el recambio patelar, por lo que finalizan la publicación comentando que, por el momento, no es posible hacer una recomendación respecto a recambiar o no la patela, en consecuencia, la decisión recae en el cirujano en función de su experiencia, las expectativas del paciente y el *setting* cultural en el que se encuentra.

En un estudio más reciente (2021), Chen *et al.* realizaron un metaanálisis que incluyó treinta y dos estudios clínicos randomizados, con un total de 6887 rodillas estudiadas. Demostraron diferencias estadísticamente significativas en reoperación, en la “Knee Society Score” y escalas funcionales. No hubo diferencias en dolor anterior de rodilla, rango articular, escala de Oxford, KOOS (Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score) ni en escala visual análoga. Debido a los hallazgos de este metaanálisis, los autores del trabajo recomiendan realizar el recambio patelar durante la ATR.<sup>9</sup>

Respecto a hacer el recambio patelar en el primer o en el segundo tiempo, parece ser técnicamente ventajoso hacerlo en el primer tiempo (primario) considerando que es más demandante posicionar el componente en la ubicación ideal en un recambio secundario<sup>7</sup> y que los resultados del recambio patelar en el segundo tiempo no tendrían los mismos resultados que en el primero. En relación a esto, Jonbergen *et al.*, en 2014, realizaron una revisión sistemática de la literatura de pacientes sin recambio patelar original a los que se les ofreció un recambio secundario, encontraron que solo un 64% de los pacientes estuvo satisfecho con la reintervención y sin una mejoría estadísticamente significativa en los resultados funcionales. Por lo tanto, los autores concluyen que existe una recomendación débil para un recambio patelar en un segundo tiempo debido a la baja satisfacción del procedimiento, sumado a las posibles complicaciones que esta cirugía conlleva (infección, alteración de la cicatrización de la herida, inestabilidad patelar y fractura de patela).<sup>10</sup> En la misma línea, Thomas *et al.*, en 2018, publicaron un estudio en el que solo un 44% de los pacientes sometidos a recambio en segundo tiempo se vieron beneficiados con el procedimiento, por lo que recomiendan realizarlo solo si todas las otras posibles causas de dolor anterior de rodilla se han descartado.<sup>11</sup>

Existe, por lo tanto, una controversia importante en los casos en los que no se recambió inicialmente la patela y continúan con dolor anterior de rodilla, ya que la causa no necesariamente será el hecho de “no haber realizado el recambio patelar”, sino que podrían existir otras causas más importantes que influirían en el dolor anterior de rodilla postoperatorio (mal alineamiento, malposición de

los componentes, ligamento cruzado posterior insuficiente en ATR-CR), los que de no ser resueltos comprometerán el resultado de la revisión. La controversia está en los casos en los que se recambia en forma secundaria la patela ya que no siempre permite una mejoría, especialmente del dolor.

Considerando lo anteriormente expuesto, el realizar recambio siempre patelar en ATR sería un procedimiento beneficioso y validado por la literatura (fig. 1).

## NUNCA CAMBIAR LA PATELA

No realizar el recambio patelar durante la ATR es una conducta que muchos cirujanos ortopédicos toman, ya que evidentemente es más rápida, más económica y logra preservar más *stock* óseo; además de estas ventajas, existen numerosos estudios publicados que no muestran diferencias en los resultados globales y se evitan las posibles complicaciones que pudiera tener el recambio patelar.<sup>12</sup>

La gran mayoría de estos estudios exponen resultados de dolor anterior de rodilla comparables tanto en recambio como en conservación de la patela.<sup>4,13-15</sup> Como se dijo previamente, existen trabajos que demuestran mayor reoperación en pacientes sin recambio patelar,<sup>4,8</sup> pero, al analizar los resultados del grupo en el que se efectuó recambio en una segunda cirugía, se vio una escasa mejoría.<sup>10,11</sup> Esto hace pensar que el problema con dichos pacientes no necesariamente fue debido a la falta del recambio patelar inicial. Es importante también considerar que muchos de estos trabajos publicados son estudios de cohortes retrospectivas que incluyen períodos de tiempo muy prolongados, algunos incluso incluyendo pacientes desde la década del sesenta hasta cerca del 2000, por lo que parece razonable pensar que las técnicas y equipos quirúrgicos, diseños protésicos, rehabilitaciones, etc., tuvieron variaciones importantes durante el período estudiado.<sup>4,8</sup>

Por otro lado, no hay que obviar que el recambio se asocia a complicaciones potenciales que se evitarían al conservar la patela, tales como fractura, disrupción del mecanismo extensor, aflojamiento del componente patelar e inestabilidad.<sup>12,16,17</sup>

Breeman *et al.* publicaron en 2011 un estudio clínico aleatorizado con cinco años de seguimiento en el que evaluó el costo-efectividad de ambos procedimientos, que incluía el costo inicial del implante, seguimiento y costo asociado por reoperaciones. El estudio no encontró diferencias significativas entre conservar la patela o realizar un recambio al final del estudio en ninguna de las variables estudiadas, ya que si bien el coste del implante era menor al conservar la patela inicialmente, este mismo grupo tuvo mayor número de reoperaciones (la diferencia no fue significativa).<sup>15</sup> Se han publicado trabajos más recientes de

costo-efectividad con resultados contradictorios, Zmislowski, en 2019, realizó una revisión en la que postula un mayor costo en realizar recambio en todas las cirugías, sugiriendo un recambio selectivo, mientras que Parsons, en 2021, efectuó una revisión de la literatura en la que postula un mayor costo-efectividad en realizar recambio patelar por la menor tasa de revisiones asociada.<sup>18,19</sup>

Cuando se opta por conservar la patela, existen algunos procedimientos descriptos que frecuentemente los cirujanos ortopédicos realizan en su lugar, como la denervación de la patela y la pateloplastia.<sup>20</sup>

## Denervación

Existe evidencia contradictoria respecto al beneficio de la denervación en la disminución del dolor anterior de rodilla posterior a ATR. La patela es inervada por múltiples nervios sensitivos superficiales, incluidos el nervio cutáneo femoral lateral, nervios retinaculares medial y lateral y nervio cutáneo femoral anterior.<sup>21</sup> Estos pasarían a través del tejido blando periférico, tejido rico en fibras nerviosas con sustancia P, el cual se ha sugerido como una posible causa de dolor anterior de rodilla luego de una ATR.<sup>20</sup> Por esto, la denervación peripatellar con electrocauterización se ha propuesto como un método para la disminución del dolor anterior postoperatorio.<sup>22</sup>

Hay estudios que sustentan una disminución del dolor con denervación, pero este efecto disminuiría a largo plazo. Altay *et al.* en el 2012, realizaron un estudio clínico en pacientes operados con ATR bilateral con preservación de patela en un mismo tiempo, a los que se les aplicaron encuestas funcionales con un seguimiento promedio de treinta y seis meses (24-60). Se hizo una denervación periférica patelar solo en un lado, con todo el resto de la técnica quirúrgica igual para ambos grupos; esto se llevó a cabo de forma aleatorizada y con doble ciego (para el paciente y el evaluador de las encuestas funcionales). El trabajo evidenció al final del seguimiento un menor dolor en la escala EVA, mejores resultados funcionales y rango de movilidad para el grupo con denervación periférica, por lo que los autores recomiendan agregar el procedimiento.<sup>23</sup>

Pulavarti *et al.* hicieron también un estudio clínico aleatorizado en el que encontraron menor dolor a los tres meses postoperatorios, pero luego este se igualaría al grupo control a los doce y veinticuatro meses.<sup>21</sup> Motiffard, en 2018, publicó resultados similares con disminución de dolor en postoperatorio inmediato, pero sin diferencias en el seguimiento a largo plazo.<sup>22</sup>

Pero también hay estudios que no han encontrado mejoría con el procedimiento: Kwon *et al.*, en el 2015, publicaron un estudio clínico aleatorizado en el que no encontraron diferencias en dolor y en funcionalidad.<sup>24</sup> Budhiparama, en 2019, presentó un estudio con resulta-



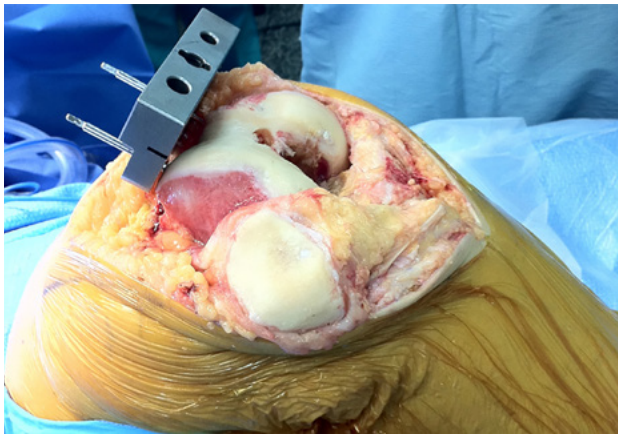


Figura 2: Caso en que se decide preservación de patela. Nótese el buen estado del cartílago patelar.

dos similares, sin encontrar diferencias en la comparación con pacientes sin denervación patelar.<sup>25</sup>

Finalmente, Xie *et al.*<sup>26</sup> realizaron un metaanálisis en el 2015 de trabajos randomizados que estudian el impacto que puede tener la denervación, el que incluyó 983 rodillas operadas; los autores concluyen que el procedimiento presenta menos dolor anterior de rodilla, mejores resultados funcionales y mayor rango de movimiento durante el primer año, pero que luego ambos grupos se equiparan. Es importante destacar que la manera en hacer la denervación entre los distintos autores no siempre será la misma en relación con la profundidad con la que se ejecuta y la cantidad de tejido que efectivamente se denerva, lo que en parte podría explicar la gran variabilidad que se encuentra publicada.

En resumen, considerando la literatura, no es posible entregar una conclusión respecto a la real utilidad de agregar una denervación periférica patelar durante la ATR, sin embargo, teniendo en cuenta a su vez que es un procedimiento que no alarga ni encarece el acto quirúrgico, no presenta complicaciones conocidas asociadas y existiendo publicaciones que sí apoyan su uso, parece razonable recomendarla como una herramienta a utilizar durante una ATR.

### Pateloplastia

Este procedimiento está definido como cualquier intervención quirúrgica que mejore la congruencia entre la patela nativa y la tróclea del componente femoral,<sup>20</sup> dicha definición puede ser considerada algo inespecífica ya que incluye múltiples técnicas como la descompresión patelar, facetectomía patelar, un “*reshaping*” o remodelación patelar (con o sin resección del cartílago), liberación amplia de osteofitos o una combinación de ellas.

Zupan *et al.*, en 2014, publicaron el estudio de una cohorte retrospectiva de ochenta y nueve pacientes en el

que compararon la pateloplastia (realizada mediante un “*reshaping*” con sierra en forma tangencial, resecaando el cartílago patelar y mejorando la congruencia con la tróclea) versus solo resección de osteofitos con un seguimiento promedio similar para ambos grupos (treinta y cinco meses). Se encontraron mejores resultados en Escala de Oxford y Escala “Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score” en el grupo de pateloplastia.<sup>27</sup> Sun *et al.*, en 2012, publicaron mejores resultados en escalas funcionales y satisfacción de pacientes en grupo con pateloplastia, sin diferencias en dolor postoperatorio.<sup>28</sup>

La facetectomía lateral ha ganado interés en la última década, y se encuentran trabajos en la literatura que avalarían su uso. Zhang *et al.*, en 2012, publican un estudio retrospectivo que compara un grupo con facetectomía lateral con otro sin esta, en ATR con preservación de patela, con un seguimiento mínimo de treinta y seis meses. Se evidencian mejores resultados funcionales estadísticamente significativos en el grupo en el que se realizó la facetectomía.<sup>29</sup>

En un trabajo más reciente, Moghtadaei *et al.* realizan un estudio similar en una casuística de cincuenta y cinco pacientes donde obtienen menor dolor anterior de rodilla en el grupo con facetectomía lateral, aunque no encontraron diferencias en el rango de movilidad ni en las encuestas funcionales.<sup>30</sup>

Kim *et al.* publican en el 2016 un estudio prospectivo en doscientos cincuenta y un pacientes operados con ATR, un grupo con preservación de patela y otro sin preservación; cada grupo a su vez fue dividido en uno con facetectomía y otro sin esta. Los pacientes tuvieron un seguimiento mínimo de dos años y se les hizo una evaluación clínica con distintas pruebas funcionales y una evaluación radiológica. Los autores no encontraron diferencias clínicas con el uso de la facetectomía, pero sí encontraron un menor *tilt* y desplazamiento patelar en este grupo.<sup>24</sup>

El tamaño de la resección ósea durante la facetectomía no siempre se describe en los trabajos publicados, lo que podría explicar en parte la diferencia en los resultados encontrados; al respecto, Yuenyongviwat *et al.* publican un estudio cadavérico en ocho rodillas a las que se les instaló una ATR y luego realizó distintos tamaños de resección ósea para finalmente medir las presiones en la patela llevando la rodilla desde la extensión a la flexión completa. Los autores demuestran que la menor presión patelar se obtiene en el grupo en la que se efectuó la facetectomía más amplia (un 20% del diámetro patelar), por lo que recomiendan que cuando se utilice este procedimiento, se haga de forma amplia.<sup>31</sup>

La mayoría de los estudios que comparan la pateloplastia en preservación patelar versus recambio patelar muestran que no hay diferencias clínicas significativas. Desde

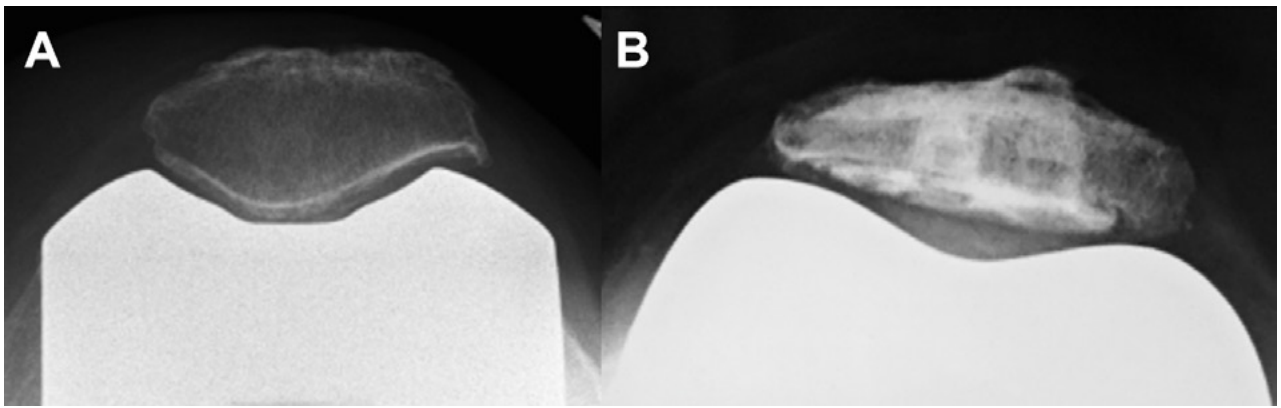


Figura 3: Radiografías postoperatorias en las que se evidencia prótesis total de rodilla con conservación de patela (izquierda) y prótesis total de rodilla con recambio patelar (derecha).

el 2004, seis estudios no han encontrado diferencias respecto a los resultados clínicos, satisfacción, dolor anterior de rodilla ni reoperaciones.<sup>32-37</sup> La única excepción de la que tengamos conocimiento es un estudio publicado por Cerciello *et al.* en el 2016, en el que se muestra que la pateloplastia tendría menor dolor anterior que la preservación de la patela pura, pero mayor que en los casos en los que se lleva a cabo un recambio patelar (12.2% y 7.9%, respectivamente).<sup>38</sup>

Debido a los buenos resultados que se encuentran reportados y tomando en cuenta que ninguno de los trabajos previos especifica complicaciones asociadas al procedimiento, la pateloplastia podría ser una buena alternativa en los casos en que se conserva la rótula (fig. 2).

## CAMBIO SELECTIVO

Existen autores que prefieren un recambio selectivo basando la indicación en ciertas características del paciente.<sup>7</sup> Hay diversos factores descriptos que podrían orientar a hacer, o no, recambio patelar, entre los que se señalan: peso, índice de masa corporal (IMC), grado de artrosis, anatomía patelar, artritis reumatoidea, sexo, edad.<sup>39,40</sup>

*Peso e IMC:* existen estudios que relacionan mayor dolor anterior de rodilla en pacientes obesos en los que no se efectúa recambio patelar.<sup>41-43</sup> El argumento sería que la carga articular total es un factor crítico en el desarrollo del dolor anterior. La recomendación sería realizar recambio patelar en IMC >30 o más de 60 kg.<sup>41,43</sup>

*Grado de artrosis:* algunos autores recomiendan considerar el grado de artrosis patelar al momento de decidir por el recambio, o no, patelar.<sup>39</sup> Con todo, hay evidencia contradictoria al respecto, y existen estudios recientes que han demostrado que no existiría correlación entre daño condral patelar y dolor anterior de rodilla o tasa de reoperación.<sup>13,44,45</sup>

*Anatomía patelar:* está también la inquietud de que una

anatomía patelar alterada pudiese afectar los resultados postoperatorios en una ATR con conservación de patela.<sup>46,47</sup> Inoue *et al.* encontraron un mayor *tilt* patelar y esclerosis ósea lateral en un paciente con patela de mayor convexidad al que no le efectuaron recambio, sugiriendo que este grupo se vería beneficiado con el recambio patelar.<sup>47</sup> Kim *et al.* publicaron resultados similares respecto a la inclinación patelar postoperatoria, pero sin encontrar alteración en los parámetros clínicos al seguimiento.<sup>46</sup>

*Sexo:* hay evidencia que orientaría hacia el recambio patelar en pacientes de sexo femenino, Feller *et al.* publicaron una revisión en la que encontraron peores resultados en mujeres a las que se les realizó conservación de patela versus el grupo de recambio patelar.<sup>48</sup>

*Edad:* pacientes jóvenes se verían beneficiados con recambio patelar. Elson y Brenkel realizaron un estudio prospectivo en el que se asoció mayor dolor anterior de rodilla en pacientes menores de sesenta años sin recambio patelar.<sup>17</sup> Maney *et al.* encontraron asociación significativa entre edad más joven y necesidad de recambio secundario de patela.<sup>49</sup> Se debe considerar como una contradicción el asociarlo a la preservación del cartílago o grado de artrosis como pauta para conservarla o reemplazarla, dado que este es uno de los parámetros más utilizados al momento de tomar la decisión en muchos centros.

*Artritis reumatoidea (AR):* diversos trabajos sustentan beneficios del recambio patelar en este grupo de pacientes.<sup>50,51</sup> El recambio patelar elimina la reacción entre el cartílago patelar y la sinovial inflamada y reduce las complicaciones patelares asociadas a artritis reumatoidea.<sup>52</sup> Se ha informado que pacientes con ATR y AR en los que se efectúa recambio patelar presentarían mayor satisfacción y menor tasa de dolor anterior respecto a aquellos en quienes se conserva la patela.<sup>43,52</sup> No obstante, se debe destacar que el paciente con AR muchas veces ofrece dificultades para el recambio patelar. Feng *et al.* publicaron que el grosor promedio de la patela en pacientes con AR es de

20.7 mm.<sup>52</sup> Además, se ha reportado que los pacientes con AR presentan mayor incidencia de osteopenia y de patela pequeña.<sup>53</sup> Los factores previamente mencionados pueden resultar en aumento de los riesgos y de la dificultad del intercambio patelar en pacientes con AR<sup>52</sup> (fig. 3).

## NUESTRO PUNTO DE VISTA

En nuestra opinión, el cambio selectivo es la conducta más adecuada. Como primer punto, en la elección consideramos la clínica y examen realizado al paciente y, con mayor relevancia, cuánto dolor rotuliano presenta. Evaluamos el IMC, grado de artrosis, si tiene patología rotuliana como mal alineamiento, la existencia de patología reumatológica

o sinovitis asociadas.

En nuestra casuística representa alrededor de un 10% de los casos, y entre nuestro grupo de cirujanos hay quienes la reemplazan siempre y otros en un porcentaje mayor al planteado. Sin duda es una elección que debe proponer el cirujano a cada paciente previo a la cirugía, y analizar ventajas y desventajas ya que el preservar, o no, la rótula puede tener resultados variables e interpretaciones médicas distintas a la hora de enfrentar complicaciones.

En suma, en esta discusión sobre reemplazar, o no, la patela se aborda un tema de filosofía: “siempre por siempre” o “nunca por siempre”. En nuestra opinión, el cambio selectivo es nuestra recomendación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Nam D; Nunley RM; Barrack RL. Patient dissatisfaction following total knee replacement: A growing concern? *Bone Jt J*, 2014; 96B: 96–100.
- Rafaqat W; Kumar S; Ahmad T; Qarnain Z; Khan KS. The mid-term and long-term effects of tourniquet use in total knee arthroplasty: systematic review. *J Exp Orthop*, 2022; 1–20. DOI:10.1186/s40634-022-00471-1.
- Mayne A; Harshavardhan HP; Johnston LR; Wang W; Jariwala A. Cruciate retaining compared with posterior stabilised nexgen total knee arthroplasty: Results at 10 years in a matched cohort. *Ann R Coll Surg Engl*, 2017; 99: 602–6.
- He JY; Jiang LS; Dai LY. Is patellar resurfacing superior than nonresurfacing in total knee arthroplasty? A meta-analysis of randomized trials. *Knee*, 2011; 18: 137–44.
- Ranawat CS. The patellofemoral joint in total condylar knee arthroplasty. Pros and cons based on five- to ten-year follow-up observations. *Clin Orthop Relat Res*, 1986; 93–9.
- Pavlou G, et al. Patellar resurfacing in total knee arthroplasty: Does design matter? - A meta-analysis of 7075 cases. *J Bone Jt Surg - Ser A*, 2011; 93: 1301–9.
- Fleaca S, et al. Effect of patella resurfacing on functional outcome and revision rate in primary total knee arthroplasty (Review). *Exp Ther Med*, 2021; 23: 1–5.
- Calvisi V; Camillieri G; Lupporelli S. Resurfacing versus nonresurfacing the patella in total knee arthroplasty: A critical appraisal of the available evidence. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2009; 129: 1261–70.
- Chen K, et al. Patellar resurfacing versus nonresurfacing in total knee arthroplasty: an updated meta-analysis of randomized controlled trials. *J Orthop Surg Res*, 2021; 16: 1–16.
- van Jonbergen HPW; Boeddha AV; M van Raaij JJA. Patient satisfaction and functional outcomes following secondary patellar resurfacing. *Orthopedics*, 2016; 39: e850–6.
- Thomas C; Patel V; Mallick E; Esler C; Ashford RU. The outcome of secondary resurfacing of the patella following total knee arthroplasty: Results from the Trent and Wales Arthroplasty Register. *Knee*, 2018; 25: 146–52.
- Schiavone Panni A; Cerciello S; Del Regno C; Felici A; Vasso M. Patellar resurfacing complications in total knee arthroplasty. *Int Orthop*, 2014; 38: 313–7.
- Burnett RSJ; Boone JL; McCarthy KP; Rosenzweig S; Barrack RL. A prospective randomized clinical trial of patellar resurfacing and nonresurfacing in bilateral TKA. *Clin Orthop Relat Res*, 2007; 464: 65–72.
- Beaupre L; Secretan C; Johnston D; Lavoie G. A randomized controlled trial comparing patellar retention versus patellar resurfacing in primary total knee arthroplasty: 5-10 year follow-up. *BMC Res Notes*, 2012; 5: 15–7.
- Breeman S; et al. Patellar resurfacing in total knee replacement: Five-year clinical and economic results of a large randomized controlled trial. *J Bone Jt Surg - Ser A*, 2011; 93: 1473–81.
- Geary MB; Macknet DM; Ransone MP; Odum SD; Springer BD. Why do revision total knee arthroplasties fail? A single-center review of 1632 revision total knees comparing historic and modern cohorts. *J Arthroplasty*, 2020; 35: 2938–43.
- Elson DW; Brenkel IJ. Predicting pain after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*, 2006; 21: 1047–53.
- Zmistowski BM; et al. Routine patellar resurfacing during total knee arthroplasty is not cost-effective in patients without patellar arthritis. *J Arthroplasty*, 2019; 34: 1963–8.
- Parsons T; Al-Jabri T; Clement ND; Maffulli N; Kader DF. Patella resurfacing during total knee arthroplasty is cost-effective and has lower re-operation rates compared to non-resurfacing. *J Orthop Surg Res*, 2021; 16: 1–9.
- McConaghy K; et al. Patellar management during total knee arthroplasty: a review. *EFORT Open Rev*, 2021; 6: 861–71.
- Pulavarti RS; Raut VV; McLauchlan GJ. Patella denervation in primary total knee arthroplasty - a randomized controlled trial with 2 years of follow-up. *J Arthroplasty*, 2014; 29: 977–81.
- Motifard M; Nazem K; Zarfeshani A; Zarfeshani K. Effect of patellar electrocautery neurectomy on postoperative pain among patients referred for total knee arthroplasty. *Adv Biomed Res*, 2018; 7: 9.
- Altay MA; Ertürk C; Altay N; Akmeşe R; Işikan UE. Patellar denervation in total knee arthroplasty without patellar resurfacing: A prospective; randomized controlled study. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2012; 98: 421–5.
- Kwon SK; et al. Is electrocautery of patella useful in patella non-resurfacing total knee arthroplasty?: A prospective randomized controlled study. *J Arthroplasty*, 2015; 30: 2125–7.
- Budhiparama NC; et al. Does circumferential patellar denervation result in decreased knee pain and improved patient-reported outcomes in patients undergoing nonresurfaced; simultaneous bilateral TKA? *Clin Orthop Relat Res*, 2020; 478: 2020–33.
- Xie XW; et al. Does patellar denervation reduce post-operative anterior knee pain after total knee arthroplasty? *Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc*, 2015; 23: 1808–15.
- Župan A; Snoj Ž; Antolič V; Pompe B. Better results with patelloplasty compared to traditional total knee arthroplasty. *Int Orthop*, 2014; 38: 1621–5.
- Sun Y-Q; Yang B; Tong S-L; Sun J; Zhu Y-C. Patelloplasty versus traditional total knee arthroplasty for osteoarthritis. *Orthopedics*, 2012; 35: e343–8.
- Zhang LZ; et al. Lateral patellar facetectomy had improved clinical results in patients with patellar-retaining total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*, 2012; 27: 1442–7.
- Moghtadaei M; Sajadi MRM; Farahani H; Yeganeh A. Osteophytes removal in patella versus lateral facetectomy of the patella in patella-retaining total knee arthroplasty. *Interv Med Appl Sci*, 2017; 9: 15–9.

31. Yuenyongviwat V; Iamthanaporn K; Hongnaparak T. Lateral facetectomy decreased patellofemoral contact pressure in total knee replacement: A cadaveric study. *J Clin Orthop Trauma*, 2017; 8: 82–4.
32. Smith AJ; Wood DJ; Li MG. Total knee replacement with and without patellar resurfacing: A prospective; randomised trial using the Profix total knee system. *J Bone Jt Surg - Ser B*, 2008; 90: 43–9.
33. Burnett RS; Haydon CM; Rorabeck CH; Bourne RB. Patella resurfacing versus nonresurfacing in total knee arthroplasty: Results of a randomized controlled clinical trial at a minimum of 10 years' followup. *Clin Orthop Relat Res*, 2004; 428: 12–25.
34. Agarwala S; Shetty V; Karumuri LK; Vijayvargiya M. Patellar resurfacing versus nonresurfacing with patelloplasty in total knee arthroplasty. *Indian J Orthop*, 2018; 52: 393–8.
35. Liu Z tang; Fu P liang; Wu H shan; Zhu Y. Patellar reshaping versus resurfacing in total knee arthroplasty - Results of a randomized prospective trial at a minimum of 7years' follow-up. *Knee*, 2012; 19: 198–202.
36. Hwang BH; Yang IH; Han CD. Comparison of patellar retention versus resurfacing in LCS mobile-bearing total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2012; 20: 524–31.
37. Noh JH; Kim NY; Song KI. Comparison of clinical outcomes between patellar resurfacing and patellar non-resurfacing in cruciate retaining total knee arthroplasty. *J Orthop Surg*, 2022; 30: 1794–803.
38. Cerciello S; et al. The role of patelloplasty in total knee arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2016; 136: 1607–13.
39. Antholz CR et al. Selective patellar resurfacing: A literature review. *Surg Technol Int*, 2015; 26: 355–60.
40. Calvo R; Paccot D; Figueroa D; Arellano S. Replace the patella in total knee arthroplasty or not. Always, never or selectively: What to do? *Global Journal of Medical Research*, 2016; 16(2).
41. Meding JB; Fish MD; Berend ME; Ritter MA; Keating EM. Predicting patellar failure after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*, 2008; 466: 2769–74.
42. Ritter MA; et al. The effect of alignment and BMI on failure of total knee replacement. *J Bone Joint Surg - Ser A*, 2011; 93: 1588–96.
43. Picetti GD; McGann WA; Welch RB. The patellofemoral joint after total knee arthroplasty without patellar resurfacing. *J Bone Joint Surg Am*, 1990; 72: 1379–82.
44. Burnett RSJ; Boone JL; Rosenzweig SD; Steger-May K; & Barrack RL. Patellar resurfacing compared with nonresurfacing in total knee arthroplasty: A concise follow-up of a randomized trial. *J Bone Joint Surg - Ser A*, 2009; 91: 2562–7.
45. Schmidt GJ; Farooq H; Deckard ER; Meneghini RM. Osteoarthritic severity in unresurfaced patellae does not adversely affect patient-reported outcomes in contemporary primary TKA. *JAAOS Glob Res Rev*, 2022; 6: 1–9.
46. Kim C-W; Lee C-R; Huh T-Y. The effect of patellar facet angle on patellofemoral alignment and arthritis progression in posterior-stabilized total knee arthroplasty without patellar resurfacing. *Knee Surg Relat Res*, 2020; 32: 29.
47. Inoue A; et al. Differences in patellofemoral alignment as a result of patellar shape in cruciate-retaining total knee arthroplasty without patellar resurfacing at a minimum three-year follow-up. *Knee*, 2017; 24: 1448–53.
48. Feller JA; Bartlett RJ; Lang DM. Patellar resurfacing versus retention in total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br*, 1996; 78: 226–8.
49. Maney AJ; Frampton CM; Young SW. Age and prosthetic design as risk factors for secondary patella resurfacing. *J Arthroplasty*, 2020; 35: 1563–8.
50. Boyd AD; Ewald FC; Thomas WH; Poss R; Sledge CB. Long-term complications after total knee arthroplasty with or without resurfacing of the patella. *J Bone Joint Surg Am*, 1993; 75: 674–81.
51. Burnett RS; Bourne RB. Indications for patellar resurfacing in total knee arthroplasty. *Instr Course Lect*, 2004; 53: 167–86.
52. Feng B; et al. No difference in clinical outcome and survivorship after total knee arthroplasty with patellar resurfacing and nonresurfacing after minimum 10-year follow-up. *Medicine (Baltimore)*, 2020; 99: e19080.
53. Shoji H; Yoshino S; Kajino A. Patellar replacement in bilateral total knee arthroplasty. A study of patients who had rheumatoid arthritis and no gross deformity of the patella. *J Bone Joint Surg Am*, 1989; 71: 853–6.



# Reparación primaria versus reparación y aumentación con cinta de polietileno de alto peso molecular en lesiones del LCA: resultados funcionales

Jorge Pablo Batista, Agustín Quesada, Jorge Chahla,  
Lucía Verónica Cangiano, Francisco Vega  
Centro Artroscópico Jorge Batista, C.A.B.A., Argentina

## RESUMEN

**Introducción:** el objetivo del trabajo es evaluar y comparar resultados funcionales en pacientes que fueron sometidos a una reparación primaria del LCA y aquellos en quienes se efectuó reparación asociada con aumentación con cinta de polietileno.

**Materiales y métodos:** se realizó un estudio comparativo en el que se analizaron ochenta y siete pacientes intervenidos quirúrgicamente por lesión proximal del LCA entre 2017 y 2019. El grupo 1, con lesión Sherman I, fue tratado con reparación primaria (cincuenta y seis pacientes). En el grupo 2, con lesiones Sherman II, se efectuó reparación más aumentación (treinta y un pacientes). Se evaluaron el IKDC (Lysholm, Tegner, International Knee Documentation Committee), WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index), y KOOS (Knee Injury and Osteoarthritis Score), preoperatorio y a los seis, doce y veinticuatro meses postoperatorios. Se consideraron significativas aquellas pruebas con  $p < 0.001$  (IC 95%). Los análisis estadísticos fueron llevados a cabo en el software estadístico R (R Core Team, 2022).

**Resultados:** el índice de falla fue de 10.4% y 7.6% para los grupos 1 y 2, respectivamente, a los dos años del postoperatorio. Todos los scores mejoraron en el postoperatorio y fue estadísticamente significativa la diferencia con el preoperatorio a los seis y a los veinticuatro meses ( $p < 0.001$ ). El tipo de cirugía no tiene un efecto estadísticamente significativo en los scores clínicos.

**Conclusión:** la reparación en una lesión proximal de LCA (Sherman I o II) es una buena alternativa quirúrgica que permite una mejoría rápida de los scores clínicos, buenos resultados y con bajo índice de complicaciones.

**Nivel de evidencia:** IV

**Palabras clave:** Reparación Primaria; LCA; Aumentación

## ABSTRACT

**Introduction:** the objective of this study is to compare clinical and functional results in patients who underwent primary ACL repair and primary repair associated with augmentation with polyethylene tape.

**Materials and methods:** eighty-seven patients who underwent surgery for proximal ACL injury between 2017 and 2019 were analyzed. The group 1, with Sherman I injury was treated with primary repair (fifty-six patients). In the group 2, with Sherman II lesions, repair plus augmentation was performed (thirty-one patients). IKDC (Lysholm, Tegner, International Knee Documentation Committee), WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index), and KOOS (Knee Injury and Osteoarthritis Score) were evaluated preoperatively and at six, twelve, and twenty-four months postoperatively. Those tests with  $p < 0.001$  (95% CI) were considered significant. Statistical analyzes were carried out in the statistical software R (R Core Team, 2022).

**Results:** the failure rate was 10.4% and 7.6% for groups 1 and 2, respectively, at two years after surgery. All the scores improved in the postoperative period, with significant difference respect to the preoperative period at six and at twenty-four months ( $p < 0.001$ ). Type of surgery does not have a significant effect on clinical scores.

**Conclusion:** repairing a proximal ACL injury (Sherman I or II) is a good surgical alternative, which allows fast improvement of clinical scores, good results and a low rate of complications.

**Level of Evidence:** IV

**Keywords:** Primary Repair; ACL; Augmentation

## INTRODUCCIÓN

Las lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA) son de las lesiones más comunes observadas en ortopedia y traumatología y generalmente son tratadas mediante una reconstrucción del LCA.<sup>1</sup>

Recientemente, se ha observado un incrementado del interés en intentar la reparación artroscópica del LCA como una opción para los pacientes con lesiones proximales, agudas.<sup>2</sup> Esta técnica se realizaba rutinariamente uti-

lizando un abordaje abierto; sin embargo, se observaron resultados variables a largo plazo y tasas de fallo altas, por lo que la técnica fue abandonada.<sup>3-6</sup>

Esto condujo al estudio y una mejor comprensión de la fisiopatología de la regeneración y cicatrización de los ligamentos, los candidatos quirúrgicos apropiados que, junto con nuevas clasificaciones (Sherman) y los avances técnicos en las capacidades de los dispositivos quirúrgicos, han generado un resurgimiento de la reparación primaria del LCA para tratar desgarros proximales.

En las reparaciones del LCA, la importancia en la selección del paciente es de suma importancia para disminuir la tasa de fallo. El LCA es un ligamento extrasinovial intraarticular, cuyo suministro de sangre es proporcionado

Agustín Quesada

agu\_quesada@hotmail.com

Recibido: Noviembre de 2022. Aceptado: Enero de 2023.

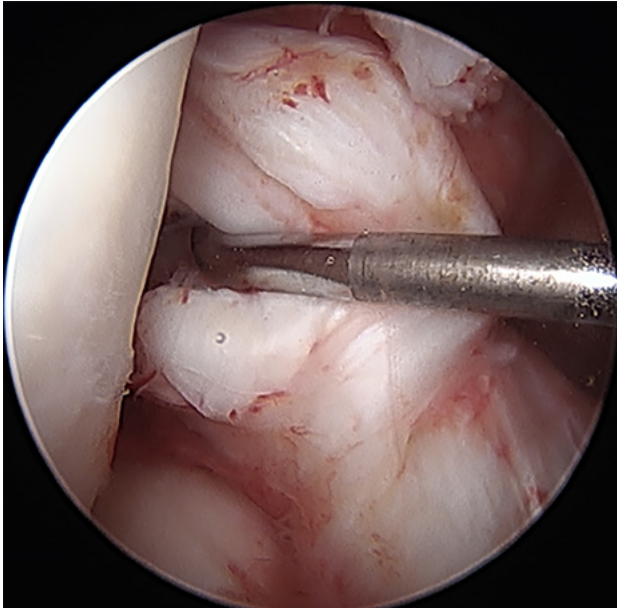


Figura 1: Imagen artroscópica de ruptura proximal tipo Sherman I del LCA. Nótese la vascularización del tercio proximal del ligamento.

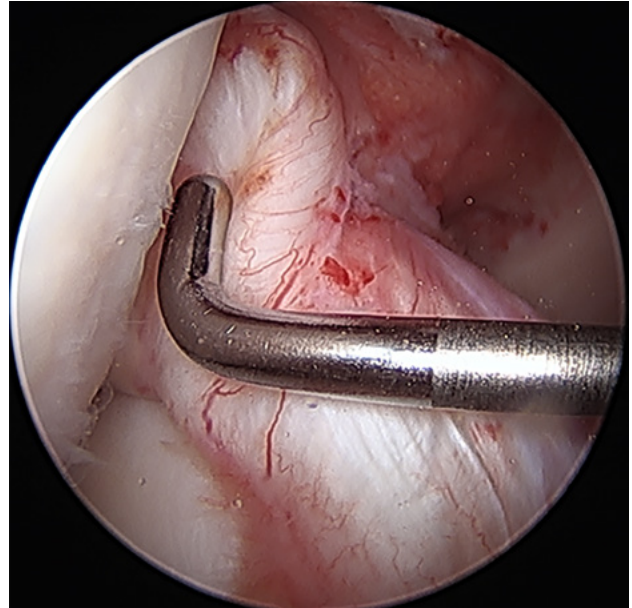


Figura 2: Introducción del palpador para comprobar la ruptura proximal del LCA.

por el hecho de que está cubierto casi en su totalidad por tejido sinovial, rico en vasos sanguíneos, y su aporte principal es proporcionado por la arteria genicular media.<sup>7,8</sup> La parte proximal del LCA está mejor vascularizada que el resto del ligamento, lo que hace que su suministro de sangre sea más importante. Basado en estas características anatómicas, la literatura actual apoya que sólo las lesiones agudas del LCA proximal con un remanente de buena calidad son adecuadas para una reparación ya que estos tienen una mayor densidad celular y potencial para sanar.<sup>7-9</sup>

Actualmente quedaron bien definidas las indicaciones para reparar un LCA: son las lesiones proximales Sherman I o avulsiones (figs. 1 a 3) en un tiempo inferior a las seis a ocho semanas, antes de las cuatro como ideal, para aumentar el porcentaje de buen estado del remanente ligamentario.<sup>2,7-8,10,11</sup>

En este contexto surgieron varias técnicas nuevas para la reparación del LCA. Los beneficios de la reparación primaria del LCA incluyen mantenimiento potencial de densidad celular, fibras propioceptivas y mecanorreceptores de la rodilla, menor morbilidad del donante y, finalmente, el potencial para convertir a reconstrucción en caso de falla.<sup>8</sup>

Esta técnica es susceptible de tratamiento en pacientes de todas las edades y niveles de actividad y aprovecha la reparación de los fascículos anteromedial (AM) y postero lateral (PL) con la misma sutura si se prefiere, lo que permite una reparación anatómica por artroscopia. Adicionalmente, en casos de aumentación con fibras de polietileno, pueden utilizarse túneles óseos que en caso de falla admiten la reconstrucción primaria.<sup>8,13</sup>

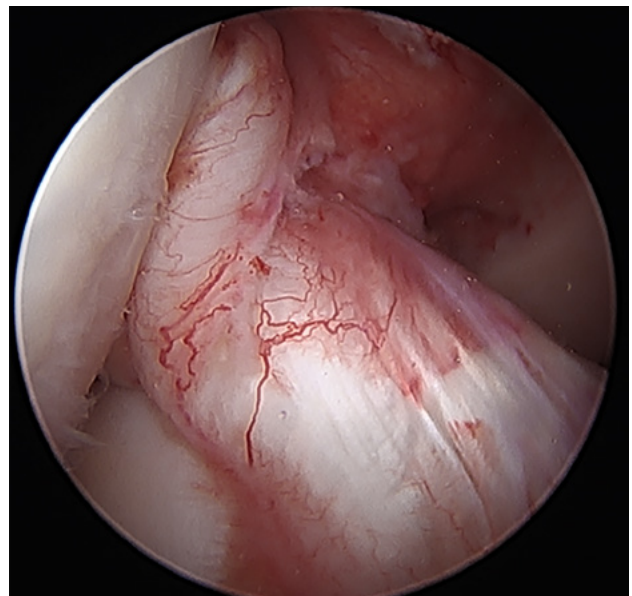


Figura 3: Obsérvese que, a la tracción del palpador, el LCA se separa de su inserción no más de 5-6 mm.

El objetivo del trabajo es evaluar resultados clínicos y funcionales en pacientes que fueron sometidos a una reparación primaria del LCA y reparación primaria asociada a aumentación con cinta de polietileno. Se planteó que las lesiones proximales tratadas con reparación pura deberían tener menor índice de fallo que las lesiones más distales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio retrospectivo observacional en el que se incluyeron trescientas cuarenta y ocho cirugías de pa-

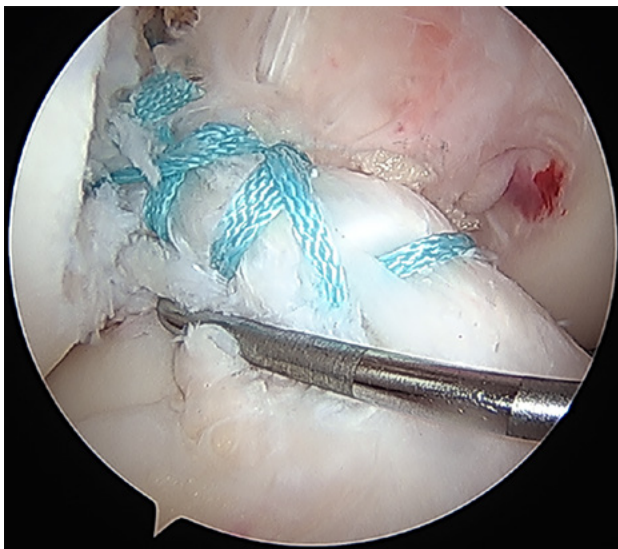


Figura 4: Reparación del LCA combinando la utilización de sutura de polietileno de alto peso molecular.

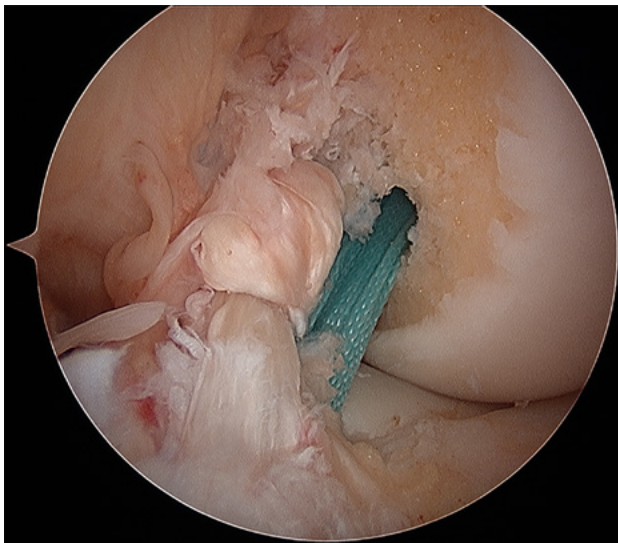


Figura 5: Imagen artroscópica desde portal anteromedial en la que se visualiza la reparación del LCA. Se refuerza con una aumentación de fibra de polietileno de alto peso molecular.

cientes con lesión del ligamento cruzado anterior (LCA), diagnosticada mediante antecedentes clínicos, examen físico y resonancia magnética (RM) de rodilla. Se analizaron registros clínico-quirúrgicos de historias clínicas electrónicas, dentro un mismo equipo quirúrgico.

De los trescientos cuarenta y ocho pacientes, ochenta y siete cumplieron los criterios para reparación pura o con aumentación establecidos en este estudio.

### Técnica quirúrgica

Todos los pacientes (n = 87) fueron intervenidos por el mismo equipo quirúrgico, encabezado por el mismo cirujano senior, autor de este trabajo.

TABLA 1. PROTOCOLO DE REHABILITACIÓN

Tiempo postquirúrgico	Protocolo de rehabilitación
1 y 2 semanas	Movilidad y ejercicios autoasistidos
3 semanas	Isométricos en camilla - Lograr extensión completa
4 semanas	Reeducación de marcha - Core
8 semanas	Bicicleta - CCA isométrica
14 semanas	CCC bipodal
16 semanas	CCC unipodal
20 semanas	Amortiguación y propulsión
28 a 30 semanas	Práctica deportiva

Tener en cuenta que estos tiempos son estimativos. CCA (ejercicios de cadena cinemática abierta), CCC (ejercicios de cadena cinemática cerrada).

Los pacientes fueron colocados en decúbito dorsal con rodilla en flexión de 90°. Se realizó en primer lugar una artroscopía diagnóstica, en la que se constató la lesión previamente evaluada en RM. Luego, en caso de que las hubiera, se repararon las lesiones asociadas. Posteriormente, se comenzó con la reparación, para ello, en primer lugar, se debridó la zona insercional con *shaver* (para mejorar el sangrado y aporte de células mesenquimales). En caso de *notch* estrecha, se procedió con la *notchplastia*, que no solo ayuda con el aporte biológico, sino también con la visión del sitio de inserción ligamentaria.

Seguidamente, con rodilla en flexión de 90°, se efectuó el orificio para el primer arpón a nivel de la inserción de la banda anteromedial. Se montaron las suturas de dicha banda en un arpón de 4 mm, y se impactó. Se repitió lo mismo para la banda posterolateral, pero con la rodilla en hiperflexión, para visualizar su sitio de inserción.

Una vez esto, con una pinza pasadora de sutura se tomó cada una de las bandas por separado y se les dio tres o cuatro puntos a cada una, con ambos extremos de la sutura (fig. 4).

En cuanto a la aumentación, se realizó un túnel tibial con guía convencional utilizada para la reconstrucción de LCA. Por este mismo se pasó una sutura de polietileno y se fijó con un arpón en el sitio de inserción ligamentaria (fig. 5).

El protocolo postoperatorio es el mismo que utilizamos para las reconstrucciones de LCA (Tabla 1).

Los pacientes fueron agrupados según la clasificación artroscópica de Sherman. El grupo 1 (Sherman I) fue tratado con reparación pura, y quedó integrado por cincuenta y seis pacientes con una edad media de 29.9 años. El grupo 2 (Sherman II), tratado mediante reparación más aumentación, estuvo integrado por treinta y un pacientes, con una media de 25.1 años.

Se registraron características basales de cada individuo, tales como edad, IMC, comorbilidades y tiempo hasta la



cirugía. Se evaluaron diferencias en dichas características entre los grupos comparados mediante análisis de la varianza y diferencias t-Student para muestras independientes (ver Tablas 2 y 3). Fueron excluidos pacientes con lesiones mayores a III según la clasificación de Sherman.

El estado clínico pre y postoperatorio fue valorado a través de los *scores* Tegner, Lisholm, IKDC, Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS), Womac. Todas las mediciones se realizaron en el preoperatorio y a los seis, doce y veinticuatro meses postoperatorios.

Las diferencias en las puntuaciones entre los pacientes sometidos a reparación más aumentación y aquellos tratados mediante reparación pura fueron estudiadas mediante análisis de la varianza factorial de modelo mixto (diseño de medidas repetidas). Teniendo en cuenta el tipo de cirugía (reparación simple o reparación con aumentación, y tiempo de seguimiento (cero, seis, doce y veinticuatro meses). Se testeó la normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk y la homocedasticidad por métodos gráficos. Se consideraron significativas aquellas pruebas con  $p < 0.001$ , nivel de confianza del 95%. Todos los análisis estadísticos fueron llevados a cabo en el software estadístico R (R Core Team, 2022).

## RESULTADOS

Todos los pacientes ( $n = 87$ ), cumplieron el mismo protocolo de rehabilitación y seguimiento descripto anteriormente.

### Escalas clínicas

Se realizó un análisis de la varianza factorial con modelo mixto para las distintas “escalas clínicas medidas” (Tegner, Lisholm, IKDC, Womac, KOOS ADL, KOOS Sport, KOOS QOL, KOOS Symptoms, KOOS Pain), calculándose sus estadísticos y valores  $p$ .

Los resultados revelan que no hay interacción significativa entre tipo de reparación (pura o con aumentación) y

tiempo de seguimiento (Tablas 2, 3 y 4).

Los efectos marginales de cada factor demostraron que el tipo de cirugía no tiene un efecto estadísticamente significativo en los *scores* clínicos, en tanto sí hubo diferencias significativas en los *scores* para cada tiempo de seguimiento. La prueba de Tukey para comparaciones múltiples reveló que para todos los *scores* había diferencia en el preoperatorio versus postoperatorio. Entre estos últimos, la diferencia resultó significativa cuando se medían a los seis y a los veinticuatro meses, pero no se encontró dicha diferencia cuando, en la mayoría de las pruebas, se comparaban los seis versus los doce meses, y los doce meses versus veinticuatro. Dichos hallazgos se comprueban al analizar los gráficos para cada *score* (gráf. 1).

Cuando se efectuaron comparaciones múltiples para evidenciar diferencias entre los efectos simples para cada tipo de cirugía en las escalas clínicas, ninguno arrojó sig-

TABLA 2. VALORES BASALES GENERALES

VARIABLES	TOTAL (N = 87)
Edad	
Media	29.35
(DE)	-10.34
Sexo	
Femenino	31 (31.6%)
Masculino	67 (68.4%)
Índice de masa corporal	
Mediana	23.70
ICC	90
Tiempo hasta cirugía (en semanas)	
Mediana	4.00
ICC	5.00
Sherman	
I	56 (64.3%)
II	31 (35.7%)

TABLA 3. VALORES BASALES POR GRUPO (TIPO DE REPARACIÓN)

	Aumentación (N = 31)	Pura (N = 56)	Total (N = 87)	Valor p
Edad				0.166 <sup>1</sup>
Media (DE)	27.80 (9.79)	30.71 (10.71)	29.35 (10.34)	
Sexo				0.500 <sup>2</sup>
Femenino	28.30%	34.60%	31.60%	
Masculino	71.70%	65.40%	68.40%	
Índice de masa corporal				0.055 <sup>3</sup>
Mediana	24.4	23.2	23.7	
ICC	3.32	4.35	3.9	
Tiempo hasta cirugía (en semanas)				0.029 <sup>3</sup>
Mediana	4.00	4.00	4.00	
ICC	4.75	6.00	5.00	

1. Test t de muestras independientes. 2. Test de Chi cuadrado. 3. Test de Wilcoxon.



TABLA 4. ESTADÍSTICOS F Y VALORES P DE ANOVA FACTORIAL

	TEGNER		LISHOLM		IKDC	
	F	Valor p	F	Valor p	F	Valor p
Reparación	0.35	0.55	0.12	0.72	0.77	0.38
Sherman	0.63	0.42	0.39	0.53	0.0507	0.82
Tiempo de Seguimiento	239	<0.0001*	299.55	<0.0001*	2.975.442	<0.0001*
Interacción	0.35	0.78	0.36	0.78	0.1	0.95
	WOMAC		KOOS ADL			
	F	Valor p	F	Valor p		
Reparación	0.83	0.36	0.05	0.82		
Sherman	0.0042	0.94	0.12	0.72		
Tiempo de Seguimiento	4.136.610	<0.0001*	3.216.037	<0.0001*		
Interacción	0.19	0.89	0.53	0.66		
	KOOS SPORT		KOOS QOL			
	F	Valor p	F	Valor p		
Reparación	0.13	0.71	0.017	0.89		
Sherman	0.24	0.62	0.012	0.91		
Tiempo de Seguimiento	5.956.024	<0.0001*	3.416.543	<0.0001*		
Interacción	0.3	0.82	0.192	0.9		
	KOOS SYMPTOM		KOOS PAIN			
	F	Valor p	F	Valor p		
Reparación	0.41	0.52	0	0.99		
Sherman	0.76	0.38	0.01	0.9		
Tiempo de Seguimiento	3.197.488	<0.0001*	2.752.997	<0.0001*		
Interacción	0.32	0.8	0.15	0.92		

\*Estadísticamente significativo.

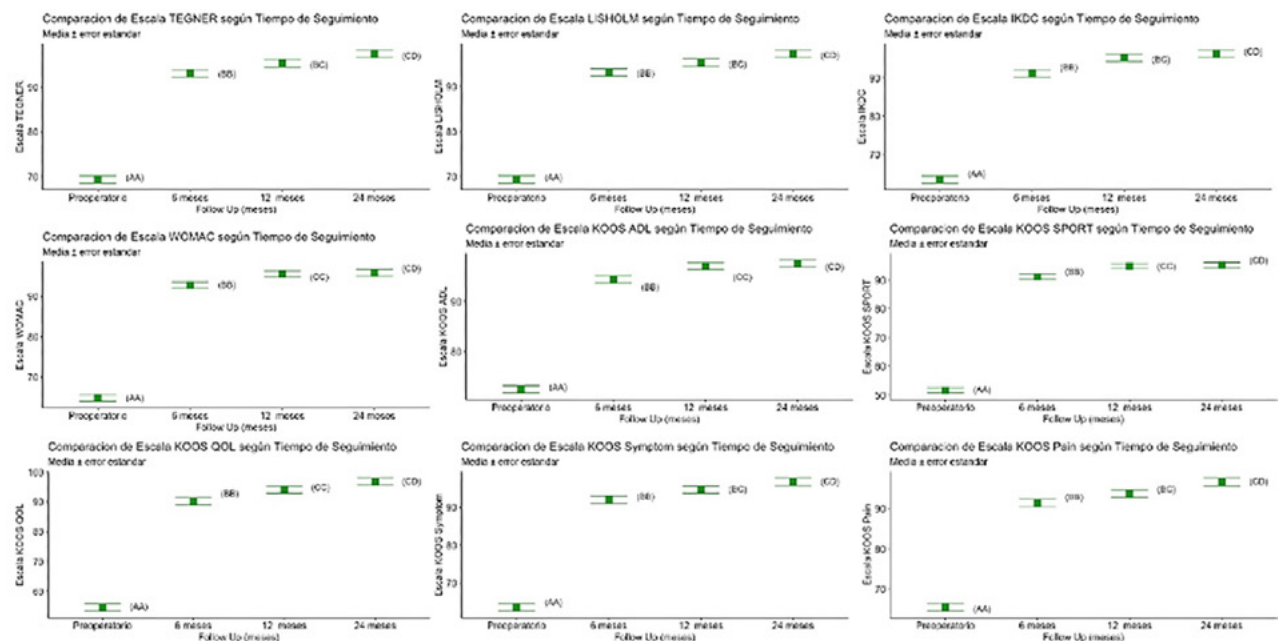


Gráfico 1: Comparación de cada escala clínica para cada tiempo de seguimiento. Las notaciones entre () denotan si existe diferencia entre cada grupo (i.e. AA no difiere de AB pero sí de CD).

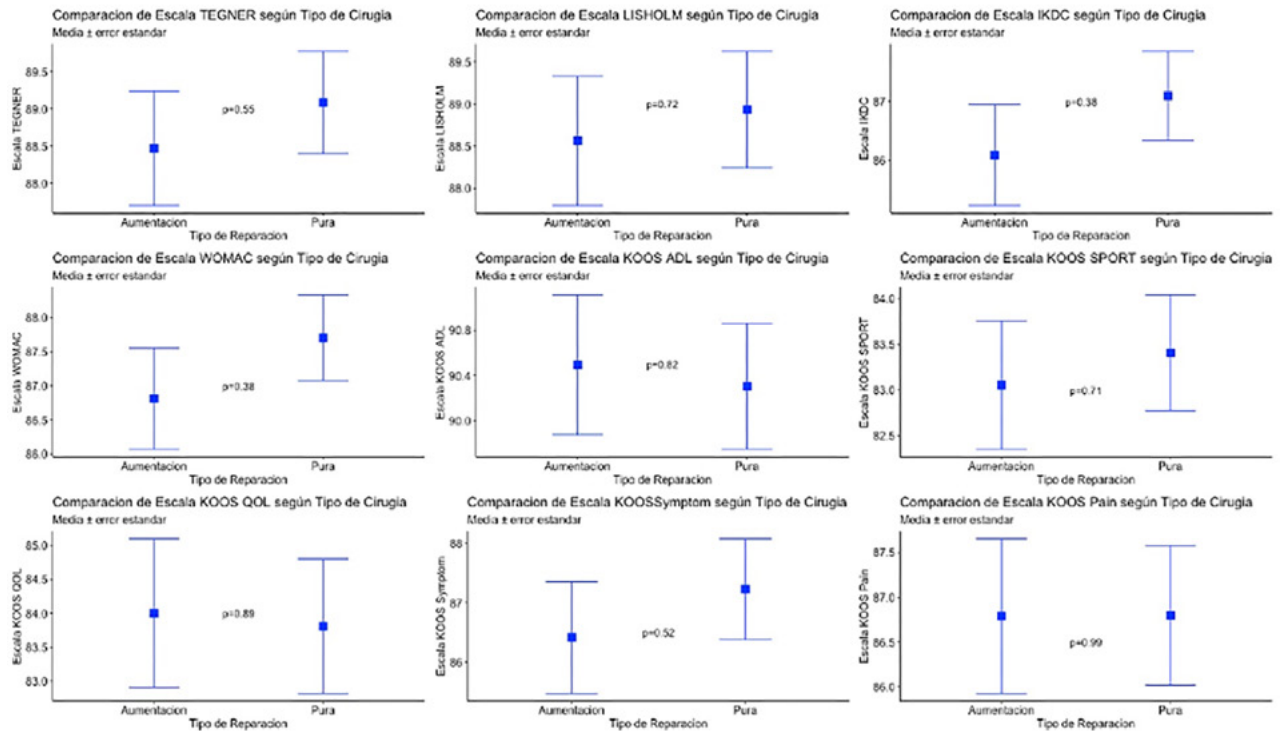


Gráfico 2: Comparación de cada escala clínica para cada tipo de cirugía.

nificancia estadística. Por tanto, no hay diferencia en los *scores* clínicos de reparación pura versus reparación con aumentación (gráf. 2).

### Tasa de re-ruptura ligamentaria

El índice de falla fue para reparación pura de 10.6% (siete pacientes) y de 7.4% (cuatro pacientes) para reparación más aumentación en los primeros dos años de seguimiento postoperatorio sin significancia estadística (OR = 1.4 IC 95% 0.35- 7.29) (figs. 6 y 7).

## DISCUSIÓN

El principal hallazgo de este estudio fue los buenos resultados clínicos a corto plazo (dos años) de la reparación primaria y reparación más aumentación de LCA en pacientes con desgarros del LCA proximal. Todos los *scores* mejoraron a los seis y doce meses postoperatorios, manteniéndose en el tiempo.

Además, las rodillas se encontraron estables (es decir, pruebas de Lachman y *pivot shift* negativas), con altos niveles de retorno a la actividad. Aunque la evaluación por resonancia magnética de la continuidad del ligamento se midió en otro estudio, todos los pacientes estaban clínicamente estables.

Diversos estudios informaron resultados prometedores a

corto plazo de la reparación artroscópica primaria de desgarros proximales.<sup>1,2</sup> En la literatura histórica, sin embargo, los resultados de la reparación primaria abierta también fueron prometedores en el seguimiento a corto plazo,<sup>3,4</sup> pero se deterioraron en el seguimiento a mediano plazo (cinco años).<sup>5,6</sup> Un factor que podría haber influido en los hallazgos de este estudio es la elección del paciente teniendo en cuenta el tipo de ruptura (en nuestra serie la reparación primaria se realizó para los desgarros tipo I únicamente, y la aumentación con sutura de alta resistencia en las lesiones tipo II).

La tasa de fallo fue de 10.4% y 7.6% en reparación pura y con aumentación, respectivamente. Achtnich *et al.* y Jonkergouw *et al.*<sup>2,13</sup> encontraron resultados similares usando anclajes de sutura (15% y 10.7%).

En la actualidad, la resonancia magnética permite el reconocimiento de los diferentes tipos de desgarros del LCA, pero es necesario confirmar mediante visualización directa artroscópica debido a que, en algunos casos, existe una discordancia entre el estudio de imagen y la lesión propiamente dicha. Por lo tanto, el cirujano debe estar preparado para la existencia de un remanente de mala calidad y convertir hacia una reconstrucción de LCA. Además, consideramos que la presencia de un desgarrado tipo Sherman II debe ser una contraindicación para reparación primaria ya que el daño ligamentario es en ocasiones irropa-

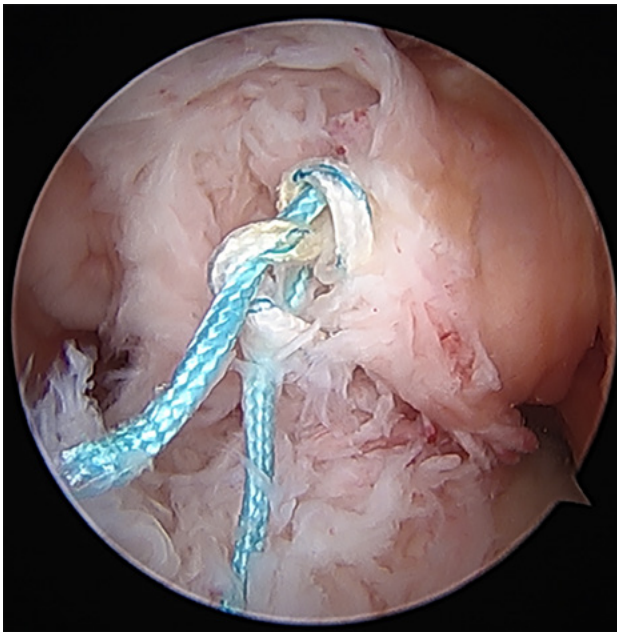


Figura 6: Imagen artroscópica de ruptura de una reparación del LCA.

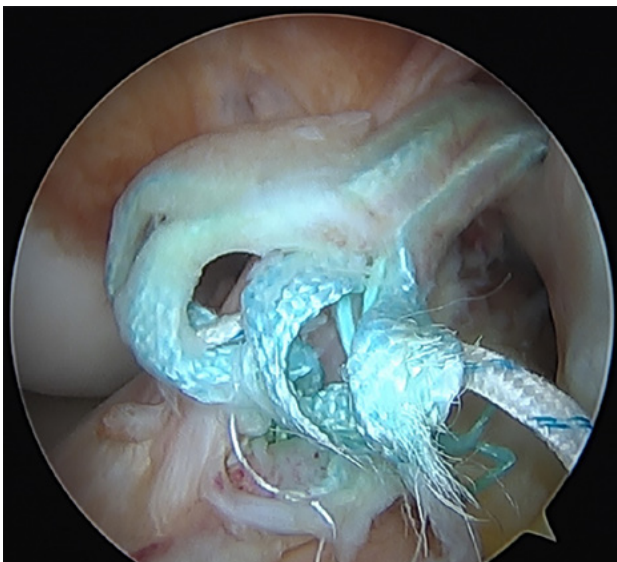


Figura 7: Imagen de ruptura de una reparación y aumentación del LCA.

able. Aunque no hay evidencia científica que avale estas conclusiones en humanos, sí existen estudios biomecánicos en animales.<sup>14</sup>

Asimismo, deben tenerse en cuenta también el índice de masa corporal o lesiones del menisco lateral asociadas<sup>15</sup> y, finalmente, la presencia de un remanente de buena calidad, esto es un aspecto crucial en una reparación exitosa del LCA. Se recomienda que la técnica se realice en el caso agudo o fase subaguda, lo que significa que debe efectuarse dentro de los tres meses de la lesión. Nuestras recomendaciones están de acuerdo con literatura previa que ha sugerido que existe una probabilidad significativamente mayor de encontrar un remanente reparable cuando la cirugía se

TABLA 5. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE REPARACIÓN DE LCA

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Preserva la anatomía del ligamento cruzado anterior (LCA)	Selección del paciente
Preserva la función propioceptiva	No siempre es posible
No es necesario recolectar injertos	Curva de aprendizaje artroscópica
Conserva la cinemática de la rodilla	Instrumental diferente a la reconstrucción estándar de LCA
Menos invasivo	Falta de resultados a largo plazo
Minimiza el tiempo de recuperación	Tiempo entre la lesión y la cirugía (mejor dentro de las cuatro semanas)
Reconstrucción primaria de LCA en caso de falla	
Tratamiento conservador de la placa de crecimiento para pacientes pediátricos	

realiza dentro de los primeros meses de la lesión.<sup>9,13,15</sup>

La adición de aumento de una cinta de polietileno a la reparación del LCA proporciona apoyo al ligamento y previene el exceso estiramiento durante el proceso de curación.<sup>16</sup> En el presente trabajo se decidió aumentar la reparación del LCA sólo en casos seleccionados para proteger el ligamento reparado, y en pacientes de mayor riesgo (laxitud y deportes de alto contacto) o ante la presencia de una lesión Sherman tipo II. Algunos autores realizan rutinariamente esta técnica en todos los casos. Esto es debido a que se ha propuesto que el aumento protege al ligamento durante la rehabilitación temprana. Además, algunos estudios *in vitro* han demostrado una curación más rápida con aumentación en comparación con reparaciones no aumentadas.<sup>14</sup> Sin embargo, tal como se describe previamente, en el presente estudio, con la selección propuesta, hemos observado buenos resultados clínicos y funcionales sin diferencias significativas entre una técnica y la otra en dos años de seguimiento. En la Tabla 5 se puede ver el resumen de las ventajas y desventajas en la comparación entre las reparaciones del LCA con las reconstrucciones del LCA.

La principal diferencia entre las indicaciones de reconstrucción y reparación del LCA es la ubicación y el grado de lesión. A pesar de esto, ambos procedimientos siguen siendo eficaces en una amplia variedad de rangos de edad y para pacientes de varios niveles de actividad.

Para finalizar, este estudio tiene limitaciones, es un estudio retrospectivo, realizado en un único centro y equipo quirúrgico, lo que no permite evaluar la variabilidad de re-

sultados y compararlos.

## CONCLUSIÓN

Ambas técnicas resultan una buena alternativa quirúrgica

sólo para el tratamiento de lesiones proximales del LCA, con mejoría rápida de los *scores* clínicos y tasa de re-ruptura similares a reconstrucciones con injertos autólogos. Por último, la elección de los pacientes resulta fundamental para obtener buenos resultados.

## BIBLIOGRAFÍA

- DiFelice GS; van der List JP. Clinical outcomes of arthroscopic primary repair of proximal anterior cruciate ligament tears are maintained at mid-term follow-up. *Arthroscopy*, 2018; 34: 1085-93.
- Achtnich A; Herbst E; Forkel P; et al. Acute proximal anterior cruciate ligament tears: Outcomes after arthroscopic suture anchor repair versus anatomic single-bundle reconstruction. *Arthroscopy*, 2016; 32: 2562-9.
- Feagin JA; Abbott HG; Rokous JR. The isolated tear of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am*, 1972; 54: 1340-1.
- England RL. Repair of the ligaments about the knee. *Orthop Clin North Am*, 1976; 7: 195-204.
- Lysholm J; Gillquist J; Liljedahl SO. Long-term results after early treatment of knee injuries. *Acta Orthop Scand*, 1982; 53: 109-18.
- Odensten M; Lysholm J; Gillquist J. Suture of fresh ruptures of the anterior cruciate ligament. A 5-year follow-up. *Acta Orthop Scand*, 1984; 55: 270-2.
- Petersen W; Tillmann B. Structure and vascularization of the cruciate ligaments of the human knee joint. *Anat Embryol*, 1999; 200: 325-34.
- Scapinelli R. Vascular anatomy of the human cruciate ligaments and surrounding structures. *Clin Anat*, 1997; 10: 151-62.
- Batista JP; Chahla J; Dalmau-Pastor M; Maestu R; Kunze KN; Guelfi M. Arthroscopic anterior cruciate ligament repair with and without suture augmentation: technical note. *J ISAKOS*, 2021; 6(4): 251-6. DOI: 10.1136/jisakos-2020-000508.
- Sherman MF; Bonamo JR. Primary repair of the anterior cruciate ligament. *Clin Sports Med*, 1988; 7(4): 739-50. PMID: 3052880.
- Sherman MF; Lieber L; Bonamo JR; et al. The long-term follow-up of primary anterior cruciate ligament repair. defining a rationale for augmentation. *Am J Sports Med*, 1991; 19: 243-55.
- Taylor SA; Khair MM; Roberts TR; DiFelice GS. Primary repair of the anterior cruciate ligament: A systematic review. *Arthroscopy*, 2015; 31(11): 2233-4.
- Jonkergouw A; van der List JP; DiFelice GS. Arthroscopic primary repair of proximal anterior cruciate ligament tears: outcomes of the first 56 consecutive patients and the role of additional internal bracing. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2019; 27(1): 21-8. DOI: 10.1007/s00167-018-5338-z.
- Seitz H; Pichl W; Matzi V; Nau T. Biomechanical evaluation of augmented and nonaugmented primary repair of the anterior cruciate ligament: An in vivo animal study. *Int Orthop*, 2013; 37(11): 2305-11.
- van der List JP; Jonkergouw A; van Noort A; et al. Identifying candidates for arthroscopic primary repair of the anterior cruciate ligament: a case-control study. *Knee*, 2019; 26: 619-27.
- van der List JP; DiFelice GS. Arthroscopic primary anterior cruciate ligament repair with suture augmentation. *Arthrosc Tech*, 2017; 6: e1529-34.



# En la búsqueda de predictores que nos ayuden a obtener un mejor resultado en la cirugía de revisión de ligamento cruzado anterior

Juan Francisco Villalba, Cristian Bennet, Daniel Gutiérrez

Traumatología del Comahue, Neuquén, Argentina

## RESUMEN

**Introducción:** los factores de riesgo de re-ruptura de LCA son errores técnicos, características del injerto, lesiones meniscales, condrales o lesiones no tratadas. El objetivo de nuestro trabajo fue reconocer predictores modificables que nos ayuden a obtener un mejor resultado en la cirugía de revisión de LCA.

**Materiales y métodos:** estudio descriptivo transversal. Serie de pacientes tratados en nuestro centro entre 2011 y 2021 a los cuales se les realizó cirugía de revisión de LCA. Se registraron edad, sexo, falla de cirugía primaria traumática, o no, fijación utilizada, ubicación de ambos túneles, injerto utilizado en la cirugía primaria, lesiones articulares condrales y meniscales antiguas y nuevas y tipo de injerto utilizado en cirugía de revisión.

**Resultados:** se analizaron un total de ciento nueve pacientes. Con mayor frecuencia, los pacientes masculinos se sometieron a revisión entre los veinte y los cuarenta años. La principal causa traumática fue la práctica deportiva (40.37%), seguida de accidente de tránsito o en domicilio (7.33%) y en ambiente laboral (24.8%), y sin causa demostrable (27.5%). La mala posición del túnel femoral aislada fue la falla técnica más común en un 41.29%, sin error técnico en 38.53%, y falla de colocación de túnel tibial aislada en 2.75%. En el total de los pacientes evaluados, el 28.44% (treinta y un pacientes) no presentó lesión meniscal previa ni actual; mientras que el 71.56% (setenta y ocho pacientes) evidenció algún tipo de lesión. La elección del injerto fue autoinjerto de H-T-H (30.28%), aloinjerto de tibial posterior (30.28%), aloinjerto de tibial anterior (19.27%), autoinjerto de ST-RI (11.01%), y otros aloinjertos Aquiles, Peroneos y ST (9.17%).

**Discusión:** serán necesarios más estudios para determinar si esta tasa de falla persiste a pesar de nuestro mayor conocimiento de la técnica y diversos aspectos de la cirugía de revisión.

**Palabras clave:** Revisión; Ligamento Cruzado Anterior; Predictores; Reconstrucción

**Tipo de estudio:** Descriptivo transversal

**Nivel de evidencia:** IV

## ABSTRACT

**Introduction:** risk factors for ACL rupture are technical errors, graft characteristics, meniscal and chondral injuries, or untreated injuries. The objective of our work was to recognize modifiable predictors that help us obtain a better result in ACL revision surgery.

**Materials and methods:** cross-sectional descriptive study. Series of patients treated at our center between 2011 and 2021 who underwent ACL revision surgery. Age, sex, traumatic or non-traumatic primary surgery failure, fixation used, location of both tunnels, graft used in primary surgery, old and new chondral and meniscal joint injuries and type of graft used in revision surgery were recorded.

**Results:** a total of one hundred and nine patients were analyzed. Most often, male patients underwent revision between the ages of twenty and forty. The main traumatic cause was sports practice (40.37%), followed by traffic accident or at home (7.33%) and in the work environment (24.8%), and without demonstrable cause (27.5%). Isolated femoral tunnel malposition was the most common technical failure at 41.29%, no technical error at 38.53%, and isolated tibial tunnel placement failure at 2.75%. In all the patients evaluated, 28.44% (thirty-one patients) did not present a previous or current meniscal lesion; while 71.56% (seventy-eight patients) showed some type of injury. Graft choice was H-T-H autograft (30.28%), posterior tibial allograft (30.28%), anterior tibial allograft (19.27%), ST-RI autograft (11.01%), and other Achilles, fibular, and ST allografts (9.17%).

**Discussion:** more studies will be necessary to determine if this failure rate persists despite our greater knowledge of the technique and various aspects of revision surgery.

**Keywords:** Review; Anterior Cruciate Ligament; Predictors; Reconstruction

**Type of study:** Cross-sectional descriptive

**Level of evidence:** IV

## INTRODUCCIÓN

La reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA) es un procedimiento frecuente que ha aumentado en los últimos años para el que se han reportado excelentes resultados en un 75 al 97% de los pacientes.<sup>1</sup> Al mismo tiempo, hay un número mayor de fracasos con una tasa aproximada del 6%.<sup>2</sup> Esto muchas veces es una complica-

ción devastadora para el paciente, ya que se ha informado en la cirugía de revisión una menor tasa de retorno al deporte y peores resultados clínicos que para la reconstrucción primaria.<sup>3</sup>

A pesar de esto, el término “falla” no es específico y varía desde una incapacidad para lograr la función previa a la lesión, inestabilidad recurrente, dolor crónico, rigidez o artritis degenerativa. El cirujano debe conocer las posibles etiologías del fracaso y estar preparado para resolver los diversos desafíos intraoperatorios que se pueden presentar. La cirugía de revisión se considera técnicamente más exigente que la reconstrucción primaria del LCA.<sup>4</sup>

Juan Francisco Villalba

villalabajfrancisco@gmail.com

Recibido: Noviembre de 2022. Aceptado: Enero de 2023.

Los factores de riesgo para un fracaso informado son numerosos, entre los que se mencionan errores técnicos como mal posición de túnel femoral o tibial, características del injerto utilizado, lesiones meniscales, condrales o lesiones no tratadas.<sup>5</sup> La edad y el sexo son también una característica importante a tener en cuenta a la hora de evaluar resultados.

El objetivo de nuestro trabajo fue reconocer predictores modificables que nos ayuden a obtener un mejor resultado en la cirugía de revisión de LCA.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se efectuó un estudio descriptivo transversal. Se evaluó una serie de pacientes tratados en nuestro centro, Traumatología del Comahue, entre el 2011 y el 2021 a los cuales se les realizó cirugía de revisión de plástica de LCA. Como fuente de datos se utilizó la historia clínica y el protocolo quirúrgico.

Se consideraron como criterios de inclusión pacientes con antecedentes de haberse sometido a una reconstrucción del LCA en el pasado y actualmente hubieran experimentado fallas en la reconstrucción del LCA, y cuya cirugía de revisión hubiera sido realizada por nuestro equipo, presentar historia clínica completa que informe mecanismo de producción o causa de la re-ruptura, protocolo quirúrgico de la cirugía de revisión completo, especificando estado de los meniscos y del cartílago articular al momento de la intervención, ubicación de túneles femoral y tibial y necesidad, o no, de realizar nuevos túneles o utilizar los mismos. Se excluyeron pacientes con historia clínica o protocolo quirúrgico incompleto y pacientes con intercorrencias como infección o artrofibrosis.

En la recopilación de datos se tuvo en cuenta una serie de variables como la edad y sexo de los pacientes, si la falla de cirugía primaria se produjo por un mecanismo traumático (durante la actividad física, en el lugar de trabajo o accidente en vía pública) o no (insuficiencia de plástica ligamentaria). Se evaluó la fijación utilizada para la plástica primaria en fémur y en tibia, objetivando material utilizado. Además, se registraron características de la ubicación de ambos túneles según la visión del cirujano tratante, tanto por radiografía como intraquirúrgicamente según el protocolo quirúrgico. Se tuvo en cuenta el injerto utilizado en la cirugía primaria.

Se registraron las lesiones articulares antiguas y nuevas. Disminución volumétrica de meniscos y la presencia, o no, de nueva lesión meniscal con su localización. En las lesiones del cartílago articular se utilizó la clasificación de Outerbridge. Se obtuvo información sobre el tipo de injerto utilizado para la cirugía de revisión.

*Análisis estadístico de los datos:* se realizó con el programa

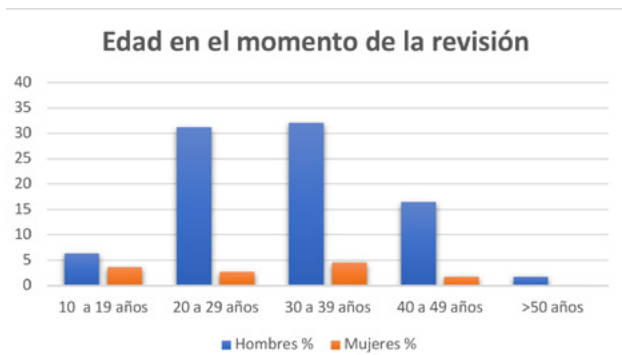


Gráfico 1: Distribución de edad en el momento de la revisión.

TABLA 1. CAUSAS DE RE-RUPTURA

Actividad	Frecuencia
<i>Sin causa demostrable</i>	30 (27.5%)
<i>Accidente de tránsito y/o domicilio</i>	8 (7.33%)
<i>Accidente en ámbito laboral</i>	27 (24.8%)
<i>Deporte</i>	44 (40.37%)
Fútbol	26 (23.85%)
Rugby	4 (3.67%)
Básquet	4 (3.67%)
Sky	2 (1.84%)
Otros deportes	8 (7.34%)

La categoría "Otros deportes" incluye vóley, hockey, handball, vela, atletismo, bicicleta, motocross y skate con un paciente para cada deporte.

TABLA 2. TIPO DE INJERTO UTILIZADO EN CIRUGÍA PRIMARIA

	Frecuencia	Porcentaje
Injerto primario		
ST-RI	94	86.24%
H-T-H	15	13.76%

ma Epi Info versión 7.1.2.6 y el programa estadístico informático Statistical Package for the Social Sciences® (SPSS).

*Análisis univariado:* para las variables cuantitativas, se calculó media y desvío estándar y para las cualitativas, proporciones con sus respectivos IC al 95%.

## RESULTADOS

Se analizaron un total de ciento nueve pacientes que contaron con los criterios de inclusión. Se registró una media de edad de 31.4 (DE: 8.4). Se trató de noventa y seis hombres y trece mujeres.

La edad en el momento de la revisión difiere según el sexo. Con mayor frecuencia, los pacientes masculinos se sometieron a revisión entre los veinte y los cuarenta años (gráf. 1).

La principal causa traumática de re-rupturas encontrada fue la práctica deportiva en el 40.37% de los pacientes,

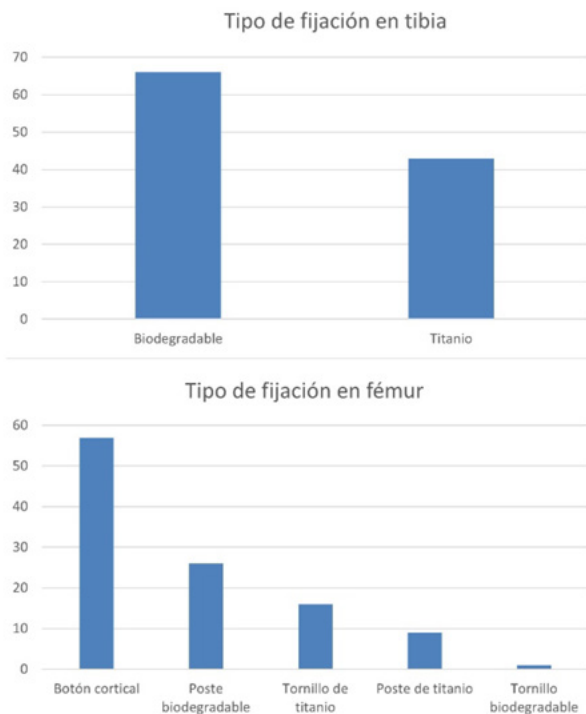


Gráfico 2: Tipo de fijación utilizada en cirugía primaria.

TABLA 3. CAUSA Y FRECUENCIA DE FALLA TÉCNICA

Causa	Frecuencia
Malposición de túnel femoral aislado	45 (41.29%)
Malposición de túnel tibial aislado	3 (2.75%)
Ambos túneles mal posicionados	19 (17.43%)
Sin error técnico	42 (38.53%)
Total errores en fémur	64 (58.72%)
Total errores en tibia	22 (20.18%)

TABLA 4. CONDICIÓN DE LOS MENISCOS EN EL MOMENTO DE CIRUGÍA

Menisco Externo		
CPME	23	21.10%
Meniscectomía previa	12	11.01%
Asa de balde	1	0.92%
Sin lesión	73	66.97%
Menisco Interno		
Meniscectomía previa	27	24.77%
Asa de balde	18	16.51%
CPMI	17	15.60%
CPMI (Sutura re-ruptura)	1	0.92%
Sin lesión	46	42.20%

CPMI: Cuerno posterior menisco interno. CPME: Cuerno posterior menisco externo.

sin causa demostrable en el 27.5%, presentaron accidente de tránsito o en domicilio el 7.33% y en ambiente laboral el 24.8% (Tabla 1).

Vemos una fuerte relación entre los resultados de la fre-

cuencia de edad y la práctica deportiva, así como accidentes en el ámbito laboral, ya que entre los veinte y cuarenta años se encuentran los individuos más deportivos y laboralmente activos.

En cuanto al tipo de injerto utilizado en la cirugía primaria se encontró una gran diferencia en el semitendinoso-recto interno (ST-RI) en cuanto a su falla, mientras que el hueso-tendón-hueso (H-T-H) fue menos frecuente (Tabla 2).

En primera instancia creemos que estos porcentajes serían debido a la mayor utilización en nuestro medio de injertos de isquiotibiales en cirugías primarias.

Se registró el tipo de material utilizado en la cirugía primaria. En tibia se vio en sesenta y seis pacientes la utilización de tornillo biodegradable y en cuarenta y tres, de tornillo en titanio. En la fijación femoral se observó la fijación cortical con botón en cincuenta y siete pacientes; poste biodegradable, en veintiséis; poste en titanio, en nueve; tornillo de titanio, en dieciséis pacientes y un tornillo biodegradable (gráf. 2).

El cirujano determinó el tipo de falla técnica utilizando todos los datos disponibles (historia clínica, examen físico, radiografías y evaluación artroscópica). La mala posición del túnel femoral aislado se advirtió como la falla más común en el 41.29%, no se encontró error técnico en el 38.53%, y falla de colocación de túnel tibial aislado en el 2.75%. Es importante remarcar que en el 17.43% de los pacientes se encontraron fallas en la realización de ambos túneles (Tabla 3).

Teniendo en cuenta la actividad realizada por el paciente y los posicionamientos de los túneles, no se observaron errores técnicos, y se presentaron eventos traumáticos al mismo tiempo sólo en tres pacientes (2.75%). Observamos los errores técnicos, las causas deportivas y accidentes laborales como las causas de mayor incidencia en la falla de cirugía primaria; estos factores tienen una alta relación en su conjunto.

La condición del tejido meniscal encontrada durante la cirugía también fue evaluada. El menisco externo se encontró sin lesión en el 66.97% de los pacientes, mientras que el menisco interno fue en el 42.20%. En el total de los pacientes evaluados, el 28.44% (treinta y un pacientes) no presentó lesión meniscal previa ni actual; mientras que el 71.56% (setenta y ocho pacientes) evidenció algún tipo de lesión (Tabla 4).

El daño del cartílago articular fue registrado utilizando la clasificación de Outerbridge. Se observó mayor número de lesiones en cóndilo femoral medial y en tróclea femoral (Tabla 5).

No encontramos una relación directa entre las lesiones osteocondrales y la mayor incidencia de falla.

La elección del injerto para la reconstrucción de la ci-

rugía de revisión fue principalmente autoinjerto de H-T-H y aloinjerto de tibial posterior con un 30.28% cada uno. Luego, el 19.27% de aloinjerto de tibial anterior y un 11.01% de autoinjerto de ST-RI completan, junto con los dos primeros mencionados, el 90% de los injertos utilizados (Tabla 6).

La mayor elección de H-T-H y aloinjerto en parte se debió a la cirugía primaria realizada con isquiotibiales y la previsibilidad del diámetro del injerto a utilizar en la revisión.

## DISCUSIÓN

En la cirugía de revisión de LCA se deben tener en cuenta los diferentes puntos evaluados en este estudio y darles importancia a aquellos que generarían con su modificación mejores resultados en este tipo de procedimiento.

Los errores técnicos son la causa más frecuente de fracaso de cirugía primaria de LCA, y la más predominante es la falla en la localización de los túneles. Harner C y cols. lo enunciaron en su trabajo; también hicieron hincapié en la falla biológica, esta se debe sospechar en pacientes que presenten inestabilidad recurrente sin antecedentes de trauma, o un error técnico identificable.<sup>6</sup>

Shen X y cols. informaron que el error técnico fue una causa importante de fallo temprano del injerto, representando el 60-79% de los casos. Los errores de posicionamiento en la colocación del túnel pueden involucrar el túnel femoral y el túnel tibial, el primero es el más frecuente. Esto puede conducir a fuerzas excesivas del injerto, pinzamiento, y dar lugar a inestabilidad y pérdida del rango de movilidad.<sup>7</sup> Nuestro estudio coincide con estos trabajos donde observamos errores técnicos en más del 60% de la muestra, en su mayoría en túnel femoral.

MOON Knee Group informó un índice de falla de 2.1 veces mayor con un autoinjerto de isquiotibial en comparación con un autoinjerto de hueso-tendón-hueso.<sup>8</sup> En nuestro estudio se observaron fallas similares, incluso con mayores porcentajes de este tipo de injerto.

Es de gran valor conocer si la causa de re-ruptura fue realizando una práctica deportiva o no. El Grupo MARS evidenció que el 79% de las re-rupturas fueron realizando deporte, mientras el resto había ocurrido en actividades de la vida diaria.<sup>5</sup> Cerca de la mitad de nuestra muestra de pacientes presentó como causa la práctica deportiva; no se evidenciaron valores tan elevados como dicho estudio, pero sí consideramos de importancia este factor.

Respecto del sexo de los pacientes, en una revisión sistemática y metaanálisis de veinte estudios, Mok A y cols. observaron que los hombres tenían significativamente más probabilidades que las mujeres de tener una nueva ruptura del injerto.<sup>9</sup> Un punto muy importante a considerar según

TABLA 5. LOCALIZACIÓN Y FRECUENCIA DE LESIONES OSTEOCONDRALES

Característica	Frecuencia	Porcentaje
<b>Fémur Cóndilo Lateral</b>		
Lesión G II	3	2.75%
Lesión G III	3	2.75%
Sin lesión	103	94.50%
<b>Fémur Cóndilo Medial</b>		
Lesión G III	11	10.09%
Lesión G IV	3	2.75%
Sin lesión	95	87.16%
<b>Tibia platillo lateral</b>		
Lesión G II	2	1.83%
Lesión G III	2	1.83%
Sin lesión	105	96.33%
<b>Tibia Platillo Medial</b>		
Lesión G IV	1	0.92%
Sin lesión	108	99.08%
<b>Rótula</b>		
Lesión G II	6	5.50%
Lesión G III	3	2.75%
Sin lesión	100	91.74%
<b>Tróclea femoral</b>		
Lesión G II	4	3.67%
Lesión G III	4	3.67%
Lesión G IV	3	2.75%
Sin lesión	98	89.91%

TABLA 6. TIPO DE INJERTO UTILIZADO EN LA CIRUGÍA DE REVISIÓN

	Frecuencia	Porcentaje
<b>Injerto en revisión</b>		
Autoinjerto H-T-H	33	30.28%
Aloinjerto tibial posterior	33	30.28%
Aloinjerto tibial anterior	21	19.27%
Autoinjerto ST-RI	12	11.01%
Aloinjerto Aquiles	6	5.50%
Aloinjerto peroneo y ST	4	3.67%

Wiggins A y cols. en su metaanálisis es la incidencia del 23% de nuevas lesiones en pacientes jóvenes entre veinte a veinticinco años que volvieron a practicar deporte. Esto significa que casi uno de cada cuatro pacientes atléticos jóvenes que sufre una lesión del LCA y retorna al deporte sufrirá otra lesión del LCA en algún momento de su carrera.<sup>10</sup> El análisis realizado por nuestro equipo coincide con estos metaanálisis ya que la mayoría de nuestros pacientes



se encontraban entre los veinte y cuarenta años.

En cuanto a la importancia de la conservación meniscal en la cirugía primaria para mejorar la estabilidad secundaria otorgada por estos, Grassi A y cols. mencionan que el déficit meniscal interno o externo podría desempeñar un papel importante en el fracaso repetido.<sup>11</sup> Por su parte, Arianjam A y cols. encontraron al momento de la revisión de LCA lesiones meniscales o condrales en más del 40% de los pacientes, y la mayoría de las lesiones meniscales eran irreparables.<sup>12</sup> Observamos meniscectomías previas en menos de un tercio de los pacientes, una cifra nada despreciable como uno de los posibles factores de falla.

La elección del injerto a utilizar en una cirugía de revisión es un punto importante a considerar. Según el Grupo MARS, la influencia más importante es la del cirujano. Si el injerto en cirugía primaria era autoinjerto, tenía 3.6 veces más probabilidades de elegir aloinjerto. Asimismo, cuanto mayor era el paciente existía 3.6 veces más chances de elegir aloinjerto. Otros factores importantes, pero no tan influyentes para la elección de aloinjerto, fueron lesiones multiligamentarias, la opinión de causa de falla de la cirugía primaria, el número de revisión y el sexo.<sup>13</sup> Por su parte, Grassi A y cols. concluyeron que los autoinjertos tuvieron mejores resultados que los aloinjertos en la reconstrucción de LCA de revisión, con menor laxitud postoperatoria y tasas de complicaciones y reoperaciones. Sin embargo, sólo los aloinjertos no irradiados obtuvieron resultados similares a los de los autoinjertos.<sup>14</sup> En nuestra serie, la elección del injerto en la cirugía de revisión estuvo

marcada principalmente por la cirugía primaria.

Otro factor importante a tener en cuenta en este análisis de falla es la fijación del injerto. Eysturoy N y cols., comparando distintos tipos de fijaciones, encontraron que la fijación con botón cortical mostraba un riesgo significativamente mayor de revisión, mientras que los implantes de transfijación intratúnel mostraron un menor riesgo. En cuanto a los tornillos interferenciales, exhibieron un riesgo significativamente menor de revisión.<sup>15</sup>

## CONCLUSIÓN

En nuestra serie observamos un mayor número de revisiones en pacientes entre veinte y cuarenta años. La principal causa traumática de re-ruptura fue la práctica deportiva, en nuestro medio, el fútbol fue la más frecuente. El error técnico que se observó con más asiduidad fue la mala posición del túnel femoral, por lo que se debe hacer hincapié en mejorar la técnica quirúrgica. La meniscectomía previa medial tuvo mayor relevancia que la lateral, esto nos remarcaría la importancia de la conservación del tejido meniscal. El injerto elegido para la revisión fue variable y dependió del cirujano tratante. Los peores resultados observados en la bibliografía para la revisión de LCA nos hace continuar la búsqueda de factores modificables que colaboren a revertir esta estadística. Serán necesarios más estudios para determinar si esta elevada tasa de falla persiste a pesar de nuestro mayor conocimiento de la técnica y diversos aspectos de la cirugía de revisión.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Miller M; Kew M; Quinn C. Anterior cruciate ligament revision reconstruction. *J Am Acad Orthop Surg*, 2021; 29(17): 723-31.
2. Mohan R; Webster K; Johnson N; *et al.* Clinical outcomes in revision anterior cruciate ligament reconstruction: a meta-analysis. *Arthroscopy*, 2018; 34(1): 289-300.
3. Chen J; Allen C; Stephens T; *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; 41(7): 1571-8.
4. Garofalo R; Djahangiri A; Siegrist O. Revision anterior cruciate ligament reconstruction with quadriceps tendon-patellar bone autograft. *Arthroscopy*, 2006; 22(2): 205-14.
5. MARS Group. Descriptive epidemiology of the Multicenter ACL Revision Study (MARS) cohort. *Am J Sports Med*, 2010; 38(10): 1979-86.
6. Harner C; Giffin J; Duntzman R; *et al.* Evaluation and treatment of recurrent instability after anterior cruciate ligament reconstruction. *Instr Course Lect*, 2001; 50: 463-74.
7. Shen X; Qin Y; Zuo J; *et al.* A systematic review of risk factors for anterior cruciate ligament reconstruction failure. *Int J Sports Med*, 2021; 42(8): 682-93.
8. MOON Knee Group. Anterior cruciate ligament reconstruction in high school and college-aged athletes: Does autograft choice influence anterior cruciate ligament revision rates? *Am J Sports Med*, 2020; 48(2): 298-309.
9. Mok A; Fancher A; Vopat M; *et al.* Sex-specific outcomes after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. *Orthop J Sports Med*, 2022; 10(2): 23259671221076883.
10. Wiggins A; Grandhi R; Schneider D; *et al.* Risk of secondary injury in younger athletes after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med*, 2016; 44(7): 1861-76.
11. Grassi A; Macchiarola L; Urrizola Barrientos F; *et al.* Steep posterior tibial slope, anterior tibial subluxation, deep posterior lateral femoral condyle, and meniscal deficiency are common findings in multiple anterior cruciate ligament failures: An MRI case-control study. *Am J Sports Med*, 2019; 47(2): 285-95.
12. Arianjam A; Inacio M; Funahashi T; *et al.* Analysis of 2019 patients undergoing revision anterior cruciate ligament reconstruction from a community-based registry. *Am J Sports Med*, 2017; 45(7): 1574-80.
13. MARS Group. Factors influencing graft choice in revision anterior cruciate ligament reconstruction in the MARS Group. *J Knee Surg*, 2016; 29(6): 458-63.
14. Grassi A; Nitri M; Moulton S; *et al.* Does the type of graft affect the outcome of revision anterior cruciate ligament reconstruction? a meta-analysis of 32 studies. *Bone Joint J*, 2017; 99-B(6): 714-23.
15. Eysturoy N; Nissen K; Nielsen T; *et al.* The influence of graft fixation methods on revision rates after primary anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 2018; 46(3): 524-30.

# Primer caso, en un estado brasileño, de tratamiento quirúrgico de una fractura distal de clavícula con placa bloqueada con un botón pegado asociado a otro botón subcoracoideo asistido por artroscopía

Leandro Márcio Passos,<sup>1</sup> Benno Ejnisman,<sup>2</sup> Luiz Marcelo Bastos Leite<sup>3</sup>

1. Sociedade Brasileira de Cirurgia do Ombro e Cotobelo, San Pablo, Brasil

2. Universidade Federal de São Paulo, San Pablo, Brasil

3. Hospital Aliança, Salvador de Bahía, Brasil

## RESUMEN

El tratamiento de las fracturas de clavícula distal se puede lograr a través de varias opciones. Las placas de bloqueo asociadas con los botones coracoclaviculares son una alternativa para estabilizar las lesiones de ligamentos asociadas con las fracturas de tipo IIB de Craig. La artroscopía puede ayudar a colocar el botón subcoracoideo.

Presentamos el caso de una mujer de treinta y cinco años quien, al caer de una bicicleta, resultó con traumatismo directo en el hombro izquierdo. Las radiografías mostraron fractura conminuta de la clavícula distal asociada con lesiones de ligamentos (tipo IIB de Craig). Se optó por tratamiento quirúrgico con placa bloqueada con un botón pegado asociado a otro botón subcoracoideo asistido por artroscopía. A través de una vía de acceso directo sobre la clavícula mediolateral, se redujeron anatómicamente los fragmentos de fractura y se fijaron con una placa bloqueada para la clavícula distal y siete tornillos. Se realizó portal artroscópico posterior para visualizar la articulación. Mediante portal anterior se expusieron el espacio rotador y la región subcoracoidea. Con la ayuda de guías especiales se instalaron dos botones (uno subcoracoideo y otro pegado a la placa) conectados por cables especiales. Tres meses después de la cirugía, la paciente estaba sin dolor y volvió a practicar deportes al nivel previo a la lesión. Se logró un ROM normal y radiografías con la fractura anatómicamente consolidada y distancia coracoclavicular normal.

**Nivel de evidencia:** IV

**Palabras clave:** Fractura; Clavícula; Artroscopía

## ABSTRACT

The treatment of distal clavicle fractures can be accomplished through several options. Locking plates associated with coracoclavicular buttons are an alternative to stabilize ligament injuries associated with Craig's type IIB fractures. Arthroscopy can assist in positioning the subcoracoid dog button.

We present the case of a thirty-five-year-old female fell from a bicycle with direct trauma to her left shoulder. Radiographs showed comminuted fracture of the distal clavicle associated with ligament injuries (Craig's type IIB). We opted for surgical treatment with a locked plate with a coupled button associated with a subcoracoid dog bone, assisted by arthroscopy. Through a direct region route over the mediolateral clavicle, the fracture fragments were anatomically reduced and fixed with a locked plate for the distal clavicle and seven screws. Posterior arthroscopic portal was performed to visualize the joint. Anterior portal was performed and the rotator space and subcoracoid region was exposed. With the aid of special guides, two buttons were installed (one sub-coracoid button and other attached to the plate) connected by special wires ("tapes"). Three months after the surgery, the patient was pain-free and returned to sports at the level prior to the injury. Normal ROM was achieved and radiographs with the anatomically consolidated fracture and normal coracoclavicular distance.

**Level of evidence:** IV

**Keywords:** Arthroscopy; Clavicle; Fracture

## INTRODUCCIÓN

El tratamiento de las fracturas de clavícula distal es desafiante, especialmente cuando se asocian a lesiones ligamentarias (tipo IIB de Craig).<sup>1</sup> Hay descripciones en la literatura de varias opciones, desde la fijación con simples agujas de Kirschner hasta el uso de placas bloqueadas especiales preformadas para la región.<sup>2</sup> La artroscopía ha demostrado ser útil, especialmente cuando también hay

lesiones de ligamentos, y ayuda en el posicionamiento del botón subcoracoideo.

El propósito de este reporte es demostrar que la placa lateral asociada a los botones coracoclaviculares, asistida por artroscopía, es una opción segura y eficaz en el tratamiento de lesiones ligamentarias asociadas a fractura de clavícula distal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En Salvador de Bahía, Brasil, una paciente de treinta y cinco años presentó traumatismo directo en el hombro izquierdo con dolor y deformidad en la región tras haber

Leandro Márcio Passos  
marciopleandro@gmail.com

Recibido: Noviembre de 2022. Aceptado: Marzo de 2023.

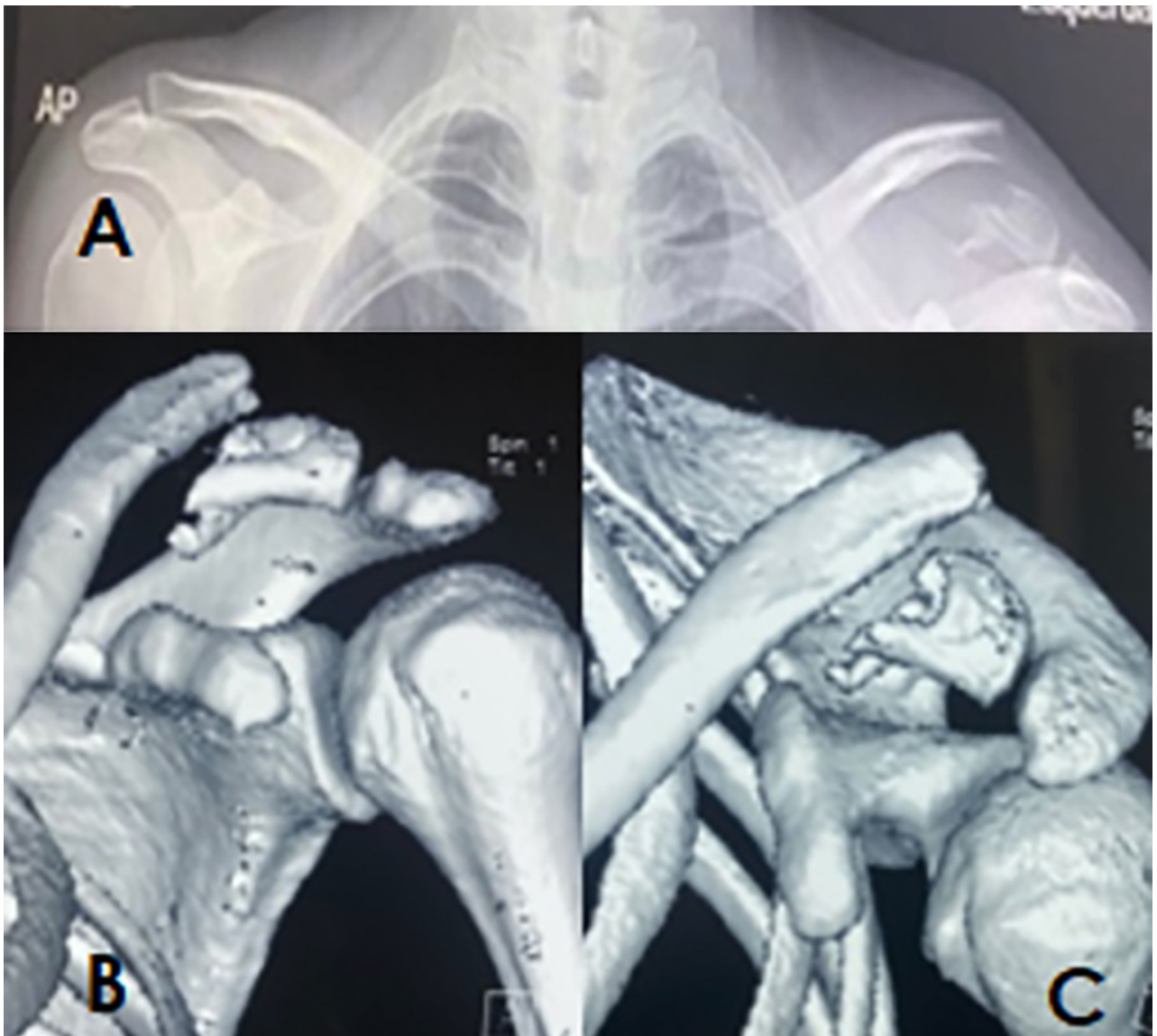


Figura 1: Imágenes Preoperatorias. A) Radiografías. B y C) Tomografías.

caído de una bicicleta.<sup>3</sup> Las radiografías y la tomografía computarizada (TC) mostraron una fractura conminuta de la clavícula distal asociada con lesiones en los ligamentos acromioclavicular y coracoclavicular (tipo IIB de Craig).<sup>1</sup> Por tratarse de una fractura con conminución intensa asociada a lesiones de ligamentos, optamos por tratamiento quirúrgico al día siguiente de la lesión con placa bloqueada con un botón pegado asociado a otro botón subcoracoideo asistido por artroscopía. Esta placa se fabrica con la forma de la clavícula mediodistal con una cama para ubicar un botón.

Se colocó al paciente en posición en silla de playa con vía de acceso directo sobre la clavícula mediolateral, con apertura en planos hasta el foco de fractura. Los fragmentos de fractura se redujeron anatómicamente y se fijaron con una placa bloqueada especial para la clavícula distal y siete tornillos bloqueados (con la ayuda de radios-

copia). Se realizó un portal artroscópico posterior para visualizar la articulación y otro portal anterior para introducir una cánula roscada. A través de estos, una hoja de *shaver* y una punta de radiofrecuencia ayudaron a exponer el intervalo rotador y la región subcoracoidea, logrando una buena exposición de la base de la coracoides. Con la ayuda de guías especiales, se instalaron dos botones (uno subcoracoideo y otro unido a la placa) conectados por alambres reforzados especiales. La reducción de la fractura se verificó por radioscopia y se presentó anatómicamente.

## RESULTADOS

Después de tres meses de cirugía con fractura consolidada, la paciente estaba libre de dolor y con cicatrices estéticamente satisfactorias, y volvió a la práctica deportiva

al nivel anterior a la lesión. El rango de movimiento fue: elevación anterior 180°, abducción 100°, rotación externa 80° y rotación interna T4. En las radiografías, la fractura estaba anatómicamente consolidada y manteniendo una distancia coracoclavicular normal (figs. 1 y 2).

## DISCUSIÓN

El tratamiento de las fracturas de clavícula distal sigue siendo un desafío en la actualidad, especialmente cuando existe una asociación de lesiones de ligamentos (acromioclavicular y coracoclavicular). Existen descripciones en la literatura de varios tratamientos como agujas de Kirschner, banda de tensión, placa de gancho, placas especiales para clavícula distal, ligaduras subcoracoideas, anclajes en la coracoides, tornillos desde la clavícula a la coracoides, y asociaciones de estos métodos, entre otros.<sup>4-6</sup> Ningún tratamiento ha llegado a ser consensuado hasta ahora entre los cirujanos.<sup>7</sup>

En el presente reporte de caso se describe una técnica quirúrgica innovadora, con un dispositivo extremadamente rígido, asociando una placa para fractura y el tratamiento de lesión ligamentaria con botones que pueden ser instalados con ayuda de visualización directa por artroscopia. Esta ayuda a la instalación segura y a la confirmación del buen posicionamiento del botón subcoracoideo.

Vale la pena señalar que la técnica tiene un alto costo, esta es una limitación, pero tiene resultados prometedores. Otra limitación es inherente al propio tipo de estudio: los reportes de casos son de baja evidencia científica (nivel IV).

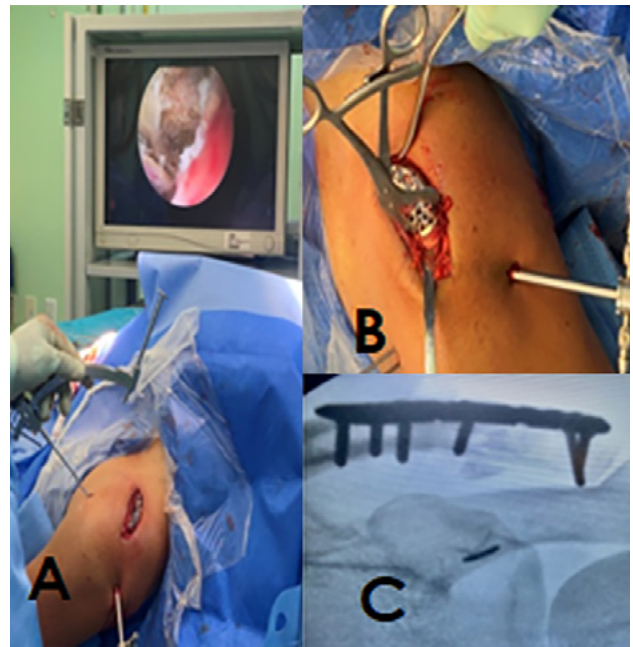


Figura 2: Imágenes intraoperatorias en silla de playa. A) Colocación de botón subcoracoideo asistido por artroscopia. B) Reducción de fractura y colocación de placa. C) Radiografía postoperatoria final.

## CONCLUSIÓN

El tratamiento quirúrgico de la fractura de clavícula distal con placa bloqueada con un botón pegado asociado a otro botón subcoracoideo asistido por artroscopia es una buena opción para la fractura de clavícula distal con lesiones ligamentarias asociadas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Craig EV. "Fractures of the clavicle". En: Rockwood AC; Matsen FA (eds.). *The Shoulder*. Philadelphia; *W.B. Saunders*; 1990.
2. Matsen FA; Cordasco FA; Sperling J; Lippitt S; (eds.). *Rockwood and Matsen's; The Shoulder*; 6th Edition; *Elsevier*; 2021.
3. Tornetta P; Ricci W; Court-Brown CM; McQueen MM; McKee M; (eds.). *Rockwood and Green's Fractures in Adults*; 9th edition; *LWW*; 2019 .
4. Checchia SL; *et al.* Fraturas da clavícula distal: tratamento e resultados. *Rev Bras Ortop*, 1996; 31(10): 838-42.
5. Li L; *et al.* Clavicle hook plate versus distal clavicle locking plate for Neer type II distal clavicle fractures. *J Orthop Surg Res*, 2019; 14: 472.
6. Vilela JCS; *et al.* Fractures of the distal clavicle: comparison between two surgical treatment methods. *Rev Bras Ortop*, 2015; 50(2): 136-41.
7. Vannabouathong C; *et al.* An evaluation of treatment options for medial, midshaft, and distal clavicle fractures: a systematic review and meta-analysis. *JSES Int*, 2020; 4(2): 256-71.



# Uso de artroplastia reversa de hombro más aloinjerto estructural en paciente con defecto glenoideo anteroinferior: reporte de caso y revisión de la literatura

Santiago Zúñiga Ojeda,<sup>1</sup> Giuseppe Aguado Gómez,<sup>2</sup>  
Orlando Ávila Neira,<sup>3</sup> Álvaro Echeverría Trujillo<sup>3</sup>

1. Cirugía Articular de Hombro y Rodilla, Quito, Ecuador

2. Pontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia

3. Clínica Imbanaco, Cali, Colombia

## RESUMEN

Los defectos glenoideos en una prótesis primaria o de revisión son un reto para el cirujano ortopédico; la toma adecuada de decisiones y la planificación preoperatoria son dos herramientas fundamentales para que el acto quirúrgico presente los mejores resultados. Existen diversos métodos de imágenes para determinar el tipo de defecto que la glena pueda presentar, ya sea aumento de la retroversión o, peor aún, una glena anteversa acompañada de una subluxación o luxación como tal.

Se presenta a continuación un caso de un paciente masculino, de cuarenta y siete años, con artrosis glenohumeral Hamada tipo IV, lesión de manguito rotador Patte tipo 3, con marcada limitación funcional y hallazgos imagenológicos de alteración de su estructura ósea a nivel de glena y cabeza humeral, con dos años de evolución. Se propone como tratamiento una prótesis reversa de hombro con uso de aloinjerto estructural de pión tibial. Se expone el caso con seguimiento a seis meses de rangos de movilidad y escala de dolor.

**Palabras clave:** Glena; Artrosis Glenohumeral; Defecto Glenoideo; Prótesis Reversa de Hombro; Aloinjerto

## ABSTRACT

*Glenoid defects in a primary or revision prosthesis are a challenge for an orthopedic surgeon. Appropriate decision-making and preoperative planning are two fundamental tools for the surgical act to present the best results. There are various imaging methods to determine the type of defect that the glenoid may present, whether it is increased retroversion or, worse still, an anteverted glenoid accompanied by a subluxation or dislocation as such.*

*The following is a case of a 47-year-old male patient with Hamada type IV glenohumeral osteoarthritis, Patte type 3 rotator cuff injury, with marked functional limitation and imaging achievements of alterations in his bone structure at the level of the glenoid and humeral head, with two years of evolution. A reverse shoulder prosthesis with the use of a structural allograft of the distal tibia is proposed as treatment, and the case is presented with a 6-month follow-up of ranges of motion and pain scale.*

**Keywords:** Glenoid; Glenohumeral Osteoarthritis; Glenoid Defect; Reverse Shoulder Prosthesis; Allograft

## INTRODUCCIÓN

La presencia de defectos glenoideos es un reto para la práctica profesional del cirujano articular, es una cirugía de alto costo y técnicamente demandante, por lo que una adecuada planificación y análisis del caso se hacen pertinentes y fundamentales para obtener buenos resultados.

Aproximadamente en la actualidad se dice que la sobrevida libre de revisión es cercana al 99% a cinco años, 95% a diez años y 79% a quince años, con un promedio de 7% de revisión; por lo que obtener un constructo articular adecuado es fundamental para lograr una mejor sobrevida de la prótesis y ofrecer resultados óptimos a los pacientes.<sup>1</sup>

Los defectos óseos glenoideos hacen que disminuya el área de fijación para los tornillos y por lo tanto favorecen una colocación deficitaria del implante. Aunque el defecto

puede ocurrir en cualquier zona, la mayoría se sitúa en la región posterior o superior de la glena. Existen diferentes opciones a la hora de abordar la reconstrucción de un defecto glenoideo; entre estas destacan el fresado excéntrico, válido en pacientes que presenten defectos óseos o alteraciones de la versión menores de 10°; para defectos mayores de 10° se recomienda la reconstrucción con injerto óseo o la utilización de componentes glenoideos con aumentación metálica, ya sea concéntrica o en forma de cuñas y, por último, los componentes a medida fabricados mediante impresión tridimensional.<sup>2</sup>

Existen diferentes clasificaciones que exponen la localización y el manejo de los defectos glenoideos, como son las de Codfield y Antuna<sup>3</sup> y Walch y cols.<sup>4</sup> Pese a que existen otras clasificaciones descritas, esta última es una de las más sencillas, reproducible y orientativa para el tratamiento.

Walch divide los defectos en tres tipos, pero esta categorización, planteada inicialmente en 1999, recibió una modificación por Bercik y cols. en 2002.<sup>5</sup>

Santiago Zúñiga Ojeda

santizo84@hotmail.com

Recibido: Octubre de 2022. Aceptado: Marzo de 2023.

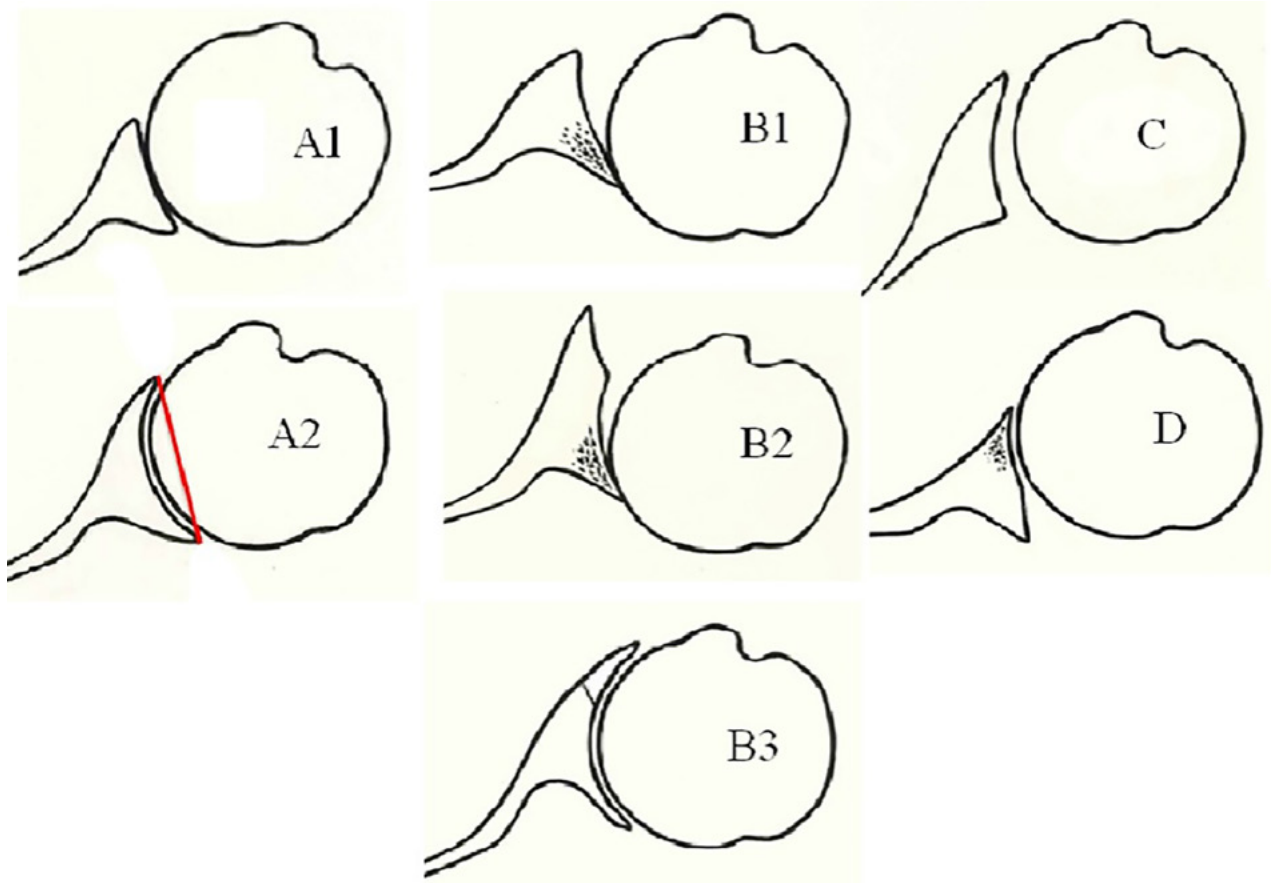


Figura 1: Una representación esquemática muestra la clasificación modificada de Walch. Tenga en cuenta que una línea trazada desde el anterior hasta borde glenoideo nativo posterior corta la cabeza humeral en A2 glenoideo, pero no en el glenoideo A1. Tomado de Bercik MJ; *et.al.* A modification to the Walch classification of the glenoid in primary glenohumeral osteoarthritis using three-dimensional imaging. *J Shoulder Elbow Surg.*<sup>6</sup>

#### Centrales

— Tipo A (59% de los casos): la cabeza humeral está centrada y las fuerzas resultantes son simétricas.

— A1 (43%): erosión glenoidea mínima.

— A2 (16%): erosión central mayor que genera forma de cúpula a la glena.

#### Marginales

— Tipo B (32%): cabeza subluxada hacia posterior con fuerzas resultantes asimétricas, cambios degenerativos pronunciados a posterior. Retroversión promedio 18°.

— B1 (17%): predomina la subluxación posterior sin erosión posterior.

— B2 (15%): la erosión posterior es significativa generando una “glenoides bicóncava” con retroversión, que no explica su forma.

#### Totales

— Tipo C (9%): glenoides con retroversión >25° independiente de la erosión. Mínima o nula subluxación posterior; origen displásico.

La modificación de Bercik y su grupo aumentó un nuevo grupo con la letra D y realizaron otras modificaciones a las ya existentes, estos cambios son:<sup>6</sup>

1. Descripción más precisa de la Tipo A2: la línea desde el borde anterior al posterior de la glena nativa debe seccionar la cabeza humeral.
2. Agregan la Tipo B3: corresponde a una glenoides moncóncava con erosión posterior, al menos 15° de retroversión glenoidea y/o 70% de subluxación humeral posterior.
3. Corrección en la definición de la Tipo C: glenoides displásica con 25% de retroversión “no causada por la erosión”.

Agregan la Tipo D: glenoides con cualquier grado de anteversión glenoidea o subluxación humeral anterior al menos 40% (fig. 1).

Levine y cols., Iannotti y Norris describen que estas variaciones radiológicas y morfológicas son fenómenos que influyen negativamente en los resultados funcionales y de satisfacción en evaluaciones en el período postoperatorio.<sup>7</sup>

Neer II informó por primera vez el uso de la hemiartroplastia como tratamiento para la osteoartrosis glenohumeral en 1974. En esta serie de cuarenta y seis pacientes, veinte tuvieron excelente resultado; veinte, satisfactorio; y seis, resultados insatisfactorios. Aunque es-

TABLA 1. MORFOLOGÍA GLENOIDEA<sup>7</sup>

Morfología	Descripción	Autor
Erosión glenoidea	El patrón más común es el desgaste central	Walch G; Badet R; Boulahia A; Khoury A. Morphologic study of the glenoid in primary glenohumeral osteoarthritis. <i>J Arthroplasty</i> , 1999; 14(06): 756–60.
	El desgaste posterior asociado a peores resultados y grados variables de subluxación posterior.	Bercik MJ; Kruse K II; Yalozis M; Gauci M-O; Chaoui J; Walch G. A modification to the Walch classification of the glenoid in primary glenohumeral osteoarthritis using three-dimensional imaging. <i>J Shoulder Elbow Surg</i> , 2016; 25(10): 1601–6.
	Más infrecuente, el desgaste anterior con cierto grado de subluxación en el mismo sentido (Walch tipo D).	
Subluxación de la cabeza humeral	Porcentaje de la cabeza humeral que se encuentra hacia anterior o posterior con respecto a una línea que pasa por el eje axial del cuerpo escapular, seccionando la cabeza humeral en las proyecciones radiológicas transversales (línea de Friedman).	Iannotti JP; Norris TR. Influence of preoperative factors on outcome of shoulder arthroplasty for glenohumeral osteoarthritis. <i>J Bone Joint Surg Am</i> , 2003; 85(02): 251–8.
	Se considera una cabeza centrada, cuando el porcentaje se encuentra entre el 45%-55%.	Walch G; Badet R; Boulahia A; Khoury A. Morphologic study of the glenoid in primary glenohumeral osteoarthritis. <i>J Arthroplasty</i> , 1999; 14(06): 756–60.
	Cuando el porcentaje de la cabeza humeral es mayor al 55% hablamos de una subluxación humeral posterior y si es menor de 45% se considera una subluxación anterior.	
Versión glenoidea	Se define como la orientación angular del eje de la superficie articular glenoidea en relación con el eje transversal de la escápula.	Churchill RS; Brems JJ; Kotschi H. Glenoid size, inclination, and version: an anatomic study. <i>J Shoulder Elbow Surg</i> , 2001; 10(04): 327–32.
	El valor normal más citado en la literatura es un rango de 2° de anteversión hasta 9° de retroversión, el promedio es 6° de retroversión.	Friedman RJ; Hawthorne KB; Genez BM. The use of computerized tomography in the measurement of glenoid version. <i>J Bone Joint Surg Am</i> , 1992; 74(07): 1032–7.
	Los hombres tendrían una ligera tendencia a la retroversión en comparación a las mujeres.	Scalise JJ; Codsí MJ; Bryan J; Iannotti JP. The three-dimensional glenoid vault model can estimate normal glenoid version in osteoarthritis. <i>J Shoulder Elbow Surg</i> , 2008; 17(03): 487–91.

Elaboración propia.

tos fueron alentadores y el alivio del dolor fue excelente en la mayoría de los casos, los pacientes comúnmente informaron un lento retorno de la fuerza y fatiga temprana con movimientos de elevación y abducción.<sup>8</sup>

En la actualidad, debido al advenimiento de la tomografía y resonancia magnética y su evolución, contamos con estudios más específicos, lo que nos permite establecer la morfología de los componentes de la articulación glenohumeral por lo que, tomando en cuenta estos cambios y sus respectivas mediciones, es imperativo conocer la manera adecuada de interpretarlos y medirlos para la

preparación del plan de acción en el procedimiento quirúrgico. Entre los principales patrones morfológicos tenemos la erosión glenoidea, la subluxación de la cabeza humeral y la versión glenoidea descritos con el método de Walch, método de Mediatrix, de Friedman y de la “línea del cuerpo escapular (Tablas 1 y 2).<sup>4</sup>

Adicionalmente a los defectos glenoideos en el plano axial, Favard y cols., en 2001, describen los defectos coracales glenoideos y los clasifican en cinco grupos (fig. 2).<sup>9</sup>

A la fecha, existen varios trabajos que analizan los re-

TABLA 2. MÉTODOS DE MEDICIÓN GLENOIDEA<sup>7</sup>

Método de medición	Descripción	Fórmula
Método descrito por Walch (Erosión glenoidea)	<p>Dos métodos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Distancia en mm: corresponde a la distancia de la línea perpendicular entre el borde posterior erosionado glenoideo y la línea tangencial a la paleoglena (CF).</li> <li>Índice descrito en porcentaje: calculado como la tasa de CF/AF. Sin existir un valor normal a considerar.</li> </ul> <p>Hasta la fecha, no existe validación de ese método ni comparación con otro método alguno.</p>	
Método de Mediatrice (Subluxación humeral)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se traza una tangente a la superficie articular (línea A) y luego una bisectriz perpendicular (línea B) a la tangente. Posteriormente, en el tercio medio de la cabeza humeral se traza una paralela a la primera tangente (línea C) que será seccionada por la bisectriz generando una distancia D y E, siendo este último el diámetro de la cabeza humeral.</li> <li>Se calcula el índice D/E para obtener el porcentaje de cabeza humeral anterior o posterior a la línea B.</li> <li>Valor normal es 45%-55%, considerando subluxación posterior cuando ese índice da un porcentaje &gt;55% a posterior.</li> </ul>	
Método de Friedman (Subluxación humeral)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se obtienen a partir de la distancia D y E que genera la línea de Friedman, línea que pasa por el eje axial del cuerpo escapular seccionando la cabeza humeral (Índice D/E).</li> </ul> <p>El método de Friedman sería más válido en términos de confiabilidad para medir la subluxación.</p>	
Método de Friedman (Versión glenoidea)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Una vez trazada la línea de Friedman, se dibuja una perpendicular a nivel glenoideo (línea B). El ángulo formado por esa perpendicular y la línea intermedia articular (línea C), corresponde al ángulo alfa, el cual define la versión glenoidea.</li> <li>La versión glenoidea normal presenta un valor promedio entre 2° hasta -9°.</li> <li>Frente a una glenoides bicóncava, la retroversión presente puede ser medida de tres formas diferentes:</li> <li>Trazar la línea AB, la cual representa la paleoglena, así la retroversión de la glena original (RV1) será el resultado entre la línea AB y la perpendicular a la línea de Friedman.</li> <li>La línea AC representa la glena intermedia, su retroversión (RV2) será el ángulo entre la línea AC y la misma perpendicular a la línea de Friedman.</li> <li>La línea BC representa la erosión posterior o neoglena, por ende, el ángulo formado entre esa línea y la perpendicular a la línea de Friedman, corresponden a su retroversión (RV3).</li> </ul>	
Método de la "línea del cuerpo escapular" (Versión glenoidea)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Útil cuando el cuerpo escapular no presenta mayor curvatura.</li> <li>Aquellas escápulas que presentan una gran curvatura en el cuerpo escapular no se produce esta superposición, provocando una variación en los grados de versión glenoidea.</li> </ul>	

Elaboración propia.



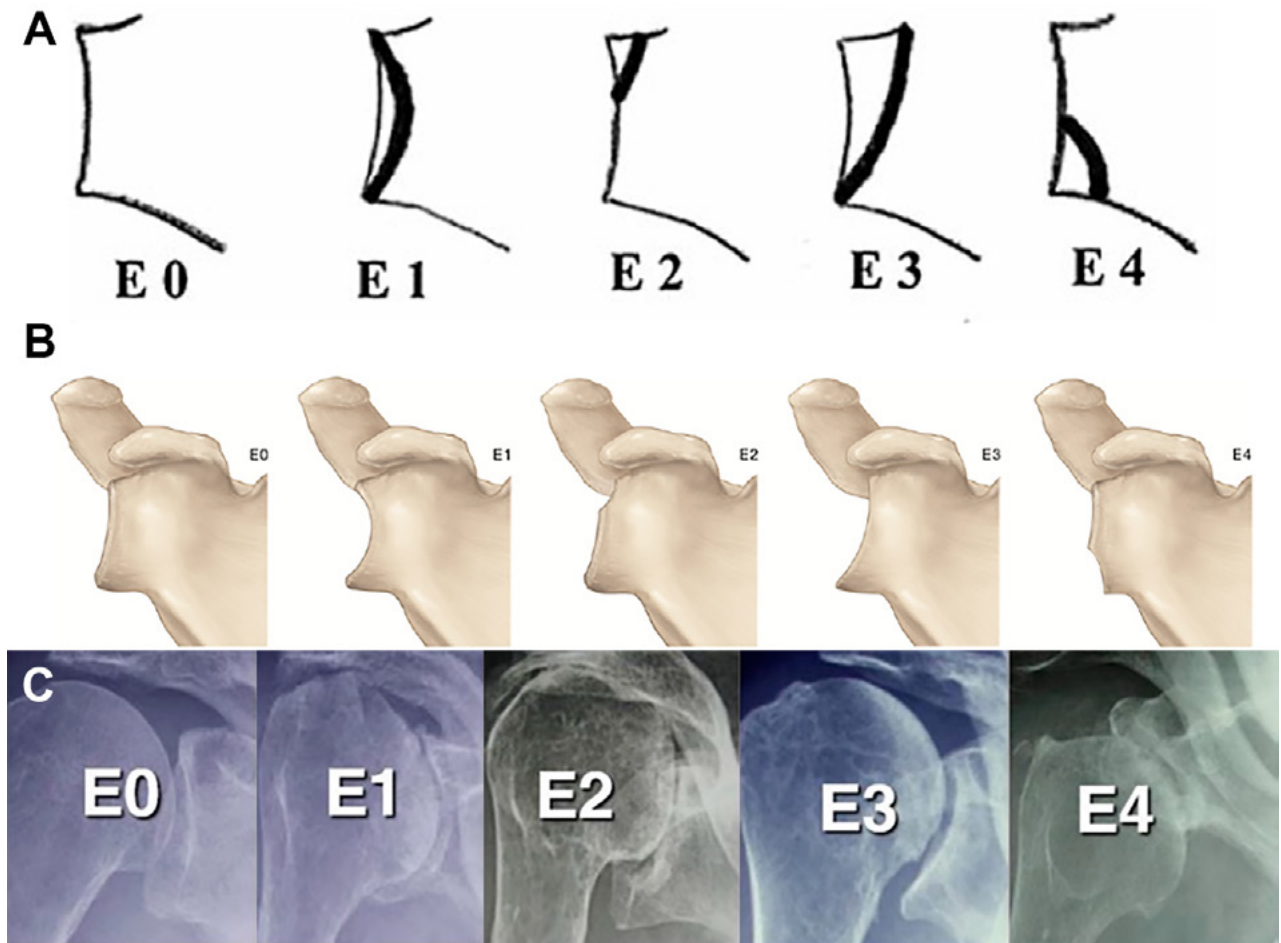


Figura 2: Clasificación de Favard, Sirveaux y cols.<sup>9</sup> A-B) Diagrama de la clasificación original de Favard. C) Imágenes radiográficas en proyección anteroposterior (AP); E0 para migración superior de la cabeza humeral sin erosión de la cavidad glenoidea (53%); E1 por erosión concéntrica de la glenoides (17%); E2 por erosión limitada a la parte superior de la glenoides (12%); E3 para la erosión que se extiende a la parte inferior de la cavidad glenoidea (15%) y E4 para la erosión localizada predominantemente en la parte inferior de la cavidad glenoidea.

sultados de reemplazo articular en presencia de erosión, subluxación o retroversión, la mayoría en glenoides biconcavas.<sup>10</sup> Estos han demostrado que los resultados son peores en presencia de esos factores morfológicos alterados, sin embargo, aún no es posible definir los valores límites de cada uno de ellos para indicar en forma rutinaria cierto tipo de tratamiento, a pesar de que existan métodos de medición validados.<sup>5</sup>

Pese a esto, el uso de injerto óseo para reconstruir la cavidad glenoidea tiene un cierto atractivo ya que no sólo es el defecto de la cavidad glenoidea el que se busca resolver, sino que las revisiones futuras son más fáciles de manejar con mayor stock óseo disponible.<sup>11</sup>

Los defectos glenoideos contenidos centralmente han sido manejados con éxito usando técnicas de impactación de injerto en artroplastia anatómica de hombro (AAH); sin embargo, los defectos periféricos y los defectos excéntricos siguen siendo un desafío.<sup>12</sup> Los injertos de hueso en cuña tienen una tasa de éxito documentada de al-

rededor del 68% en AAH. Boileau y cols., sin embargo, informaron excelentes resultados en artroplastia total reversa de hombro (ATRH) (98% de incorporación) de su técnica de desplazamiento óseo aumentado, también conocida como técnica BIO-RSA, para lateralizar el centro de rotación (*center of rotation*, COR, por su nombre en inglés) en bóvedas de hueso glenoideo relativamente bien conservadas.<sup>13</sup>

Frankle y cols. examinaron la lateralización del implante y el centro de rotación. Sin embargo, esta lateralización del centro de rotación puede aumentar las fuerzas de abducción del deltoides, elevando las preocupaciones con respecto a la interfaz implante-hueso.<sup>14</sup>

Se ha demostrado que las superficies porosas de titanio proporcionan una excelente fijación al promover el crecimiento óseo. Los aumentos de metal trabecular se han utilizado ampliamente en el manejo de la pérdida de hueso acetabular para brindar una excelente superficie para la fijación.<sup>15</sup> Los primeros resultados del uso de

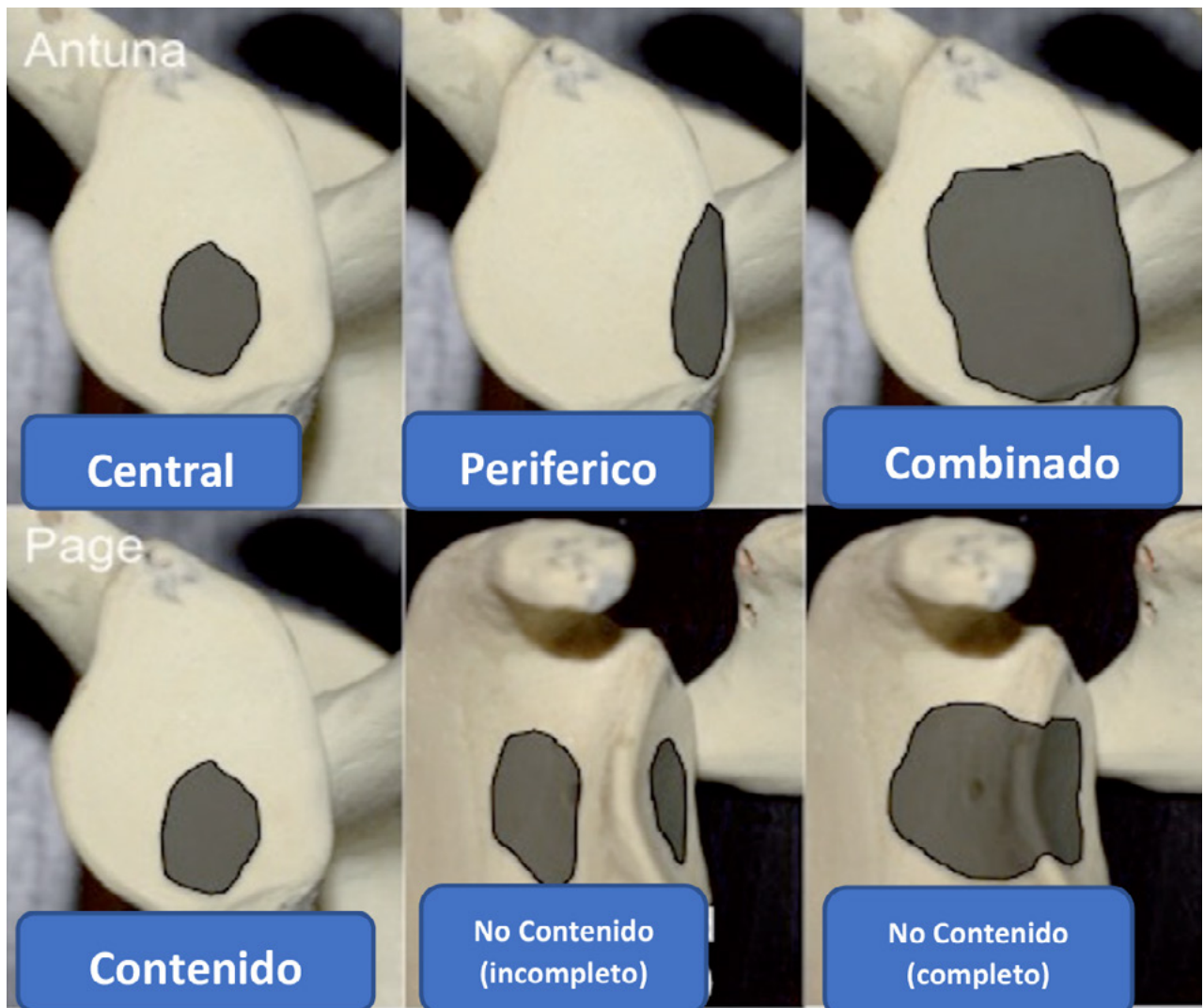


Figura 3: Una comparación de las clasificaciones de Antuna y cols.<sup>3</sup> para la evaluación glenoidea en la revisión. Esta clasificación describe los defectos como centrales, periféricos o combinados según lo demostrado (y subdivididos en leves, moderada y severa).

superficies porosas de titanio en el hombro han mostrado una óptima fijación, sin evidencia de líneas radiolúcidas alrededor de la cavidad glenoidea al año de seguimiento.<sup>16</sup>

Friedman y cols. recomendaron el injerto óseo si la retroversión de la superficie glenoidea superó los 15°, según lo determinado por tomografía computada. Menores grados de pérdida ósea se puede compensar cambiando el componente humeral, bajando el lado prominente de la cavidad glenoidea con fresado, o usando un componente glenoideo aumentado.<sup>17</sup>

Como se ha venido mencionando, el análisis previo del caso es fundamental para determinar la estrategia a realizar cuando existen estos defectos glenoideos. Para esto encontramos en nuestra revisión lo formulado por Antuna y cols., (fig. 3) quienes en 2001 propusieron una clasificación e interpretación de los defectos, refiriéndose a cómo estos están contenidos, o no, dentro de la estruc-

TABLA 3. MOVILIDAD AL EXAMEN FÍSICO

Movimiento	Examen físico	
	Activa	Pasiva
Elevación	30°	130°
Flexión	10°	30°
Abducción	20°	100°
Aducción	10°	30°
Rotación interna	T12	T12
Rotación externa	30	40°

tura glenoidea. Aunque su clasificación iba dirigida a los defectos que se dan en los procedimientos de revisión, es útil para cualquier tiempo quirúrgico. El tipo de técnica utilizada dependerá del tipo de defecto: centrales, periféricas o combinadas. El procedimiento se puede realizar en una o en dos etapas. Existe un debate sobre el tipo de injerto a utilizar. Los defectos centrales están contenidos y, por lo tanto, son susceptibles a la impactación del

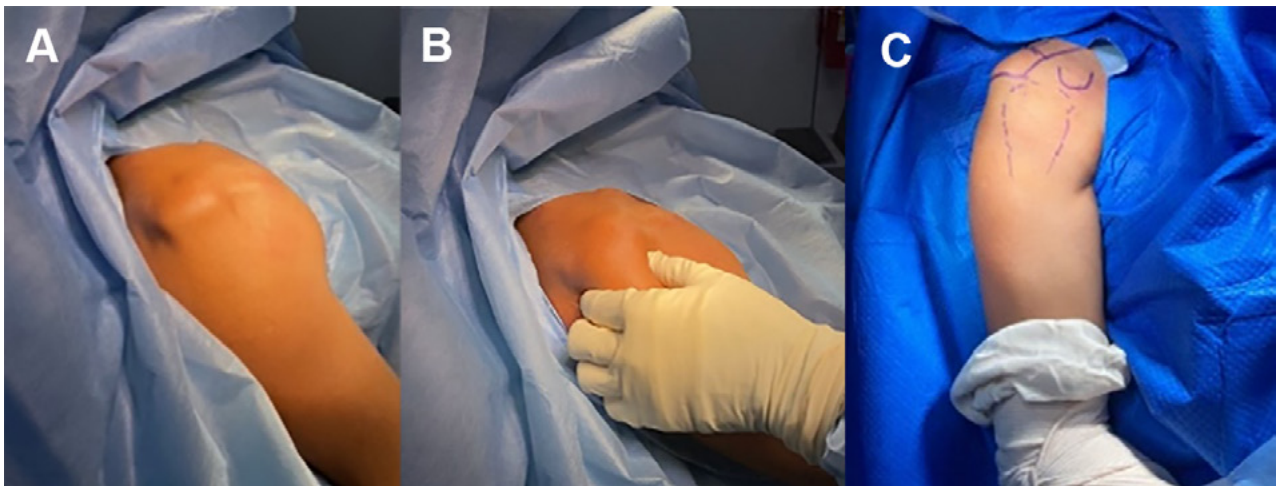


Figura 4: Imágenes clínicas del paciente en la que se puede evidenciar un signo del sulco, cajón anterior y, en la dermatografía, una posición no anatómica de la cabeza humeral anteriorizada.

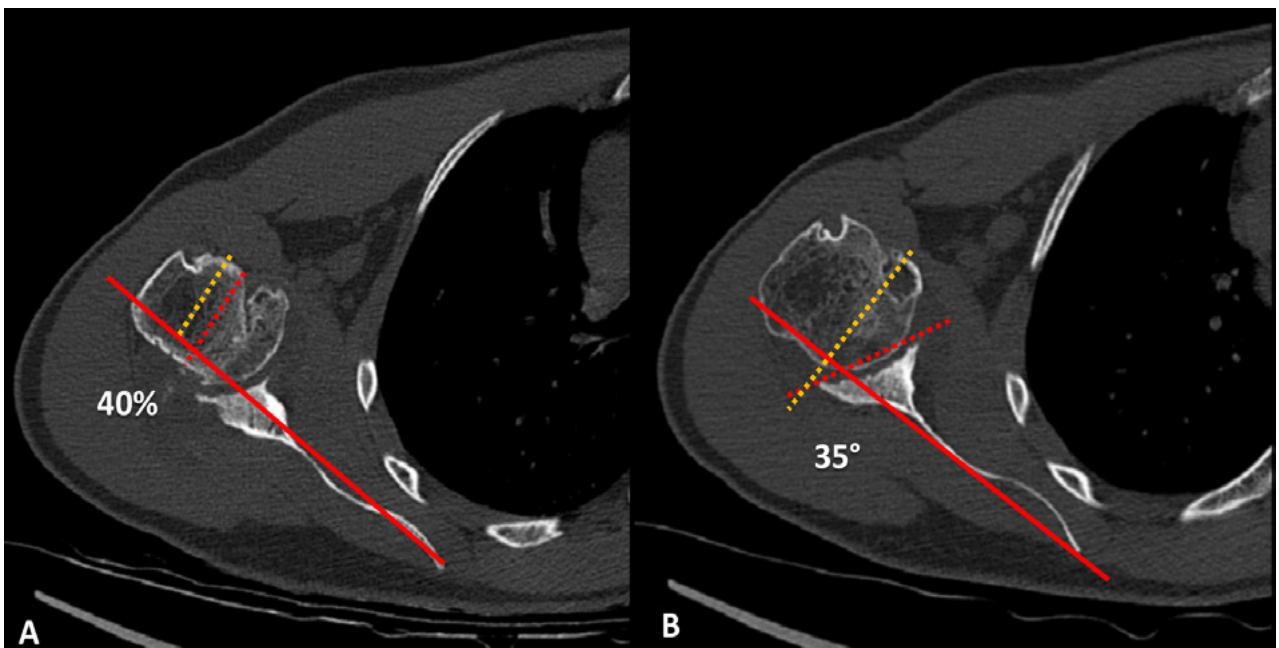


Figura 5: Tomografía (corte axial) utilizando método de Friedman. A) Se encuentra una subluxación humeral anterior 40% y B) Anteversión glenoidea de 35°. Además de esto se puede observar un gran defecto glenoideo anterior y los cambios degenerativos severos de la cabeza humeral con presencia de quistes subcondrales.

injerto en la cavidad a menos que sean muy profundos.<sup>3</sup>

Posteriormente, Page y cols., en 2009, proponen una modificación a esta clasificación, pero con un plan de manejo y el planteamiento de un algoritmo. Describieron la impactación del injerto y re inserción de un componente glenoideo y el ajuste de revisión en cuatro pacientes con buenos resultados a corto plazo; en esta se especifica que los defectos centrales aislados pueden tratarse con técnicas de injerto por impactación.<sup>12</sup>

Los defectos periféricos han demostrado ser un desafío mayor para tratar. La indicación principal ha sido la corrección de las glenoides tipo B2 según la clasificación de Walch. En una serie de noventa y dos artroplastias pri-

marias anatómicas estudiadas por Walch y cols., siete pacientes requirieron injerto y, de esos, sólo dos curaron.<sup>18</sup>

Se presenta en este artículo un caso poco frecuente, con una glena **tipo D (Walch)**, **tipo 4 (Favard)** y **defecto óseo periférico (Antuna)**, es una glena con anteversión que se acompaña de subluxación anterior de la cabeza humeral; debido a los hallazgos, creemos que es un caso que merece ser reportado. En definitiva, el manejo de los defectos glenoideos son todo un reto, y pese a que los mismos reportes de Neer, Walch y Favard no han sufrido grandes cambios en sus indicaciones, hacemos una revisión de la literatura y ponemos en su conocimiento el manejo de este caso.



## CASO CLÍNICO

Paciente masculino de cuarenta y siete años, diestro, sin antecedentes clínicos o quirúrgicos de importancia, presentó un evento de trauma en su hombro derecho hace dos años. Recibió manejo en otra institución con reducción cerrada e inmovilización; al parecer, el seguimiento posterior a este evento no fue el adecuado. Sospechamos que se trató de una lesión de Bankart ósea, debido al gran defecto anteroinferior que el paciente presentaba. Este acude a consulta por dolor con EVA 8/10 (al realizar movimiento), aprehensión, sensación subjetiva de inestabilidad anterior y disminución marcada de la movilidad activa (Tabla 3).

Además de esto, se aprecia un signo de sulco positivo, cajón anterior positivo y atrofia muscular deltoidea derecha (fig. 4).

Se le solicitan tomografía y resonancia magnética, en las cuales se advierten los siguientes hallazgos (figs. 5 a 8):

*Método de Friedman:* subluxación anterior 40% y anteverción glenoidea 35°.

Luego de revisar los estudios y las características clínicas del paciente, se establece el diagnóstico de artrosis glenohumeral Hamada tipo IV + subluxación anterior + defecto óseo anteroinferior + ruptura de tendón supraespinoso Patte 3. Por consiguiente, se propone artroplastia total reversa más aloinjerto estructural de pilón tibial. Se utilizó prótesis ONLAY DJO Surgical Reverse Shoulder Prosthesis (RSP™), con ángulo cervicodiafisario de 135°, con componentes que permiten laterali-

zación (figs. 9 a 12).

Posteriormente al procedimiento se establece manejo postoperatorio con el siguiente esquema:

*De cero a ocho semanas:* movilidad activa de codo (flexión – extensión), restricción de movilidad activa de hombro, uso de cabestrillo permanente (inclusive para dormir), cuidados de herida, control en consulta a los siete días postoperatorio y retiro de puntos en quince días. De semana dos a seis, movilidad pasiva asistida de hombro (rangos de movilidad hasta 90° de elevación y abducción). Desde semana seis se inicia tonificación de deltoi-



Figura 6: Tomografía (corte coronal). Se observa el posicionamiento inferior de la cabeza humeral y aplanamiento de esta con respecto de la glena, lo que explica el signo del sulco permanente del paciente además de un cambio de la morfología glenoidea con una disposición hacia inferior de esta, lo que corresponde a una lesión de Favard tipo 4.

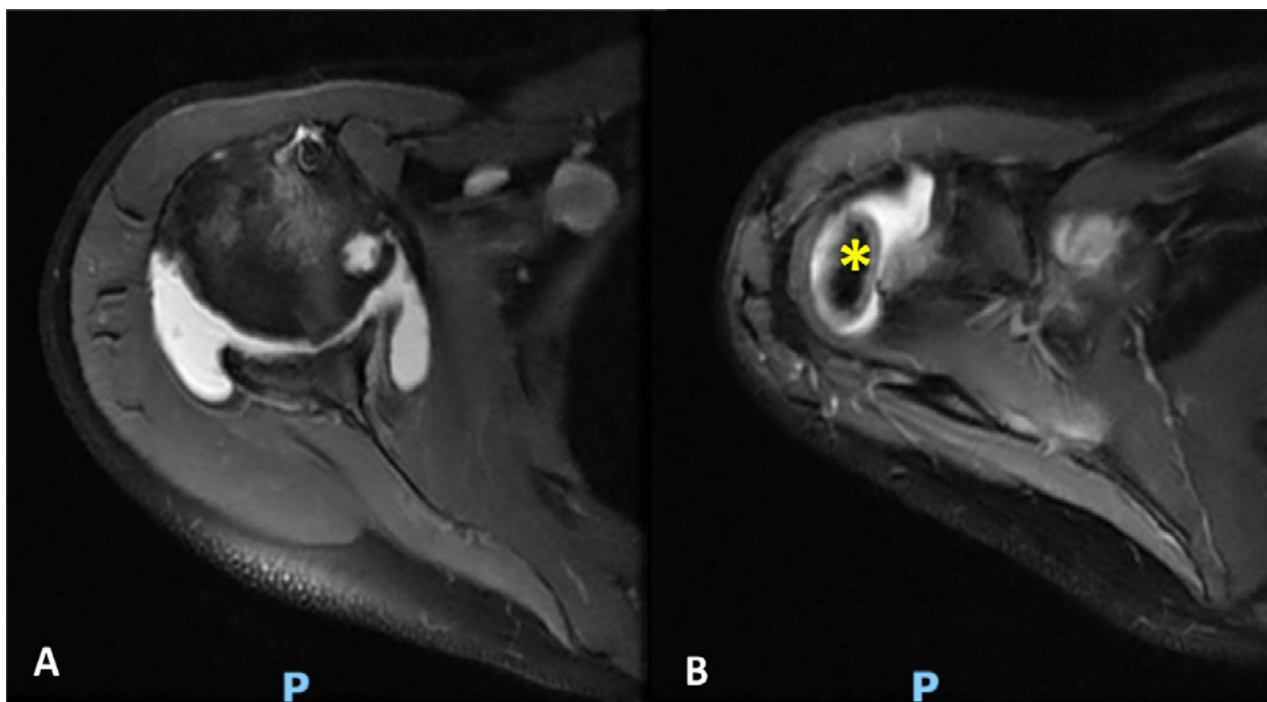


Figura 7: Resonancia magnética con contraste. A) Corte axial, se observa daño articular severo. B) Presencia de un cuerpo libre articular (asterisco amarillo).



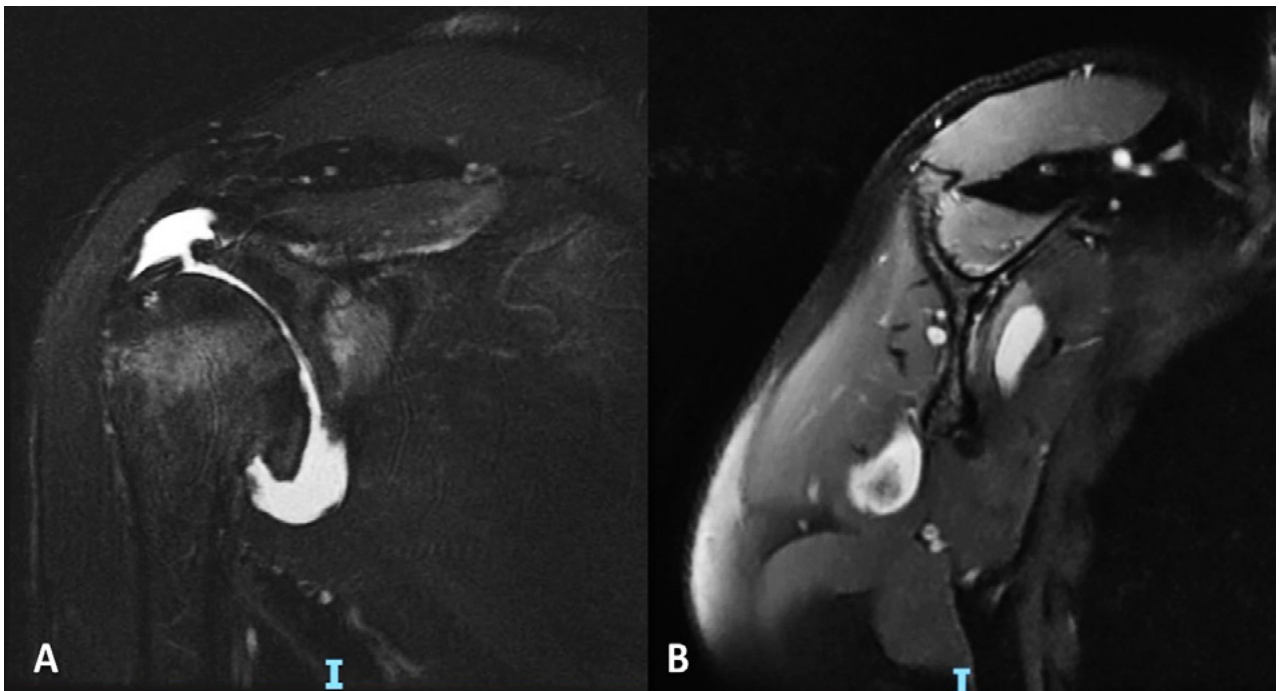


Figura 8: Resonancia magnética con contraste A) Corte coronal. Se aprecia lesión de tendón del supraespinoso retraído a nivel de glenoides (Patte 3), aplanamiento de la cabeza humeral con presencia de un gran osteofito en la región inferior. B) Corte sagital. Escasa infiltración grasa Goutallier grado 1.

des y escapulares.

*De ocho a doce semanas:* inicio de movilidad activa asistida, terapia ocupacional de miembro superior y control radiográfico a la semana ocho (fig. 13).

*De doce a veinte semanas:* inicio de movilidad activa (rangos máximos a tolerancia), y se continúa con tonificación muscular (deltoides y escapulares) (fig. 14).

*De veinte a veinticuatro semanas:* movilidad activa, fortalecimiento muscular y control radiográfico en la semana veinticuatro (fig. 15).

Se mantuvo seguimiento con el paciente en consulta externa y manejo multidisciplinario con equipo de fisioterapia, según protocolo antes establecido; se obtuvo una mejoría notable de rangos de movilidad y escala de dolor (EVA de 1/10) (fig. 16).

El paciente presentó una mejoría notable de sus rangos de movilidad, así como la disminución del dolor al realizar movimientos activos, mencionó, además, que actividades cotidianas como vestirse, cuidados personales y alimentación las puede llevar a cabo sin complicaciones.

## DISCUSIÓN

La presentación de este caso en el contexto de una lesión de glena con déficit óseo tipo D (Walch) y tipo 4 (Favard), con manejo con prótesis reversa de hombro y el uso de aloinjerto estructural de pilón tibial, busca ofrecer una fuente de lectura con base en la literatura actual respecto a este tipo de pacientes que requieren un reempla-

zo articular reverso demostrando, con este seguimiento, que esta opción terapéutica es viable y brinda resultados adecuados con escalas de dolor con buena evolución y rangos de movimiento que le permiten al paciente un retorno a sus actividades en el corto plazo (seis meses). Existe evidencia que sustenta el uso de reemplazo reverso con cuadros de artropatía del manguito rotador con seguimientos a cinco, diez y quince años.<sup>1</sup>

Boileau y cols. propusieron la técnica BIO (Biologically-Increased Offset – incremento de *offset* biológicamente), que reconstruye el *offset* con un injerto circular enhebrado a través de la espiga y fijado con los tornillos de metaglena. Una vez unidos, la interfaz implante-hueso también se lateralizará, (aunque no necesariamente una lateralización aumentada del centro de rotación). En su serie informó la incorporación completa del injerto en cuarenta y uno de cuarenta y dos casos (98%). Puede ser la combinación de compresión del injerto y la estabilidad añadida de la prótesis reversa que proporciona resultados favorables. Estos resultados se han replicado de manera similar en el uso de una prótesis reversa en el contexto de revisión (nueve pacientes, dos años de seguimiento y sin fracasos del injerto).<sup>19</sup>

La técnica BIO-RSA ha sufrido modificaciones con respecto al injerto a utilizar, son opciones cabezas humerales, cabezas femorales y pilones tibiales, este último por la similitud anatómica que guarda con la glena al mirar la zona articular desde una vista axial inferior. Alternativas con aumentación para restaurar la zona defecto

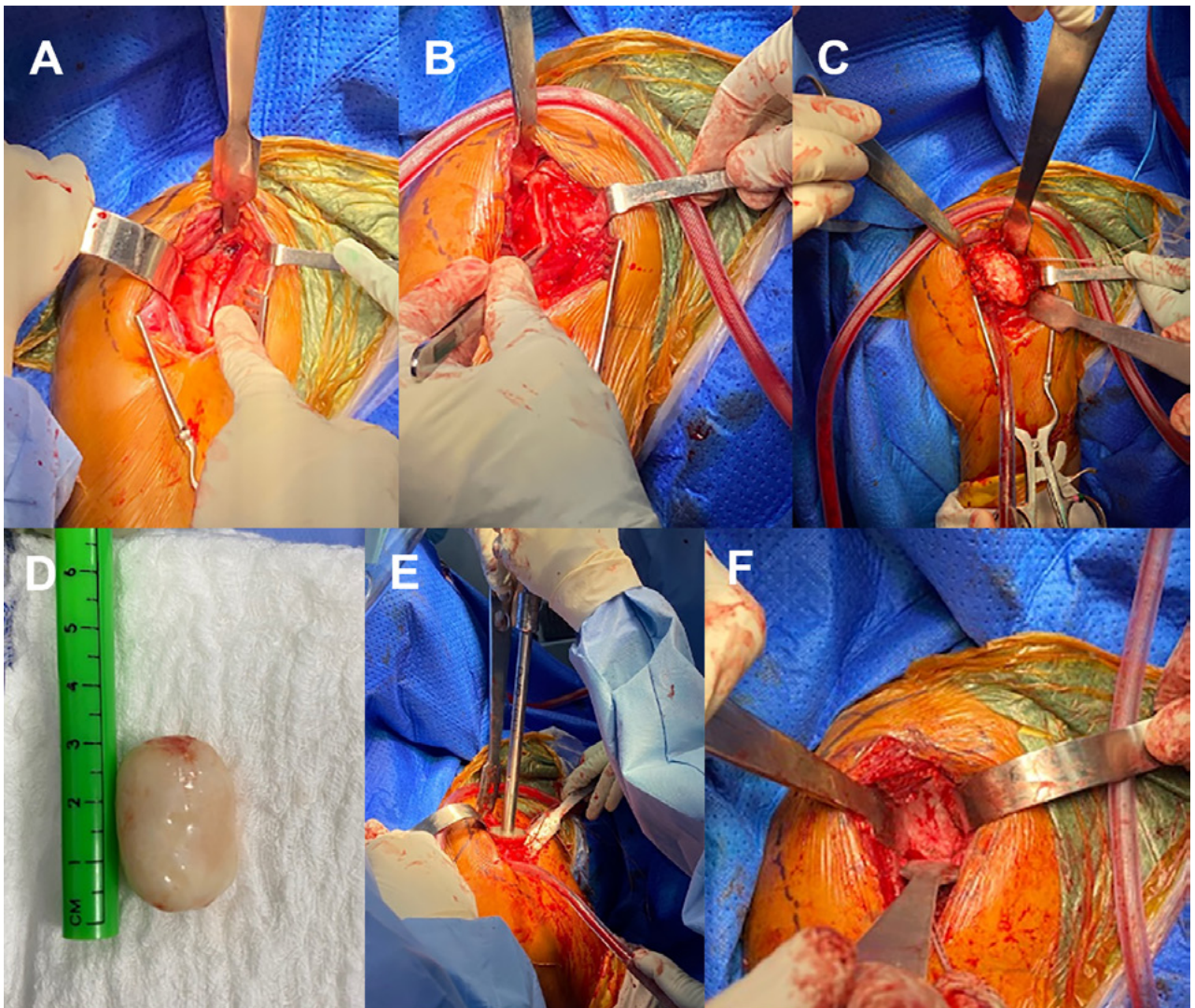


Figura 9: A-B) Abordaje deltopectoral. C) Cabeza humeral que presenta características degenerativas, con presencia de osteofitos y aplanamiento. D) Cuerpo libre intraarticular de gran tamaño (3 x 4 cm). E) Preparación del canal humeral. F) Imagen del defecto glenoideo anteroinferior.

tienen las mismas indicaciones; estas pueden ser solventadas con autoinjerto, aloinjerto o platos de glenas aumentados para manejar el defecto, cada uno de estos con sus defensores y detractores, ya que si revisamos la evidencia disponible nos encontraremos con evoluciones y seguimientos muy similares.<sup>20</sup>

La serie más grande de autoinjerto estructural de cabeza humeral para erosión glenoidea durante RTSA fue publicada por Jones y cols., quienes informaron resultados de veintinueve pacientes. Los autores reportaron 59% de injertos totalmente incorporados, 31% parcialmente incorporados, y el 14% no se incorporó según el análisis radiográfico. Los cuatro injertos que no se incorporaron estaban radiográficamente sueltos a nivel de las placas base, de las cuales dos requirieron cirugía de revisión.<sup>21</sup>

No se cuenta con mucha bibliografía en la actualidad que compare las técnicas BIO (injertos biológicos) con las técnicas que usan placas de base aumentadas, pero

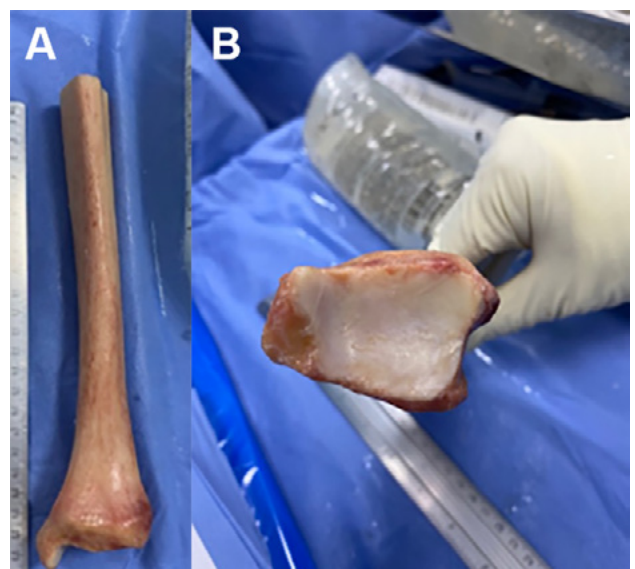


Figura 10: Para el defecto glenoideo utilizamos aloinjerto estructural de tibia distal.



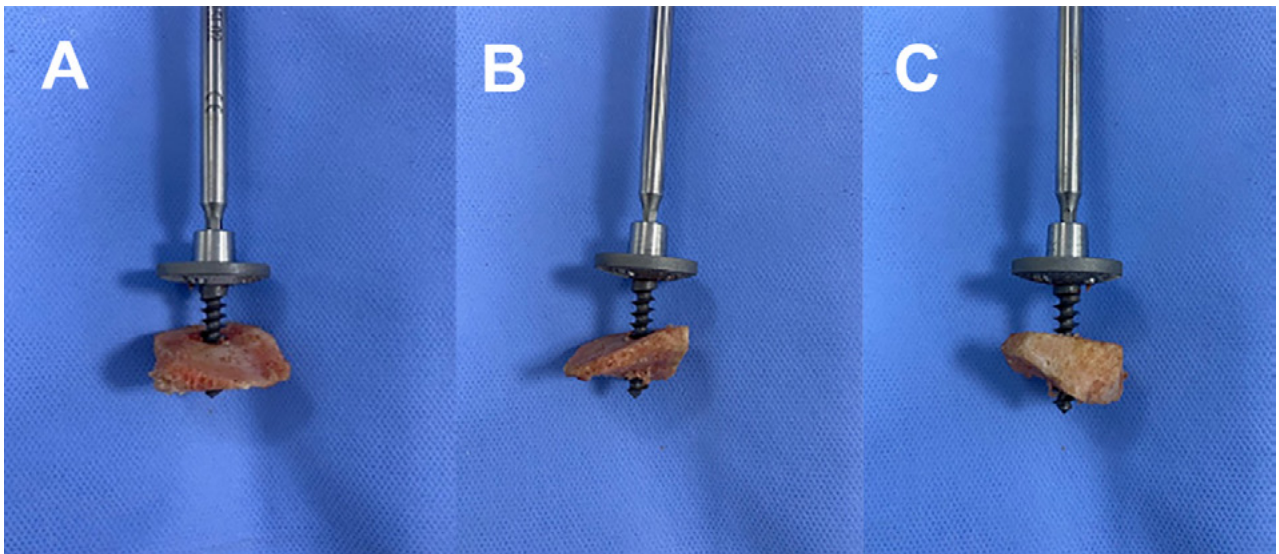


Figura 11: Cuña asimétrica del aloinjerto de pilón tibial, transfixiado con el tornillo de la placa glenoidea.

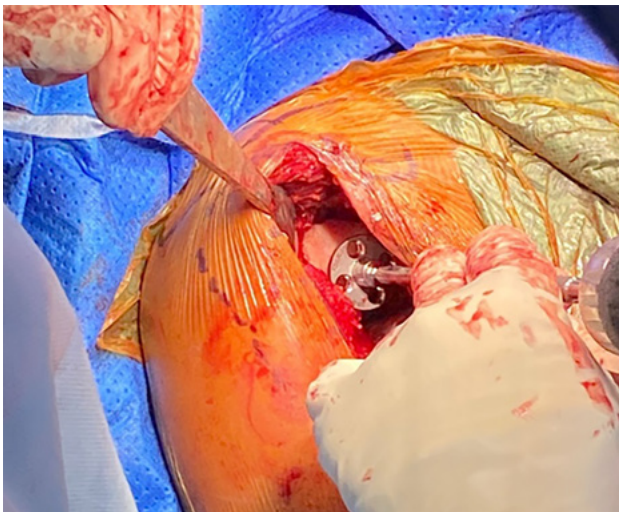


Figura 12: Colocación de aloinjerto (cuña) en la glenoides.

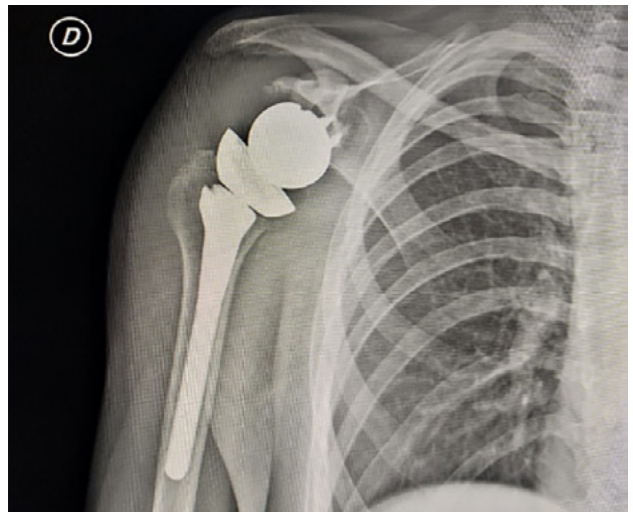


Figura 13: Control radiográfico de la semana ocho. Proyección anteroposterior de hombro en la que se puede observar posición adecuada de componentes, con orientación inferior de glena para disminuir el riesgo de pinzamiento del constructo protésico. No se evidencia alteración del injerto.



Figura 14: Control de rangos de movilidad del paciente en semana doce. Se evidencia elevación activa 120°, rotación externa 45°, rotación interna L1 y abducción activa 80°. Además, observamos herida en buen estado sin signos de infección.



Figura 15: Control en semana veinticuatro. Se evidencia elevación activa  $160^\circ$ , rotación externa  $60^\circ$  (con gesto de compensación escapular), rotación interna T11 y abducción activa  $170^\circ$ .

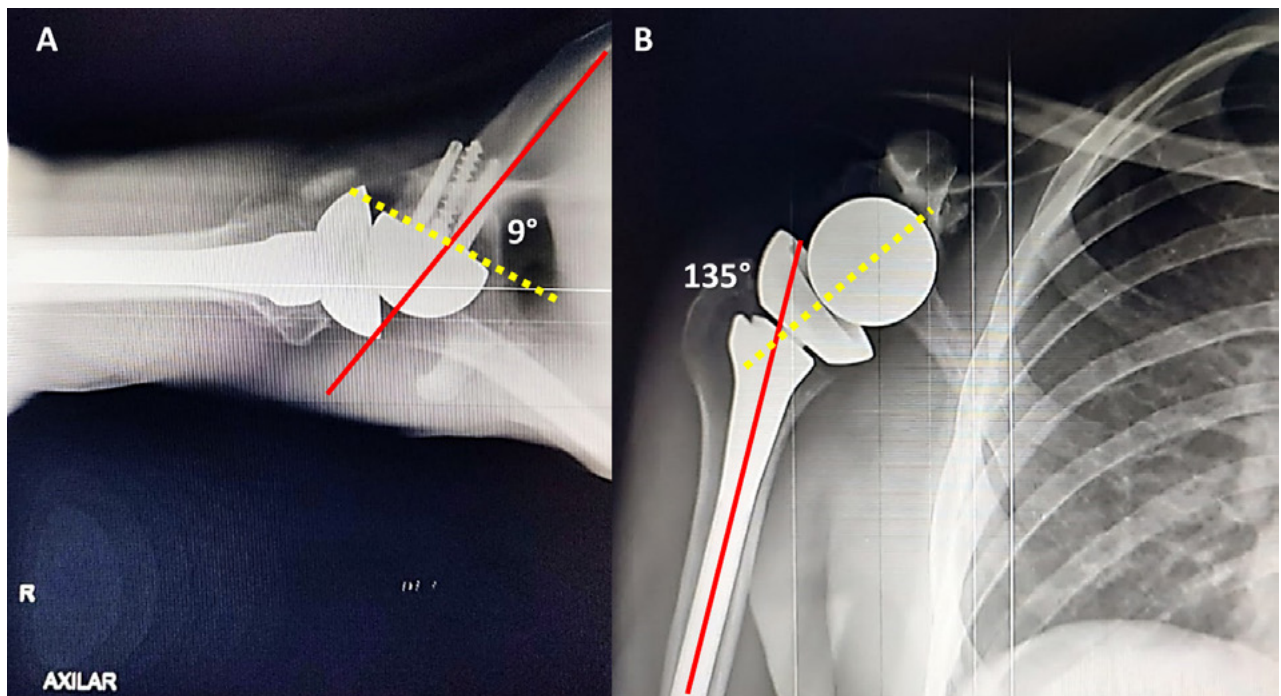


Figura 16: Control radiográfico a la semana treinta. A) Proyección axilar, en la que se observa una adecuada relación de la línea escapular con la glena con anteverción de  $9^\circ$ . B) Proyección anteroposterior de hombro que muestra un ángulo cervicodifisario de  $135^\circ$ .

uno de estos valiosos estudios disponibles es el reportado por Van de Kleut y cols. quienes, en su estudio de 2022, realizan una comparación entre estas dos técnicas evaluando a veinte pacientes con técnica BIO y veintinueve pacientes con técnica con placas de base aumentadas (metal poroso), a quienes se les efectuó seguimiento con estudios radiográficos a tres, seis meses, uno y dos años después de la operación. Los resultados no mostraron diferencias con respecto a resultados clínicos evaluados con SSV, valor subjetivo del hombro; ASES, American Shoulder and Elbow Surgeons Standardized Shoulder Assessment Form; SST; Prueba simple de hombro; Discapacidades del brazo, hombro y mano; Puntaje de hombro constante, CONSTANT. La migración de placa, medida en los estudios de imagen, tampoco reportó di-

ferencias estadísticamente significativas.<sup>22</sup> Esto sigue reforzando nuestra propuesta de esta técnica como una opción viable.

Asimismo, es importante buscar la verdad o, mejor dicho, la mejor sustentación científica al mencionar una técnica, y así como existe evidencia que sustenta este procedimiento, debemos mencionar cuáles son los posibles riesgos. Mas allá de hablar de complicaciones clásicas, como son la infección y lesiones neurovasculares, esta técnica tiene sus propios problemas en relación al uso de injerto, este puede presentar reabsorción o falta de integración; esta situación ha sido descrita por Ho JC y cols. en su estudio reportado en 2020, este se realizó con cuarenta y cuatro pacientes: a treinta y siete les efectuaron procedimientos de artroplastia reversa de hombro



primaria, y a siete individuos se les hizo procedimiento de prótesis de revisión. Este estudio mostró reabsorción del injerto en once de los cuarenta y cuatro pacientes (25%), y fracaso radiográfico en once de los cuarenta y cuatro pacientes (25%) a una mediana de ocho meses (rango 3-51).<sup>23</sup> Este resultado indica un porcentaje representativo en las posibles complicaciones con respecto al injerto, las mismas que debemos tener en cuenta para la información a nuestros pacientes y sus expectativas con un procedimiento de esta magnitud.

Esta técnica resulta en una herramienta útil para pacientes con este tipo de lesiones, aunque tenemos claro que un manejo precoz en un paciente menor de sesen-

ta años con este tipo de daño pudo resultar en procedimientos menos agresivos que podrían buscar la preservación articular.

## CONCLUSIÓN

Concluimos entonces que una planificación preoperatoria adecuada, el uso de aloinjerto estructural con prótesis reversa de hombro es una opción viable para un paciente con una artropatía de manguito rotador asociada a un defecto anteroinferior, con resultados favorables en el corto plazo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Young A; Walch G; Boileau P; Favard L; Gohlke F; Loew M; et al. A multicentre study of the long-term results of using a flat-back polyethylene glenoid component in shoulder replacement for primary osteoarthritis. *J Bone Joint Surg - Ser B*, 2011; 93 B(2): 210-6.
- Hill JM; Norris TR. Long-term results of total shoulder arthroplasty following bone-grafting of the glenoid. *J Bone Joint Surg*, 2001; 83(6): 877-83.
- Antuna SA; Sperling JW; Cofield RH; Rowland CM. Glenoid revision surgery after total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*, 2001; 10(3): 217-24.
- Walch G; Badet R; Boulahia A; Khoury A. Morphologic study of the glenoid in primary glenohumeral osteoarthritis. *J Arthroplasty*, 1999; 14(6): 756-60.
- Walch G; Ascani C; Boulahia A; Nové-Josserand L; Edwards TB. Static posterior subluxation of the humeral head: An unrecognized entity responsible for glenohumeral osteoarthritis in the young adult. *J Shoulder Elbow Surg*, 2002; 11(4): 309-14.
- Bercik MJ; Kruse K; Yalizis M; Gauci MO; Chaoui J; Walch G. A modification to the Walch classification of the glenoid in primary glenohumeral osteoarthritis using three-dimensional imaging. *J Shoulder Elbow Surg*, 2016; 25(10): 1601-6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2016.03.010>
- Moran N; Arias V; Lazo J; Melean P. Morfología glenoidea en la artrosis glenohumeral primaria: factores preoperatorios relevantes. *Rev Chil Ortop y Traumatol*, 2019; 60(02): 58-66.
- Neer CS. Replacement arthroplasty for glenohumeral osteoarthritis. *J Bone Joint Surg - Ser A*, 1974; 56(1): 1-13.
- Lévigne C; Garret J; Boileau P; Alami G; Favard L; Walch G. Scapular notching in reverse shoulder arthroplasty: Is it important to avoid it and how? *Clin Orthop Relat Res*, 2011; 469(9): 2512-20.
- Bryant D; Litchfield R; Sandow M; Gartsman Gm; Guyatt G; Kirkley A. A comparison of pain; strength; range of motion; and functional outcomes after hemiarthroplasty and total shoulder arthroplasty in patients with osteoarthritis of the shoulder. *J Bone Joint Surgery-American Vol*, 2005; 87(9): 1947-56.
- Malhas A; Rashid A; Copas D; Bale S; Trail I. Glenoid bone loss in primary and revision shoulder arthroplasty. *Shoulder Elbow*, 2016; 8(4): 229-40.
- Page RS; Haines JF; Trail I. Impaction bone grafting of the glenoid in revision shoulder arthroplasty: classification, technical description and early results. *Shoulder Elbow*, 2009; 1(2): 81-8.
- Boileau P; Moineau G; Roussanne Y; O'Shea K. Bony increased-offset reversed shoulder arthroplasty minimizing scapular impingement while maximizing glenoid fixation. *Clin Orthop Relat Res*, 2011; 469(9): 2558-67.
- Frankle M; Siegal S; Pupello D; Saleem A; Mighell M; Vasey M. The reverse shoulder prosthesis for glenohumeral arthritis associated with severe rotator cuff deficiency: A minimum two-year follow-up study of sixty patients. *J Bone Joint Surg Am*, 2005; 87(8): 1697-705.
- Whitehouse MR; Masri BA; Duncan CP; Garbuz DS. Continued good results with modular trabecular metal augments for acetabular defects in hip arthroplasty at 7 to 11 years. *Clin Orthop Relat Res*, 2015; 473(2): 521-7.
- Bogle A; Budge M; Richman A; Miller RJ; Wiater JM; Voloshin I. Radiographic results of fully uncemented trabecular metal reverse shoulder system at 1 and 2 years' follow-up. *J Shoulder Elbow Surg*, 2013; 22(4): e20-5. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2012.08.019>
- Friedman R; Hawthorne K. The use of CT in the measurement of glenoid version. *J Bone Joint Surg*, 1992; 1032-7.
- Walch G; Moraga C; Young A; Castellanos-Rosas J. Results of anatomic nonconstrained prosthesis in primary osteoarthritis with biconcave glenoid. *J Shoulder Elbow Surg*, 2012; 21(11): 1526-33. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2011.11.030>
- Boileau P; Watkinson DJ; Hatzidakis AM; Balg F. Grammont reverse prosthesis: Design, rationale, and biomechanics. *J Shoulder Elbow Surg*, 2005; 14(1 SUPPL.): S147-61.
- Liuzza L; Mai DH; Grey S; Wright TW; Flurin PH; Roche CP; et al. Reverse total shoulder arthroplasty with a superior augmented glenoid component for favard type-E1, E2, and E3 glenoids. *J Bone Joint Surg Am*, 2020; 102(21): 1865-73.
- Jones RB; Wright TW; Zuckerman JD. Reverse total shoulder arthroplasty with structural bone grafting of large glenoid defects. *J Shoulder Elbow Surg*, 2016; 25(9): 1425-32. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2016.01.016>
- Van de Kleut ML; Yuan X; Teeter MG; Athwal GS. Bony increased-offset reverse shoulder arthroplasty vs. metal augments in reverse shoulder arthroplasty: a prospective, randomized clinical trial with 2-year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg*, 2022; 31(3): 591-600.
- Ho JC; Thakar O; Chan WW; Nicholson T; Williams GR; Namdari S. Early radiographic failure of reverse total shoulder arthroplasty with structural bone graft for glenoid bone loss. *J Shoulder Elbow Surg*, 2020; 29(3): 550-60.

# ACL reconstruction associated with lateral extra-articular tenodesis with shared femoral tunnel

Lucas Vieira,<sup>1</sup> Lúcio Sergio Rocha Ernlund,<sup>2</sup> Jonathan Buiar Vidal<sup>3</sup>

1. Sports Medicine Surgeon at the Knee and Shoulder Institute, Curitiba, PR, Brazil  
Coordinator of the Orthopedics Department at the INC Hospital, Curitiba, PR, Brazil

2. Sports Medicine Surgeon at the Knee and Shoulder Institute, Curitiba, PR, Brazil  
Medical Director of the Knee and Shoulder Institute, Curitiba, PR, Brazil

3. Knee Surgeon at the Knee Clinic, Curitiba, PR, Brazil

## SUMMARY

Recently, the anterolateral ligament has gained attention in knee surgery for its ability to improve rotational stability in ACL reconstructions. However, the lateral extra-articular tenodesis (LET) procedure, which involves creating a femoral tunnel using the modified Lemaire technique, presents a risk of overlapping with the femoral tunnel used in the ACL reconstruction. This can lead to complications and limit the success of the surgery. To avoid these issues without needing additional fixation, we describe an easily reproducible surgical technique in which a single femoral tunnel is shared for both ACL reconstruction and LET using the iliotibial tract.

**Keywords:** Knee joint; Anterior cruciate ligament; Tenodesis

## RESUMEN

Recientemente, el ligamento anterolateral ha ganado atención en la cirugía de rodilla por su capacidad para mejorar la estabilidad rotacional en las reconstrucciones del LCA. Sin embargo, el procedimiento de tenodesis lateral extraarticular (TLE), que implica la creación de un túnel femoral utilizando la técnica modificada de Lemaire, presenta un riesgo de solapamiento con el túnel femoral utilizado en la reconstrucción del LCA. Esto puede provocar complicaciones y limitar el éxito de la cirugía. Para evitar estos problemas, sin necesidad de una fijación adicional, describimos una técnica quirúrgica fácilmente reproducible en la que se comparte un solo túnel femoral tanto para la reconstrucción del LCA como para LET utilizando el tracto iliotibial.

## INTRODUCTION

The anterolateral ligament (ALL) has become increasingly significant in knee surgery in recent years.<sup>1</sup> This triangular structure is located deep to the iliotibial tract, and it originates proximally at the lateral epicondyle of the femur and distally inserts into the tibia between Gerdy's tubercle and fibula.<sup>2</sup> The role of the ALL in providing rotational stability to the anterolateral aspect of the knee has been well established.<sup>1,3</sup>

To improve clinical outcomes and reduce the incidence of re-injuries, lateral extra-articular tenodesis (LET) and ALL reconstruction have been performed in conjunction with classic ACL reconstruction. Biomechanical studies have demonstrated that combining these procedures can restore knee kinematics, increase the success rate of meniscal repairs (when necessary), and lower the rate of ACL re-injuries.<sup>4</sup> Moreover, clinical evidence has already shown that combining these procedures leads to a lower prevalence of residual pivot shift and better clinical outcomes.<sup>5</sup>

The use of techniques that address the ALL in combination with ACL reconstruction is mainly indicated for ACL reconstruction revision surgeries, patients with an explosive pivot shift, and patients who have engaged in sports involving pivot shift movements. Additionally, these techniques are indicated for cases of Segond and/or impaction fractures of the lateral femoral condyle.<sup>1,6</sup>

When performing LET using the modified Lemaire technique in conjunction with ACL reconstruction, there is a risk of the femoral tunnels convergence. This can compromise the graft integration or fixation, lead to fractures, or even result in osteonecrosis of the femoral condyle. An alternative to address this problem is to use anchors in the femoral fixation of the tenodesis.<sup>3,5</sup> To reduce this risk and avoid the use of additional fixation materials, we describe a surgical technique in which the femoral tunnel is shared for fixation of the ACL and LET using the iliotibial band.

## SURGICAL TECHNIQUE DESCRIPTION

The patient is positioned in a supine position on the operating table with a pneumatic tourniquet placed at the root of the thigh to be operated on. A lateral and a foot support are used to facilitate the knee flexion position.

**Lucas Vieira**

lucasvieiracb@gmail.com

Recibido: Marzo de 2023. Aceptado: Marzo de 2023.



Figure 1: Lateral access to right knee.



Figure 2: Dissection of iliotibial tract to be used in lateral extra-articular tenodesis of the knee.



Figure 3: Dissection of iliotibial tract to be used in lateral extra-articular tenodesis of the knee, with detachment of its proximal portion.

Routine preparation for orthopedic surgery is carried out.

After harvesting the graft to be used in ACL reconstruction, arthroscopy of the knee is performed to identi-



Figure 4: Lateral collateral ligament repaired with suture wire after its identification, and iliotibial tract repaired by forceps away from the surgical field for better visualization.

fy and treat any associated injuries, as well as to identify anatomical landmarks for ligament reconstruction. The procedure involves making anterolateral, medial parapatellar, and accessory medial portals for arthroscopy, which allows for optimal visualization and access to the knee joint.

A longitudinal incision of approximately 5-7 cm is made on the lateral aspect of the knee, based on palpation of the lateral epicondyle (fig. 1).

The subcutaneous tissue is dissected, and the iliotibial tract is identified. A strip of the central-posterior region of the iliotibial tract, approximately 8-10 mm in thickness, is demarcated, leaving the posterior fibers inserted into the femur intact (fig. 2).

In the proximal region, this strip is detached from the iliotibial tract, approximately 60-80 mm in length. Distally, it is released from the iliotibial tract, but its insertion in the proximal region and side of the tibia, close to Gerdy's tubercle, is maintained (fig. 3). At the free end, an absorbable suture is used.

Deep to the iliotibial band, the lateral collateral ligament (LCL) is identified after local dissection (fig. 4).

It is important to be careful not to violate the joint. After identifying the LCL and its femoral insertion, the lateral epicondyle is identified. The location for making the combined femoral tunnel for the reconstruction of the ACL and the LET is identified posterior and proximal to the lateral epicondyle.

Using the ACL guide device, the guide wire for the shared femoral tunnel is passed from outside to inside, starting from the point identified earlier posterior and proximal to the lateral epicondyle, and ending at the anatomical origin of the ACL on the medial aspect of the lateral condyle (fig. 5)





Figure 5: Arthroscopic view through medial portal of guide wire for creating shared tunnel at femoral anatomical point of anterior cruciate ligament.

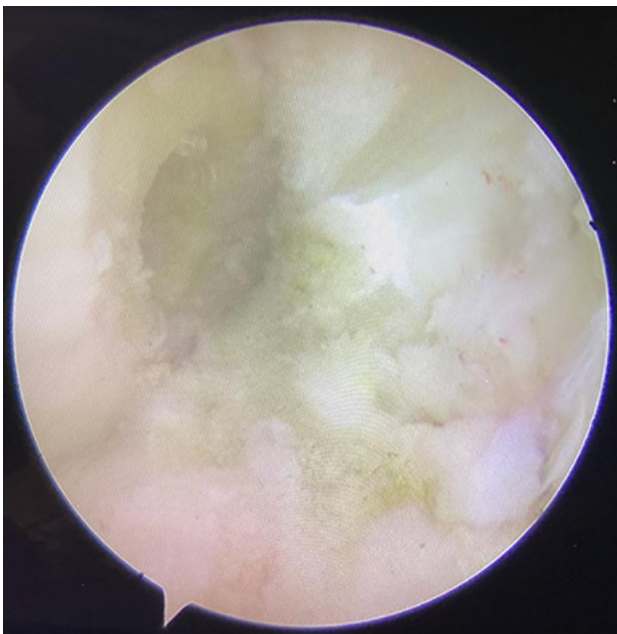


Figure 6: Arthroscopic view through medial portal of shared tunnel at femoral anatomical point of anterior cruciate ligament.

Arthroscopic visualization of the joint is achieved through the accessory medial portal, while the articular component of the guide is inserted through the medial parapatellar portal. Once the guide wire is properly positioned, the tunnel is drilled to a diameter 1 mm larger than the graft to be used in ACL reconstruction (figs. 6 and 7). A curette is used to prevent the wire and drill from migrating into the joint. Finally, the tibial tunnel is drilled in a standard fashion.

The strip of iliotibial tract is passed underneath the



Figure 7: Shared tunnel created posterior and proximal to lateral epicondyle. Lateral collateral ligament repaired with suture wire, and iliotibial tract repaired with its suture for tenodesis.

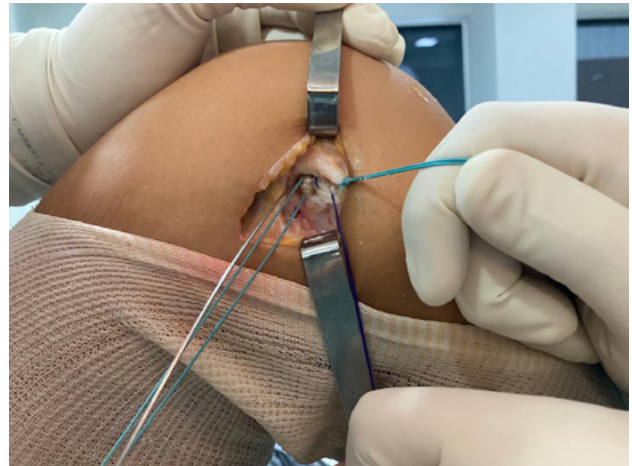


Figure 8: Graft for anterior cruciate ligament reconstruction and iliotibial tract for lateral extra-articular tenodesis already positioned in shared femoral tunnel, with interference screw guide wire in proximal region. Lateral collateral ligament.

LCL using a grasper forceps, and its suture is then threaded through the shared tunnel and into the joint region, where it is inserted into the shared femoral tunnel. The suture is then pulled through the accessory medial portal. Next, the guide wire for the interference screw used for femoral fixation is inserted from outside the knee and directed into the most proximal position of the shared tunnel.

The ACL graft is then passed through the tibial tunnel and into the shared femoral tunnel, until it is visible through the lateral aspect of the knee (fig. 8).

The position of the graft and tenodesis should be verified, and then they should be fixed with a single interference screw that has the same diameter as the shared femoral tunnel and placed in the most proximal part of the tunnel. This allows for maximum contact between the



ACL graft, tenodesis, and the bone tunnel walls (fig. 9).

The proximal and distal sutures of the ACL graft are gently pulled to prevent it from moving during screw fixation, while the tenodesis is pulled through its suture from the accessory medial portal. It is important to ensure that the knee is in a neutral rotation position and flexed at about 30° during this process.

After femoral fixation, conventional distal fixation of the ACL graft on the tibia is performed. The tenodesis suture is cut intra-articularly using a basket-shaped forceps. The iliotibial tract is sutured with absorbable thread. The subcutaneous tissue and skin are closed using standard techniques.

## DISCUSSION

The addition of LET in ACL reconstructions is indicated for improved rotational control of the knee, leading to a reduction in the pivot shift and better clinical outcomes when deemed appropriate.<sup>3,6</sup>

However, this procedure can also carry risks such as the convergence of the femoral tunnels, which can compromise the stability of the graft fixation. More complex situations such as condyle fracture or osteonecrosis have also been reported.<sup>3</sup> To minimize these complications, the LET tunnel should be kept shorter, around 15 mm, and made with a minimum anterior inclination of 20-30°. Alternatively, a tenodesis fixation using anchors can be performed to avoid the use of tunnel.<sup>3,5</sup>

The technique we describe has the advantage of avoiding tunnel convergence by using a single shared tunnel for both ACL reconstruction and LET. The tunnel exits at the anatomical point of the anterior cruciate ligament on the femur and originates on the lateral femoral cortex at the insertion of the tenodesis, proximal and posterior to

the lateral epicondyle. This shared tunnel allows for a longer length, which promotes better integration of the lateral extra-articular tenodesis.

Espejo-Reina *et al.*<sup>7</sup> described a similar surgical technique for cases in which the diameter of the flexor tendons is considered insufficient. They used a longer iliotibial tract graft passed from outside to inside of the femur to the tibial tunnel, performing an augmentation of the flexor graft in ACL reconstruction. However, in our technique, LET fixation occurs in the usual femoral region without the need for the iliotibial tract graft to reach the distal region of the tibial tunnel, allowing for smaller access and less aggression to the iliotibial tract region.

Our technique may also be indicated in revision ACL reconstructions that involve lateral extra-articular tenodesis when the femoral tunnel used in the primary surgery is dilated. This is because the graft fixation occurs mainly from the outside to the inside. Additionally, it can be combined with any type of graft used in ACL reconstruction.

Another advantage of this technique is that there is no need to use a third interference screw or anchors, which can reduce surgical costs, an important consideration in our context.

## FINAL CONSIDERATIONS

In conclusion, we believe that our technique is easy to replicate, does not add significant time to surgery, and avoids the potential complications associated with ACL reconstruction surgery combined with LET. Additionally, it does not require the use of additional fixation materials, which can reduce surgical costs. We hope that our approach can be useful in clinical practice, providing better outcomes for patients undergoing ACL reconstruction with LET.

## REFERENCES

- Ariel de Lima D; Helito CP; Lima FRA; Leite JAD. Surgical indications for anterior cruciate ligament reconstruction combined with extra-articular lateral tenodesis or anterolateral ligament reconstruction. *Rev Bras Ortop*, 2018; 53(6): 661-7.
- Helito CP; Demange MK; Bonadio MB; Tírico LE; Gobbi RG; Pécora JR; Camanho GL. Anatomy and histology of the knee anterolateral ligament. *Orthop J Sports Med*, 2013; 1(7): 2325967113513546.
- Perelli S; Erquicia JI; Ibañez M; Daesino G; Gelber PE; Pelfort X; Monllau JC. Evaluating for tunnel convergence in anterior cruciate ligament reconstruction with modified Lemaire tenodesis: what is the best tunnel angle to decrease risk? *Arthroscopy*, 2020; 36(3): 776-84.
- Jacquet C; Pioger C; Seil R; Khakha R; Parratte S; Steltzlen C; Argenson JN; Pujol N; Ollivier M. Incidence and risk factors for residual high-grade pivot shift after ACL reconstruction with or without a lateral extra-articular tenodesis. *Orthop J Sports Med*, 2021; 9(5): 23259671211003590.
- Zhu M; Han Lee DY; Williams A. Safe femoral fixation depth and orientation for lateral extra-articular tenodesis in anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthop J Sports Med*, 2021; 9(1): 2325967120976591.
- Getgood AMJ; Bryant DM; Litchfield R; Heard M; McCormack RG; Rezanoff A; Peterson D; Bardana D; MacDonald PB; Verdonk PCM; Spalding T e STABILITY Study Group; Willits K; Birmingham T; Hewison C; Wanlin S; Firth A; Pinto R; Martindale A; O'Neill L; Jenning. Lateral extra-articular tenodesis reduces failure of hamstring tendon autograft anterior cruciate ligament reconstruction: 2-year outcomes from the STABILITY Study Randomized Clinical Trial. *Am J Sports Med*, 2020; 48(2): 285-97.
- Espejo-Reina A; Espejo-Reina MJ; Lombardo-Torre M; Ruiz-Del Pino J; Espejo-Baena A. Anterior cruciate ligament reconstruction using combined graft of hamstring and fascia lata with extra-articular tenodesis. A technique in case of insufficient hamstrings. *Arthrosc Tech*, 2020; 9(11): e1657-e1663.

# Conceptos actuales en el diagnóstico y tratamiento de las lesiones del hueso subcondral

Ignacio Dallo,<sup>1</sup> Pedro Bernáldez,<sup>1</sup> Horacio F. Rivarola Etcheto,<sup>2</sup>  
Rachel Frank,<sup>3</sup> Seth Sherman,<sup>4</sup> Bert Mandelbaum,<sup>5</sup> Alberto Gobbi<sup>6</sup>

1. SportMe Medical Center, Departamento de Ortopedia, Cirugía y Medicina Deportiva, Sevilla, España

2. Hospital Universitario Austral. Hospital Universitario Fundación Favaloro, Buenos Aires, Argentina

3. University of Colorado, School of Medicine, Denver, Colorado, Estados Unidos

4. Stanford University, Department of Orthopedic Surgery, Redwood City, California, Estados Unidos

5. Cedars Sinai Kerlan Jobe Institute, Santa Monica, California, Estados Unidos

6. O.A.S.I. Bioresearch Foundation, Milano, Italia

## RESUMEN

La patología ósea subcondral incluye una amplia gama de patologías, como la artrosis, las fracturas por insuficiencia espontánea, la osteonecrosis y los traumatismos articulares. Todas muestran hallazgos típicos de imágenes de resonancia magnética (RM) denominados lesiones de la médula ósea (LMO). Sin embargo, la etiología y la evolución de las LMO en múltiples afecciones aún no están claras. Además, todavía no existe un protocolo de tratamiento estándar de oro para las LMO, es por esto que se están probando una variedad de modalidades de tratamiento con la esperanza de que puedan reducir el dolor y detener la progresión de la enfermedad.

Nuestro propósito es presentar una revisión sobre los conceptos actuales para el diagnóstico y tratamiento de las LMO. Se realizó una revisión de la literatura que incluyó búsquedas en las bases de datos PubMed, Cochrane y Medline utilizando las siguientes palabras clave: lesiones de médula ósea subcondral, hueso subcondral, subcondroplastia, concentrado de médula ósea, plasma rico en plaquetas (PRP) y aumento óseo subcondral.

Podemos concluir que el uso de nuevas técnicas biológicas para tratar las LMO, como el PRP y las células de la médula ósea, ha mostrado resultados clínicos prometedores. La investigación futura de las LMO será necesaria para abordar mejor las diferentes patologías y determinar las estrategias terapéuticas adecuadas. Todavía se necesitan estudios randomizados y controlados de alta calidad junto a revisiones sistemáticas para generar guías y recomendaciones para el tratamiento de las LMO.

**Tipo de estudio:** Actualización

**Palabras clave:** Hueso Subcondral; Lesiones de la Medula Ósea; Unidad Osteocondral; Osteocoreplastia; BMAC; PRP

## ABSTRACT

Subchondral bone pathology includes a wide range of pathologies, such as osteoarthritis, spontaneous insufficiency fractures, osteonecrosis, and trauma. They show typical magnetic resonance imaging (MRI) findings termed bone marrow lesions (BMLs). However, the etiology and evolution of BMLs in multiple conditions remains unclear. There is still no gold standard treatment protocol in treating BML, and a variety of treatment modalities have been tested in the hope that they might reduce pain and stop disease progression.

Our purpose was to write a current concepts review about diagnosis and treatment options for BMLs. A literature review was performed that included searches of PubMed, Cochrane, and Medline databases using the following keywords: Bone marrow lesions, subchondral bone, subchondroplasty, bone marrow concentrate, platelet-rich plasma (PRP), subchondral bone augmentation.

The use of novel biologic techniques to treat BMLs, such as PRP and Bone Marrow Cells, has yielded promising clinical outcomes. Future research of BMLs will be mandatory to address the different pathologies better and determining appropriate treatment strategies. There is still a need for high-quality RCTs studies and systematic reviews in the future to enhance further treatment strategy in preventing or treating BMLs of the knee.

**Type of study:** Current concept review

**Keywords:** Subchondral Bone; Bone Marrow Lesions; Osteochondral Unit; Osteo-Core Plasty; BMAC; PRP

## INTRODUCCIÓN

El hueso subcondral es una estructura presente debajo del cartílago articular que consta de dos partes principales: la placa ósea y la esponjosa. Es responsable de la nutrición del cartílago y juega un papel esencial en la curación de las lesiones condrales.<sup>1</sup> Los cambios focales en

el hueso subcondral, denominados lesiones de la médula ósea (LMO), son características detectadas por resonancia magnética (RM). En pacientes con artrosis de rodilla, las LMO pueden correlacionarse con una degeneración articular más rápida<sup>2,3</sup> y un aumento del dolor.<sup>4-6</sup> Investigaciones recientes se han centrado en el uso de terapias biológicas para ayudar a mantener y mejorar la salud del cartílago y del hueso subcondral.<sup>7-10</sup> Sin embargo, las opciones de tratamiento dirigidas al hueso subcondral aún son limitadas. La osteocoreplastia es un nuevo procedimiento mínimamente invasivo para tratar patologías sub-

Ignacio Dallo  
drignaciodallo@gmail.com

Recibido: Marzo de 2023. Aceptado: Marzo de 2023.



Figura 1: Sección sagital del cóndilo femoral lateral que muestra una lesión que compromete la unidad osteocondral.

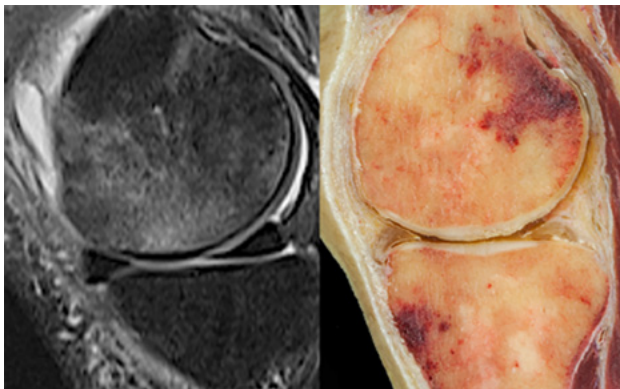


Figura 2: A) Resonancia magnética de rodilla (vista sagital) con una lesión del hueso subcondral en el cóndilo femoral. B) Vista sagital de una disección anatómica de rodilla con hemorragia en el hueso subcondral en fémur y tibia.

condrales con la intención de prevenir la progresión de la artrosis.<sup>11</sup>

## LA UNIDAD OSTEOCONDAL Y LAS LESIONES DE LA MÉDULA ÓSEA

El cartílago articular y el hueso subcondral actúan como una unidad funcional, la unidad osteocondral (UOC) (fig. 1), que junto con la membrana sinovial se encargan de mantener la homeostasis del órgano articular. Numerosos esfuerzos de investigación se han centrado en el daño del cartílago articular, mientras que relativamente pocos se centran en la patología ósea subcondral.<sup>12-14</sup> Las LMO representan una alteración de la intensidad de la señal de la médula ósea, con alta señal en secuencias sensibles a fluidos (densidad T2/protones con supresión de grasa y recuperación de inversión tau corta (STIR) (fig. 2A) con o sin señal T1WI baja por resonancia magnética (RM).

Las LMO están presentes en una amplia gama de patologías, incluidas contusiones y fracturas traumáticas, posterior a cirugías de cartílago, artrosis, síndromes transitorios de LMO, fracturas por insuficiencia espontánea (SIFK, sus siglas en inglés), osteonecrosis (SONK-ON, también, por sus siglas en inglés) y condiciones asociadas con el síndrome de dolor regional complejo (SDRC). Estas alteraciones de la RM pueden corresponder histológicamente a edema y necrosis trabecular, quistes, fibrosis y fragmentos de cartílago (fig. 2B). Por lo tanto, en lugar del término comúnmente utilizado “edema de médula ósea”, los términos “señal similar al edema de la médula ósea” o “LMO” son potencialmente más apropiados. La resonancia magnética juega un papel fundamental en la orientación del diagnóstico de las LMO basado en patrones típicos reconocibles incluso en las primeras etapas. Las LMO siguen siendo controvertidas por su papel aún no identificado en los procesos patológicos, el impacto clínico y el tratamiento.

## CLASIFICACIÓN DE LAS LESIONES DE LA MÉDULA ÓSEA SUBCONDAL

Se ha propuesto una clasificación de las LMO basada en la etiología (isquémica, mecánica y reactiva). Sin embargo, como la etiología de la LMO es poco conocida, las lesiones subcondrales similares al edema de médula ósea pueden clasificarse alternativamente como traumáticas / no traumáticas y reversibles / irreversibles.<sup>2</sup> La reversibilidad de las LMO depende de su etiología y de si existe una alteración de la estructura de la unidad osteocondral. Hay características distintivas en la resonancia magnética que pueden ayudar a predecir si la LMO es reversible. Los criterios pronósticos que parecen indicar un curso benigno son la ausencia de cambios en las radiografías simples, la falta de cambios subcondrales adicionales distintos de las LMO y la ausencia de depresión focal del contorno epifisario. Por el contrario, la presencia en la resonancia magnética de líneas de baja intensidad de señal profundas en los cóndilos,<sup>3,4</sup> o un área subcondral de baja señal de espesor superior a 4 mm, predicen fuertemente la irreversibilidad.<sup>5,15</sup>

### Lesiones traumáticas de la médula ósea

Las LMO inducidas por traumatismos pueden asociarse con traumas agudos directos (es decir, contusión, ruptura ligamentaria o meniscal) o indirectos (lesiones subagudas resultantes de sobrecarga).<sup>2,5,16</sup> Sin embargo, hay un subconjunto de pacientes asintomáticos sujetos a microtraumatismos repetitivos, con señales similares al edema subcondral en la RM.<sup>17,18</sup> Este tipo de lesiones se han demostrado hasta en el 41% de los jugadores de baloncesto

universitarios.<sup>19</sup>

Las lesiones óseas pueden ser causadas por un golpe directo, fuerzas de cizallamiento aplicadas, o por fuerzas de tracción en el contexto de lesiones por avulsión.<sup>20</sup> Estos mecanismos y sus lesiones asociadas de tejidos blandos pueden revelarse mediante el estudio de la distribución de las LMO detectadas en la RM.<sup>21</sup> Las lesiones por cambio de pivote, a menudo relacionadas con desgarros del LCA, son la causa más común de contusiones subcondrales.<sup>16,22,23</sup>

El daño a la unidad osteocondral juega un papel importante en la evolución de las LMO. Mientras que la señal similar al edema en las lesiones del LCA sin afectación cortical tiende a resolverse espontáneamente en el 95% de los casos,<sup>24</sup> las LMO todavía están presentes a los tres años en las lesiones asociadas con una alteración de la superficie cortical femoral. Con respecto al mecanismo de lesión del LCA, se ha sugerido que las lesiones sin contacto parecen causar LMO más graves, tanto en el compartimento medial como en el lateral, que las lesiones por contacto.<sup>16</sup> La localización de la lesión es otro factor que puede afectar a su evolución. En el contexto de un desgarramiento del LCA, las LMO localizadas en el cóndilo femoral tienden a resolverse a los tres meses frente a los seis meses de las LMO tibiales laterales.<sup>5</sup> Además, el 67% de los hematomas óseos del cóndilo femoral lateral asociados con lesiones del LCA se han relacionado con daño osteocondral. En contraste, no se encontraron defectos de cartilago en casos de LMO de la meseta tibial posterolateral.<sup>25</sup>

No existe concordancia en la literatura sobre una correlación en el seguimiento a corto plazo entre las LMO y el estado funcional, a pesar de que se ha descrito que los pacientes con lesión del LCA y LMO tienen mayores puntuaciones de dolor y mayor tiempo de evolución,<sup>26</sup> principalmente si la alteración aún es detectable tres meses después de la lesión.<sup>27</sup> Todavía está en debate si la lesión articular inicial y las LMO están directamente correlacionados con la función a largo plazo y el desarrollo de la artrosis.<sup>16</sup>

### Lesiones atraumáticas de la médula ósea

#### *Fracturas por insuficiencia subcondral*

Las fracturas de la rodilla por insuficiencia espontánea (SIFK) son fracturas no traumáticas sin evidencia histológica de necrosis, que generalmente ocurren en mujeres añosas con sobrepeso. La SIFK implica una fuerza fisiológica aplicada a las trabéculas debilitadas, lo que conduce a una fractura a lo largo del área subcondral del hueso.<sup>28</sup> Las SIFK pueden ser reversibles, pero también pueden progresar a un colapso permanente de la superficie articular, lo que resulta en una artrosis rápidamente destructiva.<sup>5,29</sup>

En la resonancia magnética, una SIFK se muestra me-

jor en imágenes ponderadas en T2 y ponderadas en densidad de protones asociadas con edema marcado de la médula ósea. Otros hallazgos de la resonancia magnética incluyen una línea hipointensa que es irregular, a veces discontinua, en la médula subarticular, y un área de baja intensidad de señal inmediatamente subyacente y que crea la apariencia de una placa ósea subcondral engrosada. Estas anomalías localizadas representan la línea de fractura y el tejido de granulación.<sup>28</sup> El área de baja intensidad de señal tiene relevancia pronóstica: si es más gruesa que 4 mm o más larga que 14 mm, la lesión puede ser irreversible y evolucionar hacia un colapso epifisario irreparable y destrucción articular.<sup>15,30</sup> Las señales similares al edema presentes en SIFK se extienden desde la región subcondral a través de grandes áreas, a menudo involucrando todo el cóndilo femoral y alcanzando la metafisis.<sup>31</sup> Esto difiere de las LMO más localizadas subyacentes a la pérdida de cartilago en la artrosis. Sin embargo, la extensión de la lesión no tiene significación pronóstica conocida.<sup>28</sup> Las SIFK típicamente se observan a lo largo del aspecto central de soporte de carga del cóndilo femoral (60%-90%) y se asocian comúnmente con la patología del menisco.<sup>32,33</sup> En particular, se ha sugerido que más del 50% de los pacientes presentan desgarramientos radiales o de la raíz meniscal posterior.<sup>34</sup> Estos hallazgos apoyan el papel propuesto del estrés mecánico en el desarrollo de SIFK y enfatizan la justificación de la preservación del menisco.

El curso clínico de una SIFK puede ser impredecible y no necesariamente progresa en todos los pacientes.<sup>5</sup> Típicamente, la fase inicial consiste en dolor severo con deterioro funcional durante al menos tres a seis meses, seguido de resolución espontánea con mejoría funcional y radiográfica.<sup>35</sup> Si bien ocasionalmente se pueden observar deformidades sutiles del contorno en lesiones que se resuelven automáticamente, la deformidad prominente del contorno y el colapso de la placa ósea subcondral son factores de mal pronóstico.<sup>28</sup> Por el contrario, la falta de cambios subcondrales adicionales distintos a las LMO es 100% predictiva de reversibilidad.<sup>15</sup> Los marcadores de LMO de alto grado incluyen desgarramientos de la raíz posterior del menisco medial con extrusión moderada a severa asociada, condrosis de alto grado, tamaños de lesión más grandes y colapso de la superficie articular.<sup>33</sup>

#### *Osteonecrosis*

Ahlbäck describió por primera vez la osteonecrosis (ON) de la rodilla en 1968.<sup>36</sup> Desde entonces, la mejora del conocimiento en este campo ha llevado a la identificación de tres categorías distintas de ON: osteonecrosis espontánea de la rodilla (SONK o SPONK), osteonecrosis avascular (AVN, sus siglas en inglés) y ON postartroscopia. El término SONK fue reconocido inicialmente como una



forma distinta de osteonecrosis epifisaria. Esta condición generalmente se observa en pacientes después de la sexta década de vida y con mayor frecuencia en mujeres. Los pacientes generalmente informan un inicio repentino de dolor en la articulación de la rodilla relacionado con un trauma mínimo o nulo, y a menudo recuerdan un momento preciso cuando comenzaron los síntomas.<sup>28</sup> SONK es la forma más común de osteonecrosis de la rodilla.<sup>37</sup>

La etiología de la SONK no se conoce completamente, pero se han propuesto dos hipótesis. El origen avascular se sugirió inicialmente como la etiología subyacente, sin embargo, la evidencia a favor de esta teoría es limitada. Más recientemente, SONK se ha asociado con fracturas por insuficiencia espontánea de rodilla (SIFK). Un estudio de Yamamoto y Bullough,<sup>38</sup> que luego fue apoyado por los resultados de investigaciones posteriores,<sup>39,40</sup> mostró que el primer evento es una SIFK que progresa hacia el colapso seguido de necrosis secundaria limitada al área entre la línea de fractura y la placa ósea subcondral. Además, las características de resonancia magnética de esta lesión también son muy diferentes de las imágenes de los estudios de AVN.<sup>28</sup>

La necrosis avascular (también llamada osteonecrosis atraumática, isquémica o idiopática) es una afección ósea degenerativa caracterizada por la muerte del hueso, secundaria a una interrupción del suministro de sangre subcondral,<sup>41</sup> que generalmente afecta la epífisis de los huesos largos en pacientes menores de cuarenta y cinco años. Puede ser secundaria a enfermedades sistémicas, radiación, quimioterapia o consumo de sustancias como el alcohol, corticosteroides y tabaco. Estas afecciones sistémicas subyacentes y los infartos óseos en otros lugares pueden reducir el diagnóstico diferencial entre SONK y AVN.<sup>30,37</sup> En la mayoría de los casos, un “signo de doble línea”, una banda interna de alta intensidad de señal (tejido de granulación vascularizado) y una banda externa de baja intensidad de señal (hueso nuevo aposicional esclerótico), son visibles en T2.<sup>28</sup>

La enfermedad avanzada puede provocar un colapso subcondral, lo que amenaza la viabilidad de la articulación afectada. Las lesiones que involucran más de un tercio del cóndilo en las imágenes coronales, o más de la mitad en cortes sagitales de RM, tienen un mayor riesgo de colapso.<sup>42</sup>

#### *Lesiones de la médula ósea en la artrosis*

Las LMO subcondrales son un hallazgo común en pacientes con artrosis temprana y avanzada. Estas a menudo se asocian con daño del menisco, adelgazamiento o defectos focales del cartílago y lesiones similares a quistes subcondrales.<sup>5</sup> Los hallazgos histológicos más comunes en lesiones similares al edema de médula ósea en la artro-

sis incluyen necrosis ósea, fibrosis, hemorragia y anomalías trabeculares, mientras que el edema es infrecuente. Estos hallazgos también podrían verse en las SIFK. Sin embargo, el patrón similar al edema de la médula ósea es muy localizado en la artrosis y extenso en las SIFK. El cartílago articular puede preservarse en las SIFK tempranas, mientras que la pérdida significativa de cartílago generalmente acompaña a la eburnación en la artrosis. Una vez que la SIFK progresa al colapso y destrucción de la superficie articular, distinguirlo de la artrosis primaria en imágenes puede ser imposible.<sup>28</sup>

La evolución de las LMO en el contexto de la artrosis es excepcionalmente variable. Las lesiones subcondrales pueden retroceder o resolverse por completo a los treinta meses de seguimiento,<sup>43</sup> pero algunos estudios mostraron la persistencia de las LMO en la mayoría de los pacientes.<sup>44,45</sup> La correlación clínica de las LMO en el contexto de la artrosis todavía está en debate; la evidencia moderada apoya que la gravedad y el agrandamiento de las LMO son predictores de dolor, progresión del daño del cartílago y desgaste óseo subcondral.<sup>35,46,47</sup>

Una nueva clasificación topográfica de LMO fue descrita recientemente por Compagnoni y cols.<sup>48</sup> Denominada “el sistema de seis letras” con respecto a su ubicación anatómica en el fémur distal o tibia proximal basada en las imágenes de resonancia magnética coronal T2 de quinientos veinte pacientes.

## CARTÍLAGO Y LESIONES DE MÉDULA ÓSEA SUBCONDAL

El hueso subcondral juega un papel vital en la curación natural del cartílago. Ciertas enfermedades del cartílago son enfermedades de la unidad osteocondral en lugar de ser una enfermedad sólo del cartílago. Imhoff y cols. mostraron la presencia de complejos arteriovenosos que penetran en la placa ósea subcondral y llegan al cartílago calcificado, por lo que posee una capa de suministro de sangre hasta la marca de marea.<sup>49</sup> El estudio de Lane y cols. demostró perforaciones vasculares más altas en áreas de mayor estrés, lo que indica que el hueso subcondral responde al incremento de cargas aumentando el suministro de sangre.<sup>50</sup> Sin embargo, la sobrecarga de la articulación degenerada impedirá el flujo de nutrientes desde el hueso subcondral hasta el cartílago y perturbará la curación natural. Aunque los mecanismos aún se debaten, el dolor puede resultar de un drenaje venoso alterado debido a microtraumatismos repetitivos.<sup>51,52</sup>

Un trabajo reciente de MacKay y cols. demostró que la densidad ósea subcondral está asociada con la progresión radiográfica de la artrosis de rodilla.<sup>53</sup> Además, varios estudios correlacionan las LMO con los resultados de los

TABLA 1. ESTUDIOS CLÍNICOS PARA EL TRATAMIENTO DE LA PATOLOGÍA DEL HUESO SUBCONDAL

	Diagnóstico	Tratamiento	Resultados	Número de pacientes
Sánchez <i>et al.</i> <sup>69</sup>	Artrosis	PRP (Intraóseo)	La inyección intraósea de PRP proporcionó un resultado superior en comparación con el PRP intraarticular.	30 (PRP-IO) 30 (PRP-IA)
Su <i>et al.</i> <sup>81</sup>	Artrosis	PRP (Intraóseo)	Resultados significativamente mejores en el grupo de PRP intraóseo en comparación con PRP intraarticular puro y HA.	27 (PRP-IO) 25 (PRP-IA) 30 (IA HA)
Hernigou <i>et al.</i> <sup>82</sup>	Artrosis (LMO)	BMC (Intraóseo)	Resultados clínicos similares entre las rodillas que reciben BMAC o ATR. Menos complicaciones en el grupo de BMC. El 18% de los 140 pacientes se sometieron a artroplastia total de rodilla.	140 (BMAC-IO) 140 ATR
Dallo <i>et al.</i> <sup>72</sup>	LMO	BMA (Intraóseo)	IKDC, KOOS, VAS Mejora estadísticamente significativa a los 6 y 12 meses.	15
Kon <i>et al.</i> <sup>74</sup>	Artrosis (LMO)	BMAC (IA e IO)	Mejora significativa a los 3, 6 y 12 meses. IKDC, KOOS y VAS.	30
Cohen <i>et al.</i> <sup>75</sup>	Artrosis (LMO)	Fosfato de calcio (Intraóseo)	VAS mejora de 4.4; IKDC mejora de 22.4; SF-12 mejora de 6.9 a los 6 meses.	66
Bonadio <i>et al.</i> <sup>76</sup>	Artrosis (LMO)	Fosfato de calcio (Intraóseo)	KOOS mejorado de 32.82 ( $p < 0.05$ ), VAS mejorado de 7.2 ( $p < 0.05$ ).	5

BMAC: Concentrado de aspirado de médula ósea. BMA: Aspirado de médula ósea. LMO: Lesiones de la médula ósea. ATR: Artroplastia total de rodilla. AH: Ácido hialurónico. IA: Intraarticular. IO: Intraósea.

procedimientos de reparación del cartílago. El edema subcondral grave de la médula ósea se asoció con una función deficiente de la rodilla en pacientes con lesiones condrales. Fue un factor pronóstico fiable en el primer año posterior al implante de condrocitos autólogos.<sup>54</sup> Por otra parte, la persistencia de signos similares al edema en el hueso subcondral es un predictor de un resultado clínico deficiente después de las microfracturas.<sup>55</sup>

## BIOLOGÍA Y ULTRAESTRUCTURA DE LA MÉDULA ÓSEA SUBCONDAL

Antes de que el concentrado de aspirado de médula ósea (BMAC, sus siglas por su nombre en inglés), se convierta en el producto biológico que contiene células mesenquimales (MSCs, sus siglas en inglés) y se use como método de tratamiento para varios tipos de LMO, se obtiene el aspirado de médula ósea no procesado (BMA, sus siglas en inglés). El aspirado de médula ósea comprende principalmente tejido hematopoyético compuesto por tres tipos principales de células: células mielopoyéticas, células eritropoyéticas y linfocitos.<sup>56</sup> Las células de soporte también incluyen fibroblastos, macrófagos, adipocitos, osteoblastos, osteoclastos, células endoteliales y células hematopoyéticas.<sup>56</sup> Sólo el 0.001% de las células nucleadas en el BMA son MSCs, un factor clave en la reparación del cartílago articular y el hueso subcondral, lo que ha llevado al concepto de concentrar BMA a través de centrifugación por gradien-



Figura 3: Infiltración intraósea de PRP en el cóndilo femoral medial de la rodilla izquierda de un paciente con patología ósea subcondral sintomática.

te de densidad para producir BMAC.<sup>56</sup> El BMAC contiene mayores cantidades de MSCs, plaquetas que contienen factores de crecimiento y células hematopoyéticas.<sup>56</sup> Cada uno de estos componentes más concentrados contribuye a las capacidades de cicatrización y reparación del BMAC, lo que le permite ser un método de tratamiento útil para las patologías del hueso subcondral y cartílago articular. Con todo, un estudio reciente de Everts y cols. concluyó que los recuentos de UFC/f no aumentaron significativamente en comparación con los recuentos de los primeros 10 ml de BMA.<sup>57</sup> Este estudio apoyó los resultados de Hernigou y cols., quienes mostraron que los aspirados de gran volumen tienden a ser diluidos por cantidades significativas de sangre periférica, que contiene menos MSCs, lo que lleva a un

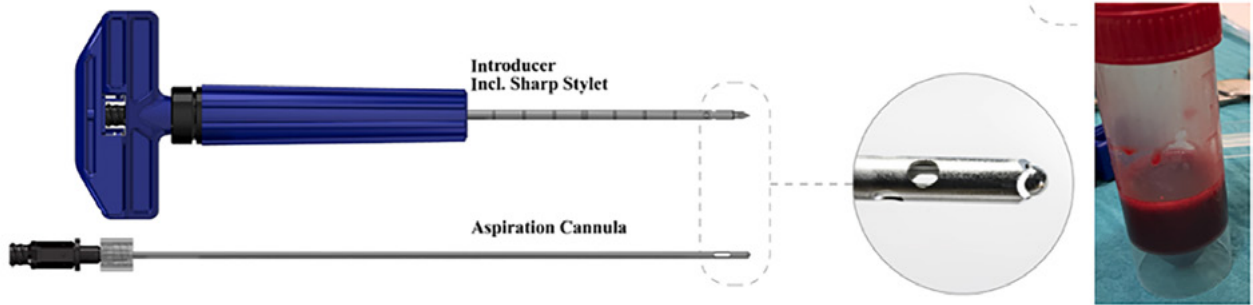


Figura 4: Osteocoreplastia. Instrumentos quirúrgicos. Punta de cánula de aspiración cerrada para evitar la aspiración de sangre del canal de entrada y obtener una muestra de medula ósea con mayor cantidad de células mesenquimales.

menor recuento de UFC-f.<sup>58</sup>

El hueso subcondral comprende una placa superficial y un hueso esponjoso profundo, que juntos sostienen y mantienen el cartílago suprayacente.<sup>59</sup> Se puede dividir en la placa ósea subcondral y el hueso trabecular subcondral.<sup>60</sup>

La placa ósea subcondral se encuentra inmediatamente profunda al cartílago articular calcificado, separada por una “línea de cemento”.<sup>61</sup> Las trabéculas de soporte surgen de la placa ósea subcondral y, en combinación con la estructura ósea más profunda, comprenden el hueso trabecular subcondral<sup>60</sup> que contiene canales con vasos y nervios arteriales y venosos, que unen directamente el hueso trabecular subcondral y el cartílago articular para la comunicación a través de señales bioquímicas<sup>59,60</sup> El hueso trabecular subcondral es metabólicamente más activo y poroso que la placa subcondral y tiene mayor contenido de vasos sanguíneos, nervios sensoriales y médula ósea.<sup>60</sup> Su composición está directamente relacionada con sus funciones de absorción de impactos y soporte articular, además de tener un papel en el suministro de nutrientes y el metabolismo del cartílago articular.<sup>60</sup>

En general, el hueso subcondral tiene varios patrones de densidad ósea, es dinámico y adaptable, ya que responde al estrés mecánico en la articulación a través de la remodelación ósea.<sup>60</sup> Desempeña un importante papel interactivo con el cartílago articular suprayacente, formando la UOC, para apoyar y mantener el equilibrio homeostático de la articulación.

## BIOMECÁNICA DEL HUESO SUBCONDAL

La disfunción biomecánica no sólo causa anomalías óseas subcondrales o artrosis.<sup>62</sup> La artrosis es el resultado de etiologías multifactoriales competitivas: homeostasis mecánica y fisiológica.<sup>63</sup>

La anomalía del hueso subcondral, debido a una disfunción mecánica, puede ocurrir después de un insulto traumático, como en el caso de la rotura de ligamentos. El daño del hueso subcondral también puede ser el resultado de una disfunción tisular adyacente o una enfermedad de-

rivada de la deficiencia meniscal o del cartílago. Finalmente, la sobrecarga compartimental debida a la mala alineación en varo o valgo puede contribuir a la transformación de la enfermedad ósea subcondral junto con la producción de LMO.<sup>64</sup>

Las LMO son el resultado de microdaños en el hueso y demuestran fibrosis localizada, necrosis grasa y una respuesta en la remodelación ósea que resulta en microfracturas del hueso trabecular.<sup>65</sup> El hueso subcondral enfermo y el posterior desarrollo de lesiones de la médula ósea (LMO) son poco conocidos. Las LMO pueden ocurrir con desalineación del plano mecánico coronal de la rodilla, o sin esta. Aunque las LMO pueden surgir cuando el menisco está intacto, la mayoría de las veces la afección es el resultado de una sobrecarga / interrupción del cartílago articular después de un desgarro y / o extrusión de la raíz del menisco.<sup>66</sup>

## OPCIONES DE TRATAMIENTO

El tratamiento de las lesiones de la médula ósea subcondral requiere la consideración de las contribuciones biológicas y estructurales al cuadro clínico general<sup>67</sup> (Tabla 1). Los aspectos biológicos del tratamiento incluyen técnicas de estimulación de la médula ósea, como las micro o nanofracturas y la descompresión del núcleo.<sup>68</sup> Esta estrategia de tratamiento también puede incluir terapias de aumentación como las inyecciones autólogas de plasma rico en plaquetas (PRP)<sup>69</sup> (fig. 3), tejido adiposo microfragmentado<sup>70</sup> o la combinación de ambos (PRP-Tejido adiposo)<sup>71</sup> e inyecciones de aspirado/concentrado de médula ósea.<sup>72-74</sup> Los aspectos estructurales del tratamiento incluyen la consideración de la subcondroplastia, la bioplastia intraósea (IOBP) y la osteocoreplastia.<sup>72,75-77</sup>

## LA IMPORTANCIA DE TRATAR LAS COMORBILIDADES

Independientemente de la estrategia de tratamiento del hueso subcondral, se debe prestar especial atención a la

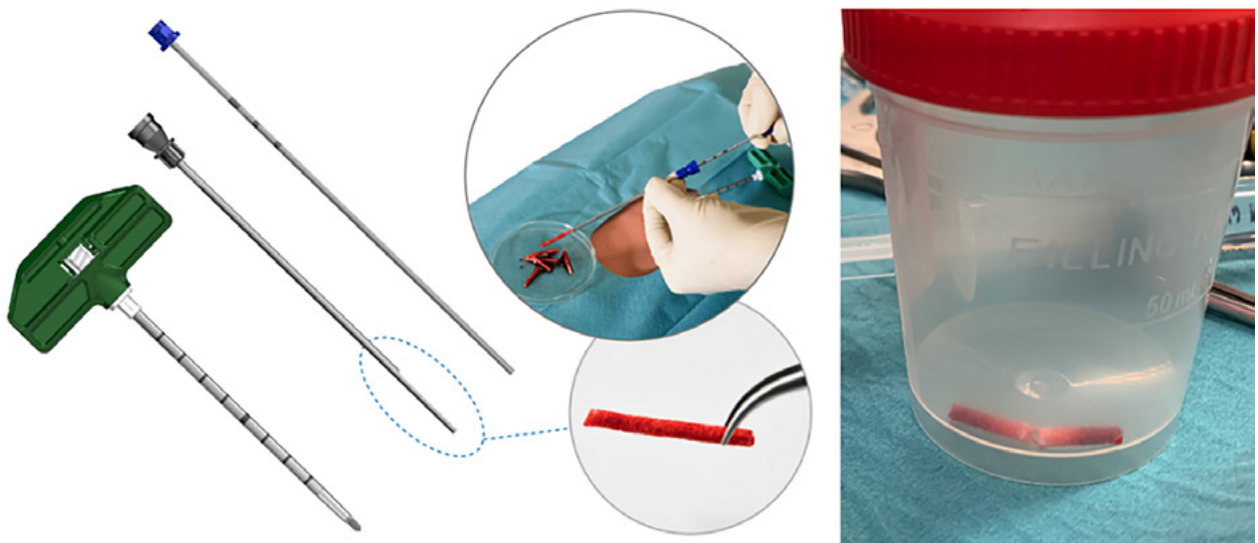


Figura 5: Osteocoreplastia. Instrumental quirúrgico. Aguja trefina de 8G. Dispositivo de extracción de las clavijas o tacos óseos de cresta iliaca y sonda de medición.

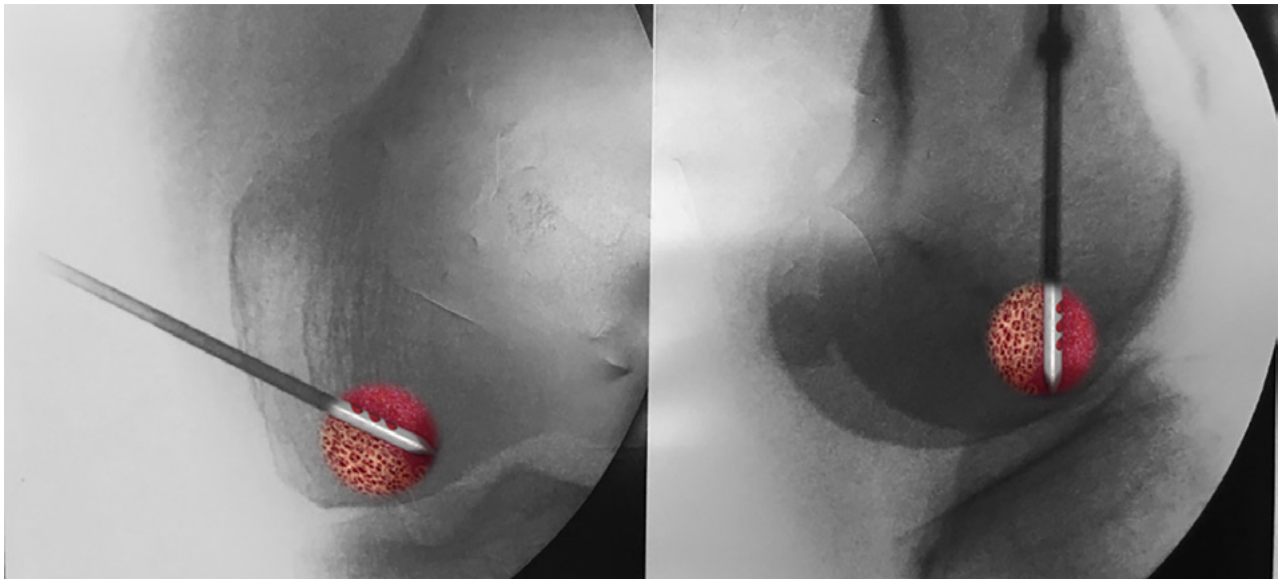


Figura 6: Imagen coronal (A) y sagital (B) de rodilla por fluoroscopia que muestra la infiltración intraósea de médula ósea aspirada o concentrada (BMA/C) en un cóndilo femoral.

mala alineación ósea, los defectos del cartílago, la deficiencia meniscal y ligamentaria, entendiendo a la articulación como un órgano. Asegurarse de que el compartimento afectado esté lo suficientemente descargado (osteotomía tibial alta (OTA), osteotomía de la tuberosidad anterior de la tibia u osteotomía femoral distal) y reestablecer la estabilidad articular (sutura o trasplante meniscal, reconstrucción/ reparación del LCA) proporcionará el entorno óptimo para que el tejido de reparación del cartílago y el hueso subcondral se remodelen y maduren. Se debe tener cuidado y evitar cambiar las fuerzas de carga a los compartimentos con una lesión condral significativa, principalmente si no se utilizan tratamientos de reparación de cartílago fiables.

### **Osteocoreplastia. Un tratamiento emergente mínimamente invasivo de un solo paso para lesiones de la médula ósea subcondral**

La osteocoreplastia es un procedimiento novedoso y mínimamente invasivo para tratar las LMO. Durante la plastia, se inyectan médula ósea y pequeñas clavijas de hueso autólogo en el área afectada para llenar el espacio intertrabecular, lo que induce una mejor remodelación ósea.

La médula ósea es una fuente fácilmente disponible de células estromales / mesenquimales (MSC) y factores de crecimiento, incluido el factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF), el factor de crecimiento transformante beta (TGF- $\beta$ ) y las proteínas morfogenéticas



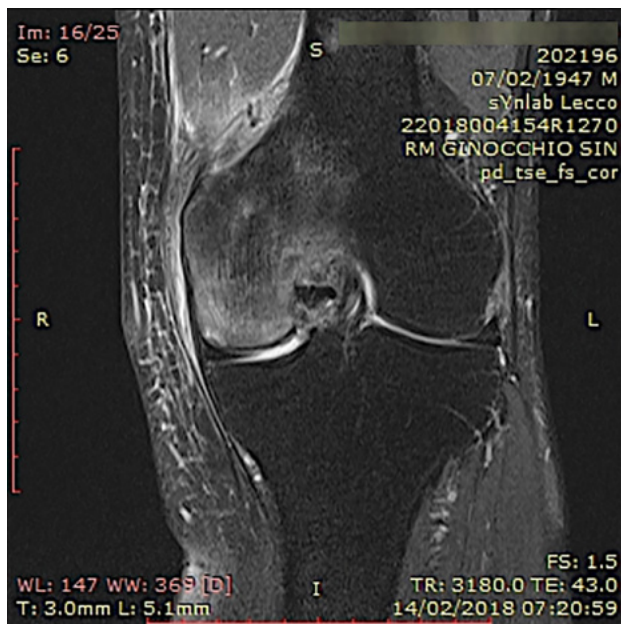


Figura 7: Un ejemplo de lesión del hueso subcondral en el cóndilo femoral medial de la rodilla tratada con osteocoreplastia. Pretratamiento, vista coronal de la resonancia magnética de la rodilla.

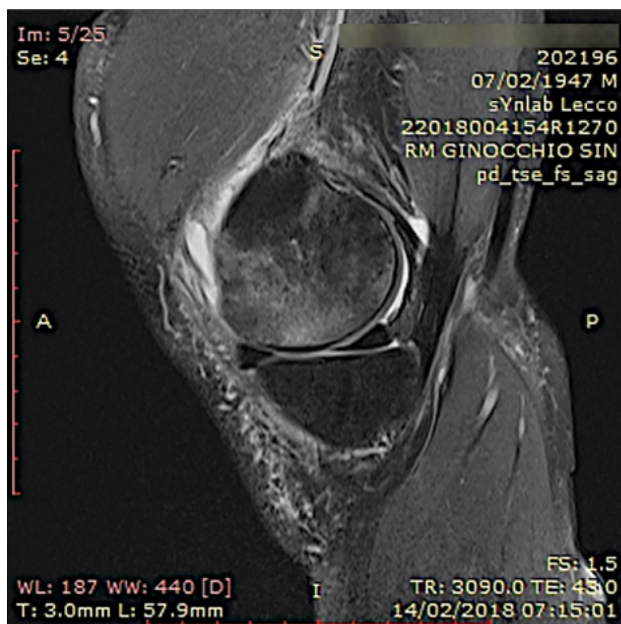


Figura 8: Un ejemplo de caso de lesión del hueso subcondral en el cóndilo femoral medial de la rodilla tratada con osteocoreplastia. Pretratamiento, vista sagital de la resonancia magnética de la rodilla.

óseas (BMP-2, BMP-7), que tienen efectos anabólicos e inmunomoduladores.<sup>78</sup> Aunque la médula ósea es una de las fuentes más atractivas de MSC, la cantidad y el procesamiento de BMA requeridos son poco conocidos. El aumento óseo de autoinjerto puede proporcionar tejido de apoyo adicional y biológicamente activo a la lesión subcondral.

Los estudios han demostrado que las muestras de médula ósea que contienen un UFC-fs/ml y CD34+/ml re-



Figura 9: Un ejemplo de caso de lesión del hueso subcondral en el cóndilo femoral medial de la rodilla tratada con osteocoreplastia. Dos meses después del tratamiento, vista coronal de la resonancia magnética de la rodilla.

lativamente altos se pueden obtener sin necesidad de centrifugación.<sup>79,80</sup> El nivel de UFC-fs/ml fue significativamente mayor en la osteocoreplastia en comparación con los BMAC de los mismos pacientes obtenidos de la cresta ilíaca contralateral.<sup>80</sup> La osteocoreplastia mostró más del doble de UFC- y sólo la mitad de las células nucleadas en comparación con las técnicas de centrifugación. Además, la osteocoreplastia mostró el mismo número de células CD34+ y CD117+ en comparación con las técnicas de centrifugación.<sup>80</sup>

### La técnica

El procedimiento se inicia mediante la aspiración de la médula ósea de la cresta ilíaca ipsilateral utilizando un trocar afilado con una manga de aspiración hueca. La aguja introductora con un estilete afilado se coloca en el hueso esponjoso entre las corticales. Luego de aspirar 1 ml de médula ósea, para asegurar el posicionamiento adecuado de la punta de la aguja, se reemplaza un estilete afilado por uno romo. A partir de un solo orificio, Marrow Cellution™ es capaz de recolectar hasta 10 ml de aspirado de médula ósea de alta calidad (BMA) (Marrow Cellution™, Aspire Medical Innovation, Alemania) equivalente o superior a otros



Figura 10: Un ejemplo de caso de lesión del hueso subcondral en el cóndilo femoral medial de la rodilla tratada con osteocoreplastia. Doce meses después del tratamiento, vista coronal de la resonancia magnética de la rodilla.

sistemas que requieren pasos de manipulación adicionales fuera del campo estéril, como la centrifugación (BMAC) o la separación química en un laboratorio. Además, se utiliza un trocar afilado para cosechar algunas clavijas o tacos de hueso de cresta ilíaca (figs. 4 y 5).<sup>11</sup>

Bajo anestesia regional o espinal, el paciente es colocado en posición supina como para la artroscopia estándar de rodilla. Antes de la inyección de BMA, se debe tratar cualquier anomalía concomitante, como lesiones condrales, desgarros meniscales y lesiones de ligamentos. La alineación de las extremidades juega un papel crucial en el tratamiento de la lesión del cartílago, por lo tanto, cualquier desaje debe ser tratado también. Se utiliza un artroscopio de 4 mm y 30° (Smith & Nephew, EE. UU.) para realizar un examen artroscópico completo de la rodilla. Las imágenes fluoroscópicas anteroposteriores (AP) y laterales con referencia cruzada con el estudio de resonancia magnética se utilizan para colocar el pasador guía con precisión en la LMO. Luego se coloca una cánula sobre el pasador guía, que posteriormente se retira. Se deja durante unos minu-

tos en el hueso para realizar la descompresión del núcleo.

A continuación, se insertan las clavijas óseas en la cánula y se empujan a través de la lesión subcondral con un trocar romo. Luego, el BMA se inyecta a través de la cánula en el área tratada (fig. 6). Se realiza una mirada artroscópica final para confirmar la ausencia de fuga intraarticular.

La osteocoreplastia tiene varios beneficios: permite al médico retener el producto completamente en el área estéril en lugar de requerir que el producto salga del área estéril para la centrifugación y vuelva a ingresar al área estéril para su administración al paciente; disminuye los gastos de procedimiento y mantiene todas las células y factores de crecimiento obtenidos durante la aspiración. Los usuarios de esta técnica informaron que otra ventaja es la capacidad de avanzar y retirarse del área de la médula de manera precisa y controlada.

Un estudio clínico reciente concluye que el aumento biológico del hueso subcondral mediante esta técnica resultó en una reducción significativa del dolor y una mejor función articular con resonancia magnética que muestra la resolución de las LMO a los seis y doce meses de seguimiento (figs. 7 a 10).

El estudio actual destaca la importancia de tratar las LMO sintomáticas dirigidas al hueso subcondral para lograr el éxito.<sup>72</sup>

La bioplastia intraósea es un procedimiento similar que incluye la descompresión de la lesión y la administración de una dosis concentrada de plasma rico en plaquetas (cPRP) del aspirado de médula ósea (BMA) utilizando el sistema de procesamiento de médula ósea y cPRP Angel® mezclado con una matriz ósea desmineralizada fluida AlloSync™ Pure. El material biológico entregado a la LMO contiene todos los componentes necesarios para ayudar a la reparación ósea: un andamio osteoconductor, factores osteoinductivos y una fuente osteogénica de células de la médula ósea.<sup>77</sup>

## CONCLUSIONES

La investigación futura de las LMO será obligatoria para abordar mejor las diferentes patologías y determinar las estrategias de tratamiento adecuadas. El aumento óseo subcondral mediante osteocoreplastia es una opción viable en el tratamiento de las LMO de la rodilla al reducir el dolor sobre el área afectada, retorno a las actividades habituales y mejorar las imágenes de resonancia magnética que muestran una mayor hipointensidad sobre la lesión ósea subcondral. Sin embargo, todavía se necesitan estudios randomizados y controlados de alta calidad junto a revisiones sistemáticas para generar guías y recomendaciones para el tratamiento de las LMO.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Madry H; van Dijk CN; Mueller-Gerbl M. The basic science of the subchondral bone. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*; 2010; 18(4): 419-33. doi:10.1007/s00167-010-1054-z
2. Roemer FW; Frobell R; Hunter DJ; et al. MRI-detected subchondral bone marrow signal alterations of the knee joint: terminology, imaging appearance, relevance and radiological differential diagnosis. *Osteoarthritis Cartilage*, 2009; 17(9): 1115-31. doi:10.1016/j.joca.2009.03.012
3. Yates PJ; Calder JD; Stranks GJ; Conn KS; Peppercorn D; Thomas NP. Early MRI diagnosis and non-surgical management of spontaneous osteonecrosis of the knee. *Knee*, 2007; 14(2): 112-6. doi:10.1016/j.knee.2006.10.012
4. Mont MA; Marker DR; Zywiol MG; Carrino JA. Osteonecrosis of the knee and related conditions. *Journal Am Acad Orthop Surg*, 2011; 19(8): 482-94. doi:10.5435/00124635-201108000-00004
5. Marcacci M; Andriolo L; Kon E; Shabshin N; Filardo G. Aetiology and pathogenesis of bone marrow lesions and osteonecrosis of the knee. *EFORT Open Rev*, 2016; 1(5): 219-24. doi:10.1302/2058-5241.1.000044
6. Bisson LJ; Phillips P; Matthews J; et al. Association between bone marrow lesions, chondral lesions, and pain in patients without radiographic evidence of degenerative joint disease who underwent arthroscopic partial meniscectomy. *Orthop J Sports Med*, 2019; 7(3): 2325967119830381. doi:10.1177/2325967119830381
7. Gobbi A; Karnatzikos G; Scotti C; Mahajan V; Mazzucco L; Grigolo B. One-step cartilage repair with bone marrow aspirate concentrated cells and collagen matrix in full-thickness knee cartilage lesions: results at 2-year follow-up. *Cartilage*, 2011; 2(3): 286-99. doi:10.1177/1947603510392023
8. Gobbi A; Karnatzikos G; Mahajan V; Malchira S. Platelet-rich plasma treatment in symptomatic patients with knee osteoarthritis: preliminary results in a group of active patients. *Sports Health*, 2012; 4(2): 162-72. doi:10.1177/1941738111431801
9. Gobbi A; Dallo I; Kumar V. Editorial commentary: biological cartilage repair technique-an "Effective, accessible, and safe" surgical solution for an old difficult biological problem. *Arthroscopy*, 2020; 36(3): 859-61. doi:10.1016/j.arthro.2019.12.020
10. Gobbi A; Whyte GP. Long-term clinical outcomes of one-stage cartilage repair in the knee with hyaluronic acid-based scaffold embedded with mesenchymal stem cells sourced from bone marrow aspirate concentrate. *Am J Sports Med*, 2019; 47(7): 1621-8. doi:10.1177/0363546519845362
11. Szwedowski D; Dallo I; Irlandini E; Gobbi A. Osteo-core plasty: a minimally invasive approach for subchondral bone marrow lesions of the knee. *Arthrosc Tech*, 2020; 9(11): e1773-7. doi:10.1016/j.eats.2020.07.023
12. Dallo I; Gobbi A. "Knee osteochondral lesions treatments". En: Gobbi A; Lane JG; Longo UG; Dallo I; (eds.) Joint function preservation: A focus on the osteochondral unit. *Springer International Publishing*; 2022; pp. 337-44.
13. Dallo I; Gobbi A. "Newest surgical treatments for patellofemoral osteochondral lesions". En: Koh JL; Kuroda R; Espregueira-Mendes J; Gobbi A; (eds.) The patellofemoral joint: a case-based approach. *Springer International Publishing*; 2022; pp. 57-65.
14. Gobbi A; Lane JG; Dallo I. Editorial Commentary: Cartilage restoration-what is currently available? *Arthroscopy*, 2020; 36(6): 1625-8. doi:10.1016/j.arthro.2020.04.001
15. Lecouvet FE; van de Berg BC; Maldague BE; et al. Early irreversible osteonecrosis versus transient lesions of the femoral condyles: prognostic value of subchondral bone and marrow changes on MR imaging. *AJR Am J Roentgenol*, 1998; 170(1): 71-7. doi:10.2214/ajr.170.1.9423603
16. Viskontas DG; Giuffre BM; Duggal N; Graham D; Parker D; Coolican M. Bone bruises associated with ACL rupture: correlation with injury mechanism. *Am J Sports Med*, 2008; 36(5): 927-33. doi:10.1177/0363546508314791
17. Matiotti SB; Soder RB; Becker RG; Santos FS; Baldissarotto M. MRI of the knees in asymptomatic adolescent soccer players: A case-control study. *J Magn Reson Imaging*, 2017; 45(1): 59-65. doi:10.1002/jmri.25329
18. Pappas GP; Vogelsong MA; Staroswiecki E; Gold GE; Safran MR. Magnetic resonance imaging of asymptomatic knees in collegiate basketball players: the effect of one season of play. *Clin J Sport Med*, 2016; 26(6): 483-9. doi:10.1097/jsm.0000000000000283
19. Major NM; Helms CA. MR imaging of the knee: findings in asymptomatic collegiate basketball players. *AJR Am J Roentgenol*, 2002; 179(3): 641-4. doi:10.2214/ajr.179.3.1790641
20. Sanders TG; Medynski MA; Feller JF; Lawhorn KW. Bone contusion patterns of the knee at MR imaging: footprint of the mechanism of injury. *Radiographics*, 2000; 20 Spec No: S135-51. doi:10.1148/radiographics.20.suppl\_1.g00oc19s135
21. Berger N; Andreisek G; Karer AT; et al. Association between traumatic bone marrow abnormalities of the knee; the trauma mechanism and associated soft-tissue knee injuries. *Eur Radiol*, 2017; 27(1): 393-403. doi:10.1007/s00330-016-4339-x
22. Koga H; Nakamae A; Shima Y; et al. Mechanisms for noncontact anterior cruciate ligament injuries: knee joint kinematics in 10 injury situations from female team handball and basketball. *Am J Sports Med*, 2010; 38(11): 2218-25. doi:10.1177/0363546510373570
23. Bretlau T; Tuxøe J; Larsen L; Jørgensen U; Thomsen HS; Lausten GS. Bone bruise in the acutely injured knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2002; 10(2): 96-101. doi:10.1007/s00167-001-0272-9
24. Costa-Paz M; Muscolo DL; Ayerza M; Makino A; Aponte-Tinao L. Magnetic resonance imaging follow-up study of bone bruises associated with anterior cruciate ligament ruptures. *Arthroscopy*, 2001; 17(5): 445-9. doi:10.1053/jars.2001.23581
25. Vellet AD; Marks PH; Fowler PJ; Munro TG. Occult posttraumatic osteochondral lesions of the knee: prevalence, classification, and short-term sequelae evaluated with MR imaging. *Radiology*, 1991; 178(1): 271-6. doi:10.1148/radiology.178.1.1984319
26. Johnson DL; Bealle DP; Brand JC, Jr.; Nyland J; Caborn DN. The effect of a geographic lateral bone bruise on knee inflammation after acute anterior cruciate ligament rupture. *Am J Sports Med*, 2000; 28(2): 152-5. doi:10.1177/03635465000280020301
27. Filardo G; Kon E; Tentoni F; et al. Anterior cruciate ligament injury: post-traumatic bone marrow oedema correlates with long-term prognosis. *Int Orthop*, 2016; 40(1): 183-90. doi:10.1007/s00264-015-2672-3
28. Gorbachova T; Melenevsky Y; Cohen M; Cerniglia BW. Osteochondral lesions of the knee: differentiating the most common entities at MRI. *Radiographics*, 2018; 38(5): 1478-95. doi:10.1148/rg.2018180044
29. Huizinga JL; Shah N; Smith SE; et al. Prevalence of undiagnosed subchondral insufficiency fractures of the knee in middle age adults with knee pain and suspected meniscal tear. *Osteoarthr Cartil Open*, 2020; 2(4): 100089. doi:10.1016/j.ocarto.2020.100089
30. Kon E; Ronga M; Filardo G; et al. Bone marrow lesions and subchondral bone pathology of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2016; 24(6): 1797-814. doi:10.1007/s00167-016-4113-2
31. Vidoni A; Shah R; Mak D; et al. Metaphyseal burst sign: A secondary sign on MRI of subchondral insufficiency fracture of the knee. *J Med Imaging Radiat Oncol*, 2018; 62(6): 764-8. doi:10.1111/1754-9485.12781
32. Pareek A; Parkes CW; Bernard C; et al. Spontaneous osteonecrosis/subchondral insufficiency fractures of the knee: high rates of conversion to surgical treatment and arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*, 2020; 102(9): 821-9. doi:10.2106/jbjs.19.00381
33. Sayyid S; Younan Y; Sharma G; et al. Subchondral insufficiency fracture of the knee: grading, risk factors, and outcome. *Skeletal Radiol*, 2019; 48(12): 1961-74. doi:10.1007/s00256-019-03245-6
34. Yao L; Stanczak J; Boutin RD. Presumptive subarticular stress reactions of the knee: MRI detection and association with meniscal tear patterns. *Skeletal Radiol*, 2004; 33(5): 260-4. doi:10.1007/s00256-004-0751-4
35. Roemer FW; Neogi T; Nevitt MC; et al. Subchondral bone marrow lesions are highly associated with; and predict subchondral bone attrition longitudinally: the MOST study. *Osteoarthritis Cartilage*, 2010; 18(1): 47-53. doi:10.1016/j.joca.2009.08.018
36. Ahlbäck S; Bauer GCH; Bohne WH. Spontaneous osteonecrosis of the knee. *Arthritis Rheum*, 1968; 11(6): 705-33. doi: 10.1002/art.1780110602
37. Karim AR; Cherian JJ; Jauregui JJ; Pierce T; Mont MA. Osteonecrosis of the knee: review. *Ann Transl Med*, 2015; 3(1): 6. doi:10.3978/j.issn.2305-5839.2014.11.13
38. Yamamoto T; Bullough PG. Spontaneous osteonecrosis of the knee: the result of subchondral insufficiency fracture. *J Bone Joint Surg Am*, 2000; 82(6): 858-66. doi:10.2106/00004623-200006000-00013



39. Hussain ZB; Chahla J; Mandelbaum BR; Gomoll AH; LaPrade RF. The role of meniscal tears in spontaneous osteonecrosis of the knee: a systematic review of suspected etiology and a call to revisit nomenclature. *Am J Sports Med*, 2019; 47(2): 501-7. doi:10.1177/0363546517743734
40. Fujita S; Arai Y; Honjo Y; Nakagawa S; Kubo T. A case of spontaneous osteonecrosis of the knee with early and simultaneous involvement of the medial femoral condyle and medial tibial plateau. *Case Rep Orthop*, 2016; 2016: 2574975. doi:10.1155/2016/2574975
41. Shah KN; Racine J; Jones LC; Aaron RK. Pathophysiology and risk factors for osteonecrosis. *Curr Rev Musculoskeletal Med*, 2015; 8(3): 201-9. doi:10.1007/s12178-015-9277-8
42. Sakai T; Sugano N; Nishii T; Haraguchi K; Yoshikawa H; Ohzono K. Osteonecrosis of the patella in patients with nontraumatic osteonecrosis of the femoral head: MRI findings in 60 patients. *Acta Orthop Scand*, 2000; 71(5): 447-51. doi:10.1080/000164700317381108
43. Roemer FW; Guermazi A; Javadi MK; et al. Change in MRI-detected subchondral bone marrow lesions is associated with cartilage loss: the MOST Study. A longitudinal multicentre study of knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis*, 2009; 68(9): 1461-5. doi:10.1136/ard.2008.096834
44. Hunter DJ; Zhang Y; Niu J; et al. Increase in bone marrow lesions associated with cartilage loss: a longitudinal magnetic resonance imaging study of knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum*, 2006; 54(5): 1529-35. doi:10.1002/art.21789
45. Kornat PR; Kloppenburg M; Sharma R; et al. Bone marrow edema-like lesions change in volume in the majority of patients with osteoarthritis; associations with clinical features. *Eur Radiol*, 2007; 17(12): 3073-8. doi:10.1007/s00330-007-0711-1
46. Felson DT; Niu J; Guermazi A; et al. Correlation of the development of knee pain with enlarging bone marrow lesions on magnetic resonance imaging. *Arthritis Rheum*, 2007; 56(9): 2986-92. doi:10.1002/art.22851
47. Yusuf E; Kortekaas MC; Watt I; Huizinga TW; Kloppenburg M. Do knee abnormalities visualised on MRI explain knee pain in knee osteoarthritis? A systematic review. *Ann Rheum Dis*, 2011; 70(1): 60-7. doi:10.1136/ard.2010.131904
48. Compagnoni R; Lesman J; Ferrua P; et al. Validation of a new topographic classification of bone marrow lesions in the knee: the six-letter system. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2021; 29(2): 333-41. doi:10.1007/s00167-020-05957-y
49. Imhof H; Breitenseher M; Kainberger F; Rand T; Trattnig S. Importance of subchondral bone to articular cartilage in health and disease. *Top Magn Reson Imaging*, 1999; 10(3): 180-92.
50. LB L; A V; PG B. The vascularity and remodelling of subchondral bone and calcified cartilage in adult human femoral and humeral heads. An age- and stress-related phenomenon. *J Bone Joint Surg Br*, 1977; 59-B(3): 272-8. doi:10.1302/0301-620x.59b3.893504
51. Arnoldi CC; Djurhuus JC; Heerfordt J; Karle A. Intraosseous phlebography; intraosseous pressure measurements and 99mTC-polyphosphate scintigraphy in patients with various painful conditions in the hip and knee. *Acta Orthop Scand*, 1980; 51(1): 19-28. doi:10.3109/17453678008990764
52. Saltzman BM; Riboh JC. Subchondral bone and the osteochondral unit: basic science and clinical implications in sports medicine. *Sports Health*, 2018; 10(5): 412-8. doi:10.1177/1941738118782453
53. MacKay JW; Kapoor G; Driban JB; et al. Association of subchondral bone texture on magnetic resonance imaging with radiographic knee osteoarthritis progression: data from the Osteoarthritis Initiative Bone Ancillary Study. *Eur Radiol*, 2018; 28(11): 4687-95. doi:10.1007/s00330-018-5444-9
54. Niemeyer P; Salzmann G; Steinwachs M; et al. Presence of subchondral bone marrow edema at the time of treatment represents a negative prognostic factor for early outcome after autologous chondrocyte implantation. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2010; 130(8): 977-83. doi:10.1007/s00402-010-1049-8
55. Blackman AJ; Smith MV; Flanigan DC; Matava MJ; Wright RW; Brophy RH. Correlation between magnetic resonance imaging and clinical outcomes after cartilage repair surgery in the knee: a systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med*, 2013; 41(6): 1426-34. doi:10.1177/0363546513485931
56. Madry H; Gao L; Eichler H; Orth P; Cucchiari M. Bone marrow aspirate concentrate-enhanced marrow stimulation of chondral defects. *Stem cells Int*, 2017; 2017: 1609685. doi:10.1155/2017/1609685
57. Everts PA; Ferrell J; Mahoney C; et al. A comparative quantification in cellularity of bone marrow aspirated with two new harvesting devices, and the non-equivalent difference between a centrifugated bone marrow concentrate and a bone marrow aspirate as biological injectates, using a bi-lateral patient model. *J Stem Cell Res Ther*, 2020; 10: 1-10.
58. Hernigou P; Homma Y; Flouzart Lachaniette CH; et al. Benefits of small volume and small syringe for bone marrow aspirations of mesenchymal stem cells. *Int Orthop*, 2013; 37(11): 2279-87. doi:10.1007/s00264-013-2017-z
59. Seow D; Yasui Y; Hutchinson ID; Hurley ET; Shimozone Y; Kennedy JG. The subchondral bone is affected by bone marrow stimulation: a systematic review of preclinical animal studies. *Cartilage*, 2019; 10(1): 70-81. doi:10.1177/1947603517711220
60. Li G; Yin J; Gao J; et al. Subchondral bone in osteoarthritis: insight into risk factors and microstructural changes. *Arthritis Res Ther*, 2018; 15(6): 223. doi:10.1186/ar4405
61. Madry H; Van Dijk CN; Mueller-Gerbl M. The basic science of the subchondral bone. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2010; 18(4): 419-33. doi:10.1007/s00167-010-1054-z
62. van Tunen JAC; Dell'Isola A; Juhl C; et al. Association of malalignment; muscular dysfunction; proprioception; laxity and abnormal joint loading with tibiofemoral knee osteoarthritis - a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord*, 2018; 19(1): 273. doi:10.1186/s12891-018-2202-8
63. Chen D; Shen J; Zhao W; et al. Osteoarthritis: toward a comprehensive understanding of pathological mechanism. *Bone Res*, 2017; 5: 16044. doi:10.1038/boneres.2016.44
64. Primorac D; Molnar V; Rod E; et al. Knee osteoarthritis: a review of pathogenesis and state-of-the-art non-operative therapeutic considerations. *Genes (Basel)*, 2020; 11(8): 854. doi:10.3390/genes11080854
65. Driban JB; Tassinari A; Lo GH; et al. Bone marrow lesions are associated with altered trabecular morphometry. *Osteoarthritis Cartilage*, 2012; 20(12): 1519-26. doi:10.1016/j.joca.2012.08.013
66. Heijink A; Gomoll AH; Madry H; et al. Biomechanical considerations in the pathogenesis of osteoarthritis of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2012; 20(3): 423-35. doi:10.1007/s00167-011-1818-0
67. Dallo I; Frank RM; Bradsell H; Piuze NS; Gobbi A. "Overview of orthobiologics and joint function". En: Gobbi A; Lane JG; Longo UG; Dallo I; (eds.) Joint function preservation: A focus on the osteochondral unit. *Springer International Publishing*; 2022; pp. 21-31.
68. Gobbi A; Karnatzikos G; Kumar A. Long-term results after microfracture treatment for full-thickness knee chondral lesions in athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2014; 22(9): 1986-96. doi:10.1007/s00167-013-2676-8
69. Sánchez M; Delgado D; Pompei O; et al. Treating severe knee osteoarthritis with combination of intra-osseous and intra-articular infiltrations of platelet-rich plasma: an observational study. *Cartilage*, 2019; 10(2): 245-53. doi:10.1177/1947603518756462
70. Gobbi A; Dallo I; Rogers C; et al. Two-year clinical outcomes of autologous microfragmented adipose tissue in elderly patients with knee osteoarthritis: a multi-centric; international study. *Int Orthop*, 2021; 45(5): 1179-88. doi:10.1007/s00264-021-04947-0
71. Dallo I; Morales M; Gobbi A. Platelets and adipose stroma combined for the treatment of the arthritic knee. *Arthrosc Tech*, 2021; 10(11): e2407-14. doi:10.1016/j.eats.2021.07.021
72. Dallo I; D'Ambrosi R; Szwedowski D; Mobasher A; Gobbi A. Minimally invasive cell-based therapy for symptomatic bone marrow lesions of the knee: A prospective clinical study at 1 year. *Stem Cells Dev*, 2022; 31(15-16): 488-97. doi:10.1089/scd.2021.0283
73. Hernigou P; Bouthors C; Bastard C; Flouzart Lachaniette CH; Rouard H; Dubory A. Subchondral bone or intra-articular injection of bone marrow concentrate mesenchymal stem cells in bilateral knee osteoarthritis: what better postpone knee arthroplasty at fifteen years? A randomized study. *Int Orthop*, 2021; 45(2): 391-9. doi:10.1007/s00264-020-04687-7
74. Kon E; Boffa A; Andriolo L; et al. Subchondral and intra-articular injections of bone marrow concentrate are a safe and effective treatment for knee osteoarthritis: a prospective; multi-center pilot study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2021; 29(12): 4232-40. doi:10.1007/s00167-021-06530-x



- 
75. Cohen SB; Sharkey PF. Subchondroplasty for treating bone marrow lesions. *J Knee Surg*, 2016; 29(7): 555-63. doi:10.1055/s-0035-1568988
76. Bonadio MB; Giglio PN; Helito CP; Pécora JR; Camanho GL; Demange MK. Subchondroplasty for treating bone marrow lesions in the knee - initial experience. *Rev Bras Ortop*, 2017; 52(3): 325-30. doi:10.1016/j.rboe.2017.04.003
77. Ankem HK; Diulus SC; Maldonado DR; *et al.* Arthroscopic-assisted intraosseous bioplasty of the acetabulum. *Arthrosc Tech*, 2020; 9(10): e1531-9. doi:10.1016/j.eats.2020.06.015
78. Chen WCW; Péault B; Huard J. Regenerative translation of human blood-vessel-derived MSC precursors. *Stem Cells Int*, 2015; 2015: 375187. doi:10.1155/2015/375187
79. Everts V; van der Zee E; Creemers L; Beertsen W. Phagocytosis and intracellular digestion of collagen; its role in turnover and remodelling. *Histochem J*, 1996; 28(4): 229-45.
80. Scarpone M; Kuebler D; Chambers A; *et al.* Isolation of clinically relevant concentrations of bone marrow mesenchymal stem cells without centrifugation. *J Transl Med*, 2019; 17(1): 10. doi:10.1186/s12967-018-1750-x
81. Su K; Bai Y; Wang J; Zhang H; Liu H; Ma S. Comparison of hyaluronic acid and PRP intra-articular injection with combined intra-articular and intraosseous PRP injections to treat patients with knee osteoarthritis. *Clin Rheumatol*, 2018; 37(5): 1341-50. doi:10.1007/s10067-018-3985-6
82. Hernigou P; Delambre J; Quiennec S; Pognard A. Human bone marrow mesenchymal stem cell injection in subchondral lesions of knee osteoarthritis: a prospective randomized study versus contralateral arthroplasty at a mean fifteen year follow-up. *Int Orthop*, 2021; 45(2): 365-73. doi:10.1007/s00264-020-04571-4