

Pie diabético. Hallazgos en la RM

Diabetic foot. Findings on MR Imaging

María José MORENO CASADO, María Luisa VEGA GONZÁLEZ, Alicia MARTÍN PEINADOR

Servicio de Radiodiagnóstico. Hospital Clínico San Carlos.

Correspondencia:

María José Moreno Casado.

Servicio de Radiodiagnóstico.

Hospital Clínico San Carlos.

C/ Martín Lagos s/n. 28040 Madrid.

Fecha de recepción: 4 de mayo 2009

Fecha de aceptación: 4 de junio 2009

Los autores declaran no tener ningún tipo de interés económico o comercial.

RESUMEN

La diabetes mellitus es una enfermedad sistémica con una incidencia del 5% en la población general. Puede afectar a múltiples órganos causando significativa morbilidad en el pie debido a enfermedad vascular, neuropatía e infección. La RM es imprescindible para el diagnóstico y valoración de la artritis, osteomielitis, osteoartropatía neuropática, celulitis, úlceras y abscesos.

Palabras clave: Diabetes. RM. Pie.

ABSTRACT

The diabetes mellitus is a systemic disease with a 5% rate of occurrence in the general population. It is cause significant morbidity in the foot and ankle due to vascular disease, Neuropathy and infection. The MRI is essential to the diagnosis and evaluation of arthritis, osteomyelitis, neuropathic osteoarthropathy, cellulitis, ulcers and abscesses.

Key words: Diabetes. MRI. Foot.

1. Introducción

La diabetes mellitus es una enfermedad sistémica con una incidencia del 5% en la población general y que puede afectar a múltiples órganos. La patología en el pie y tobillo se presenta en aproximadamente el 20-25% de las admisiones hospitalarias en la población diabética¹. Puede aparecer enfermedad vascular, tendinopatía, enfermedad neuropática e infección por lo que tiene un importante impacto económico, siendo la diabetes la principal causa de amputación no traumática de la extremidad inferior². En los dos años siguientes a la amputación, el pie contralateral tiene un 50% más de probabilidad de tener una complicación seria y un riesgo del 50-66% de sufrir también amputación en los siguientes 5 años³. La RM se utiliza cada vez más en el estudio del pie diabético por lo que es importante estar familiarizado con los hallazgos.

2. Fisiopatología del pie diabético

En la fisiopatología del pie diabético se producen tres procesos que pueden interaccionar entre sí, siendo éstos la enfermedad vascular, neuropatía y alteraciones inmunológicas.

La enfermedad vascular es muy común en los pacientes diabéticos. Puede afectar a arterias proximales que radiológicamente se presenta como calcificación de la pared de los vasos y angiográficamente como estenosis. Se tratan mediante by-pass o angioplastias y stent. También hay una afectación de arteriolas y capilares distales que son más difíciles de tratar y que dan lugar a isquemia, que hace que pequeños cortes o traumas menores curen mal o no curen al no haber un adecuado aporte vascular y favorecen la formación de úlceras. Estas úlceras pueden secundariamente progresar o infectarse dando lugar a la formación de abscesos, fístulas, tenosinovitis, artritis séptica u osteomielitis.

Cuando la isquemia es más avanzada puede aparecer gangrena de los dedos del antepié. Puede ser una gangrena seca si no está infectada y gangrena húmeda si existe sobreinfección, que suele ser por múltiples gérmenes.

La neuropatía periférica tanto sensitiva como motora también es una característica de la enfermedad diabética. La neuropatía sensitiva disminuye la percepción de traumatismos leves,

incluyendo pequeños cortes, rozaduras de la piel, lesiones en ligamentos o tendones y fracturas, que pueden acabar en infección. Junto con la isquemia pueden dar lugar a una artropatía y deformidad articular, que se conoce como osteoartropatía neuropática o artropatía de Charcot.

La neuropatía diabética también afecta a los nervios motores periféricos causando atrofia y alteración muscular que contribuyen a la deformidad del pie y puede ocurrir una disfunción autonómica, que combinada con la fragilidad y la isquemia vascular de lugar a depósito de líquido y edema en los tejidos blandos ocasionando hinchazón y celulitis del pie. De hecho, el edema muscular y subcutáneo en la RM se ve frecuentemente en diabetes avanzada.

Puede asociarse alteraciones inmunológicas que favorecen la infección.

3. Hallazgos en imagen del pie diabético

Los estudios de RM del pie diabético se deben realizar con una antena de extremidad que permita la visualización de la mayor parte del pie por lo que suele utilizarse la antena de rodilla que permite ver tanto el tobillo como la región del antepié. Se puede utilizar una antena de superficie para valoración de los dedos.

Las secuencias utilizadas son secuencias spin eco (SE) T1 sin y con contraste intravenoso y saturación de la grasa, secuencias T2 y STIR. Se realizan cortes en el plano axial (perpendicular al eje de los metatarsianos), coronal (paralelo al eje de los metatarsianos) y sagital.

Hallazgos con la RM:

Enfermedad vascular o isquemia

Las áreas de isquemia por lesión vascular en el pie diabético pueden llegar a desvitalización del tejido y dar lugar a áreas focales o regionales de tejidos blandos que no realzan. En estos casos la RM sin y con contraste muestra un área focal sin realce con un límite definido del tejido adyacente que sí realza y representa tejido reactivo hipervascular. Hay que tener en cuenta que puede haber un absceso que no realce al no llegar el contraste por la lesión vascular, en este caso la presencia de burbujas de aire en el tejido desvitalizado puede ser un signo de infección.

El tejido isquémico que no progresa a desvitalización puede realzar ligeramente menos que el tejido que lo rodea.

Cuando la isquemia es más avanzada da lugar a una gangrena seca o no infectada, que se visualiza en la RM como una pérdida regional o atrofia de los tejidos blandos y ocurre sobre todo en la parte distal de los dedos. Las secuencias T1 y T2 pueden mostrar ligero edema. La presencia de burbujas de aire puede ser un signo de infección o gangrena húmeda.

También la isquemia crónica severa puede dar lugar a infartos óseos que en la RM se observan como imágenes de alteración de señal longitudinal en la cavidad medular con una morfología serpinginosa, borde bien definido y una señal variable con grasa, tejido fibroso o edema².

Edema del pie diabético y atrofia

El edema de los tejidos blandos es muy frecuente en el pie diabético. En la RM se visualiza como áreas de alta señal en secuencias T2 y STIR, con leve realce tras la administración de contraste, a diferencia de la celulitis que realza significativamente, en el dorso del pie o región plantar entre la aponeurosis plantar y el metatarso³, y afecta a la grasa subcutánea, músculo o ambos (figura 1).

En la diabetes avanzada la musculatura del pie se atrofia, con disminución de tamaño muscular e infiltración grasa en T1 y edema en T2, similar a la denervación muscular².

Rotura y disfunción tendinosa

Las lesiones tendinosas más habituales asociadas al pie diabético son tenosinovitis, degeneración y rotura tendinosa. Se producen por disminución de la percepción sensorial e isquemia que hacen que lesiones leves como una tendinitis evolucionen hasta rotura tendinosa y deformidad del pie, siendo un factor importante en la formación y progresión de la enfermedad neuropática.

La tenosinovitis se visualiza en la RM como aumento de líquido dentro de la vaina tendinosa. Tendinopatía se refiere a alteración de la normal intensidad de señal del tendón asociada a engrosamiento o adelgazamiento del mismo. La rotura tendinosa se diagnostica como un área focal de líquido dentro del tendón o interrupción de las fibras tendinosas.

El tendón que más habitualmente se afecta es el tendón del tibial posterior, que es el estabilizador del pie y tobillo y el que soporta el



Fig.1. Corte sagital STIR. Se observa significativo edema en el tejido celular subcutáneo del dorso del pie y en la musculatura plantar (flechas).

arco plantar. La lesión da lugar a una deformidad característica con pie plano, en pronación y abducción del antepié².

Osteoartropatía neuropática

La osteoartropatía neuropática o artropatía de Charcot se presenta en los pacientes con diabetes de largo tiempo de evolución y mal controlados⁵. Se trata de una artritis deformante y agresiva que se produce por la combinación de micro y macrotraumatismos repetidos sobre las superficies articulares y ligamentos, unido a la neuropatía periférica con pérdida de la percepción de las lesiones, y a la isquemia que causa una deficiente curación de las mismas.

Todo esto lleva a una inestabilidad articular, fragmentación ósea, luxación o subluxación y deformidad articular. Se asocian cambios de osteoartritis con esclerosis subcondral y osteofitos, cuerpos libres intraarticulares y quistes subcondrales. Estos cambios sin embargo son típicamente más prominentes que los de la osteoartritis y a diferencia de ella, se forman ero-

siones en los bordes o parte central de la articulación afectada, que puede progresar hasta destrucción o resorción ósea. De hecho la osteoartropatía neuropática se presenta con una mezcla de proliferación ósea y erosiones.

La articulación que más comúnmente se afecta es la articulación tarsometatarsiana o articulación de Lisfranc (figura 2), aunque también pueden afectarse otras articulaciones del pie².

Se describe una forma aguda y otra forma crónica que pueden estar superpuestas^{2,4}.

La forma aguda se presenta clínicamente con hinchazón, edema y eritema del pie que puede hacer sospechar una infección. En la RM se observa edema y realce de la cápsula articular y de los tejidos blandos yuxtaarticulares, pero el tejido subcutáneo presenta típicamente poco realce. En estos estadios tempranos puede no existir mal alineamiento o solo ligera subluxación y puede haber derrame articular o erosiones. En cuanto al hueso, el edema de la médula ósea y realce típicamente afectan al hueso subcondral debido a la afectación articular de la enfermedad (figura 3). En casos más severos puede aparecer edema y realce en todo el hueso medular, hallazgos que pueden simular una infección y hay que hacer el diagnóstico diferencial con osteomielitis.

En el estadio crónico el edema y realce es menos prominente o ausente y son más llamativos los quistes subcondrales y la proliferación ósea, con formación de cuerpos libres intraar-



Fig. 2. Artropatía de Charcot. Radiografía AP del pie donde se aprecia luxación y subluxación de la articulación tarsometatarsiana (de Lisfranc), con esclerosis, fragmentación y proliferación ósea.

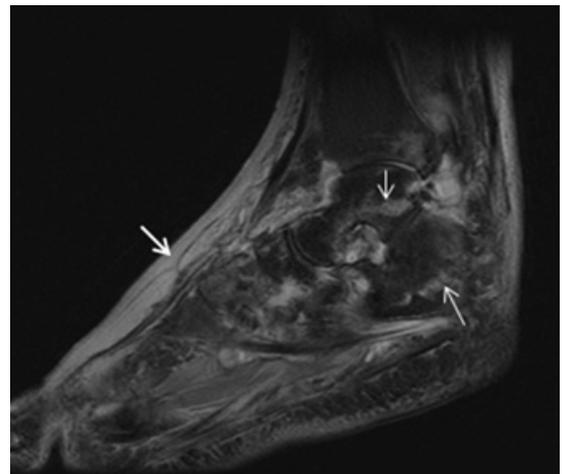


Fig. 3. Corte sagital STIR. Se aprecia edema de la médula ósea que afecta al hueso subcondral (flechas finas), junto con edema de partes blandas y periarticular (flecha gruesa).

ticulares y en casos más avanzados el hueso puede parecer necrótico y colapsado o reabsorbido. La deformidad articular es frecuente, con subluxación o luxación súperolateral de los metatarsianos de forma que el hueso cuboide tiene que soportar el peso y como consecuencia pueden formarse lesiones y úlceras en las zonas de apoyo².

Dada la importante implicación clínica que tiene la diferenciación de artropatía diabética infectada o no, se han descrito una serie de signos en la RM que pueden orientar hacia ello. En un estudio se observó que la presencia de fistulas, alteración de la grasa subcutánea, realce articular con pared gruesa y erosiones indicaban sobreinfección añadida. Por el contrario, la preservación de la grasa subcutánea, la presencia de quistes subcondrales y de cuerpos libres intraarticulares indicaban artropatía sin infección⁶.

Lesiones cutáneas y úlceras

Se producen en las zonas de apoyo donde la fragilidad de la piel puede dar lugar a induraciones o callosidades de la piel, erosiones y úlceras cutáneas.

En la RM la induración cutánea se observa como un engrosamiento cutáneo y del tejido celular subcutáneo, con baja señal en T1, realce con

contraste y señal variable en T2 en función de la formación de tejido de granulación y vascularización. Puede asociarse bursitis o pequeñas colecciones de líquido en el tejido subcutáneo adyacente y en la ausencia de infección, los márgenes son bien definidos².

Suelen aparecer en las zonas de apoyo, sobre todo por debajo de las cabezas del primer, segundo y quinto metatarsianos, en el lado dorsal de la articulación interfalángica proximal o interfalángica distal, también son frecuentes en la tuberosidad del calcáneo, maléolos y en casos de deformidad en la osteoartropatía neuropática puede aparecer en otras localizaciones atípicas como adyacentes al cuboide y al calcáneo.

Cuando evolucionan a la formación de úlceras, en la RM se aprecia un defecto cutáneo con márgenes mal delimitados y con realce de los bordes tras la administración de contraste (figura 4). La úlcera es una ruta de infección que en los pacientes diabéticos suele ser polimicrobiana.

Úlceras profundas pueden llevar a osteomielitis que suele aparecer en el hueso próximo a la lesión ulcerada^{2,3}. De hecho, en un paciente diabético la presencia de un defecto cutáneo con alteración de señal de la médula ósea adyacente debe ser altamente sospechoso de osteomielitis.

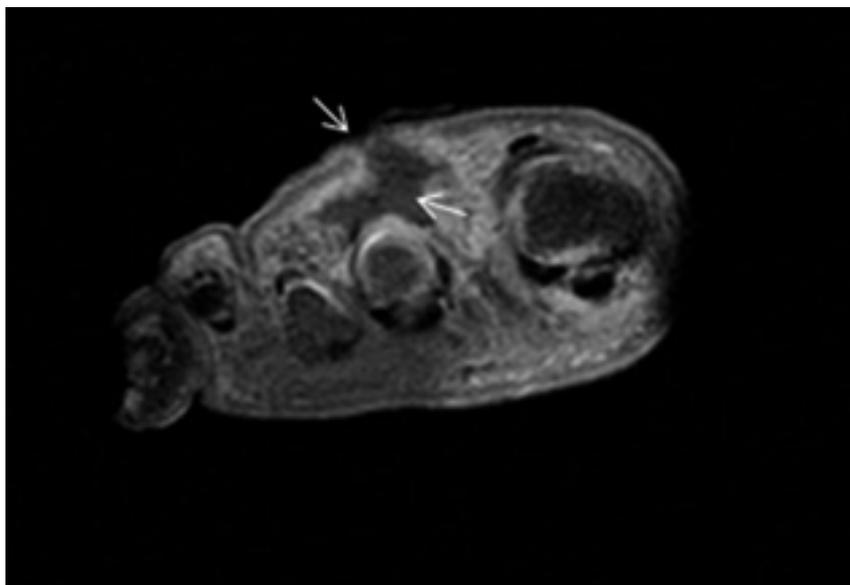


Fig. 4. Corte coronal del antepie con secuencia T1 con contraste y saturación grasa. Se delimita una úlcera en el dorso del segundo dedo, con un defecto cutáneo y colección en el tejido subcutáneo con realce de los bordes (flechas).

Celulitis

En el paciente diabético se debe a diseminación bacteriana dentro de la grasa subcutánea, generalmente desde una úlcera.

En la RM típicamente aparece como engrosamiento y reemplazamiento de la normal señal grasa del tejido subcutáneo en T1, alta señal en T2 y STIR y realce difuso tras la administración de contraste, con márgenes mal delimitados. Como hemos comentado previamente el edema del pie diabético asociado a la enfermedad vascular solo presenta ligero realce tras la administración de contraste, a diferencia de la celulitis en donde el realce es prominente.

En las zonas de celulitis puede visualizarse gas sobre todo en áreas de tejido desvitalizado, que en la RM aparecen como pequeños focos de vacío de señal a menudo con artefacto de susceptibilidad en la secuencia eco de gradiente.

Fístulas y abscesos

Las fistulas son frecuentes en casos de osteomielitis con úlceras en la piel. En la RM se visualizan como una línea de alta señal en T2 a través de los tejidos blandos, que en los estudios sin contraste es difícil de delimitar del tejido adyacente. En las imágenes postcontraste

se observa realce como líneas paralelas o “vías de tranvía” (figura 5).

Los abscesos en tejidos blandos aparecen en la RM en el 10-50% de infección del pie diabético. Suelen comunicar con úlceras cutáneas o con fistulas y puede extenderse al hueso, articulaciones o vainas tendinosas. Los abscesos intraóseos son raros, probablemente debido a que los pacientes sufren amputación antes de llegar a esa fase².

Tanto los abscesos en tejidos blandos como en el hueso se visualizan como colecciones de líquido generalmente bien delimitadas, hiperintensas como el líquido en T2, hipointensas en T1 y con una pared gruesa de realce en anillo en secuencias con contraste (figura 6)^{5,7}.

Osteomielitis

Osteomielitis en el pie diabético ocurre en el 90% de los casos por contigüidad a partir de una úlcera cutánea infectada. Otras causas de osteomielitis pueden ser fracturas abiertas, cirugía o inyección de materiales, siendo la diseminación hematogena menos importante como causa de osteomielitis en estos pacientes.

Las localizaciones más frecuentes son las cabezas de los metatarsianos, calcáneo⁸ y falanges⁵, aunque cualquier hueso puede afectarse.

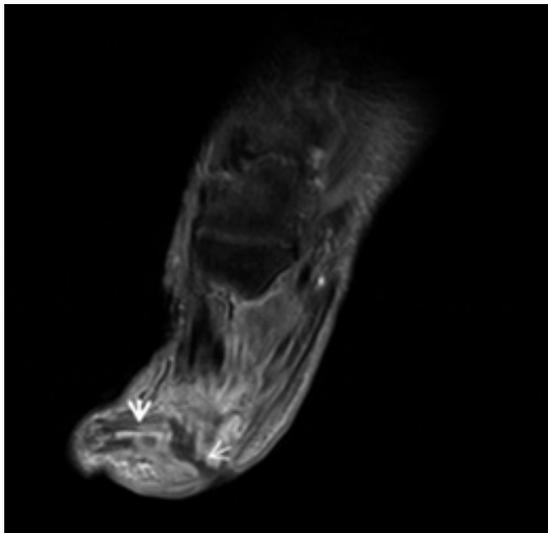


Fig. 5. Corte sagital del antepie con secuencia T1 con contraste y saturación grasa. Se visualiza una úlcera cutánea con fistula (flecha fina) en el tejido subcutáneo que se extiende hasta la articulación metatarsofalángica. Se asocia realce en la primera falange compatible con osteomielitis (flecha gruesa), que fue confirmada quirúrgicamente.

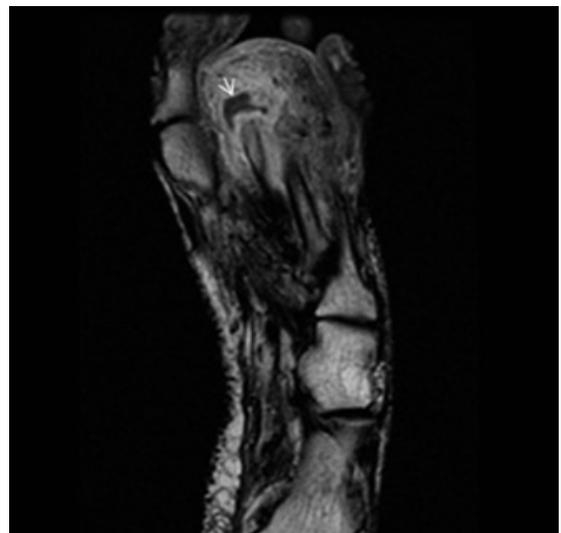


Fig. 6. El mismo paciente que en la figura 5, tres meses después se presenta con lesión en el pie contralateral donde se observa un absceso plantar (flecha) en el segundo dedo con marcado realce del tejido de alrededor en un corte axial T1 con contraste.

La RM presenta una sensibilidad para el diagnóstico del 77 – 100% y una especificidad del 79 – 100% en diferentes estudios. Factores sobreañadidos como cirugía previa reciente, osteoartropatía neuropática y otras enfermedades inflamatorias como artritis reumatoide pueden disminuir la especificidad de la RM².

Ante la sospecha clínica de infección, la radiografía simple sigue siendo el procedimiento radiológico inicial, que ayuda a excluir otros procesos⁵. En el caso de infección temprana puede visualizar únicamente un aumento de los tejidos blandos pero los cambios óseos en la radiología simple no aparecen hasta al menos dos semanas del comienzo de la infección, con lo que otras técnicas como la RM o la medicina nuclear se realizan como procedimientos iniciales. En esos casos en la RX simple puede verse disminución de la densidad ósea, periostitis, erosión y destrucción ósea con imágenes de gas en los tejidos blandos² (figura 7).

En la RM la osteomielitis se caracteriza por alteración de señal de la médula ósea, con baja

señal en T1, aumento de señal en T2 y STIR y realce con contraste. Otros hallazgos asociados que pueden aparecer son rotura de la cortical y periostitis que se ve como láminas de tejido de diferente señal⁷ ó una imagen de edema y realce lineal rodeando a la cortical ósea.

Sin embargo este patrón de alteración de señal y realce no es específico de la osteomielitis del pie diabético, puede verse en casos de fractura, tumor, artritis inflamatoria, enfermedad neuropática, infarto o cirugía reciente. Por ello se deben evaluar otros hallazgos, como la presencia de líneas de fractura, ó la alteración morfológica de la osteoartropatía neuropática en esos casos. Signos que apoyan el diagnóstico de osteomielitis son la presencia de úlceras en la piel, fistulas y abscesos próximos al hueso afecto² (figura 8).

Técnicas como la SPECT-TC con leucocitos marcados han mostrado ser muy útiles para confirmar el diagnóstico de infección en estos pacientes.



Fig. 7. Radiografía AP y oblicua donde se observan erosiones y pérdida de los espacios articulares de la segunda, tercera y cuarta articulaciones metatarsofalángicas, osteopenia, periostitis y gas en partes blandas del segundo dedo, compatible con artritis y osteomielitis. Calcificaciones vasculares.

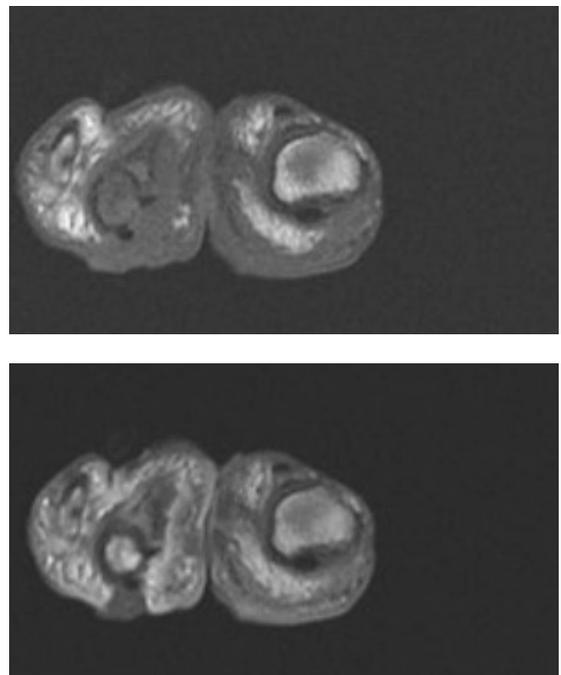


Fig. 8. Corte coronal del antepie con secuencia T1 sin (a) y con (b) contraste intravenoso. Signos típicos de osteomielitis con úlcera cutánea, fistula y alteración de señal de la médula ósea que realza con contraste. Fue confirmada con SPECT-TC y cirugía.

Artritis y tenosinovitis séptica

Al igual que en la osteomielitis la vía infección más frecuente es desde una úlcera cutánea. En el antepié las articulaciones metatarsofalángicas del primer y quinto dedos e interfalángicas son especialmente susceptibles.

En las articulaciones del mediotarso ocurre generalmente asociados a la enfermedad neuropática, con colapso del arco plantar y úlceras adyacente a las articulaciones de Lisfranc o Chopart.

Artritis en el tobillo y en la articulación subastragalina se asocia con infección en el malleolo o en el tubérculo posterior del calcáneo.

En la RM suele verse derrame articular, engrosamiento y realce sinovial, erosiones marginales y edema reactivo subcondral. En caso de que el edema afecte a todo el hueso debe sospecharse la presencia de osteomielitis asociada.

La tenosinovitis séptica ocurre también por diseminación contigua. Los tendones peroneos, flexores de los dedos y el tendón flexor largo del primer dedo son los que más frecuentemente se afectan, éste último desde artritis del tobillo y de la articulación subastragalina con las que comunica frecuentemente. La RM muestra líquido dentro de la vaina del tendón con realce alrededor del mismo^{2,3}. Sin embargo, la tenosinovitis séptica y no infectada son difíciles de distinguir con la RM porque ambas presentan los mismos hallazgos, sólo la presencia de gas dentro de la vaina tendinosa puede permitir la diferenciación⁵.

Lesiones arteriales

Los pacientes diabéticos con enfermedad vascular periférica tienen un riesgo 10-20 veces mayor de sufrir amputación que otros pacientes. Generalmente afecta a las arterias del sector

infrapoplíteo y preferentemente a las arterias pedias y arcos plantares.

En la radiografía simple se aprecian calcificaciones arteriales “en raíles” por arteriosclerosis, típicas de la enfermedad vascular periférica (figura 9).

En la angiografía y angio-RM se observan irregularidades de la luz, estenosis, obstrucción y microaneurismas. La peor complicación es la gangrena, causada por obstrucción de las arterias colaterales o interóseas⁹.



Fig. 9. Radiografía de ambos pies con las típicas calcificaciones arteriales “en raíles” (flechas).

Bibliografía

1. Stoller DW, Ferkel RD. The ankle and foot. In: Stoller DW, ed. MRI in orthopaedics and sports Medicine. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2007: 1035
2. Morrison WB, Ledermann HP. Work-up of the diabetic foot. Radiol Clin N Am 2002;40:1171-1192.
3. Chatha DS, Cunningham PM, Schweitzer ME. MR Imaging of the Diabetic Foot: Diagnostic Challenges. Radiol Clin N Am 2005:747-759
4. Moore TE, Yuh WT, Kathol MH, El-Khoury GY, Corson JD. Abnormalities of the foot in patients with Diabetes Mellitus. Findings on MR Imaging. AJR 1991;157:813-6.
5. Marcus CD, Ladam-Marcus VJ, Leone J, Malgrange D, Bonnet-Gausserand FM, Menanteau BP. MR Imaging of Osteomyelitis and Neuropathic Osteoarthropathy in the feet of Diabetics. Radiographics 1996;16:1337-1348.

6. Ahmadi ME, Morrison WB, Carrino JA, Schweitzer ME, Raikin SM, Ledermann HP. Neuropathic Artropathy of the foot with and without superimposed osteomyelitis: MR Imaging Characteristics. *Radiology* 2006;238 (2):622-631.
7. Rosenberg ZS, Beltrán J, Bencardino JT. From the RSNA Refresher Courses. MR Imaging of the ankle and foot. *Radiographics* 2000;20:153-179.
8. Deutsch AL. Bone and soft tissue infection. In: Deutsch AL, Jerrold H, Kerr R, eds. *MRI of the foot and ankle*. New York, NY: Raven, 1992: 199-222.
9. Chomel S, Douek P, Moulin P, Vaudoux M, Marchand B. Contrast-Enhanced MR Angiography of the Foot: Anatomy and clinical application in Patients with Diabetes. *AJR* 2004;182:1435-1442.