

Lesiones radiales del menisco

Meniscal radial injuries

Alejandro Álvarez-López^{1*} <https://orcid.org/0000-0001-8169-2704>

Valentina Valdebenito-Aceitón² <https://orcid.org/0000-0002-8357-8830>

Sergio Ricardo Soto-Carrasco² <https://orcid.org/0000-0002-8737-1706>

¹Universidad de Ciencias Médicas. Hospital Pediátrico Provincial Dr. Eduardo Agramonte Piña. Departamento de Ortopedia y Traumatología. Camagüey, Cuba.

²Universidad Católica de la Santísima Concepción. Facultad de Medicina. Departamento de Cirugía. Concepción, Chile.

*Autor para la correspondencia (email): aal.cmw@infomed.sld.cu

RESUMEN

Introducción: Las lesiones de menisco son frecuentes en adultos jóvenes, en especial en aquellos que practican algún tipo de actividad deportiva que conlleve rotación de la articulación de la rodilla. Entre ellas una de las más encontradas es la de configuración radial.

Objetivo: Actualizar los conocimientos en los aspectos más importantes sobre las lesiones radiales de los meniscos.

Métodos: La búsqueda y análisis de la información se realizó en un periodo de 61 días (primero de marzo de 2024 al 30 de abril de 2024) y se emplearon las siguientes palabras: *Meniscal lesions, radial meniscal lesions, hashstag suture, radial tears, meniscal tears AND meniscal suture*. A partir de la información obtenida se realizó una revisión bibliográfica de un total de 193 artículos publicados en varias bases de datos mediante el gestor de búsqueda y administrador de referencias EndNote, de ellos se utilizaron 30 citas seleccionadas para realizar la revisión.

Resultados: Se mencionan los aspectos más generales de la anatomía de los meniscos tanto medial como lateral, así como la distribución de sus fibras de colágeno. Se hace referencia a un sistema de clasificación que orienta a la conducta en cada caso. Se describen las modalidades del tratamiento quirúrgico y la vía de reparación según las distintas ventajas del procedimiento.

Conclusiones: Las lesiones de configuración radial de los meniscos tienen características muy espe-

cíficas en cuanto a anatomía y localización. El diagnóstico se basa en tres pilares fundamentales el clínico, imagenológico y artroscópico. El tratamiento de elección es el quirúrgico y la modalidad depende de la severidad de la rotura.

DeCS: HERIDAS Y LESIONES; MENISCO/ lesiones; TERAPÉUTICA; ROTURA/ cirugía; ADULTO JOVEN.

ABSTRACT

Introduction: Meniscus injuries are common in young adults, especially those who practice some type of sports activity with knee rotation. Among them, one of the most common of which is the radial configuration. Objective: Update knowledge of the most important aspects of radial meniscus injuries.

Methods: The search and analysis of the information was carried out over a period of 61 days (March 1, 2024 to April 30, 2024) and the following words were used: meniscal lesions, radial meniscal lesions, hashstag suture, radial tears, meniscal tears AND meniscal suture. Based on the information obtained, a bibliographic review of a total of 193 articles published in various databases was carried out using the search manager and reference manager EndNote, of which 30 selected citations were used to carry out the review.

Results: The most general aspects of the anatomy of both the medial and lateral menisci are mentioned, as well as the distribution of their collagen fibers. Reference is made to a classification system that guides behavior in each case. The surgical treatment modalities and the route of repair are described according to the different advantages of the procedure.

Conclusions: Radial configuration injuries of the menisci have very specific characteristics in terms of anatomy and location. The diagnosis is based on three fundamental pillars: Clinical, imaging and arthroscopic. The treatment of choice is surgical and the modality depends on the severity of the rupture.

DeCS: WOUNDS AND INJURIES; MENISCUS/ injuries; THERAPEUTICS; RUPTURE/surgery; YOUNG ADULT.

Recibido: 19/12/2024

Aprobado: 24/05/2025

Ronda: 1

INTRODUCCIÓN

Las lesiones radiales de los meniscos de la rodilla son afecciones frecuentes en especial en pacientes jóvenes. Según Mameri et al.,⁽¹⁾ la incidencia de esta enfermedad se detecta del 0,61 a 0,70 por cada <http://revistaamc.sld.cu/>

100 000 habitantes en la población de los Estados Unidos de América, donde los procedimientos quirúrgicos relacionados con esta enfermedad representan del 10 al 20 % de todas las cirugías de la especialidad de Ortopedia y Traumatología con un costo que ronda los 4 billones de dólares.

El mecanismo de producción más encontrado en este grupo de enfermos es el de torsión, después del cual el paciente presenta dolor en la línea articular, inflamación y en algunas ocasiones bloqueo articular. Las maniobras de menisco son positivas, las que ayudan al diagnóstico y localización de la lesión.^(2,3,4)

Los exámenes imagenológicos son de gran ayuda, entre los que resaltan el ultrasonido y la resonancia magnética, las que identifican la lesión, permiten determinar el grado de afección y la presencia de lesiones asociadas.^(5,6)

Las lesiones de los meniscos se clasifican de acuerdo a la vascularidad de la zona afectada, localización y la configuración de la rotura. Las lesiones radiales, que se localizan en sentido oblicuo en relación al eje axial de la extremidad, este tipo de desgarró es más frecuente en el menisco lateral.^(7,8,9)

El tratamiento por lo general es de tipo quirúrgico a través de la vía artroscópica, mediante suturas por diversas técnicas como la de afuera-adentro, adentro-afuera y todo adentro. Los procedimientos quirúrgicos más empleados de manera general son la meniscectomía, reparación y sustitución. De ellos, la reparación es uno de los más indicados para conservar el menisco.^(10,11)

Debido a la importancia del tema, la escasa información disponible en la literatura nacional e internacional y la frecuencia con que ocurre esta afección, los autores de la investigación tienen como objetivo actualizar los conocimientos en los aspectos más importantes sobre las lesiones radiales de los meniscos.

MÉTODOS

La búsqueda y análisis de la información se realizó en un periodo de 61 días (primero de marzo de 2024 al 30 de abril de 2024) y se emplearon las siguientes palabras: *meniscal lesions, radial meniscal lesions, hashtag suture, radial tears, meniscal tears AND meniscal suture*. Para centrar la búsqueda se utilizaron los operadores booleanos OR o AND según correspondía. A partir de la información obtenida se realizó una revisión bibliográfica de un total de 193 artículos publicados en las bases de datos PubMed [<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>], Hinari [<https://www.who.int/hinari/es/>], SciELO [<https://scielo.org/es/>], Researchgate [<https://www.researchgate.net/>], Ebsco [<https://www.ebsco.com/es/>], Scopus [<https://www.scopus.com/>], Medscape [<https://www.medscape.com/>] y Medline [<https://medlineplus.gov/spanish/>] mediante el gestor de búsqueda y administrador de referencias EndNote, de ellos se utilizaron 30 citas seleccionadas para realizar la revisión, 29 de los últi-

mos cinco años.

Se consideraron estudios de revisión, presentaciones de casos y originales. Se excluyeron estudios en animales.

RESULTADOS

Para el entendimiento de las lesiones del menisco es necesario conocer los elementos anatómicos más importantes. Los meniscos son estructuras fibrocartilaginosas que se sitúan en la superficie articular proximal de la tibia.^(12,13)

El menisco medial tiene forma de la letra C con apariencia semilunar, la esquina anterior es pequeña mientras que la posterior es alargada y de base ancha. La grasa infrapatelar está en contacto íntimo con la esquina o cuerno anterior. El menisco está adosado a la cápsula articular en toda su extensión, esta estructura cubre el 60 % de toda la superficie articular del platillo tibial medial.^(14,15)

Por su parte, el menisco lateral tiene forma ovalada que asemeja a la letra O, las esquinas o cuernos anterior y posterior están cercanos, todo el menisco es de tamaño uniforme. El cuerno anterior está en contacto con la grasa infrapatelar. El menisco está adosado a la cápsula articular excepto en la zona central y posterior, en esta última está el tendón poplíteo que atraviesa su hiato. Alrededor del 80 % de la superficie lateral articular proximal de la tibia está cubierto por el menisco.^(16,17)

Desde el punto de vista histológico está interconectado con fibras de colágeno en forma circunferencial y oblicua en relación al eje axial de la extremidad. Las fibras circunferenciales brindan fortaleza a las fuerzas de tensión y las oblicuas a las compresivas y de deslizamiento.^(18,19)

Las fibras circunferenciales predominan hacia la periferia y representan un tercio del menisco, por su parte las fibras oblicuas se concentran hacia los dos tercios internos y su estructura es menos densa que la periférica (Figura 1).^(17,19, 20)

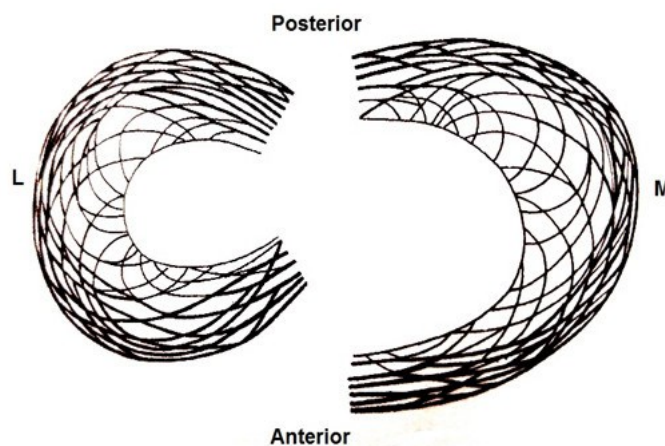


Figura 1. Disposición de las fibras de colágeno del menisco lateral (izquierda) y menisco medial

(derecha). Tomado y modificado de: Müller W.⁽²⁰⁾

Leyenda: M- medial, L- lateral.

El menisco desde el punto de vista bioquímico está compuesto en un 70 % de colágeno. Entre los cuatro tipos de colágenos que existen, predominan los de tipo I en el 90 % del total. Por otra parte, esta estructura también contiene proteoglicanos que varían su concentración con la edad.^(16,18)

La inervación del menisco se concentra hacia la periferia con diferentes tipos de terminaciones nerviosas que conforman el sistema receptor del dolor.^(17,19)

La nutrición del menisco ocurre a través de tres vías, una periférica que proviene de los vasos sanguíneos y otras superior e inferior de la superficie del menisco que es llevada a cabo por el tejido y líquido sinovial. De ahí, que al tener en cuenta todos estos elementos, existe una zona central que recibe menos nutrientes y está expuesta a una mayor incidencia de trastornos degenerativos y lesiones traumáticas (Figura 2).^(19,20)

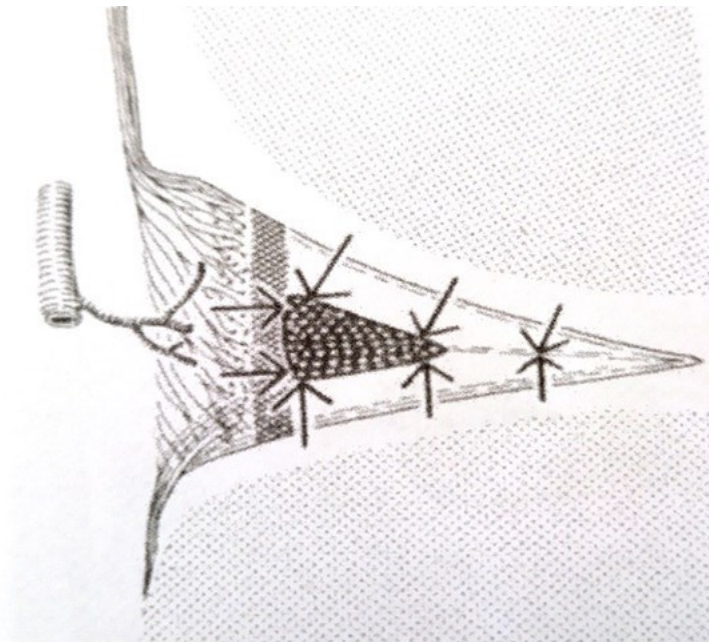


Figura 2. Vías de vascularización del menisco. Zona con pobre vascularidad y nutrición.

Tomado y modificado de: Müller W.⁽²⁰⁾

Al tener en cuenta todos los elementos anatómicos descritos con anterioridad, el menisco tiene las siguientes funciones: mejorar la congruencia articular entre el fémur y la tibia, distribución de las cargas de peso y del líquido sinovial, además de la estabilidad de la articulación y actividad propiceptiva.^(14,20)

Según Bansal et al.,⁽²¹⁾ las lesiones de configuración radial son más frecuentes en el menisco lateral y las zonas más afectadas según la vascularidad son la blanca-blanca y la blanca-roja.

Chahla et al.,⁽²²⁾ proponen un sistema de clasificación de cinco tipos para pacientes con lesiones radiales del menisco basado en su configuración, lo que es de utilidad para la conducta a seguir en cada

caso. El tipo I se caracteriza por tener una lesión radial de tipo parcial que se extiende a la zona blanca. El tipo II igual al anterior solo que se extiende hacia la zona roja blanca. El tipo III lesión radial completa sin brecha. El tipo IV lesión radial completa con brecha menor o igual a 3 milímetros. El tipo V la brecha sobrepasa los 3 milímetros (Figura 3).

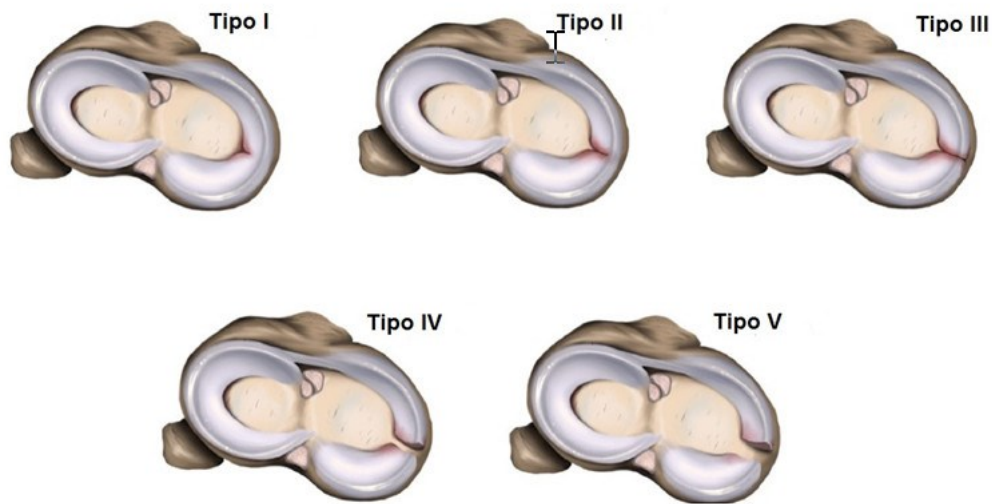


Figura 3. Clasificación de Chahla et al.,⁽²²⁾ para pacientes con lesiones radiales del menisco.

Tomado y modificado de: Chahla et al.⁽²²⁾

Las opciones de tratamiento ante un paciente con lesión radial del menisco pueden ser conservadoras o quirúrgicas. En el primer grupo se incluyen el uso de antiinflamatorios no esteroideos, analgésicos, terapia física y de rehabilitación. En caso de no lograr alivio del dolor y mejorar la función en un periodo de seis semanas está justificado el tratamiento quirúrgico mediante la vía artroscópica, a través de la cual se puede realizar la meniscectomía parcial o reparación de esta estructura mediante suturas.^(23,24)

La clasificación propuesta por Chahla et al.,⁽²²⁾ es útil para indicar la variedad de tratamiento quirúrgico a emplear, en el tipo I se justifica la meniscectomía parcial. Para el tipo II está indicada la sutura lado a lado. En caso del tipo III se debe realizar la sutura en forma del símbolo de numeral que consiste en la combinación de suturas lado a lado y verticales que involucran la cápsula articular. Para las lesiones tipo IV y V se emplean las mismas suturas que en el tipo III, además de la fijación transtibial del menisco que garantiza la reducción del menisco en su sitio anatómico (Figura 4).

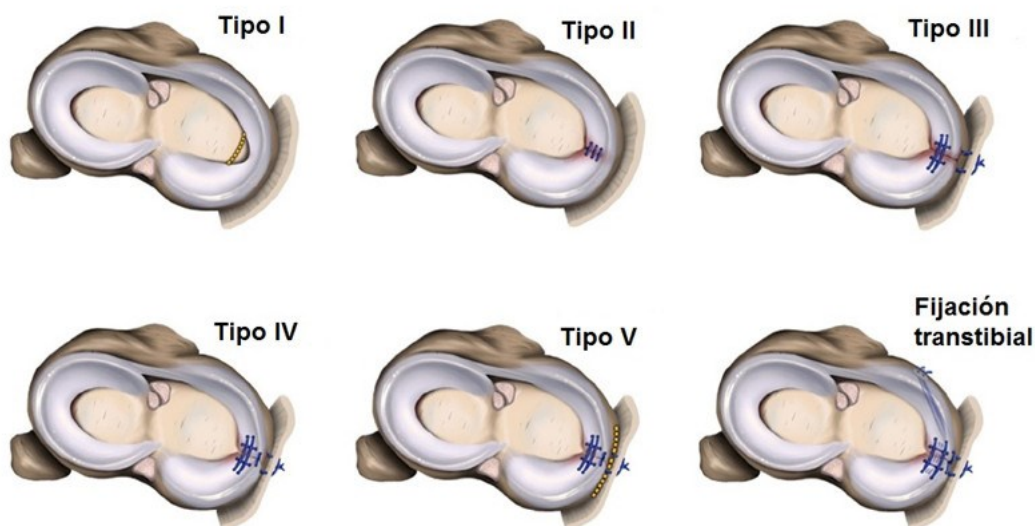


Figura 4. Tratamiento de pacientes con lesiones radiales del menisco según la clasificación de Chahla et al. ⁽²²⁾

Tomado y modificado de: Chahla et al. ⁽²²⁾

La vía o dirección para realizar la reparación pueden ser de afuera-adentro, todo adentro o de adentro a afuera. De estas modalidades la más empleada en caso de lesiones de configuración radial es la de adentro-afuera, ya que conserva la forma del menisco, evita el daño del cartílago articular y disminuye el tiempo quirúrgico. La vía de afuera a adentro es más útil en las lesiones localizadas en el cuerno anterior o cuando se disponga de pocos recursos para la cirugía. ^(23,24,25)

La reparación de las lesiones radiales del menisco se contraindica en caso de edad por encima de 50 años, lesión de los cuernos y pacientes con artrosis de la rodilla con grado 2 o más según la clasificación de Kellgram y Lawrence según citan Milliron et al. ⁽²⁶⁾

Para potencializar la cicatrización en caso de reparación de los meniscos se emplea la terapia celular mediante el plasma rico en plaquetas, matrices de plasma rico en fibrina, coágulos de fibrina o técnicas de estimulación de médula al realizar perforaciones mediante micro y nanofracturas en la escotadura intercondílea con la consecuente liberación de células mesenquimales. ^(27,28,29)

Las principales complicaciones locales derivadas de la cirugía de menisco por la vía artroscópica incluyen: Fallo de la reparación para lograr la cicatrización, neurovasculares en especial las relacionadas con el nervio safeno, artrofibrosis, infección posquirúrgica y daño condral. La incidencia de estas complicaciones se reduce al seleccionar de forma adecuada los pacientes para la cirugía, técnica quirúrgica apropiada según la localización de la lesión y usar la trans-iluminación para evitar el daño del nervio safeno. ^(25,30)

CONCLUSIONES

Las lesiones de configuración radial de los meniscos tienen características muy específicas en cuanto a anatomía y localización. El diagnóstico se basa en tres pilares el clínico, imagenológico y artroscópico. El tratamiento de elección es el quirúrgico y la modalidad depende de la severidad de la rotura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mameri ES, Jackson GR, Gonzalez F, Kaplan DJ, Jawanda H, Batra A; et al. Meniscus radial tears: current concepts on management and repair techniques. Curr Rev Musculoskelet Med [Internet]. 2023 [citado 10 May 2024];16(5):182-191. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12178-023-09831-5>
2. Lin JS, Akers A, Miller TL. Updates and advances in the management of lateral meniscal radial tears: a critical analysis review. JBJS Rev [Internet]. 2020 [citado 10 May 2024];8(11):e2000056. Disponible en: <https://doi.org/10.2106/JBJS.RVW.20.00056>
3. Srimongkolpitak S, Chernchujit B. Current concepts on meniscal repairs. J Clin Orthop Trauma [Internet]. 2022 [citado 10 May 2024]; 27:101810. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2022.101810>
4. Torre G, Turchetta M, Del Buono A, Pavone V, Papalia R, Mariani PP. Isolated radial tears of the lateral meniscus midbody: a case series of professional athletes treated with outside-in repair. Musculoskelet Surg [Internet]. 2023 [citado 10 May 2024];107(4):447-453. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12306-022-00757-8>
5. Fischer W. Meniscus update. Radiologie (Heidelb) [Internet]. 2024 [citado 2024 May 10];64(4):254-260. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00117-024-01294-0>
6. Li G, Zhang H, Wu H. Lateral meniscus "PASTA injury": Partial-thickness radial tear of the lateral meniscus: a case report. Int J Surg Case Rep [Internet]. 2021 [citado 10 May 2024]; 81:105757. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijscr.2021.105757>
7. Doig T, Fagan P, Frush T, Lovse L, Chen C, Lemos S. The all-inside all-suture technique demonstrated better biomechanical behaviors in meniscus radial tear repair. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc [Internet]. 2020 [citado 2024 May 10];28(11):3606-3612. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00167-020-06078-2>
8. Gan JZ, Lie DT, Lee WQ. Clinical outcomes of meniscus repair and partial meniscectomy: Does tear configuration matter? J Orthop Surg (Hong Kong) [Internet]. 2020 [citado 2024 May 10];28(1):2309499019887653. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/2309499019887653>

9. Ohori T, Mae T, Shino K, Fujie H, Hirose T, Tachibana Y; et al. Different effects of the lateral meniscus complete radial tear on the load distribution and transmission functions depending on the tear site. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* [Internet]. 2021 [citado 10 May 2024];29(2):342-351. Disponible en:

<https://doi.org/10.1007/s00167-020-05915-8>

10. Golz AG, Mandelbaum B, Pace JL. All-inside meniscus repair. *Curr Rev Musculoskelet Med* [Internet]. 2022 [citado 10 May 2024];15(4):252-258. Disponible en:

<https://doi.org/10.1007/s12178-022-09766-3>

11. Zsidai B, Dadoo S, Fox MA, Kaarre J, Grandberg C, Greiner JJ; et al. Arthroscopic all-inside repair of challenging meniscus tears. *J ISAKOS* [Internet]. 2023 [citado 10 May 2024];8(3):210-212. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jisako.2023.02.007>

12. Daniel AV, Krych AJ, Smith PA. The lateral meniscus oblique radial tear (LMORT). *Curr Rev Musculoskelet Med* [Internet]. 2023 [citado 10 May 2024];16(7):306-315. Disponible en:

<https://doi.org/10.1007/s12178-023-09835-1>

13. Massey PA, McClary K, Sanders N, Myers M, Barton RS, Solitro G. Rebar repair of radial meniscus tears: a reinforced suture technique. *Arthrosc Tech* [Internet]. 2020 [citado 10 May 2024];9(7):e953-e957. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eats.2020.03.013>

14. Osten J, Yoder R, DiBartola A, Bowler J, Sparks A, Duerr R; et al. Several techniques exist with favorable biomechanical outcomes in radial meniscus tear repair-a systematic review. *Arthroscopy* [Internet]. 2022 [citado 10 May 2024];38(8):2557-2578.e4. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.arthro.2022.02.010>

15. Ruzbarsky JJ, Johannsen A, Arner JW, Peebles AM, Mologne MS, Provencher CM; et al. Full-thickness radial medial meniscal tear: fixation with inside-out technique with tibial knotless suture anchors. *Arthrosc Tech* [Internet]. 2021 [citado 2024 May 10];10(3):e841-e845. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eats.2020.10.075>

16. Jiang W, Liu X. Regarding "H-plasty repair technique improved tibiofemoral contact mechanics after repair for adjacent radial tears of posterior lateral meniscus root: a biomechanical study". *Arthroscopy* [Internet]. 2023 [citado 10 May 2024];39(5):1125-1126. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.arthro.2023.01.008>

17. Yeh SH, Hsu FW, Chen KH, Chiang ER, Chang MC, Ma HL. Repairing complete radial tears of the lateral meniscus: arthroscopic all-inside double vertical cross-suture technique is effective and safe with 2-year minimum follow-up. *Arthroscopy* [Internet]. 2022 [citado 10 May 2024];38(6):1919-1929. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2021.11.025>

18. Feltz K, Brown A, Hanish S, Gan Y, Ma R. An arthroscopic-assisted radial meniscal tear repair using reinforced suture tape rebars and suture tapes. *Arthrosc Tech* [Internet]. 2021 [citado 10 May 2024];10(5):e1395-e1401. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eats.2021.01.030>
19. Silverstein RS, Barzilla JA, Gladstein AZ. Arthroscopic repair of radial tears in the junction of the anterior horn and body of the lateral meniscus using an all-inside device. *Arthrosc Tech* [Internet]. 2022 [citado 10 May 2024];11(10):e1811-e1816. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eats.2022.06.018>
20. Müller W. *The Knee: form, function and ligament reconstruction*. New York: Springer Verlag; 1982.
21. Bansal S, Floyd ER, Kowalski MA, Aikman E, Elrod P, Burkey K; et al. Meniscal repair: the current state and recent advance in augmentation. *J Orthop Res* [Internet]. 2021 [citado 10 May 2024];39(7):1368-1382. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/jor.25021>
22. Chahla J, Knapik DM, Jawanda H, Allende F, Rivarola H, McCormick JR; et al. Meniscal radial tears: a classification system based on tear morphology. *Arthrosc Tech* [Internet]. 2024 [citado 2024 May 10];13(3):e1-e8. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eats.2023.11.016>
23. Leafblad ND, Keyt LK, Cook CS, Smith PA, Stuart MJ, Krych AJ. Good surgical outcomes after concomitant repair of double radial tears of the lateral meniscus and anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthrosc Sports Med Rehabil* [Internet]. 2021 [citado 10 May 2024];3(4):e989-e996. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.asmr.2021.02.005>
24. Rocha de Faria JL, Pavão DM, Pires e Albuquerque RS, Braanco de Sousa E, Guimarães Matheus JA, Mozella AP; et al. Continuous meniscal suture in radial meniscal tear: the hourglass technique. *Arthrosc Tech* [Internet]. 2021 [citado 10 May 2024];10(7):e1763-e1772. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eats.2021.03.026>
25. Meng Q, Wang C, Wang J, Shi W, Chen N, Gao X; et al. An arthroscopic pull-out suture technique to repair incomplete radial tears of the lateral meniscus posterior horn adjacent to the root attachment combined with anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthrosc Tech* [Internet]. 2022 [citado 10 May 2024];11(12): e2289-e2293. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eats.2022.08.038>
26. Milliron EM, Magnussen RA, Cavendish P, Quinn J, DiBartola AC, Flanigan DC. Repair of radial meniscus tears results in improved patient-reported outcome scores: a systematic review. *Arthrosc Sports Med Rehabil* [Internet]. 2021 [citado 10 May 2024];3(3):e967-e980. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.asmr.2021.03.002>
- 27 Benhenneda R, Alajji M, Portet A, Sonnery-Cottet B, Fayard JM, Thaunat M. Repair of radial tears of the lateral meniscus on a stable knee: results at a minimum follow-up of 2 years. *Orthop Traumatol Surg Res* [Internet]. 2024 [citado 10 May 2024];103877. Disponible en: <http://revistaamc.sld.cu/>

<https://doi.org/10.1007/s12178-024-09898-8>

28. Chen K, Aggarwal S, Baker H, Athiviraham A. Biologic augmentation of isolated meniscal repair. *Curr Rev Musculoskelet Med* [Internet]. 2024 [citado 10 May 2024];23. Disponible en:

<https://doi.org/10.1007/s12178-024-09898-8>

29. Chrysanthou C, Laliotis N, Paraskevas GK, Anastasopoulos N, Packer G. Enhancing meniscal repair: investigating the impact of an exogenous fibrin clot. *Cureus* [Internet]. 2024 [citado 10 May 2024];16(1):e53083. Disponible en: <https://doi.org/10.7759/cureus.53083>

30. Sekiya I, Koga H, Katano H, Mizuno M, Kohno Y, Otabe K; et al. Second-look arthroscopy after meniscus repair and synovial mesenchymal stem cell transplantation to treat degenerative flaps and radial tears of the medial meniscus: a case report. *J Orthop Sci* [Internet]. 2022 [citado 10 May 2024];27(4):821-834. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jos.2021.04.015>

CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Alejandro Alvarez-López (Conceptualización. Análisis formal. Metodología. *Software*. Supervisión. Redacción–borrador original. Redacción–revisión y edición)

Valentina Valdebenito-Aceitón (Conceptualización. Administración del proyecto. Validación. Redacción–borrador original. Redacción–revisión y edición)

Sergio Ricardo Soto-Carrasco (Curación de datos. Análisis formal. Investigación. Metodología. Supervisión. Visualización)

