



ORIGINAL

Descripción anatómica de la inserción de la raíz del cuerno posterior del menisco medial de la rodilla humana



Gustavo Rincón^a, Daniel Quintero-Márquez^{b,*}, Edgar Muñoz^c,
Paula Sarmiento^d y Marcelo Valdivia^e

^a Especialista en Ortopedia y cirugía de Rodilla, Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, Hospital de San José, Bogotá, Colombia

^b Especialista en Ortopedia y traumatología, Clínica Universitaria Medicina Integral, IMAT Oncomedica, Montería, Córdoba, Colombia

^c Especialista en Ortopedia y cirugía de Rodilla, Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, Hospital de San José, Bogotá, Colombia

^d Especialista en Ortopedia y cirugía de Rodilla, Clínica los Nogales, Bogotá, Colombia

^e Especialista en Ortopedia y cirugía de Rodilla, Caja de salud Cordes Cochabamba, Bolivia

Recibido el 14 de junio de 2018; aceptado el 15 de junio de 2020

Disponible en Internet el 3 de agosto de 2020

PALABRAS CLAVE

Menisco;
Tibial;
Rodilla;
Articulacion Rodilla;
Anatomía

Resumen

Introducción: El conocimiento anatómico de la huella de la raíz del cuerno posterior del menisco medial (CPMM) de la rodilla es fundamental en la planeación de la reinserción meniscal. El objetivo del estudio es describir la ubicación la huella de la raíz del cuerno posterior del menisco medial y definir su relación topográfica con los ligamentos cruzados en la rodilla humana en cadáveres.

Materiales & Métodos: Fueron estudiadas 10 rodillas de cadáveres humanos. Estas muestras tenían los ligamentos cruzados y los meniscos intactos, sin evidencia de trauma en la meseta tibial. Se identificaron y mapearon las raíces posteriores con base en la relación topográfica de las huellas en los platillos tibiales. Se realizaron medidas del tamaño de los platillos tibiales, la raíz y su distancia a los ligamentos cruzados. Se tomaron tomografías a cada espécimen para evaluar el centro de la huella de la raíz. Se determinó la posición calculando el porcentaje de la distancia del borde medial de la meseta tibial al centro de la inserción.

Resultados: La raíz posterior del menisco medial tiene una medida antero-posterior de 8.3 mm (DE: 2.7) y medio-lateral de 4.3 mm (DE: 1.5). Se encuentra a 6.9 mm (DE: 2.3) de la inserción tibial del ligamento cruzado posterior y a 11.4 mm (DE: 1.06) de la inserción tibial del ligamento cruzado anterior.

* Autor para correspondencia. Calle 70 No 1C-13, Montería, Córdoba. Teléfono 3006785289.
Correo electrónico: dequinterom@hotmail.com (D. Quintero-Márquez).

KEYWORDS

Menisci;
Tibial;
Knee;
Knee joint;
Anatomy

Discusión: La huella de la inserción del CPMM tiene forma ovalada con mayor diámetro anteroposterior, que guarda una relación estrecha con las estructuras intraarticulares de la rodilla, siendo un punto de referencia para procedimientos de reinserción precisos.

Nivel de Evidencia: IV

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

Anatomical Study of the Posterior Root of Medial Meniscus in Human Knee

Abstract

Background: The anatomical knowledge of the footprint of the root of the posterior horn of the medial meniscus (PRMM) of the knee is essential in planning the meniscal reinsertion. The aim of this study was to describe the footprint of the Posterior Root of Medial Meniscus and define the topographical relationship with Cruciate Ligaments in the human knee.

Methods: Ten human cadaveric knees were studied. These samples had intact cruciate ligaments and meniscus with no evidence of trauma on the tibial plateau. The Posterior Horn of the Medial Meniscus was removed from the Posterior Root. We identified and mapped the Posterior Root based on the topographical relationship with its tibial footprint. We performed measurements of the tibial plateau size, the root and its distance to the cruciate ligaments. Each knee had a CT scan and 3D reconstruction with a metallic tool that served as reference at the center of the root.

Results: The Posterior Root of Medial Meniscus has a higher anteroposterior foot print 8.3 mm (SD 2.7) than medio-lateral 4.3 mm (SD 1.5). Is located 6.9 mm (SD 2.3) from the tibial insertion of Posterior Cruciate Ligament and 11.4 mm (SD 1.06) from the tibial insertion of Anterior Cruciate Ligament.

Discussion: This anatomical study provides new knowledge and information concerning the foot print of the root of posterior horn of the medial meniscus in the human knee. It could be a starting point to help surgeons to perform more anatomical procedures.

Evidence Level: IV

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

Introducción

Los meniscos son estructuras multifuncionales en la rodilla, importantes para la biomecánica de la articulación, y juegan un papel importante en la transmisión de las cargas axiales aportando propiocepción, lubricación, además de colaborar con el mantenimiento de la estabilidad de la articulación¹⁻⁵. Las lesiones de los meniscos suelen ser de dos tipos: agudas (generadas por trauma) o crónicas (resultado de degeneración), tienen importancia clínica porque conllevan al aumento de la presión sobre la superficie femorotibial causando la pérdida del cartílago, formación de osteofitos, disminución del compartimento articular y finalmente artrosis⁶⁻¹⁰. El menisco medial es más propenso a lesión y degeneración, puesto que necesita más fuerza durante la carga de peso que el menisco lateral¹¹.

En los últimos años las lesiones de la raíz meniscal han sido tema de interés para los cirujanos de rodilla¹²⁻¹⁵, debido al aumento en la prevalencia y, a que dichas lesiones son perjudiciales para la articulación de la rodilla porque están relacionadas con la extrusión meniscal e incompetencia del mismo, que pueden generar pérdida en la capacidad de resistir las tensiones en varo o valgo y fuerzas axiales,

causando una degeneración articular acelerada^{16,17}. Las lesiones, en especial del cuerno posterior son más comunes y de mayor importancia en comparación con las del cuerno anterior, ya que éste es crucial para el posicionamiento normal, la prevención de la extrusión y la preservación de la función meniscal¹⁸. Clínicamente se manifiestan con dolor, edema, bloqueo posteromedial o posterolateral y limitación en la función.

Radiológicamente, las proyecciones convencionales tienen poco valor, a no ser que sean lesiones crónicas que ya estén causando cambios degenerativos de los compartimentos de la rodilla¹⁹. La resonancia magnética (RM) es el método diagnóstico actual que más información brinda acerca de las lesiones de la raíz del menisco. Una medida mayor a 3 mm tomado desde el margen externo del menisco y el borde de la meseta tibial se reporta como extrusión meniscal, además existen 3 signos directos de la lesión de la raíz meniscal, en el plano axial se puede observar un defecto lineal radial; en el plano coronal un defecto lineal vertical (signo de truncamiento) y el tercero, que es conocido como "menisco fantasma", la cual es la ausencia del menisco o como señal alta sustituyendo la imagen del menisco con imágenes de menisco normal en los cortes siguientes²⁰.

El tratamiento está orientado en preservar todo el tejido meniscal que sea posible y reinsertarlo anatómicamente. Se han descrito muchas técnicas, pero la fijación con suturas con túnel transóseo es el que ha demostrado mejores resultados funcionales²¹⁻²⁶. El conocimiento anatómico de la huella de la raíz del cuerno posterior del menisco medial (CPMM) de la rodilla es fundamental en la planificación de la re inserción meniscal, sin embargo en la actualidad existen pocas publicaciones acerca de la inserción del cuerno posterior^{27,28}, es por esto que el objetivo de este estudio fue describir la ubicación la huella de la raíz del cuerno posterior del menisco medial y definir su relación topográfica con los ligamentos cruzados (anterior y posterior) en la rodilla humana de cadáveres, así como con la espina tibial medial, adicionando tomografía axial computarizada para correlacionar en forma más precisa su ubicación.

Materiales y métodos

Diseño

Estudio descriptivo anatómico, tipo serie de casos.

Participantes

Entre febrero y abril del 2013 se realizaron disecciones en 10 rodillas de 5 cadáveres frescos (hombres) fijadas con formol al 10% asignados por el Centro Latinoamericano de Entrenamiento en Cirugía en Mínima Invasión (CLEMI).

Los cadáveres cumplieron con los siguientes criterios de inclusión: edad mayor a 18 años, ausencia de lesiones traumáticas o patologías en la rodilla y se excluyeron aquellos que presentaran signos de descomposición o daño de la pieza al momento de la extracción.

Técnica de disección

Las disecciones de los 10 rodillas se realizaron por un mismo cirujano de rodilla (investigador principal). Los cadáveres se estudiaron en las instalaciones del CLEMI, en la mesa de disección en decúbito supino, se realizó un abordaje universal anterior de rodilla de 12 cm de longitud, posteriormente se realizó artrotomía medial y luxación lateral de la rótula, se expusieron los platillos tibiales, y se desinsertaron los Ligamentos Cruzados (Anterior y Posterior) a nivel femoral, y finalmente para la obtención de la pieza se realizó osteotomía tibial a 10 cm de la superficie articular con sierra para extraer el espécimen de estudio y por último se realizó cierre de la piel.

Los especímenes extraídos se embalaron y se transportaron en una nevera para mantener temperatura adecuada, se estudiaron en el laboratorio de patología del Hospital de San José por el investigador principal y se analizó la ubicación anatómica, morfológica, dimensiones y las relaciones de la raíz del cuerno posterior del menisco medial con sus estructuras vecinas.

Para la marcación de los especímenes se trabajó con lupa de aumentación, tiñendo la huella de la inserción de la raíz y se procedió a la toma de las mediciones.

Mediciones

Se realizaron mediciones usando un caliper milimétrico a los 10 especímenes, las medidas incluyeron la longitud anteroposterior de la meseta tibial medial (DAP-MTM), la longitud mediolateral de la meseta tibial (DML-MT), la longitud de la huella de la inserción ósea de la raíz del cuerno posterior del menisco medial en sentido anteroposterior (DAP-H) y mediolateral (DML-H), la distancia del centro de la huella al borde posterior de la inserción del ligamento cruzado anterior (D-BPLCA-CH), la distancia del centro de la huella al borde anterior del ligamento cruzado posterior (D-BALCP-CH), y finalmente la distancia de la espina tibial medial al centro de la huella (fig. 1).

Estudio en Tomografía axial computarizada con Reconstrucción Tridimensional

A cada espécimen se le realizó una Tomografía Axial Computadorizada (TAC) incluyendo cortes Axiales, Coronales y Sagitales; así como una Reconstrucción Tridimensional (3D) con un objeto metálico como referencia del centro de la huella de la raíz. El centro de la huella de la inserción del CPMM fue marcado con una aguja metálica. Se realizaron cortes coronales, axiales, sagitales y reconstrucción 3D para identificar el centro de la huella en todos los planos.

Posteriormente se utilizó una rejilla en el plano axial de los cortes en 3D con 8 cuadrantes divididos en partes iguales en los planos anteroposterior y mediolateral y se marcó el centro de la huella para determinar su ubicación específica en dicho corte de la tomografía.

Por último se determinó la posición del centro de la huella calculando el porcentaje de la distancia de T1 (borde medial de la meseta tibial) a la línea T2 (borde lateral de la meseta tibial) en los cortes coronales y el porcentaje de la distancia anteroposterior en los cortes sagitales de T3 (borde anterior del platillo tibial medial) al punto T4 (borde posterior del platillo tibial medial).

Análisis estadístico

Se llevó a cabo un análisis descriptivo de los datos lo cuales se resumen con frecuencias, medidas de tendencia central y de dispersión. El análisis estadístico se realizó en el software STATA 13.

Se cumplieron con los requerimientos establecidos en la Resolución 008430 para estudios en cadáveres y fue aprobada por el comité de ética e investigación de la Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud (FUCS).

Resultados

En la tabla 1 se resumen los datos obtenidos de las 10 muestras estudiadas. Es de resaltar que la media de la inserción del cuerno posterior del menisco medial tiene una huella con mayor diámetro anteroposterior, la cual fue de 8.4 mm (DE: 2.7), y mediolateral menor de 4.3 mm (DE: 1.5).

Se encontró que además está en íntima relación con el borde anterior de la inserción tibial del Ligamento Cruzado Posterior (LCP) al compararlo con las estructuras

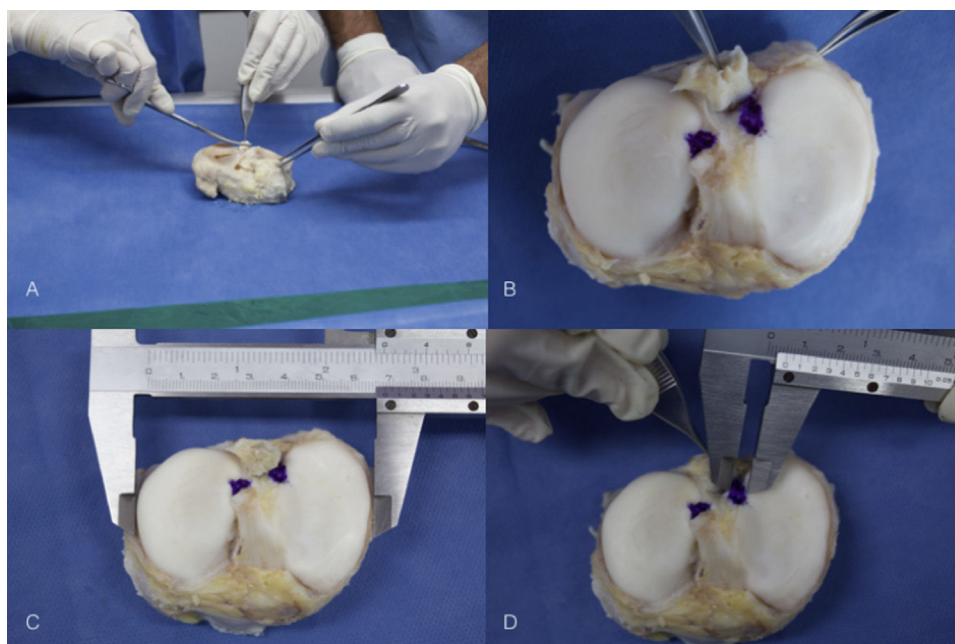


Figura 1 Disección y medición de los especímenes

En la imagen A se muestra la disección del platillo con resección de los meniscos. En la imagen B se marcan las huellas de la inserción del cuerno posterior del menisco medial. Adicionalmente se mide el tamaño del platillo tibial (C) y se realiza la medición de la huella (D).

Tabla 1 Distancias anatómicas en los especímenes estudiados

DISTANCIAS	Especímenes estudiados										MEDIA (mm)	DE
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
D- BPLCA- CH (mm)	12	10	13	11	11.5	11	12	10	13	11	11.5	1.07
D- ETM- CH (mm)	11	10	11	10.5	10.5	10	11	10	10	11	10.5	0.47
D-BALCP-CH (mm)	8	6.5	5	6.5	7	7	8	6.5	7	6	6.9	2.32
DAP-H (mm)	8	8.5	8	9	8.5	8	9	8	8.5	9	8.4	2.71
DML -H (mm)	3	3.5	5	4.5	5	4	5	4.5	3	4	4.3	1.51
DAP-MT (mm)	48	48	51	47.5	45.5	49	50	48	49	50	48.6	1.56
DML-MT (mm)	76	69	74	68.5	71	74	73	75	72.5	70	72.6	23

intraarticulares, con una distancia promedio de 6.9 mm (DE: 2.32), y a 11.5 mm (DE: 1.06) del Ligamento Cruzado Anterior (LCA) tomado desde el centro de la huella hasta el borde posterior de éste. Su relación con la espina tibial medial tiene una distancia promedio de 10.5 mm (DE: 0.47).

En cuanto al tamaño promedio de la meseta tibial la longitud anteroposterior fue de 48.6 mm (DE: 1.6) y medio lateral de 72.6 mm (DE: 23).

En la [figura 2](#) se puede observar de manera gráfica en una meseta tibial la distribución de las relaciones de la huella con las estructuras intraarticulares de la rodilla.

La evaluación tomográfica a nivel de la reconstrucción tridimensional de los 10 especímenes dio como resultado que el centro de la huella de la inserción de CPMM se ubica en el cuadrante 4B del platillo tibial y al 38% en sentido mediolateral en la meseta tibial en la vista coronal y por último a nivel del corte sagital se ubicó en el 74% en sentido anteroposterior en los 10 especímenes, como se ilustra en la [figura 3](#).

Discusión

El conocimiento de la morfología y ubicación anatómica de la huella de la raíz del cuerno posterior del menisco medial en el platillo tibial, en relación con las estructuras intraarticulares de la rodilla, da elementos puntuales que le permiten al cirujano de rodilla realizar técnicas quirúrgicas más precisas al momento de realizar las reinserciones, que en la actualidad es la técnica más aceptada, ya que se pueden realizar en el punto anatómico exacto tomando como base dichas estructuras constantes de la rodilla.

Con el presente estudio podemos describir la ubicación más puntual de la huella de la inserción de la raíz del cuerno posterior del menisco medial, que en la actualidad existen pocas publicaciones que describen la ubicación de la misma, dado que por tradición se refiere a que ésta ubicación está directamente anterior a la inserción tibial del LCP como una depresión a nivel del platillo tibial, como lo describieron Kohn y col.²⁹ al igual que Johnson y Col.³⁰ en sus estudios

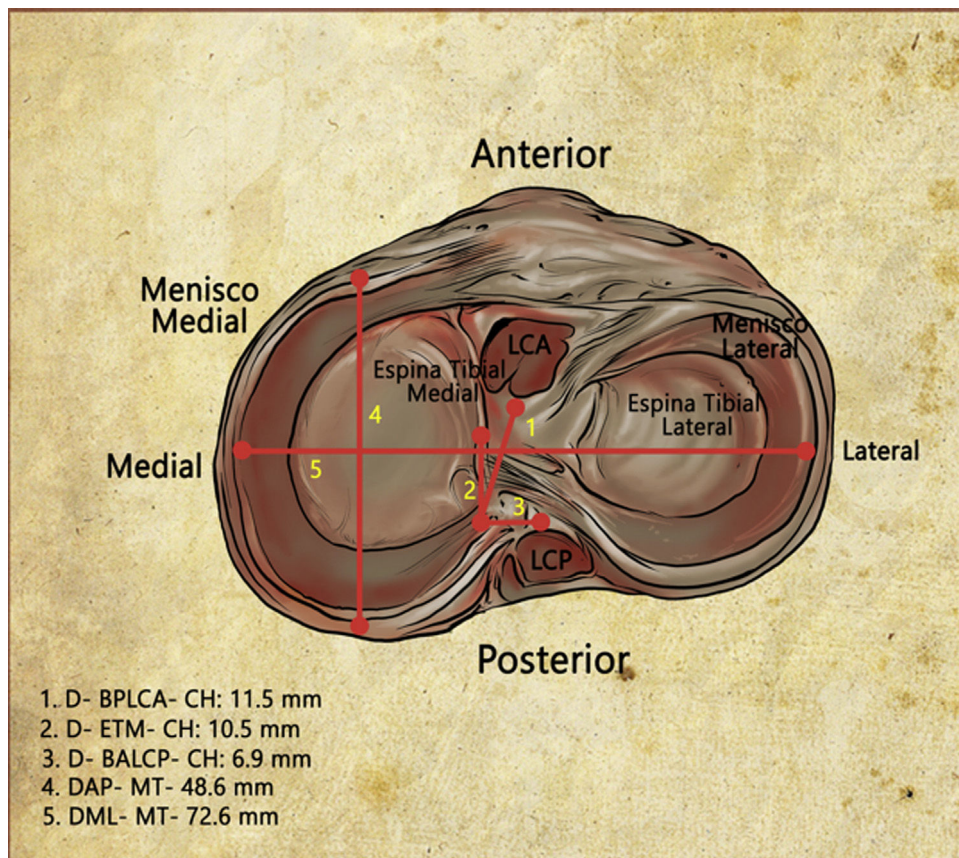


Figura 2 La Figura 2 demuestra en la vista superior de la meseta tibial la relación de la huella del cuerno posterior del menisco medial con las estructuras intraarticulares de la rodilla (LCA, ligamento cruzado anterior; LCP, ligamento cruzado posterior; Espina tibial medial).

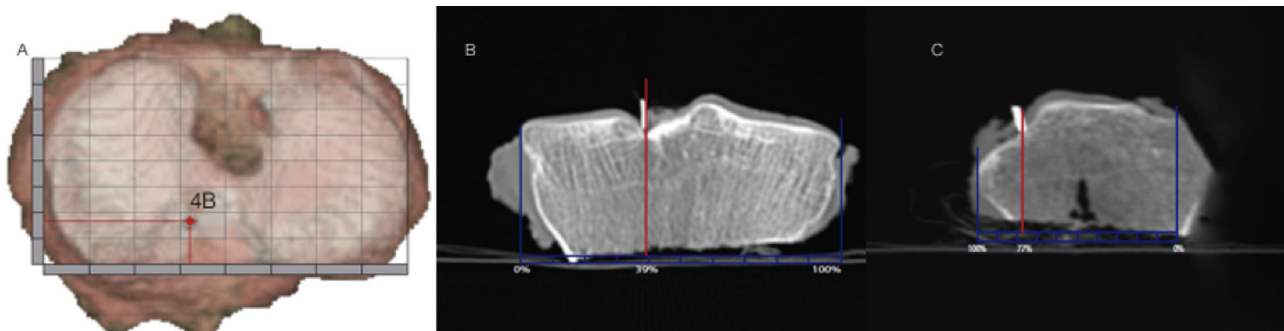


Figura 3 Cortes tomográficos de los especímenes cadavéricos

La figura A muestra un corte de reconstrucción tridimensional axial donde la ubicación de la huella de la inserción de la raíz del menisco medial se ubica en el cuadrante 4B. La figura B corresponde a un corte coronal ubicando la raíz a un 39% de la meseta tibial medial en sentido mediolateral. La figura C ubica la raíz a un 77% de la meseta tibial en sentido anteroposterior.

en cadáveres en 1997, en estudios más recientes como el de Kale y Col.³¹ en 2010, comparan la inserción de la raíz del cuerno posterior del menisco medial en neonatos y en adultos evidenciando que los parámetros de referencia en cuanto a la inserción siguen siendo los mismos.

Sin embargo en ninguno de los estudios de dichos autores describe una medida exacta de la huella con relación a las estructuras intraarticulares adyacentes, sin embargo en publicaciones más recientes como la de Johannsen y

Col en 2012, ya toman estructuras intraarticulares de la rodilla para describir una ubicación más exacta de la raíz del cuerno posterior, sin embargo en dicha publicación no toman como referencia el ligamento cruzado anterior ni estudios imagenológicos para correlacionar dichas mediciones. Por tanto una fortaleza de este estudio es que se pudo determinar las relaciones más puntuales de la huella con las estructuras intraarticulares (LCA, LCP y espina tibial medial) de forma macroscópica y adicionando cortes

tomográficos para correlacionar de una forma más precisa dichas mediciones con la ayuda de este estudio imagenológico, ya que en la actualidad el único estudio que correlaciona la inserción meniscal con imágenes diagnósticas utiliza radiografías simples de rodilla³².

Debido al aumento de la incidencia de las lesiones de la raíz posterior del menisco medial, su historia natural y su efecto deletéreo en la rodilla, las técnicas para reinsertarlas en su punto anatómico a nivel del platillo tibial debe ser lo más exacto posible, ya que se ha demostrado que la resección del hasta el 46% del cuerno posterior del menisco medial afecta significativamente la traslación en el plano anteroposterior de la rodilla en comparación con una rodilla intacta³³ y que la lesión de la raíz posterior del menisco es comparable con una menisectomía, por tanto la restauración de la estructura y función del menisco es de vital importancia para la salud articular a largo plazo³⁴.

El presente estudio presenta como limitaciones el número bajo de especímenes usados, sin embargo este estudio puede ser el punto de partida para la realización de publicaciones a futuro con mayor número de muestras y la aplicación de estos conceptos a la cirugía artroscópica de rodilla, ya que este estudio aporta un conocimiento de la anatomía de la rodilla con una aplicabilidad en la actualidad que puede lograr optimizar las técnicas quirúrgicas de re inserción del cuerno posterior del menisco medial permitiéndole así restaurar y mantener la función de la rodilla y obtener mejores resultados a largo plazo preservando el cartílago articular y por tanto la homeostasis de la articulación de la rodilla.

Se puede concluir que la huella de la inserción del cuerno posterior del menisco medial de la rodilla humana tiene forma ovalada con mayor diámetro anteroposterior, que guarda íntima relación con las estructuras intraarticulares de la rodilla como lo es el ligamento cruzado anterior (LCA), el ligamento cruzado posterior (LCP) y la espina tibial medial independiente del tamaño del platillo tibial o de la lateralidad de la rodilla, igualmente su ubicación a nivel espacial, lo que da un punto de partida importante para la cirugía artroscópica de rodilla, ya que conociendo con exactitud su inserción ósea a nivel del platillo tibial se pueden lograr procedimientos quirúrgicos para la re inserción del mismo de forma más precisa y así conservar la homeostasis de la rodilla y prevenir lesiones a nivel del cartílago femorotibial secundarias a un mal funcionamiento de las estructuras meniscales.

Conflicto de intereses

No se declara ningún tipo de conflicto de interés en el presente estudio por ninguno de los autores.

Bibliografía

- Baratz ME, Fu FH, Mengato R. Meniscal tears: the effect of menisectomy and of repair on intraarticular contact areas and stress in the human knee. A preliminary report. *Am J Sports Med.* 1986;14:270-5.
- Marzo J. Medial meniscus posterior horn avulsion. *J Am Acad Orthop Surg.* 2009;17:276-83, doi: 10.5435/00124635-200905000-00002.
- 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, doi: 10.1177/0363546508323254.
- Fithian DC, Kelly MA, Mow VC. Material properties and structure-function relationships in the menisci. *Clin Orthop Relat Res.* 1990;19-31.
- Jones AO, Houang MT, Low RS, Wood DG. Medial meniscus posterior root attachment injury and degeneration: MRI findings. *Australas Radiol.* 2006;50:306-13.
- Marzo JM. Medial meniscus posterior horn avulsion. *J Am Acad Orthop Surg.* 2009;17:276-83.
- Jones HP, Appleyard RC, Mahajan S, Murrell GA. Meniscal and chondral loss in the anterior cruciate ligament injured knee. *Sports Med.* 2003;33:1075-89.
- Bedi A, Kelly NH, Baad M, Fox AJ, Brophy RH, Warren RF, et al. Dynamic contact mechanics of the medial meniscus as a function of radial tear, repair, and partial menisectomy. *J Bone Joint Surg (Am).* 2010;92:1398-408.
- Rennie WJ, Finlay DB. Meniscal extrusion in young athletes: associated knee joint abnormalities. *AJR Am J Roentgenol.* 2006;186:791-4.
- Allaire R, Muriuki M, Gilbertson L, Harner CD. Biomechanical consequences of a tear of the posterior root of the medial meniscus Similar to total menisectomy. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90:1922-31.
- Park HJ, Kim SS, Lee SY, Choi YJ, Chung EC, Rho MH, et al. Medial meniscal root tears and meniscal extrusion transverse length ratios on MRI. *Br J Radiol.* 2012;85(1019):e1032-7.
- Kopf S, Colvin AC, Muriuki M, Zhang X, Harner CD. Meniscal root suturing techniques: implications for root fixation. *Am J Sports Med.* 2011;39:2141-6.
- LaPrade CM, Foad A, Smith SD, Turnbull TL, Dornan GJ, Engebretsen L, et al. Biomechanical consequences of a nonanatomic posterior medial meniscal root repair. *Am J Sports Med.* 2015;43:912-20.
- 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.
- LaPrade RF, LaPrade CM, James EW. Recent advances in posterior meniscal root repair techniques. *J Am Acad Orthop Surg.* 2015;23:71-6.
- Lerer DB, Umans HR, Hu MX, Jones MH. The role of meniscal root pathology and radial meniscal tear in medial meniscal extrusion. *Skeletal Radiol.* 2004;33:569-74.
- Henning CE, Lynch MA. Current concepts of meniscal function and pathology. *Clin Sports Med.* 1985;4:259-65.
- Shepard MF, Hunter DM, Davies MR, Shapiro MS, Seeger LL. The clinical significance of anterior horn meniscal tears diagnosed on magnetic resonance images. *Am J Sports Med.* 2002;30:189-92.
- Berg EE. The meniscal ossicle: the consequence of a meniscal avulsion. *Arthroscopy.* 1991;7:241-3.
- Petersen W, Forkel P, Feucht MJ, Zantop T, Imhoff AB, Brucker PU. Posterior root tear of the medial and lateral meniscus. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2014;134:237-55.
- Seo JH, Li G, Shetty GM, Kim JH, Bae JH, Jo ML, et al. Effect of repair of radial tears at the root of the posterior horn of the medial meniscus with the pullout suture technique: a biomechanical study using porcine knees. *Arthroscopy.* 2009;25:1281-7.
- Pagani PA, Del Prete G, Caravita C. [Reinsertion of the meniscus: our experience in the treatment of chronic laxity]. *Chir Organi Mov.* 1987;72:87-92.
- Ozkoc G, Cerci E, Gonc U, Irgit K, Pourbagher A, Tandoğan RN. Radial tears in the root of the posterior horn of the medial meniscus. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2008;16:849-54.

24. Kiss I, Szepesi K, Barcsa C, Szappanos L. [Meniscus reinsertion in the surgical correction of fresh knee-joint instability]. *Magy Traumatol Orthop Helyreallito Seb.* 1987;30:179–84.
25. Bousquet G, Passot JP, Girardin P, Relave M, Gazielly D, Charmion L. [Reinsertion or meniscal suturing]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 1985;71 Suppl 2:116–8.
26. Harner CD, Mauro CS, Lesniak BP, Romanowski JR. Biomechanical consequences of a tear of the posterior root of the medial meniscus Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91 Suppl 2:257–70.
27. Brody JM, Lin HM, Hulstyn MJ, Tung GA. Lateral meniscus root tear and meniscus extrusion with anterior cruciate ligament tear. *Radiology.* 2006;239:805–10.
28. Hwang B-Y, Kim S-J, Lee S-W, Lee H-E, Lee C-K, Hunter DJ, et al. Risk Factors for Medial Meniscus Posterior Root Tear. *Am J Sports Med.* 2012;40:1606–10, doi: 10.1177/0363546512447792.
29. Kohn D, Moreno B. Meniscus insertion anatomy as a basis for meniscus replacement: a morphological cadaveric study. *Arthroscopy.* 1995;11:96–103.
30. Johnson DL, Swenson TM, Livesay GA, Aizawa H, Fu FH, Harner CD. Insertion-site anatomy of the human menisci: gross, arthroscopic, and topographical anatomy as a basis for meniscal transplantation. *Arthroscopy.* 1995;11:386–94.
31. Kale A, Kopuz C, Dikici F, Demir MT, Corumlu U, Ince Y. Anatomic and arthroscopic study of the medial meniscal horns' insertions. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010;18:754–9.
32. James EW, LaPrade CM, Ellman MB, Wijdicks CA, Engebretsen L, LaPrade RF. Radiographic identification of the anterior and posterior root attachments of the medial and lateral menisci. *Am J Sports Med.* 2014;42:2707–14.
33. Arno S, Hadley S, Campbell KA, Bell CP, Hall M, Beltran LS, et al. The effect of arthroscopic partial medial meniscectomy on tibiofemoral stability. *Am J Sports Med.* 2013;41:73–9.
34. Padalecki JR, Jansson KS, Smith SD, Dornan GJ, Pierce CM, Wijdicks CA, et al. Biomechanical consequences of a complete radial tear adjacent to the medial meniscus posterior root attachment site: in situ pull-out repair restores derangement of joint mechanics. *Am J Sports Med.* 2014;42:699–707.