

Hallazgos radiológicos del pie diabético

Daniel Zarranz Sarobe ¹ , Jennifer Barredo Parra ²

OSATEK SA, Galdakao (Bizkaia) ¹ , Hospital Universitario de Cruces, Barakaldo (Bizkaia)²

Índice

Objetivo docente

Revisión del tema

Conclusiones

Referencias



Objetivo docente

- 1.- Describir los hallazgos radiológicos del pie diabético. Analizar las ventajas de las distintas técnicas de imagen (radiografía convencional, la TAC y la RM).
 - 2.- Conocer el diagnóstico diferencial para optimizar el diagnóstico y el tratamiento adecuado. Interpretar los patrones radiológicos de la osteomielitis y la artropatía neuropática aguda en RM, destacando los signos más relevantes.
 - 3.- Reconocer las manifestaciones características en RM de la artropatía neuropática y de la osteomielitis para discriminar entre entidades superpuestas y plantear el tratamiento.
-

- La evaluación radiológica del pie diabético es una herramienta importante para el diagnóstico de sus complicaciones (infecciones, artropatía neuropática y alteraciones vasculares).
 - Dada la elevada prevalencia de la diabetes y el impacto de las complicaciones, los radiólogos deben reconocer los hallazgos específicos para orientar el diagnóstico y optimizar el tratamiento.
 - Las distintas técnicas de imagen, (Radiografía, TAC y RM) permiten valorar estructuras óseas, tejidos blandos e infecciones. La RM destaca por su sensibilidad para diferenciar infección de neuropatía y delimitar la extensión de las lesiones para un manejo terapéutico adecuado.
 - La radiografía simple es la técnica inicial y ayuda a valorar los cambios óseos reactivos, la presencia de gas en los tejidos y la calcificación arterial periférica.
 - La RM ofrece alta sensibilidad y especificidad para diagnosticar osteomielitis, neuroartropatía y edema óseo precoz, permitiendo distinguir entre infecciones y artropatías neuropáticas y evaluar la extensión tisular.
-

Definición del pie diabético



Definición clásica:

- Infección, ulceración o destrucción de los tejidos del pie.
- Asociada a neuropatía y/o enfermedad arterial periférica en la extremidad inferior.
- Diabetes mellitus.

Definición del pie diabético

ENFERMEDAD DEL PIE DIABÉTICO

Complicaciones: Neuropatía, Arterial, Infección, Úlceras, Osteoartropatía, Gangrena y Amputación

1. Neuropatía Periférica



■ Pérdida de Sensibilidad

2. Enfermedad Arterial Periférica (EAP)

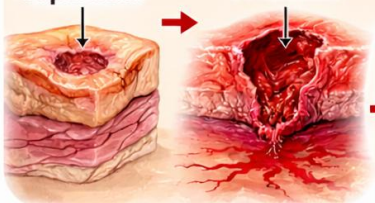


Flujo Sanguíneo Reducido

Úlcera(s) Diabética(s)

Superficial

Profunda



Infección

- Enrojecimiento,
- Hinchazón,
- Secreción, Dolor

Neuro-osteartropatía (Pie de Charcot)



Gangrena

- Tejido Muerto
- Color Negro



Amputación



Dedos →

Pie →

Pierna →

Definición más reciente (2023) de la International Working Group on the Diabetic Foot (IWGDF)

- Enfermedad del pie de una persona con diabetes mellitus actual o previamente diagnosticada que incluye una o más de las siguientes :
 - Neuropatía periférica.
 - Enfermedad arterial periférica.
 - Infección.
 - Úlcera(s).
 - Neuro-osteartropatía.
 - Gangrena.
 - Amputación.

Manifestaciones clínicas del pie diabético

- La **neuropatía** y la **isquemia** son las entidades patológicas que originan las manifestaciones características:
 - **Úlceras** (neuropáticas e isquémicas)
 - **Artropatía** neuropática de Charcot.

Fig. 1: cuadro evolutivo de úlceras plantares



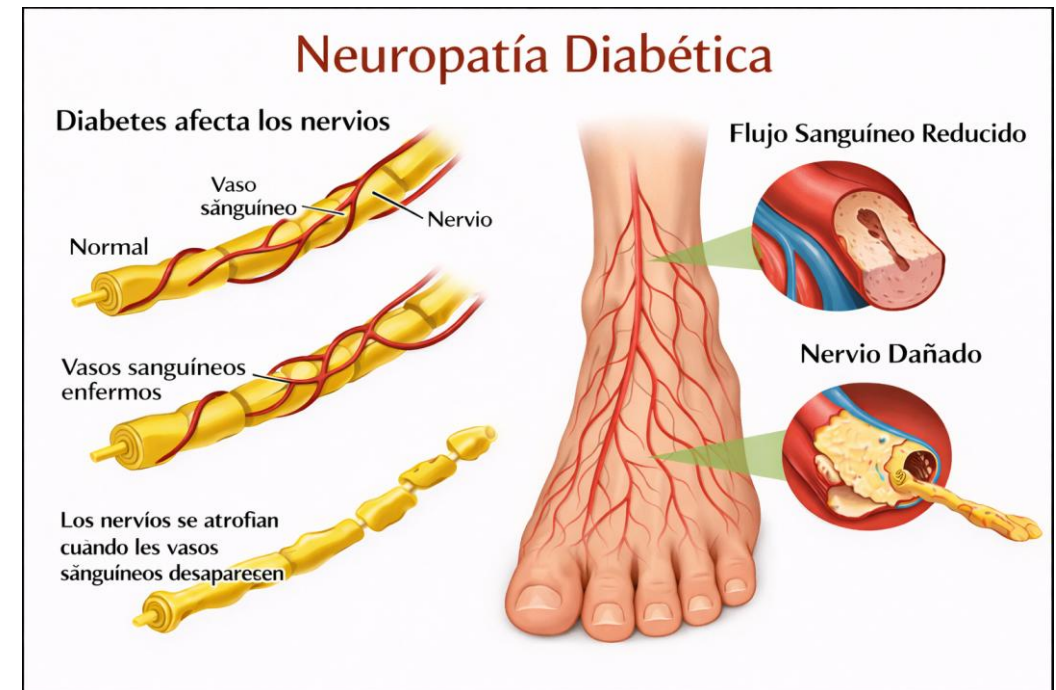
PIE DE CHARCOT



Fig. 2: cuadro evolutivo de pie con artropatía de Charcot

Neuropatía, isquemia y manifestaciones clínicas del pie diabético

- **Neuropatía:**
- Nervios periféricos de las EEl son especialmente vulnerables en diabéticos.
- Distintos tipos de daño → síndromes bien definidos:
 - neuropatía sensitiva simétrica: evolución progresiva, asociada a disautonomía
 - mononeuropatías dolorosas agudas: Inicio más abrupto, con tendencia a la recuperación.



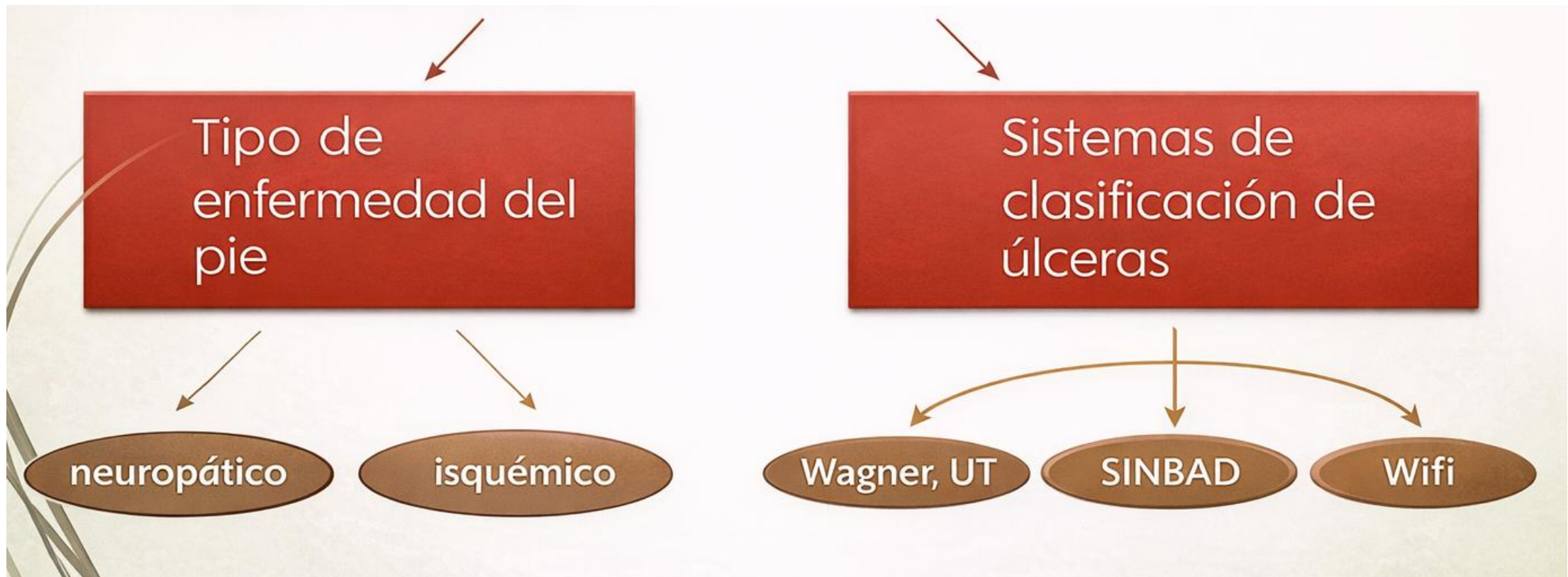
Artropatía de Charcot y osteomielitis



- **Artropatía neuropática de Charcot:**
 - destrucción ósea y articular sobre un sustrato de neuropatía.
 - prevalencia en la población diabética: 0,1% -8%.
- **Infección:** en un 50–60% de las úlceras.
 - Principal responsable del deterioro del pie diabético.
- **Osteomielitis:** 20% de las úlceras de pie diabético.
- 20% de las infecciones moderadas o graves
→ **amputación** de la extremidad inferior.

Clasificación del pie diabético

- Las clasificaciones del **pie** diabético se pueden agrupar en dos grandes bloques:



Clasificación del pie diabético

Tipos clásicos de pie diabético

1) Pie Neuropático:

- Predomina la neuropatía periférica (sensitiva, motora y autonómica).
- Circulación relativamente preservada.
- **Pie caliente** con pulsos presentes, deformidades, hiperqueratosis
- Úlceras en zonas de presión plantares.



Clasificación del pie diabético

Tipos clásicos de pie diabético

2) Pie Neuroisquémico:

- Coexisten neuropatía y arteriopatía.
- Isquemia es el factor principal.
- **Pie frío:** Pulsos disminuidos o ausentes.
- Úlceras en bordes, talón y puntas de los dedos.
- Localización marginal, más dolorosas y peor cicatrización.

Pie Neuroisquémico



Características



Pie neuropático



Pie isquémico / neuroisquémico

Perfusión / pulsos

Pie caliente, bien perfundido, pulsos palpables.

Pie frío, pulsos disminuidos o ausentes.

Sensibilidad

Pérdida marcada de sensibilidad protectora.

Sensibilidad a menudo reducida, pero el dolor isquémico puede persistir.

Localización típica de úlceras

Puntos de presión plantares (cabezas metatarsianas, pulpejos)

Bordes del pie, talón, bordes de dedos, zonas distales.

Morfología de la úlcera

Rodeada de callosidad, márgenes bien definidos.

Bordes frecuentemente irregulares, fondo pálido o necrótico.

Dolor

Suele ser poco dolorosa por neuropatía.

Dolor frecuente, especialmente en reposo.

Otros signos

Deformidades (dedos en garra, Charcot), hiperqueratosis, piel seca.

Piel fría, atrófica, calambres, claudicación.

Fig 3: Tabla resumen con las principales diferencias.

Hallazgos radiológicos: Rx simple y TAC

Pie neuropático

Las características generales: regla mnemotécnica de las ***seis D.***

- **Densidad** (osteopenia o esclerosis subcondral)
 - **Destrucción** (fragmentación y reabsorción ósea)
 - **Debris** (cuerpos libres intraarticulares)
 - **Distensión** (derrame articular)
 - **Desorganización y Dislocación** (desalineación articular debida a la laxitud ligamentaria)
-

Hallazgos radiológicos

Rx simple y TAC

Pie neuropático

- **Densidad** (osteopenia o esclerosis subcondral)

Fig. 4 y 5: osteopenia difusa que afecta a los huesos del tobillo y el pie, especialmente notable alrededor de las articulaciones. Espacios articulares conservados. Fractura antigua en el quinto metatarsiano. (caso cortesía de Servet Kahveci, Radiopaedia.org, rID: 87554)



Hallazgos radiológicos

Rx simple y TAC

Pie neuropático

Las características generales: regla mnemotécnica de las **seis D**.

- **D**estrucción
- **D**esorganización y **D**islocación

Fig. 6 y 7: destrucción del calcáneo, luxación de la articulación talonavicular, resorción de los huesos tarsianos proximales, desorganización de las articulaciones tarsianas, inflamación de los tejidos blandos, calcificación arterial.

Caso cortesía de Aditya Shetty, Radiopaedia.org, rID: 28759



Hallazgos radiológicos

Rx simple y TAC

Pie neuropático

Las características generales: regla mnemotécnica de las **seis D**.

- **D**estrucción
- **D**esorganización y **D**islocación

Fig. 8 y 9: destrucción y reabsorción ósea de los huesos del mediopie con colapso articular. Fractura de Lisfranc.



Hallazgos radiológicos

Rx simple y TAC

Pie neuropático

Las características generales: regla mnemotécnica de las **seis D**.

- **Debris** (cuerpos libres intraarticulares)

Fig. 10 y 11: reconstrucciones MPR de una artropatía de Charcot con fragmentación ósea con debris intraarticulares.



Hallazgos radiológicos

Rx simple y TAC

Pie neuropático

Las características generales: regla mnemotécnica de las **seis D**.

- **Destrucción** de la arquitectura normal
- Pie en mecedora

Fig. 12: Los metatarsianos presentan dorsiflexión, lo que da lugar a una deformidad en mecedora.



Hallazgos radiológicos

Rx simple

Pie neuroisquémico

- **Fractura por osteopenia o insuficiencia ósea:** la tuberosidad posterior del calcáneo es la más frecuente

Fig. 13: La radiografía lateral del tobillo de un paciente diabético muestra una fractura por insuficiencia de la tuberosidad posterior del calcáneo (*flecha curva azul*). El tendón de Aquiles retrae el fragmento hacia proximal. Obsérvense las calcificaciones vasculares (*flecha continua azul*). Caso cortesía de Blankenbaker, Donna, MD y Manaster, B.J., *Diabetes MSK, StatDx*



Hallazgos radiológicos

Rx simple y TAC

Pie neuroisquémico

• Osteomielitis

- Aire en los tejidos blandos con destrucción ósea adyacente.
- Especialmente en las zonas sometidas a presión en los pies: 1ª MTF, 5ª MTF, 1ª falange distal, maléolos o el talón.

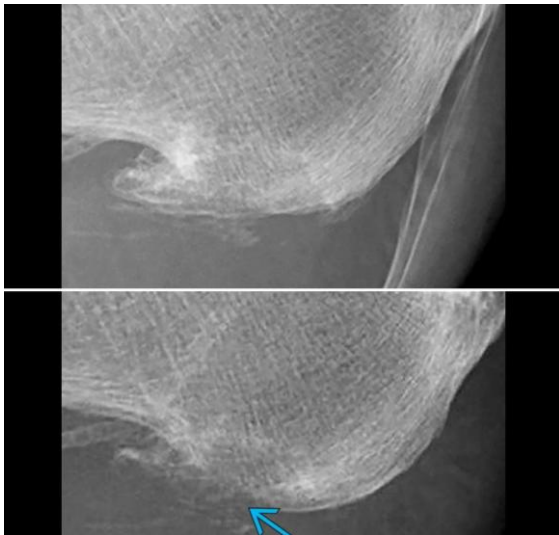


Fig. 14: Rx lateral del calcáneo, varón con diabetes (imagen superior = 2 semanas antes de la imagen inferior) muestra una erosión ósea incipiente (flecha continua de color cian), indicativa de osteomielitis. Caso cortesía de Blankenbaker, Donna, MD y Manaster, B.J., Diabetes MSK, StatDx.

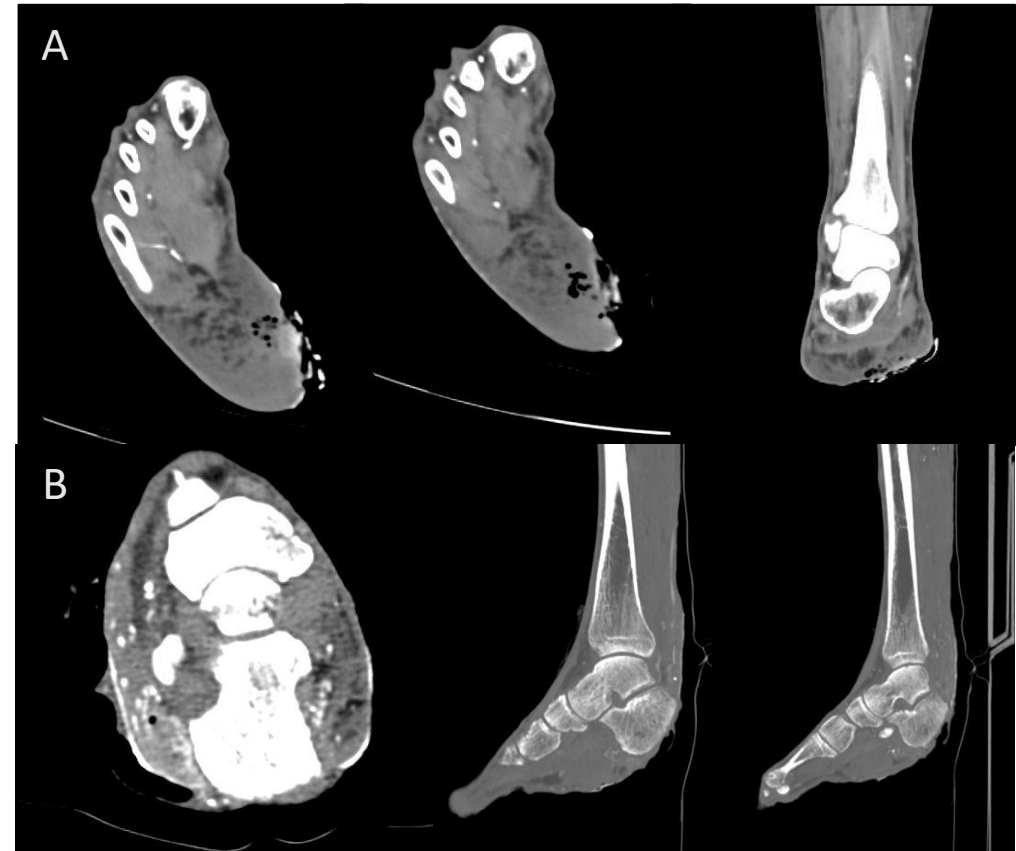


Fig. 15:reconstrucciones MPR de TAC. En el grupo de imágenes A se objetiva un defecto de partes blandas en talón del pie derecho con burbujas, sugestivo de ulcera. En las imágenes B mismo paciente dos años más tarde con severa ulcera plantar asociada a absceso de partes blandas con cambios de osteomielitis en calcáneo.

Hallazgos radiológicos

Rx simple

Pie neuroisquémico



Fig. 16 y 17: calcificaciones arteriales lineales (“rail-track”). Típicas de arteriopatía diabética de vasos de mediano-pequeño calibre. Visibles en el trayecto de las arterias tibiales y plantares

Hallazgos radiológicos

RM

Pie neuropático

- **Charcot agudo en RM:**
- Edema intenso de médula ósea subcondral en múltiples huesos del mediopié. Hiperintensidad T2/STIR 
- Realce en médula ósea postcontraste. 
- Asocia edema de partes blandas periarticular. 
- Sin colecciones ni trayectos fistulosos hacia la piel.

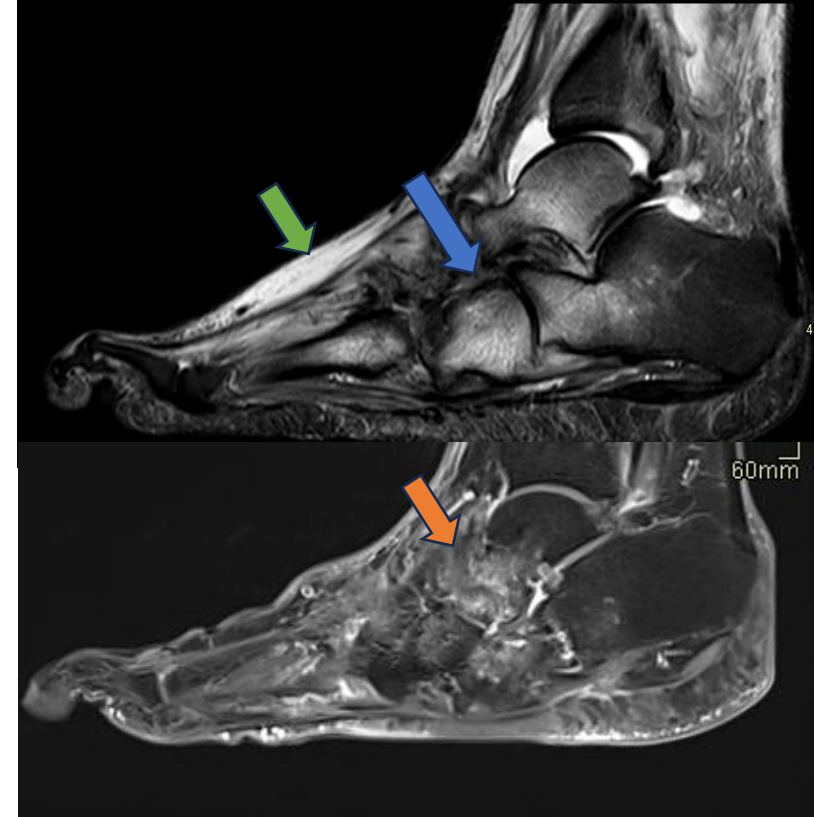


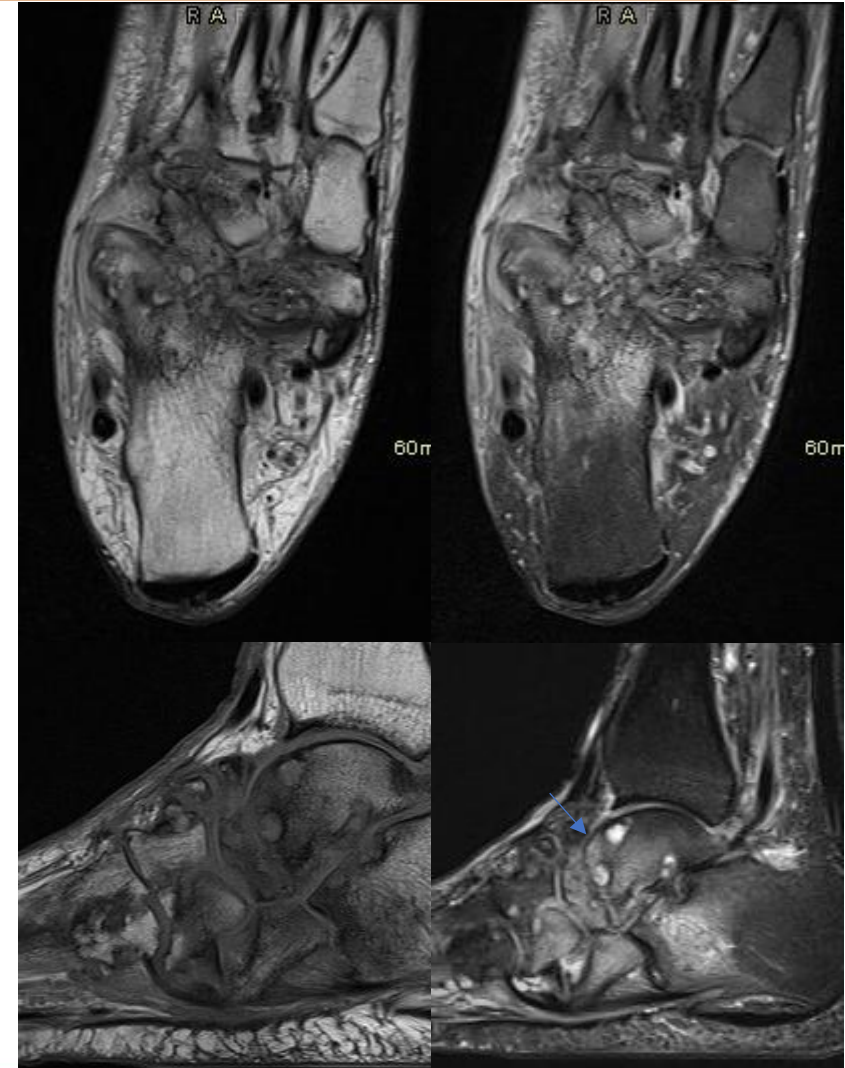
Fig 18 y 19: sagitales DPFS y T1FS postgd con hallazgos sugestivo de Charcot agudo.

Hallazgos radiológicos

RM Pie neuropático

- **Charcot crónico en RM:**
- Colapso articular, fragmentos óseos, geodas/subquistes , esclerosis subcondral y deformidades severas.

Fig 20: Axial DP y DPFS y sagitales DPy DPFS. Hallazgos sugestivos de Charcot crónico



Hallazgos radiológicos

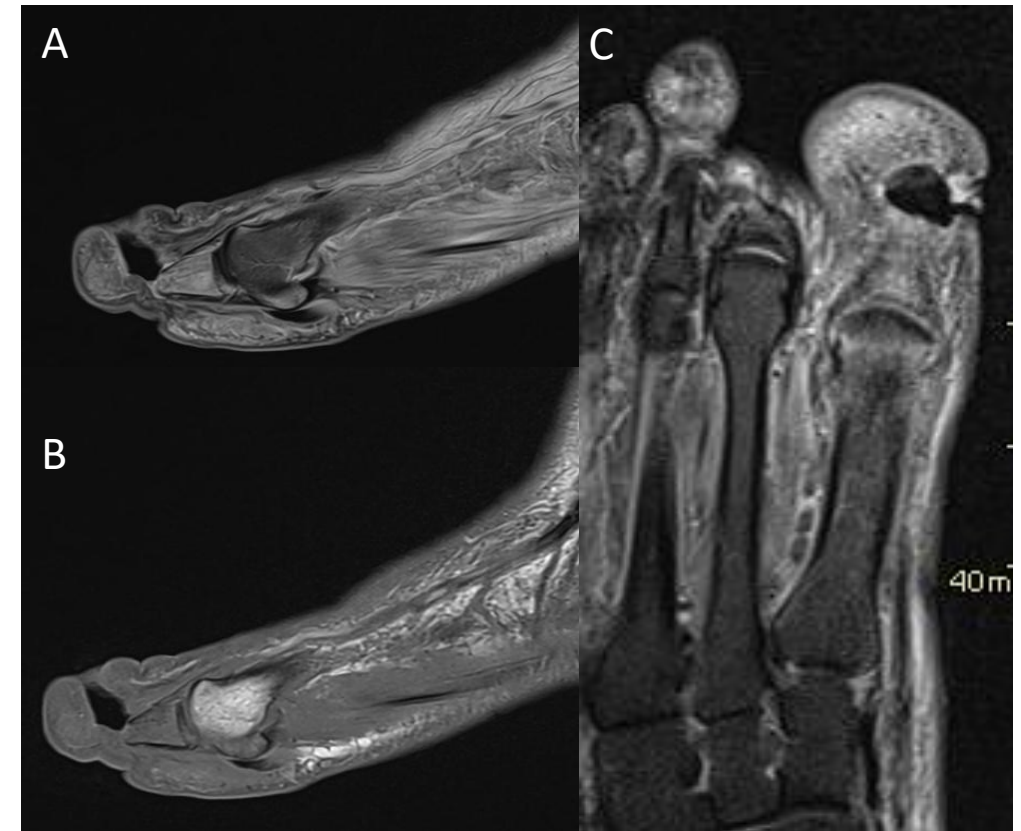
RM

Diferencias entre Charcot y osteomielitis

- **Distribución típica:**

- **Charcot** : Mediopié (articulaciones tarsometatarsianas y mediotarsianas).
- La **OM** por úlcera neuropática afecta más a antepié o calcáneo siguiendo el trayecto de la úlcera.

Fig. 21 : A y B sagitales T1FS y T1, C coronal T1FS postgd:
Úlcera en TCS que alcanza el hueso a nivel de F1 del 1º dedo con hiposeñal T1 y captación en médula ósea en secuencia T1FS postgadolinio, hallazgos compatibles con úlcera y osteomielitis.



Hallazgos radiológicos RM

Diferencias entre Charcot y osteomielitis

A favor de Charcot:

- Afectación poliarticular del mediopié.
- Edema óseo subcondral difuso.
- Sin solución de continuidad entre úlcera y hueso.
- Ausencia de colección o absceso adyacente.

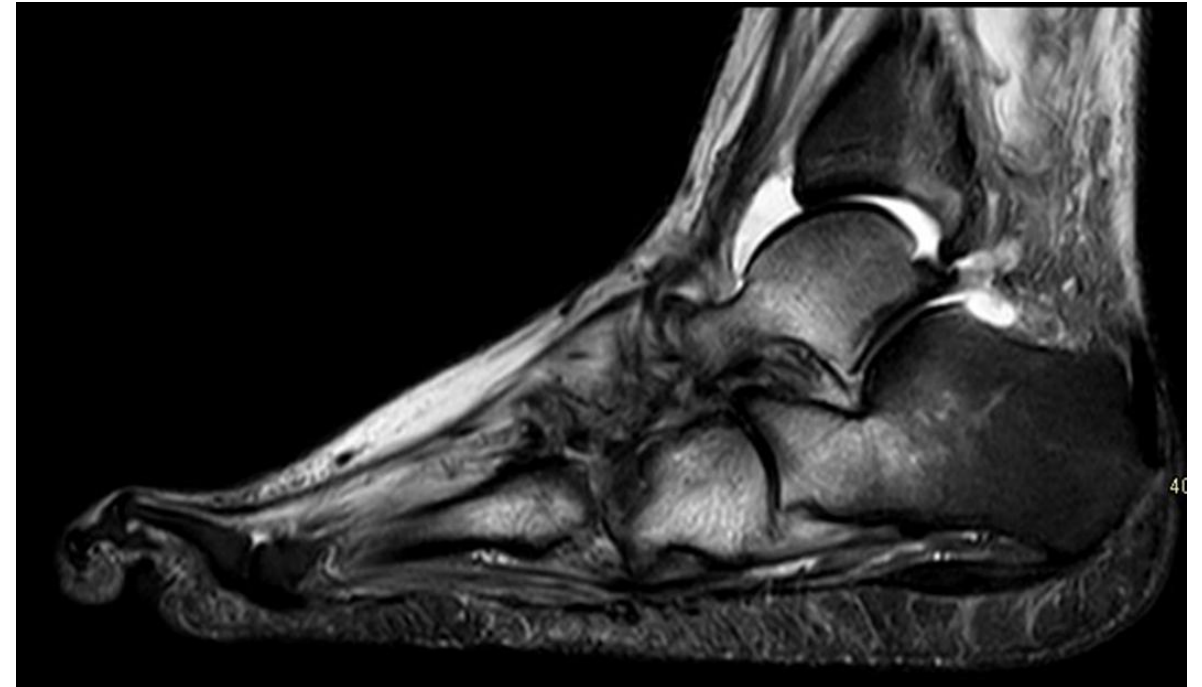


Fig. 22 : sagital DPFS edema óseo en mediopié con edema de partes blandas, sin úlceras ni colecciones.

Hallazgos radiológicos

RM Osteomielitis



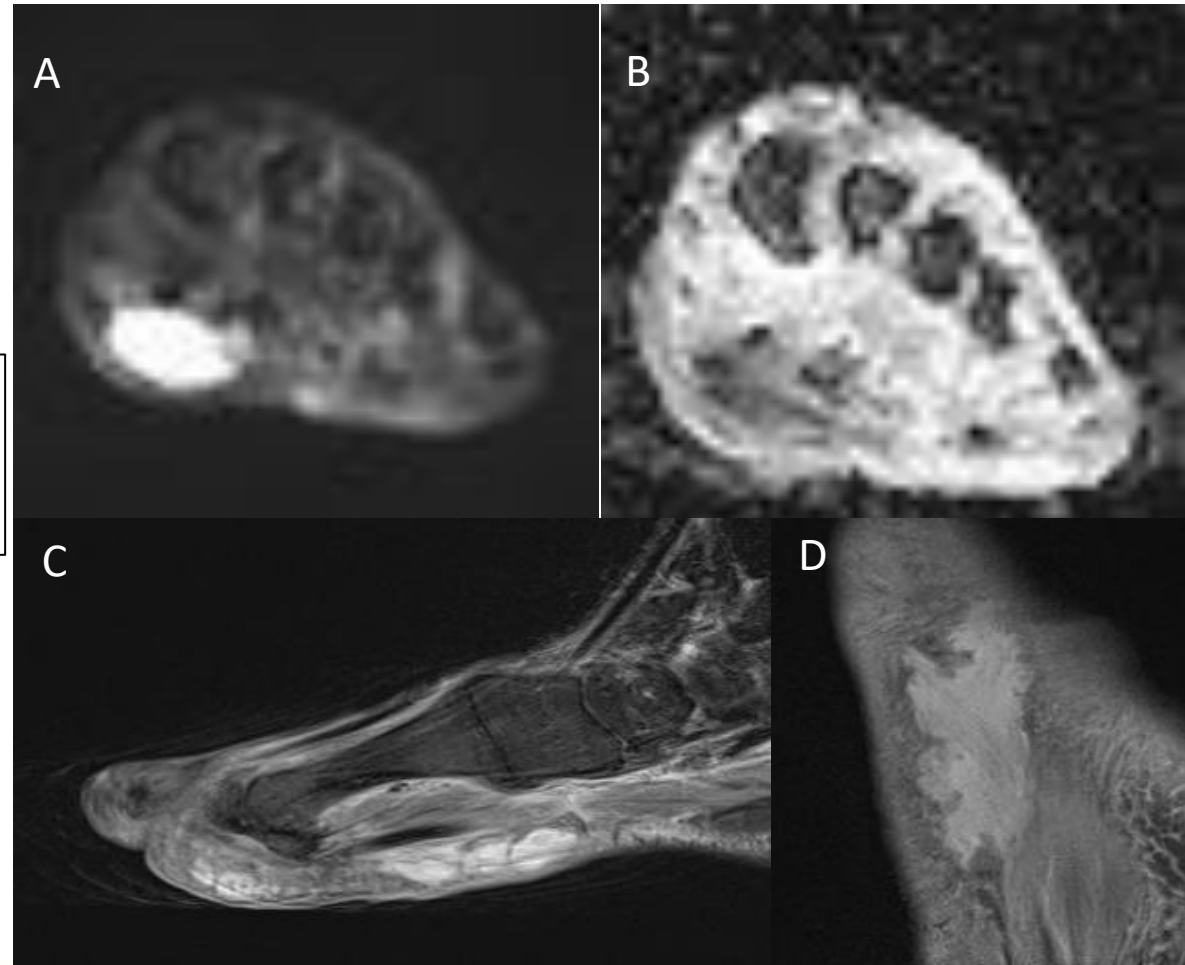
Fig. 23 :Secuencia ponderada en T1 FS con gadolinio. Interrupción de la cortical en vertiente dorsal del 5º metatarsiano con captación de la médula ósea. Hallazgos compatibles con osteomielitis aguda. Asocia extenso realce e inflamación en partes blandas alrededor de los huesos y vientres musculares.

Hallazgos radiológicos

RM

Absceso plantar en antepie

Fig. 24: A y B axial DWI y mapa ADC, C sagital STIR y D coronal T1FS postgadolinio. Se objetiva una colección anfractuosa en tejido subcutáneo plantar medial con restricción en difusión y realce periférico compatible con absceso plantar.



Hallazgos radiológicos

Estudios vasculares angio-TC/angio-RM, angiografía

- Guías IWGDF recomiendan documentar mediante imagen:
 - el grado
 - la extensión de la enfermedad arterial.
- Información necesaria para decidir revascularización endovascular o quirúrgica.

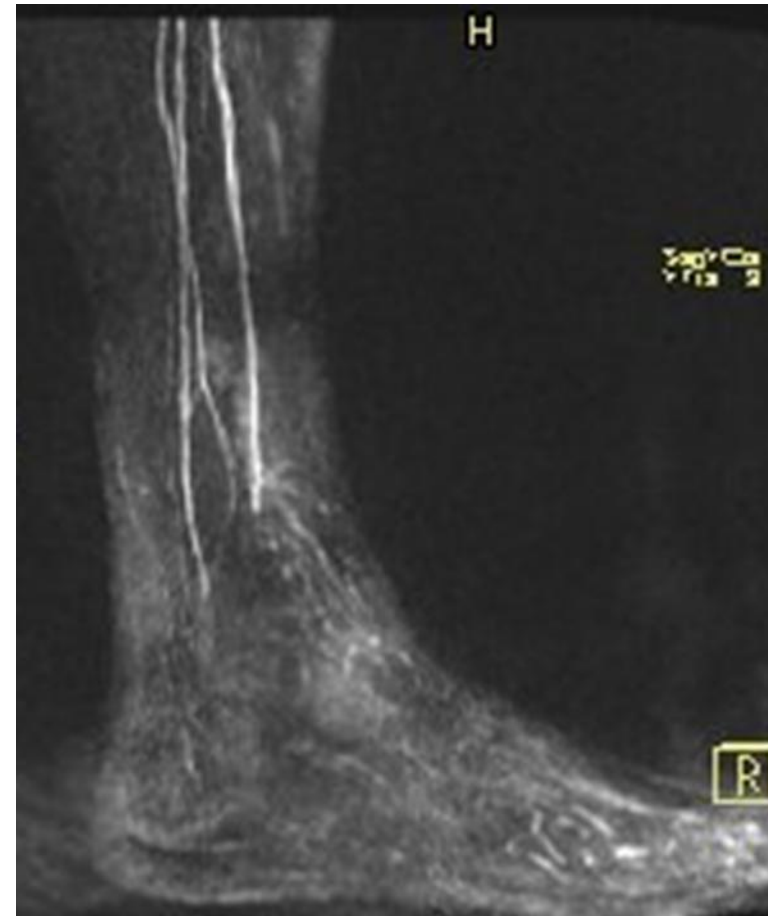


Fig. 25
Reconstrucción
MIP de angio RM

Hallazgos radiológicos

Estudio vascular angio-TAC

- **Angio-TC:**
- Extensa calcificación de la pared vascular mejor valorable en TC.
- Muestran estenosis u oclusiones de arterias tibiales y plantares, circulación colateral pobre.
- Hallazgo típico en pacientes diabéticos con isquemia de EEII.

Fig 26: Reconstrucciones MPR-MIP coronal y sagital de angioTC de MMII con extensas calcificaciones en paredes arteriales con múltiples estenosis arteriales.



Hallazgos radiológicos

Estudios vasculares Angio-RM y angiografía

- Oclusión abrupta de tibial anterior en paciente con pie neuroisquémico.
- Úlcera en tejido subcutáneo del 1º dedo con osteomielitis de la falange distal.

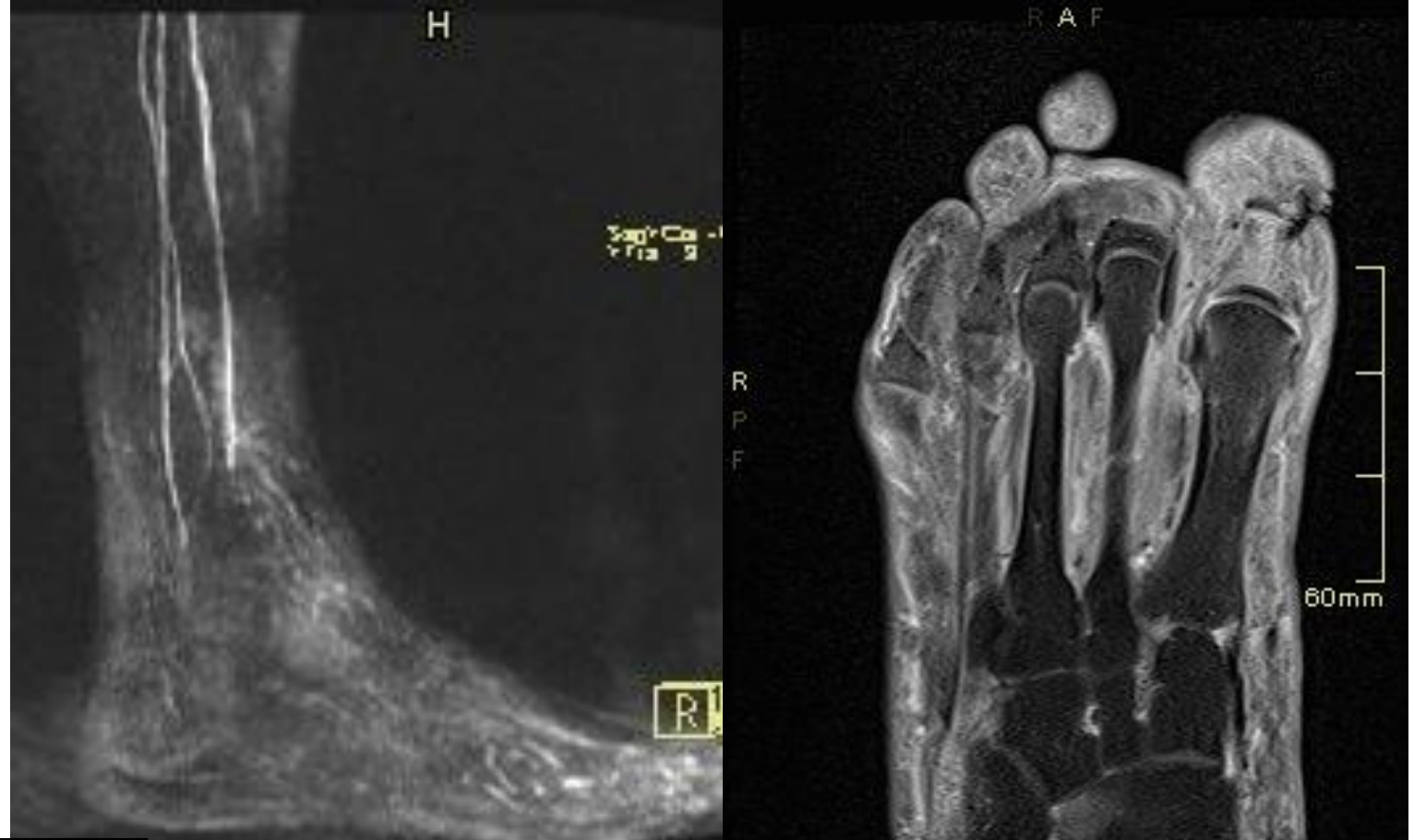
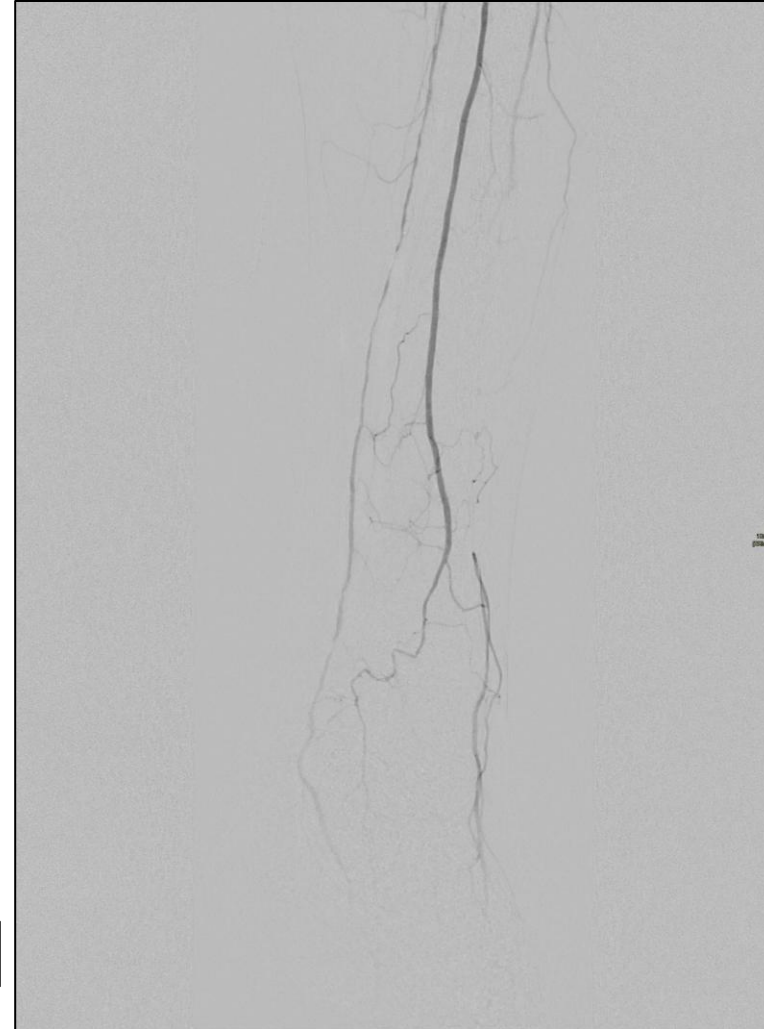


Fig. 27 y 28: paciente diabético y vasculópata con oclusión abrupta de la arteria tibial anterior en estudio vascular y úlcera en TCS y OM en F1 en estudio morfológico dirigido.

Estudio vascular de angiografía en pie neuroisquémico

- **Angiografía:**
 - oclusiones infrapoplíteas,
 - falta de relleno de ramas distales y pobre lecho de salida
 - hallazgos típicos en úlceras isquémicas.
- En el ejemplo se observa oclusión de la arteria tibial anterior.
- La arteria peronea es el mejor vaso sural. Presenta ramo comunicante anterior permeable que repermeabiliza la arteria pedia.
- La arteria tibial posterior presenta flujo fragmentado con rama plantar filiforme.

Fig. 29: Arteriografía de territorio sural en fase arterial precoz



- La guía EANM destaca:
- La tríada neuropatía–isquemia–infección define el pie neuroisquémico.
- Las técnicas funcionales (gammagrafía de leucocitos, SPECT/TC, PET/TC con 18F-FDG) ayudan a definir la extensión de la infección cuando la anatomía está muy alterada y hay mala perfusión.

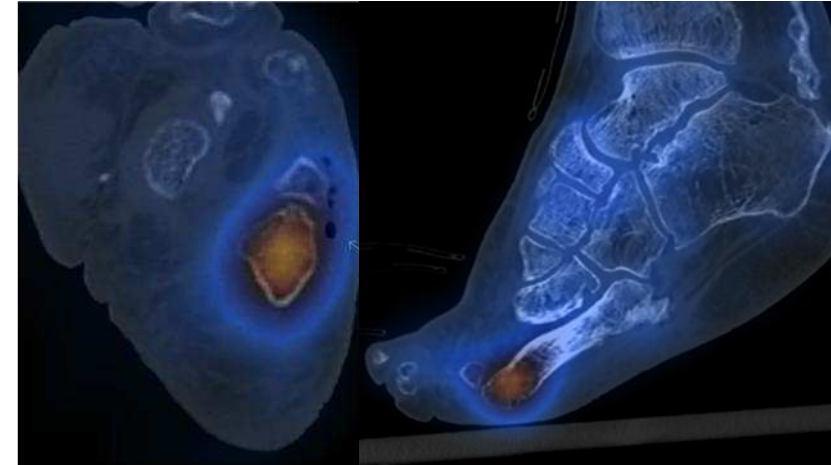


Fig .30

Imagen de SPECT/TC con Tc99m : foco de intensa acumulación de isótopos superpuesto a la cabeza del quinto metatarsiano. En el contexto de una sepsis clínica y dada la presencia de gas subcutáneo adyacente, los hallazgos indican una osteomielitis establecida. *Caso cortesía de Chris O'Donnell, Radiopaedia.org, rID: 27726*

Conclusiones

Puntos clave

- La **evaluación radiológica integral** del pie neuroisquémico requiere **radiografía** (deformidad, calcificaciones, sospecha de osteomielitis), **RM** (definición de infección ósea y partes blandas) y **estudios vasculares** (eco-Doppler, angio-TC/angio-RM o angiografía) para guiar decisiones de revascularización y manejo quirúrgico
 - Conocer los hallazgos radiológicos es importante ya que un diagnóstico precoz permite instaurar un tratamiento dirigido, reducir el riesgo de amputación y mejorar la calidad de vida.
-

Bibliografía

1. Van Netten JJ, Apelqvist J, Bus SA, Fitridge R, Game F, Monteiro-Soares M, Senneville E, Schaper NC. The International Working Group on the Diabetic Foot: Stories and Numbers Behind Three Decades of Evidence-Based Guidelines for the Management of Diabetes-Related Foot Disease. *Diabetes Ther*. 2024 Jan;15(1):19-31Edmonds ME, Foster AV. Diabetic foot ulcers. *BMJ*. 2006 Feb 18;332(7538):407-10.
2. Edmonds M, Manu C, Vas P. The current burden of diabetic foot disease. *J Clin Orthop Trauma*. 2021 Feb 8;17:88-93.
3. Meloni M, Izzo V, Giurato L, Lázaro-Martínez JL, Uccioli L. Prevalence, Clinical Aspects and Outcomes in a Large Cohort of Persons with Diabetic Foot Disease: Comparison between Neuropathic and Ischemic Ulcers. *J Clin Med*. 2020 Jun 8;9(6):1780.
4. Lepäntalo M, Apelqvist J, Setacci C, Ricco JB, de Donato G, Becker F, Robert-Ebadi H, Cao P, Eckstein HH, De Rango P, Diehm N, Schmidli J, Teraa M, Moll FL, Dick F, Davies AH. Chapter V: Diabetic foot. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2011 Dec;42 Suppl 2:S60-74.
5. Marmolejo VS, Arnold JF, Ponticello M, Anderson CA. Charcot Foot: Clinical Clues, Diagnostic Strategies, and Treatment Principles. *Am Fam Physician*. 2018 May 1;97(9):594-599.
6. Cavanagh PR, Young MJ, Adams JE, Vickers KL, Boulton AJ. Radiographic abnormalities in the feet of patients with diabetic neuropathy. *Diabetes Care*. 1994 Mar;17(3):201-9.
7. 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 Nov;16(6):1337-48
8. Martín Noguerol T, Luna Alcalá A, Beltrán LS, Gómez Cabrera M, Broncano Cabrero J, Vilanova JC. Advanced MR Imaging Techniques for Differentiation of Neuropathic Arthropathy and Osteomyelitis in the Diabetic Foot. *Radiographics*. 2017 Jul-Aug;37(4):1161-1180.
9. Yu JS. Diabetic foot and neuroarthropathy: magnetic resonance imaging evaluation. *Top Magn Reson Imaging*. 1998 Oct;9(5):295-310.
10. Low KT, Peh WC. Magnetic resonance imaging of diabetic foot complications. *Singapore Med J*. 2015 Jan;56(1):23-33; quiz 34.