



Osteonecrosis espontánea de rodilla: revisión de la literatura

Spontaneous osteonecrosis of the knee: literature review

Iván Moguel-Sarlat,* Jorge Radamés Kloepel-Angulo†

*Hospital General «Dr. Agustín O'Horán», Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Yucatán. †Hospital Militar Regional de Especialidades. Mérida, Yucatán.

Resumen

La osteonecrosis espontánea de rodilla es una enfermedad degenerativa que puede provocar colapso subcondral y osteoartritis terminal. Es la forma más común de la osteonecrosis de rodilla y afecta principalmente al cóndilo femoral medial en mujeres mayores de 65 años. A pesar de su prevalencia, su etiología exacta sigue siendo desconocida. Hallazgos recientes sugieren que las fracturas por insuficiencia subcondral en hueso osteopénico podrían ser una posible causa. El diagnóstico es desafiante debido a su presentación inespecífica y la falta de protocolos estandarizados. Las opciones de tratamiento varían, incluyendo medidas conservadoras y el tratamiento quirúrgico, el cual se encuentra enfocado en técnicas de preservación articular en estadios tempranos y en el reemplazo articular en etapas tardías. Se llevó a cabo una revisión de la literatura publicada sobre la osteonecrosis espontánea de rodilla en la base de datos PubMed y Google Scholar, utilizando las palabras clave: «spontaneous osteonecrosis of the knee» recolectando las publicaciones para su posterior análisis. El objetivo de esta revisión bibliográfica es proporcionar una visión general del estado actual de los conocimientos sobre la osteonecrosis espontánea de rodilla, incluida su epidemiología, etiología, estudios de imagen, diagnóstico y opciones de tratamiento.

Palabras clave: rodilla, osteonecrosis, osteoartritis, fractura.

Abstract

Spontaneous osteonecrosis of the knee is a degenerative disease that can lead to subchondral collapse and end-stage osteoarthritis. It is the most common form of knee osteonecrosis and primarily affects the medial femoral condyle in women over 65 years of age; despite its prevalence, its exact etiology remains unknown. Recent findings suggest that subchondral insufficiency fractures in osteopenic bone may be a possible cause. Diagnosis is challenging due to its nonspecific presentation and lack of standardized protocols. Treatment options vary, including conservative measures and surgical treatment, focusing on joint preservation in early stages and joint replacement in late stages. A review of the published literature on spontaneous osteonecrosis of the knee was carried out in the PubMed database and Google Scholar using the keywords: «spontaneous osteonecrosis of the knee», collecting the publications for subsequent analysis. The aim of this literature review is to provide an overview of the current state of knowledge on spontaneous osteonecrosis of the knee, including its epidemiology, etiology, imaging studies, diagnosis and treatment options.

Keywords: knee, osteonecrosis, osteoarthritis, fracture.

Introducción

La osteonecrosis es una condición degenerativa del tejido óseo en el cual su componente celular muere de manera secundaria a una interrupción del flujo sanguíneo, llevando a una destrucción articular progresiva. Las articulaciones más afectadas son cadera, rodilla, hombro y tobillo.¹

La osteonecrosis de rodilla fue descrita por primera vez en 1968 por Ahlbäck.² Actualmente se clasifica en tres trastornos distintos: osteonecrosis primaria o espontánea, de aparición insidiosa y ausencia de causa identificable; osteonecrosis secundaria que se asocia a condiciones predisponentes como el uso de esteroides, obesidad, así como a otras enfermedades (anemia de células falciformes, lupus eritematoso

Correspondencia:

Iván Moguel-Sarlat

E-mail: moguelivan@gmail.com

Recibido: 23-06-2023. Aceptado: 14-09-2023.

Citar como: Moguel-Sarlat I, Kloepel-Angulo JR. Osteonecrosis espontánea de rodilla: revisión de la literatura. Orthotips. 2024; 20 (1): 53-61. <https://dx.doi.org/10.35366/114217>

sistémico, etcétera); y osteonecrosis postartroscópica, que surge como resultado de daño condral durante la artroscopia de rodilla.³⁻⁶

La osteonecrosis espontánea de la rodilla (OER) es la más común de estas tres entidades. Afecta más a menudo a mujeres mayores de 65 años e involucra principalmente al cóndilo femoral medial en 94% de los casos.⁷ A pesar de su prevalencia, su etiología sigue sin estar clara y, dada su aparición inespecífica e insidiosa, tanto el diagnóstico como el tratamiento pueden resultar un reto.⁸

El objetivo de esta revisión bibliográfica es proporcionar una visión general del estado actual de los conocimientos sobre la osteonecrosis espontánea de rodilla, incluida su epidemiología, etiología, diagnóstico y opciones de tratamiento.

Material y métodos

Se realizó una revisión exhaustiva de la bibliografía publicada sobre la osteonecrosis espontánea de rodilla en la base de datos PubMed y Google Scholar. En la búsqueda se utilizaron las siguientes palabras clave «*spontaneous osteonecrosis of the knee*». Se incluyeron artículos publicados en español e inglés entre los años 1968 a 2023 que describieran la etiología, la clasificación, los estudios de imagen, el tratamiento quirúrgico y conservador de la osteonecrosis espontánea de rodilla en humanos. Se excluyeron los artículos duplicados, artículos que se centran en osteonecrosis en otras regiones anatómicas o en modelos animales, lo que llevó a la inclusión de un total de 56 publicaciones en esta revisión.

Epidemiología

La osteonecrosis espontánea de rodilla (OER) es el tipo más frecuente de osteonecrosis de rodilla. Su prevalencia real puede ser superior a la notificada, ya que algunos pacientes con artrosis terminal pueden haber sufrido una OER que haya pasado desapercibida.⁹

Su incidencia es de 3.4% en personas mayores de 50 años y aumenta hasta 9.4% a los 60 años.^{10,11} Las mujeres se ven afectadas con más frecuencia que los hombres y, aunque el cóndilo femoral medial se ve involucrado en hasta 94% de los pacientes, también se ha descrito la afectación del cóndilo femoral lateral, la meseta tibial y la rótula.¹¹⁻¹³ La afectación predominante del cóndilo femoral medial puede deberse a diferencias locales en la irrigación sanguínea de la zona entre el cóndilo medial y el lateral.¹⁴

Etiopatogenia

Anteriormente, se proponía la teoría del deterioro vascular como la causa de la osteonecrosis espontánea de rodilla.¹⁵ Sin embargo, hallazgos patológicos recientes sugieren que puede deberse a fracturas por insuficiencia subcondral en el hueso osteopénico, que se asocian a un edema posterior que provoca isquemia focal y, finalmente, necrosis.^{16,17}

En 2019, Hussain y colaboradores realizaron una revisión sistemática con el objetivo de examinar las posibles causas de la osteonecrosis espontánea de rodilla para comprender mejor sus mecanismos subyacentes. Los autores hallaron una asociación significativa entre las roturas de menisco y la osteonecrosis espontánea de rodilla. Según los estudios incluidos en su revisión, los desgarros de menisco estaban presentes entre 50 y 100% de los pacientes con OER, y la gravedad de los desgarros se correlacionaba con el estadio y el volumen de las lesiones osteonecróticas.¹⁸

Los investigadores propusieron la hipótesis de que la rotura de la raíz posterior del menisco medial podría provocar un aumento de las presiones de contacto entre la tibia y el fémur, lo que daría lugar a una biomecánica anormal de la articulación de la rodilla. Esta biomecánica alterada de la rodilla, a su vez, podría contribuir al desarrollo de las fracturas por insuficiencia subcondral observadas en la OER.¹⁹

Evaluación clínica

La osteonecrosis espontánea de rodilla se caracteriza por la aparición súbita de dolor intenso y unilateral en la rodilla, a menudo localizado en la cara medial de la articulación, y no se asocia a ningún antecedente de traumatismo. El dolor en reposo y por la noche, así como a la carga, es frecuente y puede ser debilitante. La exploración física suele revelar sensibilidad localizada a la palpación en la zona afectada, sinovitis leve, estabilidad ligamentaria y una limitación mínima de los rangos de movimiento debido al dolor.²⁰

Puede distinguirse de la osteonecrosis secundaria de rodilla por su aparición insidiosa y la ausencia de una etiología identificable. Las lesiones del cóndilo femoral medial son las más frecuentes y pueden causar un dolor similar al de una rotura del menisco medial, por lo tanto, los signos meniscales pueden encontrarse presentes. La sensibilidad localizada a la palpación en el cóndilo femoral medial es el hallazgo más frecuente en la exploración física.²¹

Estudios de imagen

Radiografías simples

Durante la evaluación inicial, se recomienda realizar radiografías anteroposteriores, laterales y oblicuas. Sin embargo, en las primeras fases de la enfermedad, estas radiografías suelen mostrar resultados negativos, también se puede observar radio-lucidez del hueso subcondral rodeada de esclerosis



Figura 1: Radiografía anteroposterior de rodilla en donde se observa colapso subcondral en el cóndilo femoral medial.

o aplanamiento de los cóndilos afectados. En fases más avanzadas, puede producirse colapso del hueso subcondral (*Figura 1*).²²

Resonancia magnética

La resonancia magnética es el estándar de oro, siendo valiosa en las primeras fases de la enfermedad, ya que tiene una alta sensibilidad para detectar el edema óseo. Los hallazgos iniciales de la resonancia magnética suelen mostrar un edema de médula ósea localizado en el cóndilo femoral medial, junto con una semiluna subcondral o una zona lineal de baja intensidad de señal en las secuencias ponderadas en T1 y T2. Esta región se localiza en la parte central del cóndilo femoral que soporta el peso, mientras que el cartílago articular, situado por encima, permanece intacto. A medida que la enfermedad progresiona a la fase de colapso óseo subcondral, la resonancia magnética revela depresiones focales en el contorno de

Tabla 1: Clasificación de Koshino.

Estadio	Hallazgos radiológicos
I	Radiografía sin alteraciones
II	Aplanamiento de la zona de carga en cóndilo femoral
III	Colapso de la placa ósea subcondral, placa calcificada
IV	Cambios osteoartíticos como esclerosis y formación de osteofitos, con una superficie articular cóncava poco profunda en la región osteonecótica

Adaptado de: Koshino T, et al.²⁶



Figura 2: Imágenes por resonancia magnética en corte coronal T2 de los estadios II a IV de Koshino en formato de tabla en donde se observa: estadio II: edema óseo en la región medial del cóndilo femoral medial, pequeña zona quística y aplanamiento de superficie articular en zona de carga (flecha); estadio III: cambios quísticos más definidos y colapso subcondral (flecha azul) asociado a defecto condral (flecha amarilla) y extrusión del cuerpo meniscal (asterisco); en el estadio IV: lesión más extensa, edema circundante, colapso de la superficie articular y del cartílago adyacente con afectación subcondral y metafisaria (flecha blanca) y cambios osteoartíticos, extrusión de cuerpo meniscal (flecha amarilla).

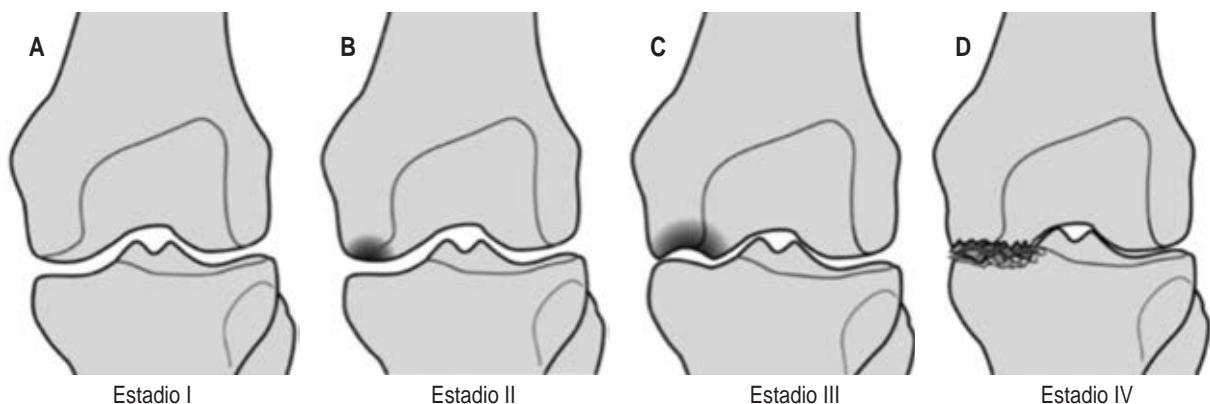


Figura 3: Representación esquemática de los estadios de la clasificación de Ficat de Arlet modificada.

Basado en: Sultan AA, et al.²⁹

la epífisis y una línea de fractura infiltrada por líquido subcondral. Además, con frecuencia se observan desgarros meniscales concomitantes (*Figura 2*).²³⁻²⁵

Clasificación

La osteonecrosis de rodilla puede estadificarse para evaluar su gravedad y orientar el tratamiento. En 1979, Koshino desarrolló una clasificación para la osteonecrosis espontánea de la rodilla que actualmente se utiliza para todos los tipos. Consta de cuatro estadios (*Tabla 1*). El estadio I es el de un paciente con síntomas en la rodilla, pero radiografías normales. El estadio II consiste en un aplastamiento de los cóndilos y radiografías subcondrales sin colapso. En el estadio III hay colapso subcondral, mientras que el estadio IV consiste en más cambios degenerativos asociados a la osteoartrosis.^{26,27}

Otra clasificación utilizada es el sistema de estadificación modificado de Ficat y Arlet adaptado para la rodilla a partir de la versión original que describe la osteonecrosis de la cabeza femoral (*Figura 3*). Este sistema se basa en los hallazgos radiológicos. En la etapa I, los pacientes presentan hallazgos radiográficos normales. En la etapa II, se observan lesiones quísticas u osteoescleróticas con un contorno normal de la parte distal del fémur, mientras que en la etapa III se detecta un signo de media luna o colapso óseo subcondral. La etapa IV se caracteriza por cambios osteoartríticos.^{28,29}

Tratamiento

El tratamiento de la enfermedad depende de la sintomatología, el estadio en el que se encuentre el

paciente y el tamaño de la lesión, abarca diversas opciones terapéuticas. Pueden emplearse tratamientos conservadores en estadios tempranos e intervenciones quirúrgicas encaminadas a preservar la articulación, así como técnicas de reemplazo articular en estadios avanzados (*Figura 4*).

Tratamiento conservador (estadio I)

El tratamiento de la osteonecrosis espontánea de la rodilla se basa en la extensión y gravedad de la enfermedad. En las etapas iniciales de la enfermedad, se considera el tratamiento no quirúrgico como una opción, especialmente cuando la lesión es de tamaño reducido (menos de 3.5 cm^2).³⁰ Este enfoque terapéutico no quirúrgico incluye el uso de plantillas con cuña lateral, medicamentos antiinflamatorios no esteroideos (AINE), analgesia multimodal, carga de peso protegida y bifosfonatos.³¹ Un estudio realizado por Yates y colaboradores demostró que todos los pacientes con osteonecrosis de rodilla en estadio I tratados de forma no quirúrgica experimentaron una resolución completa de los síntomas.³² En 2021, Hernigou y asociados llevaron a cabo una revisión exhaustiva de la literatura para analizar el papel de la infiltración de concentrado de aspirado de médula ósea subcondral autóloga fresca o andamios cargados con aspirado de médula ósea que contienen células madre mesenquimales en rodillas con osteoartritis. Su análisis demostró que este enfoque tiene el potencial de mejorar los niveles de dolor, prolongar la vida útil de la articulación y retrasar la necesidad de una artroplastia.³³ Además, sugirió que la navegación por computadora se puede utilizar de manera segura

durante el procedimiento de infiltración de células madre para la osteonecrosis de rodilla, lo que permite una mayor precisión con una menor exposición a la radiación.³⁴

Tratamiento quirúrgico temprano previo al colapso subcondral (estadio II)

En la etapa inicial de la enfermedad, los procedimientos quirúrgicos dependen del grado de afectación de los cóndilos y del tamaño de los mismos. Antes de que ocurra el colapso subcondral, es posible emplear técnicas quirúrgicas de preservación articular con el objetivo de retrasar la necesidad de una artroplastia total de rodilla, en especial en pacientes jóvenes con lesiones > 3.5 cm. Estas técnicas incluyen artroscopia diagnóstica y terapéutica, descompresión central y trasplante osteocondral.

La artroscopia de la rodilla puede ser un procedimiento inicial mínimamente invasivo que ayuda al cirujano a evaluar la lesión, clasificar el defecto condral y visualizar problemas concomitantes (extrusión meniscal, desgarros, etcétera). Las lesiones meniscales pueden abordarse durante la misma intervención. Además, se pueden realizar procedimientos adicionales, como desbridamiento, microfracturas y descompresión central, junto con la artroscopia.

Este paso también ayuda al cirujano a determinar el pronóstico y a planificar el tratamiento futuro, si hay evidencia de defectos de cartílago de espesor completo en múltiples áreas o evidencia de múltiples cambios degenerativos.³⁵

En un estudio realizado en 16 pacientes, Forst y colaboradores demostraron alivio del dolor y mejoría en los resultados clínicos después de la descompresión central en pacientes con osteonecrosis espontánea refractaria de la rodilla.³⁶ La descompresión central implica la perforación percutánea del cóndilo afectado y ayuda a reducir la presión medular aumentada, mejorando así el canal vascular y deteniendo la progresión de la enfermedad. La microfractura artroscópica implica la perforación intraarticular a través del defecto del cartílago hasta la médula ósea, lo que permite la introducción de fluido medular y sangre para fomentar la cicatrización y potencialmente mejorar los resultados del dolor.

Vidal trató a 11 pacientes con osteonecrosis de cóndilo femoral medial mediante perforaciones y rasurado intraarticular artroscópico más osteotomía fijada con fijador externo (en casos de enfermedad angular). El resultado del tratamiento de las lesiones condrales fue satisfactorio en 90% de los casos y las osteotomías consolidaron en promedio en tres meses.³⁷

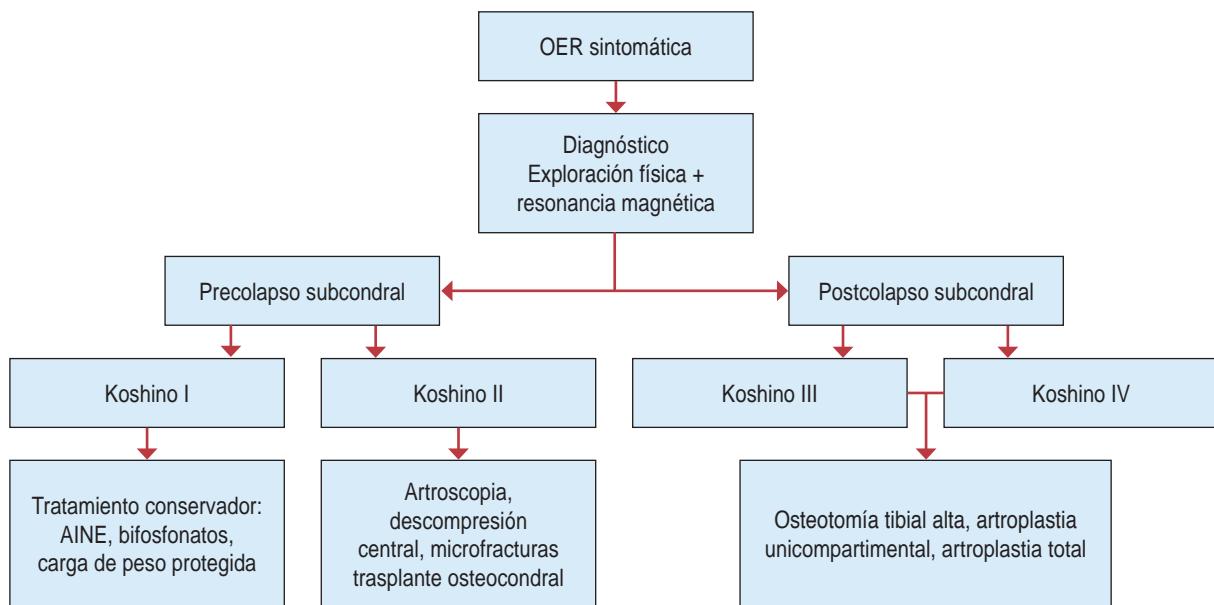


Figura 4: Algoritmo de tratamiento de la osteonecrosis espontánea de rodilla acorde estadio en la clasificación de Koshino.

OER = osteonecrosis espontánea de rodilla. AINE = antiinflamatorios no esteroideos.

La microfractura artroscópica y el desbridamiento han demostrado mejoras en los resultados en casos de osteonecrosis espontánea de la rodilla en etapas tempranas, con un seguimiento promedio de 27 meses después de la cirugía.³⁸

El trasplante osteocondral autólogo puede ser una opción de tratamiento intermedio entre la conservación de la articulación y su sustitución.^{39,40} Es un procedimiento que involucra la extracción de tejido sano de cartílago y hueso de una región no sometida a carga del propio paciente, para su posterior implante en la zona afectada. Esta técnica tiene como objetivo restaurar la integridad de la superficie articular y fomentar la regeneración del cartílago en una articulación dañada. Aunque su número es limitado, hay algunos estudios que han explorado los resultados del injerto osteocondral para la osteonecrosis espontánea de rodilla. Tanaka y su grupo realizaron una serie de casos con seis pacientes e informaron de un alivio satisfactorio del dolor con un seguimiento medio de 28 meses.⁴¹

El trasplante de aloinjerto osteocondral ha demostrado su utilidad en el tratamiento de la osteonecrosis espontánea de rodilla. Se ha comprobado que el procedimiento ofrece resultados de buenos a excelentes a corto y mediano plazo. A menudo se considera una opción de tratamiento en lesiones de gran tamaño en pacientes jóvenes; sin embargo, es importante considerar cuidadosamente los riesgos y beneficios del trasplante de aloinjerto osteocondral, incluida la posibilidad de rechazo del injerto y transmisión de la enfermedad.⁴²

En un estudio de serie de casos realizado por Tírico y su equipo, se evaluó a un grupo de siete pacientes con lesiones en el cóndilo femoral medial (promedio de 4.6 cm²) resultantes de una osteonecrosis espontánea de la rodilla con un fracaso al tratamiento conservador durante seis meses. Se realizó un trasplante de aloinjerto osteocondral en los siete pacientes. El estudio informó de la excelente eficacia, mejoría funcional y en dolor, y satisfacción de los pacientes con el trasplante, teniendo el estudio un seguimiento de al menos cuatro años. Destacando el trasplante de aloinjerto como una opción quirúrgica prometedora para tratar las lesiones secundarias a la OER aisladas en estadio II y III de Koshino en pacientes que no responden al tratamiento conservador.⁴³ Se ha demostrado una tasa de éxito de 87% en la preservación de la articulación natural de la rodilla mediante estas técnicas quirúrgicas en pacientes con osteonecrosis espontánea de rodilla previa al colapso en un seguimiento medio de 40 meses.³⁵

Una limitación intrínseca de estos estudios radica en que, si bien muestran resultados alentadores en el corto y mediano plazo, aún existe incertidumbre acerca de los beneficios a largo plazo de estos procedimientos. Es necesario llevar a cabo estudios adicionales enfocadas en evaluar los resultados radiológicos y clínicos a largo plazo con el fin de mejorar el proceso de toma de decisiones.

Tratamiento quirúrgico tardío (estadios III y IV)

Durante la historia natural de la enfermedad, alcanzar el estadio III de Koshino (colapso subcondral) marca un hito crucial, ya que significa el paso de considerar intervenciones para preservar la articulación a explorar alternativas de remplazo articular. En estadios avanzados de la enfermedad, las opciones de tratamiento pueden incluir la osteotomía tibial alta, la artroplastia unicompartmental de rodilla y la artroplastia total de rodilla.⁴⁴

La artroplastia unicompartmental de rodilla puede considerarse para preservar la reserva ósea y mantener la cinemática natural de la rodilla, dependiendo de las características de la lesión y del estado general de la articulación. Ha demostrado un notable alivio del dolor y una mejora de los resultados en pacientes con artrosis primaria adecuadamente seleccionados; estos resultados positivos se han mantenido a largo plazo, por lo que demuestra ser un enfoque valioso en el contexto de la osteonecrosis espontánea de rodilla cuando sólo está afectado un cóndilo.⁴⁵ Ya que se ha demostrado mejoría de los niveles de dolor y las puntuaciones clínicas, lo que subraya aún más la importancia de la artroplastia unicompartmental en estos casos.^{46,47}

La osteotomía tibial alta es una alternativa viable a la artroplastia unicompartmental de rodilla para pacientes jóvenes con un alto nivel de actividad física. Este procedimiento consiste en modificar el eje de soporte del peso para descargar el cóndilo afectado.

Goshima y colaboradores evaluaron los resultados clínicos de la osteotomía tibial alta con cuña abierta para la osteonecrosis de la meseta tibial medial. El estudio incluyó a 12 pacientes y fueron seguidos durante al menos dos años después de la cirugía. Los resultados mostraron que la osteotomía tibial alta con cuña abierta es un procedimiento eficaz para la osteonecrosis espontánea de la meseta tibial medial con respecto a los resultados clínicos subjetivos y objetivos. Los autores concluyeron que es una opción

eficaz para preservar la articulación en un paciente con la indicación adecuada.⁴⁸ De igual manera, Koshino y asociados realizaron un estudio en el que demostraron mejora de los resultados clínicos en una serie de 37 rodillas con un seguimiento medio de 62 meses.⁴⁹

No obstante, en los casos en que la enfermedad afecta a múltiples compartimentos de la rodilla, la artroplastia total de rodilla sigue siendo la opción de tratamiento más adecuada y fiable. La artroplastia total de rodilla proporciona un alivio satisfactorio del dolor y mejora la función articular. Los estudios de investigación recientes han demostrado unos resultados a largo plazo comparables cuando se realiza una artroplastia total para la fase final de la osteonecrosis espontánea de rodilla en comparación con los casos en los que se realiza para la artrosis primaria.⁵⁰

Se calcula que alrededor de un tercio de los pacientes requerirán finalmente una artroplastia total de rodilla. Factores como la artritis preexistente, la edad avanzada, la fractura por insuficiencia que afectaba tanto al cóndilo femoral medial como a la meseta tibial medial, la extrusión meniscal y la mal alineación en varo se asociaron a la necesidad de artroplastia total de rodilla. Tanto la artroplastia unicompartmental como la artroplastia total en el tratamiento de la osteonecrosis espontánea de rodilla han demostrado resultados positivos comparables a los conseguidos para la artrosis, siempre que se sigan adecuadamente las indicaciones quirúrgicas.^{51,52}

Pronóstico

Los conocimientos actuales basados en la investigación disponible sobre la evolución natural y las consecuencias a largo plazo de la osteonecrosis espontánea de rodilla son limitados. Sin embargo, los estudios existentes han proporcionado información valiosa sobre el pronóstico de esta enfermedad. Un factor importante que afecta al pronóstico es el tamaño de la lesión. Las lesiones más pequeñas, que miden menos de 3.5 cm², suelen mostrar regresión con un tratamiento no quirúrgico. Por otro lado, las lesiones más grandes, que miden más de 5 cm² o que abarcan más de 50% del cóndilo femoral, son más propensas al colapso condilar y al posterior desarrollo de osteoartritis.^{30,53} En un estudio realizado con un seguimiento medio de 15 años, se respaldaron estos hallazgos y se destacó que la probabilidad de desarrollar artrosis era significativamente mayor cuando estaba afectado 40% o más de la superficie articular.⁵⁴

Esto sugiere que la extensión de la afectación articular desempeña un papel crucial a la hora de determinar el pronóstico a largo plazo.

Conclusiones

La osteonecrosis espontánea de rodilla es una enfermedad degenerativa que puede provocar colapso subcondral y osteoartritis terminal. Es la forma más común de la osteonecrosis de rodilla y afecta principalmente al cóndilo femoral medial en mujeres mayores de 65 años. A pesar de su prevalencia, su etiología sigue siendo incierta y su diagnóstico y tratamiento pueden representar un desafío. Se necesitan más estudios para determinar las estrategias óptimas de manejo y evaluar la efectividad del tratamiento, en especial las intervenciones enfocadas en la preservación articular cuyos beneficios a largo plazo todavía no están bien estudiados. El diagnóstico precoz y los enfoques terapéuticos individualizados pueden mitigar el riesgo de progresión a una artrosis terminal y mejorar los resultados a largo plazo. Existen brechas significativas en el conocimiento de la etiología, diagnóstico y tratamiento, lo que requiere más estudios de investigación para mejorar la atención y los resultados para los pacientes.

Referencias

1. Wilson C, Marappa-Ganeshan R. Secondary Osteonecrosis of the Knee. [Updated 2022 Jul 25]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023. Available in: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK562286/>
2. Ahlback S, Bauer GC, Bohne WH. Spontaneous osteonecrosis of the knee. Arthritis Rheum. 1968; 11 (6): 705-733.
3. Boontanapibul K, Steere JT, Amanatullah DF, Huddleston JI 3rd, Maloney WJ, Goodman SB. Initial presentation and progression of secondary osteonecrosis of the knee. J Arthroplasty. 2020; 35 (10): 2798-2806. Available in: Available in: <https://doi.org/10.1016/j.arth.2020.05.020>
4. Chang C, Greenspan A, Gershwin ME. The pathogenesis, diagnosis and clinical manifestations of steroid-induced osteonecrosis. J Autoimmun. 2020; 110: 102460. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.jaut.2020.102460>.
5. Brahme SK, Fox JM, Ferkel RD, Friedman MJ, Flannigan BD, Resnick DL. Osteonecrosis of the knee after arthroscopic surgery: diagnosis with MR imaging. Radiology. 1991; 178 (3): 851-853. Available in: <https://doi.org/10.1148/radiology.178.3.1994431>
6. Zywiel MG, McGrath MS, Seyler TM, Marker DR, Bonutti PM, Mont MA. Osteonecrosis of the knee: a review of three disorders. Orthop Clin North Am. 2009; 40 (2): 193-211. doi: 10.1016/j.ocl.2008.10.010.
7. Mont MA, Marker DR, Zywiel MG, Carrino JA. Osteonecrosis of the knee and related conditions. J Am Acad Orthop Surg. 2011; 19 (8): 482-494. Available in: <https://doi.org/10.5435/00124635-201108000-00004>

8. Karim AR, Cherian JJ, Jauregui JJ, Pierce T, Mont MA. Osteonecrosis of the knee: review. Ann Transl Med. 2015; 3 (1): 6. Available in: <https://doi.org/10.3978/j.issn.2305-5839.2014.11.13>
9. Sibilska A, Góralczyk A, Hermanowicz K, Malinowski K. Spontaneous osteonecrosis of the knee: what do we know so far? A literature review. Int Orthop. 2020; 44 (6): 1063-1069. Available in: Available in: <https://doi.org/10.1007/s00264-020-04536-7>
10. Pape D, Seil R, Fritsch E, Rupp S, Kohn D. Prevalence of spontaneous osteonecrosis of the medial femoral condyle in elderly patients. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2002; 10 (4): 233-240. Available in: <https://doi.org/10.1007/s00167-002-0285>.
11. Zaremski JL, Vincent KR. Spontaneous Osteonecrosis of the Knee. Curr Sports Med Rep. 2016; 15 (4): 228-229. Available in: <https://doi.org/10.1249/JSMR.00000000000000271>
12. Carstensen SE, Domson GF. Patellar Osteonecrosis Following Knee Arthroscopy. Orthopedics. 2019; 42 (6): e552-e554. Available in: <https://doi.org/10.3928/01477447-20190627-02>
13. Mears SC, McCarthy EF, Jones LC, Hungerford DS, Mont MA. Characterization and pathological characteristics of spontaneous osteonecrosis of the knee. Iowa Orthop J. 2009; 29: 38-42.
14. Hirtler L, Lübbbers A, Rath C. Vascular coverage of the anterior knee region - an anatomical study. J Anat. 2019 Aug;235(2):289-298. Available in: <https://doi.org/10.1111/joa.13004>
15. Jones JP Jr. Alcoholism, hypercorticism, fat embolism and osseous avascular necrosis. 1971. Clin Orthop Relat Res. 2001; (393): 4-12.
16. Akamatsu Y, Mitsugi N, Hayashi T, Kobayashi H, Saito T. Low bone mineral density is associated with the onset of spontaneous osteonecrosis of the knee. Acta Orthop. 2012; 83 (3): 249-255. Available in: <https://doi.org/10.3109/17453674.2012.684139>
17. Yamamoto T, Bullough PG. Spontaneous osteonecrosis of the knee: the result of subchondral insufficiency fracture. J Bone Joint Surg Am. 2000; 82 (6): 858-866.
18. Yasuda T, Ota S, Fujita S, Onishi E, Iwaki K, Yamamoto H. Association between medial meniscus extrusion and spontaneous osteonecrosis of the knee. Int J Rheum Dis. 2018; 21 (12): 2104-2111.
19. Hussain ZB, Chahla J, Mandelbaum BR, Gomoll AH, LaPrade RF. The role of meniscal tears in spontaneous osteonecrosis of the knee: a systematic review of suspected etiology and a call to revisit nomenclature. Am J Sports Med. 2019; 47 (2): 501-507. Available in: <https://doi.org/10.1177/0363546517743734>
20. Ecker ML, Lotke PA. Spontaneous osteonecrosis of the knee. J Am Acad Orthop Surg. 1994; 2 (3): 173-178.
21. Narváez JA, Narváez J, De Lama E, Sánchez A. Spontaneous osteonecrosis of the knee associated with tibial plateau and femoral condyle insufficiency stress fracture. Eur Radiol. 2003; 13 (8): 1843-1848.
22. Houp JB, Pritzker KP, Alpert B, Greyson ND, Gross AE. Natural history of spontaneous osteonecrosis of the knee (SONK): a review. Semin Arthritis Rheum. 1983; 13 (2): 212-227.
23. Husain R, Nesbitt J, Tank D, Verastegui MO, Gould ES, Huang M. Spontaneous osteonecrosis of the knee (SONK): the role of MR imaging in predicting clinical outcome. J Orthop. 2020; 22: 606-611. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.jor.2020.11.014>
24. Gorbachova T, Melenevsky Y, Cohen M, Cerniglia BW. Osteochondral lesions of the knee: differentiating the most common entities at MRI. Radiographics. 2018; 38 (5): 1478-1495. Available in: <https://doi.org/10.1148/rg.2018180044>
25. Fischer W. Perspective on idiopathic subchondral, osteochondral, and chondral lesions with emphasis on the knee. Semin Musculoskelet Radiol. 2019; 23 (5): 534-546. Available in: <https://doi.org/10.1055/s-0039-1693978>
26. Koshino T, Okamoto R, Takamura K, Tsuchiya K. Arthroscopy in spontaneous osteonecrosis of the knee. Orthop Clin North Am. 1979; 10 (3): 609-618.
27. Ochi J, Nozaki T, Nimura A, Yamaguchi T, Kitamura N. Subchondral insufficiency fracture of the knee: review of current concepts and radiological differential diagnoses. Jpn J Radiol. 2022; 40 (5): 443-457. Available in: <https://doi.org/10.1007/s11604-021-01224-3>
28. Ficat RP. Idiopathic bone necrosis of the femoral head. Early diagnosis and treatment. J Bone Joint Surg Br. 1985; 67 (1): 3-9.
29. Sultan AA, Cantrell WA, Chughtai M, et al. Radiographic classification systems for osteonecrosis of the knee: a review of literature. Surg Technol Int. 2017; 31: 374-378.
30. Aglietti P, Insall JN, Buzzi R, et al. Idiopathic osteonecrosis of the knee. Aetiology, prognosis and treatment. J Bone Joint Surg Br. 1983; 65: 588-597.
31. Nishii T, Sugano N, Miki H, Hashimoto J, Yoshikawa H. Does alendronate prevent collapse in osteonecrosis of the femoral head? ClinOrthop Relat Res. 2006; 443: 273-279.
32. Yates PJ, Calder JD, Stranks GJ, Conn KS, Peppercorn D, Thomas NP. Early MRI diagnosis and non-surgical management of spontaneous osteonecrosis of the knee. Knee. 2007; 14 (2): 112-116.
33. Hernigou J, Vertongen P, Rasschaert J, Hernigou P. Role of scaffolds, subchondral, intra-articular injections of fresh autologous bone marrow concentrate regenerative cells in treating human knee cartilage lesions: different approaches and different results. Int J Mol Sci. 2021; 22 (8): 3844. Available in: <https://doi.org/10.3390/ijms22083844>
34. Hernigou P, Gerber D, Auregan JC. Knee osteonecrosis: cell therapy with computer-assisted navigation. Surg Technol Int. 2020; 36: 281-287.
35. Duany NG, Zywiel MG, McGrath MS, et al. Joint-preserving surgical treatment of spontaneous osteonecrosis of the knee. Arch Orthop Trauma Surg. 2010; 130 (1): 11-16. Available in: <https://doi.org/10.1007/s00402-009-0872-2>
36. Forst J, Forst R, Heller KD, Adam G. Spontaneous osteonecrosis of the femoral condyle: causal treatment by early core decompression. Arch Orthop Trauma Surg. 1998; 117 (1-2): 18-22.
37. Vidal RFA. Osteonecrosis del cóndilo medial de la rodilla en pacientes jóvenes. Tratamiento mediante arroscopia y osteotomía tibial. Acta Ortop Mex. 2000; 14 (3): 265-266.
38. Akgun I, Kesmezacar H, O gut T, Kebudi A, Kanberoglu K. Arthroscopic microfracture treatment for osteonecrosis of the knee. Arthroscopy. 2005; 21 (7): 834-843.
39. Yabumoto H, Nakagawa Y, Mukai S. Surgical technique and clinical outcomes of osteochondral autograft transplantation for large osteonecrotic lesions of the femoral condyle with residual normal cartilage: the eyeglass technique. Orthop J Sports Med. 2019; 7 (10): 2325967119872446. Available in: <https://doi.org/10.1177/2325967119872446>
40. Hangody L, Vásárhelyi G, Hangody LR, et al. Autologous osteochondral grafting--technique and long-term results. Injury. 2008; 39 Suppl 1: S32-39.
41. Tanaka Y, Mima H, Yonetani Y, Shiozaki Y, Nakamura N, Horibe S. Histological evaluation of spontaneous osteonecrosis

- of the medial femoral condyle and short-term clinical results of osteochondral autografting: a case series. *Knee.* 2009; 16 (2): 130-135.
42. Cusano J, Curry EJ, Murakami AM, Li X. Fresh femoral condyle allograft transplant for knee osteonecrosis in a young, active patient. *Orthop J Sports Med.* 2018; 6 (9): 2325967118798355. Available in: <https://doi.org/10.1177/2325967118798355>
43. Tírico LEP, Early SA, McCauley JC, Bugbee WD. Fresh osteochondral allograft transplantation for spontaneous osteonecrosis of the knee: a case series. *Orthop J Sports Med.* 2017; 5 (10): 2325967117730540. doi: 10.1177/2325967117730540.
44. Yang WM, Zhao CQ, Lu ZY, Yang WY, Lin DK, Cao XW. Clinical characteristics and treatment of spontaneous osteonecrosis of medial tibial plateau: a retrospective case study. *Chin Med J (Engl).* 2018; 131 (21): 2544-2550.
45. Hu D, Huang Z, Zhang W, Lin J, Li W. [Analysis of medial unicompartmental knee arthroplasty for patients with spontaneous osteonecrosis of the knee]. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.* 2019; 33 (1): 13-17. Available in: <https://doi.org/10.7507/1002-1892.201805127>
46. Heyse TJ, Khefacha A, Fuchs-Winkelmann S, Cartier P. UKA after spontaneous osteonecrosis of the knee: a retrospective analysis. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2011; 131 (5): 613-617.
47. Kamenaga T, Hiranaka T, Hida Y, Fujishiro T, Okamoto K. Clinical outcomes after unicompartmental knee arthroplasty for osteonecrosis of the knee. *Acta Ortop Bras.* 2021; 29 (1): 12-16. Available in: <https://doi.org/10.1590/1413-785220212901233328>
48. Goshima K, Sawaguchi T, Shigemoto K, Iwai S, Fujita K, Yamamuro Y. Open-wedge high tibial osteotomy for spontaneous osteonecrosis of the medial tibial plateau shows excellent clinical outcomes. *J Exp Orthop.* 2020; 7 (1): 14. Available in: <https://doi.org/10.1186/s40634-020-00231-z>
49. Motohashi M, Morii T, Koshino T. Clinical course and roentgenographic changes of osteonecrosis in the femoral condyle under conservative treatment. *Clin Orthop Relat Res.* 1991; (266): 156-61.
50. Myers TG, Cui Q, Kuskowski M, Mihalko WM, Saleh KJ. Outcomes of total and unicompartmental knee arthroplasty for secondary and spontaneous osteonecrosis of the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 2006; 88 Suppl 3: 76-82.
51. Pareek A, Parkes CW, Bernard C, Camp CL, Saris DBF, Stuart MJ, Krych AJ. Spontaneous osteonecrosis/subchondral insufficiency fractures of the knee: high rates of conversion to surgical treatment and arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2020; 102 (9): 821-829. doi: 10.2106/JBJS.19.00381.
52. Zmerly H, Moscato M, Akkawi I, Galletti R, Di Gregori V. Treatment options for secondary osteonecrosis of the knee. *Orthop Rev (Pavia).* 2022; 14 (3): 33639. Available in: <https://doi.org/10.52965/001c.33639>
53. Lotke PA, Abend JA, Ecker ML. The treatment of osteonecrosis of the medial femoral condyle. *Clin Orthop Relat Res.* 1982; (171): 109-116.
54. Juréus J, Lindstrand A, Geijer M, Robertsson O, Tägil M. The natural course of spontaneous osteonecrosis of the knee (SPONK): a 1- to 27-year follow-up of 40 patients. *Acta Orthop.* 2013; 84 (4): 410-414.

Conflictos de intereses

Ninguno.