

Reconstrucción del Complejo Posterointerno: Descripción de Técnica Mínimamente Invasiva. Estudio Cadavérico

Jorge Chahla, Damian Arroquy, María Belen Orłowski, Tomas Vilaseca, Martin Carboni,
Jorge Guiñazu, Scott Rodeo, Cecilia Pascual-Garrido
Hospital Británico, Buenos Aires.

RESUMEN

Introducción: Si bien la mayor parte de las lesiones del LCM pueden ser tratados de forma incruenta con buenos resultados, existen situaciones en las cuales el tratamiento quirúrgico es mandatorio. El objetivo fue describir la técnica quirúrgica mínimamente invasiva para la reconstrucción del complejo posteromedial.

Materiales y métodos: Diez rodillas cadavéricas fueron evaluadas bajo tres condiciones: estado intacto del LCM, estado seccionado del LCM y estado de reconstrucción del LCM. La evaluación fue realizada en extensión completa y en 20° de flexión, aplicando 10N de valgo. La brecha medial fue medida en radiografías con estrés en valgo para evaluar la traslación en los tres estados diferentes.

Resultados: La brecha medial en promedio aumento estadísticamente luego de la sección de las estructuras posteromediales en extensión y a 20 grados de flexión (11 mm y 12,6 vs 3,3 y 3,7 respectivamente $p < 0.05$). Cuando comparamos el valor del estado intacto y luego de la reconstrucción por técnica mínimamente invasiva, no encontramos diferencia estadística tanto en 0° ($p = 0,56$), y en 20° de flexión ($p = 0,102$). La confiabilidad inter-observador demostró un valor kappa de 0,86.

Conclusión: Mediante una técnica mínimamente invasiva de reconstrucción del CPM se puede restaurar la estabilidad medial de la rodilla en extensión completa y en 20° de flexión.

Nivel de evidencia: IV.

Tipo de estudio: Experimental.

Palabras claves: Reconstrucción Posteromedial; Técnica Mínimamente Invasiva; Ligamentos; Rodilla

SUMMARY

Purpose: To evaluate if medial knee stability would be restored to the intact state with a minimally invasive posteromedial reconstruction technique.

Methods: Ten cadaveric knees were tested under three conditions: intact state, sectioned state and reconstructed state. Medial compartment opening was measured on valgus stress radiographs (mm) made at full extension and at 20° of flexion with a 10-N valgus load (applied with a dynamometer) to assess valgus stability in the intact, sectioned and reconstructed states.

Results: The average medial gap statistically increased after sectioning of the posteromedial structures in both extension and 20 degrees of flexion (11 mm and 12.6 mm vs 3.3 mm and 3.7 mm respectively $p < 0.05$). When comparing the value of the intact state and following the minimally invasive reconstruction technique, there was no statistically significant difference at both 0° ($p = 0.56$), and 20° of flexion ($p = 0.102$). Inter-observer reliability showed a kappa value of 0.86.

Conclusion: A minimally invasive approach for a medial knee reconstruction restores near-normal medial stability to the knee at full extension and at 20° of flexion.

Clinical relevance: Development of minimally invasive techniques will allow medial ligament reconstruction with minimal disruption of the surrounding tissue, potentially leading to less scarring and easier restoration of knee motion post-operatively, with results similar to that obtained with conventional techniques.

Level of evidence: IV.

Type Study: Experimental.

Keywords: Posteromedial Reconstruction; Minimally Invasive Technique; Ligaments; Knee

INTRODUCCIÓN

Históricamente el tratamiento de las lesiones agudas del ligamento colateral medial ha sido predominantemente no quirúrgico con buenos resultados a largo plazo.¹⁻³ Sin embargo, en lesiones agudas severas e inestabilidades sintomáticas crónicas debería indicarse el tratamiento quirúrgico.⁴

Las estructuras anatómicas pertinentes que contribuyen a la estabilidad posteromedial incluyen el ligamento colateral medial superficial (LCMs), el ligamento posterior oblicuo (LPO) y el semimembranoso.^{5,6} El LCM funciona como el principal restrictor del valgo, mientras que el LPO es el principal res-

trictor de la rotación interna y secundario del valgo.

En la actualidad las técnicas descriptas para su reparación incluyen: reparación directa,⁷ reparación primaria con aumentación,^{8,9} avance de la inserción primaria del LCMs¹⁰ y transferencia de la pata de ganso.¹¹

Las reconstrucciones anatómicas descriptas, consisten en la reconstrucción del LCMs y el LPO.¹² Sin embargo, estas técnicas requieren de grandes incisiones y disecciones de tejidos blandos en el borde medial de rodilla.⁵ Por otro lado, las ventajas de una cirugía mínimamente invasiva incluiría la reducción de las cicatrices y pérdida sanguínea, menor disrupción de los tejidos circundantes y también permiten una recuperación más rápida.¹³

Nuestra hipótesis es que la reconstrucción anatómica del complejo posteromedial de la rodilla puede ser lograda con

Jorge Chahla
jachahla@msn.com

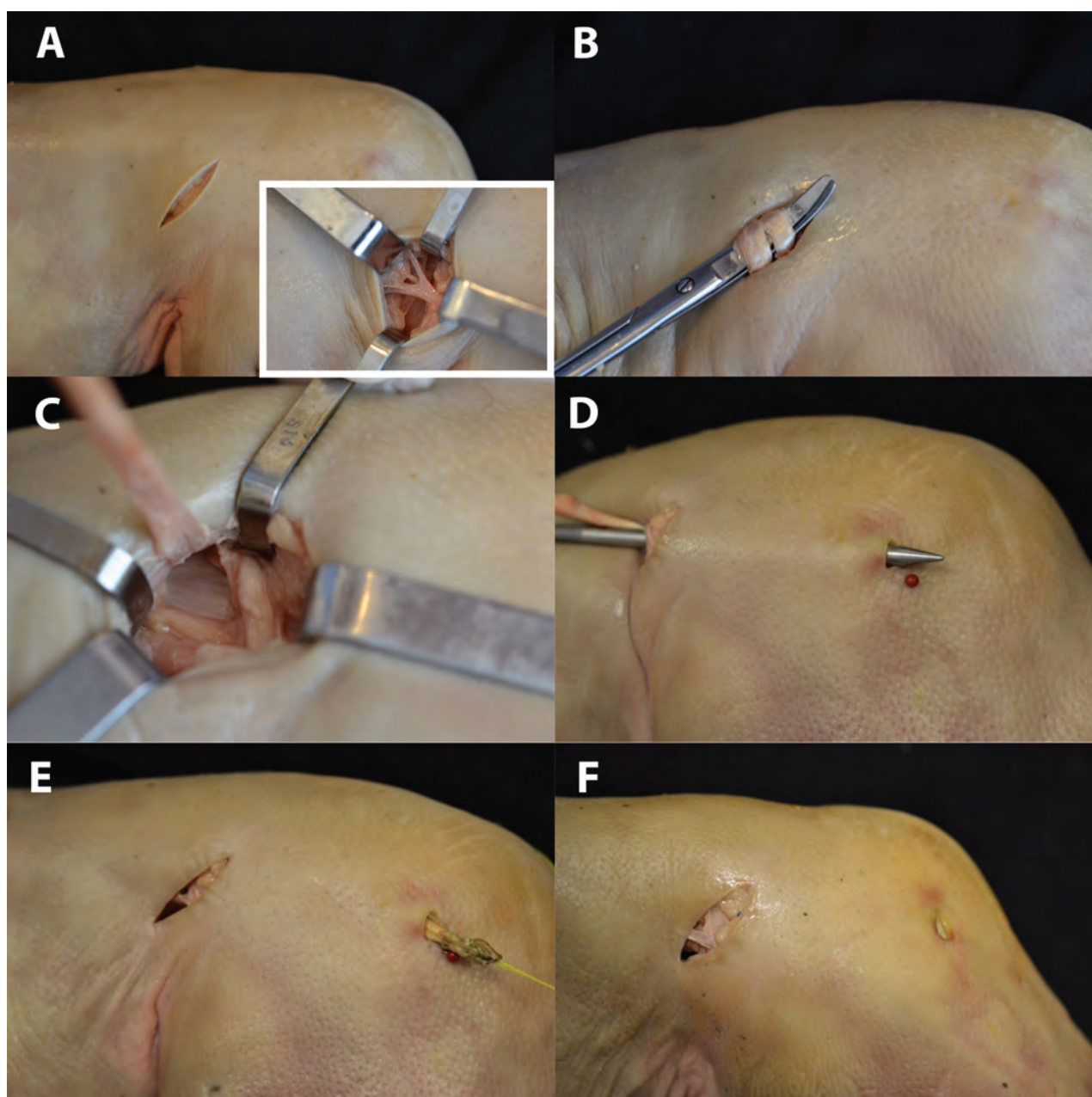


Figura 1: Secuencia A) Abordaje posteromedial oblicuo Mini-invasivo (imagen circular: nervio safeno); B) identificación de los isquiotibiales; C) Cosecha del tendón del semitendinoso y visualización del LCMs en el fondo; D) Incisión sobre epicondilo medial y tunelización de las partes blandas; E) Pasaje del tendón del semitendinoso hacia el epicondilo, F) Resultado cosmético de la cirugía.

una técnica mini invasiva, restaurando la estabilidad en valgo cercana a la del ligamento nativo. Los objetivos de este trabajo son: Describir una técnica quirúrgica mínimamente invasiva para la reconstrucción de las estructuras posteromediales de la rodilla, y comparar la estabilidad del compartimento medial medida en radiografías con estrés en valgo en los estados intacto, seccionado y de reconstrucción en rodillas cadavéricas usando esta técnica mini invasiva.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 10 rodillas cadavéricas frescas-congeladas sin

evidencia de lesión ligamentaria previa, artrosis o cirugías previas, con una edad promedio de 69,4 años (rango, 45-87 años). Cada espécimen fue descongelado en una habitación a temperatura ambiente durante 24 hs previo a ser utilizado. El fémur fue seccionado 20 cm proximal a la articulación de la rodilla y la tibia 12,5 cm distal a dicha articulación.

Los sitios de inserción anatómica de los LCMs, LPO y del LCMp fueron identificados sobre la tibia a través de una incisión oblicua de 3 cm en la cara posteromedial de la rodilla. Una radiografía con estrés en valgo fue realizada en las 10 rodillas antes de que las estructuras fueran sec-

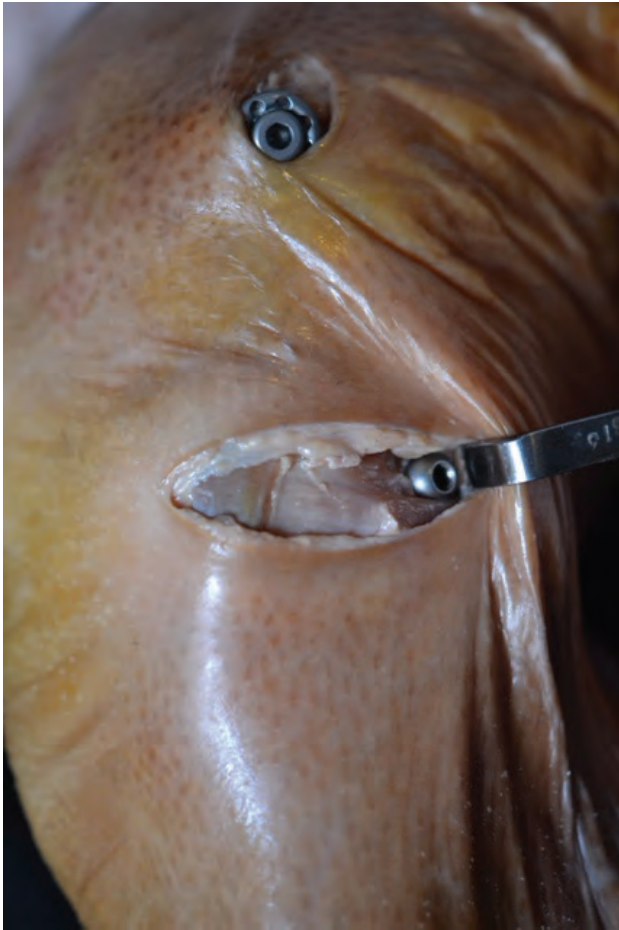


Figura 2: Reconstrucción del ángulo posteromedial de la rodilla con técnica mínimamente invasiva. En la imagen podemos ver el spiked washer en la ventana superior y la fijación posterior del LPO con un tornillo interferencial.

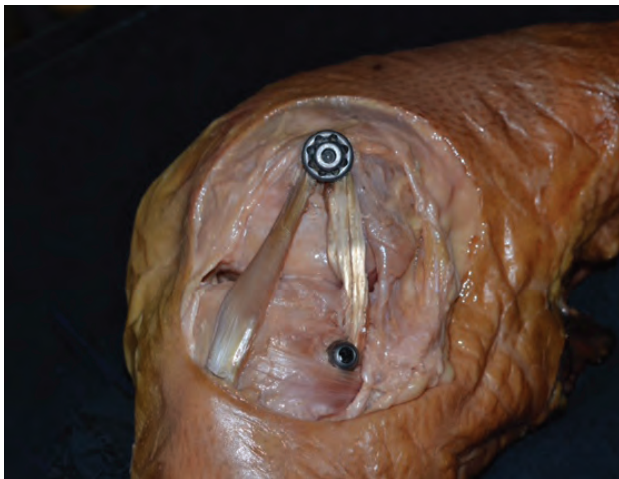


Figura 3: Disección de la cara medial de la rodilla en la cual se expone la reconstrucción posteromedial (LCMs y LPO). También se puede observar el LCMs tenso y el LPO laxo en 60° de flexión de la rodilla.

cionadas.

Luego de realizar los controles radiográficos en el estado intacto (EI), se realizó la sección del LCMs, LPO y el LCMp en su inserción tibial para reproducir el estado seccionado (ES).

Reconstrucción anatómica con técnica mini invasiva

Todas las rodillas (10) fueron reconstruidas con la siguiente técnica: como primer paso, desde la incisión oblicua a nivel de la pata ganso descrita anteriormente, se cosechó el tendón del semitendinoso mediante la utilización de un stripper abierto, manteniendo intacta su inserción tibial y la fascia del sartorio (fig. 1).

El tendón fue suturado en el cabo libre con Vicryl Nº2. Luego bajo radioscopia se identificó el epicóndilo medial y se realizó una incisión de 1 cm localizada 10 mm posterior y 2 mm proximal al epicóndilo (punto medio de la inserción femoral del LCMs y del LPO).¹² Una clavija de 1.8 mm fue insertada en la zona femoral previamente descrita. Se llevó el tendón del semitendinoso hacia el epicóndilo y se pasó el tendón alrededor de la clavija. Luego la isométricidad fue testada tirando de la sutura del tendón y moviendo la rodilla en su rango completo de movimiento. El punto isométrico fue confirmado por la migración del tendón menor a 2 mm.¹⁴ Después se pasó el tendón por debajo de la fascia del sartorio desde distal a proximal. Un spiked washer (Arthrex, Naples, FL), de 18 mm fue usado como punto de pivot. El tendón del semitendinoso fue pasado y asegurado con el spiked washer con la rodilla en 20° de flexión y rotación neutra.

Posteriormente se identificó el sitio de la inserción distal del LPO en la cara posteromedial de la tibia. Se realizó un túnel de 7 mm desde posteromedial (10 mm por debajo de la superficie articular del platillo tibial), saliendo inmediatamente distal y medial al tubérculo de Gerdy. El injerto fue pasado desde posterior a anterior y fue fijado con un tornillo interferencial de titanio de 7 mm de diámetro. La fijación fue realizada en extensión completa y rotación neutra (fig. 2). Por último, en todos los especímenes se llevó a cabo la disección de la reconstrucción ligamentaria, la cual quedó constituida como una letra V invertida sobre el aspecto medial de la rodilla (fig. 3).

Ensayo biomecánico

De acuerdo a las guías del IKDC (International Knee Documentation Committee)¹⁵ para valorar la apertura del compartimento medial, a todos los especímenes se les realizaron radiografías con estrés en valgo, en 0° y 20° de flexión, en el estado intacto (EI), estado seccionado (ES) y por último luego de haber realizado la reconstrucción (ER).

Todas las radiografías con estrés fueron realizadas por la misma persona (JAC), mediante la aplicación de una fuerza de 10N (medida por un dinamómetro) aplicada desde el tercio distal de la tibia mientras el fémur era sujetado a la mesa de rayos mediante dos morsas metálicas¹⁶ (fig. 4 a, b, c).

Usando las herramientas de medición del programa (AGFA Health care digital Software®) de imágenes de nuestra institución, en radiografías de frente de rodilla, se

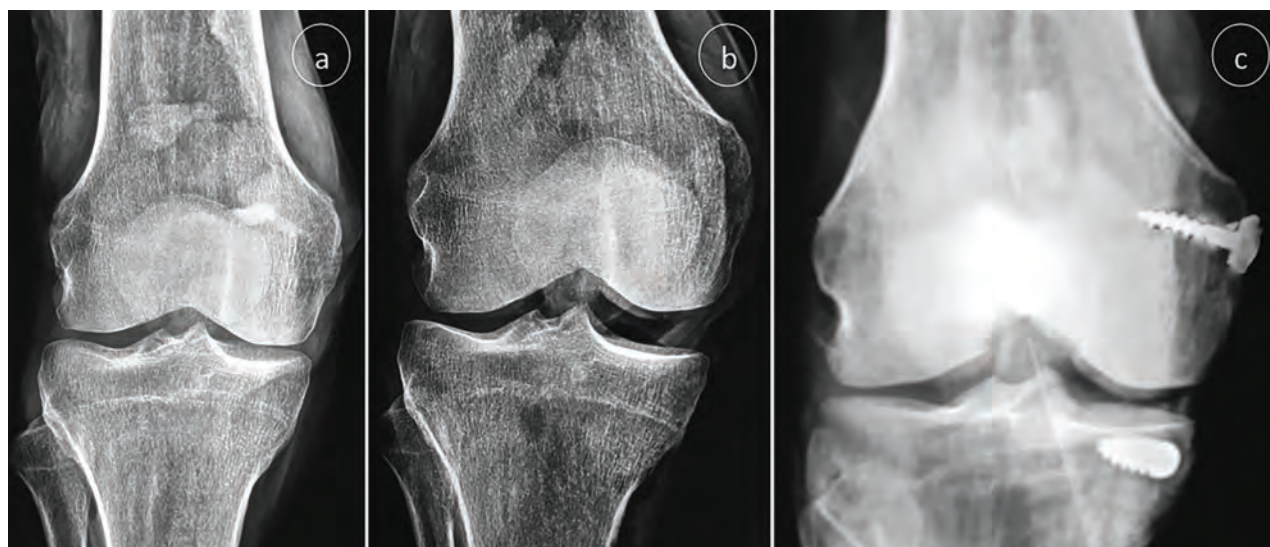


Figura 4: Radiografías de frente de rodilla con estrés en valgo. A) Estado intacto. B) Sección LCM y C) Con la reconstrucción de complejo posteromedial.

TABLA 1: APERTURA DE LA BRECHA MEDIAL EXPRESADA EN MILÍMETROS, EN LOS DIFERENTES ESTADOS DEL COMPLEJO POSTEROINTERNO, INTACTO, SECCIONADO Y LUEGO DE SER RECONSTRUIDO TANTO EN 0° COMO EN 20° DE FLEXIÓN

Rodillas	Estado intacto		Estado seccionado		Estado reconstrucción	
	0°	20°	0°	20°	0°	20°
1	3,1	3,4	11,2	13,5	3,3	3,7
2	3,5	3,9	12	14,1	4,1	5,8
3	3	3,8	10,9	12,1	3,4	4,8
4	3,7	3,9	9,9	11	2,7	3,1
5	2,9	3,6	10,2	11,6	2,6	3,1
6	3,6	3,8	11,3	13,2	3,4	3,7
7	3,4	3,8	10,1	12,3	3,1	3,4
8	3,4	3,9	11,6	12,7	3,8	5,3
9	3,3	3,8	11,5	12,5	3,9	5,2
10	3,4	3,9	11,6	12,7	4	5,3
Promedio	3,33	3,78	11,03	12,57	3,43	4,34
DS	0,26	0,16	0,73	0,90	0,53	1,04

realizó la medición de la brecha del compartimento medial formado por el cóndilo femoral y su correspondiente platillo tibial en milímetros, en el sitio de mayor separación.

Se compararon las brechas del compartimento medial entre los diferentes estados de ligamento intacto, seccionado y luego de la reconstrucción ligamentaria. Tres examinadores independientes realizaron todas las medidas.

Métodos estadísticos

Para determinar las diferencias entre las tres condiciones se utilizó la t student. Se determinó como una diferencia estadísticamente significativa una $p < 0.05$. El análisis estadístico fue realizado con el GraphPad software (GraphPad Software, La Jolla, CA).

RESULTADOS

Identificación y sección de las estructuras posteromediales

La identificación y sección del LCMs, LCMp y el LPO fueron realizadas en todos los especímenes exitosamente.

Sistema de fijación

No obtuvimos problemas con la fijación, ni se produjo deslizamiento del injerto a través de los sistemas de fijación.

Brecha en Valgo

Luego de realizar todas las mediciones en las 10 rodillas cadavéricas, obtuvimos un incremento del valor promedio de la brecha del compartimento medial luego de la sección de las estructuras posteromediales, comparada con el gru-

po intacto, tanto en extensión y 20 grados de flexión (11 mm y 12,6 vs. 3.3 y 3.7 respectivamente $p=0,0002$).

Cuando comparamos los valores del estado intacto de los ligamentos y luego de la reconstrucción posteromedial, no había diferencia estadística significativa en 0° ($p:0,56$), y 20° de flexión ($p:0,102$).

La confiabilidad inter-observador demostró casi un acuerdo perfecto para las medidas, con un valor de kappa de 0.86.¹⁷

Es importante mencionar que en la totalidad de las piezas cadavéricas se obtuvo un punto final al realizar maniobras con estrés en valgo.

Todos los resultados se muestran a continuación en la tabla 1.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos apoyan la hipótesis que la reconstrucción del complejo posterointerno por vía percutánea es factible, reestableciendo la funcionalidad del mismo a valores similares a los obtenidos en el estado intacto (EI) en un modelo cadavérico.

El LCM es uno de los ligamentos más frecuentemente involucrados en lesiones de rodilla y muchas veces suele estar asociado a la lesión del LPO.⁷

Si bien la mayor parte de las lesiones del LCM pueden ser tratados de forma incruenta con buenos resultados,² existen situaciones en las cuales el tratamiento quirúrgico es mandatorio (inestabilidades severas (Grado III), inestabilidades crónicas sintomáticas o cuando están asociadas a patologías multiligamentarias).¹²

A pesar de existir técnicas anatómicas validadas para la reconstrucción del complejo la vasta mayoría de las mismas conlleva un extenso abordaje con el consiguiente daño de partes blandas derivadas del mismo.^{6,7,9,10}

Existen numerosas alternativas quirúrgicas tales como reparaciones directas con suturas o arpones,¹⁸ procedimientos capsulares,¹⁹ aumentaciones,⁹ reconstrucciones con "ferulaje interno"⁶ y reconstrucciones totales del CPM.²⁰

La técnica más anatómica es la descrita por Laprade¹²

y utiliza injerto autólogo de semitendinoso para reconstruir por separado las dos estructuras del CPM utilizando 4 implantes y reproduciendo de manera anatómica los puntos de inserciones óseas. A diferencia de esta técnica, la no desinserción tibial del tendón del semitendinoso y la inserción única femoral nos permite el ahorro de dos implantes, reducción del tiempo quirúrgico y de la exposición. Para reducir el índice de falla del injerto, en la técnica descrita por Laprade recomienda la inserción tibial de LCM lo más posterior posible.¹² A pesar de ello, no obtuvimos falla del material en las pruebas realizadas de stress en flexoextensión en donde se logró restablecer la cinemática del complejo ligamentario.

Desarrollamos esta técnica en base a lo descrito por Kim¹⁴ buscando el punto de isometría femoral con la modificación propuesta por Lind²¹ en la que agrega un implante a la inserción distal del LPO en vez de suturarlo al tendón directo del semimembranoso.

Nuestra técnica mínimamente invasiva para la reconstrucción del CPM mejoró significativamente la estabilidad de la rodilla comparado con el estado seccionado, mejorando la traslación en valgo y alcanzando una diferencia no significativa comparado con el estado intacto.

Hay varias limitaciones importantes en este trabajo. Primero, la edad de los preparados estudiados fue mayor a la epidemiología real de esta patología. Segundo, la inestabilidad rotacional no fue evaluada. Tercero, las radiografías con las que se realizaron las mediciones no fueron frentes estrictos en los tres estados diferentes. Por último las mediciones estáticas no reflejan la acción dinámica de este complejo ligamentario, por lo que se necesitarán estudios clínicos prospectivos para evaluar su verdadera efectividad.

Como conclusión, el conocimiento de la anatomía de la región medial de la rodilla es de vital importancia al realizar cualquier tipo de reconstrucción del CPM. Los resultados obtenidos en este estudio sugieren que mediante una técnica mínimamente invasiva de reconstrucción del CPM se puede restaurar la estabilidad en valgo, sin realizar una extensa exposición y daño de partes blandas. Sin embargo se requieren más estudios que determinen los resultados de esta técnica en vivo.

BIBLIOGRAFÍA

- Indelicato PA. Non-operative treatment of complete tears of the medial collateral ligament of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 1983; 65: 323-329.
- Indelicato PA, Hermansdorfer J, Huegel M. Nonoperative management of complete tears of the medial collateral ligament of the knee in intercollegiate football players. *Clin Orthop Relat Res* 1990; 174-177.
- Ellsasser JC, Reynolds FC, Omohundro JR. The non-operative treatment of collateral ligament injuries of the knee in professional football players. An analysis of seventy-four injuries treated non-operatively and twenty-four injuries treated surgically. *J Bone Joint Surg Am* 1974; 56: 1185-1190.
- Kannus P. Long-term results of conservatively treated medial collateral ligament injuries of the knee joint. *Clin Orthop Relat Res* 1988; 103-112.
- Coobs BR, Wijdicks CA, Armitage BM, Spiridonov SI, Westerhaus BD, Johansen S, et al. An in vitro analysis of an anatomical medial knee reconstruction. *Am J Sports Med* 2010; 38: 339-347.
- Lubowitz JH, MacKay G, Gilmer B. Knee medial collateral ligament and posteromedial corner anatomic repair with internal bracing. *Arthrosc Tech* 2014; 3: e505-508.
- Hughston JC, Eilers AF. The Role of the Posterior Oblique Ligament in Repairs of Acute Medial (Collateral) Ligament Tears of

- the Knee. Volume 551973.
8. Gorin S, Paul DD, Wilkinson EJ. An anterior cruciate ligament and medial collateral ligament tear in a skeletally immature patient: a new technique to augment primary repair of the medial collateral ligament and an allograft reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Arthroscopy* 2003; 19: E21-26.
 9. Wijdicks CA, Michalski MP, Rasmussen MT, Goldsmith MT, Kennedy NI, Lind M, et al. Superficial medial collateral ligament anatomic augmented repair versus anatomic reconstruction: an in vitro biomechanical analysis. *Am J Sports Med* 2013; 41: 2858-2866.
 10. O'Donoghue DH. Reconstruction for Medial Instability of the Knee. Volume 551973.
 11. Slocum DB, Larson RL. Pes anserinus transplantation. A surgical procedure for control of rotatory instability of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 1968; 50: 226-242.
 12. Laprade RF, Wijdicks CA. Surgical technique: development of an anatomic medial knee reconstruction. *Clin Orthop Relat Res* 2012; 470: 806-814.
 13. Jeng CL, Bluman EM, Myerson MS. Minimally invasive deltoid ligament reconstruction for stage IV flatfoot deformity. *Foot Ankle Int* 2011; 32: 21-30.
 14. Kim SJ, Lee DH, Kim TE, Choi NH. Concomitant reconstruction of the medial collateral and posterior oblique ligaments for medial instability of the knee. *J Bone Joint Surg Br* 2008; 90: 1323-1327.
 15. Irrgang JJ, Ho H, Harner CD, Fu FH. Use of the International Knee Documentation Committee guidelines to assess outcome following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1998; 6: 107-114.
 16. Wilson WT, Deakin AH, Wearing SC, Payne AP, Clarke JV, Picard F. Computer-assisted measurements of coronal knee joint laxity in vitro are related to low-stress behavior rather than structural properties of the collateral ligaments. *Comput Aided Surg* 2013; 18: 181-186.
 17. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977; 33: 159-174.
 18. Phisitkul P, James SL, Wolf BR, Amendola A. MCL injuries of the knee: current concepts review. *Iowa Orthop J* 2006; 26: 77-90.
 19. Benjamin Jackson J, 3rd, Ferguson CM, Martin DF. Surgical treatment of chronic posteromedial instability using capsular procedures. *Sports Med Arthrosc* 2006; 14: 91-95.
 20. Stannard JP. Medial and posteromedial instability of the knee: evaluation, treatment, and results. *Sports Med Arthrosc* 2010; 18: 263-268.
 21. Lind M, Jakobsen BW, Lund B, Hansen MS, Abdallah O, Christiansen SE. Anatomical reconstruction of the medial collateral ligament and posteromedial corner of the knee in patients with chronic medial collateral ligament instability. *Am J Sports Med* 2009; 37: 1116-1122.