



ORIGINAL

Reparación transtibial de la raíz posterior del menisco lateral en lesiones agudas: técnica quirúrgica y seguimiento clínico a corto plazo



German Alejandro Jaramillo-Quiceno^{a,*}, Rubén Darío Arias-Pérez^b,
Esteban Arrubla-Rojas^c y Natalia Valencia-Arango^d

^a Ortopedista y traumatólogo Universidad Pontificia Bolivariana, Fellow en cirugía artroscópica y trauma deportivo, Universidad El Bosque, jefe del Servicio de ortopedia Fundación Clínica del Norte. Medellín, Colombia

^b Joven Investigador Uniremington, Grupo de investigaciones Biomédicas Uniremington, estudiante de medicina Corporación Universitaria Remington. Medellín, Colombia

^c Residente de segundo año de ortopedia y traumatología, Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín, Colombia

^d Ingeniera mecánica Universidad Eafit, Magister en Ingeniería Biomédica Universidad de Barcelona, Medellín, Colombia

Recibido el 7 de noviembre de 2018; aceptado el 15 de junio de 2020

Disponible en Internet el 29 de julio de 2020

PALABRAS CLAVE

Meniscos laterales;
Lesiones de menisco
tibial;
Procedimientos
quirúrgicos
artroscópicos;
Menisco

Resumen

Introducción: Las lesiones de la raíz posterior del menisco lateral (RPML) afectan la transferencia de la carga axial de la rodilla, lo cual genera una sobrecarga con el posterior deterioro del cartilago articular. Se han descrito numerosas técnicas quirúrgicas en la literatura para su tratamiento, pero aún no se ha demostrado superioridad de alguna, por ende, existen controversias sobre cual técnica es la más indicada para estas lesiones. El objetivo del estudio es describir la técnica quirúrgica y la evolución clínica de pacientes intervenidos con fijación transtibial de la RPML en una clínica especializada, durante el periodo 2016-2017.

Materiales & Métodos: Se realizó una descripción de la técnica quirúrgica y una serie de casos retrospectiva. Se incluyeron pacientes con lesiones agudas en la RPML, los cuales fueron intervenidos quirúrgicamente utilizando una nueva variación a técnica transtibial. Para determinar la evolución clínica de los pacientes se realizaron las escalas Lysholm e IKDC, antes y después de la cirugía.

Resultados: Se intervinieron seis pacientes con lesión aguda de la RPML, cuatro de sexo masculino. El tiempo entre el trauma y la cirugía fue en promedio 2,5 meses. Todos los pacientes presentaron lesión concomitante de ligamento cruzado anterior. Al comparar el estado inicial de los pacientes y el postoperatorio mediante las escalas de Lysholm e IKDC, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$). Asimismo, no se realizaron reintervenciones durante el seguimiento.

* Autor para correspondencia. Fundación clínica del norte, servicio de ortopedia: Av. 38 #59 – 50. Bello, Antioquia.
Correo electrónico: alejandrojlo@gmail.com (G.A. Jaramillo-Quiceno).

Discusión: La reparación de la RPML con la nueva variación de la fijación transtibial proporciona una mejoría en la función, el dolor y el nivel de actividad de los pacientes, lo que puede ayudar a retrasar la progresión de la osteoartrosis en la rodilla. Igualmente, este procedimiento se puede realizar de forma segura aún en casos de lesiones ligamentarias concomitantes.

Nivel de evidencia: IV

© 2020 Sociedad Colombiana de Ortopedia y Traumatología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Lateral meniscus;
Tibial Meniscus
Injuries;
Arthroscopic surgical
procedures;
Meniscus.

Transtibial repair of posterior root of the lateral meniscus in acute lesions: surgical technique and short-term clinical follow-up

Abstract

Background: injuries of posterior lateral meniscus root (PLMR) affect the transfer of the axial load of the knee. Several surgical techniques have been described for its treatment, but still none has demonstrated superiority. Consequently, there are controversies about which technique is most indicated for these injuries. The aim is to describe the surgical technique and the clinical follow up of patients operated with transtibial fixation of PLMR in a specialized clinic, during the 2016-2017.

Methods: Retrospective case series and description of the surgical technique. We included patients with acute injuries in the PLMR, who were operated using a new variation to the transtibial technique. For the clinical follow-up, the IKDC and Lysholm scores were performed before and after surgery.

Results: Six patients with acute lesion in the PLMR were intervened, four were male. The time between trauma and surgery was on average 2.5 months. All the patients presented a concomitant lesion of the anterior cruciate ligament. When comparing the initial state of the patients and the postoperative period, statistically significant differences were found ($p < 0.05$). Likewise, reinterventions were not performed during follow-up.

Discussion: The repair of PLMR with the new variation of the transtibial fixation provides an improvement in the function, the pain and the level of activity of the patients, which can help to delay the progression of osteoarthrosis in the knee. Likewise, this technique can be performed safely even in cases of concomitant ligament injuries.

Level of clinical evidence: Level IV

© 2020 Sociedad Colombiana de Ortopedia y Traumatología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

Las lesiones meniscales de la raíz, son generadas en la inserción del cuerno posterior del menisco lateral o medial en la meseta tibial, y pueden presentar avulsión de la inserción del menisco¹⁻⁸. Estas lesiones han sido descritas de forma reciente y han recibido una especial atención en el medio. Dichas lesiones tienen principalmente una historia natural degenerativa, por lo tanto, las de origen traumático son raras, y se asocian en su mayoría a roturas agudas del ligamento cruzado anterior (LCA), comprometiendo generalmente el cuerno posterior del menisco lateral^{9,10}. Estas lesiones fueron ignoradas por mucho tiempo, pero ahora muchos autores indican su manejo durante la reconstrucción del LCA¹¹.

Las lesiones en los cuernos posteriores de los meniscos originan una falla en la tensión meniscal, produciendo una extrusión de estos, debido a la carga axial de la rodilla, por lo cual, estas lesiones tienen un comportamiento biomecánico, similar a una meniscectomía completa¹²⁻¹⁵. Debido a que

las lesiones meniscales originan un aumento en la carga del cartilago articular, originando así una osteoartrosis, y considerando que el menisco lateral cubre un mayor porcentaje de área que el menisco medial, y el compartimento lateral es menos congruente; una meniscectomía lateral puede originar un riesgo mayor de osteoartrosis que la medial.

De allí la importancia de la reparación de las meniscomías. Asimismo, existe evidencia de estudios biomecánicos y clínicos donde demuestran que la reparación aguda de las lesiones de raíz meniscal, restauran completamente la biomecánica de la rodilla, mejorando el dolor y la función^{16,17}.

La sospecha clínica de estas lesiones es muy difícil, pero la resonancia magnética usualmente ayuda a identificar la lesión. Por otro lado, las roturas de la raíz meniscal están ubicadas en la zona vascular del mismo, por ende, requieren de un manejo preferentemente artroscópico, mediante sutura trans-ósea o anclaje con sutura. Aunque, aún no se ha demostrado diferencias significativas en los resultados comparativos de estas técnicas¹⁸⁻²⁵.

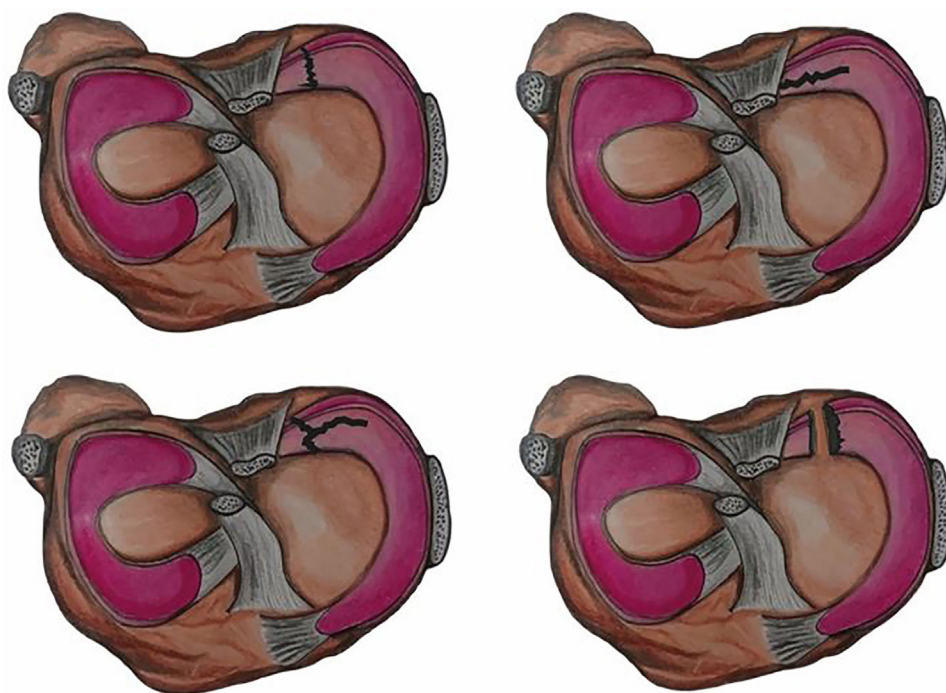


Figura 1 Clasificación de las lesiones de raíz meniscal.

Las lesiones de raíz meniscal se clasifican artroscópicamente en cuatro: (A) Roturas radiales con flap oblicuo; (B) División longitudinal entre la inserción ósea y el ligamento menisco-femoral; (C) Aguda tipo-T; (D) Crónica con pérdida de tejido (figura 1). Los cuatro tipos de lesiones requieren una fijación artroscópica similar, en los tipos B y tipo C, se recomienda adicionar un portal postero-lateral, además en las lesiones tipo D se recomienda reparar el remanente para evitar la extrusión meniscal.

La técnica quirúrgica tradicional utiliza pasadores o pinzas usados en inestabilidad de hombro o pinzas meniscales para hacer un punto colchonero, pasando una hebra de sutura fuerte a través del menisco, para luego hacer una tracción de la lesión hacia la tibia, utilizando un túnel trans-óseo. Esta técnica funciona solo para algunas lesiones meniscales, pues donde exista un trazo horizontal (lesiones tipo B y C) podría originar reducciones no anatómicas o incluso distanciar los bordes del tejido meniscal. Se debe tener presente, que generalmente no se cuenta con la pinza meniscal para reparar este tipo de lesiones²⁶.

Como se mencionó anteriormente se han descrito técnicas quirúrgicas utilizando anclaje con sutura, pero estas técnicas usualmente requieren de tiempos quirúrgicos prolongados y del uso de portales postero-laterales, aumentando el riesgo de lesionar el nervio peroneo Común²⁷.

La ventaja de la técnica descrita en el presente trabajo es que puede realizarse con el instrumental básico de reconstrucción de LCA y suturas meniscales todo-dentro. Adicionalmente los 4 tipos de rotura de raíz meniscal pueden ser manejados con este procedimiento, simplificando las técnicas descritas actualmente, además el volumen de tejido meniscal es mayor con esta técnica, aumentando la estabilidad de la reducción.

A pesar de que presentamos una nueva variación a la técnica transtibial para la reparación de lesiones de raíz posterior del menisco lateral, este procedimiento se puede utilizar para reparar las lesiones de la raíz medial. Además, se debe tener presente que la reconstrucción LCA, si es necesario, se debe realizar después de la reparación de la raíz del menisco, para permitir una mejor visualización del espacio de trabajo.

Metodología

Se realizó una descripción de la técnica quirúrgica y una serie de casos retrospectiva. Los criterios de inclusión fueron pacientes mayores de 18 años que se sometieron a una reparación anatómica transtibial de la RPML y fueron intervenidos mediante una nueva variación a la técnica transtibial en una clínica especializada, en el periodo 2016-2017. Se revisaron las historias clínicas de todos los casos identificados y se extrajeron los datos de las variables demográficas (género, edad, lateralidad) y clínicas (tiempo transcurrido entre el trauma y la cirugía, tiempo de seguimiento desde cirugía, lesiones asociadas al trauma, complicaciones como inestabilidad y dolor). Para determinar la evolución clínica de los pacientes se les realizó dos cuestionarios (Lysholm e IKDC-International Knee Documentation Committee), antes y al menos seis meses después de la intervención.

Se analizaron los datos con el software SPSS versión 22, y se emplearon las herramientas de estadística descriptiva según la naturaleza de las variables se realizó distribuciones de frecuencia relativa y absoluta, medidas de tendencia central y de dispersión. Además, a las variables cuantitativas continuas se les verificó la distribución usando la prueba

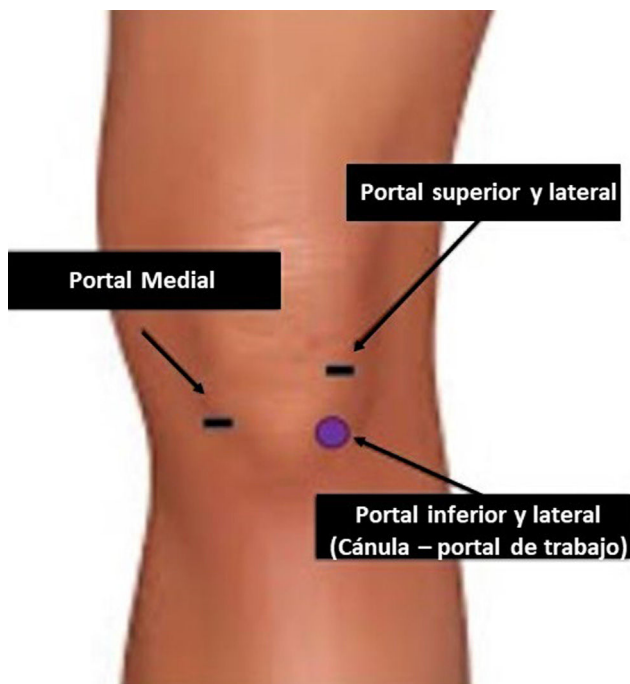


Figura 2 Esquema de posición de portales.

de Shapiro-Wilk. Las que presentaron distribución normal, se expresaron con media y desviación estándar (DS). Se empleó estadística inferencial para comparar los resultados de las escalas antes y después del procedimiento con un alfa de 0.05 utilizando la prueba T para muestras relacionadas. El trabajo fue aprobado por el comité de ética de una clínica especializada y un comité de Bioética universitario en el mes de mayo del 2018.

Técnica quirúrgica

Se realizan dos portales convencionales, el antero-lateral se ubica lo más superior posible entre el tendón patelar y la rótula, y el portal antero-medial se realiza a dos centímetros mediales al tendón patelar, para realizar estos portales se utiliza una aguja para no lesionar el menisco medial, dado que el portal debe hacerse superior a esta estructura.

Se valoran los compartimentos de la rodilla completamente, en busca de lesiones meniscales o roturas ligamentarias. Se recomienda valorar la raíz posterior del menisco lateral a través del portal medial.

En caso de lesión de la raíz posterior del menisco lateral, se realiza de forma adicional un portal ínfero-lateral, que se posiciona a través del portal antero-medial guiado con aguja, un centímetro por encima del cuerno anterior del menisco lateral se inserta una cánula para artroscopia de hombro, este dispositivo es indispensable para evitar que se enreden las hebras con el tejido sinovial. (figura 2)

Posteriormente se identifica la lesión y se realiza su clasificación, esto con el fin de definir donde deben ponerse los implantes, se prepara el lecho de la raíz meniscal con una fresa artroscópica, se retira el cartílago y se deja una base ósea cruenta que permita la cicatrización del menisco al hueso.

Después de esto, se usa la guía tibial del ligamento cruzado en la base de la raíz, a través de este se pone un pin, y si se encuentra en la posición deseada, queda en la inserción de la raíz. Generalmente la angulación es en 60 grados, así en caso de necesitar una reconstrucción del LCA los túneles no se cruzarán.

Se realiza luego una perforación con una broca de botón para la reconstrucción del LCA, esta generalmente es de un diámetro de 4.5 milímetros. (figura 3)

Posteriormente se realiza la sutura meniscal con dos dispositivos todo-dentro, la disposición de las suturas meniscales depende exclusivamente de la configuración de la rotura de la raíz meniscal. (figura 4)

Se debe tener presente, que no se puede cortar las hebras de la sutura todo-dentro como se hace generalmente (figura 5), estas deben ser recuperadas a través de la cánula ínfero-lateral. Posteriormente se pasa una aguja epidural por el túnel trans-óseo, y se realiza la reducción de la lesión; la aguja penetra y traspasa todo el tejido meniscal en la reducción deseada. Luego se pasa a través del alma de la aguja un pasador de inestabilidad de hombro (figura 5), este pasador es rescatado también por la cánula antero-lateral y se usa para llevar las hebras de las suturas meniscales a la perforación bajo la raíz meniscal y finalmente a la tibia para la fijación definitiva.

Finalmente se realiza una visualización sobre la rotura, se procede a traccionar las hebras hasta reducir la lesión original, con algún grado de tensión. Esta fijación se realiza mediante un tornillo auto-bloqueante de hombro en el túnel o a un poste con un tornillo canulado para obtener una configuración final como se muestra la figura 6.

Resultados

Se encontraron 6 pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión. La reparación de la raíz posterior del menisco lateral se realizó con la misma técnica quirúrgica descrita anteriormente. Las características basales se encuentran descritas en la tabla 1.

Las escalas funcionales medidas (IKDC y Lysholm) antes y después del procedimiento quirúrgico se encuentran en la tabla II y en todas estas se encontraron diferencias estadísticamente significativas al comparar el estado posterior de las cirugías con respecto al previo. (tabla 2).

Posterior a la cirugía todos los pacientes refirieron estar muy satisfechos con los resultados, ningún paciente presentó sensación de inestabilidad posterior al procedimiento, y ninguno requirió algún tipo de reintervención en el periodo de seguimiento. Asimismo, al realizar el squatting test, este es negativo en cuatro pacientes. Uno es positivo, pero cabe mencionar que este paciente al momento de la evaluación presentaba solo seis meses de pos-operatorio.

Discusión

La importancia de la estabilización adecuada de la RPML, se justifica con varios estudios que muestran una mayor presión en este compartimento y, por lo tanto, podrían determinar el inicio y la progresión de la osteoartritis^{28,29}. Dado que la presión de contacto en el compartimento tibiofemoral

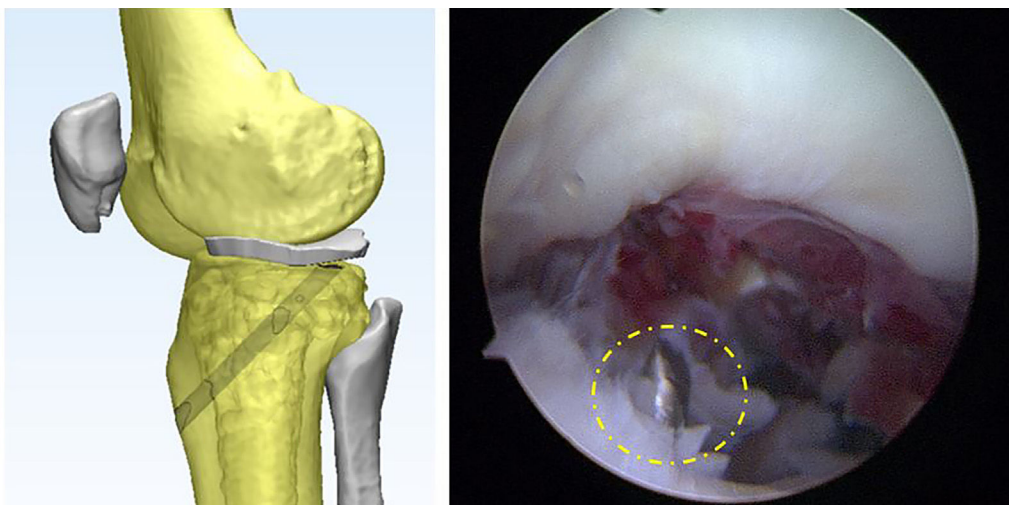


Figura 3 Esquema de túnel transtibial y fotografía de perforación en la base de la raíz meniscal.

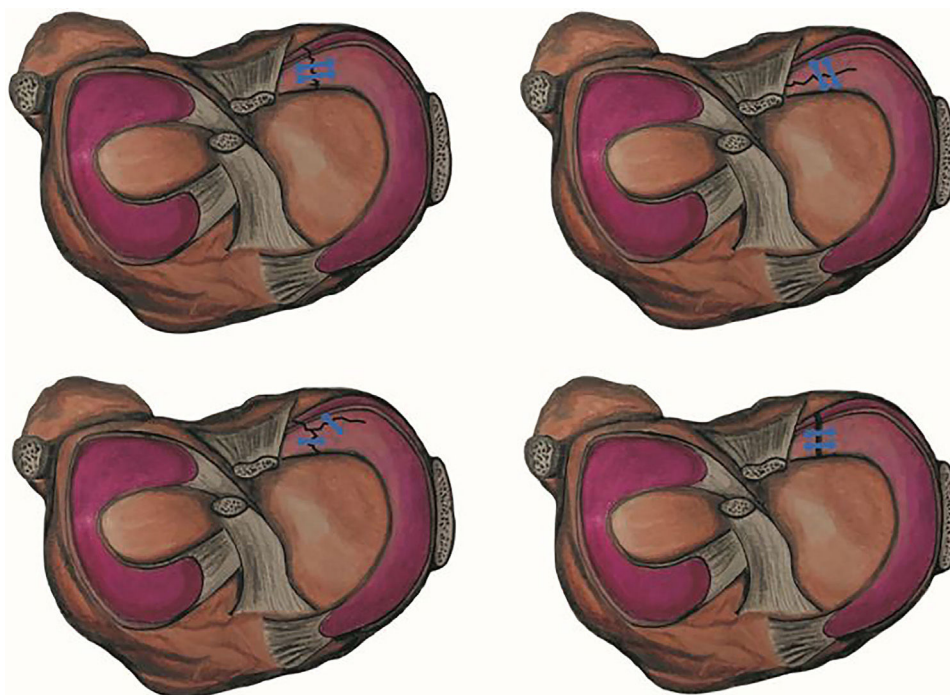


Figura 4 Esquema de sutura meniscal de acuerdo al tipo de rotura de la raíz posterior.

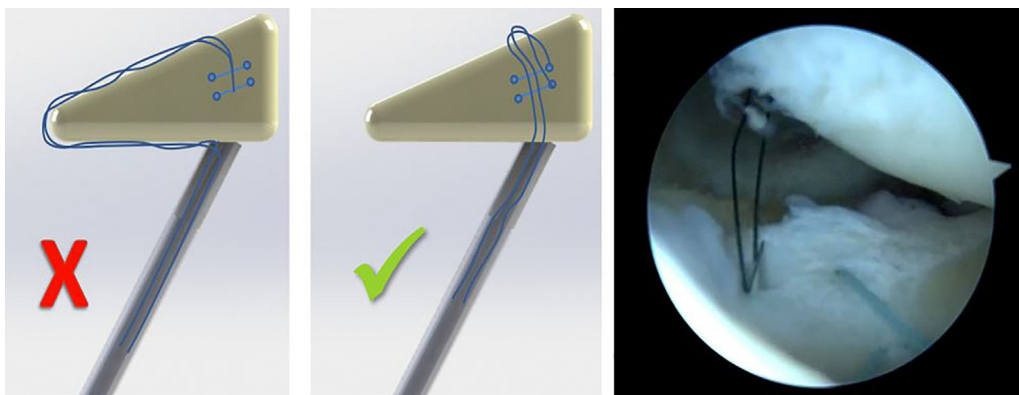


Figura 5 Esquema de corte de sutura todo-dentro y fotografía del pasador de inestabilidad de hombro a través del túnel tibial.

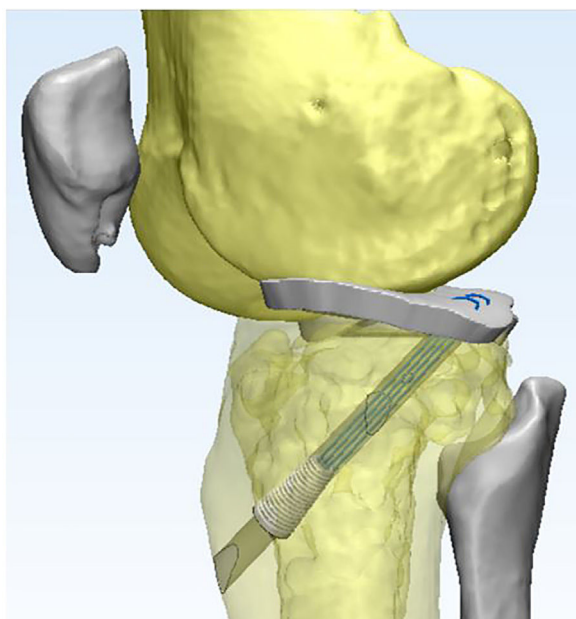


Figura 6 Esquema final del procedimiento.

Tabla 1 Características basales de los pacientes

Total pacientes (n)	6
Edad, media (DS)	30,8 (5)
Sexo masculino, n (%)	4 (66%)
Rodilla afectada, n	
Izquierda	4
Derecha	2
Tiempo entre trauma y cirugía (meses), media (DS)	2,6 (2,5)
Tiempo de seguimiento desde cirugía (meses), media (DS)	10,8 (5,2)
Lesión de LCA asociada, n (%)	6 (100%)

Tabla 2 Resultados de las escalas funcionales medidas

Escala	Previo, media (DS)	Posterior, media (DS)	p
Lysholm	33,8 (9,1)	88,4 (10,8)	0.000
IKDC	27,6 (4,2)	87,8 (11)	0.000

lateral aumenta cuando hay presencia de lesiones y disminuye después de la fijación³⁰.

En una revisión reciente publicada por Feucht et al. Se encontró evidencia de la prevención del progreso de la osteoartritis durante el seguimiento a corto plazo en pacientes que se sometieron a una reparación artroscópica transtibial de la raíz posterior del menisco medial, a pesar de que en este estudio se evaluó el compartimiento medial, los resultados sirven como referente para determinar la importancia de la reparación de la raíz meniscal.

El hallazgo más importante de este estudio fue que los pacientes con lesiones de la RPML intervenidos con una nueva variación a la técnica de fijación transtibial mejoraron su condición clínica de forma significativa y todos los pacientes obtuvieron un alto nivel de satisfacción con los resultados. Si bien, nuestros hallazgos se limitan a la RPML,

la técnica transtibial ha mostrado excelentes resultados en la reparación de la raíz posterior del menisco medial.

Respecto a los resultados de este trabajo, al comparar los resultados de las escalas funcionales como Lysholm e IKDC posquirúrgicas con el de algunos reportes de autores como LaPrade y Driessen, encontramos que nuestros resultados son 13% más altos. De igual forma en el trabajo se encontró hallazgos similares a lo informado en la literatura internacional, acerca de las lesiones asociadas a la rotura de la RPML, puesto que según los reportes estas lesiones suelen estar acompañadas de roturas de LCA, hasta en el 8% casos, mientras que la lesión de RPML ocurre solo en el 0.8% de los pacientes con LCA intacto, esto debido a la mecánica del trauma³¹⁻³³.

En los casos de reconstrucción concomitante de LCA, es difícil determinar el porcentaje de mejoría atribuida a la reconstrucción del ligamento y el porcentaje de mejoría debida a la reparación de la raíz meniscal, para esto hacen falta estudios comparativos posteriores.

El diagnóstico de la lesión de la raíz posterior del menisco lateral suele ser un hallazgo incidental peri-operatoriamente cuando se están realizando reconstrucciones ligamentarias^{34,35}. Por ende, entre las ventajas de la técnica presentada en este estudio, es que se puede realizar con los dispositivos usuales requeridos para la reconstrucción del LCA. Asimismo, esta técnica original tiene un bajo costo al compararla con la reparación de la raíz meniscal mediante anclajes con sutura.

A pesar de que los resultados presentados son resultados de seguimiento a corto y mediano plazo, se pudo evidenciar una mejoría clínica y el regreso de los pacientes a sus actividades normales, sin limitaciones funcionales importantes. Indudablemente es preferible seguir a estos pacientes durante 24 meses para la evaluación. Entre las otras limitaciones de esta investigación se encuentra el pequeño número de pacientes, aunque no se aleja mucho de los reportes en la literatura, se debe tener presente que son lesiones principalmente agudas. Asimismo, las lesiones concomitantes se presentan como otra limitación.

Conclusiones

La reparación temprana de la raíz posterior del menisco lateral con fijación transtibial proporcionó una mejoría en la función, el dolor y el nivel de actividad de los pacientes intervenidos, lo que puede ayudar a retrasar la progresión de la osteoartritis de la rodilla. Asimismo, este procedimiento se puede realizar de forma segura aún en casos de lesiones ligamentarias concomitantes.

Las ventajas de esta técnica incluyen entre otros, un menor tiempo quirúrgico, una reparación más anatómica, un riesgo menor de lesionar el cartilago o de generar lesiones neurovasculares. De igual forma, esta técnica permite hacer la reparación con los dispositivos usuales para la reconstrucción del ligamento cruzado anterior.

Los resultados clínicos de la reparación de la raíz posterior del menisco lateral con esta nueva variación a la técnica transtibial son satisfactorios, teniendo en cuenta las escalas funcionales medidas que mejoraron después del procedimiento y que la satisfacción de los pacientes fue alta. Sin embargo, es necesario llevar a cabo más estudios para

evaluar los resultados clínicos a largo plazo y la reducción en el desarrollo de la osteoartritis.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses

Agradecimientos

Expresamos nuestra gratitud a la Fundación Clínica del Norte y a la Corporación Universitaria Remington, por el apoyo para realizar esta investigación.

Referencias

- Johannsen AM, Civitarese DM, Padalecki JR, Goldsmith MT, Wijdicks CA, LaPrade RF. Qualitative and quantitative anatomic analysis of the posterior root attachments of the medial and lateral menisci. *Am J Sports Med.* 2012;40:2342–7, <http://dx.doi.org/10.1177/0363546512457642>.
- Jorge Chahla, Javier Olivetto, Robert F, LaPrade. Lesiones de Raíz Meniscal Posterior: Conceptos Actuales desde Anatomía hasta Tratamiento Quirúrgico. *Rev Artrosc.* 2016;23:1–9, <https://www.revistaartroscopia.com/102-volumen-05-numero-1/volumen-23-numero-1/729-lesiones-de-raiz-meniscal-posterior-conceptos-actuales-desde-anatomia-hasta-tratamiento-quirurgico>.
- Samy TM, Nassar WAM, Zakaria ZM, Farrag Abdelaziz AK. Meniscus posterior root tear repair using a 2-simple-suture pullout technique. *Arthrosc Tech.* 2017;6:e579–83, <http://dx.doi.org/10.1016/j.eats.2017.01.001>.
- Forkel P, Herbolt M, Sprenger F, Metzlaß S, Raschke M, Petersen W. The biomechanical effect of a lateral meniscus posterior root tear with and without damage to the meniscofemoral ligament: efficacy of different repair techniques. *Arthroscopy.* 2014;30:833–40, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arthro.2014.02.040>.
- Serra Cruz R, Ferrari MB, Metsavaht L, LaPrade RF. Understanding posterior meniscal roots lesions: from basic science to treatment. *Rev Bras Ortop.* 2017;52:463–72, <http://dx.doi.org/10.1016/J.RBO.2016.07.001>.
- Petersen W, Zantop T. Avulsion injury to the posterior horn of the lateral meniscus. Technique for arthroscopic refixation. *Unfallchirurg.* 2006;109:984–7, <http://dx.doi.org/10.1007/s00113-006-1193-3>.
- Driessen A, Balke M, White WJ, et al. Transosseous repair of root tears of the lateral meniscus: Operative technique and short-term clinical follow-up of 28 patients. *Adv Orthop Surg.* 2017;2017:1–7, <http://dx.doi.org/10.1155/2017/6514654>.
- Petersen W, Tillmann B. Structure and vascularization of the knee joint menisci. *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* 2008;137:31–7, <http://dx.doi.org/10.1055/s-2008-1037032>.
- Pan F, Hua S, Ma Z. Surgical treatment of combined posterior root tears of the lateral meniscus and ACL tears. *Med Sci Monit.* 2015;21:1345–9, <http://dx.doi.org/10.12659/MSM.892661>.
- Shelbourne KD, Roberson TA, Gray T. Long-term evaluation of posterior lateral meniscus root tears left in situ at the time of anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2011;39:1439–43, <http://dx.doi.org/10.1177/0363546511398212>.
- De Smet AA, Blankenbaker DG, Kijowski R, Graf BK, Shinki K. MR Diagnosis of posterior root tears of the lateral meniscus using arthroscopy as the reference standard. *Am J Roentgenol.* 2009;192:480–6, <http://dx.doi.org/10.2214/AJR.08.1300>.
- Chung KS, Ha JK, Yeom CH, et al. Comparison of clinical and radiologic results between partial meniscectomy and refixation of medial meniscus posterior root tears: A minimum 5-year follow-up. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg.* 2015;31:1941–50, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arthro.2015.03.035>.
- Burks RT, Metcalf MH, Metcalf RW. Fifteen-year follow-up of arthroscopic partial meniscectomy. *Arthroscopy.* 1997;13:673–9, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9442319>.
- Han SB, Shetty GM, Lee DH, et al. Unfavorable results of partial meniscectomy for complete posterior medial meniscus root tear with early osteoarthritis: A 5- to 8-year follow-up study. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg.* 2010;26:1326–32, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arthro.2010.01.032>.
- Allaire R, Muriuki M, Gilbertson L, Harner CD. Biomechanical consequences of a tear of the posterior root of the medial meniscus. Similar to total meniscectomy. *J Bone Jt Surgery-American Vol.* 2008;90:1922–31, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.G.00748>.
- Padalecki JR, Jansson KS, Smith SD, et al. Biomechanical consequences of a complete radial tear adjacent to the medial meniscus posterior root attachment site. *Am J Sports Med.* 2014;42:699–707, <http://dx.doi.org/10.1177/0363546513499314>.
- Forkel P, Herbolt M, Schulze M, et al. Biomechanical consequences of a posterior root tear of the lateral meniscus: stabilizing effect of the meniscofemoral ligament. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2013;133:621–6, <http://dx.doi.org/10.1007/s00402-013-1716-7>.
- Feucht MJ, Grande E, Brunhuber J, Burgkart R, Imhoff AB, Braun S. Biomechanical evaluation of different suture techniques for arthroscopic transtibial pull-out repair of posterior medial meniscus root tears. *Am J Sports Med.* 2013;41:2784–90, <http://dx.doi.org/10.1177/0363546513502464>.
- LaPrade RF, Matheny LM, Moulton SG, James EW, Dean CS. Posterior meniscal root repairs: Outcomes of an anatomic transtibial pull-out technique. *Am J Sports Med.* 2017;45:884–91, <http://dx.doi.org/10.1177/0363546516673996>.
- Feucht MJ, Kühle J, Bode G, et al. Arthroscopic transtibial pullout repair for posterior medial meniscus root tears: A systematic review of clinical, radiographic, and second-look arthroscopic results. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg.* 2015;31:1808–16, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arthro.2015.03.022>.
- Papalia R, Vasta S, Franceschi F, D'Adamio S, Maffulli N, Denaro V. Meniscal root tears: from basic science to ultimate surgery. *Br Med Bull.* 2013;106:91–115, <http://dx.doi.org/10.1093/bmb/ldt002>.
- Marzo JM, Gurske-DePerio J. Effects of medial meniscus posterior horn avulsion and repair on tibiofemoral contact area and peak contact pressure with clinical implications. *Am J Sports Med.* 2009;37:124–9, <http://dx.doi.org/10.1177/0363546508323254>.
- Nicholas SJ, Golant A, Schachter AK, Lee SJ. A new surgical technique for arthroscopic repair of the meniscus root tear. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2009;17:1433–6, <http://dx.doi.org/10.1007/s00167-009-0874-1>.
- Kim J-H, Chung J-H, Lee D-H, Lee Y-S, Kim J-R, Ryu K-J. Arthroscopic suture anchor repair versus pullout suture repair in posterior root tear of the medial meniscus: A prospective comparison study. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg.* 2011;27:1644–53, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arthro.2011.06.033>.
- Cho JH. Modified pull-out suture in posterior root tear of the medial meniscus: using a posteromedial portal. *Knee Surg Relat Res.* 2012;24:124–7, <http://dx.doi.org/10.5792/ksrr.2012.24.2.124>.
- Vyas D, Harner CD. Meniscus root repair. *Sports Med Arthrosc.* 2012;20:86–94, <http://dx.doi.org/10.1097/JSA.0b013e31825186ca>.

27. Bonasia DE, Pellegrino P, D'Amelio A, Cottino U, Rossi R. Meniscal root tear repair: Why. When and How? *Orthop Rev (Pavia)*. 2015;7:5792, <http://dx.doi.org/10.4081/or.2015.5792>.
28. Geeslin AG, Civitarese D, Turnbull TL, Dornan GJ, Fuso FA, LaPrade RF. Influence of lateral meniscal posterior root avulsions and the meniscomfemoral ligaments on tibiofemoral contact mechanics. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 2016;24:1469–77, <http://dx.doi.org/10.1007/s00167-015-3742-1>.
29. Bao HRC, Zhu D, Gu GS, Gong H. The effect of complete radial lateral meniscus posterior root tear on the knee contact mechanics: a finite element analysis. *J Orthop Sci*. 2013;18:256–63, <http://dx.doi.org/10.1007/S00776-012-0334-5>.
30. LaPrade CM, Jansson KS, Dornan G, Smith SD, Wijdicks CA, LaPrade RF. Altered tibiofemoral contact mechanics due to lateral meniscus posterior horn root avulsions and radial tears can be restored with in situ pull-out suture repairs. *J Bone Joint Surg Am*. 2014;96:471–9, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.L.01252>.
31. Chung KS, Ha JK, Ra HJ, Kim JG. A meta-analysis of clinical and radiographic outcomes of posterior horn medial meniscus root repairs. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 2016;24:1455–68, <http://dx.doi.org/10.1007/s00167-015-3832-0>.
32. Jørgensen U, Sonne-Holm S, Lauridsen F, Rosenklint A. Long-term follow-up of meniscectomy in athletes. A prospective longitudinal study. *J Bone Joint Surg Br*. 69(1):80-83.
33. Alejandro Espejo Reina, UGC Aparato Locomotor. Complejo Hospitalario de Jaén UCG Aparato Locomotor. Hospital Clínico Universitario Virgen de la Victoria. Málaga Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Vithas Parque San Antonio. Málaga Clínica Espejo. Málaga, María Josefa Espejo Reina, et al. Lesiones de las raíces meniscales. Estado actual. *Rev Española Artrosc y Cirugía Articul*. 2018; 25(65). <https://fondoscience.com/reaca/vol25-especial-num62/fs1803017-lesiones-raices-meniscales-estado-actual>.
34. Ellman MB, LaPrade CM, Smith SD, et al. Structural properties of the meniscal roots. *Am J Sports Med*. 2014;42:1881–7, <http://dx.doi.org/10.1177/0363546514531730>.
35. Hulet C, Pereira H, Peretti G, Denti M. Surgery of the Meniscus. (Hulet C, Pereira H, Peretti G, Denti M, eds.). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg;. 2016, <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-49188-1>.