

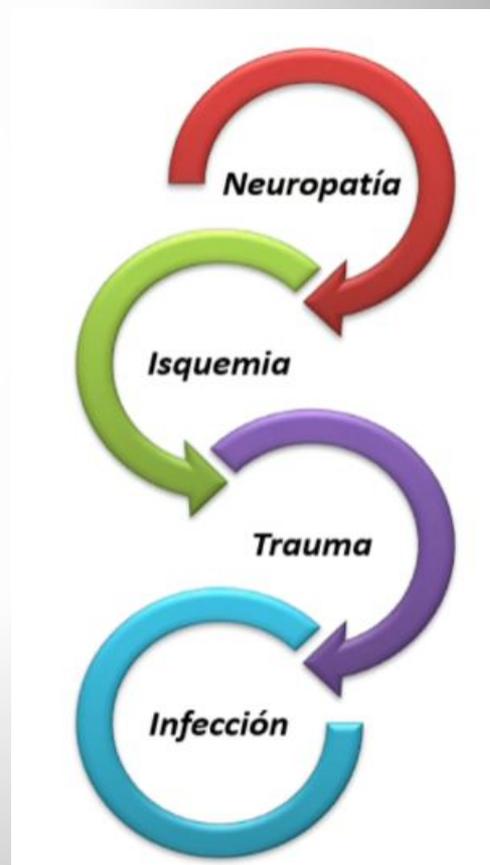
Osteoartropatía neuropática

Sergio Díaz Prados
Hospital Virgen de las Nieves
Granada

Fisiopatología

1. Mecanismo vascular y neurogénico subyacente a la osteoartropatía diabética
2. Pérdida de sensibilidad debilidad muscular
3. Menor grado de respuesta microvascular
4. Trauma repetitivo dificultad reparación
5. Deformidad fracturas y afectación de partes blandas

*En el pasado, la sífilis era la causa más frec de ON (osteoartropatía neuropática) afectando principalmente a rodilla.
Hoy en día es la DM afectando a pie y al tobillo*



Pruebas de imagen

	Rayos X	Ecografía	CT	Gammagrafía	PET-CT	MRI
Accesibilidad	++++	+++	+++	++	+	++
Radiación	+++	-	++++	+++	++++	-
Médula ósea	++	-	+++	++	+++	++++
Partes blandas	+	+++	++	+	+++	+++++
Resolución espacial	+	++	+++	+	+++	++++
Contraste exógeno	-	+/-	+/-	+	+	+/-
Información funcional	-	+	-	++	+++	++++

- La radiografía es la primera técnica de imágenes utilizada en la evaluación de las úlceras en el pie diabético
- Ecografía para valoración de partes blandas y edema
- PET-TC para valorar osteomielitis

Morfológica

- Detecta alteraciones
- Caracteriza patología
 - Alteración de intensidad de señal (+/- Gad)
 - Cambios en la apariencia de estructuras

Funcional

- Detecta alteraciones
- Caracteriza patología
 - Cambios en intensidad de señal / celularidad / agua libre / angiogénesis
 - Cuantificación dichos cambios
- **Complemento imagen morfológica**
 - Incremento sensibilidad y especificidad
 - Acotar diagnóstico diferencial
 - Predecir evolución enfermedad / planificar tratamiento.

En ningún caso va a sustituir a la resonancia morfológica. La medicina nuclear puede dar información funcional al igual que la resonancia pero sin dar radiación

OSTEOARTROPATÍA NEUROPÁTICA

Si existe sospecha clínica de infección, la RM se utiliza para la valoración de hallazgos que ayudan a confirmar o excluir una osteomielitis sobreañadida

Aguda

Se presenta como un proceso inflamatorio agudo con piel roja y caliente que puede ser clínicamente indistinguible de otros procesos vistos con frecuencia en pacientes diabéticos como la celulitis o la artritis séptica

Crónica

Disminuye o incluso desaparecen el enrojecimiento y el aumento de la temperatura del pie pero puede persistir el edema. Esta etapa se caracteriza por la deformidad articular

DX es clínico– Confirmación con Rx cuando no existe sospecha clínica de infección:

fractura distal del peroné, fracturas del calcáneo, fractura – luxación de Lisfranc, destrucción de la articulación calcáneo – astragalina, proliferaciones óseas...

En el pie diabético la osteoartropatía neuropática se localiza a nivel tarso y tarso-metatarsiano.

Patrones radiológicos

- **Hipertrófica** : Destrucción y fragmentación articular, esclerosis ósea y formación de osteofitos. La artropatía puede diferir de la osteoartritis en base a la producción temprana de márgenes redondeados y mal definidos. Más común en zonas que soportan peso.
- **Atrófica**: Aspecto de reabsorción ósea que a menudo da la impresión de una amputación quirúrgica. + Común en las articulaciones que no soportan peso de la extremidad superior y se asocia con siringomielia y lesiones de nervios periféricos.

Patrón atrófico tempranamente y evolucionar a la forma hipertrófica más tarde.



Múltiples quistes subcorticales en la porción proximal del primer hueso metatarsiano con esclerosis sutil (flecha)



1. RX

- Baja S y E (<50%)
- Osteopenia, fragmentación periarticular, fracturas y subluxaciones. Absorción de hueso, fusión ósea y esclerosis.

1. TC

La TC es útil para detectar fracturas, pero no edema de médula ósea, por lo que no está indicado en el diagnóstico del Charcot agudo.

Patrones radiológicos

No obstante, cuando no existe evidencia clínica de infección, una RX o TC negativas serían suficientes para establecer el diagnóstico

2. RX y TC ; Útiles fracturas, desorganización de articulaciones...)

6D: 1. Distensión

2. Destrucción (con reacción perióstica)

3. Dislocación (Lisfranc)

4. Desorganización (Lisfranc)

5. Densidad (aumentada-esclerosis)

6. Debris



Pie en mecedora: Deformidad articular, subluxación y dislocación de los metatarsianos CON cuboides se convierte en una estructura de apoyo y soporte del peso.

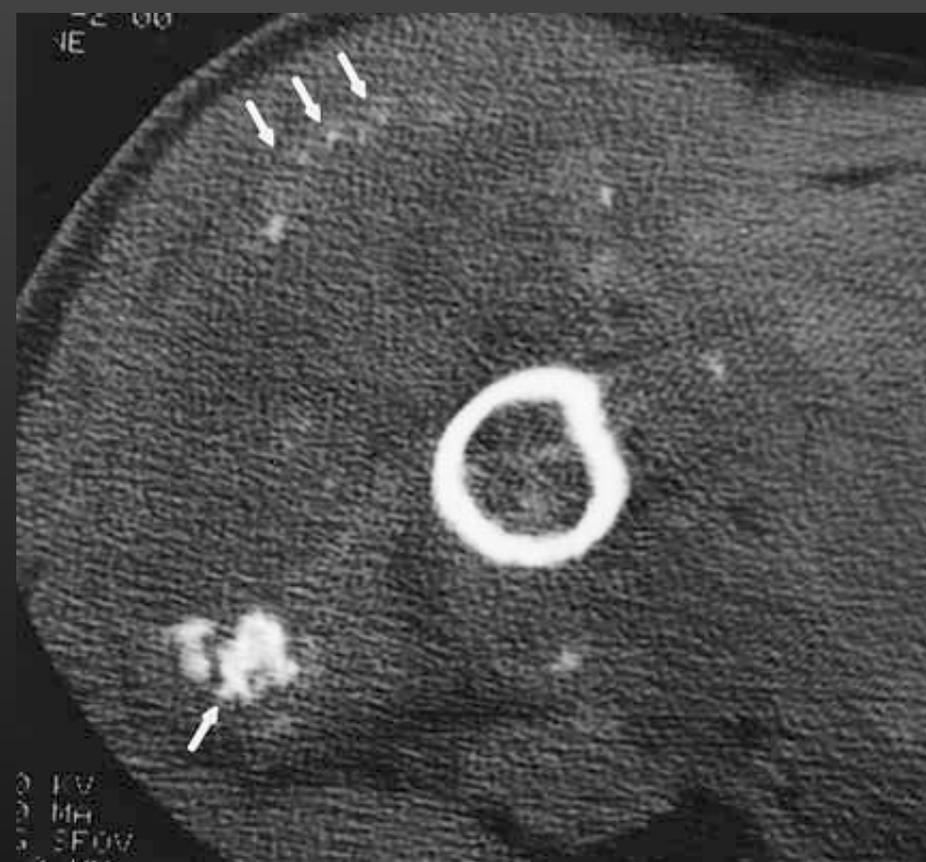
****Deformidad en el lápiz de las falanges o los metatarsianos**

**** Afectación de las articulaciones tarsometatarsianas (Lisfranc):** Colapso de la columna longitudinal pie en mecedora, aumento de la presión de apoyo sobre el cuboides (aparición de úlceras por presión)

**** Dislocación de articulaciones subastragalina y tarsometatarsianas:** Colapso del retropié, fracturas del calcáneo.

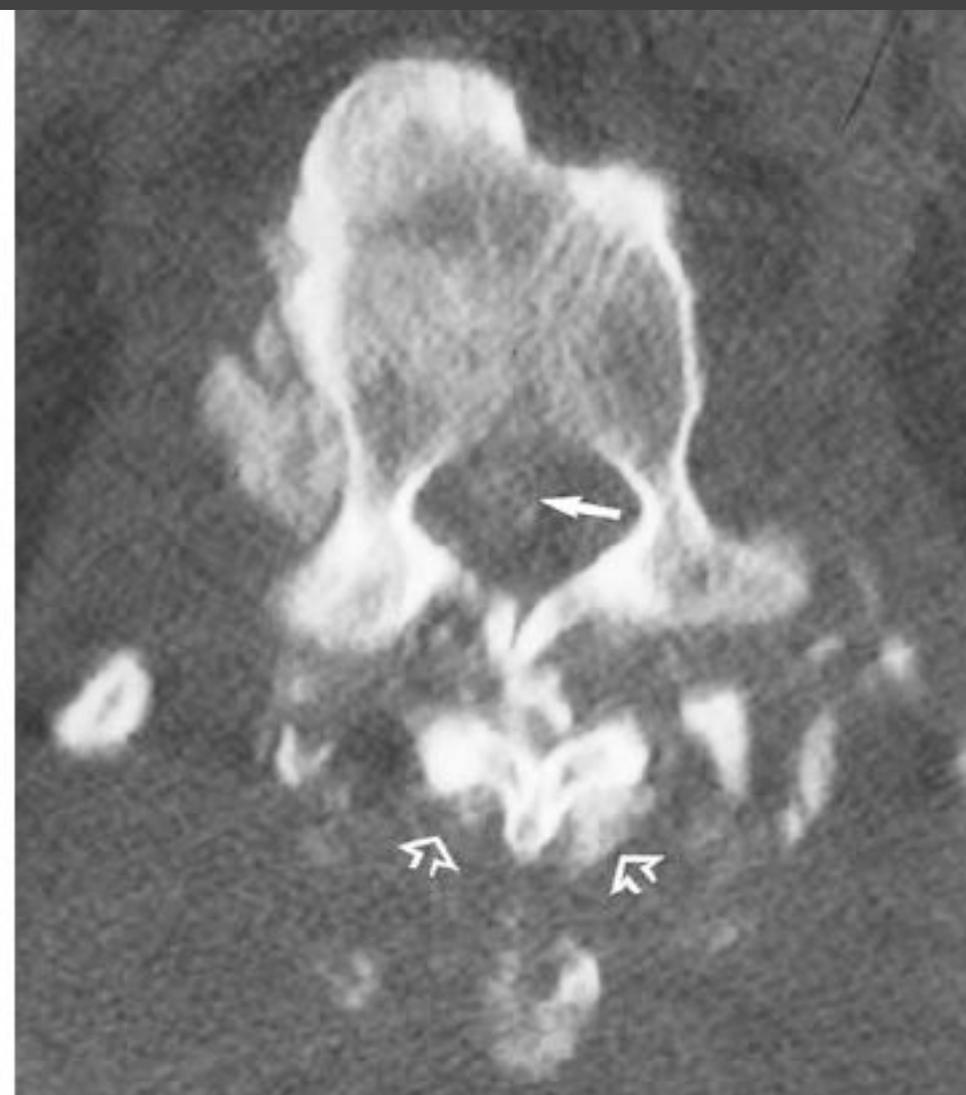
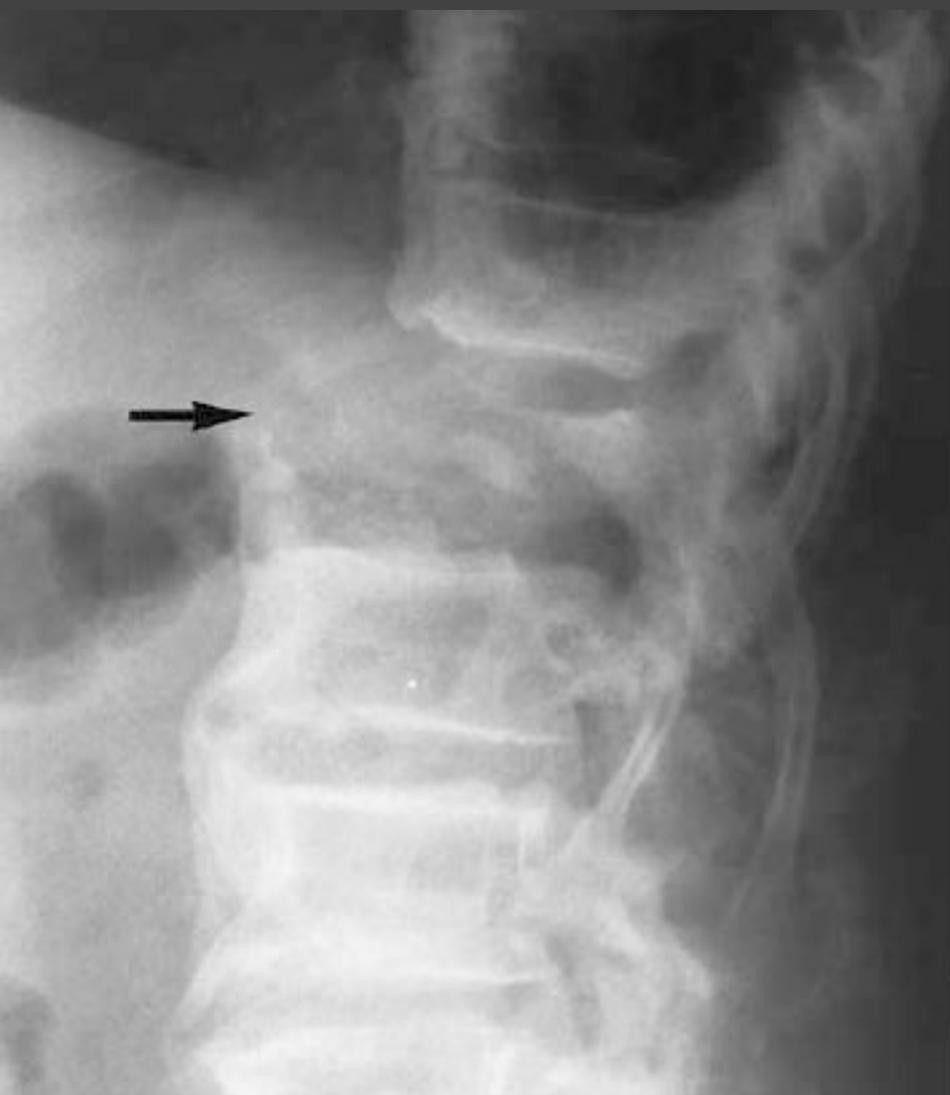


La radiografía frontal muestra hallazgos clásicos de la artropatía neuropática, que incluyen la destrucción de la cabeza humeral que se asemeja a una amputación (puntas de flecha), luxación y restos (flecha).



La tomografía computarizada muestra restos que revisten la cápsula articular distendida (flechas). Distensión del líquido en la articulación glenohumeral y la bursa subacromial-subdeltoidea.

Con frecuencia, un hombro neuropático es inicialmente mal diagnosticado radiográficamente como una neoplasia, especialmente como un condrosarcoma. Las características de las imágenes que ayudan a diferenciar los tumores de tejidos blandos de la artropatía neuropática del hombro incluyen un aspecto amputado del húmero proximal, luxación, efusión grande en la articulación y fragmentos óseos fragmentados



Radiografía lateral de la columna lumbar muestra destrucción (flecha) y subluxación posterior de T12. (b) Tomografía axial de la vértebra T12 muestra restos óseos en el canal espinal (flecha sólida), fragmentación de los elementos posteriores (flechas abiertas) y un aspecto "explosivo", hallazgos que sugieren una causa neuropática. Muestras de biopsia múltiples no revelaron infección ni tumor.



La falange distal del pulgar tiene una configuración que se asemeja a un palo de caramelo lamido (flecha), que a veces se observa en la osteoartropatía neuropática de los dedos.



Se muestra la reabsorción del hueso cuneiforme medio (flecha) sin fragmentos óseos asociados. mujer diabética de 35 años. Se observan cambios de reabsorción con un patrón de fractura-luxación de Lisfranc/

Pie de Charcot=ON del pie: causa + fec. diabetes

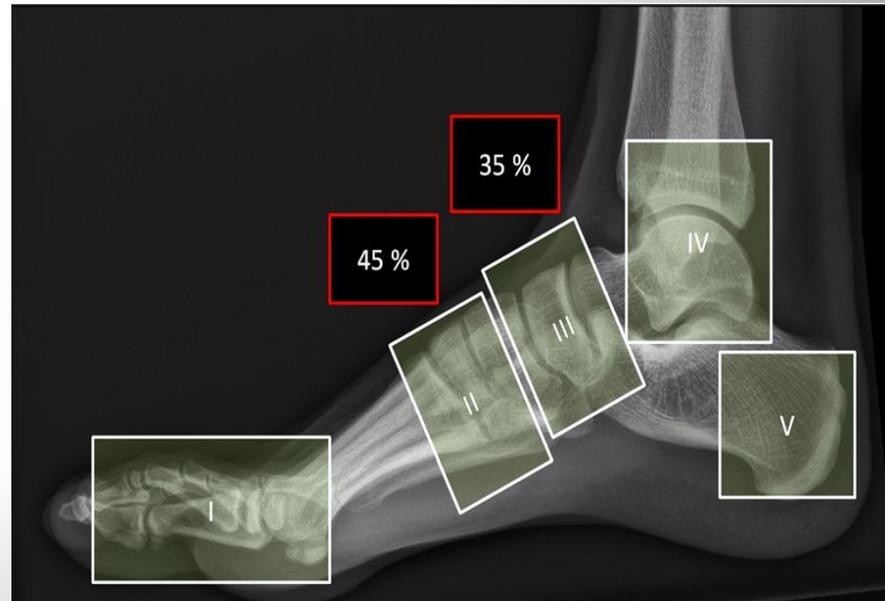
4 etapas enfermedad: inflamación, fragmentación, coalescencia y consolidación.

- Hueso frágil por osteopenia —> fracturas, destrucción articular (+ frec. articulación de Lisfranc) y colapso del arco longitudinal del pie
- Aparecen osteofitos prominentes y cuerpos sueltos palpables por destrucción de articulación seguida de proliferaciones óseas
- Puede haber edema en la fase menos activa



Mediciones para determinar gravedad y en seguimiento

- Altura del cuboide
- Ángulo del calcáneo
- Ángulo antepié-retropié
- Ángulo de Mary



Clasificación de Sanders y Frykberg

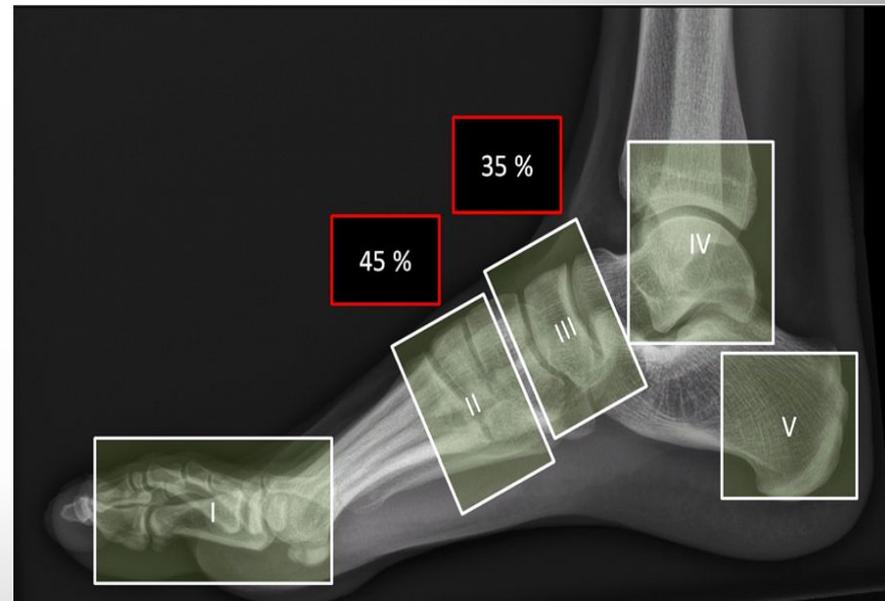
Pie de Charcot=ON del pie: causa + fec. diabetes

1. Ángulo de Meary: ángulo entre la línea que parte del centro del cuerpo del astrágalo , y la línea a lo largo del eje longitudinal del primer metatarsiano; V.N 0°.

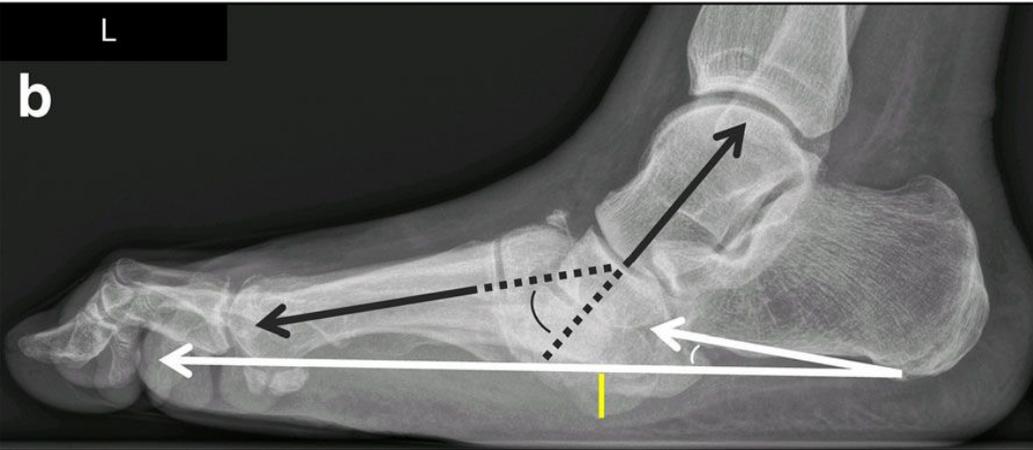
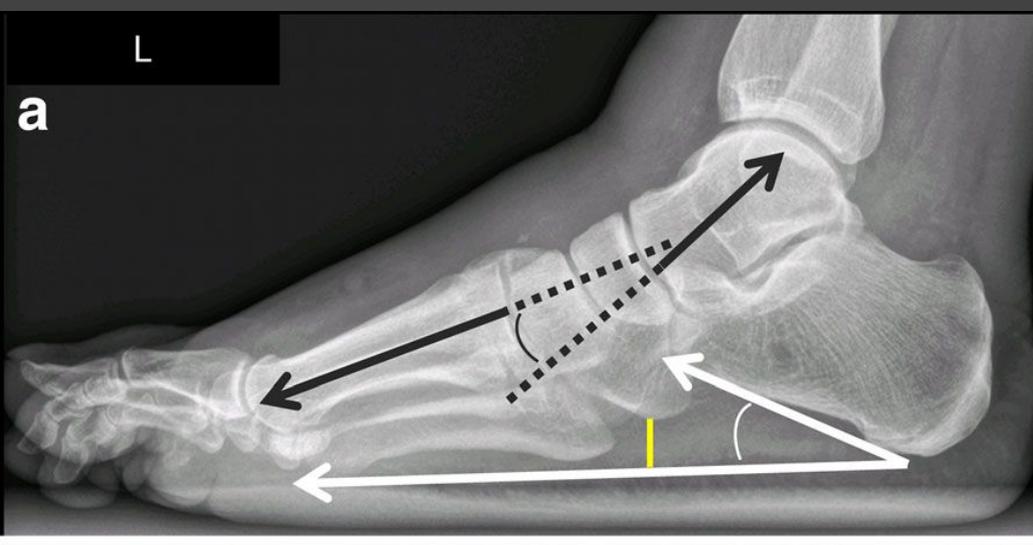
2. Altura del cuboides: distancia perpendicular desde el aspecto plantar del cuboides hasta una línea desde la superficie plantar de la tuberosidad calcánea al aspecto plantar de la cabeza del quinto metatarsiano. V.N 1,2 cm por encima de esa línea.

3. Ángulo del calcáneo: ángulo entre una línea que se extiende desde el aspecto plantar del calcáneo hasta la superficie plantar de la cabeza del quinto metatarsiano y la línea que se extiende desde la parte más plantar de la tuberosidad calcánea hasta la parte más plantar del calcáneo anterior.V.N entre 20 y 30°.

4. Ángulo antepié-retropié: Las radiografías dorsoplantares en los estudios de seguimiento suelen mostrar el aumento de la abducción del antepié en relación con el retropié con el tiempo, lo que se conoce como el ángulo antepié-retropié.

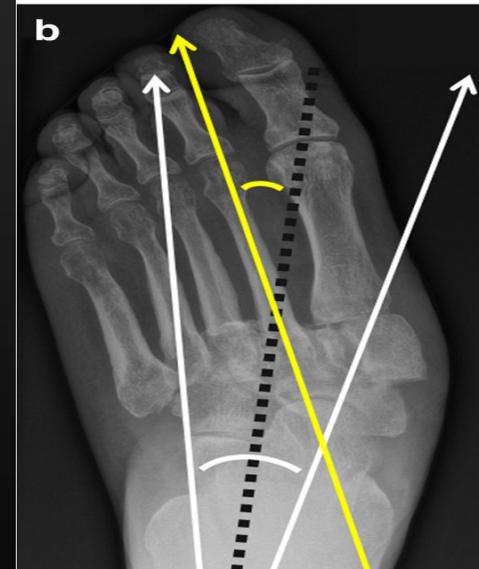
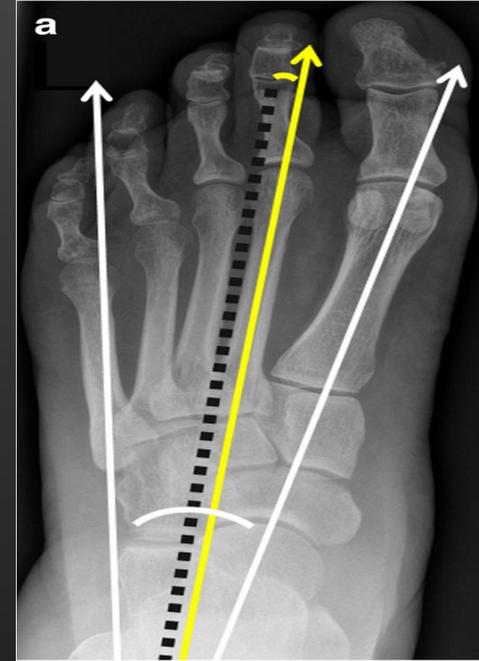


Clasificación de Sanders y Frykberg



Aumento del ángulo de Meary (ángulo negro), la disminución de la altura del cuboides, que se vuelve negativa (distancia amarilla) y la disminución del ángulo del calcáneo (ángulo blanco)

Ángulo blanco: línea media del astrágalo y línea paralela de la corteza lateral del calcáneo.
 Línea amarilla el eje longitudinal del segundo hueso metatarsiano



Aumento de la abducción del antepié en relación con el retropie (ángulo antepié-retropie)



Radiografía lateral de pie izquierdo en un paciente con pie de Charcot involucrando la zona III según clasificación de Sanders y Freckberg . La flecha blanca señala la típica luxación inferior de la cabeza del astrágalo, la flecha roja apunta al cuboides, convirtiéndose típicamente en el hueso más inferior del pie.

RM: Actividad, seguimiento y complicaciones

Protocolo de RM

Secuencias morfológicas;T1w,T2w

- Supresión grasa, dixon - Gadolíneo (+/-) - STIR

Secuencias funcionales:

- Difusión (DWI)
- DCE-MRI (estudios dinámicos con contraste). Permite explorar las características microvasculares del hueso y el tejido blando.

Valoración cualitativa

- Valores ***b altos***
- Hay o no ***patología***
- ***Dónde*** se localiza
- ***Correlación*** con imágenes morfológicas

Valoración cuantitativa

- ***ADC*** (coeficiente de difusión aparente)
- Unidades mm^2/s
- Establecer puntos de ***corte***.
- ***Monitorizar*** evolución enfermedad y tratamiento

Valoración partes blandas

- Líquido articular
- Edema, abscesos..

Valoración médula ósea

- **Cuantifica y caracteriza edema óseo (infección , reactividad?)**

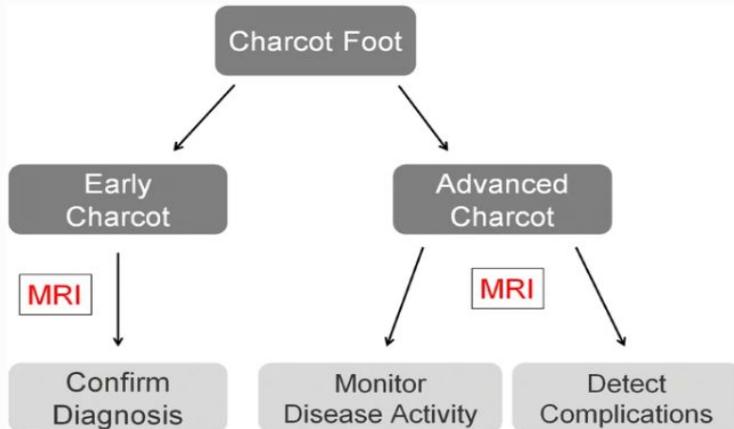
3. RM: Hallazgos

FASE TEMPRANA (MEJOR MODALIDAD DE IMAGEN):

- Edema de la médula ósea (con realce tras gadolínico) y edema de los tejidos blandos
- Derrame articular
- Microfracturas

FASE INTERMEDIA- TARDÍA:

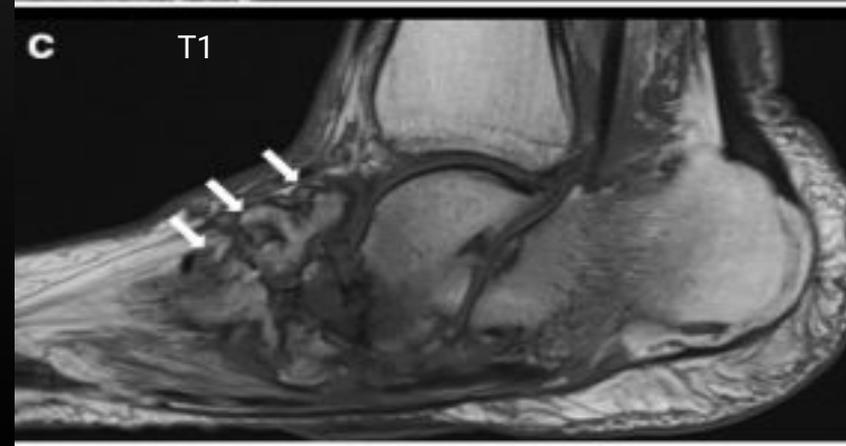
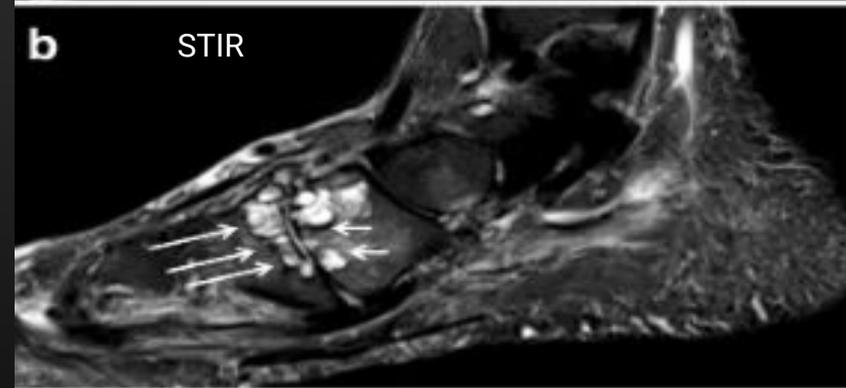
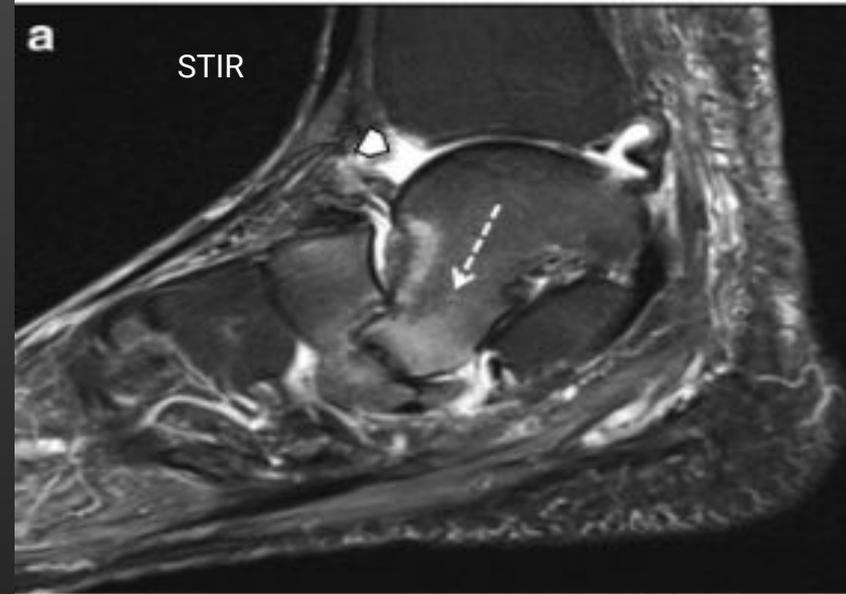
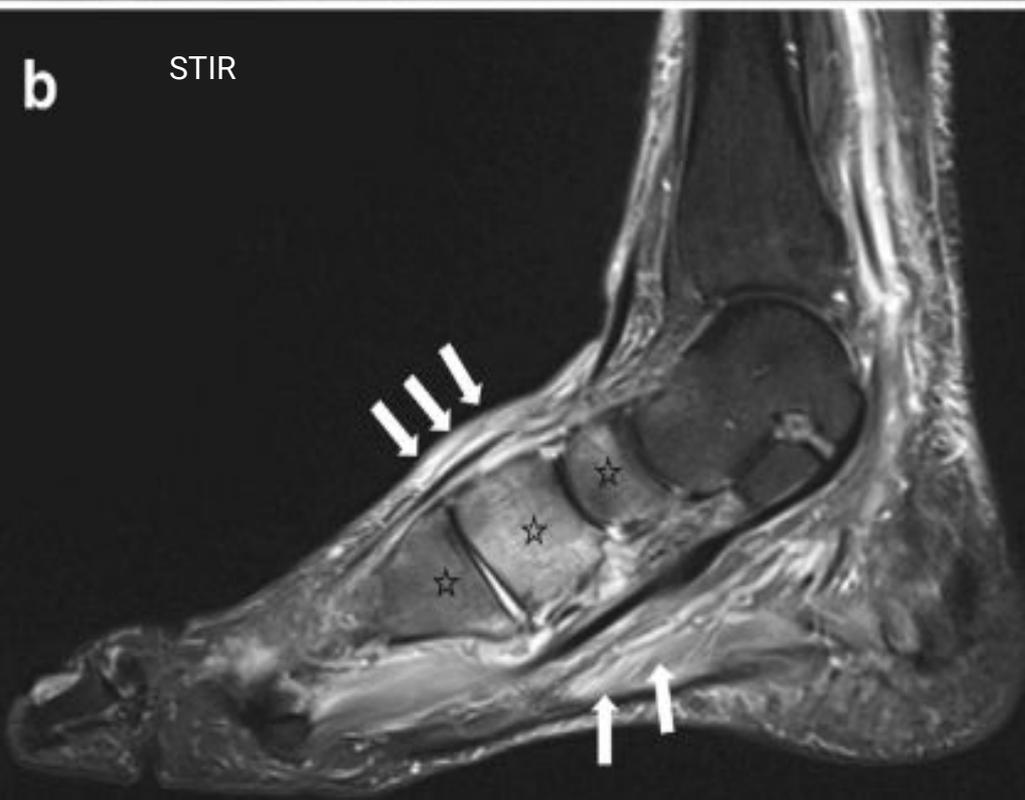
- Destrucción articular, fracturas corticales y luxaciones articulares
- Edema ausente o presente (según actividad).
- Quistes subcondrales prominentes
- Proliferación ósea y esclerosis, residuos y cuerpos intraarticulares. Las colecciones de líquido alrededor de las articulaciones destruidas pueden ser grandes.



Otros hallazgos:

- Afectación de partes blandas: celulitis, miositis
- Colecciones líquidas asépticas, abscesos y fístulas
- OSTEOMIELITIS ASOCIADA, ARTRITIS SÉPTICA.

Uso de resonancia magnética para pacientes diabéticos con neuropatía en el contexto del pie de Charcot. Tres beneficios principales de la resonancia magnética: confirmación del diagnóstico en Charcot temprano, seguimiento de la actividad de la enfermedad e imágenes de las complicaciones (infección/osteomielitis)



Complicaciones

Osteomielitis

Pie de Charcot activo de una osteomielitis aguda sigue siendo un desafío.

La osteomielitis es una complicación frecuente, que ocurre hasta casi en un 15% de los pacientes diabéticos.

En el pie de Charcot, el hueso cuboide suele convertirse en el hueso más inferior del pie. Debido a los cambios resultantes en la forma del pie, el pie es propenso a la formación extensa de callos, ampollas y úlceras, especialmente en la planta del pie debajo del hueso cuboide. Esto puede llevar a infecciones de los tejidos blandos y osteomielitis.

Características similares:

- Edema de médula ósea, edema de tejidos blandos, derrames articulares, colecciones de líquido y realce del contraste en la médula ósea y los tejidos blandos. Incluso el grado de caída de la señal en las secuencias T1 en médula ósea podría ser bastante similar .

Características diferenciales con la OM

El diagnóstico diferencial se presenta en la fase aguda inflamatoria de la ON.

1. **Morfológico:**

ON es poliarticular, de mesopie, con cierta distancia entre los cambios de partes blandas y lesiones óseas, con quistes subcondrales

Si existe hiperintensidad del hueso en secuencias sensibles al líquido e hipointensidad en secuencias potenciadas en T1 (menor intensidad de señal con respecto al músculo) es un hallazgo que sugiere osteomielitis

Características diferenciales con la OM

Generalmente la ON a diferencia de la OM muestra sólo edema subcondral de la médula ósea, con realce en el hueso subcondral.

2. Difusión:

Edema puro no muestra restricción de la difusión, si se acompaña de células inflamatorias y pus → difusión restringida con valores de ADC más bajos que en edema puro.

Partes blandas (derrame articular, tenosinovitis)

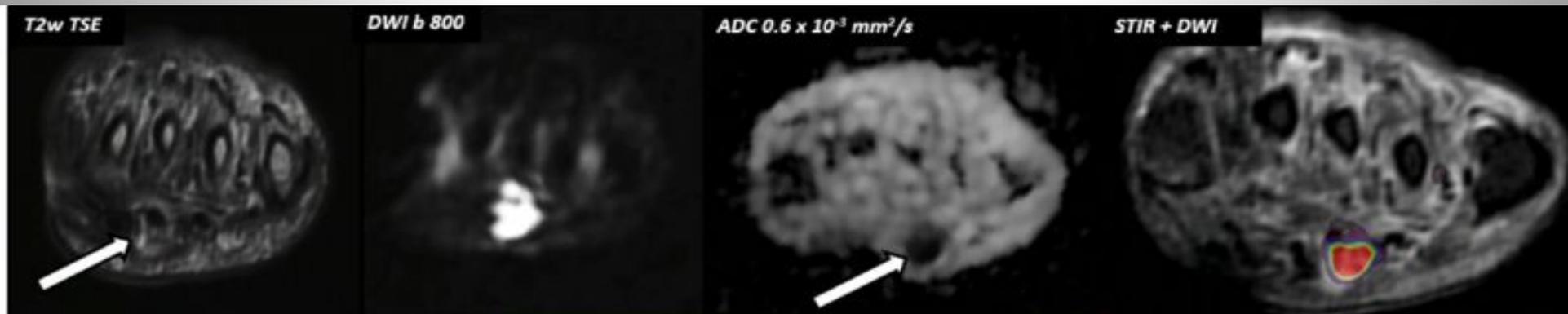
Si aséptico: DWI bajo y ADC alto.

Si infección: DWI alto y ADC bajo

Médula ósea

- se supone que es M.O. grasa. Se comprueba con el T1.
- O.N.: Aumento señal de DWI y de ADC alto (efecto T2 shine through)
- OM: DWI señal alta y ADC bajo pero no tanto como M.O. normal

Tenosinovitis: No obstante a veces presentan hallazgos similares y sólo la presencia de gas puede permitir la diferenciación



Características diferenciales con la OM

2. Difusión:

Edema puro no muestra restricción de la difusión, si se acompaña de células inflamatorias y pus →difusión restringida con valores de ADC más bajos que en edema puro.

	Técnica	Osteoartropatía	Osteomielitis
<i>Edema óseo</i>	<i>DWI</i>	↑ señal y ↑ ADC	↑ señal y ↓ ADC
	<i>DCE</i>	TIC tipo III	TIC tipo II, V
<i>Partes blandas</i>	<i>DWI</i>	↑ADC en las colecciones	↓ADC en los abscesos
	<i>DCE</i>	Diferenciar áreas de tejido viable de abscesos y necrosis.	
<i>Articulaciones</i>	<i>DWI</i>	↑señal y ↑ ADC	↑ señal y ↓ ADC
	<i>DCE</i>	Valorar cambios en el patron de realce de los tejidos periarticulares y sinovial.	

OSTEOARTROPATÍA

- Induce edema óseo.
- Aumento de cantidad de agua libre.
- Aumenta la intensidad de señal en DWI.
- Aumentan valores ADC (shine through)

Osteomielitis:

Aumento de agua, células inflamatorias, debris y pus.

Restricción del movimiento del agua

Aumento Intensidad de señal en DWI.

Descenso valores ADC pero no tan bajos como MO normal

Diagnóstico diferencial con la OM

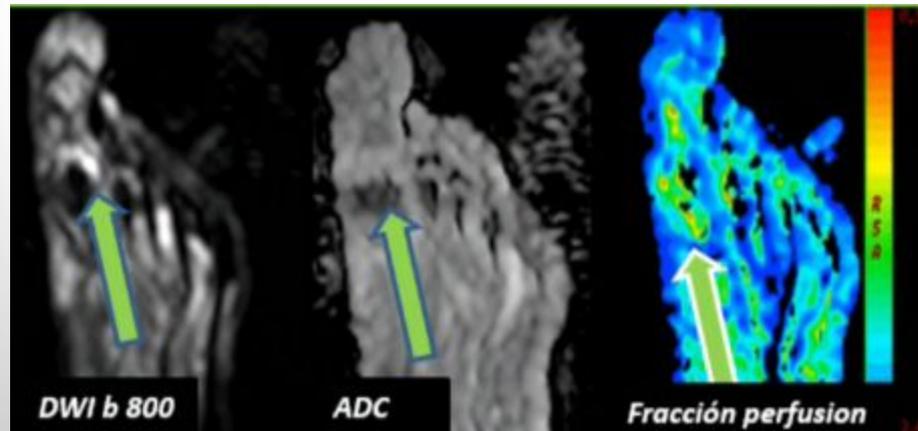
Técnicas avanzadas para el DDX

IVIM: Modelo avanzado para el análisis de la difusión

Asimismo el componente vascular medidos nos permite crear mapas de fracción de perfusión (mov. del agua en la red capilar)

¿Por qué aplicarlo en el pie diabético?

- Difusión más ajustada a la realidad.
- Valora componente capilar / vascular (*isquemia*)
- Potencial eliminación del uso de gadolinio (*IRC, FNS, depósito, estudios repetidos*)



Utiliza valores $B < 150$ para ver la caída de señal dentro de la red capilar.

En zonas de alta sospecha de osteomielitis con ADC alto aplicado el IVIM podemos comprobar que el coeficiente baja.

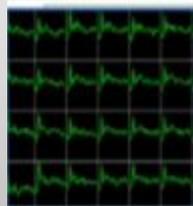
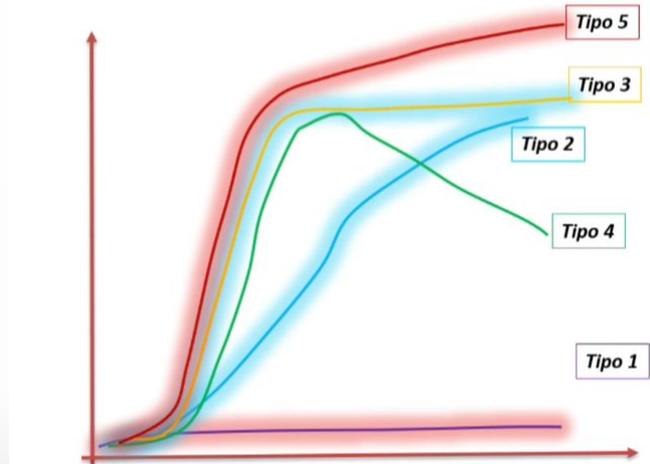
Diagnóstico diferencial con la OM

3. Contraste:

En cuanto a la administración de contraste iv, no es lo mismo a los 3 que a los 5 mins... Una opción es realizar estudios dinámicos de contraste iv.

**Método
semicuantitativo**

Solamente paso de
contraste por la red
capilar



AIF (Arterial Input Function)

- Estima entrada de sangre en los tejidos
- Disminuye el efecto de retraso desde inyección
- Disminuye influencia estenosis vasos

Cuantitativo:

Por capilares y por
intersticio...



- **Máscara**
(nuestra
base); que es
un T1.
- **AIF**

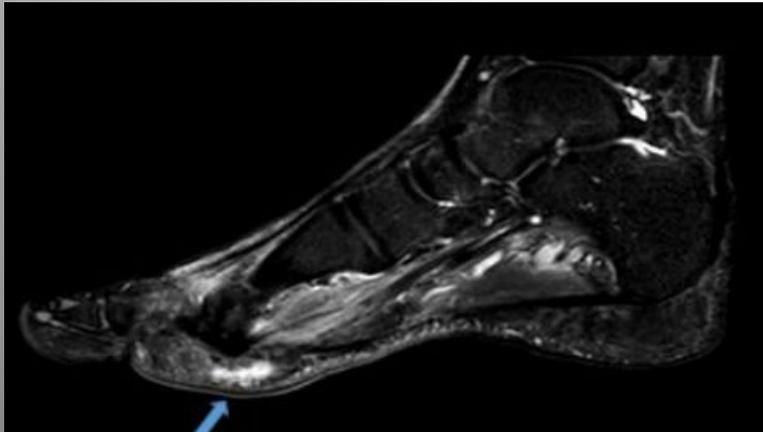
Diagnóstico diferencial con la OM

3. Contraste:

En cuanto a la administración de contraste iv, no es lo mismo a los 3 que a los 5 mins... Una opción es realizar estudios dinámicos de contraste iv.

Líquido aséptico o celulitis?

- **Celulitis presenta realce marcado y difuso**



Líquido aséptico o absceso?

- Abscesos: baja señal T1 y alta T2. Realce capsular con CIV.
- Tracto sinusal: canal de alta intensidad T2 que se extiende desde el hueso en las partes blandas.

Poco realce?

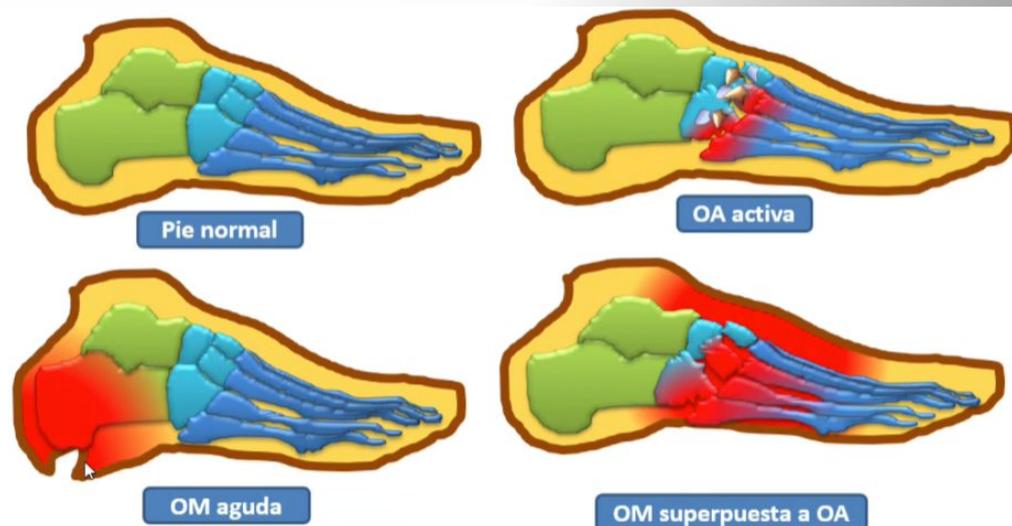
Zonas desvitalizadas no muestran realce tras la administración de contraste.

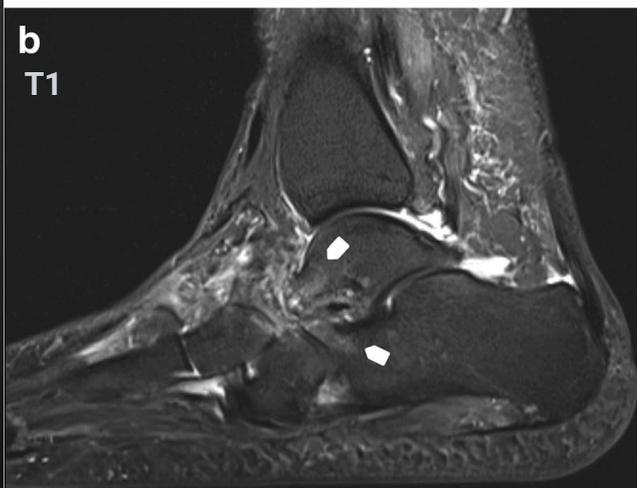
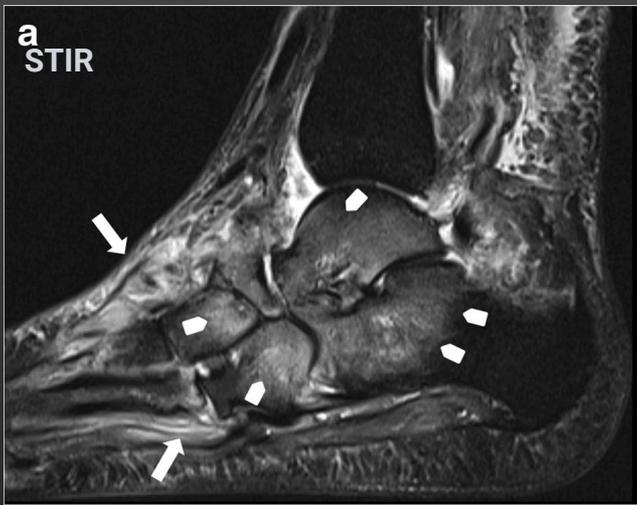
Diagnóstico diferencial con la OM

	<i>Osteoartropatía</i>	<i>Osteomielitis</i>
Afectación partes blandas	Piel intacta pero con edema	Ulceras, abscesos tractos fistulosos
Distribución	Mediopie	Zona de carga
Deformidad	Habitual	Solo si + OA
Médula ósea	Agudo: similar a OM Crónico: Iso o hipo T1 y T2	Hiper T2 y fat sat Hipo T1 (realce)
Localización edema	Periarticular o subcondral	Afectación difusa
Otros hallazgos	Quistes subcondrales cuerpos intraarticulares	Desaparición (<i>ghost sign</i>)

Mayúscula ON y o OM pueden coexistir.

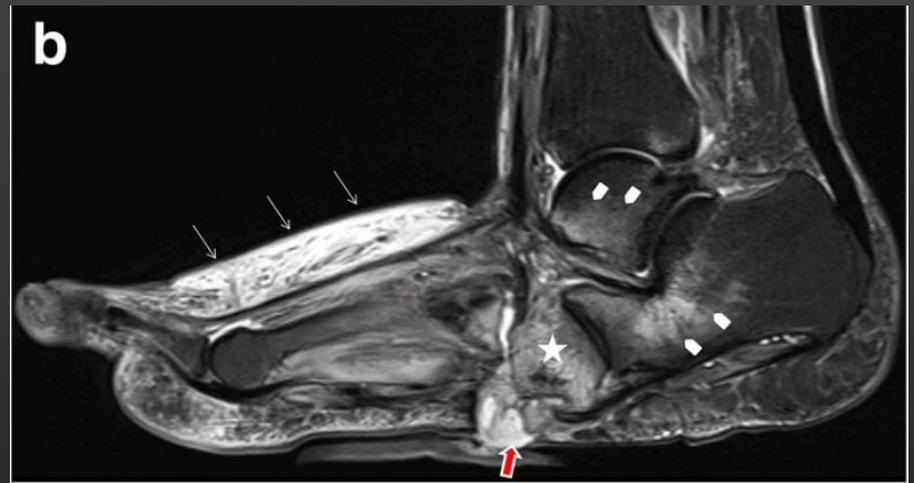
1. Hallazgos por imagen de ambas entidades pueden superponerse.
2. Hallazgos compartidos (edema óseo, derrame articular).
3. Elementos diferenciales (tipo de edema óseo, características del derrame articular).
4. ausencia de límites precisos (implicaciones diagnósticas y terapéuticas): falsos positivos y negativos, retraso en tratamiento, cirugías innecesarias.



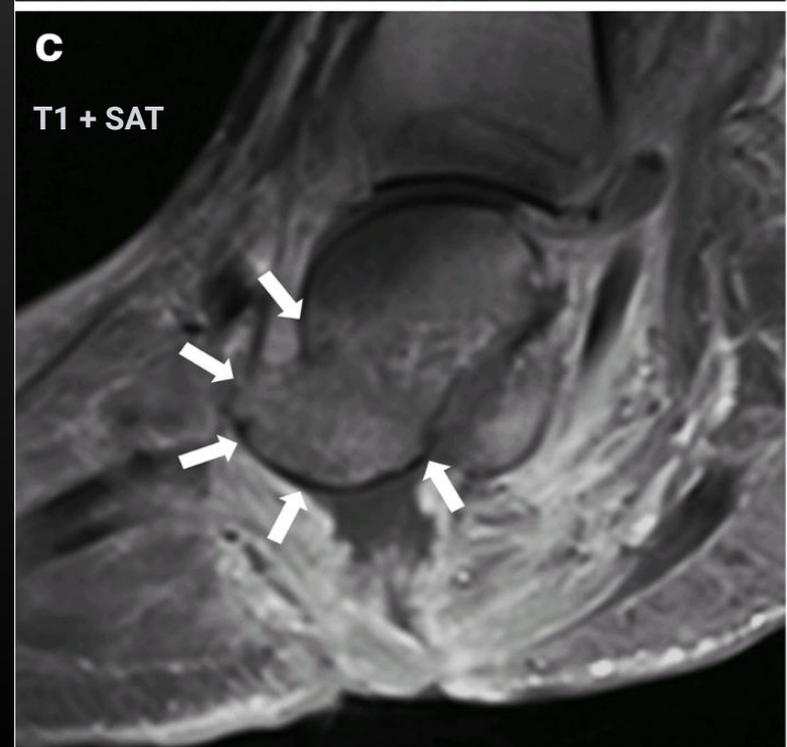
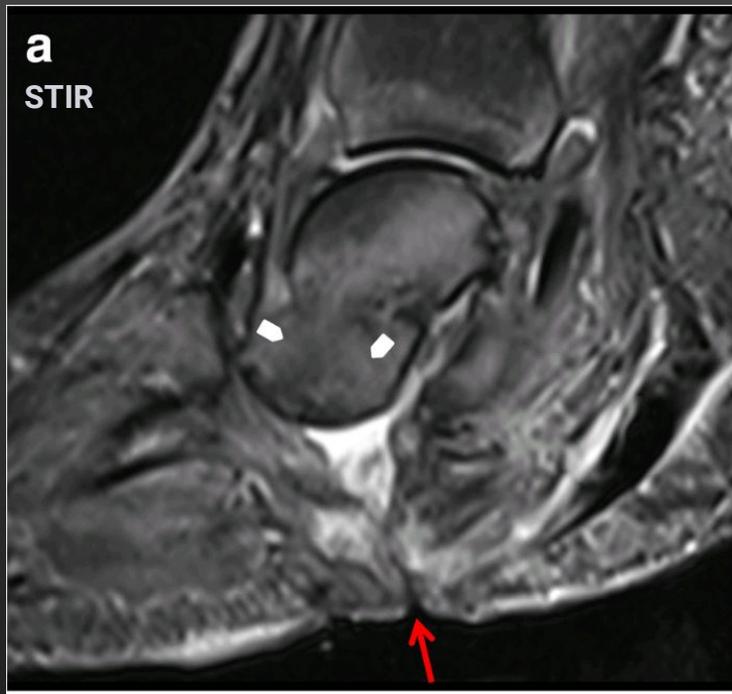


Antes y después de la terapia de descarga (a sagital STIR, b sagital T1):

- a) Fase activa con edema de médula ósea (cabezas de flechas blancas) y en tejidos blandos (flechas blancas). Subluxación en la articulación de Chopard con inclinación hacia abajo de la cabeza del astrágalo
- b) Desaparición del edema de M.O (cabezas de flechas blancas) y en tejidos blandos.

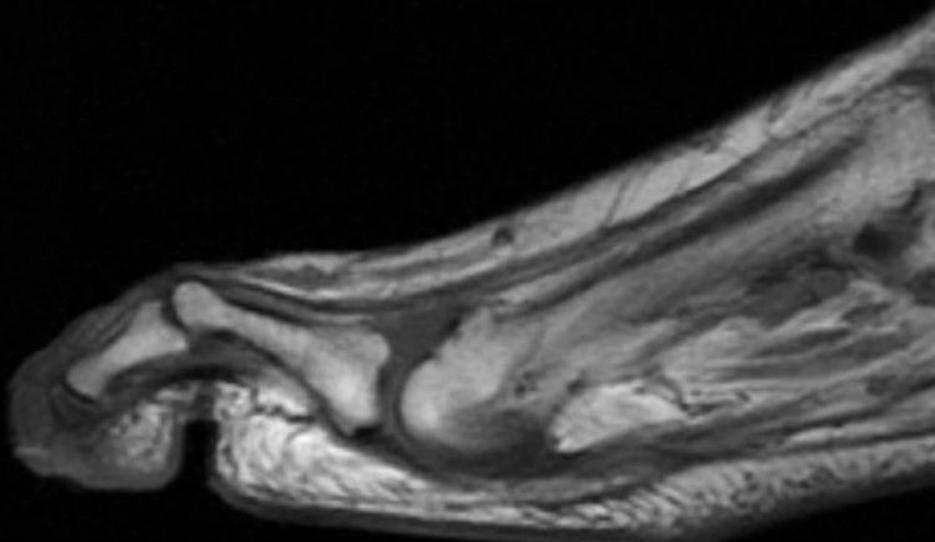


- b) Propagación continua de la infección desde la piel, formando un trayecto sinusal (flecha roja) hasta el hueso cuboide (asterisco) y edema de la médula ósea por fase activa (cabezas de flecha).
- c) T1 sagital. Sustitución focal de la señal grasa de la médula ósea dentro del hueso cuboide por osteomielitis.

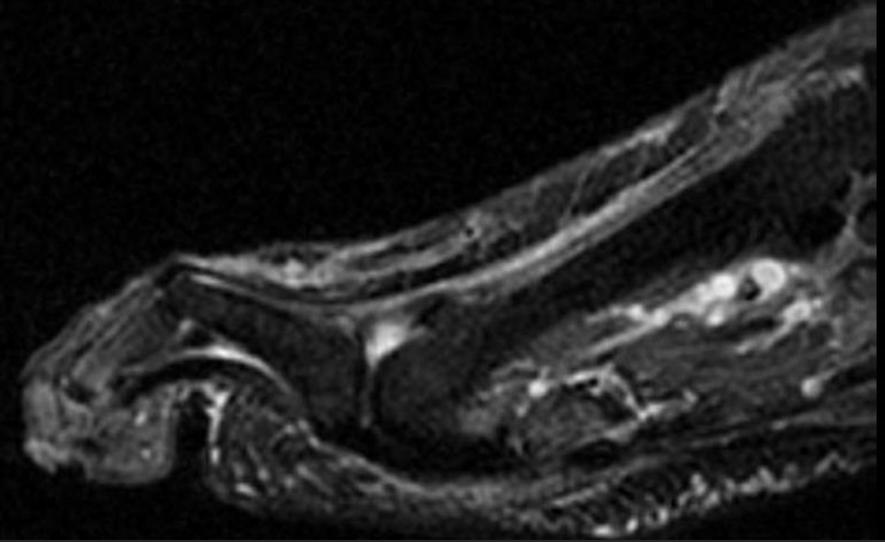


MRI de un pie de Charcot complicado con osteomielitis.
a Sagital T1. **b** Sagital STIR. **c** Sagital T1 con saturación de grasa después de la administración de contraste.

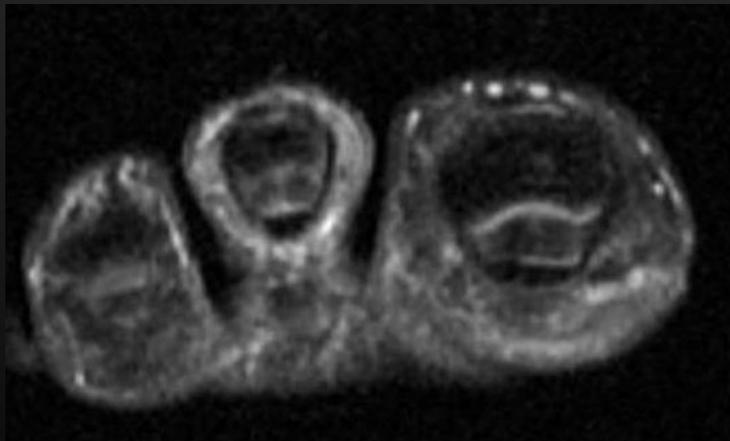
- (a) Úlcera de la piel y un trayecto sinusal que se extiende desde la piel hasta el hueso del astrágalo (flecha roja)
- (b) Alteración difusa de la médula ósea dentro del astrágalo con desaparición de contornos óseos (flechas blancas)
- (c) Reparación de las estructuras óseas después de la administración de contraste (flechas blancas), "signo del fantasma", que se describe en muchas revisiones como patognomónico de la osteomielitis en el pie de Charcot [



(a) T1FSE



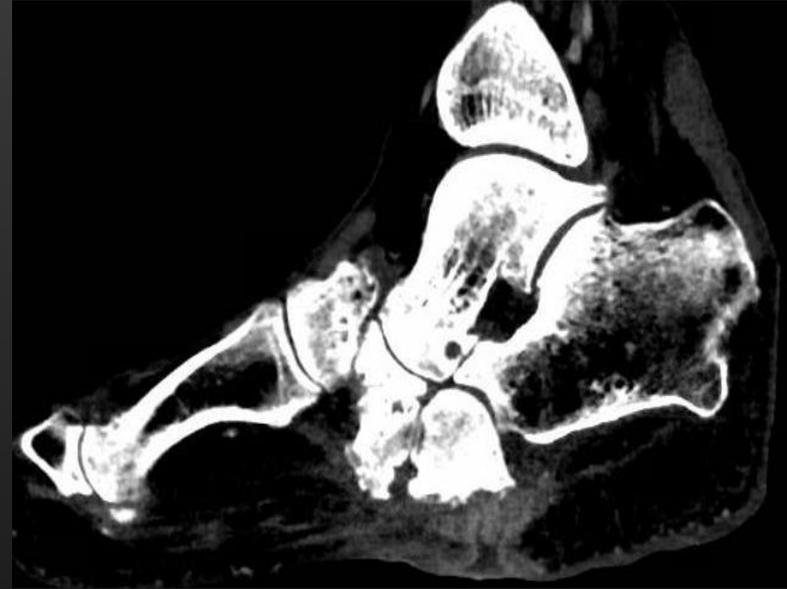
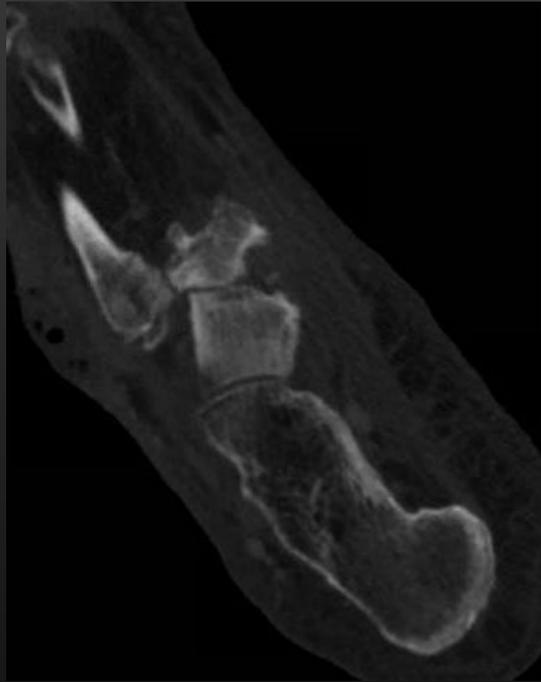
(a) STIR



(a) COR CONTRASTE

Se aprecia ulceración distal en el 2º dedo, con amputación de la falange distal, que muestra un patrón de edema óseo, hipointenso en T1, hiperintenso en STIR, sugerente de osteomielitis. Existe edema óseo en el extremo distal de la falange media, pero sin signos de osteomielitis. Se asocia a tumefacción de las partes blandas de aspecto flemonoso, sin colecciones abscesificadas evidentes.

paciente con pie diabético:
Callosidad en zona distal de 2º dedo que involucra la uña desde hace años sin variación. Descartar osteomielitis



Paciente de 70 años con úlcera plantar asociada a exudación. Fiebre con tto antibiótico.

MID: obliteración distal a poplítea que se ha revascularizado hace 2 semanas y tiene nueva cita el 28 de junio en vascular

Rx: artropatía de charcot . Descartar osteomielitis

Bibliografía

- Diagnóstico por imagen del pie diabético. Federica Cordido Henríquez et colls. SERAM
- Elizabeth A. Jones, MD² • B. J. Manaster, MD, PhD³ • David A. May, MD • David G. Disler, MD. (2000). Neuropathic Osteoarthropathy: Diagnostic Dilemmas and Differential Diagnosis. RadioGraphics, 20, S279-S293.
- Artropatía neuropática y pié diabético. Imagen avanzada. SERME 2021. Teodoro Matín Noguero. Clínica Las Nieves
- Roskopf, AB, Loupatatzis, C., Pfirrmann, CWA et al. The Charcot foot: a pictorial review 10 , 77 (2019).
<https://doi.org/10.1186/s13244-019-0768-9>