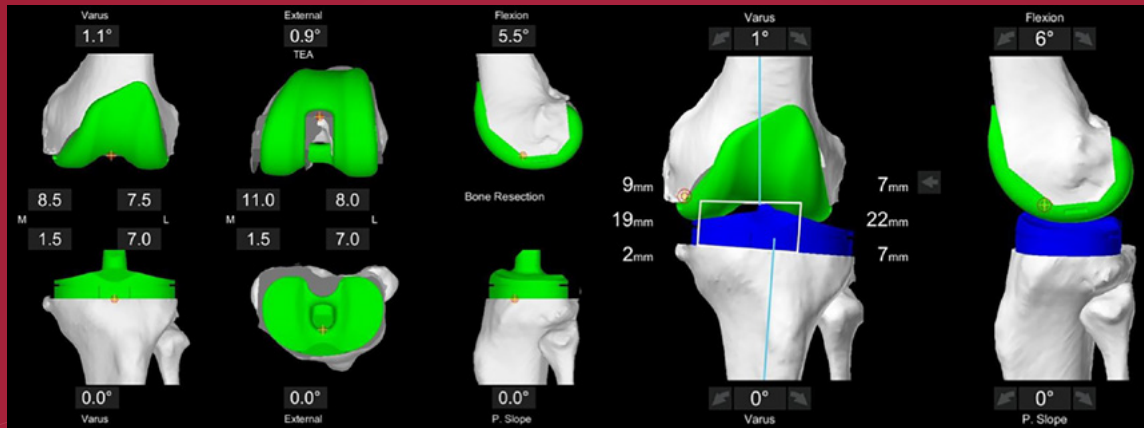


# ARTROSCOPIA

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



EDITORIAL: QUEDÁNDOTE, YÉNDOTE

DISPLASIA TROCLEAR. ¿CUÁNDO INDICAR UNA TROCLEOPLASTIA?

DESPUÉS DE UNA CIRUGÍA DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR, ¿CUÁNDO PUEDO MANEJAR? EVALUACIÓN POSTOPERATORIA DE HABILIDADES DE CONDUCCIÓN Y DE REACCIÓN DE FRENADO

COMPARACIÓN CUANTITATIVA DE LA EJECUCIÓN DE LA MANIOBRA DE LACHMAN PARA SU ESTANDARIZACIÓN A TRAVÉS DE SOFTWARE PARA DISPOSITIVO MÓVIL

¿EXISTEN DISCREPANCIAS ENTRE LA PLANIFICACIÓN PREOPERATORIA Y LA EVALUACIÓN INTRAOPERATORIA REALIZADA POR EL CIRUJANO EN LA ARTROPLASTIA TOTAL DE RODILLA CON ASISTENCIA ROBÓTICA?

TRATAMIENTO ARTROSCÓPICO DEL SÍNDROME DE FRICCIÓN FEMOROACETABULAR EN PACIENTES CON DISPLASIA LÍMITROFE. ESTUDIO COMPARATIVO

OSTEOTOMÍA SELECTIVA COMO TRATAMIENTO DE LA INESTABILIDAD MEDIAL DE RODILLA

TÉCNICA QUIRÚRGICA PARA LA RECONSTRUCCIÓN DEL LIGAMENTO PATELOFEMORAL MEDIAL



# ¡NOS VEMOS EN BUENOS AIRES MARZO 2024!

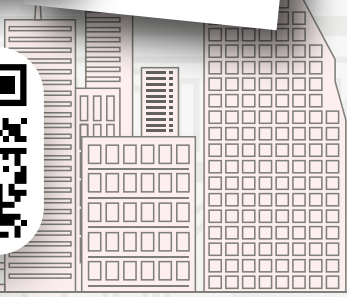


## PRIMEROS INVITADOS CONFIRMADOS

- Dr. Sebastien **Lustig**
- Dr. Bertrand **Sonnery-Cottet**
- Dr. Alejandro **González Della Valle**
- Dr. José Luis **Prieto**
- Dr. Nicolaas **Budhiparama**
- Dr. David **Figuroa**
- Dr. Jorge **Chahla**
- Dr. Alan **Getgood**
- Dra. Elizaveta **Kon**
- Dr. Alberto **Grassi**
- Dr. Brian **Cole**
- Dr. Robert **Marx**
- Dra. Michelle **Kew**
- Dr. Francisco **Montilla**
- Dr. Guillermo **Arce**
- Dr. Camilo **Helito**
- Dr. Pablo **Gelber**
- Dr. Joan Carles **Monllau**
- Dr. Tobias **Jung**



INSCRÍBETE AQUÍ →



# 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.

## 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 descriptos 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.

# 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° 2, Junio 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: 77280376



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





# **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

---

**Quedándote, yéndote**

Fernando Barclay

---

### ACTUALIZACIÓN Y CONTROVERSIA

---

53 - **Displasia troclear. ¿Cuándo indicar una trocleoplastia?**

Tomás Pineda, David H. Dejour

---

### ARTÍCULO ORIGINAL

---

59 - **Después de una cirugía de ligamento cruzado anterior, ¿cuándo puedo manejar? Evaluación postoperatoria de habilidades de conducción y de reacción de frenado**

Juan Francisco Villalba, Cristian Bennet, Daniel Gutiérrez

64 - **Comparación cuantitativa de la ejecución de la maniobra de Lachman para su estandarización a través de software para dispositivo móvil**

Edmundo Berumen-Nafarrate, Iván René Ramos Moctezuma, Luis Raúl Sigala González, Arturo Aguirre Madrid, Nadia Karina Portillo Ortiz, Ana Marcela Miranda Robles, José Arturo Balderrama Reynosa

71 - **¿Existen discrepancias entre la planificación preoperatoria y la evaluación intraoperatoria realizada por el cirujano en la artroplastia total de rodilla con asistencia robótica?**

Rafael Calvo, Diego Edwards, Álvaro Cerda, Marilaura Nuñez, Robert Partarrieu, David Figueroa

77 - **Tratamiento artroscópico del síndrome de fricción femoroacetabular en pacientes con displasia limítrofe. Estudio comparativo**

Leonel Pérez Alamino, Daniel Veloz, Gonzalo Quiroga, Tomás Vilaseca

---

### REPORTE DE CASOS

---

83 - **Osteotomía selectiva como tratamiento de la inestabilidad medial de rodilla**

Rodrigo Maestu, Matías Medus, Pablo Rainaudi, Federico Manfrin

---

### TÉCNICA QUIRÚRGICA

---

88 - **Técnica quirúrgica para la reconstrucción del ligamento patelofemoral medial**

Jorge W. Torres Loaiza, Fernando Noboa Izurieta, Luis Uquillas Soto, Jorge Andrés Cabezas Muñoz, Edwin Andrés Larco Villalva

---

---

---

# EDITORIAL

---

## Quedándote, yéndote

Era el año 2001 a media mañana y la cola de seres humanos que transitaban por la vereda de baldosones negros y blancos era interminable, las caras denotaban tristeza, resignación, bronca, impotencia y decepción.

Un hombre en cuestión tenía mujer y tres hijos, esperaba detrás de una señora mayor con bastón que lloraba como tímidamente, solo una lágrima le caía debajo de la mejilla izquierda que rápidamente se secaba, tratando de que los otros allí presentes no se dieran cuenta de su desolación.

Más atrás, una joven mujer cargaba en sus brazos una pequeña beba envuelta en una manta con dibujos de flores bordadas que alternaban colores blancos y celestes, como si fuera la bandera argentina. La pequeña niña dormía plácidamente, ingenua, soñaba con un mundo feliz, quizás el mundo que también se imaginó Aldous Huxley cuando escribió su maravilla.

Un guardia de seguridad intentaba poner un poco de orden ante tanto mal humor e indignación, amigablemente se dirigía a las personas y las direccionaba con formidable amabilidad, se mostraba absolutamente comprensivo, sabía que en definitiva él era un ciudadano más que también había sido engañado y ultrajado por la corrupta y miserable administración de turno y muchas otras administraciones.

Nadie hablaba, muchos miraban hacia abajo como buscando una respuesta donde no la había, a veces se escuchaba algún grito desgarrador, anónimo, alejado de la cola humana, pero cercano al motivo de esa reunión de desconocidos.

La cola avanzaba muy lentamente, era tan lenta como la Manuelita de María Elena Walsh cruzando el mar para encontrarse con su tortugo amado. Al igual que la canción, parecen ser viajes tan largos y dolorosos que envejecen, arrugan y nos hacen sentir algo miserables.

Hacia el mediodía, una lluvia tenue comenzó a caer desde un cielo gris que también lloraba, quizás lo hacía acongojado por ese presente, deseaba compartir con los integrantes de esa interminable cola sus angustias, sus miedos y la incertidumbre de vivir en un país nuevamente herido por el maltrato y la mala praxis de sus dirigentes.

Ya en 1978 un tal Luis Alberto (el Flaco) Spinetta escribía y cantaba esta poesía:

*La lluvia borra la maldad  
y lava todas las heridas de tu alma  
Y deberás crear  
si quieres ver a tu tierra en paz  
Y deberás amar,  
amar, amar hasta morir  
De ti saldrá la luz  
tan solo así serás feliz  
Y deberás crecer  
sabiendo reír y llorar*

Ese hombre en cuestión era muy joven, trataba de entender una realidad inentendible para él, porque su vida poco tenía que ver con las finanzas o la política, pero también soñaba como cualquier joven, creía, o de alguna manera quería creer, que todo eso pasaría, deseaba ver definitivamente su tierra en paz. Sus antepasados, como tantos otros descendientes de inmigrantes europeos que escaparon de la guerra, encontraron en esta tierra la fertilidad y la paz anhelada para poder desarrollarse. Sus padres formaron una gran familia y vivieron de sus trabajos con crecimiento y mucha dignidad.

El hombre en cuestión sabía que solo de él dependía, de su luz, de su amor, de seguir creciendo, aprendiendo a llorar y reír por igual. Tenía argumentos para hacerlo, sus tres pequeños hijos, su incondicional amor y compañera, madre de sus hijos y su querido y maltratado país.

Todos sus ahorros habían quedado ahí, en el banco, no eran muchos, pero eran todos. Alguien con poder había decidido que ya no eran de él y su familia; alguien con poder, como siempre, no le había advertido ni preguntado si quería voluntariamente ayudar a su querido país en bancarrota prestando esos ahorros de toda su vida para levantarlo. Conociéndolo, si le hubieran consultado, seguramente los habría donado.

El hombre en cuestión sobrevivió, no sólo a esa interminable cola sino también al macabro robo de sus ahorros. Pudo ver crecer a sus tres pequeños hijos y con su amada compañera trajo al mundo otros dos hijos más. Trabajó, estudió, lloró y rio por igual, pero se quedó en esta riquísima tierra desbastada por el egoísmo y la avaricia del poder, sabiendo que ese debía ser su destino.

Tendió lazos, ayudó y fue ayudado, siempre creyó que no había mejor país para vivir que el suyo. Conoció el mundo entero, pero siempre volvió porque nada lo encandilaba más que sus afectos, los amaneceres en la ruta, el café de la esquina con los colegas o las mañanas del domingo con su mujer y el desayuno en la cama.

Sabía de la tristeza que producía el desarraigo, disfrutaba de lo conocido, de las costumbres, de los ritos. Lo cotidiano para él era una gracia y no una desgracia, el encuentro con el otro lo fortalecía y tenía la convicción de que la vida no era más que eso, sabía en definitiva que nadie nunca podría encerrarlo una vez más en otro injusto y triste corralito.

Pasaron ya veintidós años desde aquella temporada de furia y el hombre en cuestión mira con resignación cómo se va formando una nueva cola, pero esta vez él no está ahí, la nueva reunión es de jóvenes desorientados y confusos que esperan encontrar en el desarraigo un futuro mejor. Qué paradoja, ¿no?

Esa nueva cola ya no es frente a un frío e insensible banco, no hay baldosas negras y blancas en el piso, no hay llanto, pero tampoco desborda la alegría, hay algo de miedo mezclado con esperanza. Todos esos jóvenes esperan abordar un avión para abandonar sus hogares, quizás para siempre o quizás por un rato hasta que las cosas mejoren, dicen ellos.

No importa si siendo ingeniero hay que lavar baños en un hotel repleto de anónimos e insensibles turistas, no importan las largas y agobiantes jornadas cosechando kiwis bajo el sol siendo un abogado, solo importa escapar, sin pensar lo que se deja atrás o que será de los que quedan.

El hombre en cuestión también lo sufre, primero con uno y después con dos de sus adorados hijos. Ninguno de ellos tenía edad suficiente para recordar la catástrofe del 2001, jamás se imaginaron a su padre deambular tres horas bajo la lluvia esperando frente a un frío banco tres miserables billetes que debían alcanzar para la comida de toda una semana.

El hombre en cuestión mira desesperado esa fila de jóvenes, pero no ve ahí resignación ni bronca ni tristeza, sólo ve escapar sus propios sueños, sólo experimenta una sensación de fracaso por no poder haber transmitido su amor por la patria, por sus raíces, por su trabajo digno.

Este hombre sabe que él sí pudo sobrevivir al naufragio, que nunca se entregó a la posibilidad de una despedida, que todo lo que lo hacía feliz estaba donde él vivía sin importar el robo ni la estafa. Él, sin dudar, está convencido de que no se equivocó, a pesar de todo, se desarrolló y hoy es mejor, nada lo conmueve tanto como su propia tierra, nada lo hace suspirar tan profundamente.

Cuando un hijo se va algo se parte, cuántas contradicciones, cuánto voltaje emocional. Pero qué hicimos mal, qué no supimos resolver, por qué siempre el énfasis está puesto en lo mal que estamos. Será que no supimos transmitir el orgullo por nuestros orígenes y sólo escucharon nuestras quejas por el desorden, la burocracia y los altibajos económicos.

Para que algo bueno suceda es necesario actuar y seguramente la acción tenga un costo, un compromiso, una transformación.

Ese hombre en cuestión hoy escribe estas líneas, el “Flaco” ya no está presente, queda su profunda poesía, sólo algunos pueden comprenderla en su esencia más pura, ojalá los jóvenes argentinos pudieran hacerlo y encontraran inspiración donde no la encuentran.

La poesía cantada del “Flaco” tiene por título “Quedándote Yéndote”, actos contrarios, contradictorios... y la canción finalmente dice:

*Este agua lleva en sí  
la fuerza del fuego  
la voz que responde por ti,  
por mí...  
y esto será siempre así  
quedándote o yéndote.*

Fernando E. Barclay  
Editor en jefe

# Displasia troclear. ¿Cuándo indicar una trocleoplastia?

Tomás Pineda,<sup>1</sup> David H. Dejour<sup>2</sup>

1. Hospital El Carmen, Santiago, Chile

2. Lyon Ortho Clinic, Departamento de Cirugía Ortopédica, Clínica de la Sauvegarde, Lyon, Francia

## RESUMEN

La displasia troclear es una alteración anatómica frecuente en pacientes con inestabilidad patelar, representa, además, su principal factor de riesgo. A pesar de ello su diagnóstico e indicación quirúrgica siguen siendo un desafío para los cirujanos ortopédicos. En la presente revisión del tema se aborda la etiología, el proceso diagnóstico y clasificación basada en imágenes de esta patología, así como la indicación quirúrgica con base en la evidencia actual y la experiencia del autor senior del presente artículo.

**Palabras clave:** Displasia Troclear; Trocleoplastia; Inestabilidad Patelofemoral; Luxación de Rótula

## ABSTRACT

*Trochlear dysplasia is a common anatomical abnormality in patients with patellar instability, representing their main risk factor. Despite this, its diagnosis and surgical indication remain a challenge for orthopedic surgeons.*

*This topic review addresses the etiology, diagnostic process, and classification based on imaging, as well as the current surgical indication based on current evidence and the senior author's experience.*

**Keywords:** Trochlear Dysplasia; Trochleoplasty; Patellofemoral Instability; Patellar Luxation

## INTRODUCCIÓN

La displasia troclear corresponde a una alteración anatómica en donde el surco troclear presenta una disminución en su concavidad; en ocasiones puede llegar a ser plano o incluso convexo. Normalmente el ángulo troclear presenta un valor menor a los 145° (138 ± 6°). No obstante, este puede variar dependiendo de la modalidad de imagen, el grado de flexión y la zona en la que se realiza esta medición.<sup>1,2</sup>

Esta alteración anatómica está presente en menos del 2% de la población general, sin embargo, ha sido reportada hasta en un 96% de los pacientes con inestabilidad patelar objetiva (IPO), siendo el principal factor predisponente para esta patología.<sup>3,4</sup>

Múltiples teorías han sido propuestas para explicar su origen. Si bien algunos autores sugieren que la tróclea femoral se modifica durante el desarrollo pudiendo ganar profundidad durante la adolescencia, su forma pareciera más bien estar condicionada por factores genéticos y de desarrollo intrauterino.<sup>5,6</sup>

La presentación podálica del feto durante el embarazo es un hallazgo frecuente en neonatos con displasia troclear, y su incidencia se ve aumentada en casos de extensión persistente de rodilla durante este período del desarrollo.<sup>7</sup> En esta misma línea, Kaymaz y cols., y Ferlic y cols., han sugeri-

do una estrecha relación entre la altura patelar aumentada y la displasia troclear, dejando entrever así la importancia de la posición de la rótula en relación al fémur durante el desarrollo.<sup>8,9</sup>

El impacto negativo de esta condición en el *tracking* y la estabilidad patelofemoral ha sido ampliamente estudiado, es por ello que múltiples técnicas para corregir esta anomalía, conocidas ampliamente como técnicas de trocleoplastia, han sido descritas en la literatura.<sup>10-16</sup> La trocleoplastia busca restaurar la anatomía normal de la tróclea, corrige, en la gran mayoría de los casos, la profundidad y orientación del surco troclear.<sup>17</sup> Este procedimiento ha demostrado mejorar el *tracking* y la estabilidad articular hasta niveles cercanos a los de una rodilla normal.<sup>18</sup> Sin embargo, debido a su complejidad técnica, un acabado entendimiento de esta patología, un correcto análisis morfológico y una adecuada clasificación imagenológica resultan ser elementos fundamentales para la indicación de estas técnicas quirúrgicas.<sup>19</sup>

## ESTUDIO IMAGENOLÓGICO DE LA DISPLASIA TROCLEAR

El estudio de imágenes de todo paciente con inestabilidad patelar recurrente debe comenzar con una adecuada evaluación radiográfica. Esta consiste en proyecciones anteroposterior de rodilla, lateral en 20 a 30° de flexión con los cóndilos posteriores superpuestos y axial de rótula en 30° de flexión. Esto nos permitirá tener una aproxima-

Tomás Pineda

tpinedarojas@gmail.com

Recibido: Mayo de 2023. Aceptado: Junio de 2023.

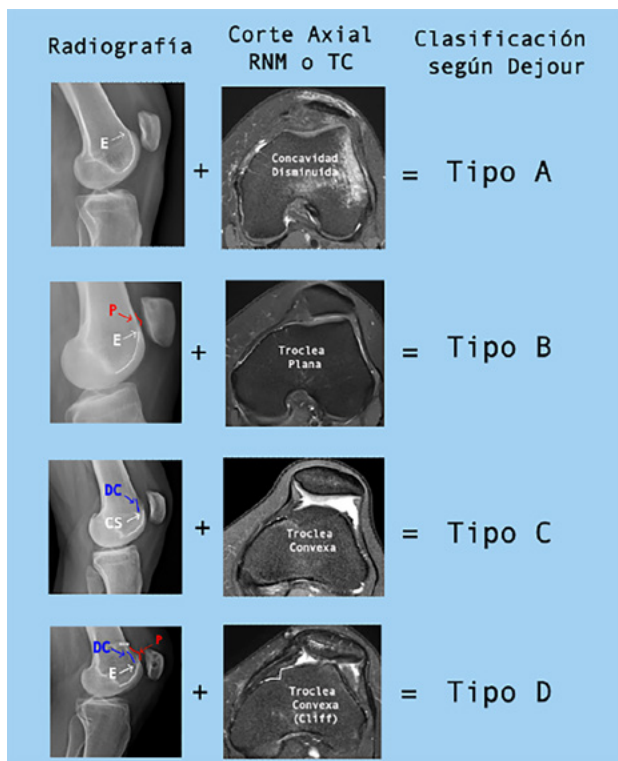


Figura 1: Clasificación de Dejour para la displasia troclear. E: entrecruzamiento. P: prominencia. DC: doble contorno.

ción a la clasificación de displasia troclear y determinar la presencia de patela alta.

Por otra parte, un estudio de escáner o resonancia magnética en sus cortes axiales nos permitirá determinar la presencia de lesiones asociadas, así como de clasificar definitivamente la displasia troclear y establecer la presencia de otros factores de riesgo (ej. lateralización de la tuberosidad anterior de la tibia).

La clasificación más ampliamente utilizada para la displasia troclear es la clasificación de la escuela Lyonesa descrita por Henri Dejour y posteriormente modificada por David Dejour.

H. Dejour *et al.* publicaron en 1990 una clasificación radiográfica basada en una proyección lateral de rodilla en 20° de flexión con superposición de los cóndilos femorales posteriores. En ella describen el signo de entrecruzamiento, donde el surco troclear se cruza con la proyección anterior de los cóndilos femorales y basan su clasificación en la ubicación de este entrecruzamiento, siendo más importante la displasia en casos donde el entrecruzamiento se produce más distal.<sup>14</sup> Sin embargo, una baja correlación interobservador ha sido reportada para esta clasificación.<sup>20</sup> Debido a lo anterior es que, algunos años más tarde, el autor senior de este artículo agrega dos signos radiográficos al previamente definido “entrecruzamiento” en la proyección lateral; el signo del “doble contorno”, donde la hipoplasia del cóndilo femoral medial

determina un contorno radiográfico más posterior al del cóndilo lateral y el signo del “espolón supratroclear”, que representa la prominencia de la tróclea en el plano sagital en relación con la cortical anterior del fémur. Sobre la base de estos tres signos radiográficos, y el uso de imágenes axiales en scanner o la resonancia magnética, actualmente la displasia troclear puede ser clasificada en cuatro tipos<sup>21</sup> (fig. 1):

- Tipo A: el entrecruzamiento es el único de los tres signos presentes en la radiografía. En cortes axiales, la tróclea aún presenta concavidad, pero es menos profunda que una tróclea normal.
- Tipo B: el entrecruzamiento y el espolón supratroclear están presentes en la radiografía. En cortes axiales la tróclea es plana.
- Tipo C: el entrecruzamiento y el doble contorno están presentes en la radiografía, pero no hay espolón supratroclear. En cortes axiales la faceta lateral es convexa y la faceta medial hipoplásica.
- Tipo D: los tres signos están presentes en la radiografía. En cortes axiales hay una asimetría de la tróclea con un escalón entre la faceta lateral convexa y la faceta medial hipoplásica.

Esta clasificación ha demostrado tener una adecuada correlación intra e interobservador y es especialmente útil para diferencias en displasias de bajo grado (tipo A) y alto grado (tipos B-D).<sup>22</sup>

## INDICACIÓN QUIRÚRGICA

La trocleoplastia tiene como objetivo disminuir la protuberancia anterior de la tróclea devolviéndole su profundidad natural. Es por ello que este procedimiento está indicado en casos de inestabilidad patelar recurrente con displasia troclear de alto grado tipo B o D asociadas a un espolón supratroclear considerable. La presencia de esta prominencia ha demostrado tener un efecto perjudicial en el *tracking* patelofemoral sirviendo como rampa de esquí, lo que provoca una inclinación lateral de la rótula en los primeros grados de flexión y predispone a la inestabilidad. Pese a que la medida de dicha prominencia para definir una indicación quirúrgica no ha sido bien definida, múltiples autores recomiendan la trocleoplastia en casos de displasia tipo B o D con un espolón supratroclear de  $\geq 5$  mm.<sup>23-27</sup>

A pesar del papel principal de la displasia troclear en la IPO debemos tener presente que la trocleoplastia no debe ser, en ningún caso, un procedimiento aislado. Siguiendo las recomendaciones de la escuela Lyonesa de cirugía de rodilla y su “*menu à la carte*” los demás factores de riesgo mayores reportados para la inestabilidad patelar, como son la patela alta y la lateralización de la tuberosi-

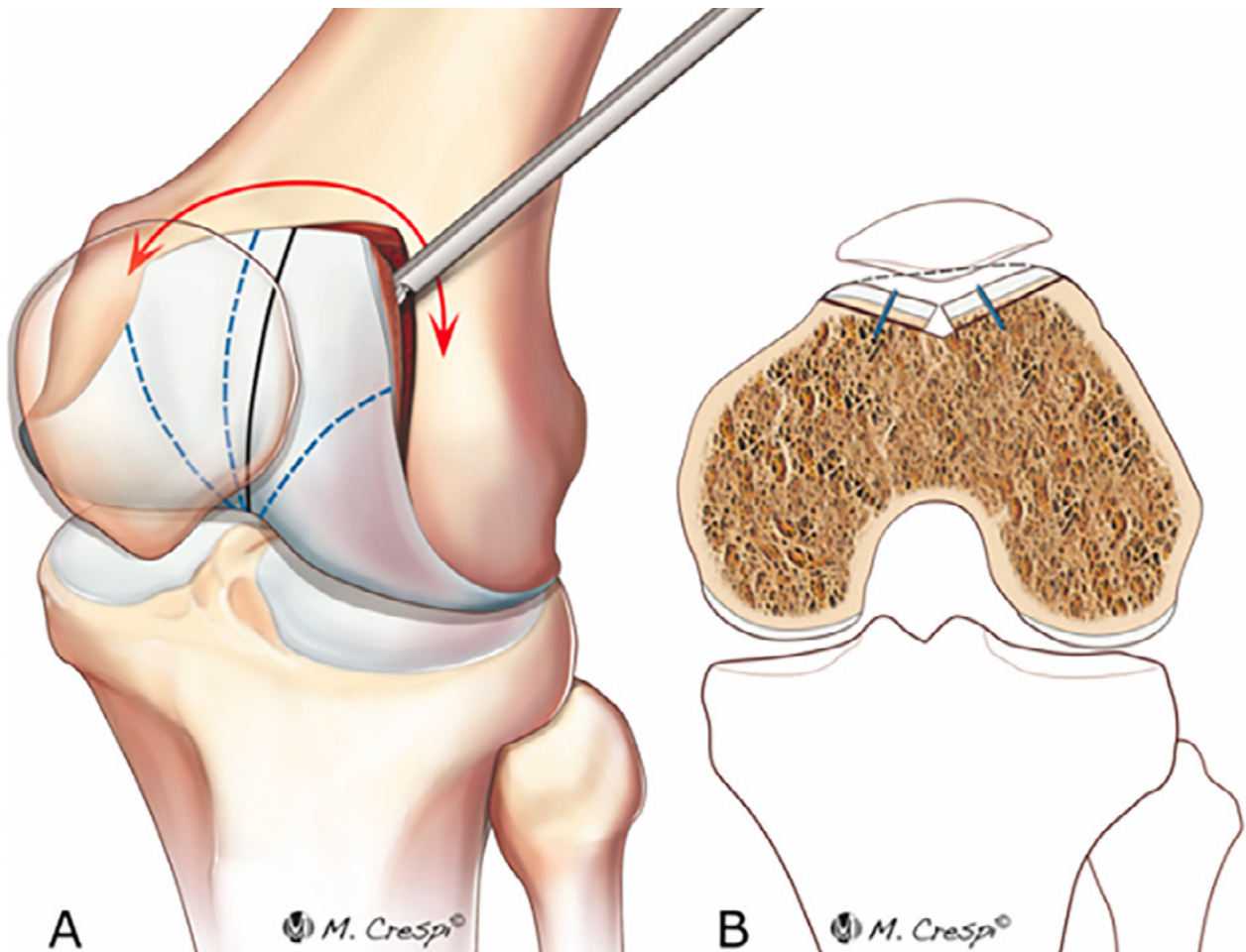


Figura 2: Imagen representativa de la técnica de trocleoplastia según Dejour. A) Vista frontal intraoperatoria. B) Vista axial postoperatoria. Utilizada con permiso de: Ferrua P; Compagnoni R; Calanna F; Randelli PS; Dejour D.<sup>34</sup>

dad anterior de la tibia, deben ser identificados y tratados en un mismo tiempo quirúrgico asociado a la reconstrucción sistemática del ligamento patelofemoral medial, gesto quirúrgico que ha demostrado mejorar los resultados funcionales de esta técnica quirúrgica.<sup>28,29</sup>

El daño condral avanzado constituye la principal contraindicación para esta cirugía, ya que su presencia predispone la fragmentación del *flap* condral, compromete los resultados y aumenta el riesgo de dejar fragmentos inestables.<sup>20</sup> A su vez, la presencia de fisis abierta es también una contraindicación debido a la limitada evidencia actual sobre su uso sin afectar el crecimiento en estos pacientes.<sup>23,30</sup>

### Técnicas de trocleoplastia

A pesar de la alta prevalencia de displasia troclear en pacientes con IPO, sólo cuatro técnicas han sido ampliamente reconocidas en la literatura.<sup>12,14,15,31</sup> Inicialmente se pensaba que la displasia troclear estaba ocasionada por una hipoplasia de la faceta lateral, debido a ello, en 1915, Albee describe una trocleoplastia de elevación, donde

realizaba una osteotomía y realce aislado de la faceta lateral con el fin de devolver la concavidad al surco troclear.<sup>12</sup> Sin embargo, esta técnica no es actualmente utilizada debido a su efecto negativo en la presión articular y su predisposición a la artrosis patelofemoral.<sup>32</sup>

Posteriormente, y debido a la mayor comprensión de esta patología, es que las técnicas quirúrgicas evolucionan hacia una profundización del surco troclear. En 1987, H. Dejour modifica y populariza la técnica de profundización del surco troclear inicialmente descrita por Masse en 1978<sup>13,23</sup> (fig. 2). Esta técnica se basa en la creación de dos *flaps* osteocondrales independientes de 5 mm de espesor que permiten la profundización del surco troclear. Posteriormente, el autor senior del presente artículo modifica dicha técnica proponiendo además una reorientación del surco troclear en el plano coronal permitiendo así, además, otorgar un realineamiento proximal.<sup>14,23,33</sup>

Años después, Bereiter y Gautier describen una nueva técnica de profundización del surco troclear, conocida popularmente como "*thin-flap trochleoplasty*", en donde el *flap* osteocondral alcanza solamente 2 mm, y permite

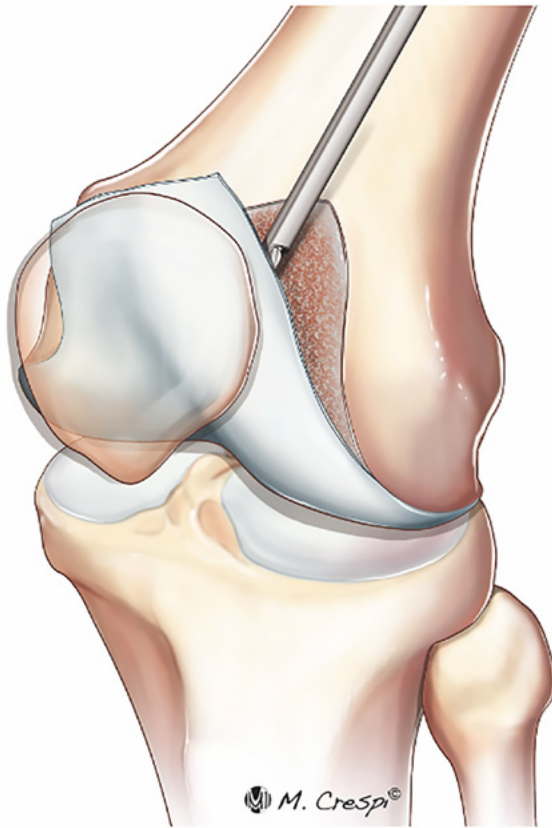


Figura 3: Imagen representativa de la técnica de trocleoplastia según Bereiter y Gautier. Utilizada con permiso de: Ferrua P; Compagnoni R; Calanna F; Randelli PS; Dejour D.<sup>36</sup>

así adosar el cartílago a su nuevo lecho óseo sin necesidad de realizar una osteotomía central del *flap*<sup>35</sup> (fig. 3). Esta técnica ha sido recientemente modificada por Blond *et al.* para ser realizada de manera artroscópica.<sup>36</sup>

Finalmente, en 2002, Goutallier *et al.* describen la trocleoplastia de resección donde, con el fin de disminuir el volumen de la protuberancia, realizan una resección en cuña del fémur anterior sin cambiar la forma de la tróclea, logran así eliminar la prominencia troclear transformando una displasia de alto grado en una displasia de bajo grado<sup>16,37</sup> (fig. 4).

## RESULTADOS

La variabilidad en las técnicas quirúrgicas, la heterogeneidad en su indicación y la falta de estudios con seguimiento a largo plazo hacen difícil el análisis de resultados. Sumado a ello, debemos considerar que la trocleoplastia es rara vez un procedimiento aislado,<sup>37,38</sup> y si bien buenos resultados funcionales han sido evidenciados con la trocleoplastia como único gesto quirúrgico,<sup>33,39,40</sup> el asociar otros procedimientos como la reconstrucción del ligamento patelofemoral medial (LPFM) ha demostrado mejores resultados funcionales y menores tasas de falla.<sup>41</sup>

En una revisión sistemática reciente, Leclerc y cols. reportaron una tasa de reluxación de 2.4% entre 994 pacientes sometidos a diferentes técnicas de trocleoplastia y 8% de inestabilidad residual sin luxación.<sup>42</sup> Entre ellas, la técnica con menores tasas de reluxación reportadas resultaron ser la técnica de Dejour (0.28%) seguida por las técnicas de Bereiter (3.2%) y Goutallier (5.2%).<sup>42</sup> A su vez, Testa *et al.*, en una revisión sistemática con veinticinco estudios clínicos, reportaron una disminución en la prevalencia de aprehensión de un 80% en pacientes posttrocleoplastia con tasas de reluxación de un 2%.<sup>43</sup>

Al analizar los resultados funcionales de las tres técnicas más frecuentemente utilizadas, Longo y cols. encontraron mejor rango articular y menores tasas de reluxación con la técnica de Bereiter al compararla con las de Dejour y de Goutallier, sin embargo, tuvieron mejores resultados objetivos con el *score* de Kujala con la técnica de Dejour.<sup>44</sup>

A pesar de que la necesidad de realizar una trocleoplastia ha sido cuestionada por autores que plantean que la IPO puede ser tratada abordando otros factores de riesgo con resultados funcionales similares, el bajo número de pacientes con displasia de alto grado y la falta de seguimiento a largo plazo hace que sus resultados deban ser analizados con cautela.<sup>45,46</sup>

Mientras que altas tasas de satisfacción y un bajo número de complicaciones han sido reportadas en la literatura,<sup>34,47</sup> una relación negativa ha sido descrita entre la severidad de la displasia troclear y los resultados funcionales de pacientes sometidos a reconstrucción del LPFM como procedimiento aislado.<sup>48</sup> Específicamente, el grupo de pacientes con displasia de alto grado (Tipo B o D) presenta los peores resultados funcionales, con mayores tasas de falla y progresión a artrosis. Es precisamente este grupo de pacientes el que ha evidenciado los mejores resultados funcionales cuando se someten a una trocleoplastia.<sup>25,26,49,50</sup> En este sentido, Song *et al.* evaluaron diez estudios con ciento veinticinco rodillas que presentaban displasia troclear severa y observaron resultados clínicamente favorables con menores tasas de reluxación y artrosis patelofemoral en comparación con la reconstrucción aislada del LPFM.<sup>26</sup>

Y si bien Leclerc y cols. reportan considerables tasas de artrosis a mediano y largo plazo en pacientes sometidos a trocleoplastia, una vez más la adecuada indicación quirúrgica para este procedimiento debe ser considerada en el análisis.<sup>42</sup> Es así como entre los trabajos en los que la trocleoplastia fue indicada para displasias tipo B o D esta progresión a mediano plazo utilizando la técnica detallada por Dejour no es significativa.<sup>23,51</sup> Es precisamente esta técnica quirúrgica la que reporta las menores tasa de artrosis entre los trabajos con seguimiento a más de diez años.<sup>42</sup>

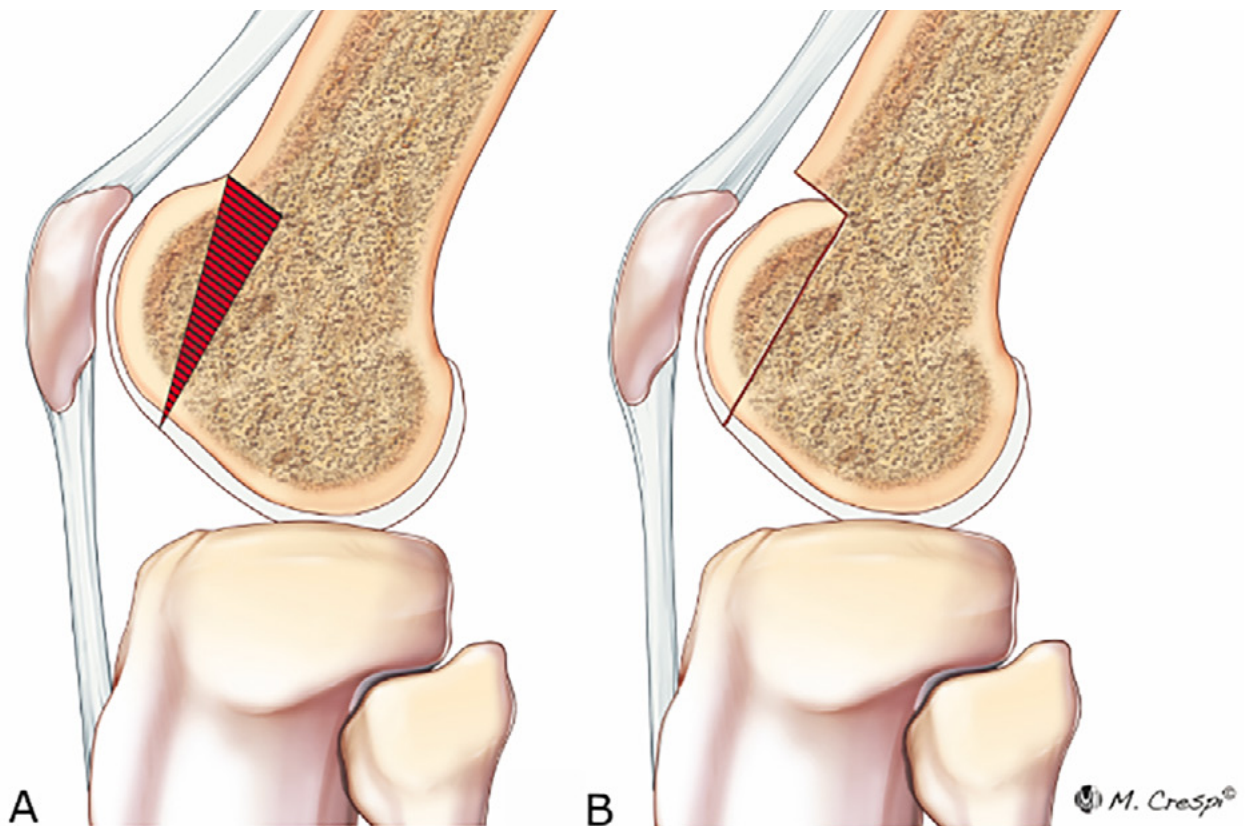


Figura 4: Imagen representativa de la técnica de trocleoplastia según Goutallier. A) Vista sagital preoperatoria. B) Vista sagital postoperatoria. Utilizada con permiso de: Ferrua P; Compagnoni R; Calanna F; Randelli PS; Dejour D.<sup>34</sup>

## CONCLUSIONES

La evidencia actual sugiere que la trocleoplastia puede ser beneficiosa en pacientes con inestabilidad patelar recurrente asociada a displasia troclear de alto grado. Sin embargo, el adecuado diagnóstico y selección del paciente pareciera ser el principal factor determinante de los resultados. Diferentes técnicas quirúrgicas han sido propuestas en la literatura. A pesar de que la técnica descrita por la escuela Lyonesa de rodilla ha reportado los mejores resultados a largo plazo, aún no existe evidencia suficiente para determinar qué técnica quirúrgica proporciona los mejores resultados con las menores tasas de complicaciones.

## Recomendación de los autores

Sobre la base de la literatura disponible, y según la experiencia del autor senior del presente artículo, recomendamos realizar una trocleoplastia en casos de inestabilidad patelar recurrente con displasia troclear de alto grado tipo B o D, asociadas a un espolón supratroclear por sobre los 4 mm.<sup>29</sup> Hemos evidenciado buenos resultados conforme dicha indicación quirúrgica, sin embargo, al tratarse de un procedimiento técnicamente complejo, recomendamos que sea realizado idealmente por cirujanos con experiencia en patología patelofemoral.<sup>51</sup>

## BIBLIOGRAFÍA

- Iranpour F; Merican AM; Dandachli W; Amis AA; Cobb JP. The geometry of the trochlear groove. *Clin Orthop*, 2010; 468(3): 782-8.
- Murshed K; Cicekcibasi A; Ziyilan T; Karabacakoglu A. Femoral sulcus angle measurements: an anatomical study of magnetic resonance images and dry bones. *Turk J Med Sci*, 2004; 34: 165-9.
- Longo UG; Rizzello G; Ciuffreda M; Loppini M; Baldari A; Maffulli N; et al. Elmslie-Trillat, Maquet, Fulkerson, Roux Goldthwait, and other distal realignment procedures for the management of patellar dislocation: systematic review and quantitative synthesis of the literature. *Arthroscopy*, 2016; 32(5): 929-43.
- Dejour H; Walch G; Nove-Josserand L; Guier Ch. Factors of patellar instability: An anatomic radiographic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 1994; 2(1): 19-26.
- Parikh SN; Rajdev N; Sun Q. The growth of trochlear dysplasia during adolescence. *J Pediatr Orthop*, 2018; 38(6): e318.
- Nietosvaara Y. The femoral sulcus in children. An ultrasonographic study. *J Bone Joint Surg Br*, 1994; 76(5): 807-9.
- Øye CR; Foss OA; Holen KJ. Breech presentation is a risk factor for dysplasia of the femoral trochlea. *Acta Orthop*, 2016; 87(1): 17-21.
- Kaymaz B; Atay OA; Ergen FB; Mermerkaya MU; Olgun ZD; Atesok K; et al. Development of the femoral trochlear groove in rabbits with patellar malposition. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2013; 21(8): 1841-8.
- Ferlic PW; Runer A; Dammerer D; Wansch J; Hackl W; Liebensteiner MC. Patella height correlates with trochlear dysplasia: a computed tomography image analysis. *Arthroscopy*, 2018; 34(6): 1921-8.
- Fitzpatrick CK; Steensen RN; Tumuluri A; Trinh T; Bentley J;

- Rullkoetter PJ. Computational analysis of factors contributing to patellar dislocation. *J Orthop Res*, 2016; 34(3): 444-53.
11. Van Haver A; De Roo K; De Beule M; Labey L; De Baets P; Dejour D; *et al.* The effect of trochlear dysplasia on patellofemoral biomechanics: a cadaveric study with simulated trochlear deformities. *Am J Sports Med*, 2015; 43(6): 1354-61.
  12. Albee F. The bone graft wedge in the treatment of habitual dislocation of the patella. *Med Rec*, 1915; 88: 257-9.
  13. Masse Y. Treatment of dislocations of the patella by deepening the inter condylar groove. *Rev Chir Orthop*, 1978; 64: 3-17.
  14. Dejour H; Walch G; Neyret P; Adeleine P. [Dysplasia of the femoral trochlea]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 1990; 76(1): 45-54.
  15. Bereiter HGE. Die trochleoplastik als chirurgische therapie der rezidivierenden patellaluxation bei trochleadysplasie des femurs. *Arthroscopie*, 1994; 7: 281-6.
  16. Goutallier D; Raou D; Van Driessche S. [Retro-trochlear wedge reduction trochleoplasty for the treatment of painful patella syndrome with protruding trochlea. Technical note and early results]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 2002; 88(7): 678-85.
  17. Batailler C; Neyret P. Trochlear dysplasia: imaging and treatment options. *EFORT Open Rev*, 2018; 3(5): 240-7.
  18. Amis AA; Oguz C; Bull AMJ; Senavongse W; Dejour D. The effect of trochleoplasty on patellar stability and kinematics: a biomechanical study in vitro. *J Bone Joint Surg Br*, 2008; 90-B(7): 864-9.
  19. Levy BJ; Tanaka MJ; Fulkerson JP. Current concepts regarding patellofemoral trochlear dysplasia. *Am J Sports Med*, 2021; 49(6): 1642-50.
  20. Rush J; Diduch D. When is trochleoplasty a rational addition? *Sports Med Arthrosc Rev*, 2019; 27(4): 161-8.
  21. Dejour D; Reynaud P; Lecoultré B. Douleurs et instabilité rotulienne. Essai de classification. *Med Hyg*, 1998; 56: 1466-71. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Douleurs-et-instabilité%20A9-rotulienne.-Essai-de-Dejour-Reynaud/1bd0f69e258faf93b6f2dd97d07fe38d53bed5f5>
  22. Lippacher S; Dejour D; Elsharkawi M; Dornacher D; Ring C; Dreyhaupt J; *et al.* Observer agreement on the Dejour trochlear dysplasia classification: a comparison of true lateral radiographs and axial magnetic resonance images. *Am J Sports Med*, 2012; 40(4): 837-43.
  23. Dejour D; Byn P; Ntgiopoulos PG. The Lyon's sulcus-deepening trochleoplasty in previous unsuccessful patellofemoral surgery. *Int Orthop*, 2013; 37(3): 433-9.
  24. Post WR; Fithian DC. Patellofemoral instability: a consensus statement from the AOSSM/PFF patellofemoral instability workshop. *Orthop J Sports Med*, 2018; 6(1): 2325967117750352.
  25. Fucentese SF; Zingg PO; Schmitt J; Pfirrmann CWA; Meyer DC; Koch PP. Classification of trochlear dysplasia as predictor of clinical outcome after trochleoplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2011; 19(10): 1655-61.
  26. Song GY; Hong L; Zhang H; Zhang J; Li X; Li Y; *et al.* Trochleoplasty versus nontrochleoplasty procedures in treating patellar instability caused by severe trochlear dysplasia. *Arthroscopy*, 2014; 30(4): 523-32.
  27. Weber AE; Nathani A; Dines JS; Allen AA; Shubin-Stein BE; Arendt EA; *et al.* An algorithmic approach to the management of recurrent lateral patellar dislocation. *J Bone Joint Surg Am*, 2016; 98(5): 417-27.
  28. Dejour DH. The patellofemoral joint and its historical roots: the Lyon School of Knee Surgery. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2013; 21(7): 1482-94.
  29. Dejour DH; Deroche É. Trochleoplasty: Indications in patellar dislocation with high-grade dysplasia. *Surgical technique. Orthop Traumatol Surg Res*, 2022; 108(1S): 103160.
  30. Nelitz M; Dreyhaupt J; Williams SRM. No growth disturbance after trochleoplasty for recurrent patellar dislocation in adolescents with open growth plates. *Am J Sports Med*, 2018; 46(13): 3209-16.
  31. Thaanat M; Bessiere C; Pujol N; Boisrenoult P; Beaufils P. Recession wedge trochleoplasty as an additional procedure in the surgical treatment of patellar instability with major trochlear dysplasia: early results. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2011; 97(8): 833-45.
  32. Kuroda R; Kambic H; Valdevit A; Andrich J. Distribution of patellofemoral joint pressures after femoral trochlear osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2002; 10(1): 33-7.
  33. Donell ST; Joseph G; Hing CB; Marshall TJ. Modified Dejour trochleoplasty for severe dysplasia: operative technique and early clinical results. *Knee*, 2006; 13(4): 266-73.
  34. Ferrua P; Compagnoni R; Calanna F; Randelli PS; Dejour D. Good patient satisfaction with low complications rate after trochleoplasty in patellofemoral instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2022; 30(10): 3444-50.
  35. Bereiter H. "Die Trochleoplastik bei trochleadysplasie zur therapie der rezidivierenden patellaluxation". En: Wirth CJ; Rudert M; (eds). *Das patellofemorale Schmerzsyndrom*. Heidelberg, Steinkopff, 2000. pp. 162-77. Disponible en: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-57717-8\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-642-57717-8_18)
  36. Blønd L; Schöttle PB. The arthroscopic deepening trochleoplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2010; 18(4): 480-5.
  37. Beaufils P; Thaanat M; Pujol N; Scheffler S; Rossi R; Carmont M. Trochleoplasty in major trochlear dysplasia: current concepts. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol*, 2012; 4: 7.
  38. Carstensen SE; Menzer HM; Diduch DR. Patellar instability: When is trochleoplasty necessary? *Sports Med Arthrosc Rev*, 2017; 25(2): 92-9.
  39. Camathias C; Studer K; Kiapour A; Rutz E; Vavken P. Trochleoplasty as a solitary treatment for recurrent patellar dislocation results in good clinical outcome in adolescents. *Am J Sports Med*, 2016; 44(11): 2855-63.
  40. Fucentese SF; Zingg PO; Schmitt J; Pfirrmann CWA; Meyer DC; Koch PP. Classification of trochlear dysplasia as predictor of clinical outcome after trochleoplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2011; 19(10): 1655-61.
  41. Ren B; Zhang X; Zhang L; Zhang M; Liu Y; Tian B; *et al.* Isolated trochleoplasty for recurrent patellar dislocation has lower outcome and higher residual instability compared with combined MPFL and trochleoplasty: a systematic review. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2019; 139(11): 1617-24.
  42. Leclerc JT; Dartus J; Labreuche J; Martinot P; Galmiche R; Migaud H; *et al.* Complications and outcomes of trochleoplasty for patellofemoral instability: A systematic review and meta-analysis of 1000 trochleoplasties. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2021; 107(7): 103035.
  43. Testa EA; Camathias C; Amsler F; Henle P; Friederich NF; Hirschmann MT. Surgical treatment of patellofemoral instability using trochleoplasty or MPFL reconstruction: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2017; 25(8): 2309-20.
  44. Longo ÜG; Vincenzo C; Mannering N; Ciuffreda M; Salvatore G; Berton A; *et al.* Trochleoplasty techniques provide good clinical results in patients with trochlear dysplasia. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2018; 26(9): 2640-58.
  45. Steiner TM; Torga-Spak R; Teitge RA. Medial patellofemoral ligament reconstruction in patients with lateral patellar instability and trochlear dysplasia. *Am J Sports Med*, 2006; 34(8): 1254-61.
  46. Tsuda E; Ishibashi Y; Yamamoto Y; Maeda S. Incidence and radiologic predictor of postoperative patellar instability after Fulkerson procedure of the tibial tuberosity for recurrent patellar dislocation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2012; 20(10): 2062-70.
  47. Hiemstra LA; Peterson D; Youssef M; Soliman J; Banfield L; Ayeni OR. Trochleoplasty provides good clinical outcomes and an acceptable complication profile in both short and long-term follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2019; 27(9): 2967-83.
  48. Wagner D; Pfalzer F; Hingelbaum S; Huth J; Mauch F; Bauer G. The influence of risk factors on clinical outcomes following anatomical medial patellofemoral ligament (MPFL) reconstruction using the gracilis tendon. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2013; 21(2): 318-24.
  49. Hiemstra LA; Kerslake S; Loewen M; Lafave M. Effect of trochlear dysplasia on outcomes after isolated soft tissue stabilization for patellar instability. *Am J Sports Med*, 2016; 44(6): 1515-23.
  50. Schüttler KF; Struwer J; Roessler PP; Gesslein M; Rominger MB; Ziring E; *et al.* Patellofemoral osteoarthritis after Insall's proximal realignment for recurrent patellar dislocation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2014; 22(11): 2623-8.
  51. Ntgiopoulos PG; Byn P; Dejour D. Midterm results of comprehensive surgical reconstruction including sulcus-deepening trochleoplasty in recurrent patellar dislocations with high-grade trochlear dysplasia. *Am J Sports Med*, 2013; 41(5): 998-1004.

# Después de una cirugía de ligamento cruzado anterior, ¿cuándo puedo manejar? Evaluación postoperatoria de habilidades de conducción y de reacción de frenado

Juan Francisco Villalba, Cristian Bennet, Daniel Gutiérrez  
Traumatología del Comahue, Neuquén, Argentina

## RESUMEN

**Introducción:** la mayoría de las personas que se someten a una reconstrucción del LCA están en edad de conducir, por lo tanto, es importante saber cuándo es seguro para el paciente reanudar la conducción. El objetivo de este trabajo es evaluar de manera prospectiva cuándo los pacientes recuperan las habilidades de manejo y de reacción de frenado después de la reconstrucción primaria de LCA, y compararlos con un grupo control de voluntarios sanos.

**Materiales y métodos:** estudio prospectivo de una serie de pacientes que se sometieron a reconstrucción primaria del LCA utilizando injerto semitendinoso y recto interno. Se excluyeron pacientes en los que se empleó otro tipo de injerto o se les realizó otro gesto quirúrgico y laborales. Se evaluó la capacidad de volver a manejar de manera segura a las 2-3 semanas y a las 4-5 semanas postoperatorias mediante test de reacción simple y de resistencia a la monotonía, y se compararon los resultados con un grupo control de voluntarios sanos.

**Resultados:** en total fueron ciento sesenta y seis pacientes, treinta fueron casos y ciento treinta y seis, controles. Se hallaron diferencias significativas ( $p = 0.03$ ) entre los casos y controles en las pruebas realizadas tempranamente en cuanto a la aprobación, y no, de los test. Según el promedio en segundos obtenido en cada test realizado, se observan diferencias significativas en la primera prueba de resistencia a la monotonía ( $p = 0.0001$ ) a favor del grupo control.

**Discusión:** de acuerdo a la prueba de reacción simple y al test a la monotonía evaluados en nuestro trabajo, los pacientes que se someten a reconstrucción del LCA con autoinjertos de ST-RI están en condiciones de manejar un automóvil luego de las 4-5 semanas de la cirugía.

**Palabras clave:** Reconstrucción de Ligamento Cruzado Anterior; Habilidad de Conducción; Habilidades de Reacción de Frenado

**Nivel de evidencia:** II Prospectivo Comparativo

## ABSTRACT

**Introduction:** most people who undergo ACL reconstruction are of driving age, it is important to know when it is safe for the patient to resume driving. The objective of this work was to prospectively evaluate when patients recover driving skills and brake reaction skills after ACL reconstruction and compare them with a control group of healthy volunteers.

**Materials and methods:** prospective study of a series of patients who underwent primary ACL reconstruction using semitendinosus and medial rectus graft. Patients in whom another type of graft was used, or another surgical and labor gesture was performed, were excluded. The ability to return to driving safely at 2-3 weeks and 4-5 weeks postoperatively was evaluated using the simple reaction and resistance to monotony tests, and the results were compared with a control group of healthy volunteers.

**Results:** a total of 166 patients, 30 are cases and 136 controls. Significant differences ( $p = 0.03$ ) were found between cases and controls in the tests carried out early in terms of passing and not passing the tests. The relationship according to the average in seconds obtained in each test carried out, significant differences are observed in the first test of resistance to monotony ( $p = 0.0001$ ) in favor of the control group.

**Discussion:** according to the simple reaction test and the monotony test evaluated in our study, patients who undergo ACL reconstruction with ST-RI autografts are able to drive a car 4-5 weeks after surgery.

**Keywords:** Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament; Driving Ability; Brake Reaction Skills

**Level of evidence:** II Prospective Comparative

## INTRODUCCIÓN

La reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA) se encuentra entre las cirugías ortopédicas más realizadas, con un éxito reportado entre el 75 a 95%.<sup>1</sup> La recuperación de la función después de este tipo de cirugía ha sido extensamente estudiada en la literatura. La decisión de someterse a la reconstrucción del LCA está in-

fluenciada, en gran medida, por un deseo del paciente de seguir practicando deporte.<sup>2</sup>

Los protocolos de rehabilitación postoperatorios hacen hincapié en la restauración temprana de la función de la rodilla mediante la recuperación del rango de movilidad, debilidad del cuádriceps y marcha antiálgica.<sup>3</sup> Estos están enfocados, mayormente, al retorno deportivo y a recuperar actividades de la vida diaria. Debido a que la mayoría de las personas que se someten a una reconstrucción del LCA están en edad de conducir, es importante saber cuándo es seguro para el paciente reanudar la conducción.<sup>4</sup>

Juan Francisco Villalba  
villalabajfrancisco@gmail.com

Recibido: Septiembre de 2022. Aceptado: Octubre de 2022.

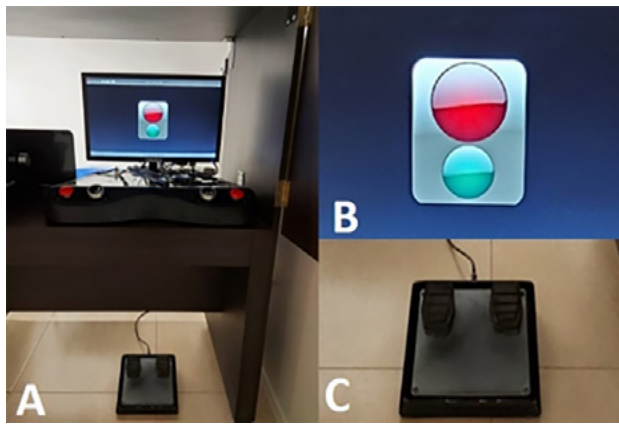


Figura 1: A) Estación de test de reacción simple. B) Semáforo utilizado. C) Pedalera.



Figura 2: A) Estación de test de resistencia a la monotonía. B) Se observan las cuatro acciones a realizar.

TABLA 1. RELACIÓN ENTRE PACIENTES CON CIRUGÍA DE LCA Y CONTROLES SEGÚN VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS

Variables	Caso (n = 30)	Control (n = 136)	Valor p
Media de edad	34.6 (DE: 7.6)	38.6 (DE: 9.0)	0.00
<b>Sexo</b>			
Mujer	6 (20%)	11 (8%)	0.02
Hombre	24 (80%)	125 (92%)	

Para conducir un automóvil se necesitan fuerza, resistencia y coordinación adecuada de las extremidades inferiores, así como la capacidad de responder rápidamente a situaciones inesperadas.<sup>5</sup> Es una tarea compleja de procesamiento de información, y para que sea segura se requieren visión, cognición y función motora.<sup>6</sup> Sin embargo, no existen pautas claras en cuanto a cuándo un paciente puede volver a conducir con seguridad. Hay escasez de información sobre la capacidad postoperatoria para responder a los estímulos de una situación específica, como la reacción en caso de emergencia.<sup>7,8</sup>

Nos preguntamos cuándo sería el momento más adecuado y seguro en el que un paciente sometido a una reconstrucción primaria de LCA utilizando injertos isquiotibiales puede volver a conducir un automóvil, y si hay diferencias entre la rodilla izquierda y derecha conociendo las diferentes funciones que cumplen en el manejo. El

objetivo de este trabajo fue evaluar de manera prospectiva en lapso en el que los pacientes recuperan las habilidades de conducción y de reacción de frenado después de una reconstrucción del LCA y comparar los datos con un grupo control de voluntarios sanos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron de manera prospectiva una serie de pacientes a los que se les realizó reconstrucción primaria del LCA, tratados en nuestro centro, y se evaluó, mediante dos pruebas, la capacidad de volver a manejar de manera segura. Los resultados se compararon con un grupo control de voluntarios sanos.

Los criterios de inclusión en el grupo de estudio fueron pacientes sometidos a reconstrucción primaria de LCA en nuestra institución, con utilización de injertos cuádruples de semitendinoso y recto interno (ST-RI), con fijación de botón ajustable en fémur y tornillo interferencial en tibia, en quienes no se realizó otro gesto quirúrgico que implique alteración en el protocolo de rehabilitación, con antecedentes de manejo y con licencia de conducir actualizada. Dentro de los criterios de exclusión estuvieron pacientes laborales, aquellos en los que se realizó algún gesto quirúrgico en el mismo procedimiento (sutura meniscal, mosaicoplastia, microperforaciones, osteotomía o reparación de otro ligamento) que ocasionó modificaciones en el protocolo de rehabilitación y pacientes en los que se utilizó como injerto hueso-tendón-hueso o aloinjerto y revisión de LCA.

El grupo control se constituyó de voluntarios sanos, sin patologías en miembro inferiores, que fueron sometidos a las mismas pruebas para la obtención del apto físico de manejo.

Se realizaron dos test: el de reacción simple, que controla la capacidad de reaccionar ante un estímulo ligado a una respuesta simple, no compleja y automática. El tiempo de reacción se define como el tiempo que media entre la presentación de un estímulo sensorial y una respuesta muscular voluntaria. Para la evaluación de conductores es muy importante medir esas reacciones pues permiten discriminar a aquellos con tiempos de respuesta demasiado lenta, como también a aquellos que tendrán reacciones impulsivas. El objetivo es analizar la velocidad de reacción que tiene la persona ante un estímulo simple; esto se logra mediante un examen donde se muestra un semáforo con dos luces, una verde y la otra roja. Se considera que el valor normal del promedio de la velocidad de reacción debe ser menor a 0.435 segundos, de lo contrario, el resultado sugerido será reprobado<sup>9</sup> (fig. 1).

El otro test es de resistencia a la monotonía. Nos provee información sobre la capacidad de concentración, relacio-

TABLA 2. RELACIÓN ENTRE PACIENTES CON CIRUGÍA DE LCA Y CONTROLES SEGÚN PRIMERA Y SEGUNDA EVALUACIÓN DE TEST DE REACTIMETRÍA SIMPLE

Evaluación	Primera			Segunda		
	Caso (n = 30)	Control (n = 136)	Valor p	Caso (n = 30)	Control (n = 136)	Valor p
Reprobado	2 (6.7%)	0 (0%)	0.03	0 (0%)	0 (0%)	1.00
Aprobado	28 (93%)	136 (100%)		30 (100%)	136 (100%)	

TABLA 3. RELACIÓN ENTRE PACIENTES CON CIRUGÍA DE LCA Y CONTROLES SEGÚN PRIMERA Y SEGUNDA EVALUACIÓN DE TEST DE RESISTENCIA A LA MONOTONÍA

Evaluación	Primera			Segunda		
	Caso (n = 30)	Control (n = 136)	Valor p	Caso (n = 30)	Control (n = 136)	Valor p
Reprobado	1 (3.3%)	0 (0%)	0.18	0 (0%)	0 (0%)	1.00
Aprobado	29 (97%)	136 (100%)		30 (100%)	136 (100%)	
Aciertos	59.2 (1.4)	59.3 (1.3)	0.85	59.8 (0.8)	59.2 (1.3)	0.01
Errores	0.8 (1.4)	0.8 (1.3)	0.88	0.2 (0.8)	0.8 (1.3)	0.01

TABLA 4. RELACIÓN ENTRE PACIENTES CON CIRUGÍA DE LCA Y CONTROLES SEGÚN PRIMERA Y SEGUNDA EVALUACIÓN DE AMBOS TEST

Evaluación	Primera			Segunda		
	Caso (n = 30)	Control (n = 136)	Valor p	Caso (n = 30)	Control (n = 136)	Valor p
Promedio Test de Reactimetría Simple	0.35 (0.04)	0.3 (0.03)	0.25	0.3 (0.03)	0.3 (0.03)	0.17
Promedio Test de Resistencia a la Monotonía	0.5 (0.1)	0.4 (0.1)	0.0001	0.4 (0.1)	0.4 (0.1)	0.10

na la memoria reciente con figuras que se presentan de manera monótona y repetitiva, logrando la fatiga y dispersión de la concentración. Para ello se muestran cuatro figuras afines a cuatro acciones (reacciones) que debe realizar el examinado, estas son presentadas siempre en el mismo orden, siguiendo una secuencia durante dos minutos, lo cual conlleva al cansancio por la repetición y a la monotonía por la sucesión de secuencias. El objetivo es evaluar la capacidad que tiene la persona de circular por una carretera larga sin perder la concentración. Se considera que el valor normal de los aciertos es mayor a 55 y el tiempo promedio de reacción está dentro de los valores normales cuando es menor a 0.63 segundos en caso de licencias profesionales; mayor a 53 y el tiempo es menor a 0.53 segundos para licencias particulares y para las de uso general debe ser mayor a 52 y el tiempo promedio de reacción es menor a 0.43 segundos. En caso de que alguno de los dos parámetros involucrados esté fuera de los valores normales sugiere resultado reprobado<sup>10</sup> (fig. 2).

Ambas pruebas se realizaron en dos oportunidades en el grupo en estudio, el primero entre los días quince a veinte del postoperatorio (entre la segunda y la tercera semana), momento en el que los pacientes, según protocolo, no utilizan ningún soporte para la deambulación y ya concluyeron las primeras diez sesiones de fisioterapia. El segundo entre los días veintiocho a treinta y cinco (entre la cuarta y la quinta semana) luego de concluir

las siguientes diez sesiones de rehabilitación. En el grupo control se realizaron ambas pruebas una sola vez.

Se evaluó el promedio de la velocidad de reacción y si estaba aprobado o desaprobado en el test de reacción simple, y el promedio de reacción, la cantidad de aciertos y errores y si estaba aprobado o desaprobado en el test de resistencia a la monotonía.

- *Análisis estadístico de los datos:* se realizó con el programa Epi Info<sup>TM</sup> versión 7.1.2.6 y el programa estadístico informático Statistical Package for the Social Sciences (SPSS<sup>®</sup>).
- *Análisis univariado:* para las variables cuantitativas, se calculó media y desvío estándar y para las cualitativas, proporciones con sus respectivos IC al 95%.
- *Análisis bivariado:* relación entre variables cualitativas, test de Chi-cuadrado o el test exacto de Fisher para hallar independencia entre grupos. Relación entre variables cuantitativas, t de Student para los datos apareados o prueba no paramétrica de Wilcoxon cuando no se asume normalidad en los datos. El valor de p <5% se considera estadísticamente significativo.

## RESULTADOS

Se analizaron un total de ciento sesenta y seis pacientes, de los cuales treinta fueron casos y ciento treinta y seis, controles. Del total general, el 80% era de sexo masculino

TABLA 5. RELACIÓN ENTRE PACIENTES CON CIRUGÍA DE LCA ENTRE RODILLA IZQUIERDA Y DERECHA EN AMBAS PRUEBAS

Evaluación	Primera			Segunda		
	Rodilla izquierda	Rodilla derecha	Valor p	Rodilla izquierda	Rodilla derecha	Valor p
Promedio Test de Reactimetría Simple	0.361	0.345	0.17	0.338	0.325	0.12
Promedio Test de Resistencia a la Monotonía	0.541	0.514	0.25	0.502	0.454	0.07
Aciertos Test de Resistencia a la Monotonía	59.2	59.1	0.45	59.8	59.6	0.26
Errores Test de Resistencia a la Monotonía	0.77	0.83	0.45	0.11	0.33	0.26

y la media de edad fue de 34.6 años (DE: 7.6).

Respecto al análisis de los casos, la media de edad fue de 34.6 (DE: 7.6) y el 80% eran de sexo masculino. Los casos control presentaron una media de edad de 38.6 (DE: 9) y el 92% fueron de sexo masculino (Tabla 1).

Del total de cirugías de LCA realizadas, el 40% fueron de rodilla derecha y el 60% de rodilla izquierda.

En el test de reactimetría simple se observaron diferencias entre los grupos estudiados según la primera y segunda evaluación, y se encontró significativa la diferencia entre los casos y controles en las pruebas realizadas tempranamente ( $p = 0.03$ ) (Tabla 2).

En la Tabla 3 se puede ver el análisis de la relación entre grupos para el test de resistencia a la monotonía. En este no se encontraron diferencias significativas en la primera prueba, pero sí se vieron diferencias a favor del grupo en estudio en los aciertos y errores durante la segunda prueba ( $p = 0.01$ ), lo que podría indicar la necesidad de los pacientes operados en retomar sus actividades de la vida cotidiana.

Respecto de la relación entre los grupos de casos y controles, según el promedio expresado en segundos, para la primera prueba del test de resistencia a la monotonía se observan diferencias significativas ( $p = 0.001$ ) en cada test, no así en el resto de las pruebas (Tabla 4).

La relación en las diferentes pruebas entre las rodillas izquierda y derecha de los pacientes operados se observa en la Tabla 5, donde no se encontró diferencia significativa en ninguna evaluación.

## DISCUSIÓN

Cuándo volver a conducir luego de una cirugía de reconstrucción de LCA es una pregunta frecuente en el consultorio, pero no existe un consenso respecto del momento en el que el paciente recupera una conducción segura. Luego de la evaluación con dos test específicos, como son el test de reacción simple y el test de resistencia a la monotonía, nuestros resultados mostraron que están en con-

diciones de manejar un automóvil entre las cuatro a cinco semanas después de la cirugía, y no se observan diferencias entre la rodilla izquierda y la derecha.

Valentí y cols. evaluaron treinta y un pacientes sometidos a reconstrucción de LCA con isquiotibiales y un grupo de voluntarios sanos con múltiples variables, como impactos de peatones, semáforo en rojo y accidentes automovilísticos, y no encontraron diferencias significativas entre las cuatro y seis semanas postoperatorias con el grupo control, resultados análogos a los obtenidos en nuestro trabajo. Aunque sí observaron tiempo de reacción más lento en pacientes operados de su rodilla derecha.<sup>6</sup>

Por su parte, Nguyen y cols., en su trabajo, también evidenciaron una más rápida recuperación en pacientes operados de rodilla izquierda, concluyen que a las dos semanas ya recuperaban la reacción de conducción contra las seis semanas de la rodilla derecha,<sup>8</sup> lo que contrasta con nuestros resultados, donde no observamos diferencias entre rodilla derecha e izquierda. De manera similar a nuestro estudio, Gotlin y cols. encontraron que el tiempo de reacción de frenado es uno de los indicadores más importantes cuando se estudió la rodilla derecha, y se logra regularizar entre las cuatro a seis semanas de operados.<sup>4</sup>

La diversidad de injertos utilizados para la reconstrucción también puede influir en la recuperación. Wasserman y cols. compararon pacientes en los que utilizaron autoinjerto de isquiotibiales, autoinjerto de hueso-tendón-hueso y aloinjerto de tibial anterior; observaron que este último grupo recuperó los tiempos de frenado normales en la tercera semana posterior a la operación. Por el contrario, los tratados con autoinjertos demostraron tiempos de frenado significativamente retrasados a las tres semanas, normalizándose a la sexta semana.<sup>5</sup> Este punto no ha sido evaluado en nuestro trabajo y lo consideramos una debilidad del presente estudio y un aspecto a incluir en futuros análisis.

En una revisión sistemática, Salem y cols. incluyeron cinco estudios que informaban el retorno a la conducción luego de la reconstrucción de LCA. Concluyeron que entre cuatro a seis semanas es un tiempo recomendable

cuando la cirugía corresponde a la rodilla derecha y alrededor de dos a tres semanas cuando se trata de la rodilla izquierda. Hacen hincapié en apuntar próximos estudios en la influencia de la elección del injerto tratando de esclarecer su importancia en los resultados de las pruebas específicas de manejo.<sup>2</sup>

Consideramos como fortalezas del presente estudio el ser evaluado de manera prospectiva, el grupo homogéneo de pacientes, de manera consecutiva, que tiene grupo control de voluntarios sanos y con una cantidad de pacientes similar a las series publicadas. Dentro de las debilidades se encuentran el número de pruebas realizadas, las que podrían haber sumado otros test, así como la posibilidad de

hacer pruebas con simuladores reales como en algunos artículos estudiados. Otro aspecto no evaluado es la comparación con otro tipo de injerto.

## CONCLUSIÓN

De acuerdo al test de reacción simple y al test a la monotonía evaluados en nuestro trabajo, los pacientes que se someten a reconstrucción de LCA con autoinjertos de STRI están en condiciones de manejar un automóvil entre las cuatro a cinco semanas posteriores a la cirugía. No se observan diferencias entre la rodilla izquierda y la derecha.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Middleton K; Hamilton T; Irrgang J; *et al.* Anatomic anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction: a global perspective. Part 1. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2014; 22: 1467-82.
2. Salem H; Park D; Friedman J; *et al.* Return to driving after anterior cruciate ligament reconstruction. A systematic review. *Orthop J Sports Med*, 2021; 9(1): 2325967120968556.
3. Obermeier M; Sikka R; Tompkins M; *et al.* Examination of early functional recovery after ACL reconstruction: functional milestone achievement and self-reported function. *Sports Health*, 2018; 10(4): 345-54.
4. Gotlin R; Sherman A; Sierra N; *et al.* Measurement of brake response time after right anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 2000; 16(2): 151-5.
5. Wasserman B; Singh B; Kaplan D; *et al.* Braking reaction time after right-knee anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison of 3 grafts. *Arthroscopy*, 2017; 33(1): 173-80.
6. Valentí A; Payo-Ollero J; Pérez-Mozas M; *et al.* Evaluation of driving skills after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring autograft. *Knee*, 2018; 25(5): 790-8.
7. Hau R; Csongvay S; Bartlett J. Driving reaction time after right knee arthroscopy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2000; 8(2): 89-92.
8. Nguyen T; Hau R; Bartlett J. Driving reaction time before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2000; 8(4): 226-30.
9. <https://www.biartic.com/Capacitacion/ReaccionSimple.php>
10. <https://www.biartic.com/Capacitacion/Monotonia.php>

# Comparación cuantitativa de la ejecución de la maniobra de Lachman para su estandarización a través de software para dispositivo móvil

Edmundo Berumen-Nafarrate, Iván René Ramos Moctezuma, Luis Raúl Sigala González, Arturo Aguirre Madrid, Nadia Karina Portillo Ortiz, Ana Marcela Miranda Robles, José Arturo Balderrama Reynosa  
Universidad Autónoma de Chihuahua, México

## RESUMEN

**Introducción:** la maniobra de Lachman es ampliamente empleada como recurso diagnóstico para detectar lesiones en el ligamento cruzado anterior (LCA) y, por su simplicidad, se tiende a pensar que no existe una variabilidad significativa en su ejecución. El presente estudio comparativo está centrado en utilizar los sensores integrados en un dispositivo móvil para encontrar, a través del índice de correlación intraclase, si las variaciones tanto intraobservador como interobservador son significativas.

**Materiales y métodos:** se efectuaron dos ensayos llamados "Lachmatón", con doce residentes de ortopedia a modo de evaluadores y sujetos de prueba; el primer ensayo ayudó a identificar y describir las diferencias de los gestos de ejecución entre los evaluadores, mientras que el segundo permitió medir el incremento de la similitud de ejecución entre estos al ser instruidos, en contraste con el primer ensayo, donde no habían recibido ninguna instrucción; esto fue posible al medir la similitud características estadísticas y morfológicas de las señales adquiridas a través del índice de correlación intraclase.

**Resultados:** se identificaron dos gestos importantes y que emiten señales con distinta forma al aplicarse, o no, a la ejecución de la maniobra: 1) fijar el pie y, 2) fijar el fémur. Se encontró una diferencia significativa entre ambos ensayos, así como entre los dos estilos más usados por los evaluadores.

**Conclusión:** el uso de los sensores integrados en un dispositivo móvil para medir diferencias en la ejecución de la maniobra de Lachman ayudó a determinar los gestos que permiten una mayor reproducibilidad de esta maniobra.

**Nivel de Evidencia:** III

**Palabras clave:** Lachman; Lachmatón; Dispositivo Móvil; Estandarización

## ABSTRACT

**Introduction:** the Lachman maneuver was amplified as a diagnostic resource to detect injuries in the anterior cruciate ligament (ACL) and it tends to be thought, due to its simplicity, that there is no significant accumulation in its execution. This comparative study focuses on using the sensors integrated into a mobile device to find out whether the intraobserver or interobserver variations are significant, through the intraclass correlation coefficient.

**Materials and methods:** two trials called "Lachmatón" will be carried out with twelve orthopedic residents as evaluators and test subjects; the first trial helped to identify and describe the differences in performance gestures between raters, while the second allowed measuring the increase in performance similarity between raters as instructors, in contrast to the first trial, where neither could instruction; This was possible by measuring the similarity of the statistical and morphological characteristics of the signals obtained through the intraclass achievement index.

**Results:** two important gestures were identified, which emit signals in different ways when applied or not to the execution of the maneuver: 1) fix the foot and, 2) fix the femur. You will find that there is a significant difference between you and the evaluators.

**Conclusion:** the use of sensors integrated into a mobile device to measure differences in the execution of the Lachman maneuver helped to determine the gestures that allow a greater reproducibility of this maneuver.

**Level of evidence:** III

**Keywords:** Lachman; Lachmatón; Mobile Device; Standardization

## INTRODUCCIÓN

El ligamento cruzado anterior (LCA) es el estabilizador estático primario contra el estrés en valgo de la rodilla, y su función primordial es oponerse a la traslación anterior de la tibia en relación con el fémur, este suele verse comprometido con mayor frecuencia luego de una lesión.<sup>1-5</sup>

Para diagnosticar el grado en que se encuentra la inestabilidad o el daño, los especialistas recurren a maniobras meramente cualitativas,<sup>6</sup> como las de pivote o de Lach-

man, así como el empleo de herramientas médicas.

A lo largo de la historia del desarrollo de tecnologías en la rama de la ortopedia se han investigado métodos de análisis clínicos más efectivos durante la exploración física articular. Por ello, médicos ortopedistas han buscado la manera de mejorar estas maniobras y hacerlas más exactas y apropiadas y, por lo tanto, brindar mejores diagnósticos para el mejor tratamiento posible para los pacientes.<sup>7-10</sup> Así, un *software* experimental para dispositivos móviles, desarrollado por ORMEDS LLC, es capaz de acceder al acelerómetro y el giroscopio integrados en este; el dispositivo (*smartphone*) se fija a la pierna por bandas elásticas, que se deben ajustar respetando la posición de los sensores sugerida por Berumen-Nafarrate *et al.*<sup>11</sup>

Edmundo Berumen-Nafarrate

edmundo.berumen@gmail.com

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

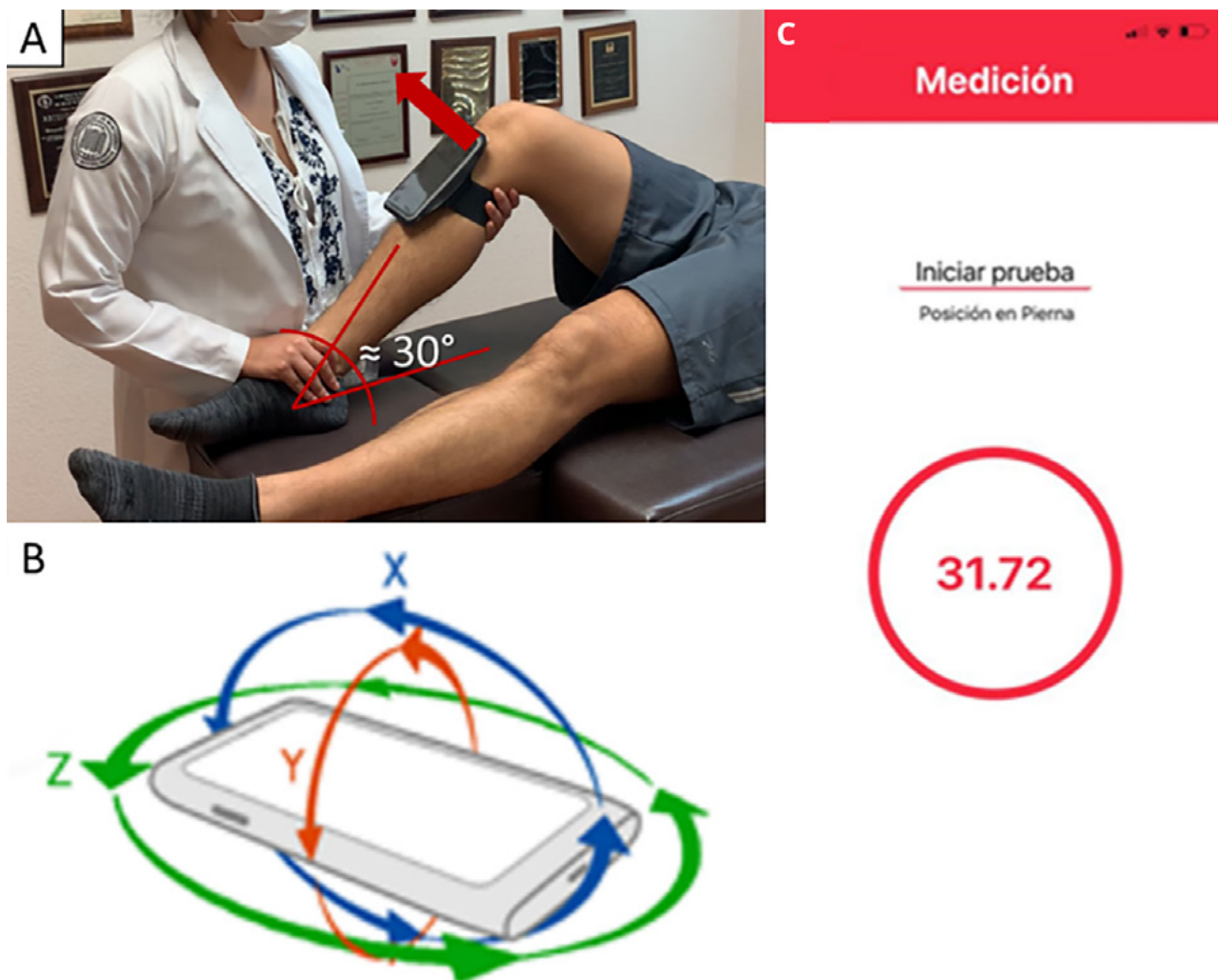


Figura 1: A) Colocación del dispositivo: dos dedos por debajo de la rótula sobre la tuberosidad tibial. B) Ejes rotacionales de cómo funciona el giroscopio en el dispositivo móvil. C) Pantalla de la aplicación "Arthrometer" donde muestra el grado de inclinación del teléfono respecto al eje horizontal.

El método de la maniobra Lachman busca valorar la integridad del LCA comprobando un desplazamiento anterior entre el fémur y la tibia. Se lleva a cabo con el paciente en decúbito dorsal, con la rodilla a diagnosticar flexionada sobre el piso o la superficie de contacto a 20-30° de inclinación, sin rotación, se estabiliza el fémur con una mano y con la otra se aplica una fuerza con dirección anterior sobre la tibia.<sup>7,8</sup> No obstante, existen referencias que no explican del todo la ejecución de la maniobra,<sup>12</sup> además de la variabilidad al momento de fijar y aplicar fuerza. Por lo tanto, es complicado citar de manera correcta la maniobra Lachman y marcar un protocolo estándar de cómo llevarla a cabo, ya que algunos profesionales la realizan como fueron enseñados y no exactamente como dicta una bibliografía.

Por lo mismo, es importante lograr una estandarización al emplear la aplicación. Al utilizar los sensores mencionados anteriormente para dar lectura de los movimientos realizados en un grupo de pacientes, se espera que los

evaluadores experimentados logren identificar una técnica adecuada a través de la comparación de los datos recabados con herramientas estadísticas como el índice de correlación intraclase.

### Objetivo

Comparar cuantitativamente las diferencias entre evaluadores al ejecutar una maniobra de Lachman a través de los sensores integrados en un dispositivo con una aplicación para estandarizar la maniobra de Lachman.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Diseño de estudio

En el estudio se optó por realizar un ensayo clínico donde los participantes se presentaron de manera voluntaria, algunos pertenecen al programa de residencia del hospital Christus Muguerza (México). De acuerdo con la Asociación Argentina de Artroscopia, el presente trabajo es

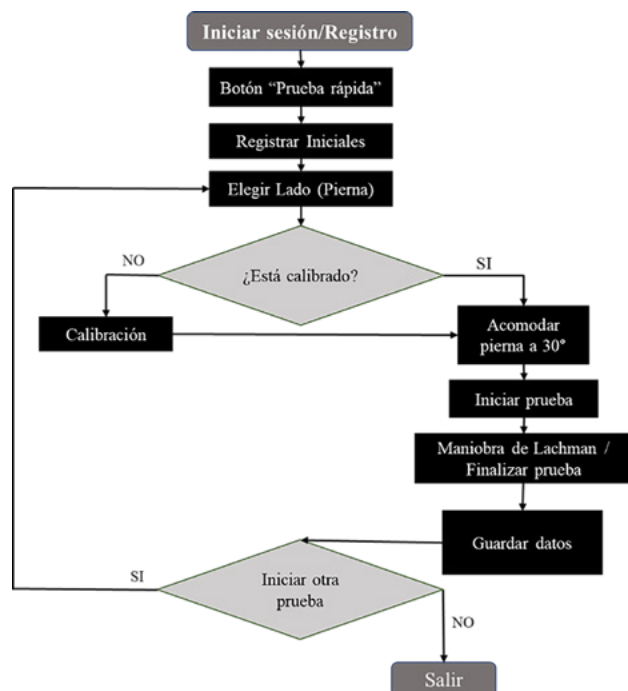


Figura 2: Diagrama de flujo del funcionamiento de la App Arthrometer.

un estudio diagnóstico con un Nivel de Evidencia III. El protocolo no fue sometido a ClinicalTrials.gov.

### Sujetos de estudio

La muestra para la investigación debía cumplir el criterio de inclusión de tener grado de médico general, como mínimo. Consta de doce individuos, todos miembros del hospital Christus Muguerza del Parque, de estos, dos poseen grado de médico general, ocho poseen grado de residentes en ortopedia y dos son especialistas en el área de ortopedia por más de veinticinco años. Cada sujeto ejecutó la maniobra en nueve individuos sanos, que de manera voluntaria y activa asistieron para su análisis, con un rango de edad de 24-27 años, ninguno presentaba síntomas de dolor o algún indicio de lesión.

Debido a que la población fue considerada como infinita y el nivel de confianza de un 90%, con el número de muestra conseguido dentro de la institución de salud ( $N = 12$ ) se estima un error  $E = 23.74\%$ . La estimación se calculó considerando un valor de  $Z = 1.645$  y una probabilidad de ocurrencia  $p = 50\%$ , de la siguiente forma:

$$E = \sqrt{\frac{Z^2 pq}{N}}$$

### Herramientas de medición

La aplicación prototipo “Arthrometer” desarrollada por ORMEDS LLC accede a los sensores inerciales del dispositivo móvil (acelerómetro y giroscopio) y es capaz de registrar y mostrar gráficamente el movimiento de la maniobra de Lachman en los ejes X, Y y Z. Para este estudio se obtienen sólo los datos del eje X del giroscopio por el acomodo del teléfono y la naturaleza del movimiento (fig. 1). Todos los resultados son ingresados de manera automática en una base de datos en línea.

### Obtención de datos

Todos los evaluadores fungieron a su vez como sujetos de prueba. Cada evaluador cuenta con un espacio designado para la exploración y análisis de las piernas de los demás evaluadores.

Previo a iniciar las mediciones, cada evaluador registra sus datos de usuario en la aplicación con el fin de diferenciar con mayor facilidad la información que llegará a la base de datos en línea.

Antes de iniciar la primera prueba se realiza una calibración automática, para eso se coloca el dispositivo horizontal en una superficie fija. En las pruebas posteriores no será necesario este paso.

Posteriormente, el sujeto de exploración se sitúa en posición supina en un diván médico y el dispositivo móvil es colocado en la cara anteromedial de la tibia con ayuda de una banda de sujeción, mientras el dispositivo solicita especificar qué miembro inferior se va a explorar (izquierda o derecha). A continuación, la pierna es posicionada a  $30^\circ$  (estimados por los acelerómetros del dispositivo) de flexión para respetar lo descrito en la bibliografía,<sup>5-7</sup> así como se muestra en la figura 1A y 1C.

Por último, se presiona el botón “Iniciar Prueba” en la pantalla. Se le otorgan cinco segundos al evaluador para acomodarse y que el teléfono comience a leer la información de los giroscopios. Una vez terminada la cuenta regresiva, el evaluador empieza a realizar la maniobra el número de veces que considere y por último presiona el botón “Terminar Prueba” para dejar de registrar el movimiento con los sensores. Al final, los resultados se suben a la base de datos. El proceso de la medición y registro de pacientes se puede observar en el diagrama de flujo en la figura 2.

### Lachmatón 1.0 y 2.0

El nombre “Lachmatón” fue acuñado por la combinación de las palabras “Lachman” y “maratón”; consiste en un circuito en el que los evaluadores se efectúan dos pruebas de Lachman consecutivas por pierna, entre sí. Se realizaron dos ensayos (Lachmatón 1.0 y 2.0). Para el primer ensayo (Lachmatón 1.0), el objetivo fue observar, registrar y describir los gestos propios de la técnica de ejecución de cada

TABLA 1. DISTRIBUCIÓN DE LOS EVALUADORES POR GRUPO SEGÚN EL ESTILO DE TÉCNICA DE EJECUCIÓN DE LA MANIOBRA DE LACHMAN

Pie Libre (PL)		Pie Fijo (PF)	
		Sujeción femoral (SF)	No sujeción femoral (NSF)
2	Movimiento del fémur (SFM)	Sin movimiento del fémur (SF)	5
	1	3	

evaluador. A su vez, este primer ensayo funcionó como guía para observar el comportamiento de las gráficas generadas por la aplicación. Para la segunda iteración del estudio (Lachmatón 2.0), se instruyó a los evaluadores para disminuir variables y se repitió el circuito; luego se compararon los dos estilos más usados por los evaluadores con lo observado del primer ensayo, para lograr la estandarización de la maniobra de Lachman. Los evaluadores realizarían la maniobra con cada sujeto de exploración y la aplicación obtendría de manera automática la información recopilando los resultados en la base de datos.

### Método de análisis

Una vez extraída la información de la nube se tomaron los vectores de datos de todas las señales producidas por cada prueba, se separaron por evaluadores y se realizó un análisis matemático con el fin de obtener una serie de características estadísticas (entropía, promedio, desviación estándar, rango) y morfológicas (cantidad de datos capturados por prueba, amplitud máxima y localización de cada pico en el tiempo) de cada vector de datos.

La similitud entre estas características fue medida al comparar las particularidades de cada señal con el Coeficiente de Correlación Intraclase (ICC, sus siglas en inglés por "Intraclass Correlation Coefficient").<sup>13</sup> Se asumió un modelo de dos vías.

Posteriormente se separaron las muestras por evaluador y por grupo basado en la técnica de ejecución, tal como se muestra en la Tabla 1. De estas dos categorías, se analizaron las muestras registradas por la aplicación de cada evaluador en bruto y normalizadas; con ello se efectuó un análisis intra e interobservador.

## RESULTADOS

El total de los evaluadores que participaron en el estudio posicionaron el ángulo de flexión a 30° respecto del eje horizontal, anulando la posibilidad de convertir esto en una variable. Cada evaluador realizó alrededor de veinte pruebas en cada ensayo efectuado.

### Lachmatón 1.0

El objetivo de este primer ensayo fue encontrar la técnica de ejecución de cada evaluador con base en su posicionamiento y en los movimientos provocados. Fue posible

así separar a los evaluadores en dos grupos principales: los que se enfocaron en si se fijaba el pie del paciente y los que permitían la elevación del pie al momento de la ejecución de la maniobra; el grupo "pie libre" (PL) con dos evaluadores y el grupo "pie fijo" (PF) con nueve evaluadores.

Dentro del grupo PF, que cuenta con la mayoría, se observó una diferencia en la ejecución: algunos evaluadores fijaban el fémur, evitando así el movimiento del cuerpo entero de paciente, y otros no fijaban el fémur sin que la maniobra se viera afectada; de aquí se consideró pertinente dividir al grupo PF en dos **subgrupos**:

1. No sujeción femoral (NSF), con cinco evaluadores.
2. Sujeción femoral (SF), con cuatro evaluadores.

Dentro del segundo subgrupo existe un evaluador que, al realizar la sujeción del fémur, agregaba un movimiento extra presionando hacia abajo, creando el efecto de "sube y baja" entre sus dos manos, lo que generó otro factor de criterio: sujeción femoral con movimiento (SFM). La distribución de los grupos se representa en la Tabla 1.

En la figura 3 pueden observarse ambos estilos: el grupo PL posiciona ambas manos en los extremos de la pierna dejando libre el pie, por lo que al realizar el movimiento se genera un registro en la señal del movimiento con tendencia negativa (fig. 3A), en contraste con el grupo PF subgrupo SF, donde la tendencia de los datos se encuentra en los valores positivos (fig. 3B). Se les pidió a los evaluadores realizar dos maniobras consecutivas por lo que muestra un pico para cada una, con valores máximos registrados positivos (fig. 3).

En el análisis de ICC se pudo comprobar cuánto variaban los resultados de cada evaluador según su técnica de exploración al momento de realizar la maniobra. Los resultados obtenidos se dividieron primero en análisis intraobservador e interobservador de las muestras de cada evaluador y, posteriormente, se agruparon los datos por grupos: NSF y SF.

Es destacable que los porcentajes de similitud promedio, tanto del análisis interobservador como intraobservador, fueron muy similares entre cada grupo con desviaciones estándar de 2.91% y 2.14%, respectivamente. A su vez, los porcentajes promedio del análisis interobservador fueron considerablemente más bajos que los del análisis intraobservador, con 73.94% y 64.69%, respectivamente; esto sugiere una baja reproducibilidad de la maniobra de un evaluador a otro. Con esto se demostró la necesidad de

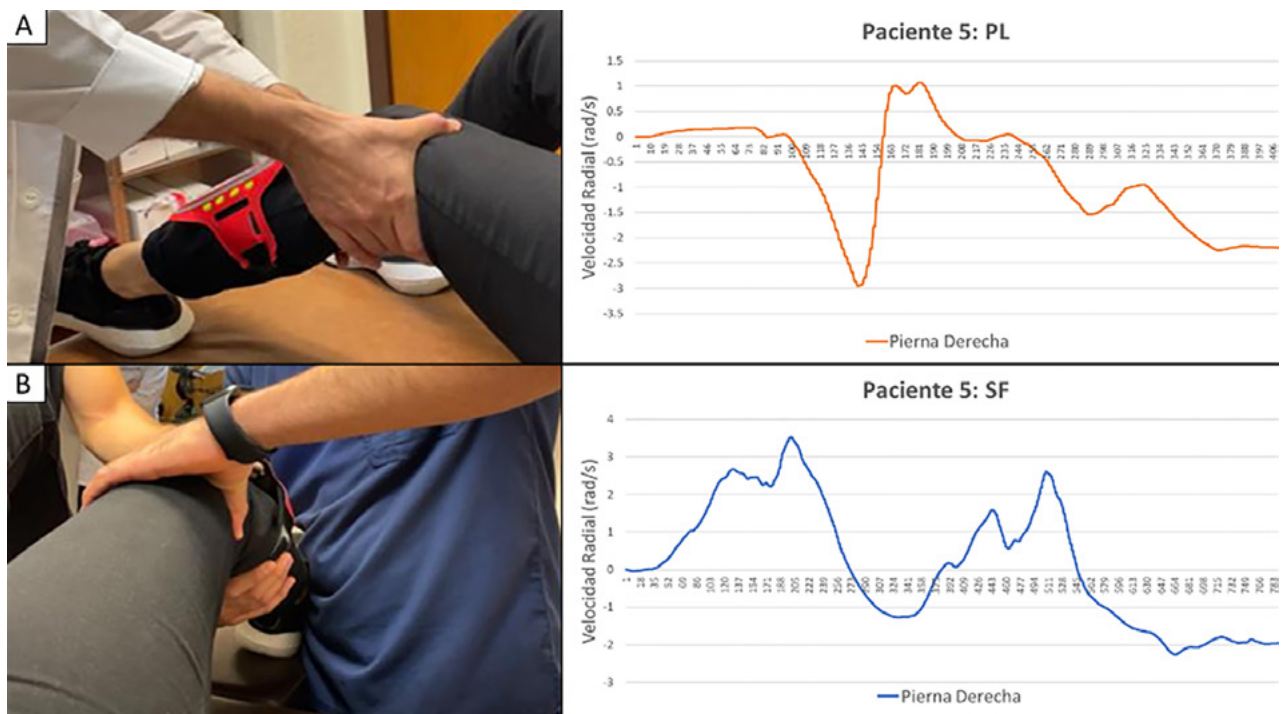


Figura 3: A) Maniobra Lachman realizada por un evaluador de clasificación PL, y su gráfica correspondiente. B) Maniobra Lachman realizada por un evaluador de clasificación PF; nótese como fija el pie con su cuerpo mientras inmoviliza el fémur. Gráfica correspondiente a prueba con pie fijo y sujeción femoral (SF). Cada pico de la gráfica (▼) representa el punto máximo de cada maniobra efectuada.

TABLA 2. COMPARACIÓN ENTRE ENSAYOS DE PORCENTAJES INTEROBSERVADOR POR GRUPOS DE EJECUCIÓN

Grupo CS		Grupo SS	
Lachmatón 1	Lachmatón 2	Lachmatón 1	Lachmatón 2
n = 4	n = 7	n = 6	n = 6
69%	66%	70%	63%
63%	75%	57%	57%
63%	77%	73%	56%
65%	77%	55%	48%
-	75%	73%	58%
-	71%	-	-
-	74%	-	-
*P = 0.002		*P = 0.043	

estandarizar la maniobra, para lo cual se llevó a cabo un segundo Lachmatón.

### Lachmatón 2.0

Según lo observado en el primer ensayo, se diseñó una serie de instrucciones a seguir para los evaluadores a modo de estandarización:

- Flexión de pierna a 30°.
- Colocar el celular lo más anterior posible, dos dedos por debajo de la rótula sobre la tuberosidad tibial.
- Fijar el pie.
- Fijar, o no, el fémur (dependiendo del grupo al que pertenezca).
- Iniciar prueba y esperar cuenta regresiva.

- Ejecutar la primera maniobra.
- Esperar dos segundos.
- Hacer la segunda prueba.
- Esperar dos segundos y terminar prueba.
- Guardar prueba.

Al mismo tiempo se separó en grupos con sujeción femoral (CS) y sin sujeción femoral (SS) de manera aleatoria entre los evaluadores para este segundo Lachmatón; se dejó fuera la categoría PL debido a su baja frecuencia de uso entre los evaluadores. Seguido de ello, se realizó el mismo análisis matemático. Al calcular el ICC intra e interobservador de cada evaluador, fue posible comparar los resultados con los del ensayo anterior (Tablas 2 y 3).

## DISCUSIÓN

Debido a la aparente simplicidad de la maniobra de Lachman que aparece descrita en la bibliografía,<sup>5-7,14</sup> se tiende a pensar que esta maniobra se encuentra indiscutiblemente estandarizada, especialmente si se considera a un grupo de evaluadores experimentados que tienen la misma escuela. Sin embargo, el presente trabajo demuestra desde el principio que eso no es del todo cierto.

Las diferencias entre evaluadores se notan desde la postura inicial. Estas variaciones en la postura y ejecución fueron evidentes al realizar la primera iteración del Lachmatón, permitiendo clasificar por estilos a los evaluadores. De acuerdo con el análisis de similitudes (fig. 4), las tres cate-

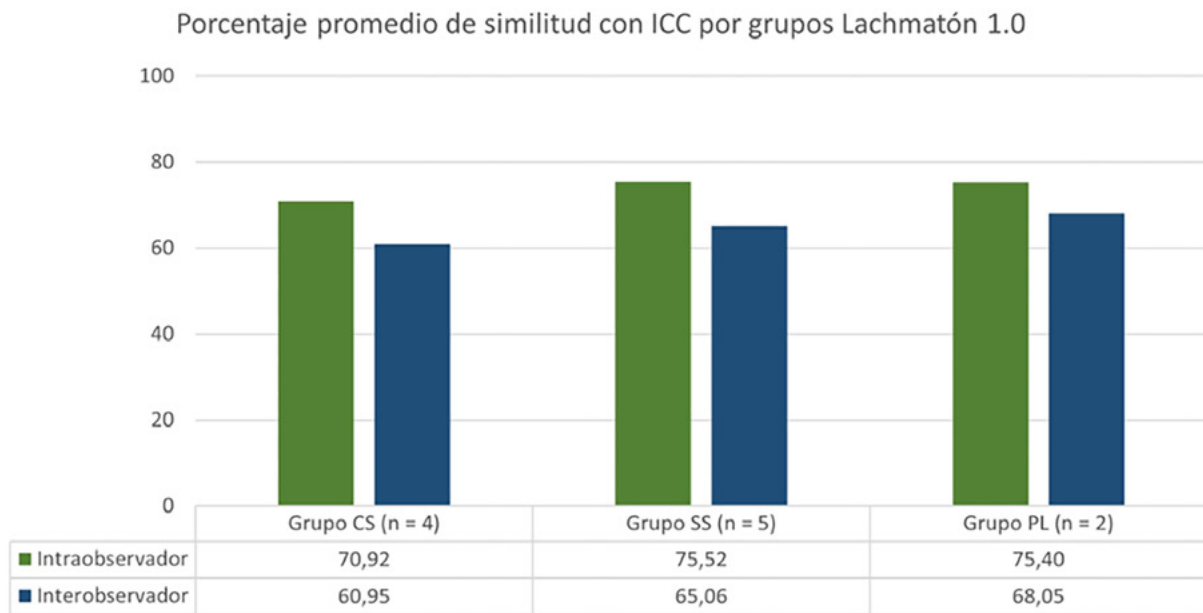


Figura 4: Comparación ICC promedio intra e interobservador por grupos de evaluación: con sujeción (CS), sin sujeción (SS) y pie libre (PL).

gorías de estilos de ejecución resultan ser reproducibles en una medida muy similar según su desviación estándar; no obstante, la media de los porcentajes de similitud en ambos análisis no alcanzó valores satisfactorios (>80%) lo que denota una necesidad de estandarización. A su vez, resultó muy evidente que el estilo PL no era fiable por el hecho de que el movimiento producido no era exclusivamente de la zona de interés, al provocar una tendencia en valores negativos en los registros (ver fig. 3A), además de ser el estilo con menos practicantes (n = 2).

El error estimado exhibe que el tamaño de muestra no necesariamente alcanza un valor ideal, sin embargo, el análisis de la información recopilada con el *software* para dispositivos móviles fue capaz de mostrar en los dos ensayos que existe una diferencia significativa entre los grupos que fueron instruidos para ejecutar la maniobra contra los que no. A su vez, se comprobó que fijar el pie a la cama de exploración, y fijar el fémur para evitar un movimiento en la cadera, resulta más reproducible si se considera la media de los porcentajes de similitud, tanto interobservador como intraobservador, con la excepción del grupo SS en el análisis intraobservador, que a un nivel de significancia del 95% resulta no serlo. De cualquier modo, un tamaño de muestra mayor es deseable para futuros trabajos de esta índole.

Se ha visto anteriormente el uso de sensores inerciales para realizar mediciones de otras maniobras de explora-

TABLA 3. COMPARACIÓN ENTRE ENSAYOS DE PORCENTAJES INTRA OBSERVADOR POR GRUPOS DE EJECUCIÓN

Grupo CS		Grupo SS	
Lachmatón 1	Lachmatón 2	Lachmatón 1	Lachmatón 2
n = 4	n = 7	n = 6	n = 6
74%	68%	87%	72%
67%	79%	57%	69%
72%	79%	87%	85%
76%	80%	59%	42%
-	85%	88%	63%
-	83%	-	-
-	82%	-	-
*P = 0.023		*P = 0.18	

ción,<sup>14-20</sup> logrando resultados aceptables. Berumen-Nafarrate *et al.*<sup>14-18</sup> fueron capaces, en su estudio, de clasificar por grados de lesión las señales emitidas por un dispositivo diseñado para capturar el movimiento de la maniobra de pivote con acelerómetros. Esto nos muestra que es posible utilizar los propios sensores de un dispositivo móvil para el mismo fin, y no sólo de la maniobra de pivote.

Existen ya herramientas altamente aceptadas capaces de evaluar cuantitativamente la maniobra de Lachman como el KT-1000 o el Rolímetro,<sup>21</sup> sin embargo, no todos los especialistas tienen la posibilidad de acceder a este tipo de herramientas por su elevado costo de adquisición, por lo tanto, nuestro propósito a futuro es dotar al especialista de un instrumento asequible y fácil de utilizar, que sea tan

exacto y preciso como el KT-1000.<sup>21</sup>

## CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en el presente estudio, queda claro que es posible estandarizar la maniobra de Lachman a través de los sensores inerciales integrados en un dispositi-

tivo móvil, sin embargo, aún quedan factores a considerar para conseguir un mayor nivel de similitud entre las pruebas y consolidar una única forma de ejecutar la maniobra de Lachman, con el fin de, en un futuro, desarrollar tecnologías innovadoras para la medición cuantitativa de dicha maniobra.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bressy G; Lustig S; Neyret P; Servien E. Inestabilidades de la rodilla. *EMC-Aparato Locomotor*. 2016; 49(1): 1-17.
- Maestro A; Rodríguez L; Álvarez JC; Fernández-Gala T; Menéndez S; Meana A; Iglesias R. Inestabilidad postraumática de rodilla. *Patología del Aparato Locomotor*, 2007; 5(1): 41-6.
- Paus DV; Compare D. Ligamento cruzado posterior. Semiología y clasificación. *Rev Asoc Arg Ortop y Traumatol*, 1993; 59(4): 409-16.
- Márquez-Arabia JJ; Márquez-Arabia WH. Lesiones del ligamento cruzado anterior de la rodilla. *Iatreia*. 2009; 22(3): 256-71.
- Delgado-Martínez AD. Exploración del aparato locomotor: cadera y rodilla. Curso de Actualización Pediatría. *AEPap ed*. 2005; 1: 161-70. Disponible en: [https://mail.aepap.org/sites/default/files/exploracion\\_locomotor2.pdf](https://mail.aepap.org/sites/default/files/exploracion_locomotor2.pdf)
- Delgado-Martínez AD. "Traumatismos de partes blandas de las rodillas". En: Ramírez F (ed). *Cirugía ortopédica y traumatología*. Lima, Editorial Panamericana, 2008.
- Díaz-Mancha JA. "La valoración en reumatología; traumatología y ortopedia". En: Carvajal C (ed). *Valoración Manual*. Madrid, Editorial Elsevier, 2014, pp. 35-83.
- Brady MP; Weiss W. Clinical diagnostic tests versus MRI diagnosis of ACL tears. *J Sport Rehabil*, 2018; 27(6): 596-600. DOI: <https://doi.org/10.1123/jsr.2016-0188>
- Klasan A; Putnis SE; Kandhari V; Oshima T; Fritsch BA. Healthy knee KT1000 measurements of anterior tibial translation have significant variation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2020; 28: 2177-83. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00167-019-05768-w>
- Hernández-Córdoba C. Eficacia de la prueba de palanca para el diagnóstico. *Artroscopia*, 2019; 26(1): 19-23.
- Berumen-Nafarrate E; Carmona-González J; Tonche-Ramos JJ; Carmona-Máynez O; Aguirre-Madrid A; Reyes-Conn RA; et al. Clasificación cuantitativa de la maniobra de pivot-shift. *Acta Ortop Mex*, 2021; 35(2): 153-7. DOI: [doi:10.35366/101858](https://doi.org/10.35366/101858)
- Firpo CA. "Semiología básica de los miembros inferiores". En: Firpo CA (ed). *Manual de ortopedia y traumatología*. Buenos Aires, Editorial Dunken, 2005, pp. 35-42.
- Ionan AC; Polley MYC; McShane LM; Dobbin KK. Comparison of confidence interval methods for an intra-class correlation coefficient (ICC). *BMC Med Res Methodol*, 2014; 14:121.
- Berumen-Nafarrate E; Leal-Contreras C; Radice-Diéguez F. "Quo Vadis, Quo Venis". En: Olvera-Neder RG (dir.). *Lesiones ligamentarias de rodilla*. Chihuahua, Editores UACH, 2021, pp. 393-403.
- Pozo D; Sotomayor N; Rosero J; Morales L. Medición de ángulos de inclinación por medio de fusión sensorial aplicando filtro de Kalman. *Revista Politécnica*, 2014; 33(1). Disponible en: [https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista\\_politecnica2/article/view/144](https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/144)
- Berumen-Nafarrate E; Tonche-Ramos JJ; Carmona-Máynez O; Leal-Berumen I. Interpretación de la maniobra de pivote mediante el uso de acelerómetros en pacientes que acuden a consulta ortopédica. *Acta Ortop Mex*, 2015; 29(3): 176-81.
- Rodríguez RA; Vera PM; Martínez MR; Verbel de La Cruz L. Aprovechamiento del hardware de los dispositivos móviles para la construcción de nuevas aplicaciones. *XVI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, 2014; 16: 676-80. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/42655>
- Ramos-Moctezuma IR; Quintana-Trejo FN; Sigala-González LR; Leal-Berumen I; Cañedo E; Tonche-Ramos JJ; et al. Coeficiente de correlación intraclase intra- e interobservador de la maniobra pivot-shift mediante aplicación para móviles: «pivot-shift meter». *Acta Ortop Mex*, 2021; 35(6): 500-6. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2306-41022021000600500&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2306-41022021000600500&script=sci_arttext)
- Tanaka T; Hoshino Y; Miyaji N; Ibaragi K; Nishida K; Nishizawa Y; et al. The diagnostic reliability of the quantitative pivot-shift evaluation using an electromagnetic measurement system for anterior cruciate ligament deficiency was superior to those of the accelerometer and iPad image analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2018; 26(9): 2835-40. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00167-017-4734-0>
- Naiper RJ; Feller JA; Devitt BM; McClelland J; Webster KE; Thrush CSJ; et al. Is the KiRA device useful in quantifying the pivot shift in anterior cruciate ligament deficient knees? *Orthop J Sports Med*, 2021; 9(1): 232596712097786.
- Highgenboten CL; Jackson AW; Jansson KA; Meske NB. KT-1000 arthrometer: Conscious and unconscious test results using 15, 20, and 30 pounds of force. *Am J Sports Med*, 1992; 20(4): 450-4. DOI: <https://doi.org/10.1177/036354659202000415>

# ¿Existen discrepancias entre la planificación preoperatoria y la evaluación intraoperatoria realizada por el cirujano en la artroplastia total de rodilla con asistencia robótica?

Rafael Calvo,<sup>1,2</sup> Diego Edwards,<sup>1,2</sup> Álvaro Cerda,<sup>1,2</sup> Marilaura Nuñez,<sup>1,2</sup> Robert Partarrieu,<sup>1,2</sup> David Figueroa<sup>1,2</sup>

1. Clínica Alemana, Región Metropolitana, Santiago, Chile

2. Facultad de Medicina, Universidad del Desarrollo, Santiago, Chile

## RESUMEN

**Introducción:** existe poca evidencia respecto de la concordancia entre el plan preoperatorio mediante artroplastia total de rodilla asistida por robot y el plan posterior al balance protésico realizado por el cirujano. El objetivo de este trabajo es evaluar el grado de concordancia entre la planificación preoperatoria de la artroplastia total de rodilla con asistencia robótica semiactiva (Mako) y la planificación efectuada por el traumatólogo durante la cirugía.

**Materiales y métodos:** estudio retrospectivo y descriptivo de prótesis primarias instaladas entre octubre de 2018 y junio de 2019 con planificación preoperatoria realizada por el software MAKOplasty®. Se excluyeron las prótesis no colocadas por el sistema robótico o con información clínica incompleta. Esto se comparó con la planificación intraoperatoria del traumatólogo. Variables analizadas: alineación coronal y sagital, rotación y tamaño de los componentes e inserto. Los datos se analizaron con el software STATA v.16.0. Se realizó un análisis descriptivo univariante cualitativo, con un intervalo de confianza del 95%.

**Resultados:** se incluyeron cincuenta y una rodillas operadas de cuarenta y nueve pacientes, el 69% fueron mujeres. El nivel de concordancia para el componente femoral fue: axial 86.3% (IC = 73.7 - 94.2), coronal 88.2% (IC = 76.1 - 95.5), sagital 88.2% (IC = 76.1 - 95.5). Componente tibial: axial 98% (IC = 89.5 - 99.9), coronal 96.1% (IC = 86.5 - 99.5), sagital 96.1% (IC = 86.5 - 99.5). Tamaño del componente: fémur 94.1% (IC = 83.7 - 98.7), tibia 84.3% (IC = 71.4 - 92.9), inserto 27.4% (IC = 15.8 - 41.7).

**Conclusión:** la planificación preoperatoria mediante el uso de la asistencia robótica semiactiva de Mako presenta un buen nivel de concordancia con la planificada intraoperatoriamente, a excepción del tamaño del inserto. El traumatólogo es determinante en la modificación del plan preoperatorio.

**Palabras clave:** Artroplastia Total de Rodilla Asistida por Robot; Mako; Nivel de Acuerdo; Alineación Tibial y Femoral

**Nivel de evidencia:** III

## ABSTRACT

**Introduction:** there is little evidence regarding the concordance between the preoperative plan using robotic-assisted total knee arthroplasty and that after the prosthetic balance by the surgeon. Our aim is to evaluate the level of agreement between the preoperative planning of total knee arthroplasty with semiactive robotic assistance (Mako) and the planning made by the orthopedic surgeon during the surgery.

**Materials and methods:** descriptive study of prostheses installed between October 2018 and June 2019 with preoperative planning performed by the MAKOplasty® software. This was compared with intraoperative planning by the Orthopedic Surgeon. Variables analyzed: coronal and sagittal alignment, rotation and size of the components and insert. The data was analyzed with the STATA v.16.0 software. A qualitative univariate descriptive analysis was performed, with a 95% confidence interval.

**Results:** fifty-one operated knees from forty-nine patients were included, 69% were women. The level of agreement was: Femoral component: axial 86.3% [CI = 73.7 - 94.2], coronal 88.2% [CI = 76.1 - 95.5], sagittal 88.2% [CI = 76.1 - 95.5]. Tibial component: axial 98% [CI = 89.5 - 99.9], coronal 96.1% [CI = 86.5 - 99.5], sagittal 96.1% [CI = 86.5 - 99.5]. Component size: femur 94.1% [CI = 83.7 - 98.7], tibia 84.3% [CI = 71.4 - 92.9], insert 27.4% [CI = 15.8 - 41.7].

**Conclusion:** preoperative planning through the use of Mako semiactive robotic assistance presents a good level of agreement with that planned intraoperatively, with the exception of the insert size. The orthopedic surgeon is decisive in modifying the preoperative plan.

**Keywords:** Robotic-assisted Total Knee Arthroplasty; Mako; Level of Agreement; Tibial and Femoral Alignment

**Level of evidence:** III

## INTRODUCCIÓN

La artroplastia total de rodilla (ATR) se ha convertido en una de las principales cirugías ortopédicas del mundo. En los EE. UU. se realizan más de seiscientas mil artroplas-

tias primarias de rodilla por año con una proyección de crecimiento del 600% en la cantidad de casos operados en los veinte años siguientes.<sup>1,2</sup> La ATR brinda resultados reproducibles, confiables y costo-efectivos, sin embargo, hay estudios que informan altas tasas de insatisfacción.<sup>3</sup> Las causas de esta insatisfacción se han convertido en uno de los aspectos más controvertidos de la ATR, ya que, a pesar de las mejoras en el diseño y la técnica quirúrgica, las tasas de satisfacción se han mantenido en torno al 80%

Rafael Calvo

rcalvo61@gmail.com

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

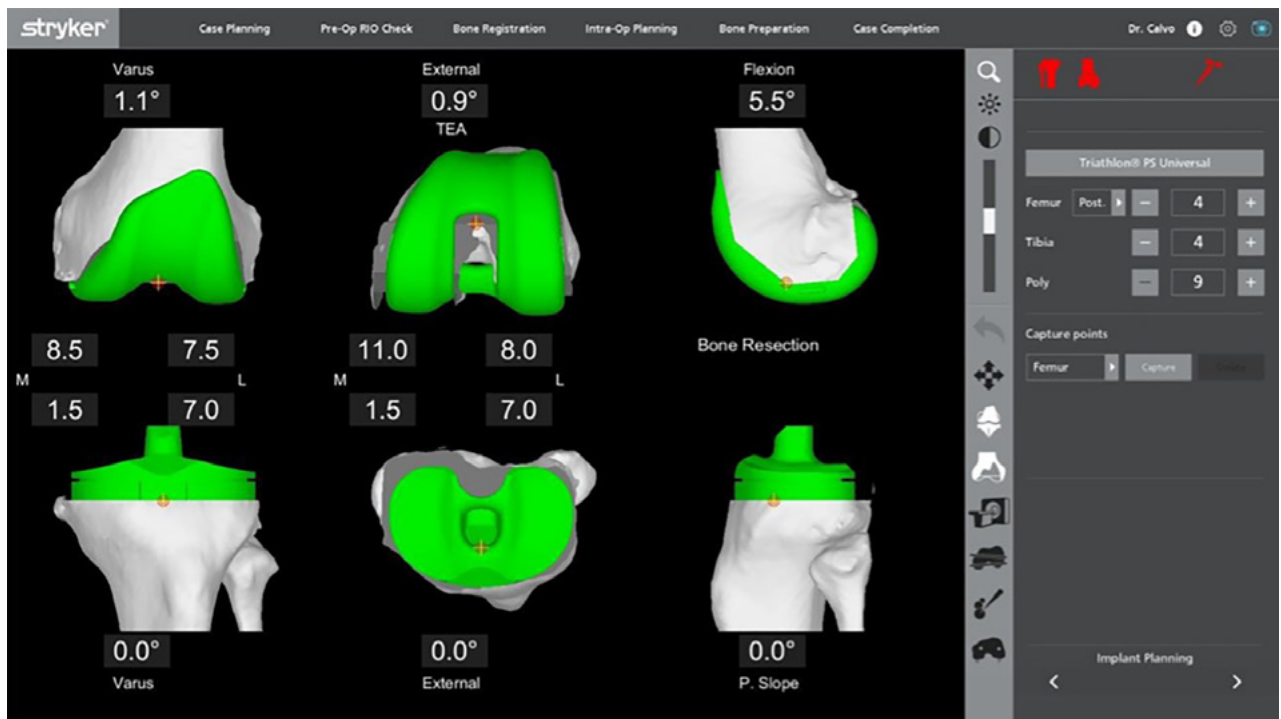


Figura 1: Reconstrucción individualizada de los cortes de la tomografía computada preoperatoria.

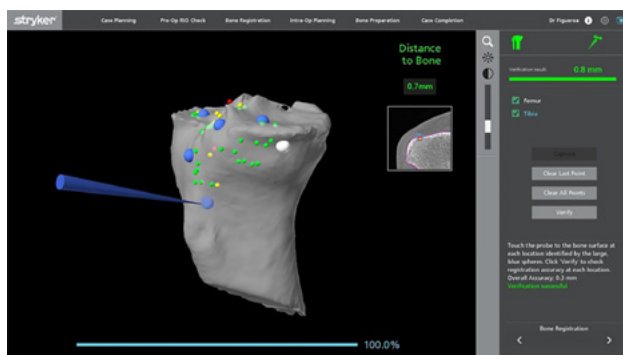


Figura 2: Recolección de puntos anatómicos en fémur y tibia.

en los últimos años.<sup>4-9</sup>

La artroplastia de rodilla asistida por robot se presenta como una herramienta quirúrgica que mejora la precisión de la alineación de la prótesis, reduce la incidencia de complicaciones y mejoraría el postoperatorio con una rehabilitación más rápida.<sup>10,11</sup> Es importante mencionar, no obstante, que tiene algunos aspectos negativos, como el aumento inicial del costo (requiere en algunos sistemas la toma de una TAC preoperatoria y la compra del equipo) y, en la actualidad, obliga a utilizar la marca protésica que corresponda al sistema robótico.

A diferencia de la cirugía navegada por computadora, que proporciona una guía intraoperatoria en tiempo real de la anatomía del paciente, la artroplastia total de rodilla asistida por robot implica la aplicación de un *software* de computadora para convertir la información anatómica de la articulación de la rodilla del paciente en una re-

construcción virtual en 3D.<sup>12</sup> La ATR asistida por robot también puede ayudar a los cirujanos a llevar a cabo el plan preoperatorio con un alto nivel de precisión durante la cirugía.<sup>13</sup>

Actualmente existe poca evidencia sobre la variación entre la planificación preoperatoria basada en tomografía computarizada de rodilla (estandarizada para Mako), en relación con la posición de los componentes y su tamaño, con la planificación intraoperatoria posterior.

El objetivo de este trabajo es describir el grado de concordancia entre la planificación preoperatoria de la artroplastia total de rodilla con asistencia robótica semiactiva (Mako) y la planificación intraoperatoria realizada por el traumatólogo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Población de estudio

Se realizó un análisis descriptivo de cincuenta y una prótesis totales de rodilla (Triathlon) instaladas por dos cirujanos senior con más de veinte años de experiencia, en la Clínica Alemana de Santiago, Chile, bajo la asistencia robótica semiactiva de Mako (Stryker, Mahwah, NJ, EE. UU.) desde el 24 de octubre de 2018 al 28 de junio de 2019. Se excluyeron las prótesis no colocadas por el sistema robótico (tanto prótesis primarias como unicompartmentales y de revisión) o con información clínica incompleta. Todos los pacientes presentaron un mismo estudio y preparación preoperatoria, así como el mismo protocolo

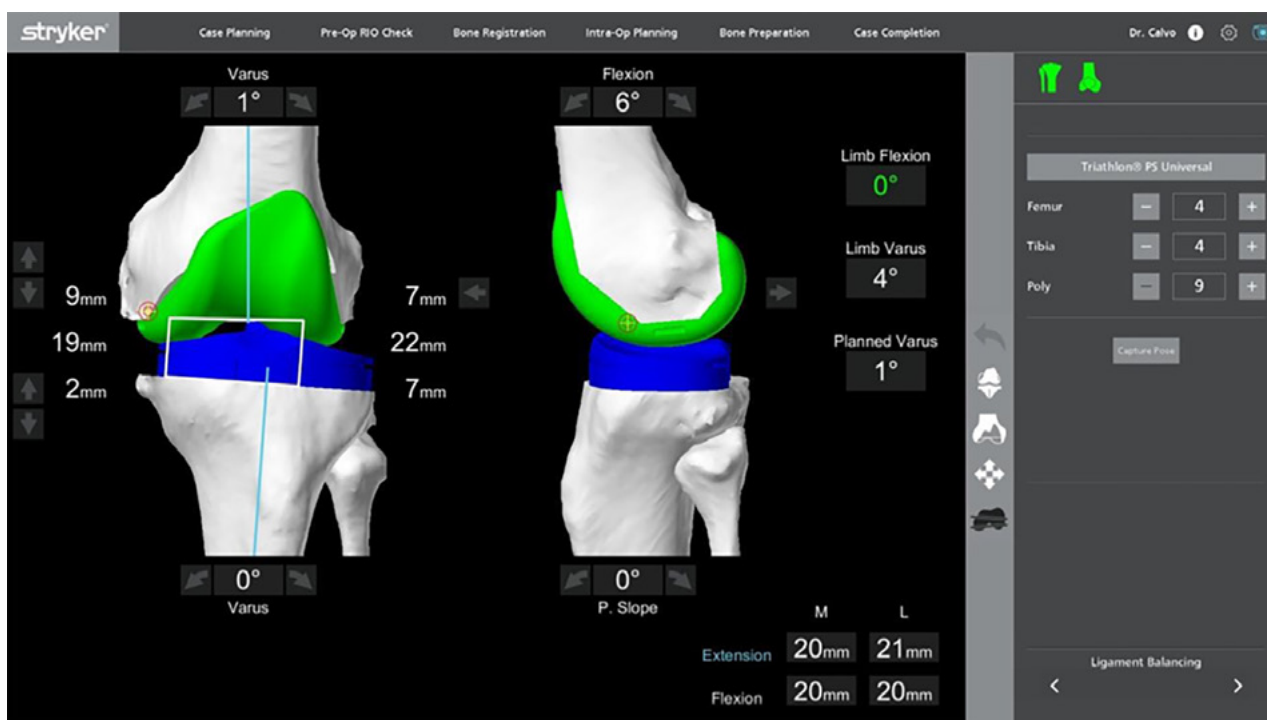


Figura 3: Plan intraoperatorio posterior al balance de tejidos blandos en extensión y flexión.

de rehabilitación kinésica en el postoperatorio. Previo al estudio se obtuvo la aprobación y consentimiento de cada paciente y del comité de ética de la institución.

### Plan preoperatorio

El *software* MAKOplasty® del sistema Mako se utilizó para desarrollar una reconstrucción individualizada de los cortes de tomografía computarizada (TC) preoperatorios asociados con la navegación. Esto proporcionó un mapeo de la rodilla con gran detalle y precisión. Los cortes de hueso se detallaron en milímetros, al igual que el tamaño de los componentes femoral, tibial y el inserto. Se registró la posición de los implantes en los planos coronal (varo, valgo), sagital (flexión del fémur y *slope* tibial) y axial (rotación de los componentes femoral y tibial)<sup>12,14</sup> (fig. 1).

### Abordajes e instalación de rastreadores y puntos de control

La artrotomía se realizó a través de un abordaje parapatear medial estándar. Posteriormente se colocaron pines de Schanz bicorticales: dos en el hueso metafisario del fémur distal y otros dos en la tibia proximal mediante un pequeño abordaje adicional. Los rastreadores que establecerán comunicación con la cámara del robot se fijaron en los pines instalados. Además, se instalaron dos pequeños puntos de control de metal en la tibia y en el fémur lejos del sitio de los cortes. Posteriormente, el cirujano recolectó varios puntos anatómicos de la rodilla del paciente, que asociados a la información volumétrica proporcionada por la TC preoperatoria permitieron, bajo un modelo 3D, la navega-

TABLA 1. GRADO DE CONCORDANCIA ENTRE EL CIRUJANO Y LA PLANIFICACIÓN PREOPERATORIA EN EL COMPONENTE TIBIAL Y FEMORAL

Eje	No acuerdo	Acuerdo	% de Acuerdo	IC 95%
Componente tibial				
Axial	1	50	98	89.5 – 99.9
Coronal	2	49	96.1	86.5 – 99.5
Slope	2	49	96.1	86.5 – 99.5
Componente femoral				
Axial	7	44	86.3	73.7 – 94.2
Coronal	6	45	88.2	76.1 – 95.5
Sagital	6	45	88.2	76.1 – 95.5
TOTAL	19	134	87.6	81.2 – 92.3

ción y seguimiento de la anatomía ósea en tiempo real<sup>12,14</sup> (fig. 2).

### Plan intraoperatorio posterior al balance de tejidos blandos

Después de establecer una comunicación óptima entre el robot y la rodilla del paciente, el cirujano procedió al balance de los tejidos blandos en todo el rango de movimiento de la rodilla a través de navegación en tiempo real. En este momento, el cirujano pudo modificar el plan preoperatorio, ajustar los cortes, posición y tamaño de los implantes para establecer una igualación del *gap* articular en extensión y flexión. Además, en este momento fue posible una liberación de tejidos blandos para lograr ese objetivo (fig. 3).

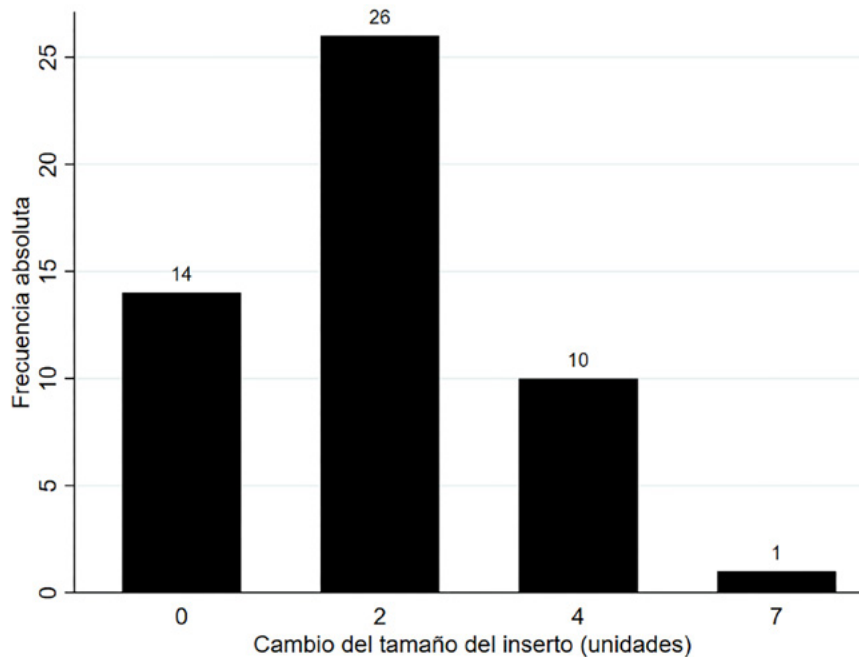


Figura 4: Frecuencia absoluta por cambio en el tamaño del inserto durante la cirugía.

TABLA 2. NIVEL DE ACUERDO ENTRE EL CIRUJANO Y LA PLANIFICACIÓN PREOPERATORIA SOBRE EL TAMAÑO DE LOS COMPONENTES

Planificación	No acuerdo	Acuerdo	% de Acuerdo	IC 95%
Femoral	3	48	94.1	83.7 – 98.7
Tibial	8	43	84.3	71.4 – 92.9
Inserto	37	14	27.4	15.8 – 41.7
TOTAL	48	105	68.6	61.3 – 76.4

### Comparación de resultados

Se hizo una comparación de la planificación preoperatoria realizada por el *software* MAKOplasty® basado en la TC de rodilla preoperatoria estandarizada de Mako y la planificación posterior al balance protésico intraoperatorio por parte del cirujano antes de los cortes.

### Análisis estadístico

Para el análisis de datos se utilizó el programa STATA versión 16.0. Entre las variables se consideró la alineación coronal, sagital y rotacional, definiendo como “acuerdo” aquellos planes que variaban menor o igual a  $0.5^\circ$  entre la planificación preoperatoria y la intraoperatoria. Adicionalmente, se analizó el tamaño de los componentes femoral y tibial y el tamaño del inserto de polietileno, definiendo como “desacuerdo” aquellos cuyo tamaño variaba en 1 o más unidades con respecto a la planificación preoperatoria. Se describieron los datos y calcularon las proporciones con un intervalo de confianza del 95%.

## RESULTADOS

Se planificaron y realizaron un total de cincuenta y una artroplastias de rodilla con asistencia robótica, utilizando el sistema de brazo robótico Mako (Stryker, Mahwah, NJ, EE. UU.). Se obtuvieron resultados de cuarenta y nueve pacientes, treinta y cuatro mujeres (69.3%) y quince hombres (30.6%); cuarenta y siete prótesis unilaterales (96%) y dos bilaterales en un tiempo (4%) en un período de ocho meses.

### Alineación del componente femoral

En la alineación del componente femoral, el 87.6% de los componentes femorales se alinearon dentro de los valores planificados. El plano axial presentó el mayor número de componentes modificados ( $n = 7$ ), seguido de los planos coronal y sagital, ambos con seis modificaciones cada uno. En el plano axial, las siete artroplastias variaron en  $1^\circ$ , consiguiendo un nivel de acuerdo del 86.3%. En el plano coronal, los seis componentes modificados variaron en promedio  $1.3^\circ$  [DE = 0.8], logrando un nivel de concordancia del 88.2%. En el plano sagital, los seis componentes modificados variaron en promedio  $2^\circ$  [DE = 0.7], logrando un nivel de concordancia del 88.2%.

### Alineación del componente tibial

En la alineación del componente tibial el 96.7% estuvo

dentro del valor planificado. De estos, la mayor variación estuvo en los planos coronal y sagital. El plano coronal tuvo dos componentes modificados en 1° (3.9%) y el plano sagital tuvo dos variaciones en 2° cada uno (3.9%). El plano axial tuvo una sola variación en la que el componente se modificó en 1° (2%). Se puede ver en la Tabla 1 el nivel de acuerdo para los componentes tibial y femoral.

### Tamaño del componente

Hubo un 69.2% de acuerdo entre la planificación preoperatoria asistida por robot y el cirujano en cuanto al tamaño de los componentes. Es relevante mencionar que la mayor variación se encontró en el tamaño del inserto (Tabla 2).

El tamaño del componente femoral se modificó durante la cirugía en tres casos (5.9%); dos aumentaron en 1 medida, y uno disminuyó en 1 medida, los cuarenta y ocho restantes se mantuvieron según lo planificado.

El tamaño del componente tibial varió en ocho casos (15.7%); cuatro aumentaron y cuatro disminuyeron en una medida. El tamaño del inserto varió en treinta y siete casos (72.6%); todos aumentaron en más de dos unidades (fig. 4).

## DISCUSIÓN

Los resultados en la población estudiada muestran que, en general, la planificación dada por el sistema semiautomático Mako tiene una buena correlación con la posición y el tamaño de los componentes, con excepción del inserto de polietileno (que tuvo que ser corregido a un número de mayor tamaño).

Nuestro estudio es uno de los primeros en analizar la concordancia con la que un sistema robótico determinado es capaz de conseguir una correcta alineación en los planos coronal, sagital y rotacional, así como la correcta elección del tamaño del implante, tras evaluar intraoperatoriamente el balance de la rodilla en extensión y flexión.

Al revisar la literatura no se encuentra mucha información en relación al nivel de concordancia de las variables analizadas en nuestro estudio. Al respecto, Marchand *et al.* publicaron un nivel de concordancia para el tamaño del componente femoral y tibial (utilizando el mismo sistema robótico) de 47 y 62%, respectivamente, con valores cercanos al 100% si se consideran modificaciones de sólo un número en el tamaño.<sup>13</sup> Nuestro estudio obtuvo un nivel de concordancia significativamente mayor (94 y 84%, respectivamente). La razón de esta gran diferencia es difícil de determinar. Creemos que las diferentes interpretaciones del punto más adecuado del balance protésico, según la experiencia personal de cada cirujano o equipo, son las que llevan a que, finalmente, se modifique en el intraoperatorio el número de tamaño definitivo de los componentes.

No encontramos estudios publicados sobre las modificaciones que se producen con respecto a los planos axial, coronal y sagital, por lo que no podemos realizar una comparación. Podemos comentar que en nuestro estudio el nivel de concordancia fue alto, con la mayor concordancia para la tibia en todos los planos. Esto parece indicar que los valores proporcionados por el sistema robótico son algo “menos confiables” en el fémur (como se encontró en este estudio y en el de Marchand *et al.* respecto al tamaño de los componentes). Esto debe tenerse en cuenta durante el procedimiento quirúrgico para determinar si se mantiene o se modifica la alineación del componente femoral.

Tampoco encontramos estudios publicados que analicen el nivel de concordancia del inserto de polietileno. Nuestro estudio muestra una baja correlación entre lo que informa el sistema robótico y el tamaño que finalmente se utilizó, con un nivel de concordancia de sólo el 27%. Una de las variables a considerar, que podría explicar esta baja correlación, es el grado de artrosis con el que se indica la cirugía, así como la mayor modificación que se realiza a la hora del balance de partes blandas, lo que incide directamente en la estabilidad; a mayor artrosis y deformidad, mayor liberación de partes blandas y compromiso de la estabilidad, lo que determina un cambio en el tamaño del inserto.

Otro factor que podría considerarse es el hecho de que la toma de decisión respecto al tamaño del inserto se efectúa al final del procedimiento, una vez que ya se han realizado los cortes óseos y con los tamaños de los componentes ya decididos. Esto implicaría que una modificación en alguna de las variables estudiadas (alineación y/o tamaño de los componentes) podría cambiar el tamaño del inserto que requiere la prótesis para estar correctamente balanceada, información que lógicamente el sistema Mako no posee en el preoperatorio. Independientemente de cuál sea la razón última del bajo nivel de concordancia del inserto, parece razonable sugerir que siempre se debe realizar un correcto y profundo análisis intraoperatorio antes de decidir su tamaño.

Esta información ayuda a entender la confiabilidad que se puede tener en el sistema robótico, pero sin dejar de lado algunos puntos que son fundamentales. En primer lugar, la concordancia con la planificación preoperatoria no es del 100%, lo que obliga al cirujano a realizar siempre una evaluación intraoperatoria y modificar los parámetros que sean necesarios en los datos del robot, por lo que el cirujano sigue siendo fundamental en la toma de decisiones antes de hacer cortes óseos. En segundo lugar, es necesario destacar que los sistemas de navegación y robóticos tienen como principal beneficio la posibilidad de determinar la alineación que el cirujano desea obtener; por lo tanto, lo primero que se debe decidir, antes de definir la forma en que se realizará el procedimiento, es “cuál” es la alineación

ción específica que el cirujano desea para su paciente. Para determinar esto, el método más utilizado es la alineación mecánica, pero la alineación cinemática ha ganado popularidad en los últimos años, lo que podría tener mejores resultados clínicos según algunos estudios.<sup>14-19</sup>

Creemos que los sistemas robóticos, que han demostrado tener una curva de aprendizaje y rendimiento muy rápido,<sup>20</sup> son una excelente herramienta para lograr una alineación adecuada y determinar el tamaño correcto de los componentes para el paciente. A través de este estudio podemos afirmar que la predicción de estas variables con el estudio preoperatorio de Mako generalmente tiene una alta concordancia, por lo que se presenta como una herramienta útil y confiable. Sin embargo, no reemplaza la experiencia que requiere el cirujano durante la cirugía para lograr un mejor resultado tanto en la alineación como en el balance de los tejidos blandos.

Como limitaciones de nuestro estudio podemos mencionar que no cuenta con un análisis de variables clínicas asociadas para evaluar la supervivencia de los implantes y el impacto clínico en los pacientes, siendo ésta una línea de

trabajo que se está explorando para futuras publicaciones. Además, cabe señalar como posible sesgo el hecho de no definir el grado de artrosis de los pacientes estudiados, lo que tiene relación con la cantidad de liberación de los tejidos blandos que se requieren durante la cirugía para lograr un correcto balance mediolateral, lo que podría a su vez incidir en el tamaño del inserto que finalmente se elige.

Como fortaleza del estudio podemos afirmar que es uno de los primeros en analizar en detalle la precisión del sistema robótico en cirugía protésica de rodilla, teniendo en cuenta las variables de alineación y tamaño de los componentes.

## CONCLUSIÓN

La planificación preoperatoria con la asistencia robótica semiactiva de Mako muestra un buen nivel de concordancia, excepto por el tamaño del inserto. La alineación de la tibia tiene mayor concordancia que la del fémur. Debido a estas variaciones, el traumatólogo es determinante en la modificación del plan preoperatorio.

## BIBLIOGRAFÍA

- Lau RL; Gandhi R; Mahomed S; et al. Patient satisfaction after total knee and hip arthroplasty. *Clin Geriatr Med*, 2012; 28: 349-65.
- Cross M; Smith E; Hoy D, et al. The global burden of hip and knee osteoarthritis: estimates from the global burden of disease 2010 study. *Ann Rheum Dis*, 2014; 73: 1323-30.
- Swank ML; Alkire M; Conditt M; et al. Technology and cost-effectiveness in knee arthroplasty: computer navigation and robotics. *Am J Orthop* (Belle Mead NJ), 2009; 38: 32-6.
- Dunbar MJ; Richardson G; Robertsson O. I can't get no satisfaction after my total knee replacement: rhymes and reasons. *Bone Joint J*, 2013; 95-B: 148-52.
- Bourne RB; Chesworth BM; Davis AM; et al. Patient satisfaction after total knee arthroplasty: who is satisfied and who is not. *Clin Orthop Relat Res*, 2010; 468: 57-63.
- Du H; Tang H; Gu JM; et al. Patient satisfaction after posterior-stabilized total knee arthroplasty: a functional specific analysis. *Knee*, 2014; 21: 866-70.
- Jacobs CA; Christensen CP; Karthikeyan T. Patient and intraoperative factors influencing satisfaction two to five years after primary total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*, 2014; 29: 1576-9.
- Marsh J; Bryant D; MacDonald SJ; et al. Are patients satisfied with a web-based followup after total joint arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*, 2014; 472: 1972-81.
- Marchand RC; Sodhi N; Khlopas A; et al. Patient satisfaction outcomes after robotic arm-assisted total knee arthroplasty: A short-term evaluation. *J Knee Surg*, 2017; 30: 849-53.
- Paul HA; Bargar WL; Mittlestadt B; et al. Development of a surgical robot for cementless total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*, 1992: 57-66.
- Hampp EL; Chughtai M; Scholl LY; et al. Robotic-arm assisted total knee arthroplasty demonstrated greater accuracy and precision to plan compared with manual techniques. *J Knee Surg*, 2019; 32: 239-50.
- Kayani B; Konan S; Ayuob A; et al. Robotic technology in total knee arthroplasty: a systematic review. *EFORT Open Rev*, 2019; 4: 611-7.
- Marchand RC; Sodhi N; Bhowmik-Stoker M; et al. Does the robotic arm and preoperative CT planning help with 3D intraoperative total knee arthroplasty planning? *J Knee Surg*, 2019; 32: 742-9.
- Bellemans J. Neutral mechanical alignment: a requirement for successful TKA: opposes. *Orthopedics*, 2011; 34: e507-9.
- Magnussen RA; Weppe F; Demey G, et al. Residual varus alignment does not compromise results of TKAs in patients with preoperative varus. *Clin Orthop Relat Res*, 2011; 469: 3443-50.
- Callies T; Ettinger M; Savov P; et al. Individualized alignment in total knee arthroplasty using image-based robotic assistance: Video article. *Orthopade*, 2018; 47: 871-9.
- Courtney PM; Lee GC. Early outcomes of kinematic alignment in primary total knee arthroplasty: a meta-analysis of the literature. *J Arthroplasty*, 2017; 32: 2028-2032.e1.
- Onggo JR; Onggo JD; De Steiger R; et al. Robotic-assisted total knee arthroplasty is comparable to conventional total knee arthroplasty: a meta-analysis and systematic review. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2020; 140: 1533-49.
- Zhu M; Phillips S; Chang Y; Scholl E; Bhandari M; on behalf of OrthoEvidence. Robotic-assisted total knee arthroplasty: evidence from randomized trials. *OE Original*, 2020; 3(8): 5.
- Sodhi N; Khlopas A; Piuze NS; et al. The learning curve associated with robotic total knee arthroplasty. *J Knee Surg*, 2018; 31: 17-21.

# Tratamiento artroscópico del síndrome de fricción femoroacetabular en pacientes con displasia limítrofe. Estudio comparativo

Leonel Pérez Alamino, Daniel Veloz, Gonzalo Quiroga, Tomás Vilaseca  
Hospital Británico de Buenos Aires, CABA, Argentina

## RESUMEN

**Introducción:** el tratamiento artroscópico del síndrome de fricción femoroacetabular (SFFA) en displasia de cadera es controversial. Inicialmente, algunos estudios demostraron una tasa elevada de fallas, mientras que otros más recientes describieron una mejoría clínica comparable con pacientes sin falta de cobertura acetabular. El propósito de este estudio fue comparar los resultados clínicos y funcionales de la artroscopia de cadera en dos cohortes: pacientes con displasia borderline y pacientes con ángulo centro-borde normal.

**Materiales y métodos:** evaluamos los resultados clínicos y funcionales utilizando el Harris Hip Score (HHS), Hip Outcome Score (HOS) y I Escala Visual Análoga del Dolor (EVA) del tratamiento artroscópico del SFFA para dos grupos de pacientes: el grupo 1 conformado por aquellos que presentaban displasia borderline (DB) y el grupo 2, compuesto por pacientes con un valor del ángulo centro-borde normal (ACBN).

**Resultados:** los valores postoperatorios de las escalas de HHS y EVA no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ( $87.0 \pm 5.3$  versus  $85.8 \pm 3.6$ ;  $p = 0.200$  y  $1.5 \pm 0.6$  versus  $1.3 \pm 0.5$ ;  $p = 0.07$ , respectivamente).

No se observaron diferencias significativas con respecto a las actividades de la vida diaria del score de HOS ( $91.8 \pm 6.6$  versus  $93.2 \pm 5.9$ ;  $p = 0.28$ ), ni de deportes, ( $85.1 \pm 7.7 \pm 8.3$  versus  $88.3 \pm 11.9$ ;  $p = 0.19$ ).

**Conclusión:** los pacientes sometidos a una artroscopia de cadera con displasia borderline, alcanzan resultados clínicos y funcionales similares que aquellos con ACBN con una media de seguimiento de tres años.

**Nivel de Evidencia:** III

**Palabras Clave:** Artroscopia de Cadera; Síndrome de Fricción; Displasia

## ABSTRACT

**Introduction:** arthroscopic treatment of femoral-acetabular impingement syndrome in patients with hip dysplasia is controversial. There are some reports that observed an increased failure rate in this type of patients. More recent studies described good patients clinical and functional outcomes, comparable with patients with a normal acetabular coverage. The purpose of this study was to assess functional and clinical outcomes of arthroscopic treatment of FAI in two cohorts: patients with Borderline Dysplasia and patients with a normal lateral center-edge angle.

**Materials and methods:** we assessed patients reported outcomes of two groups of patients: group 1 that consisted in patients with Borderline Dysplasia and group 2, with patients with a normal lateral center-edge angle. The minimum follow-up required was three years.

**Results:** there were no statistically significant differences regarding Harris Hip Score and Visual Analogue Scale of Pain respectively ( $87.0 \pm 5.3$  versus  $85.8 \pm 3.6$ ;  $p = 0.200$  y  $1.5 \pm 0.6$  versus  $1.3 \pm 0.5$ ;  $p = 0.07$ ) after surgery between both groups. We didn't observe differences regarding Daily Living Activities ( $91.8 \pm 6.6$  versus  $93.2 \pm 5.9$ ;  $p = 0.28$ ) or Sports of Hip Outcome Score ( $85.1 \pm 7.7 \pm 8.3$  versus  $88.3 \pm 11.9$ ;  $p = 0.19$ ).

**Conclusion:** arthroscopic treatment of FAI syndrome in patients with borderline dysplasia, achieves good clinical and functional outcomes, comparable with patients with a normal lateral center-edge angle.

**Level of Evidence:** III

**Keywords:** Hip Arthroscopy; FAI Syndrome; Dysplasia

## INTRODUCCIÓN

La artroscopia de cadera se ha convertido en la alternativa de primera línea para el tratamiento del síndrome de fricción femoroacetabular (SFFA) con excelentes resultados reportados en la literatura a corto, mediano y largo plazo.<sup>1,2</sup>

Sin embargo, en pacientes con displasia limítrofe (ángulo centro-borde  $20 - 25^\circ$ )<sup>3,4</sup> su eficacia es controversial.

En 2009, el grupo de Parvizi reportó tasas elevadas de dolor persistente, reoperación e incluso de aparición temprana de desgaste articular en pacientes con esta patología y tratados mediante artroscopia.<sup>5</sup> No obstante, estudios más recientes, describieron una mejoría clínica estadísticamente significativa con bajos índices de procedimientos adicionales.<sup>6,7</sup>

Sabemos que la displasia de cadera es una causa de dolor reconocida y ha sido asociada a la aparición de artrosis temprana.<sup>8</sup> En pacientes con displasia severa ( $<20^\circ$ ), el dolor puede provenir de una cobertura acetabular insuficiente, que resulta en una sobrecarga a nivel del borde la-

Leonel Pérez Alamino

leonelp95@gmail.com

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

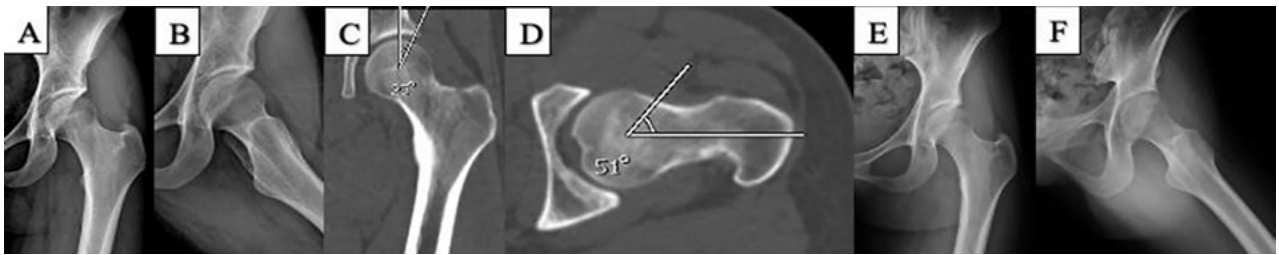


Figura 1: A-B) Radiografía preoperatoria de cadera izquierda, proyección anteroposterior y lateral, respectivamente. C-D) Tomografía axial computada, con ángulo de Wiberg de 23° y alfa de 51°. E-F) Proyecciones anteroposterior y lateral postoperatorias.

teral de la ceja del acetábulo, lo que resulta en daños del cartílago.<sup>9</sup> Es en estos pacientes donde se ha demostrado éxito mediante el tratamiento con osteotomías periacetabulares (OPA).<sup>9</sup> Por otro lado, cuando el problema es ocasionado por lesión en la unión condrolabral y la consecuente disfunción del sellado a expensas del labrum,<sup>10</sup> el paciente se beneficiaría con el tratamiento artroscópico.

El propósito de este estudio fue comparar los resultados clínicos y funcionales de la artroscopia de cadera en dos cohortes: pacientes con displasia limítrofe (DL) y con ángulo centro-borde normal (CBN), así como la tasa de reoperación y complicaciones. Nuestra hipótesis es que ambos grupos presentarían resultados clínicos y funcionales similares.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Realizamos un estudio retrospectivo comparativo, en el que se evaluaron pacientes operados en forma consecutiva por el autor senior de este estudio en un centro de alto volumen quirúrgico, entre enero de 2008 y enero de 2016.

Para llevar a cabo nuestro análisis establecimos los siguientes criterios de inclusión:

- Pacientes adultos (>18 años), de sexo femenino.
- Diagnóstico de síndrome de fricción femoroacetabular.
- Sin mejoría sintomática en >6 meses con tratamiento no quirúrgico (AINES, fisioterapia o infiltración).
- Artroscopia de cadera como cirugía primaria.
- Seguimiento mínimo de tres años.

Pacientes con antecedentes de enfermedades inflamatorias sistémicas u oncológicas, historial de cirugías previas de cadera, retroversión acetabular o un grado de Tönnis mayor a 1 fueron excluidos del análisis. Toda la información fue recopilada de las historias clínicas almacenadas en nuestra Institución, a las que sólo tuvieron acceso los autores del presente estudio.

Se conformaron dos cohortes de estudio: el **grupo 1**, con individuos que presentaban un valor del ángulo centro-borde entre 20 y 25° y que fueron agrupados bajo el término “displasia limítrofe” (DL). El **grupo 2** se formó con individuos con un valor del ángulo centro-borde normal entre 25 – 40° (CBN).

## Técnica quirúrgica

Con el paciente en decúbito dorsal en mesa de tracción, se realizaron los portales artroscópicos habituales (lateral y medio anterior) bajo control de intensificador de imágenes. En un primer tiempo se procedió con la capsulotomía interportal (en los casos de displasia limítrofe se efectuó una capsulotomía mínima tratando de preservar el ligamento iliofemoral). Una vez identificados la lesión labral y el acetábulo, se procedió con la resección de partes blandas con *shaver* hasta obtener una visión adecuada desde horas 3 a 12 y poder así continuar con la reparación labral pertinente con arpones de 2.9 mm de diámetro. A continuación, la tracción del miembro inferior se retiró para poder llevar a cabo la resección del CAM con *burr* de 4 mm, para ello flexionamos la pierna 45° en rotación neutra. Nuevamente, con intensificador de imágenes, se evaluó la osteocondroplastia y una vez constatada una resección satisfactoria, se realizó la prueba dinámica sin tracción para confirmar la ausencia de fricción. De ser posible, la reparación capsular se hizo mediante el uso de suturas de alta resistencia hasta verificar un cierre adecuado y ausencia de inestabilidad.

## Rehabilitación

Todos los pacientes llevaron a cabo el mismo protocolo de rehabilitación. Desde el primer día de la cirugía se les permitió deambular asistidos por dos muletas durante setenta y dos horas. Transcurrido ese tiempo, si presentaban buena tolerancia y equilibrio, se les permitió carga total sin asistencia. Durante los primeros diez días se restringió la flexión de caderas mayor a 90° y la rotación externa. El día once, comenzaron con fisioterapia priorizando el trabajo sobre el rango de movimiento y la coordinación. A partir de los treinta días, la rehabilitación se enfocó en el fortalecimiento de los músculos pelvianos, núcleo (CORE) y muslos. A partir de los sesenta días se les permitió el retorno progresivo al deporte de no mediar complicaciones.

## Análisis imagenológico

El diagnóstico de SFFA se basó en la presencia de coxartalgia asociada al hallazgo radiográfico de uno de los

siguientes signos: una deformidad tipo CAM, signo de entrecruzamiento o signo de la espina isquiática. Utilizamos la proyección anteroposterior para medir el ángulo centro-borde (CB) o de Wiberg,<sup>11</sup> trazando una línea vertical con origen en el centro de rotación de la cabeza femoral (CF) y otra línea que una el borde lateral de la ceja del acetábulo con el centro de rotación de la CF. En la proyección lateral, utilizamos el perfil de Dunn (45° de flexión y 20° de abducción), y se midió el ángulo alfa, trazando una línea que se origina en el centro de rotación de la CF y se dirige a través del eje anatómico del cuello femoral, y otra que parte desde el mismo origen hacia la zona de transición cabeza-cuello femoral. Un valor >50° definió la presencia de una deformidad tipo CAM<sup>13</sup> (fig. 1). Además, se evaluó la presencia de lesiones en labrum por medio de resonancia magnética.

El grado de artrosis preoperatoria fue evaluado según el método descrito por Tönnis.<sup>12</sup> Todas las mediciones fueron tomadas por un becario de perfeccionamiento entrenado en cirugía artroscópica de cadera utilizando el *software* SYNAPSE® (Fujifilm, Medical System, EE. UU.) para disminuir el sesgo de precisión. En caso de no estar disponibles las imágenes en formato digital, se llevaron a cabo con goniómetro en forma manual.

### Evaluación clínico-funcional

Los pacientes fueron citados a las cuarenta y ocho horas de la cirugía. Los controles sucesivos fueron realizados a los siete, catorce y treinta días postoperatorios. Luego se realizaron visitas a los tres, seis y doce meses. De no mediar complicaciones, posteriormente se realizó un control por año.

Para realizar el análisis objetivo utilizamos los scores de resultados de cadera (HOS) con sus respectivos subgrupos de actividades de la vida diaria (AVD) y deportes,<sup>14</sup> y Harris Hip Score (HHS), comparando los puntajes preoperatorios con los del último control. Del mismo modo, se evaluó el grado de satisfacción del paciente con la Escala Visual Análoga del Dolor.<sup>15</sup> Consideramos como falla la necesidad de cualquier procedimiento adicional durante su evolución o la persistencia de dolor luego de los seis meses. Todos los datos fueron recopilados de las historias clínicas archivadas en una institución de alto volumen quirúrgico en artroscopía de cadera.

### Estadística

Describimos las variables continuas como media y desvío estándar o mediana y rangos según su normalidad, mientras que las variables categóricas fueron definidas como porcentajes o frecuencias. Se compararon los puntajes obtenidos entre los grupos mediante un “t” test de Student para las variables cuantitativas y la prueba de Fisher

TABLA 1. COMPARACIÓN DE VARIABLES PREOPERATORIAS ENTRE AMBOS GRUPOS

	DL	CBN	valor de p
<b>Edad (media, DE)</b>	32.5 ± 6.6	34.1 ± 6.5	0.232
<b>Radiografía preoperatoria (media, DE)</b>			
Ángulo centro-borde	23.2 ± 1.4	36.0 ± 4.1	<0.001
Ángulo alfa	53 ± 5.1	54.8 ± 9.8	0.287
<b>Tönnis</b>			
0	30 (71.5)	32 (65.3)	0.532
1	12 (28.5)	17 (34.7)	
<b>Labrum</b>			
Reparación	34 (80.9)	49 (100.0)	
Resección	8 (19.1)		
<b>Cápsula</b>			
Cierre	10 (23.8)	5 (10.2)	
<b>Fallas</b>			
OPA	1 (2.4)	0 (0.0)	
Conversión a artroplastia	1 (2.4)	1 (2.0)	

OPA: Osteotomía periacetabular.

TABLA 2. VALORES PREOPERATORIOS Y LOS RESULTADOS POSTOPERATORIOS DE AMBOS GRUPOS

	DL	CBN	valor de p
<b>Preoperatorio (media, DE)</b>			
EVA	6.7 ± 1.1	6.0 ± 1.1	0.002
<b>Posoperatorios (media, DE)</b>			
HHS	87.0 ± 5.3	85.8 ± 3.6	0.200
EVA	1.5 ± 0.6	1.3 ± 0.5	0.075
<b>HOS Posoperatorio (media, DE)</b>			
HOS AVD	91.8 ± 6.6	93.2 ± 5.9	0.282
HOS Deportes	85.1 ± 7.7	88.3 ± 11.9	0.192

Variables numéricas son expresadas como media y desvío estándar. DL: Displasia limitrofe. CBN: Ángulo centro-borde normal. AVD: Actividades de la vida diaria. EVA: Escala Visual Análoga.

o de Chi-Cuadrado (X<sup>2</sup>) para las variables cualitativas, considerando estadísticamente significativa una diferencia <0.05. El tamaño de la muestra se determinó utilizando un nivel de confianza del 95%, con una probabilidad de obtener buenos resultados de un 90% y tolerando un error de estimación máximo del 5%. Todos los datos fueron volcados en una planilla de Excel (Redmon, EE. UU.) y para los cálculos estadísticos se utilizó el *software* GraphPad Prism 8.0 (Lajoya, CA, EE. UU.).

### RESULTADOS

La serie total quedó conformada por noventa y un pacientes. El grupo de DL tuvo cuarenta y dos pacientes mientras que el grupo ACB fue conformado por cuarenta y

TABLA 3. NÚMERO DE PACIENTES Y PORCENTAJES DE FALLAS DE ARTROSCOPÍAS DE CADERA

Estudio	Número de pacientes (ACBN - DB)	Falla (n, %)		Seguimiento promedio (meses)
		ACBN	DB	
Beck (2019) <sup>19</sup>	224 - 125		2 (1.6)	24
Beck (2020) <sup>20</sup>	176 - 88		3 (3.4)	60
Slullitel (2020) <sup>27</sup>	174 - 21	5 (2)	0 (0.0)	43
Nuestra serie	49 - 42	1 (2)	2 (4.8)	37

ACBN: ángulo centro-borde normal. DB: displasia borderline

nueve. La media de edad fue de  $32.5 \pm 6.6$  (rango 21 - 44) años y  $34.1 \pm 6.5$  (rango 23 - 47) años, respectivamente. No hubo diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la edad entre ambos grupos.

El seguimiento promedio fue de 37.1 meses (rango 36 - 120). En Tabla 1 pueden observarse las características de la población tratada.

En la evaluación imagenológica no hubo diferencias estadísticamente significativas en el valor del ángulo alfa. Se detectó lesión labral en el 100% de los casos en RM. Con respecto al análisis funcional, se reportaron incrementos estadísticamente significativos en ambos grupos (DL:  $72.7 \pm 3.5$  versus  $87.9 \pm 5.5$ ) y CBN:  $68.5 \pm 4.5$  versus  $85.8 \pm 3.7$ ;  $p < 0.01$ ).

El análisis del puntaje de EVA registró un descenso estadísticamente significativo al comparar los valores preoperatorios con los del último control en ambos grupos (DL:  $6.7 \pm 1.1$  versus  $1.5 \pm 0.6$ ;  $p < 0.01$  y CBN:  $6.0 \pm 1.1$  versus  $1.3 \pm 0.5$ ;  $p < 0.01$ ).

El puntaje de las escalas de HHS y EVA postoperatorias no mostró diferencias estadísticamente significativas al comparar los resultados entre los pacientes del grupo DL y CBN ( $87.0 \pm 5.3$  versus  $85.8 \pm 3.6$ ;  $p = 0.200$  y  $1.5 \pm 0.6$  versus  $1.3 \pm 0.5$ ;  $p = 0.07$ , respectivamente). No se observaron diferencias estadísticamente significativas con respecto a las actividades de la vida diaria del score de HOS ( $91.8 \pm 6.6$  versus  $93.2 \pm 5.9$ ;  $p = 0.28$ ), ni de deportes, ( $85.1 \pm 7.7 \pm 8.3$  versus  $88.3 \pm 11.9$ ;  $p = 0.19$ ) (Tabla 2) luego de la cirugía.

Con respecto a las complicaciones, en el grupo de DL se observaron dos (4.7%) neuropraxias (una del nervio femorocutáneo y otra del nervio pudendo), mientras que en el grupo CBN se registraron dos (4.0%) casos que afectaron al nervio pudendo. Todas resolvieron completamente en forma espontánea entre dos a cuatro semanas.

Se documentaron dos (4.8%) fallas en el grupo de DB: un paciente que evolucionó con dolor persistente y clínica de inestabilidad, por lo que a los catorce meses se realizó osteotomía periacetabular de Ganz. En cada grupo se observó un paciente con conversión a prótesis a los dieciséis y catorce meses, respectivamente.

## DISCUSIÓN

Desde hace muchos años, el éxito de la artroscopia de cadera como procedimiento aislado en pacientes con displasia acetabular ha sido puesto en duda.

El hallazgo más importante de nuestro estudio fue que los pacientes con displasia limítrofe a los que se les practicó una artroscopia de cadera presentaron resultados clínicos y funcionales similares en comparación a aquellos con un ángulo centro-borde normal (ACBN).

Un procedimiento artroscópico puede resultar útil para tratar un síndrome de fricción o algún grado de inestabilidad de cadera, pero no puede corregir la falta de cobertura acetabular y, por lo tanto, la sobrecarga mecánica en el extremo lateral del acetábulo persiste.<sup>16</sup> Algunos sostienen que en estos casos sería conveniente realizar una OPA para poder conseguir una cobertura más concéntrica y congruente entre la copa acetabular y la cabeza femoral.<sup>17,18</sup>

En el año 2009, Parvizi y cols. reportaron una tasa de falla del 70% en este tipo de pacientes tratados mediante artroscopia, con un seguimiento promedio de 3.5 años. Descubrieron que con este método incluso podría acelerarse el proceso de degeneración articular.<sup>5</sup> Por otro lado, recientemente Beck y cols. describieron una serie comparativa con un seguimiento de dos y cinco años,<sup>19,20</sup> donde no encontraron diferencias clínicas ni funcionales significativas entre los pacientes con displasia limítrofe y los que presentaban un valor normal del ángulo de Wiberg. Un dato importante de este estudio, es que en todos los casos se realizó el cierre capsular y se sabe actualmente que esto promueve la estabilidad de la articulación.<sup>21-24</sup>

En nuestra serie, el cierre no fue realizado de rutina y esto se explica por incluir pacientes operados años atrás, donde en algunos casos se optó por la resección, lo cual actualmente tiene la potencial consecuencia de daño condral y una aparición precoz de artrosis, lo que conduce así a pobres resultados.<sup>25</sup>

Sin embargo, con un seguimiento promedio de tres años, no se observaron diferencias clínicas estadísticamente significativas en cuanto a las actividades de la vida diaria, ni para la deportiva. Creemos que esto puede estar in-

fluenciado por el bajo número de pacientes y/o el corto seguimiento.

La búsqueda de las características de los pacientes que se asocian a pobres resultados es de gran interés. Anteriormente, fue descrito que el sexo femenino, con displasias leves o moderadas y con anomalías intraarticulares, es un factor predisponente al fracaso en la artroscopia de cadera.<sup>26</sup> En nuestro estudio todos los pacientes incluidos fueron mujeres y se observó una tasa baja de fallas en ambos grupos. Una causa puede deberse a la experiencia del cirujano a cargo y, nuevamente, al seguimiento a corto plazo de la serie. Podemos ver reflejado esto y la comparación con otras series de la literatura en la Tabla 3.

Dentro de las limitaciones de este trabajo podemos mencionar las propias de un estudio retrospectivo, el bajo número de pacientes y que no realizamos un análisis radiográfico de la progresión de artrosis en el seguimiento.

Además, algunas de las mediciones fueron hechas con goniómetro en forma manual, lo cual puede esconder algún sesgo de precisión.

Como fortalezas podemos destacar que todos los pacientes fueron del mismo sexo, operados por el mismo cirujano y que se pudo realizar un análisis estadístico comparativo de ambos grupos. Queda pendiente continuar el estudio de la serie para poder observar los resultados a mediano y largo plazo.

## CONCLUSIÓN

Los pacientes sometidos a una artroscopia de cadera con displasia limítrofe alcanzan resultados clínicos y funcionales similares que aquellos con ACBN con una media de seguimiento de tres años.

## BIBLIOGRAFÍA

- Chaharbakshi EO; Hartigan DE; Perets I; Domb BG. Is hip arthroscopy effective in patients with combined excessive femoral anteversion and borderline dysplasia? A Match-Controlled Study. *Am J Sports Med*, 2019; 47(1): 123–30.
- Bonazza N; Homcha B; Guodong L; Leslie D; Dhawan A. Surgical trends in arthroscopic hip surgery using a large national database. *Arthroscopy*, 2018; 34(6): 1825–30. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2018.01.022>
- Ricciardi BF; Fields KG; Wentzel C; Kelly BT; Sink EL. Early functional outcomes of periacetabular osteotomy after failed hip arthroscopic surgery for symptomatic acetabular dysplasia. *Am J Sports Med*, 2017; 45(11): 2460–7.
- Domb BG; Stake CE; Lindner D; El-Bitar Y; Jackson TJ. Arthroscopic capsular plication and labral preservation in borderline hip dysplasia two-year clinical outcomes of a surgical approach to a challenging problem. *Am J Sports Med*, 2013; 41(11): 2591–8.
- Parvizi J; Bican O; Bender B; Mortazavi SMJ; Purtill JJ; Erickson J; et al. Arthroscopy for labral tears in patients with developmental dysplasia of the hip: a cautionary note. *J Arthroplasty*, 2009; 24(6): 110–3. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arthro.2009.05.021>
- Fukui K; Briggs K; Trindade C; Philippon MJ. Outcomes after labral repair in patients with femoroacetabular impingement and borderline dysplasia. *Arthroscopy*, 2015; 31(12): 2371–9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arthro.2015.06.028>
- Cvetanovich GL; Levy DM; Weber AE; Kuhns BD; Iii RCM; Salata MJ; et al. Do patients with borderline dysplasia have inferior outcomes after hip arthroscopic surgery for femoroacetabular impingement compared with patients with normal acetabular coverage? *Am J Sports Med*, 2017; 45(9): 2116–24.
- Dwyer MK; Lee J; McCarthy JC. Cartilage status at time of arthroscopy predicts failure in patients with hip dysplasia. *J Arthroplasty*, 2015; 30(9): 121–4. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arthro.2014.12.034>
- Stappacher SD; Tannast M; Ganz R; Siebenrock KA. Mean 20-year followup of bernese periacetabular osteotomy. *Clin Orthop Relat Res*, 2008; 466(7): 1633–44.
- Nepple JJ; Philippon MJ; Campbell KJ. The hip fluid seal — Part II: The effect of an acetabular labral tear, repair, resection, and reconstruction on hip stability to distraction. *Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc*, 2014; 22(4): 730–6.
- Vilaseca T; Chahla J. Artroscopia de cadera: indicaciones, resultados y complicaciones. Revisión bibliográfica y experiencia personal. *Artroscopia*, 2015; 22(3): 107–13.
- Kovalenko B; Bremjitt P; Fernando N. Classifications in Brief: Tönnis classification of hip osteoarthritis. *Clin Orthop Relat Res*, 2018; (476): 1680–4.
- Gedouin J; May O; Bonin N; Nogier A; Boyer T; Sadri H; et al. Assessment of arthroscopic management of femoroacetabular impingement. A prospective multicenter study. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2010; 96(8): 59–67.
- Martin RL; Kelly BT; Philippon MJ. Evidence of validity for the hip outcome score. *Arthroscopy*, 2006; 22(12): 1304–11.
- Collins SL; Moore RA; Mcquay HJ. The visual analogue pain intensity scale: what is moderate pain in millimetres? *Pain*, 1997; 72: 95–7.
- Casp A; Gwathmey FW. Hip arthroscopy. Common problems and solutions. *Clin Sport Med*, 2018; 37(2): 245–63.
- Kirsch JM; Khan M; Bedi A. Does hip arthroscopy have a role in the treatment of developmental hip dysplasia? *J Arthroplasty*, 2017; 32(9): 28–31. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arthro.2017.02.022>
- Millis MB; Kim Y. Periacetabular osteotomy after failed hip arthroscopy for labral tears in patients with acetabular dysplasia. *J Bone Joint Surg*, 2011; 93A(2): 57–61.
- Beck EC; Nwachukwu BU; Chahla J; Jan K; Keating TC; Suppauksorn S; et al. Patients with borderline hip dysplasia achieve clinically significant outcome after arthroscopic femoroacetabular impingement surgery a case-control study with minimum 2-year follow-up. *Am J Sports Med*, 2019; 47(11): 2636–45.
- Beck EC; Drager J; Nwachukwu B; Rasio J; Jan K; Chahla J; et al. Patients with borderline hip dysplasia achieve clinically significant improvement after arthroscopic femoroacetabular impingement surgery. a case-control study with a minimum 5-year follow-up. *Am J Sports Med*, 2020; 48(7): 1616–24.
- Chahla J; Mikula JD; Schon JM; Dean CS; Dahl KD; Menge TJ; et al. Hip capsular closure: a biomechanical analysis of failure torque. *Am J Sports Med*, 2016; 45(2): 434–9.
- Nho SJ; Beck EC; Kunze KN; Okoroa K; Suppauksorn S; Beck EC. Contemporary management of the hip capsule during arthroscopic hip preservation surgery. *Curr Rev Musculoskelet Med*, 2019; 12(3): 260–70.
- Riff A; Kunze K; Movassaghi K; Hijji F; Beck EC; Harris JD; et al. Systematic review of hip arthroscopy for femoroacetabular impingement: the importance of labral repair and capsular closure. *Arthroscopy*, 2019; 35(2): 646–56.e3. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2018.09.005>
- Harris JD. Capsular management in hip arthroscopy. *Clin Sports Med*, 2016; 35(3): 373–89. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.csm.2016.02.006>
- Philippon MJ; Schroder e Souza BG; Briggs KK. Labrum: resection, repair and reconstruction sports medicine and arthroscopy review. *Sports Med Arthrosc Rev*, 2010; 18(2): 76–82. DOI: 10.1097/JSA.0b013e3181de376e.

- 
26. Ross JR; Clohisy JC; Baca G; Sink E; ANCHORS investigators. Patient and disease characteristics associated with hip arthroscopy failure in acetabular dysplasia. *J Arthroplasty*, 2014; 29(9 Suppl): 160–3. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2014.03.054>
27. Slullitel P; Oñativia JI; García-Mansilla A; Diaz-Dilernia F; Buttaro MA; Zanotti G; et al. ¿Es útil la artroscopia de cadera para el tratamiento de la displasia límite?: análisis de casos y controles. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*, 2020; 64(5): 326–34.

# Osteotomía selectiva como tratamiento de la inestabilidad medial de rodilla

Rodrigo Maestu,<sup>1</sup> Matías Medus,<sup>1</sup> Pablo Rainaudi,<sup>1</sup> Federico Manfrin<sup>2</sup>

1. Centro de Estudio y Tratamiento de Enfermedades Articulares (CETEA), CABA, Argentina

2. Consultorio de Especialidades Traumatológicas y Ortopédicas (CETO), Buenos Aires, Argentina

## RESUMEN

Las fracturas de platillos tibiales son lesiones frecuentes. Una de sus complicaciones postoperatorias es la pérdida de reducción con desviación de los ejes en los planos coronal, sagital y axial.

La depresión ósea genera incongruencia articular con pérdida de tensión de estructuras ligamentarias indemnes, causando una pseudo laxitud con inestabilidad. Esto requiere de una corrección ósea para aumentar la tensión de dichas estructuras ligamentarias, y lograr así recuperar la congruencia y estabilidad articular en todo el rango de movilidad.

El objetivo del presente trabajo es reportar un caso de inestabilidad medial en un paciente joven, quien, tras una fractura de platillo tibial medial mal consolidada, requirió una osteotomía selectiva biplanar e intraarticular para corregir dicha deformidad.

**Palabras clave:** Secuela Fractura Platillo Tibial; Pérdida de Reducción; Rodilla

## ABSTRACT

Tibial plateau fractures are frequent. Loss of reduction with axis deviation in the coronal, sagittal and axial planes is one of the postoperative complications.

Bone depression generates joint incongruity with loss of tension in undamaged ligament structures resulting in pseudo laxity with instability. This requires a bone correction to increase the tension of ligament structures, hence achieving the recovery of joint congruence and stability throughout the range of mobility.

The objective of the current paper is to report a case of medial instability in a young patient, who suffered a medial tibial plateau fracture with poor bone consolidation, with consequent laxity and pain in the medial compartment, which required a selective biplanar and intra-articular osteotomy to correct such deformity.

**Keywords:** Tibial Plateau Fracture Sequela; Loss of Reduction; Knee

## INTRODUCCIÓN

Las fracturas de platillos tibiales son lesiones frecuentes, representan el 1% del total de las fracturas, y llegan hasta el 8% en la población anciana.<sup>1,2</sup> De los diferentes tipos existentes, aquellas que comprometen el platillo medial representan menos del 10%.<sup>1</sup>

La incidencia de complicaciones postoperatorias no ha sido claramente establecida.<sup>3</sup> Además de las comunes a cualquier procedimiento traumatológico (infección, dehiscencia, trombosis, rigidez, pseudoartrosis), es importante remarcar la mala reducción intraoperatoria o la pérdida de esta, que genera una mala consolidación, con desviación de los ejes en los planos coronal, sagital y axial, causando, a su vez, inestabilidad, daño del cartílago y meniscos, con la consecuente evolución temprana a la osteoartrosis. Para evitarlo, no sólo es importante seleccionar correctamente el abordaje e implante en la planificación preoperatoria, sino también es fundamental una técnica adecuada y un control intraoperatorio de la reducción lograda para asegurar una buena alineación y no pasar por alto ninguna

deformidad en cualquiera de los tres planos del espacio.<sup>4</sup>

La bibliografía nos habla de buenos resultados a corto plazo en el tratamiento quirúrgico de estas fracturas. Mientras que empeoran a largo plazo si la reducción no es óptima (menos de 2 mm de escalón articular), con un alto riesgo de evolucionar a la osteoartrosis y requerimiento de artroplastia.<sup>1,5</sup>

Además, la depresión ósea genera incongruencia articular con pérdida de tensión de estructuras ligamentarias indemnes, causando una pseudo laxitud con inestabilidad.<sup>6</sup> Esto requiere de una corrección ósea para aumentar la tensión de dichas estructuras ligamentarias, y lograr así recuperar la congruencia y estabilidad articular en todo el rango de movilidad.

El objetivo del presente trabajo es reportar un caso de inestabilidad medial en un paciente joven, quien sufrió una fractura de platillo tibial medial con una mala consolidación ósea, con la consecuente laxitud y dolor en el compartimento medial, que requirió una osteotomía selectiva biplanar e intraarticular para corregir dicha deformidad.

## CASO CLÍNICO

Se trata de una paciente de sexo femenino, de cuarenta y seis años, operada en otro centro, que consultó por dolor,

Rodrigo Maestu

rmaestu@intramed.net

Recibido: Septiembre de 2020. Aceptado: Marzo de 2023.



Figura 1: Telemetría de ambos miembros inferiores frente, prequirúrgica.

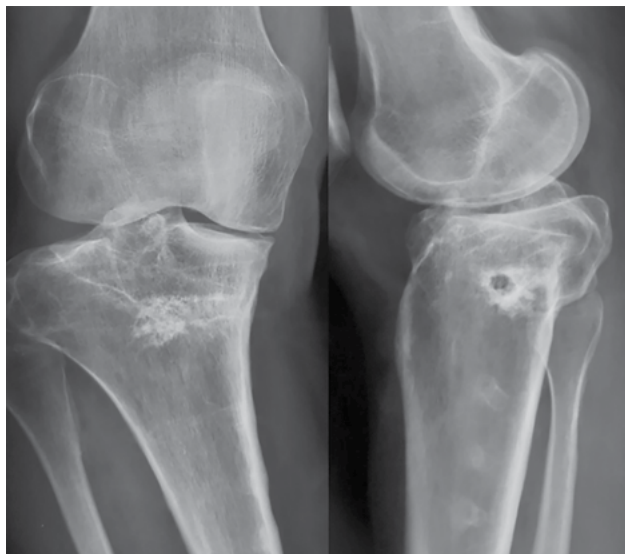


Figura 2: Radiografía frente monopodálica y perfil de rodilla derecha, prequirúrgica.

inestabilidad y deformidad en varo con *recurvatum* asociado en la rodilla debido a una fractura de platillo tibial de rodilla derecha (Schatzker tipo IV), con compromiso de la

columna medial y posteromedial (Luo *et al.*).<sup>7</sup> Sin comorbilidades y con antecedente de tratamiento quirúrgico en dos oportunidades en el 2018 (el primero, reducción y osteosíntesis; el segundo, retiro de material).

A la inspección presentaba la deformidad coronal y sagital previamente nombrada (varo *recurvatum*). Sin trastorno rotacional aparente, con claudicación en la marcha y acortamiento de 12 mm en la extremidad comprometida. A la palpación, derrame articular, con déficit en la flexión, con hiperextensión y bostezo en 30° del compartimento medial. En el plano coronal, la telemetría presentaba un varo de 11° a expensas del hundimiento del platillo medial, con un claro pinzamiento del compartimento comprometido en la radiografía de frente con carga monopodálica (fig. 1). En la radiografía con estrés comparativa, se observaba un bostezo medial mayor a 3.2 mm a 30°, sin inestabilidad externa.

En el plano sagital, un *slope* invertido de -2° de platillo tibial medial, medido con el método de Dejour-Bonnin<sup>8</sup> en la Rx de perfil estricto. Y altura rotuliana normal (0.8), medida con el índice de Caton-Deschamps (fig. 2).

En el plano axial, no presentaba trastorno rotacional en la tomografía axial computada sin contraste con mediciones normales: distancia entre la tuberosidad anterior de la tibia y el surco troclear, anteversión femoral y extrarrotación tibial.

A su vez en la resonancia magnética se observaba edema óseo con signos degenerativos en el cartílago y menisco del compartimento medial con indemnidad de las estructuras ligamentarias, tanto del pivote central como del ángulo posteromedial.

Se interpretó la deformidad ósea como causa de inestabilidad, por lo tanto, se decidió realizar osteotomía selectiva para recuperar la altura de la interlínea del platillo medial y de esa manera compensar la pérdida de tensión del ligamento colateral medial superficial (LCMS) a expensas de la incongruencia articular.

### Planificación preoperatoria

Se realizó la medición de los ángulos propuestos por Paley para identificar la deformidad coronal primaria. Se observaba un ángulo de congruencia articular (JLCA: 6°) **incrementado** y mecánico de la tibia proximal medial **disminuido** (MPTA: 80.6°),<sup>9</sup> con un ángulo mecánico lateral de fémur distal normal (mLDFA: 86.65°). Sobre esta base, se planteó una corrección de 12.68° en el plano coronal y de 6° en el plano sagital mediante una osteotomía selectiva intraarticular, proximal a la inserción distal del LCMS y aditiva, reproduciendo la orientación del trazo fracturario en el plano coronal y sagital. Con el objetivo final de normalizar el eje mecánico de la extremidad y recuperar un valor normal de *slope* tibial de 4°.

### Técnica quirúrgica

En primer lugar, se realizó la evaluación artroscópica, en la que se evidenció compromiso del cartilago (Outerbridge grado 3) tanto de la superficie tibial como femoral, con lesión degenerativa y estable del menisco medial, que no requirió tratamiento. Sin lesiones ligamentarias, ni del resto de los compartimentos.

En segundo lugar, se efectuó un abordaje medial a través de la herida previa, con resección de la cicatriz mediante una incisión losángica. Se marcó la dirección del corte mediante la colocación de una clavija guía sin atravesar la interlínea articular, respetando la inserción distal del ligamento colateral medial superficial. Se realizó la osteotomía con sierra oscilante, orientando la hoja en la dirección del trazo fracturario en el plano coronal y dando la inclinación adecuada en el plano sagital para lograr aumentar el *slope* del platillo medial. De esta manera, se logra una cuña aditiva medial y anterior, donde se colocó un bloque de injerto óseo cadavérico de cresta tricortical, preparado previamente a medida. Se evaluó la alineación mecánica de la extremidad mediante radioscopia y, a su vez, clínicamente tanto la negativización del bostezo medial en 30° como la hiperextensión por *recurvatum*, gracias al tope óseo logrado.

Finalmente se hizo la fijación y osteosíntesis con placa bloqueada anatómica, con seis tornillos, logrando una estabilidad que permitiera la temprana movilización articular. Preferimos las placas bloqueadas que utilizamos en el tratamiento de fracturas porque ofrecen mayor cantidad de opciones de fijación distribuidas en un implante de mayor longitud, lo cual reduce el estrés del sistema, y disminuye el riesgo de fatiga y pérdida de estabilidad.<sup>8</sup> (figs. 3 y 4).

En el postoperatorio inmediato se permitieron ejercicios de movilidad pasiva asistida a partir de las cuarenta y ocho horas postoperatorias. Inicio con descarga parcial con muletas a partir de la tercera semana en forma progresiva, logrando la carga total; se completó la consolidación ósea a la sexta semana.

### DISCUSIÓN

El colapso en varo y la alteración del *slope* tibial son complicaciones frecuentes en patrones fracturarios que comprometen la columna medial, debido a una reducción y/o fijación insuficiente. La clasificación e interpretación incompleta de la lesión llevan a una mala planificación, con una elección incorrecta de la vía de acceso e implantes.

En los últimos diez años, de la mano de la tomografía computada, diversos autores como Luo *et al.*<sup>7</sup> comenzaron a jerarquizar la evaluación tridimensional de las fracturas de platillo tibial, generando nuevos sistemas de clasi-

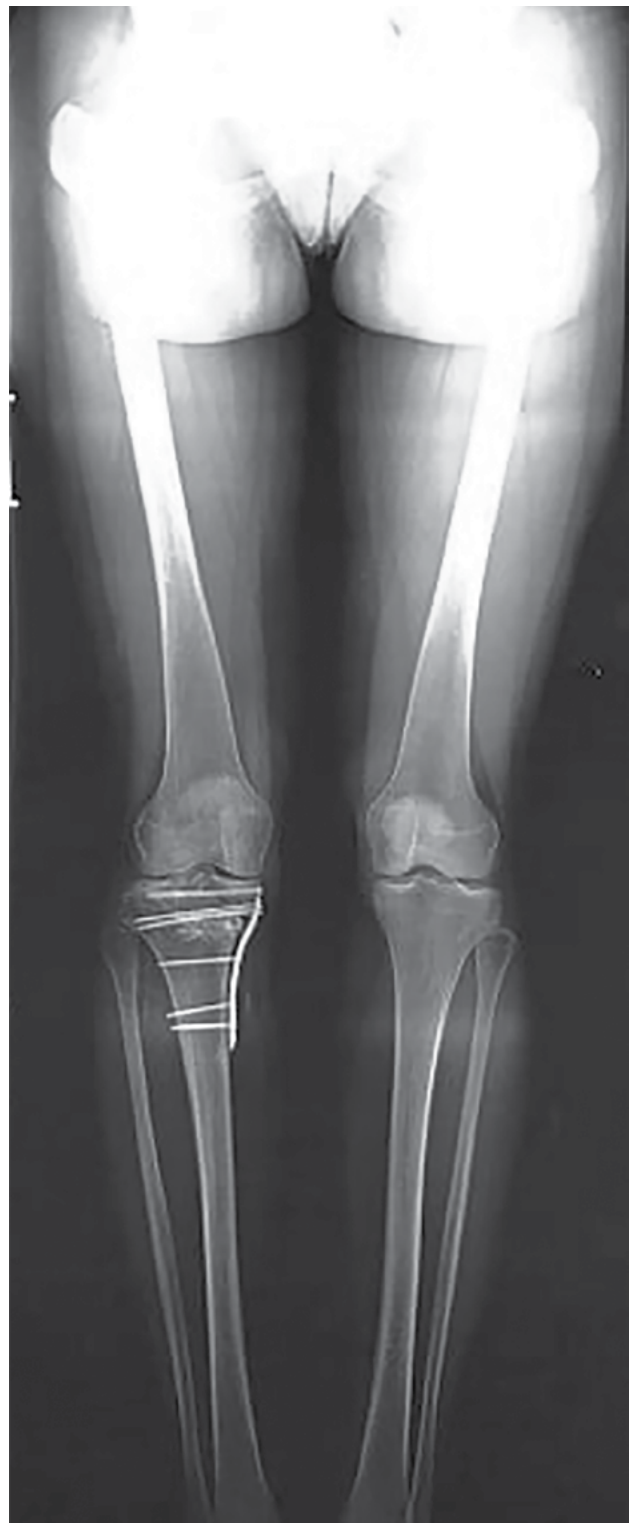


Figura 3: Telemetría de ambos miembros inferiores frente, postquirúrgica.

ficación que permitieron mejorar la selección de abordajes e implantes al momento de la planificación preoperatoria. Recientemente, Anwar *et al.*,<sup>10</sup> partiendo del concepto de Luo, desarrollaron una clasificación alfanumérica, donde dividen la tibia proximal en dos grandes columnas, que a su vez dividen en cuadrantes (anterior y posterior) e incorpo-

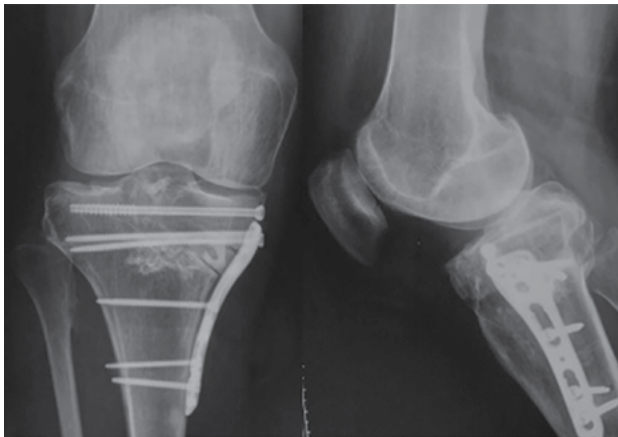


Figura 4: Radiografía frente y perfil de rodilla derecha, postquirúrgicas.

ran el mecanismo lesional.

Por su parte, las fracturas del platillo medial, que clásicamente eran denominadas Schatzker tipo IV,<sup>11</sup> incluyen un grupo variado de patrones fracturarios, que presentan un riesgo aumentado de complicaciones graves tales como síndrome compartimental y lesión vascular. Autores como Moore *et al.*<sup>12</sup> la consideran una fractura-luxación y otros como Wahlquist *et al.*<sup>13</sup> consideran que cuanto más lateral sea la línea fracturaria, mayor es el riesgo de complicaciones asociadas. Más recientemente, Chang *et al.*<sup>14</sup> remarcan la importancia de los trazos sagitales y del frecuente compromiso asociado de la columna posterolateral, clasificándolas en dos grupos con diferentes subtipos, de esta manera, permite un mayor entendimiento y mejor planificación de la estrategia quirúrgica.

La pérdida de la congruencia articular por colapso parcial de un sector de la interlínea lleva a una disminución en la tensión de las estructuras ligamentarias ipsilaterales, con una pseudolaxitud que conlleva inestabilidad asociada. Su corrección mediante una osteotomía selectiva intraarticular logra recuperar la tensión ligamentaria, la estabilidad y la distribución de carga axial, retrasando el deterioro articular.

Singh *et al.*,<sup>15</sup> en una serie de casos con un seguimiento de treinta meses, tratados por secuelas de fracturas de pla-

tillo tibial medial que sufrieron colapso en varo, reportan una adecuada corrección de la deformidad, mejorías en la estabilidad y funcionalidad en todos los pacientes mediante una osteotomía aditiva intraarticular unicompartmental. Mientras que Sundararajan *et al.*<sup>16</sup> realizan una osteotomía valguizante de tibia proximal convencional, en un estudio prospectivo con dieciocho pacientes, elevando la interlínea articular completa. Obtienen, así, mejoría de todos los resultados funcionales con bajo índice de complicaciones. Sin embargo, en *slopes* muy aumentados y deformidades en varo importantes, la corrección fue insuficiente. Esto se debe al riesgo de fractura y de una patela baja al realizar grandes correcciones en este tipo de osteotomía.

En nuestro caso, nos basamos en los principios enunciados por Paley,<sup>9</sup> quien plantea que, en una deformidad unilateral con incongruencia e inestabilidad, la línea de corte de la osteotomía debería ser intraarticular, elevando solo el platillo comprometido a nivel proximal del ligamento colateral medial superficial para retensar esta estructura. Tomando como referencia el ángulo mecánico medial de la tibia proximal (valor normal de 87°) y el *slope* tibial, medido sobre la base de una línea tangencial al platillo indemne, en este caso el lateral.

## CONCLUSIÓN

Las fracturas que comprometen la columna medial son un grupo complejo de lesiones que no deben ser subestimadas tanto en su diagnóstico como a la hora de su tratamiento.

Los avances en los métodos diagnósticos, así como en los tratamientos, nos brindan la posibilidad no sólo de corregir deformidades cada vez más complejas, sino también de tratar lesiones asociadas mediante técnicas artroscópicas.

Creemos que las osteotomías selectivas son una herramienta indispensable dentro del arsenal terapéutico de un cirujano ortopedista para la corrección de secuelas de este tipo de fracturas, partiendo siempre de una planificación minuciosa.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Meulenkamp B; Martin R; Desy NM; Duffy P; Korley R; Puloski S; Buckley R. Incidence, risk factors, and location of articular malreductions of the tibial plateau. *J Orthop Trauma*, 2017; 31(3): 146-50.
2. Kugelman D; Qatu A; Haglin J; Leucht P; Konda S; Egol K. Complications and unplanned outcomes following operative treatment of tibial plateau fractures. *Injury*, 2017; 48(10): 2221-9. DOI: 10.1016/j.injury.2017.07.016.
3. Ryu SM; Choi CH; Yang HS; Park WT; Shon OJ; Park SG. Causes and treatment outcomes of revision surgery after open reduction and internal fixation of tibial plateau fractures. *Int Orthop*, 2019; 43(7): 1685-94. DOI: 10.1007/s00264-018-4080-y.
4. Krettek C; Miclau T; Grün O; Schandelmaier P; Tscherne H. Intraoperative control of axes, rotation and length in femoral and tibial fractures. Technical note. *Injury*, 1998; 29 Suppl 3: C29-39. DOI: 10.1016/s0020-1383(98)95006-9.
5. Wasserstein D; Henry P; Paterson JM; et al. Risk of total knee arthroplasty after operatively treated tibial plateau fracture: a matched population-based cohort study. *J Bone Joint Surg Am*, 2014; 96: 144-50.
6. Ayerza MA; Suarez F; Costa-Paz M; Muscolo DL. Can wedge osteotomy correct depression of the lateral tibial plateau mimicking posterolateral rotatory knee instability? *Clin Orthop Relate Res*, 2012; 470: 986-92. DOI 10.1007/s11999-011-1855-5
7. Luo CF; Sun H; Zhang B; Zeng BF. Three-column fixation for complex tibial plateau fractures. *J Orthop Trauma*, 2010; 24(11): 683-92. DOI: 10.1097/BOT.0b013e3181d436f3
8. Dejour H; Bonnin M. Tibial translation after anterior cruciate

- ligament rupture. Two radiological tests compared. *J Bone Joint Surg Br*, 1994; 76(5): 745-9.
9. Paley D. *Principles of Deformity Correction*. 2002, Springer Berlin, Heidelberg.
  10. Anwar A; Zhang Y; Zhao Z; Gao Y; Sha L; Lv D; Zhang Z; et al. Two column classification of tibial plateau fractures; description, clinical application and reliability. *Injury*, 2019; 50(6): 1247-55. DOI: 10.1016/j.injury.2019.04.021
  11. Schatzker J; McBroom R; Bruce D. The tibial plateau fracture: the Toronto experience 1968-1975. *Clin Orthop Relat Res*, 1979; (138): 94-104.
  12. Moore TM. Fracture-dislocation of the knee. *Clin Orthop*, 1981; 156: 128-40.
  13. Wahlquist M; Iagulli N; Ebraheim N; Levine J. Medial tibial plateau fractures: a new classification system. *J Trauma*, 2007; 63(6): 1418-21.
  14. Chang SM; Zhang YQ; Yao MW; Du SC; Li Q; Guo Z. Schatzker type IV medial tibial plateau fractures: a computed tomography-based morphological subclassification. *Orthopedics*, 2014; 37(8): e699-706. DOI: 10.3928/01477447-20140728-55
  15. Singh H; Singh VR; Yuvarajan P; Maini L; Gautam VK. Open wedge osteotomy of the proximal medial tibia for malunited tibial plateau fractures. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 2011; 19(1): 57-9. DOI: 10.1177/230949901101900113
  16. Sundararajan SR; Nagaraja HS; Rajasekaran S. Medial open wedge high tibial osteotomy for varus malunited tibial plateau fractures. *Arthroscopy*, 2017; 33(3): 586-94. DOI: 10.1016/j.arthro.2016.08.027

# Técnica quirúrgica para la reconstrucción del ligamento patelofemoral medial

Jorge W. Torres Loaiza,<sup>1</sup> Fernando Noboa Izurieta,<sup>2</sup> Luis Uquillas Soto,<sup>3</sup>  
Jorge Andrés Cabezas Muñoz,<sup>1</sup> Edwin Andrés Larco Villalva<sup>1</sup>

1. Hospital Pablo Arturo Suarez, Quito, Ecuador

2. Clínica Pasteur, Quito, Ecuador

3. Clínica Internacional, Quito, Ecuador

## RESUMEN

La inestabilidad patelofemoral es uno de los problemas más frecuentes en pacientes jóvenes, y representa del 2 al 3% de todas las lesiones de rodilla.<sup>1</sup> Significa una causa importante de morbilidad debido a la limitación de varias actividades de la vida diaria, y a largo plazo el surgimiento de artrosis.<sup>2</sup>

La inestabilidad patelofemoral es descrita como la deficiencia de la constricción pasiva que genera un desplazamiento lateral de la patela total o parcial de su posición normal con respecto a la tróclea.<sup>3</sup> Los desórdenes patelofemorales son el resultado de una anatomía aberrante, están dados por una alteración en la alineación ósea y generan un desequilibrio biomecánico.<sup>4</sup> Existen cuatro factores clásicos que generan inestabilidad patelar: patela alta, displasia troclear, alteración en la distancia (TT-TG) y excesiva inclinación patelar.<sup>5</sup> Al generarse una luxación, el ligamento patelofemoral medial (LPFM) se ve afectado en al menos el 25% de los casos. El complemento diagnóstico se realiza a través de rayos X, tomografía computarizada y resonancia magnética.

La restauración de la función por tratamiento quirúrgico ha mostrado resultados similares al conservador en primoluxaciones, sin embargo, se ha visto que la reconstrucción del ligamento patelofemoral medial presenta mejores resultados clínicos para el paciente.<sup>6</sup> Hasta el momento, hemos intervenido diecinueve pacientes con la técnica descrita, para los cuales no hay reportada una relajación de rótula y tienen una escala de Lysholm de 87 puntos que se encuentra dentro del parámetro "bueno".

**Palabras clave:** Ligamento Patelofemoral Medial; TT-TG; Displasia Troclear; Tilt Patelar

## ABSTRACT

*Patellofemoral instability is one of the most frequent problems in young patients, and represents 2 to 3% of all knee injuries.<sup>1</sup> It denotes an important cause of morbidity due to the limitation of various activities of daily living and in the long term the appearance of osteoarthritis.<sup>2</sup>*

*Patellofemoral instability is defined as the deficiency of passive constriction that generates a total or partial lateral displacement of the patella from its normal position with respect to the trochlea.<sup>3</sup> Patellofemoral disorders are the result of an aberrant anatomy, they are given by an alteration in bone alignment and generates a biomechanical imbalance.<sup>4</sup> There are four classic factors that generate patellar instability: high patella, trochlear dysplasia, alteration in distance (TT-TG) and excessive patellar inclination.<sup>5</sup> When generating the dislocation, the medial patellofemoral ligament is affected in at least 25% of cases. The diagnostic complement is carried out through X-rays, computed tomography and nuclear magnetic resonance.*

*Restoration of function surgical treatment has shown similar results to conservative treatment in primoluxations, however it has been seen that reconstruction of the medial patellofemoral ligament presents better clinical results for the patient.<sup>6</sup>*

*To date, nineteen patients we have been operated on with the technique described of whom there is no reported relaxation of the patella and who have a Lysholm scale of 85 points that is within a good parameter.*

**Keywords:** Medial Patellofemoral Ligament; TT-TG; Trochlear Dysplasia; Patellar Tilt

## INTRODUCCIÓN

### Anatomía y biomecánica

La patela representa el hueso sesamoideo más grande del cuerpo humano, conecta el tendón del cuádriceps con el tendón rotuliano hacia la tibia y consta de dos facetas articulares principales: la faceta lateral suele ser más larga e inclinada para coincidir con el cóndilo femoral lateral, y la faceta medial es más pequeña, con una pendiente más corta.<sup>4</sup>

La tróclea está formada por la cara anterior del fémur distal. Tiene un surco troclear centralizado con facetas

mediales y laterales asociadas. El surco troclear se profundiza a medida que se extiende distalmente, y se desvía lateralmente antes de terminar en la escotadura femoral. Las facetas se transforman en los cóndilos femorales medial y lateral. La profundidad del surco troclear se puede medir por el ángulo del surco.<sup>4,7</sup>

La región medial corresponde al territorio del ligamento patelofemoral medial, y se ha descrito la presencia de tres capas en el tejido:<sup>8</sup> la primera capa incluye el retináculo medial que se extiende desde la tibia anteromedial hasta mezclarse con fibras del retináculo medial superficial. La segunda capa está formada por fibras del ligamento patelofemoral medial junto con el ligamento colateral medial. La longitud media del ligamento patelofemoral medial es de 53 a 55 mm, mientras que su ancho puede oscilar entre 3 y 30 mm y ensancharse en sus uniones;

Jorge W. Torres Loaiza

drjorgewtorres@gmail.com

Recibido: Enero de 2023. Aceptado: Mayo de 2023.

discurre desde el tubérculo aductor, anterior al epicóndilo femoral medial hasta los dos tercios superomediales de la patela. La tercera capa corresponde al ligamento patelomeniscal medial.<sup>4,7</sup>

A los 20 o 30° de flexión de la rodilla, la rótula se engancha en la tróclea, proporcionando una mayor estabilidad. A medida que la flexión aumenta de 0 a 60°, el área de contacto de la rótula aumenta y se mueve de distal a proximal. El área de contacto de la tróclea avanza distalmente. También hay una fuerza dirigida posterior creciente, ejercida por los tendones patelar y cuádriceps, lo que aumenta la fuerza reactiva articular general. Una vez que la rodilla se flexiona más de 90°, el tendón del cuádriceps entra en contacto con la tróclea y absorbe parte de esta fuerza de reacción articular. Esto hace que la fuerza se estabilice o disminuya a medida que el tendón del cuádriceps se vuelve responsable de parte de la fuerza de reacción articular total y el área de contacto.<sup>4,9</sup>

### Presentación clínica

La anamnesis y el examen físico cuidadosos son importantes en la evaluación y el tratamiento de la inestabilidad patelar. La edad y el sexo del paciente tienen relevancia para el riesgo de recurrencia. Debe obtenerse el número de eventos previos de luxación o subluxación claramente identificados y las circunstancias en las que ocurrieron. También, se debe registrar un historial de laxitud o luxación general en el paciente o su familia, cualquier cirugía previa y el tipo de procedimiento, así como elementos de la historia que sean relevantes para el estado funcional del paciente, incluidos los tipos de actividad física que realiza cotidianamente, el trabajo y el deporte, en particular los relacionados con el pivote.<sup>2,10</sup>

### Exámenes de imagen

Se deben tener en cuenta cuatro parámetros principales para la valoración:

#### *Displasia troclear*

Es el factor individual más importante implicado en la génesis de la inestabilidad rotuliana. El surco femoral no es suficiente para proporcionar la contención ósea capaz de evitar las luxaciones rotulianas. Las radiografías laterales estándar son la clave para el diagnóstico de displasia (proyecciones laterales estrictas, con superposición perfecta de los cóndilos femorales posterior medial y lateral). El signo de cruce se encuentra típicamente en esta proyección y representa el punto donde la tróclea se aplana (el fondo del surco alcanza la altura de las facetas).<sup>5</sup>

Hallazgos adicionales incluyen el signo de doble contorno y el espolón supratroclear. El doble contorno representa la faceta medial hipoplásica que se encuentra poste-

TABLA 1. ÍNDICE DE SEVERIDAD DE INESTABILIDAD DE RÓTULA

Factor de riesgo	Valor	Puntuación
Edad	>16	0
	>16	1
Inestabilidad bilateral	No	0
	Si	1
Displasia troclear	Ninguna	0
	Leve	1
	Severa	2
TT-TG	<16	0
	>16	1
Tilt patelar	<20	0
	>20	1
Altura patela	<1.2	0
	>1.2	1
TOTAL		7

rior a la lateral. El espolón supratroclear se encuentra en la cara superolateral de la tróclea, comúnmente visto durante la exposición quirúrgica de trócleas displásicas.<sup>11</sup>

Las vistas de rayos X axiales realizadas en 45° de flexión de la rodilla permiten medir el ángulo del surco. El valor medio normal es de 138°. Los ángulos superiores a 150° se encuentran en la displasia troclear. Esta medida es imposible en trócleas planas o convexas. Una cuestión importante al analizar las vistas axiales es que las radiografías obtenidas con ángulos de flexión más altos muestran la parte inferior de la tróclea, y con frecuencia no detectan la displasia presente en su parte superior. Por esta razón, se sugiere obtener imágenes a 30° grados de flexión.<sup>12</sup>

#### *Patela alta*

La rótula alta se refiere a una rótula anormalmente alta, que genera un aumento del arco patelar “libre” de movimiento y facilita la luxación. Al igual que en la displasia troclear, las vistas laterales de rayos X son la clave para el diagnóstico de la altura de la patela. Se han especificado varios métodos de medición (y diagnóstico) utilizando la tibia como referencia.<sup>13</sup>

La literatura actual señala varios métodos para cuantificar la altura anormal de la patela, entre ellos, el índice de Caton-Deschamps es el más popular: se mide la relación entre la longitud de la superficie articular de la patela y la distancia desde la punta de la patela hasta la meseta tibial anterior. Una puntuación entre 0.6 y 1.2 se define como altura de patela normal y una puntuación igual o superior a 1.4 se define como patela alta severa. Otros métodos de clasificación comúnmente utilizados son el Insall-Salvati-Index, la relación entre la longitud del tendón rotuliano y la longitud de la patela (altura normal entre 0.8 y 1.2, patela alta más de 1.2); Blackburne Peel-Index, calculado por una vertical distancia entre una línea tangente



Figura 1: Cosecha de injerto de semitendinoso.

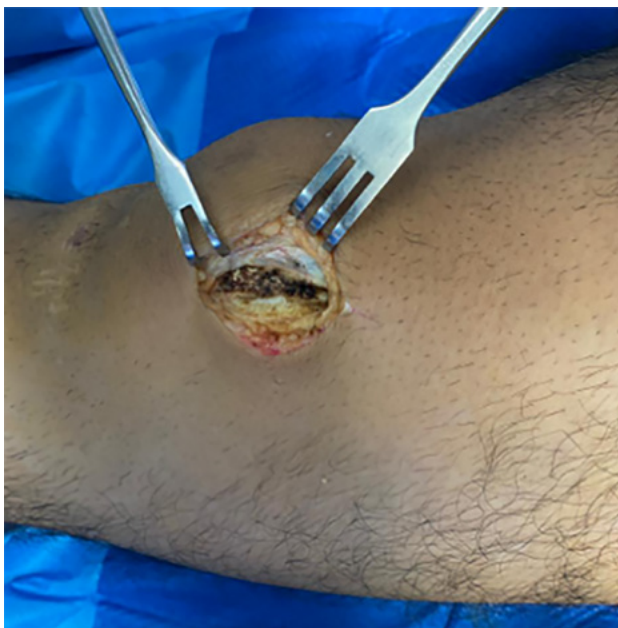


Figura 2: Abordaje medial de patela.



Figura 3: Incisión a través de capas 2 y 3 del retináculo medial con exposición de área para confección de túneles.

a la meseta tibial y el punto inferior de la superficie articular patelar dividida por la longitud de la superficie articular de la patela (altura normal entre 0.8 y 1.0, patela alta más de 1.0).<sup>14,15</sup>

#### *Distancia TT-TG*

Reportada por primera vez en 1978 en vistas axiales de rayos X a 30° de flexión de la rodilla. Esta distancia fue capaz de cuantificar la alineación coronal del mecanismo extensor, o lo que se llama en evaluación clínica el “ángulo Q”.<sup>16</sup>

TT-TG es la distancia desde el fondo de la parte más proximal del surco troclear hasta la parte proximal de la tuberosidad tibial, medida con dos cortes superpuestos de tomografía computarizada y expresada en milímetros. Son necesarios dos cortes específicos: el primero es a través de la tróclea proximal. Es el primer corte con cartílago, identificado por una ligera condensación de la cara lateral y por la forma de la muesca, que es redondeada y parece un arco romano, se llama el “corte de referencia”. El segundo corte atraviesa la parte proximal de la tuberosidad tibial. Como mencionáramos, estos dos cortes luego se superponen. El punto más profundo del surco troclear y el punto central de la tuberosidad tibial se proyectan en una línea tangencial a los cóndilos femorales posteriores. Se mide la distancia entre ambos puntos. El valor normal en una población de control es de 12 mm; en la población con luxación patelar objetiva el valor es superior a 20 mm en el 56% de los casos. Los valores superiores a 20 mm se consideran anormales.<sup>17-19</sup>

#### *Inclinación patelar*

La inclinación y subluxación de la rótula se refiere a su posición anormal en relación con el surco troclear. Mientras que una inclinación representa al aumento de la inclinación lateral del diámetro transversal de la rótula, la subluxación trata principalmente del desplazamiento mediolateral anormal de la rótula en relación con la tróclea.<sup>20</sup>

El ángulo de congruencia se mide en radiografías a 45° de flexión de la rodilla. Después de medir el ángulo del surco (utilizado para acceder a la forma troclear), se dibujan otras dos líneas desde su vértice: una bisectriz del ángulo del surco (línea de referencia) y otra hasta el ápice de la rótula. El ángulo entre estas dos líneas es el ángulo de congruencia, que se considera positivo si la línea al vértice rotuliano es lateral a la línea de referencia. El ángulo de congruencia promedio es de 6° y mide principalmente la subluxación.<sup>5,9</sup>

El ángulo femorrotuliano lateral está formado por una línea que conecta los puntos más altos de las facetas medial y lateral de la tróclea y otra tangente a la faceta lateral de la rótula, dibujada en vistas axiales de 20° de fle-

ción de la rodilla. En rodillas normales, este ángulo debe abrirse lateralmente (excepto en el 3% en el que es paralelo). Demuestra principalmente inclinación.<sup>5,9</sup>

## TRATAMIENTO QUIRÚRGICO

La decisión del tratamiento quirúrgico se describe actualmente con el índice de severidad de inestabilidad (Tabla 1).

El Odds ratio para un episodio temprano de nueva luxación patelar es casi cinco veces mayor para los pacientes que obtuvieron de 4 a 7 puntos que para los pacientes que obtuvieron de 0 a 3 puntos. Por lo tanto, esta puntuación podría ayudar a diferenciar entre respondedores y no respondedores al tratamiento conservador dentro de los primeros dos años después de la inestabilidad patelar lateral primaria.<sup>6,21</sup>

### Técnica quirúrgica

La técnica quirúrgica reportada en este artículo se basa fundamentalmente en la descrita por el Dr. Rafael Calvo en el 2010:<sup>22</sup> paciente en decúbito supino bajo anestesia, uso de torniquete, se realiza examen físico previo a inducción anestésica.

### Injerto

Se extrae el injerto de la región de la pes anserina, se realiza un abordaje oblicuo medial y distal a la tuberosidad anterior de la tibia. Se obtiene un injerto de isquiotibiales (semitendinoso), este debe medir al menos 240 mm para confeccionar el bucle hacia la mitad de su longitud (fig. 1). Se confecciona un injerto en Y y se coloca una sutura extraíble de poliéster N.º 5 a través del lazo. Se sutura con puntos *baseball* en 20 mm en el bucle del injerto para su paso en el fémur y con suturas absorbibles en los extremos en Y para el paso en la patela.<sup>23</sup>

### Abordajes

La incisión en la patela debe ubicarse en la unión de los  $\frac{2}{3}$  mediales, longitudinal, divulsionando en forma medial hasta encontrar las fibras transversales nativas del ligamento patelofemoral medial (fig. 2). Se debe ingresar entre las capas 1 y 2 o 2 y 3 del retináculo medial; aunque es preferible entre las capas 2 y 3 debido a la inserción del vasto medial que se inserta superficialmente al ligamento patelofemoral medial y la segunda, si se repara en la profundidad con relación a la inserción nativa del ligamento patelofemoral medial, se puede optar por una sutura del ligamento patelofemoral medial nativo al injerto (fig. 3).

El abordaje para el fémur corresponde al tubérculo aductor y la cresta palpable a partir de este, se puede flexionar la rodilla para separar los isquiotibiales hacia posterior y hacer que la identificación sea más sencilla.



Figura 4: Ubicación de puntos de entrada de túneles de patela.



Figura 5: Paso de brocas en cara medial de patela.



Figura 6: Paso de brocas en cara anterior de patela.



Figura 7: Túneles en cara anterior de patela.



Figura 8: Control radiografico de confección de túneles.

### Túneles

Se realiza una doble tunelización con broca de 4.5 mm en el borde medial, con una longitud de 8-10 mm (figs. 4 y 5). Posteriormente, una doble tunelización en la cara an-



Figura 9: Paso de injerto a través de túneles en patela.

teromedial de la patela, a 8 mm del borde medial, configurando una tunelización en L. Se utiliza control radiográfico para comprobación de ubicación (figs. 6, 7 y 8).<sup>23,24</sup>

Para la identificación del túnel femoral entre el tubérculo aductor y el epicóndilo se debe colocar un pin guía y pasarlo en dirección hacia la superficie lateral del cóndilo en su porción no articular. La localización del anclaje femoral es un punto crítico y se debe apoyar con radioscopia, proximal a la intersección entre la línea de Blumensaat y la cortical posterior del fémur. La tunelización se hace con una broca que rara vez supera los 7 mm y debe tener al menos 20 mm de longitud.

### Anclaje

Se da paso al injerto por medio de los túneles mediales y se recuperan los dos cabos a través de los túneles anteriores en la patela, se realiza un reparo de los cabos con dos pinzas Kelly (fig. 9).<sup>23,25</sup>

Se confecciona un túnel en partes blandas a través de las capas del retináculo, dirigido desde el epicóndilo hacia la región patelar con una pinza curva. Se hace la fijación femoral con un tornillo de biointerferencia de 7 mm por 20-25 mm de longitud y posteriormente se pasan los cabos de injerto a través de las capas 2 y 3 del retináculo medial (fig. 10) y a través de los túneles en la patela para suturarse sobre sí mismos en el aspecto anterior de esta (fig. 11). Se utilizarán dos suturas con puntos colchoneros en disposición de 8 con sutura no reabsorbible N.º 2. Este proceso de fijación se realiza con la rodilla en 30° de flexión (fig. 12).

Hasta la fecha hemos realizado diecinueve cirugías con la técnica descrita en pacientes con más de una luxación

de rótula. Pacientes menores de cincuenta años, activos. Todos los operados tenían fisis cerradas. La escala de Lys-holm fue de 87 puntos en promedio, lo que se conside-ra un buen resultado para la técnica utilizada. No se han registrado fracturas y al momento sólo hemos revisado un paciente por luxación traumática de rótula siete años atrás, al que se le efectuó una osteotomía de Fulkerson con buenos resultados. La rótula permaneció estable.

## DISCUSIÓN

En la actualidad, existen múltiples formas de reconstruir el ligamento patelofemoral medial. Basados en la técnica quirúrgica con túneles en rótula, se han obtenido buenos resultados en diecinueve pacientes a quienes se les reali-z  este tipo de procedimiento. Esta técnica se hace con un solo implante para la fijación del injerto en el cóndilo fe-moral interno. La técnica es más biológica ya que los in-jertos se incorporan a los túneles de la patela.

En cuanto a los injertos utilizados, hay una amplia va-riedad de tipos de injertos disponibles para la reconstruc-ción del ligamento patelofemoral medial. Se pueden usar aloinjertos (semitendinoso, peroneo largo, tibial anterior), autoinjertos (semitendinoso, recto interno, aductor) e in-jertos sintéticos, según los factores del paciente y la prefe-rencia del cirujano. No se han observado diferencias entre estos tipos de injertos, ni en la investigación biomecánica ni en la clínica.<sup>26</sup> Actualmente en la reconstrucción del LPFM se evita el tendón aductor y se selecciona un tipo de injerto alternativo. El semitendinoso, recto interno, el cuádriceps y todos los injertos de rótula lograron una ex-celente estabilidad.<sup>27</sup> En esta técnica quirúrgica se empleó autoinjerto de semitendinoso.

En el estudio actual, las tasas generales de recurrencia de inestabilidad en todos los grupos de edad para auto-injerto, aloinjerto y las opciones sintéticas fueron todas <2%, sin cambios significativos y sin diferencias entre to-dos los tipos de injerto estudiados. El autoinjerto no fue superior al aloinjerto o injertos sintéticos para reconstruc-ción del ligamento patelofemoral medial.<sup>27</sup>

Se pueden utilizar múltiples métodos de fijación de la rótula, incluidos los bolsillos óseos con tornillos de inter-ferencia y anclas con suturas. En la técnica descrita em-pleamos fijación en la zona del fémur con un tornillo de interferencia, y en la parte de la rótula con los dos cabos del injerto usamos una sutura de alta resistencia, fijando el injerto en la parte anterior y medial.

Las diferencias en la fijación se han evaluado en numerosos estudios biomecánicos. Se compararon cinco técnicas de fijación: anclaje de titanio de 3.5 mm; sutura transósea de poliéster trenzado de 1 mm; fijación con tornillo de interferencia; puente óseo medial y túneles



Figura 10: Paso de guía en región femoral.



Figura 11: Sutura de extremos de injerto sobre la patela.



Figura 12: Comprobación de estabilidad y tensión de injerto a 30  de flexión.

TABLA 2. ESCALA DE LYSHOLM DE LOS DIECINUEVE PACIENTES OPERADOS

Pacientes	Lysholm
1	87
2	83
3	93
4	87
5	84
6	86
7	87
8	82
9	91
10	93
11	84
12	85
13	87
14	88
15	87
16	85
17	88
18	87
19	89

transpatelares. En las pruebas de carga hasta el fallo, se produjo una tasa de fracaso del 60% en el grupo del puente óseo, mientras que las suturas transóseas mostraron menos rigidez, lo que puede imitar de manera más similar las propiedades biomecánicas del LPFM.<sup>26</sup> Otro estudio biomecánico evaluó la diferencia entre los túneles óseos, las anclas sin nudos y los tornillos de tenodesis en cuarenta y cinco rodillas, descubrió que las anclas con sutura fallaban con una carga más baja y tenían una mayor tasa de formación de *gaps*.<sup>28</sup>

Se ha demostrado que algunas técnicas de fijación aumentan el riesgo de fractura. Múltiples estudios clínicos han encontrado que los bolsillos óseos en la rótula incrementan el riesgo de fractura rotuliana postoperatoria.<sup>29</sup> Clínicamente, el grupo de bolsillos óseos tuvo resultados comparables en cuanto a tasas de relajación postoperatoria, comparado con pacientes en el grupo tratado con técnicas de fijación cortical.<sup>29</sup>

En la técnica señalada se realizan reconstrucciones del LPFM con dos haces fijados a la rótula mediante dos túneles de medial a lateral, de delante a atrás. En varios estudios encontramos que tanto la fijación con un único haz, así como la reconstrucción del ligamento patelofemoral medial de doble haz, puede restaurar la estabilidad de la rótula. En estos mismos resultados se evidencia que la reconstrucción de doble haz mejora en gran medida la capa-

dad para resistir la dislocación de la rótula antes de que entre en la tróclea femoral. Esto indica que el doble haz tiene efectos de sinergia angular, simulación de la huella amplia en la rótula en un menor ángulo de flexión.<sup>30</sup>

Existen técnicas de reparación del ligamento patelofemoral medial que buscan retensarlo y reforzarlo. En estas técnicas se identifica la porción profunda del LPFM y se busca cerca de la inserción patelar, separando el vasto medial oblicuo a medida que se mezcla con el ligamento patelofemoral medial y la cápsula. Separar estas estructuras puede ser difícil a nivel del borde distal del vasto medial oblicuo, pero a nivel del tercio medio y distal de la rótula, el retináculo medial y la cápsula se separan fácilmente y pueden servir como parámetro para la disección. Una vez que las capas están separadas, la cápsula medial se incide en el borde de la rótula y se coloca una pinza de Kocher en la cápsula para aplicar tracción y permitir una mejor identificación de una estructura similar a un cordón: la parte profunda del ligamento patelofemoral medial.<sup>31</sup> En algunos casos, cuando la cápsula medial está tensionada, el ligamento patelomeniscal se encuentra justo distal al ligamento patelofemoral medial y también puede tener suturas colocadas para reforzar una reparación de retensado del LPFM si el cirujano lo ve necesario.<sup>31</sup>

Las ventajas de esta técnica, en comparación con otras, es que se utilizan dos haces para la fijación en la zona rotuliana y se aseguran por medio de suturas pasando a través de túneles transóseos usando así la menor cantidad de implantes con buenos resultados para los pacientes. Las desventajas, como otras en las que se realizan túneles óseos, es el riesgo elevado de fractura de la rótula, por lo tanto, hay que ser muy precisos en el momento de realizar los túneles. Como se citara anteriormente, la técnica utilizada en nuestro estudio está basada en la descrita por el Dr. Rafael Calvo,<sup>22</sup> en la que se detalla la fijación con implante en el fémur y túneles en la rótula. La diferencia con otros estudios en cuanto a funcionalidad de los pacientes está dentro de los mismos números.

Un estudio realizado en 2019, que compara el uso de túneles óseos y anclas con sutura, arroja resultados de la escala de Lysholm de 89 puntos para anclas con suturas y 91 puntos para túneles óseos, estos valores son cercanos a los obtenidos en nuestro estudio con una escala de Lysholm de 87 (Tabla 2).

En el futuro se debe realizar un estudio con una muestra más representativa para afirmar que la técnica tiene buenos resultados funcionales en comparación con otras técnicas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Hasler CC; Studer D. Patella instability in children and adolescents. *EFORT Open Rev*, 2016; 1(5): 160.
- Koh JL; Stewart C. Patellar instability. *Clin Sports Med*, 2014; 33(3): 461–76. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24993410/>
- Post WR; Fithian DC. Patellofemoral instability: A consensus

- statement from the AOSSM/PPF patellofemoral instability workshop. *Orthop J Sport Med*, 2018; 6(1): 2325967117750352.
4. Sherman SL; Plackis AC; Nuelle CW. Patellofemoral anatomy and biomechanics. *Clin Sports Med*, 2014; 33(3): 389–401. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24993406/>
  5. Saggin PRF; Saggin JJ; Dejour D. Imaging in patellofemoral instability: an abnormality-based approach. *Sports Med Arthrosc* [Internet]. 2012 Sep [cited 2022 Aug 12];20(3):145–51. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22878655/>
  6. Balcarek P; Oberthür S; Hopfensitz S; Frosch S; Walde TA; Wachowski MM; et al. Which patellae are likely to redislocate? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2014; 22(10): 2308–14. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24005331/>
  7. Fithian DC; Nomura E. "Anatomy of patellar dislocation". En: Sanchis-Alfonso V (eds.) *Anterior Knee Pain and Patellar Instability*, 2006, London, Springer, pp. 77–92.
  8. Fithian DC; Nomura E; Arendt E. Anatomy of patellar dislocation. *Oper Tech Sports Med*, 2001; 9(3): 102–11.
  9. Grelsamer RP; Weinstein CH; Gould J; Dubey A. Patellar tilt: the physical examination correlates with MR imaging. *Knee*, 2008; 15(1): 3–8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18023186/>
  10. Cooney AD; Kazi Z; Caplan N; Newby M; St Clair Gibson A; Kader DF. The relationship between quadriceps angle and tibial tuberosity-trochlear groove distance in patients with patellar instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2012; 20(12): 2399–404. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22278658/>
  11. Dejour D; Saggin P. The sulcus deepening trochleoplasty—the Lyon's procedure. *Int Orthop*, 2010; 34(2): 311–6. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20062988/>
  12. Davies AP; Bayer J; Owen-Johnson S; Shepstone L; Darrach C; Glasgow MM; et al. The optimum knee flexion angle for skyline radiography is thirty degrees. *Clin Orthop Relat Res*, 2004; 423(423): 166–71. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15232444/>
  13. Biedert R; Tscholl P. Patella Alta: A comprehensive review of current knowledge. *Am J Orthop* (Belle Mead NJ), 2017; 46(6): 290–300. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29309446/>
  14. Bartsch A; Lubberts B; Mumme M; Egloff C; Pagenstert G. Does patella alta lead to worse clinical outcome in patients who undergo isolated medial patellofemoral ligament reconstruction? A systematic review. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2018; 138(11): 1563–73. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29948223/>
  15. Díaz PA; Colmenares O; Figueroa D. Corrección de la altura patelar en inestabilidad rotuliana. *Revista Chilena de Ortopedia y Traumatología*, 2021; 62(01): 46–56.
  16. Goutallier D; Bernageau J; Lecudonnet B. Mesure de l'écart tubérosité tibiale antérieure - gorge de la trochlée (T.A.-G.T.). Technique. Résultats. Intérêt [The measurement of the tibial tuberosity. Patella groove distanct technique and results (author's transl.)]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 1978; 64(5): 423–8. PMID: 152950.
  17. Brady JM; Rosencrans AS; Shubin Stein BE. Use of TT-PCL versus TT-TG. *Curr Rev Musculoskelet Med*, 2018; 11(2): 261–5. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29736872/>
  18. Heidenreich MJ; Camp CL; Dahm DL; Stuart MJ; Levy BA; Krych AJ. The contribution of the tibial tubercle to patellar instability: analysis of tibial tubercle-trochlear groove (TT-TG) and tibial tubercle-posterior cruciate ligament (TT-PCL) distances. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2017; 25(8): 2347–51. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26210961/>
  19. Dong C; Zhao C; Li M; Fan C; Feng X; Piao K; et al. Accuracy of tibial tuberosity-trochlear groove distance and tibial tuberosity-posterior cruciate ligament distance in terms of the severity of trochlear dysplasia. *J Orthop Surg Res*, 2021; 16(1): 383. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34130707/>
  20. Pal S; Besier TF; Draper CE; Fredericson M; Gold GE; Beaupre GS; et al. Patellar tilt correlates with vastus lateralis: vastus medialis activation ratio in maltracking patellofemoral pain patients. *J Orthop Res*, 2012; 30(6): 927–33. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22086708/>
  21. Jaquith BP; Parikh SN. Predictors of recurrent patellar instability in children and adolescents after first-time dislocation. *J Pediatr Orthop*, 2017; 37(7): 484–90. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26491910/>
  22. Calvo R; Anastasiadis Z; Figueroa D; Vaisman A. Reconstrucción del ligamento patelo femoral medial Técnica quirúrgica. *Artroscopia*, 2010; 17(2): 163–9. Disponible en: <https://www.revistaartroscopia.com.ar/ediciones-anteriores/ediciones-anteriores/2010/volumen-17-numero-2/20-volumen-05-numero-1/volumen-17-numero-2/483-reconstruccion-del-ligamento-patelo-femoral-medial-tecnica-quirurgica>
  23. Zaffagnini S; Arendt EA; Dejour D; Agel J (eds). *Patellofemoral pain, instability, and arthritis. Clinical presentation, imaging, and treatment*. 1st edition, 2010, Springer Berlin Heidelberg.
  24. Li X; Sun L; Lin DE; Liu S. Medial patellofemoral ligament double-bundle reconstruction using a double L-shaped medial patellar tunnel. *Ann Joint*, 2020; 5: 3.
  25. Kawakami T; Mihata T; Hasegawa A. Which classification of proximal humerus fractures leads to postoperative avascular necrosis of the humeral head? *Arthroscopy*, 2017; 33(10): e59. Disponible en: <http://www.arthroscopyjournal.org/article/S0749806317308411/fulltext>
  26. LaPrade R; Chahla J (eds). *Evidence-Based Management of Complex Knee Injuries. Restoring the Anatomy to Achieve Best Outcomes*. 2020, Elsevier.
  27. McNeilan RA; Everhart JS; Mescher PK; Abouljoud MM; Magnussen RA; Flanigan DC. Graft choice in isolated medial patellofemoral ligament reconstruction: a systematic review with meta-analysis of rates of recurrent instability and patient-reported outcomes for autograft, allograft, and synthetic options. *Arthroscopy*, 2018; 34(4): 1340–54. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.arthro.2017.11.027>
  28. Mehta V; Mandala C; Akhter A. Cyclic testing of 3 medial patellofemoral ligament reconstruction techniques. *Orthop J Sports Med*, 2017; 5(6): 2325967117712685.
  29. Desai VS; Tagliero AJ; Parkes CW; et al. Systematic review of medial patellofemoral ligament reconstruction techniques: comparison of patellar bone socket and cortical surface fixation techniques. *Arthroscopy*, 2019; 35(5): 1618–28.
  30. Kang H; Zheng R; Dai Y; Lu J; Wang F. Single- and double-bundle medial patellofemoral ligament reconstruction procedures result in similar recurrent dislocation rates and improvements in knee function: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2019; 27(3): 827–36. DOI:<https://doi.org/10.1007/s00167-018-5112-2>
  31. Yanasse RH; Aravechia G; Ramos TB; Lima LA; De Oliveira Medeiros DZ; Laraya MHF; Mizobuchi RR. Surgical technique: anatomic medial patellofemoral ligament retensioning repair. *Arthrosc Tech*, 2018; 7(5): e569–74. <https://doi.org/10.1016/j.eats.2018.02.001>