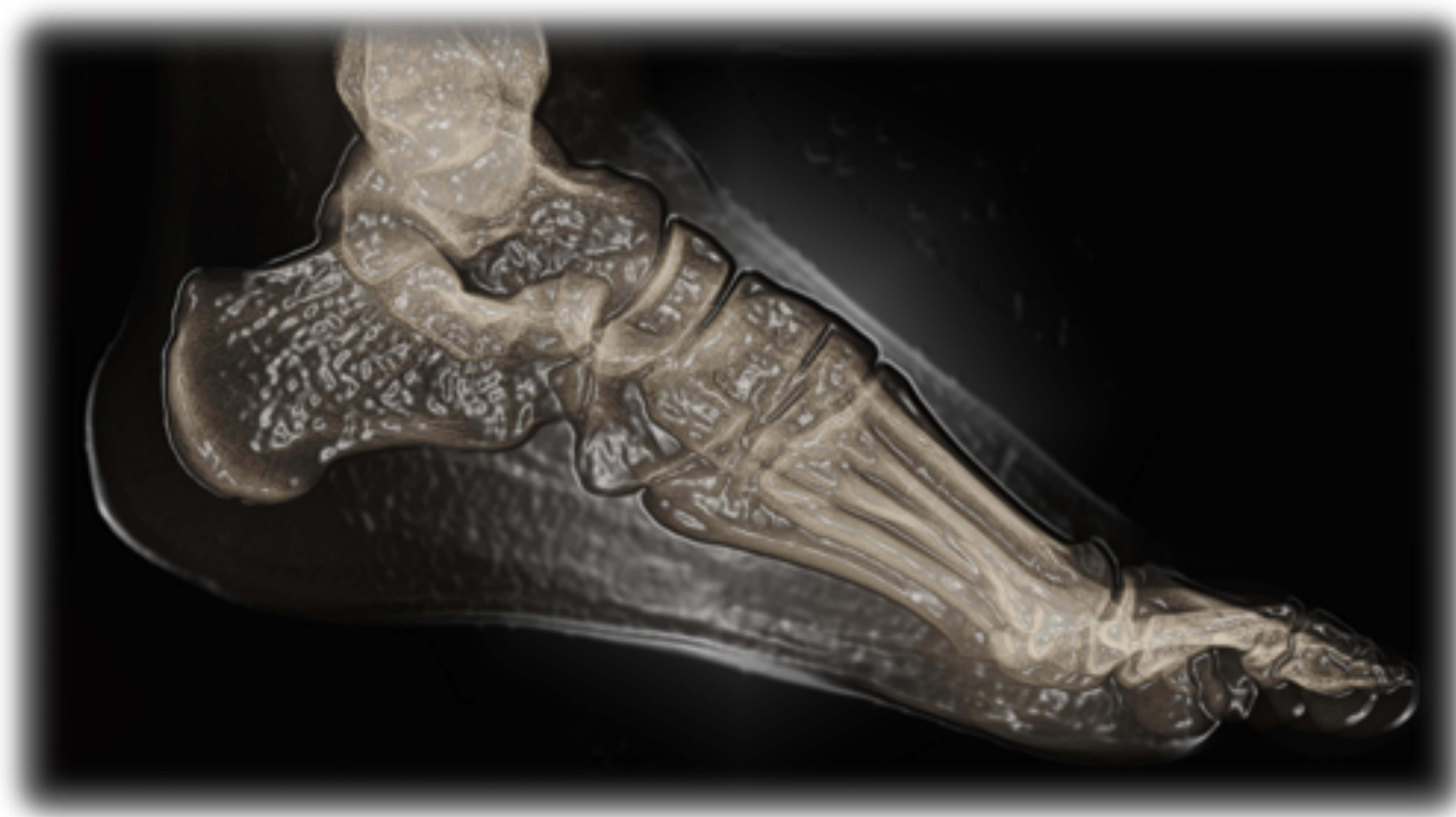


Abordaje radiológico de los tumores de tobillo y pie



Autores:

Tania Rocha Iñigo,
Pablo Gómez-Millán Ruíz,
Mercedes Vallejo Márquez,
Fátima Álvarez Jáñez,
Manuel García Ferrer,
Francisco Galván Banqueri

UGC Radiodiagnóstico
Hospital Universitario Virgen del Rocío, Sevilla

OBJETIVO:

- Revisar las ventajas e inconvenientes de las distintas técnicas de imagen usadas en el diagnóstico de los tumores de tobillo y pie.
- Describir la semiología radiológica con especial interés en los signos radiológicos de agresividad.
- Proponer un algoritmo de manejo radiológico de estas lesiones.

INTRODUCCIÓN

Los tumores de tobillo-pie constituyen entre un 5 y 10% de todos los del sistema locomotor. Teniendo en cuenta la baja frecuencia de los tumores del sistema locomotor en comparación con otras regiones anatómicas, el número total de neoplasias del pie y tobillo será también bajo [1,2].

Las neoplasias benignas y las lesiones pseudo-tumorales (gangliones, bursitis, quistes epidermoides...) son significativamente más frecuentes que los tumores malignos (Figura 1)[3], lo que nos lleva a no considerar de inicio la neoplasia maligna en el diagnóstico de estas lesiones, con el consiguiente retraso en el diagnóstico. El sarcoma será la primera entidad maligna a considerar dentro de las neoplasias agresivas.

La ecografía y la resonancia magnética (RM) son las técnicas de elección para el diagnóstico de lesiones de tobillo y pie.

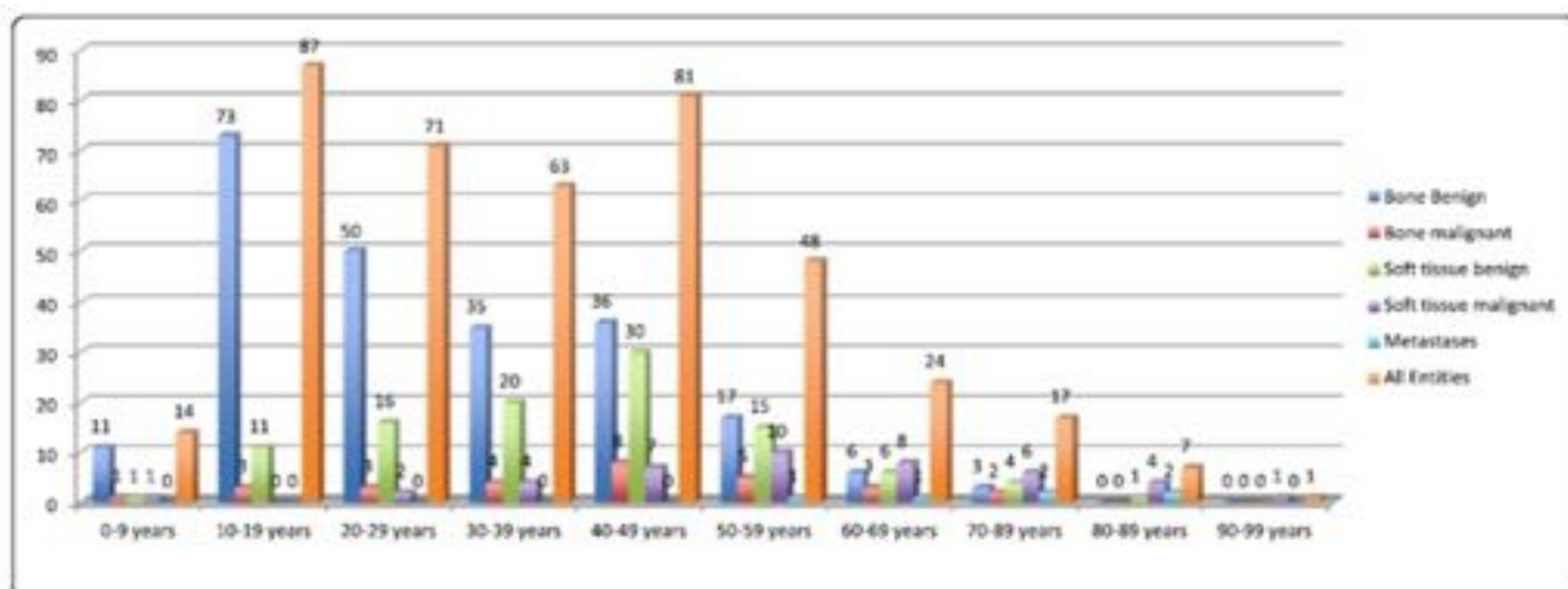


Figura 1. Distribución por edad de los tumores óseos y de partes blandas benignos y malignos de la región tobillo-pie. Las metástasis se muestran por separado. Fuente: Toepfer A, Harrasser N, Recker M, Lenze U, Pohlig F, Gerdesmeyer L, et al. Distribution patterns of foot and ankle tumors: A university tumor institute experience. BMC Cancer. 2018;18(1):1-10

Previo al estudio por imagen de una lesión, es fundamental conocer la anatomía radiológica de la región donde asienta y las posibles variantes anatómicas que podemos encontrar (Figuras 2 y 3), así como los artefactos técnicos más habituales (Figura 4) para evitar así errores diagnósticos.

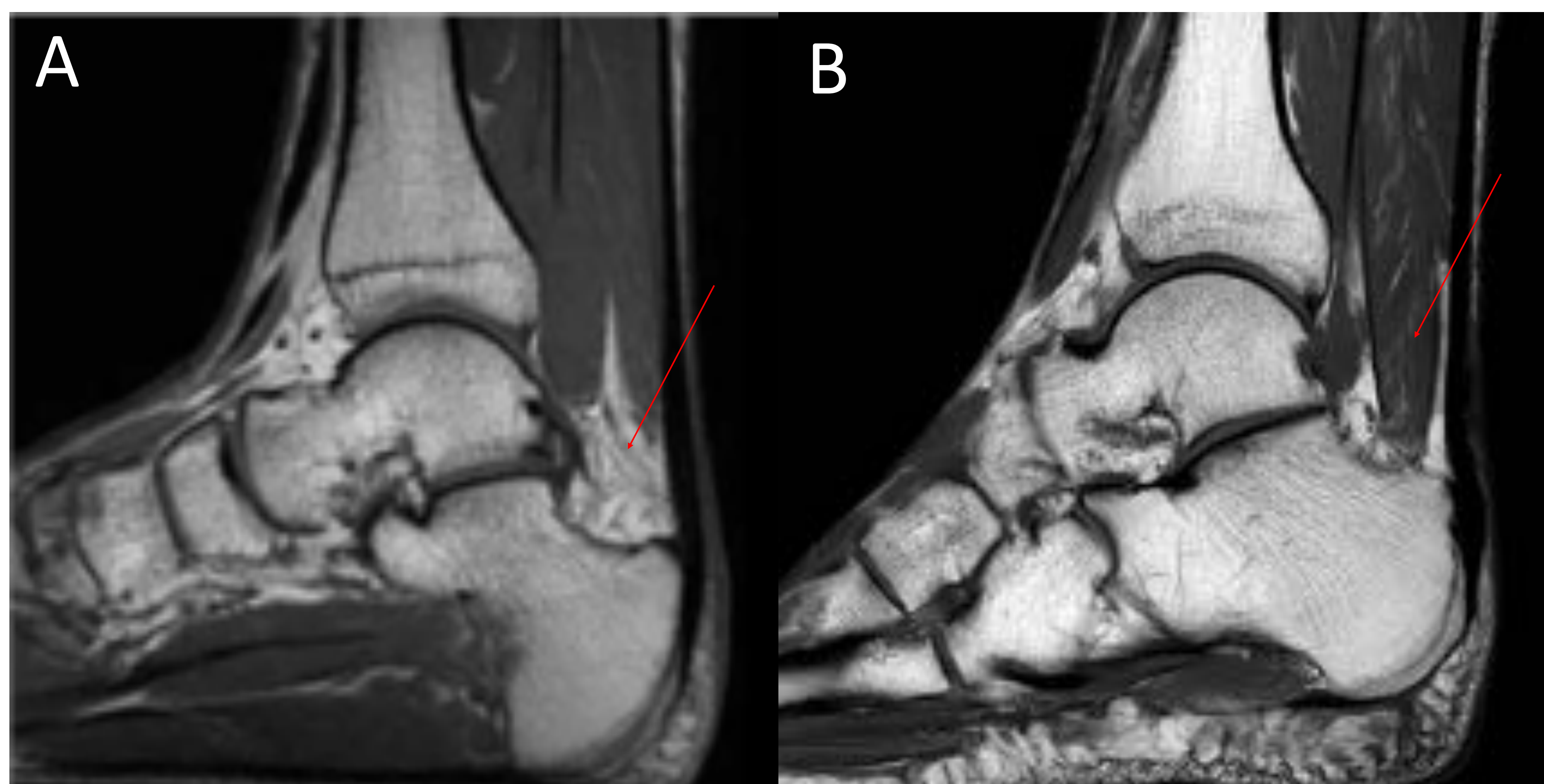


Figura 2. Secuencias de RM T1 sagitales de dos tobillos diferentes.

Comparativamente se muestra un tobillo anatómicamente normal (A) con la grasa de Kager libre (flecha roja) y un tobillo con un músculo sóleo accesorio (B) ocupando dicho espacio grasoso (flecha roja), como variante anatómica de la normalidad, cuyo tendón se inserta por separado en el calcáneo, anteromedial a la unión del tendón de Aquiles.

Figura 3. Radiografía lateral de tobillo (A) y reconstrucción MPR sagital de TC con ventana ósea (B).

Se observa un hueso accesorio localizado adyacente al tubérculo lateral de la cola del astrágalo (flecha roja), correspondiente con un os trigonum (variante de la normalidad debido a fallo de fusión del centro de osificación secundario del astrágalo).



Figura 4. Secuencias de RM T2 con saturación de la grasa eje largo (A), T2 SPIR sagital (B) y eje corto (C).

Artefacto por inhomogeneidad en la supresión de la grasa, observándose hiperintensidad en las falanges del primer dedo (flecha roja en A), sin traducción en el resto de secuencias (B-C). Adicionalmente se observa un neuroma de Morton en el 2º espacio intermetatarsiano (flecha amarilla C).

ANAMNESIS Y EXPLORACIÓN CLÍNICA

Para que un diagnóstico y manejo correctos, es fundamental una anamnesis y EF adecuadas, así como una comunicación fluida entre traumatólogo oncológico, radiólogo y patólogo.

Anamnesis:

Es importante evaluar los antecedentes traumáticos y familiares, pues algunas enfermedades son hereditarias como la encondromatosis y la osteocondromatosis múltiple.

Exploración física:

La exploración física de la zona dorsal del tobillo y pie es más fácil que la plantar debido a la escasa cobertura de partes blandas.

En el mediopié pueden existir tumores que no se detectan fácilmente en la EF. Ante un dolor inexplicable en esta zona se recomienda estudios de imagen para descartar una lesión tumoral.

La valoración neurológica ayuda de forma importante en el diagnóstico inicial. Hay características típicas como la transiluminación en el ganglión y las lesiones nodulares de la fibromatosis plantar que permiten una orientación diagnóstico desde la misma EF[4,5].

Formas de presentación [4,5]:

Hallazgo incidental:

- En la mayoría de los casos la lesión se diagnostica de forma incidental en una radiografía simple realizada por otro motivo. Ejemplos: quiste óseo en el calcáneo y encondroma en una falange.

Dolor y/o aparición de una masa:

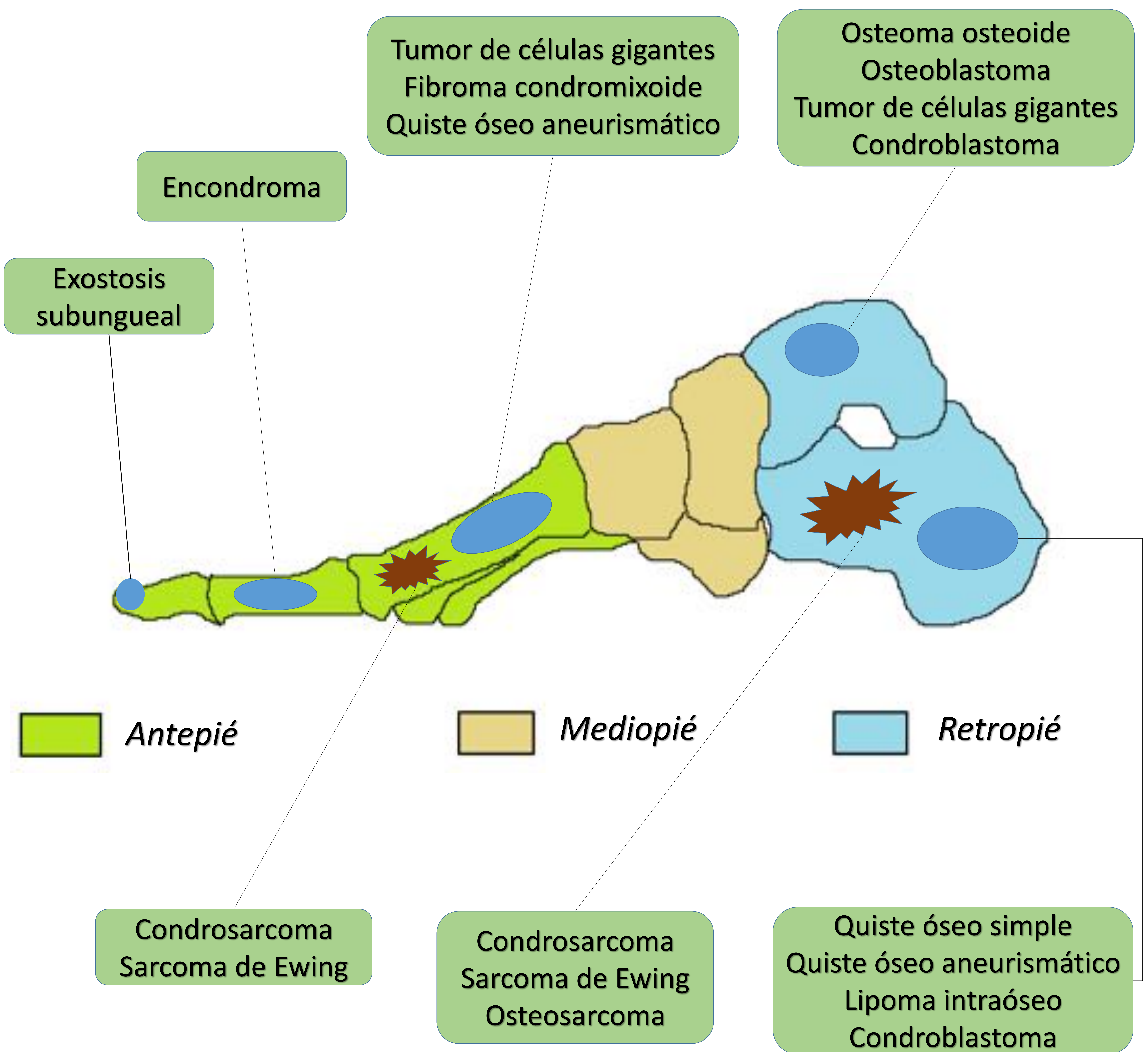
- Esta forma de presentación es más frecuente que en otras regiones anatómicas, debido a la estructura compacta del pie, a las demandas mecánicas de la carga y a la compresión de los zapatos.

Otras formas de presentación:

- Lesión estable e indolora de años de evolución que empieza a crecer.
- Cojera en niños sin alteraciones en cadera o rodilla que lo justifique.
- Fiebre y reacción inflamatoria.

Localización:

En líneas generales los tumores óseos que afectan al tobillo y pie muestran predilección por alguna región concreta: antepié, mediopié y retropié[3,4].



PRUEBAS DE IMAGEN

Ecografía: prueba de imagen inicial en la patología extraósea, permitiendo llegar al diagnóstico definitivo de algunas entidades.

Ventajas

- Rápida, de fácil acceso, barata
- Permite confirmar/descartar la existencia de lesiones de partes blandas
- Útil para diferenciar entre naturaleza quística o sólida
- Detección de lesiones vasculares mediante el estudio Doppler
- Valora adecuadamente ligamentos, tendones, fascias, músculos, tejido graso subcutáneo, vasos y nervios.
- Permite ver aguja en tiempo real en intervencionismo guiado por imagen.

Inconvenientes

- Operador dependiente
- Limitación para la valoración de estructuras óseas

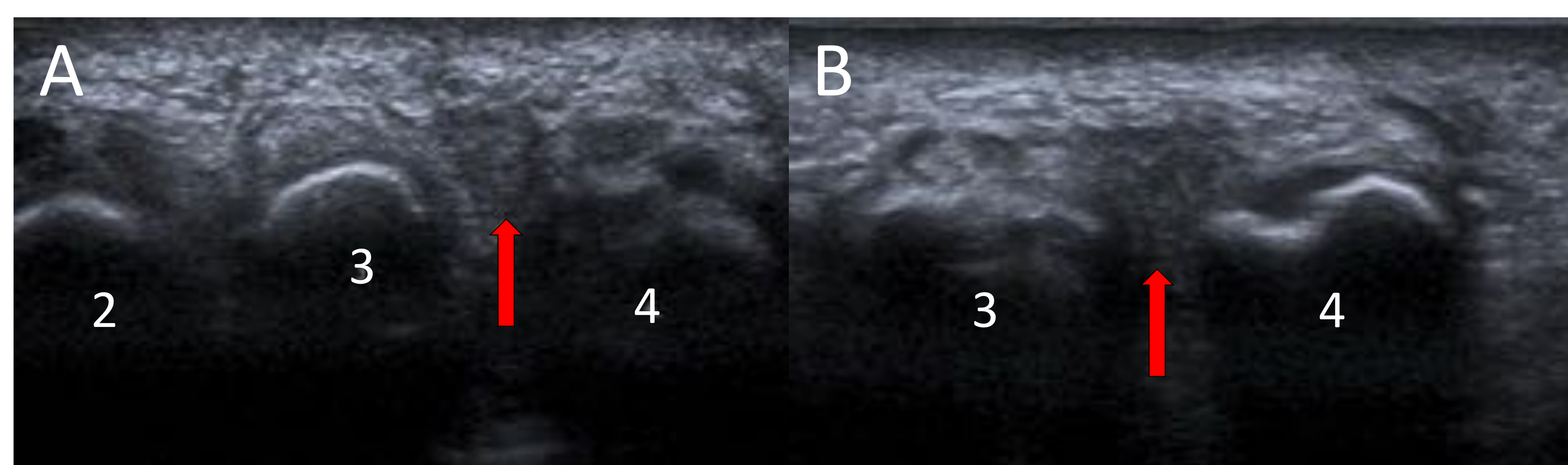


Figura 5. Ecografía de región plantar a nivel de los metatarsianos.

Lesión redondeada hipoecogénica entre cabezas del 3º y 4º metatarsianos compatible con neuroma de Morton (flecha roja en A). Se hace más evidente con la maniobra de Mulder (flecha roja en B).

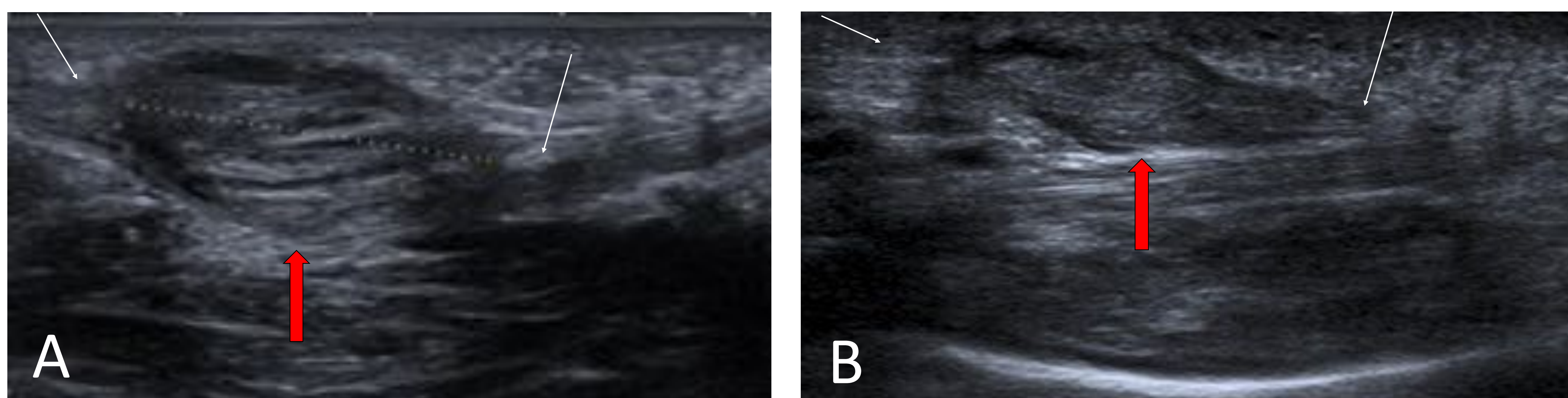


Figura 6. Ecografía de región plantar de dos pacientes diferentes.

En ambos pacientes se observa un engrosamiento nodular heterogéneo (flechas rojas) del tercio medio de la fascia plantar (flechas blancas), rodeado de un halo hipoecogénico. Hallazgos compatibles con fibromatosis plantar o enfermedad de Ledderhose.

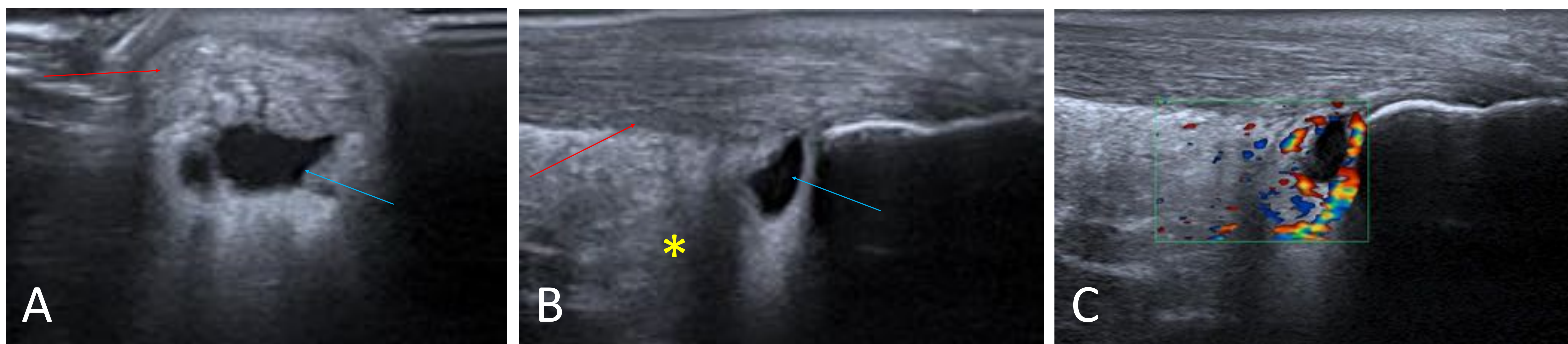


Figura 7. Ecografía de la cara posterior del tobillo.

Engrosamiento difuso del tendón de Aquiles/tendinosis (flechas rojas en A y B), alteración de la ecogenicidad de la grasa preaquílea de Kager (asterisco amarillo en B) y bursitis retrocalcánea (flechas azules en A y B), con marcada vascularización periférica en el estudio doppler color en relación con cambios inflamatorios agudos.

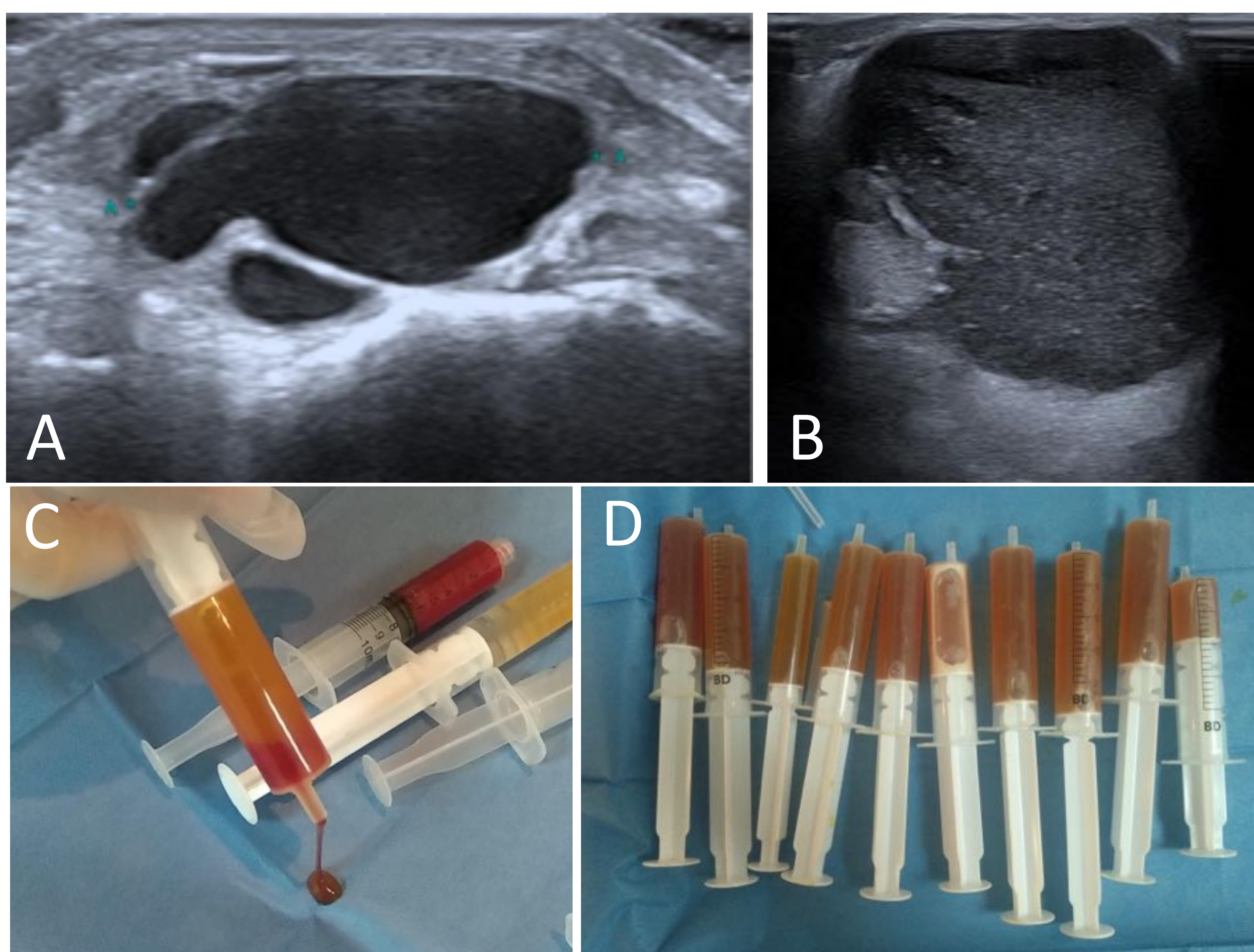


Figura 8. Ecografías de dos pacientes diferentes de región dorsal (A) y medial (B) del tobillo.

Ambas lesiones quísticas circunscritas presentan ecos puntiformes móviles en su interior correspondiendo a gangliones. Aspecto macroscópico del contenido de los gangliones tras vaciamiento de los mismos de forma ecoguiada (C y D)

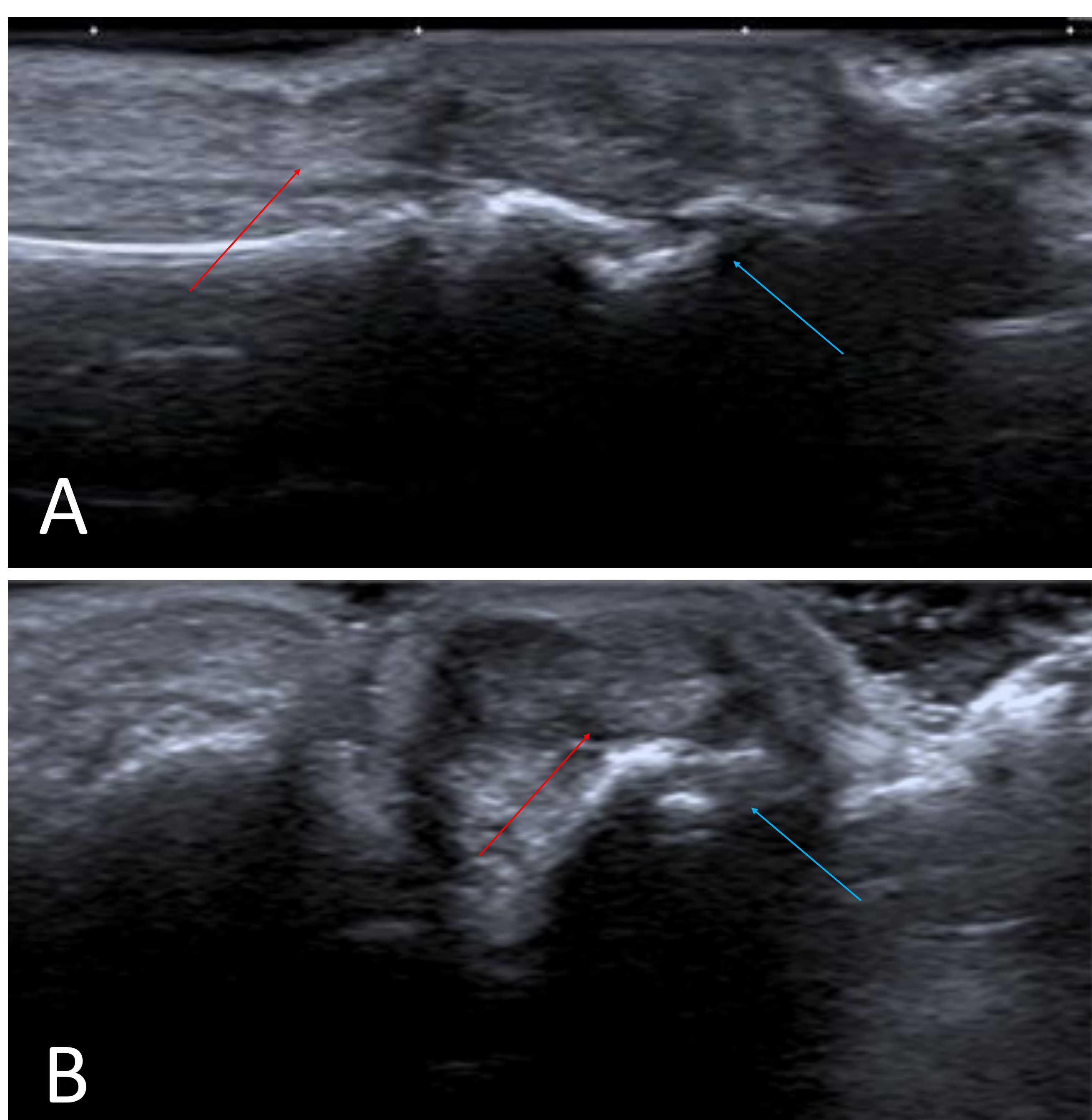


Figura 9. Ecografía de cara dorsal de la articulación interfalángica distal del 5º dedo del pie.

Lesión sólida ovalada, circunscrita, hipoecógena; en íntima relación con el tendón extensor del quinto dedo (flechas rojas), correspondiente con tumor de células gigantes (TCG). Irregularidad focal de la cortical de la falange distal subyacente a la lesión (flechas azules).

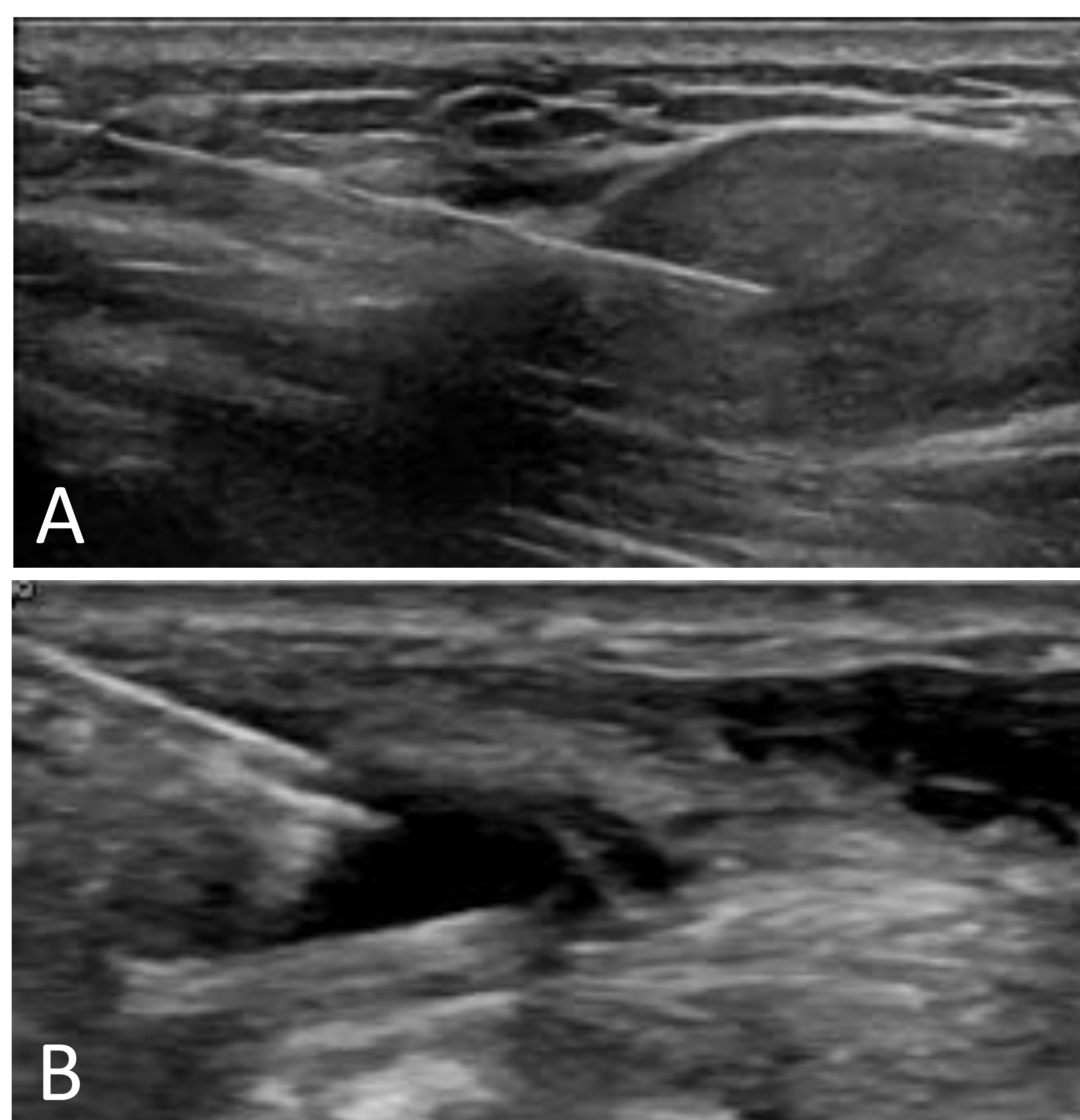


Figura 10. Biopsia con aguja gruesa/BAG (A) y punción-aspiración con aguja fina/PAAF (B) guiadas con ecografía.

El trayecto lineal ecogénico de ambas agujas es identificado fácilmente y en tiempo real en ecografía.

Radiografía simple:

Primera prueba de imagen realizada en muchas ocasiones al paciente. Es importante valorar adecuadamente estructuras óseas y líneas grasas. Deben realizarse tres proyecciones (antero-posterior, lateral y oblicua).

Ventajas

- Rápida y de fácil acceso.
- Permite llegar al diagnóstico certero de algunos tumores benignos, no siendo necesario continuar con estudios posteriores (Figura 11A,B,C).
- Permite valorar agresividad del tumor óseo (Figura 11D).
- Permite valorar erosión ósea extrínseca y existencia o no de mineralización en lesiones de partes blandas.

Inconvenientes

- Radiación ionizante
- Limitación en valoración de partes blandas
- Requiere estudios adicionales para llegar a un diagnóstico definitivo en la mayoría de casos



Figura 11. Proyecciones AP y L de radiografías simples de tobillos con diferentes lesiones, algunas de ellas (A,B,C) con diagnóstico definitivo mediante esta técnica.

(A). Lesión cortical radioluciente dependiente del margen lateral de la región metafiso-diafisaria distal tibial, de contornos bien delimitados, sin criterios de agresividad, correspondiente con defecto fibroso cortical.

(B). Lesión hipodensa en calcáneo, de límites bien definidos, sin reborde escleroso, que no provoca disrupción de la cortical, sugiriendo un quiste óseo esencial.

(C). Exóstosis ósea del margen medial del astrágalo (C), con continuidad de medular y cortical, concordante con osteocondroma.

(D). Lesión de características agresivas, que provoca destrucción casi completa del calcáneo, requiriendo estudios adicionales para un diagnóstico definitivo (linfoma).

Tomografía computarizada (TC): permite caracterizar las lesiones óseas con mayor detalle que la Rx simple así como realizar el estadiaje a distancia de los tumores primarios de tobillo-pie.

Ventajas

- Rápida.
- Facilidad para estudiar huesos planos con respecto a la RM.
- Posibilidad de realizar reconstrucciones multiplanares e imágenes 3D, especialmente importante en la planificación quirúrgica.
- Mejor visualización de cambios sutiles en la cortical (reabsorción endóstica).
- Permite detectar calcificaciones en la matriz tumoral y flebolitos.

Inconvenientes

- Radiación ionizante
- Limitación en valoración de partes blandas
- No permite valorar aspectos biológicos de la lesión

La PET-TC realiza el rastreo de lesiones con aumento del metabolismo de la FDG las cuales sugieren malignidad. Además de detectar el tumor primario es muy sensible para la detección de enfermedad metastásica y muy útil en la valoración de la respuesta al tratamiento.



Figura 12. TC en plano coronal del tobillo con ventana ósea.

Osteoma osteoide del astrágalo, con imagen puntiforme central esclerótica milimétrica (flecha roja), correspondiente al nidus.



Figura 13. TC en plano sagital del tobillo con ventana ósea.

Múltiples cuerpos libres intraarticulares calcificados en receso anterior del tobillo en relación con osteocondromatosis sinovial del tobillo.



Figura 14. TC con ventana ósea a nivel de falange.

Enfermedad de Nora. Tumoración ósea benigna muy infrecuente caracterizada por crecimiento exofítico del tejido óseo, cartilaginoso y fibroso a partir del periostio.

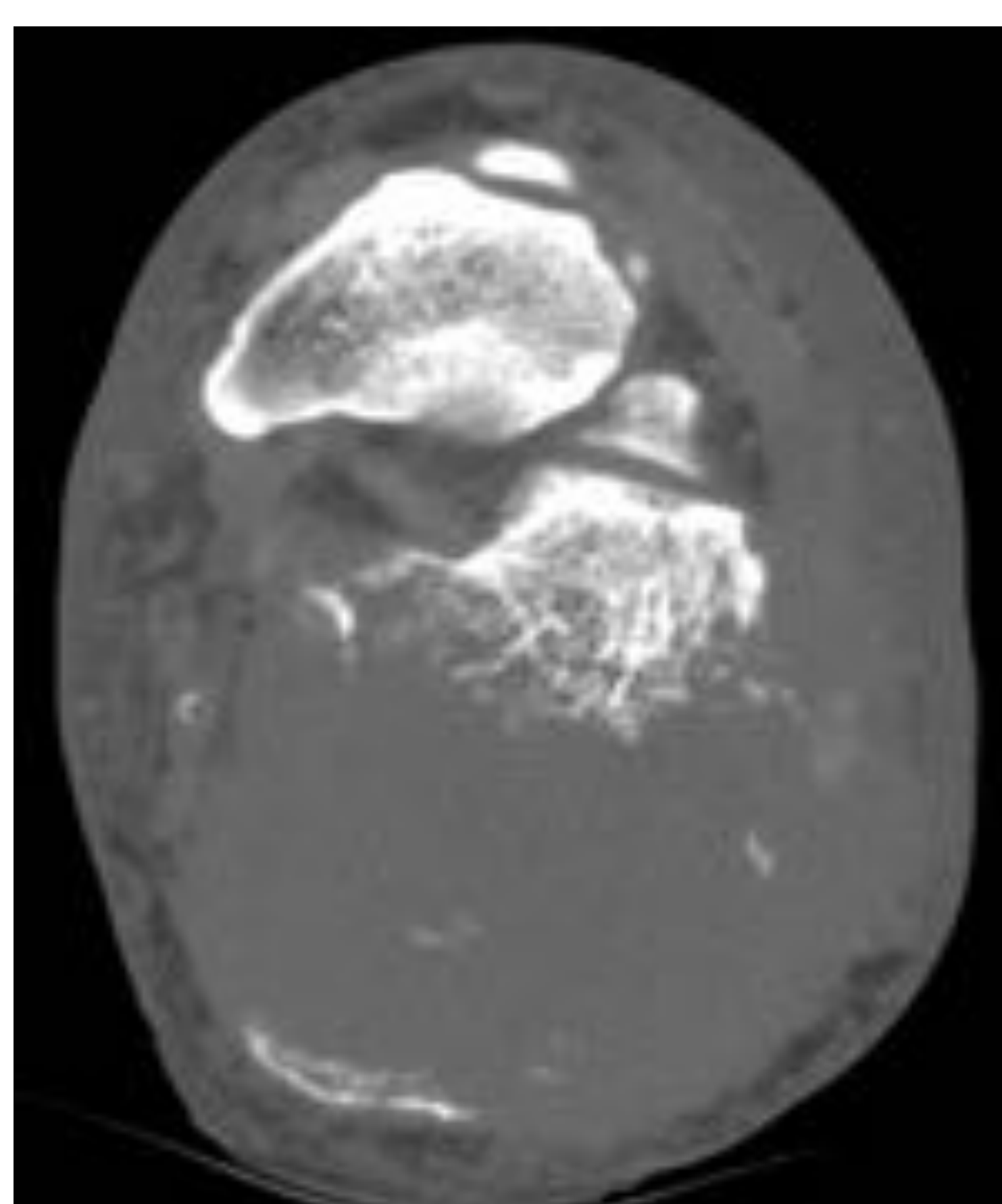


Figura 15. TC axial del tobillo de la Fig.11D.

Linfoma que provoca destrucción casi completa del calcáneo asociando la presencia de masa de partes blandas que sobrepasa la cortical del hueso como signos de agresividad.

Resonancia magnética (RM): prueba complementaria a las anteriormente descritas. Disponemos de secuencias morfológicas y funcionales. Permite caracterizar la lesión, describir su relación con las estructuras adyacentes y realizar la estadificación local. También es útil en el seguimiento de tumores, detección de recidivas y valoración de la respuesta al tratamiento.

Ventajas

- Ausencia de radiación ionizante, de especial interés en el seguimiento.
- Detallada valoración de la relación anatómica de la lesión con estructuras vecinas.
- Prueba de elección en la valoración de médula ósea.
- Posibilidad de realizar secuencias avanzadas para valorar aspectos biológicos de la lesión (difusión, perfusión y espectroscopia).

Inconvenientes

- Mayor tiempo de adquisición de imágenes que resto de pruebas de imagen.
- Accesibilidad limitada en algunos centros.
- Contraindicación en pacientes claustrofóbicos y con marcapasos.

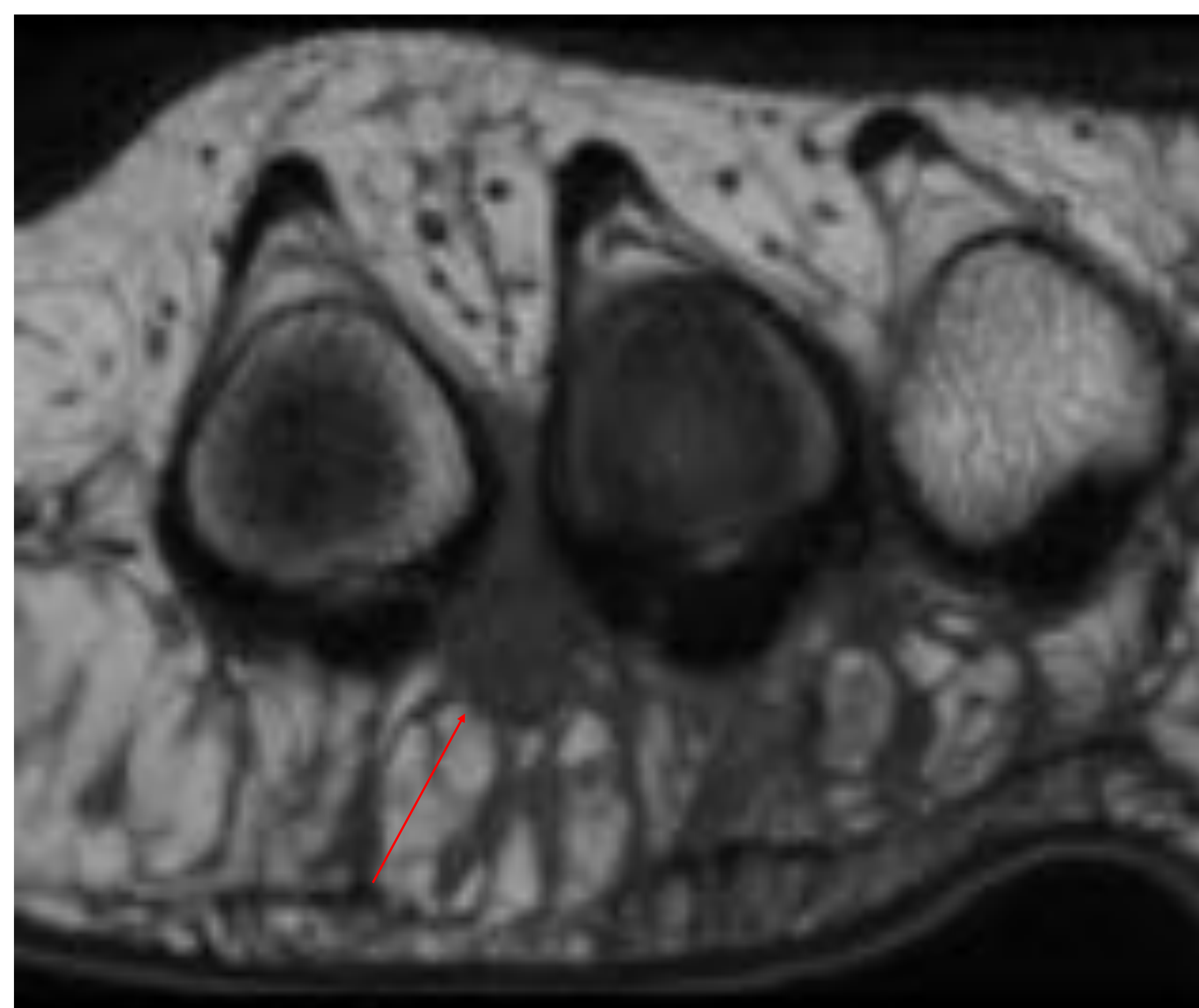


Figura 16. secuencia T1 de RM en eje corto de antepié a nivel de metatarsianos.

Lesión sólida bien definida en cara plantar del tercer espacio intermetatarsiano (flecha roja) con señal similar al músculo en T1, compatible con Neuroma de Morton.

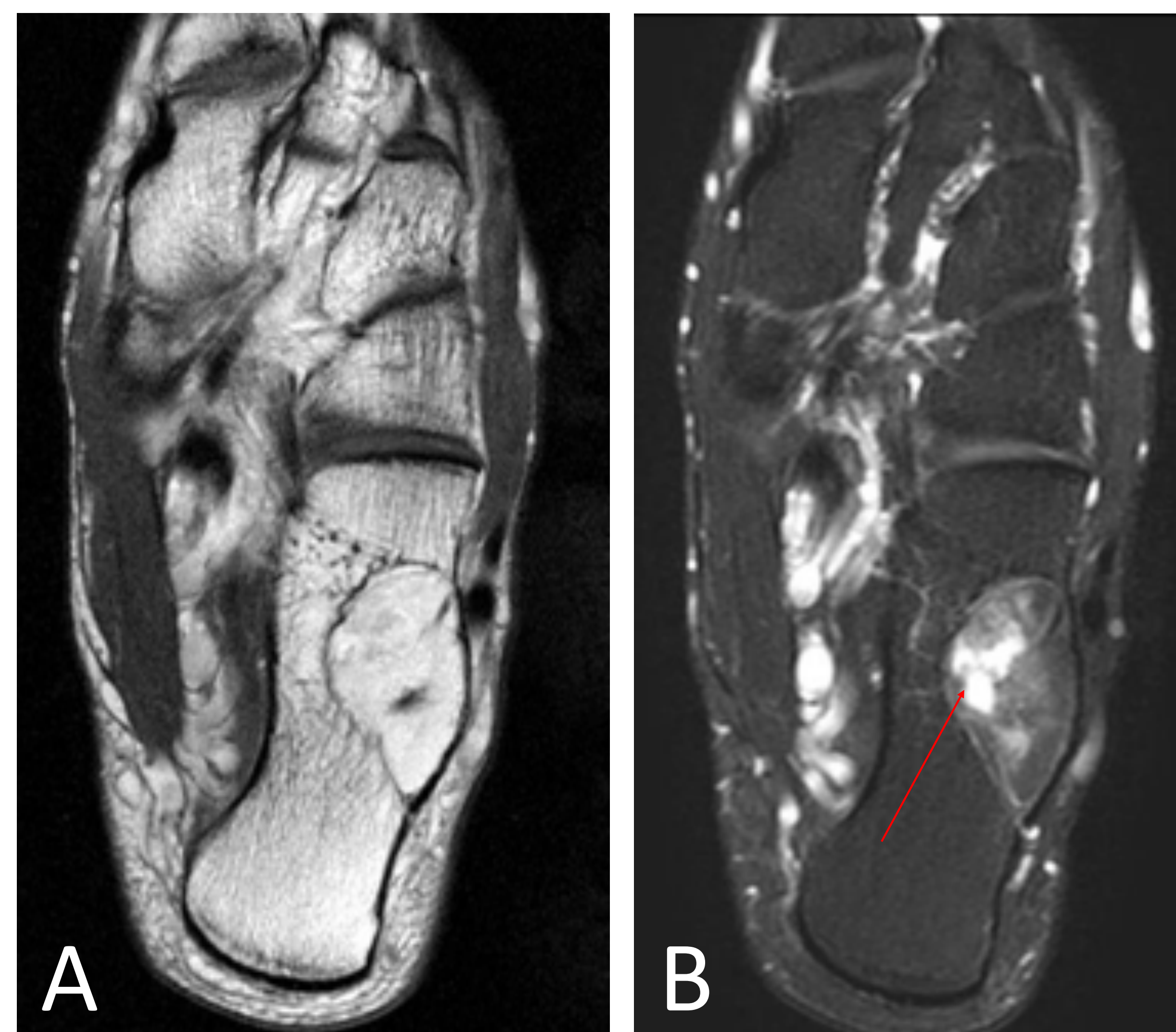


Figura 17. RM de tobillo-pie. Secuencias en eje largo T1 (A) y T2 con saturación grasa (B).

Lesión ósea circunscrita en el calcáneo, hiperintensa en T1 (A) con supresión parcial de la señal en T2 SPAIR (B) con degeneración quística intralesional (flecha roja); en relación con lipoma intraóseo.

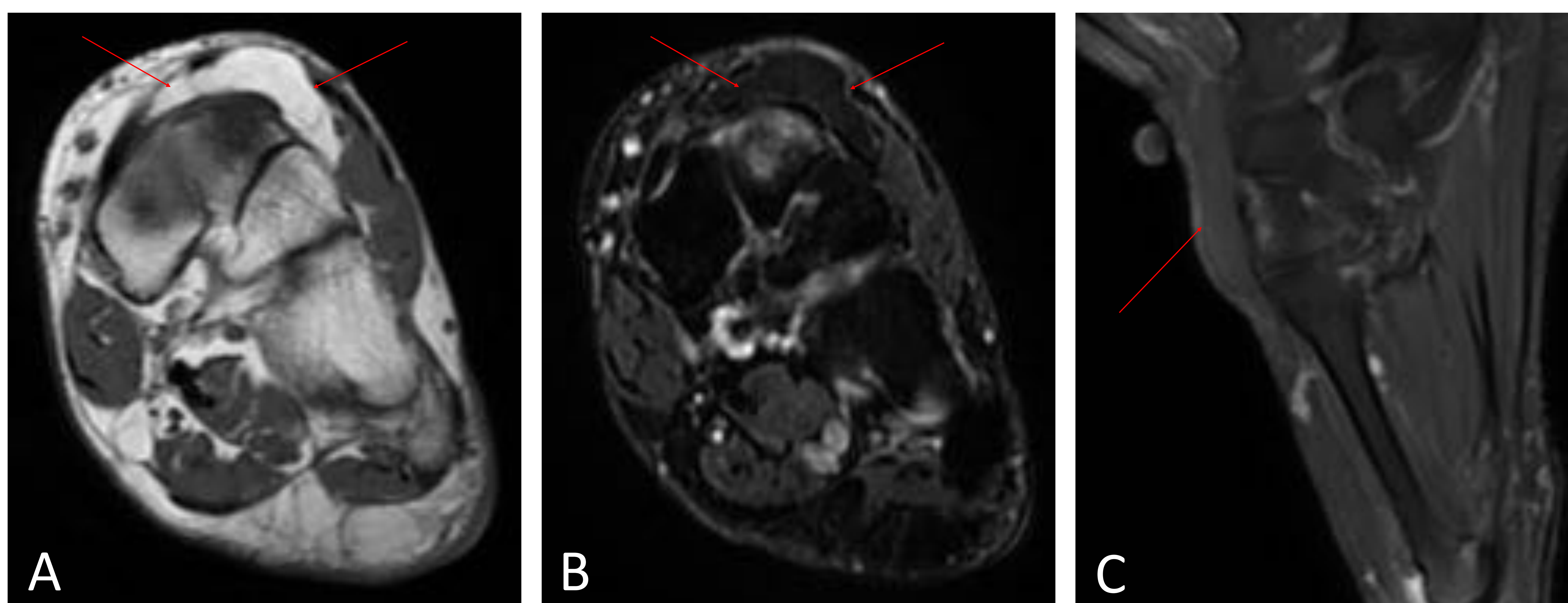


Figura 18. RM de pie. Secuencias en eje corto T1 (A) y STIR (B) y sagital T2 con saturación grasa (C) de tobillo.

Lesión de partes blandas subyacente a los tendones extensores (flechas rojas), hiperintensa en T1 (A) con supresión homogénea de su señal en secuencias STIR (B) y T2 con supresión grasa (C), siendo la intensidad de señal similar la grasa subcutánea en todas las secuencias, en relación con lipoma.

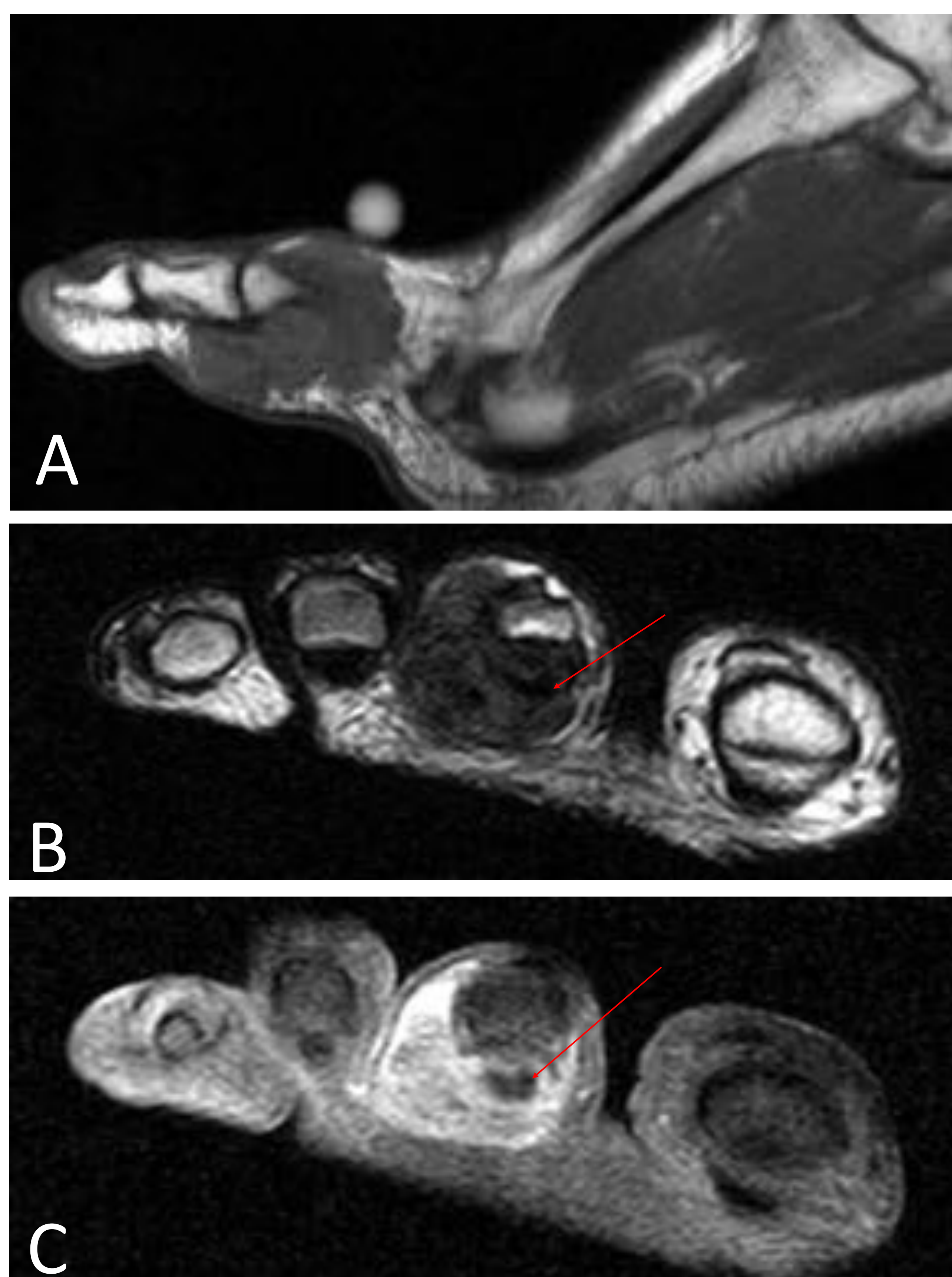


Figura 19. RM de antepié. Secuencias sagital T1 (A) y eje corto T2 (B) y T1 con contraste intravenoso (C).

Lesión sólida a nivel de la articulación metatarsofalángica del segundo dedo, bien delimitada, que rodea al tendón flexor y se extiende a partes blandas adyacentes. Muestra baja señal en T1 (A) y T2 (B), con realce intenso con el contraste intravenoso (C), en relación con TCG de la vaina tendinosa.

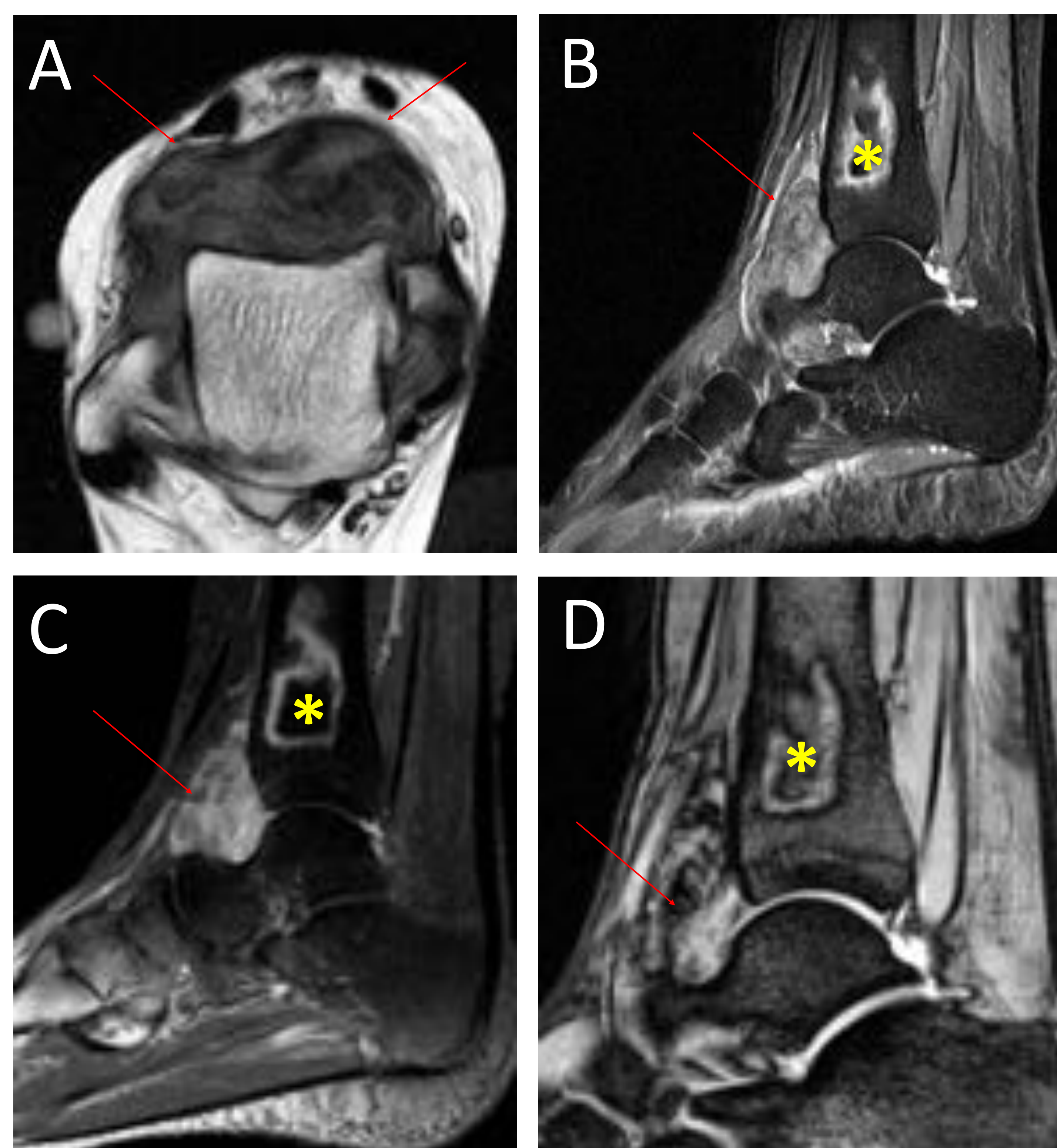


Figura 20. RM axial T2 (A) y sagitales STIR (B), T1 con contraste (C) y T2 eco de gradiente (D) de tobillo.

Marcado engrosamiento difuso de la sinovial del receso anterior de la articulación tibioastragalina (flechas rojas en A) de señal heterogénea predominantemente hiperintensa en STIR (B), con realce heterogéneo tras la administración del contraste intravenoso (C) y con áreas de baja señal intralesional en secuencia eco de gradiente sugestivas de depósitos de hemosiderina (flechas rojas en D), hallazgo clave para el diagnóstico de sinovitis villonodular pigmentada difusa (SVP). Este paciente presenta además un infarto óseo en tibia distal (asterisco amarillo).

ENFOQUE SISTEMÁTICO

Se aconseja una lectura sistemática de las distintas pruebas de imagen en la valoración de una lesión ósea con el objetivo de una mayor aproximación diagnóstica.



Figura 21. Modificación de esquema original de www.radiologyassistant.nl. Lectura sistematizada de las características de cualquier lesión ósea

Para la evaluación de las lesiones de partes blandas se propone seguir el guión representado en la figura 22 , buscando hallazgos que nos puedan orientar a una patología u otra, teniendo como objetivo principal la exclusión de agresividad [4] .

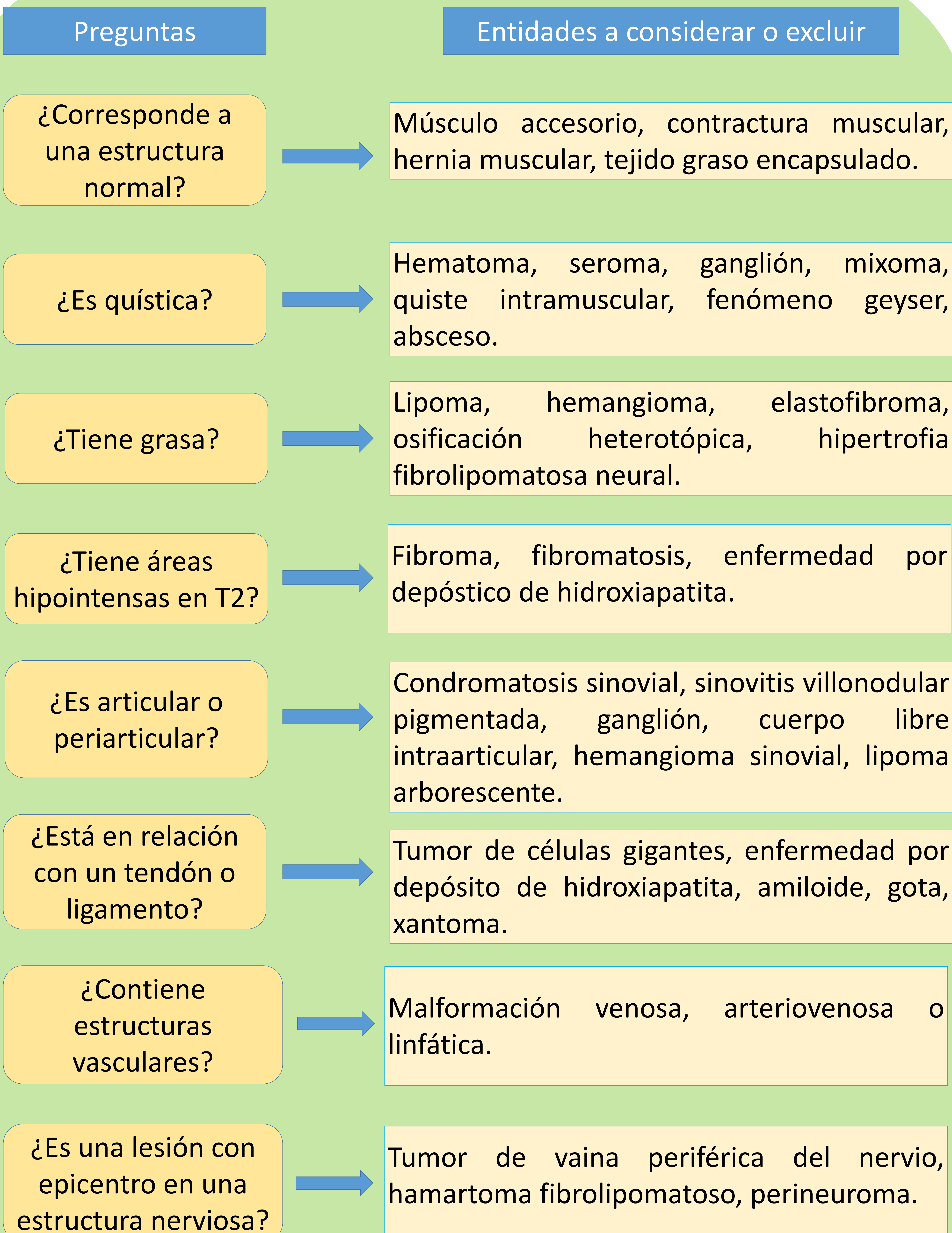


Figura 22. Guión a seguir en la evaluación de tumoraciones de tejidos blandos. Modificación de esquema original de Chhabra A, Soldatos T. Soft-tissue lesions: When can we exclude sarcoma? Am J Roentgenol. 2012;199(6):1345-57

SEMIOLÓGÍA EN PRUEBAS DE IMAGEN



Uno de los objetivos principales de la lectura sistemática de las pruebas de imagen es detectar aspectos radiológicos de agresividad.

Para ello valoramos:

- ✓ **Criterios morfológicos:** márgenes de la lesión, presencia de destrucción ósea o reacción perióstica, masa de partes blandas si se trata de lesión ósea o afectación ósea se se tratan de una lesión de partes blandas.
- ✓ **Criterios funcionales:** las secuencias avanzadas de RM nos permiten valorar aspectos biológicos de la lesión como hiper celularidad (restricción a la difusión), angiogénesis (perfusión) y composición molecular (espectroscopia).

Lesiones de partes blandas

Características que sugieren malignidad:

- Bordes mal definidos
- Infiltración o invasión de estructuras adyacentes
- Tamaño > 5 cm
- Localización profunda
- Intensidad de señal heterogénea en T1 y T2
- Alta intensidad de señal de tejidos circundantes en T2 (edema desproporcionado al tamaño de la lesión)
- Necrosis o hemorragia intralesional
- Compromiso óseo o neurovascular
- Realce nodular o heterogéneo

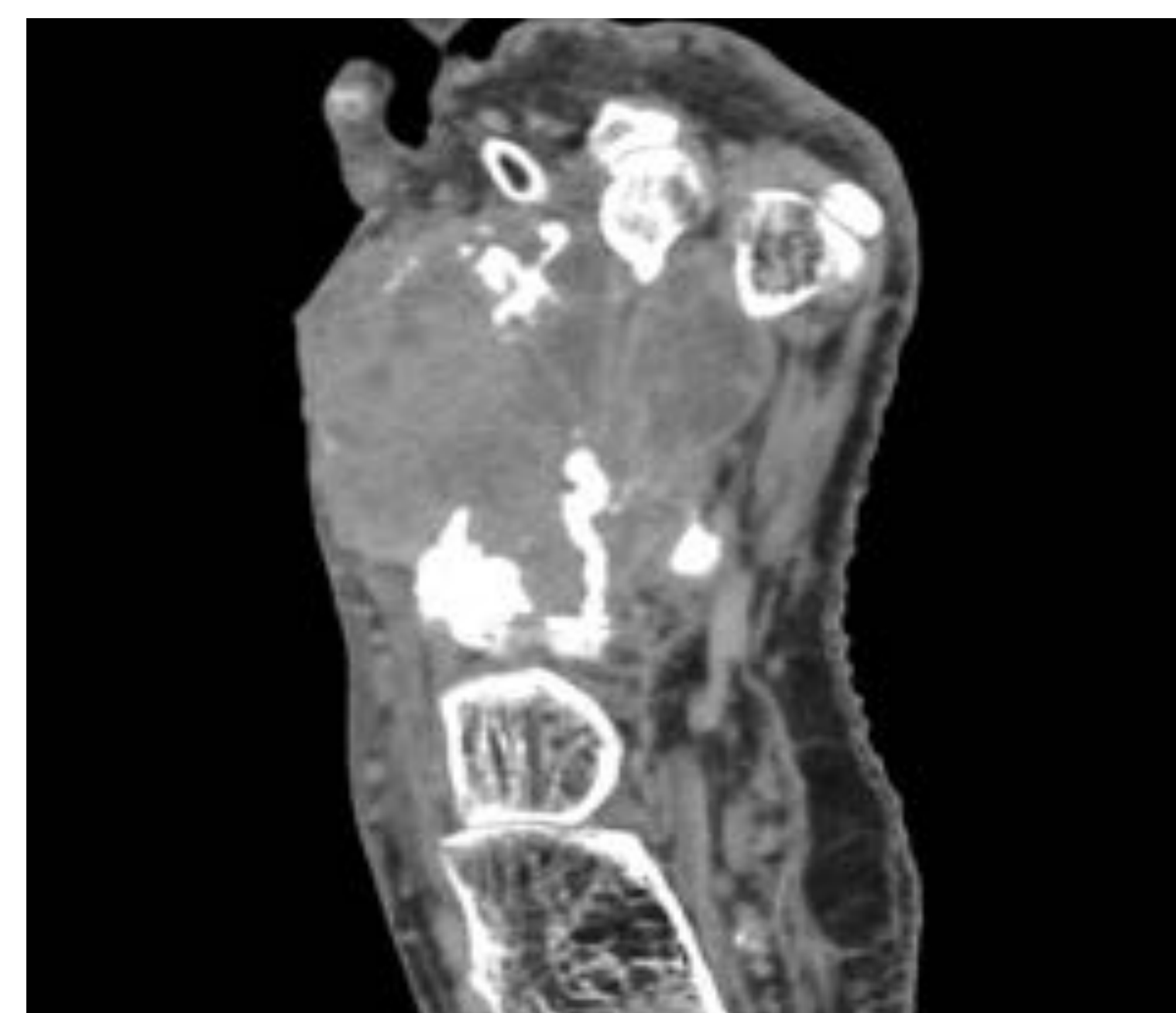


Figura 23. TC coronal de pie con CIV.

Tumor agresivo (condrosarcoma) que infiltra y destruye varios metatarsianos con gran masa de partes blandas asociada.

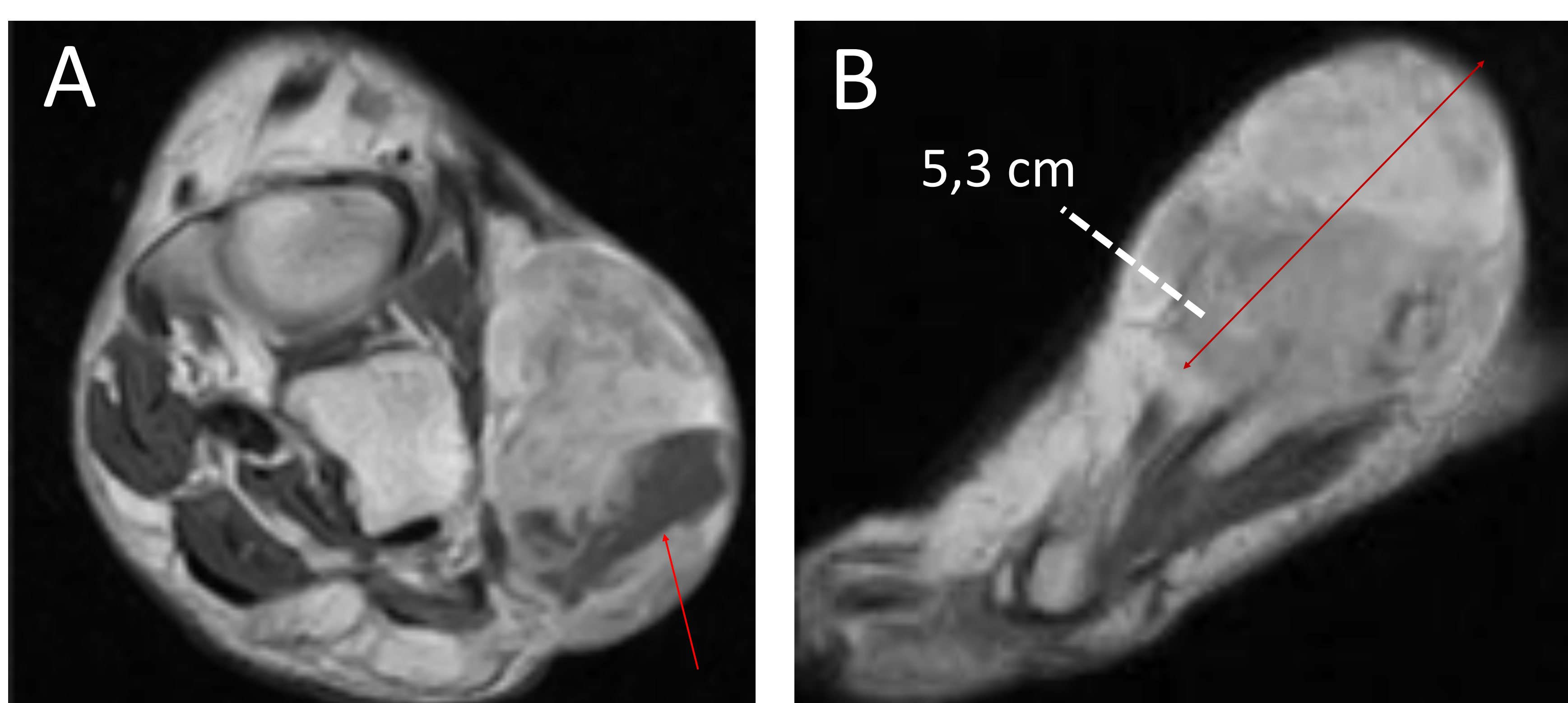


Figura 24. RM T1 con CIV **eje corto (A)** y **sagital (B)**.

Tumor de partes blandas de características agresivas: > de 5 cm (B) y realce heterogéneo con civ con necrosis intralesional (flecha roja en A).

Lesiones óseas

Debemos valorar:

- Patrón radiológico y márgenes
- Reacción perióstica y cortical
- Presencia de masa de partes blandas (Índice fiable de agresividad)

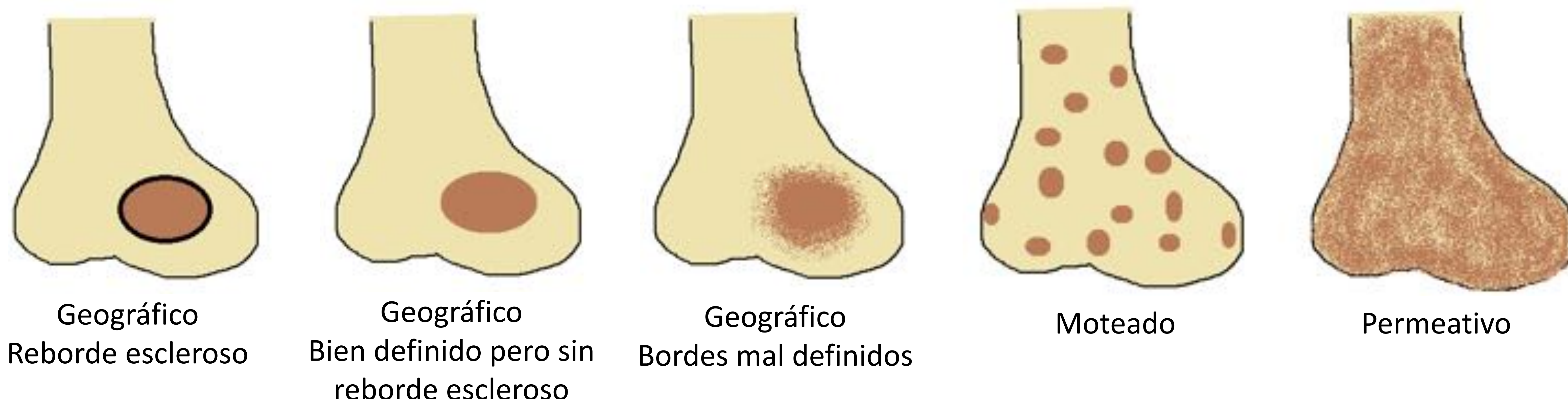


Figura 25. Patrones radiológicos y márgenes de la lesión

Los bordes nítidos y esclerosos van a favor de lesiones no agresivas de lento crecimiento que permiten al hueso circundante tener tiempo de generar un borde esclerótico en respuesta a la lesión. Por el contrario, la ausencia de borde ocurre en tumores de crecimiento rápido en los cuales el hueso circundante no tiene tiempo de reaccionar ante la lesión. Los patrones moteado y permeativo indican agresividad.

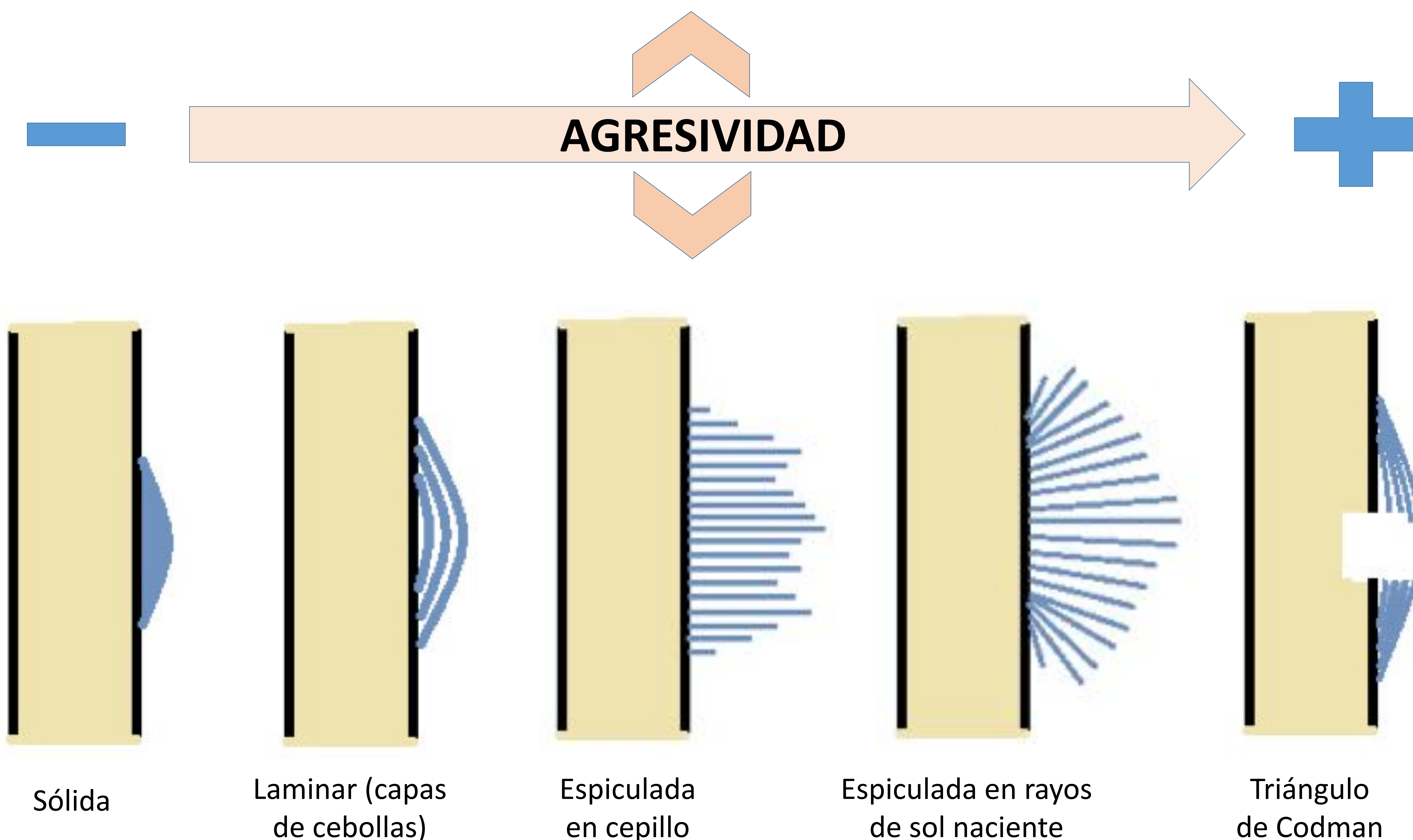


Figura 26. Patrones de reacción perióstica

Ninguna reacción perióstica es patognomónica de benignidad o malignidad. El patrón de reacción perióstica sólida asociada a una lesión de lento crecimiento sugieren poco agresividad. El resto de reacciones periósticas suelen asociarse a lesiones agresivas. La osteomielitis pueden cursar con una reacción perióstica en capas de cebolla.



Figura 27. TC MPR coronal de tibia distal – tobillo con ventana ósea (A) y Rx simple AP de tobillo (B).

Lesión lítica cortical en diáfisis distal de tibia, con patrón geográfico y bordes bien definidos esclerosos. Presenta alguna tabicación interna. No se observa disrupción de la cortical, reacción perióstica ni masa de partes blandas. Hallazgos radiológicos a favor de lesión de baja agresividad.



Figura 28. TC MPR coronal con ventana ósea (A) y Rx simple AP (B) de tobillo.

Lesión lítica en maléolo peroneo, con patrón geográfico, márgenes bien definidos no esclerosos, que condiciona adelgazamiento e insuflación cortical, sin rotura de la misma, componente de partes blandas ni reacción perióstica, características de lesión de baja agresividad (tumor de células gigantes).

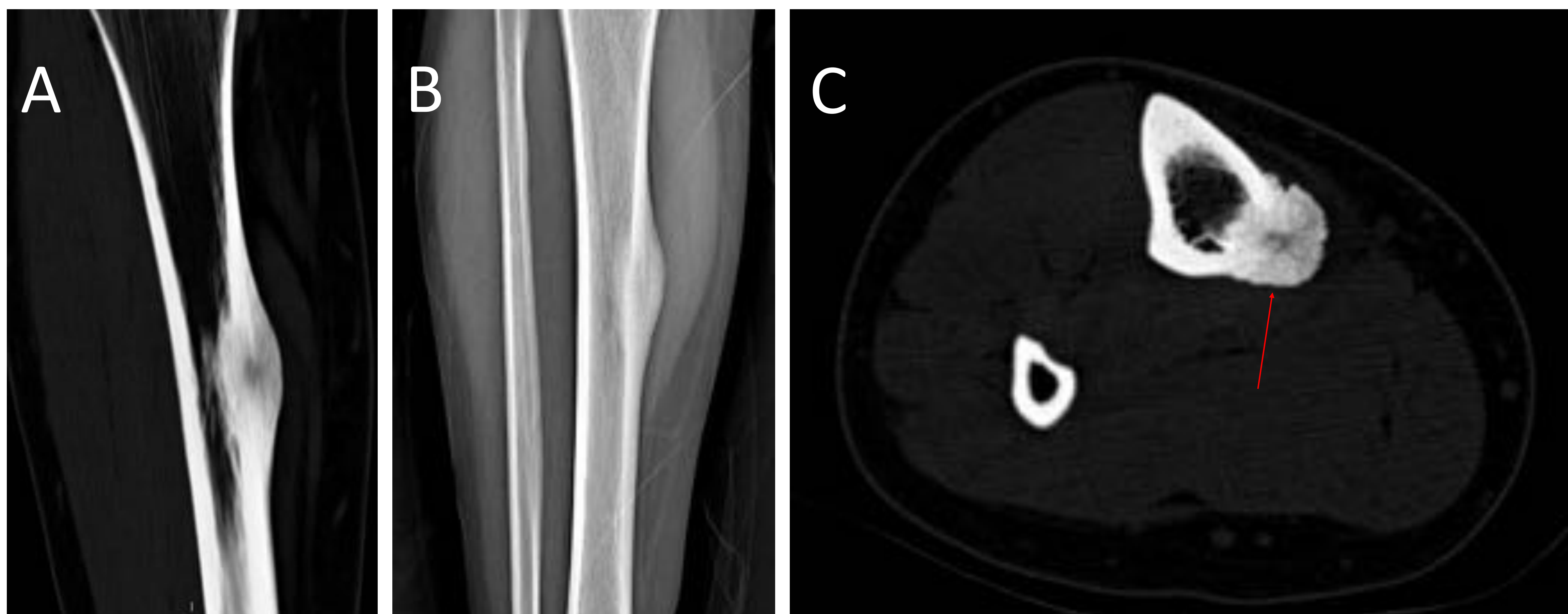


Figura 29. TC MPR coronal con ventana ósea (A) y Rx simple AP (B) de tobillo. TC axial (C).

Lesión ósea cortical en el margen medial de la diáfisis tibial con reacción perióstica sólida caracterizada por engrosamiento cortical focal de crecimiento predominantemente exofítico. Se identifica una imagen nodular hipodensa en el centro de dicha lesión llamada nidus (flecha roja en C). Hallazgos en relación con osteoma osteoide.

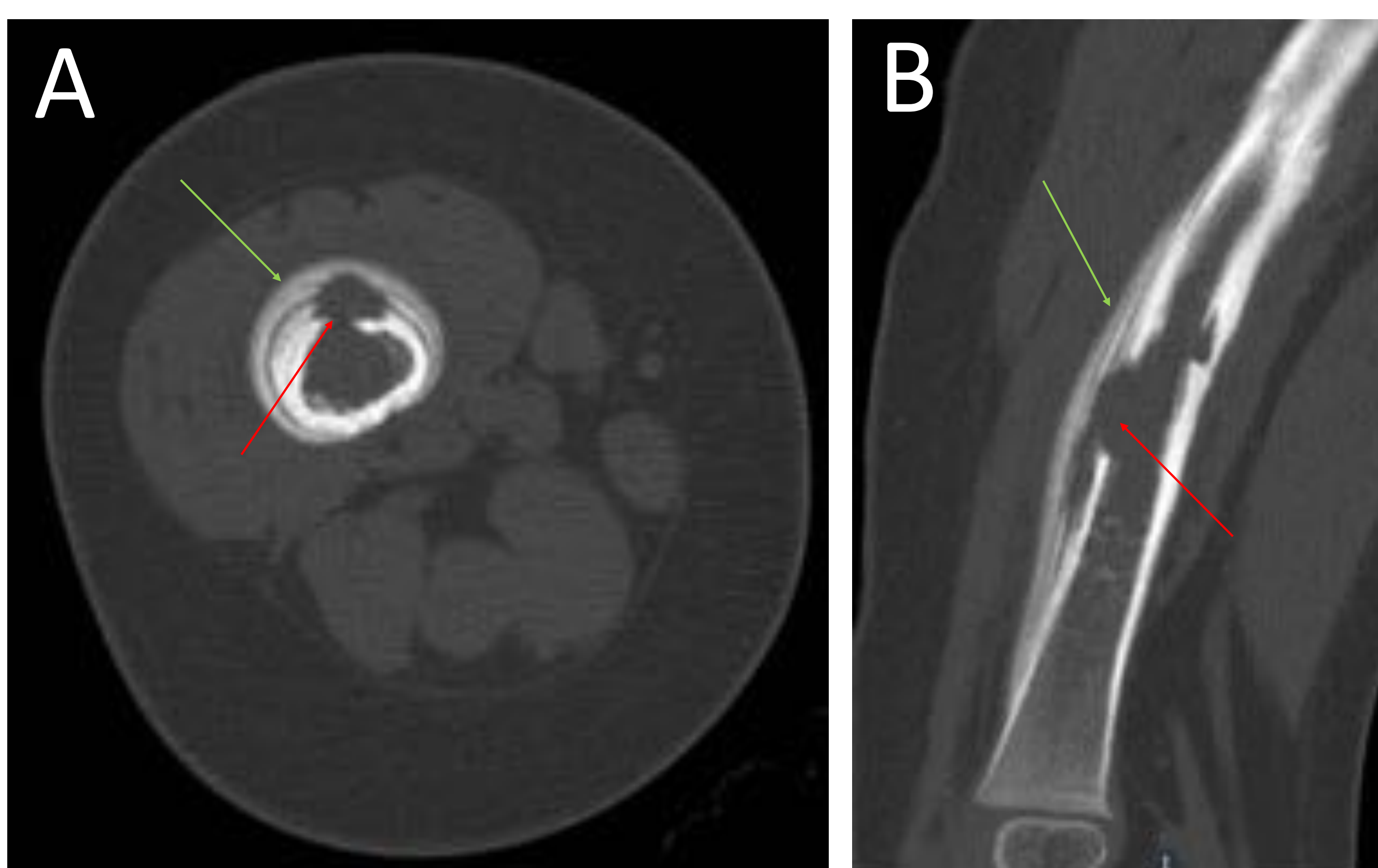


Figura 30. TC axial (A) y MPR sagital (B) con ventana ósea de diáfisis femoral.

Lesión ósea medular en tercio medio de la diáfisis femoral, de márgenes imprecisos, que rompe la cortical en su margen anterior (flechas rojas) y se acompaña de reacción perióstica multilaminar en capas de cebolla (flechas verdes). Características radiológicas de agresividad (sarcoma de Ewing).

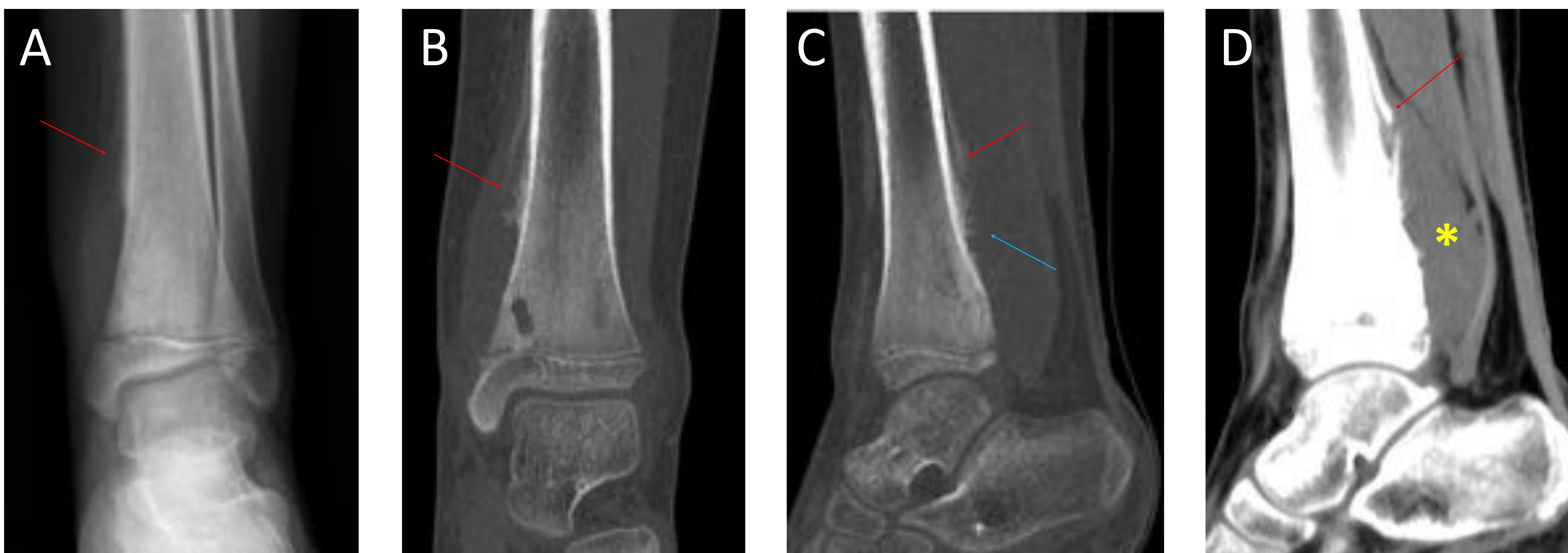


Figura 31. Rx simple AP (A) e imágenes de TC con ventana ósea MPR coronal (B) y sagital (C) y ventana de partes blandas MPR sagital (D), de lesión ósea con características de agresividad en extremidad distal de tibia.

Lesión ósea compatible con osteosarcoma en región metafisodiafisaria de tibia distal, con patrón permeativo, que asocia reacción perióstica de características agresivas con formación de triángulo de Codman (flechas rojas) y en cepillo (flecha azul). Se acompaña de masa de partes blandas (asterisco amarillo).



Figura 32. TC MPR sagital de tibia proximal con ventana ósea.

Lesión ósea de comportamiento agresivo compatible con sarcoma de Ewing en región metafisodiafisaria de tibia proximal, con patrón apolillado/permeativo difuso. Asocia reacción perióstica de características agresivas con formación de triángulo de Codman (flechas rojas). Se acompaña de masa de partes blandas (asterisco amarillo).

MASA DE PARTES BLANDAS → ÍNDICE FIABLE DE AGRESIVIDAD



Figura 33. TC MPR sagital de tobillo con ventana ósea.

Lesiones infiltrativas en hueso trabecular y cortical, la mayoría osteolíticas permeativas asociadas a osteoporosis en un niño de 16 años, por afectación medular ósea por leucemia linfoblástica B. Asocia reacción perióstica continua en tibia distal (flecha roja).

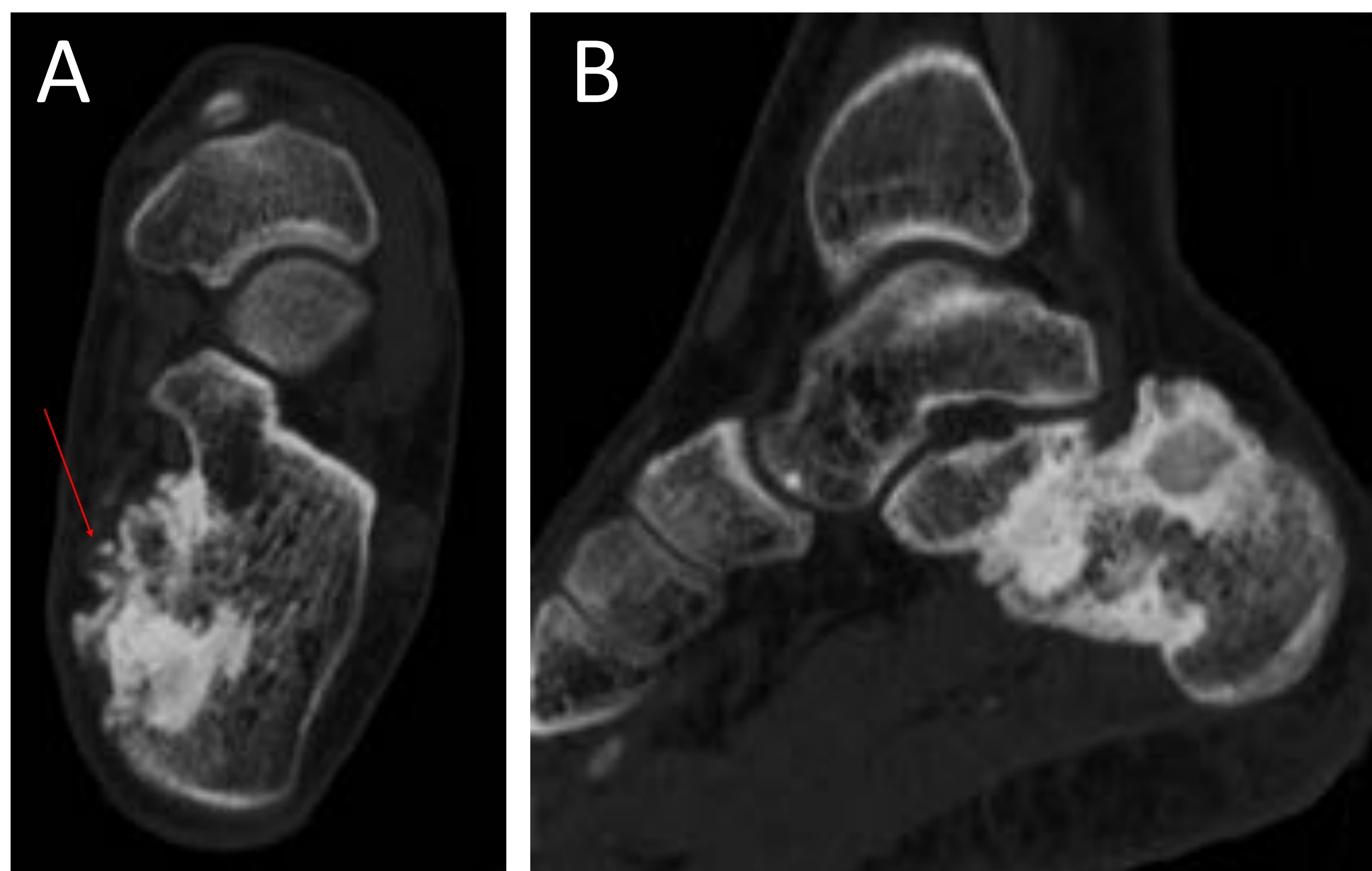


Figura 34. TC axial (A) y MPR sagital (B) de tobillo con ventana ósea.

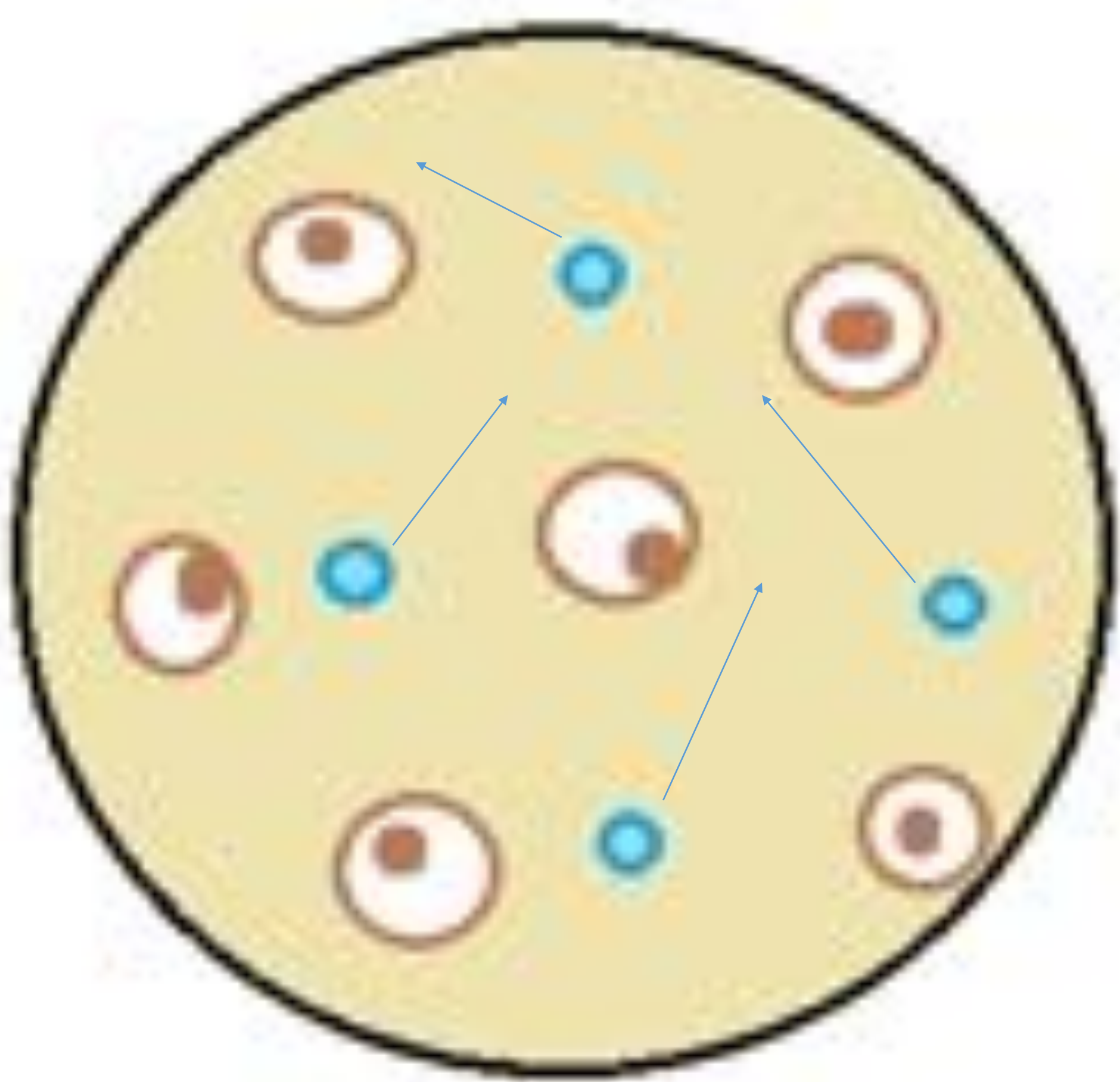
Lesión (osteoblastoma) esclerótica cortical/subperióstica y medular periférica en calcáneo, de bordes irregulares con extensa reacción perióstica de similar patrón esclerótico abigarrado. Provoca cierta insuflación de la cortical y disrupción en algunos sitios. Pequeño componente calcificado de partes blandas adyacentes a la lesión (flecha roja), hallazgos que traducen agresividad.

SECUENCIAS AVANZADAS DE RESONANCIA MAGNÉTICA

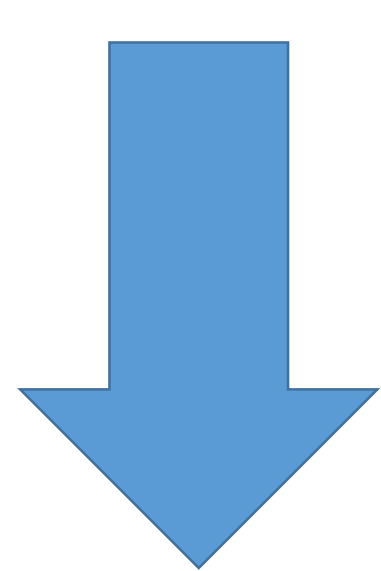
Difusión

Valora la restricción o no del movimiento de las moléculas de agua en un tejido

Difusión aumentada

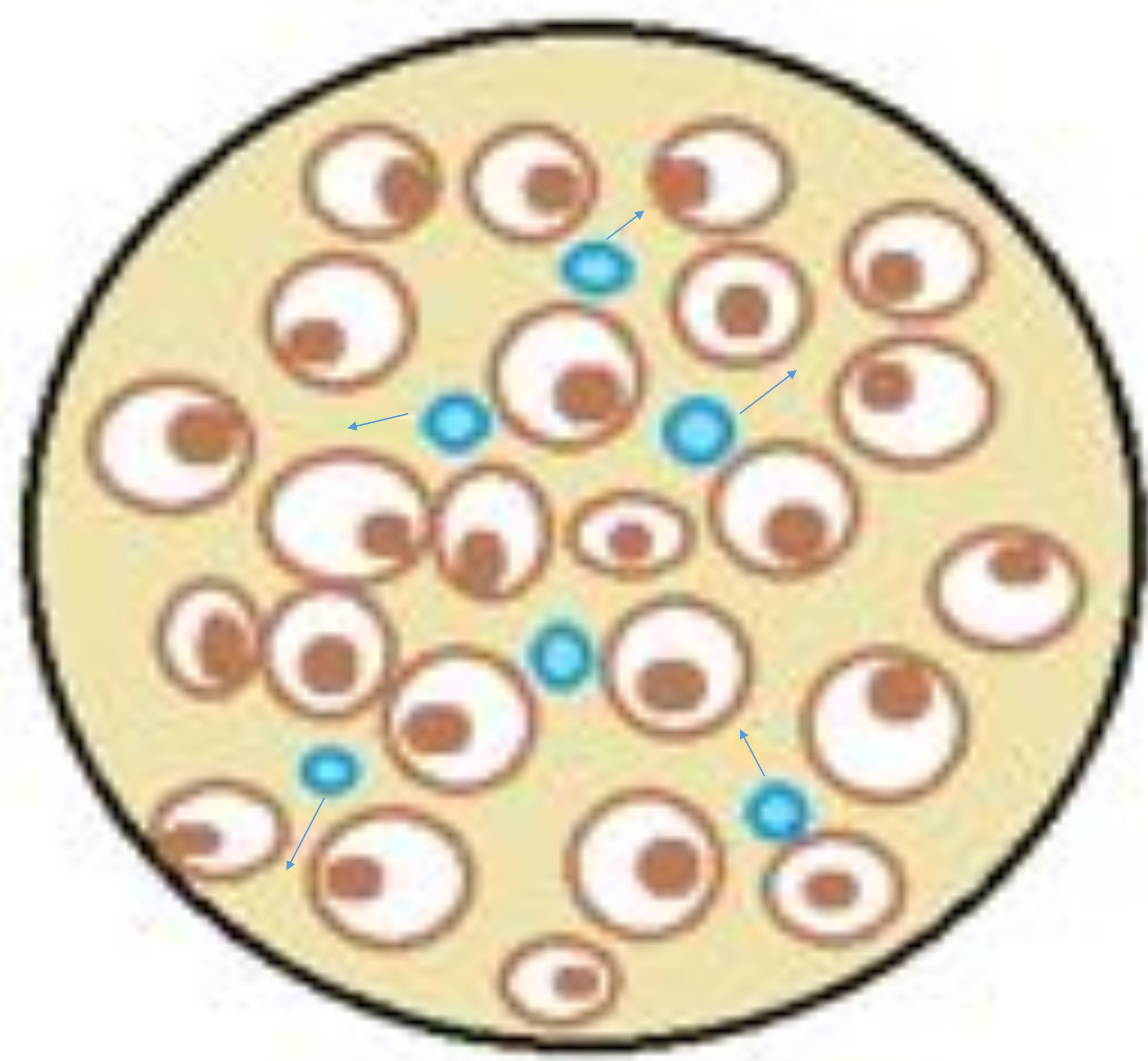


*Hipocelularidad → mayor espacio intersticial
Las moléculas de agua se mueven con facilidad.*

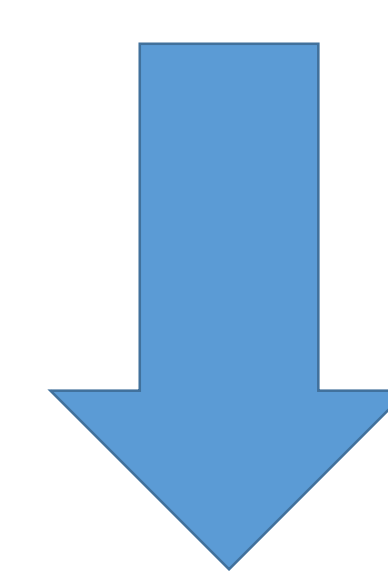


Pensar en tumores benignos

Difusión restringida



*Hiper celularidad → menor espacio intersticial
Las moléculas de agua se mueven con dificultad.*



Pensar en tumores malignos

Esta secuencia permite hacer una valoración:

- **Cualitativa:** valoración visual de la señal en secuencias b0, b100, b400, b600 y mapa ADC.
- **Cuantitativa:** medición del valor ADC tras la colocación de un ROI en la región de interés.

Mayor celularidad

Mayor restricción

Menor valor ADC

Pensar en tumores malignos

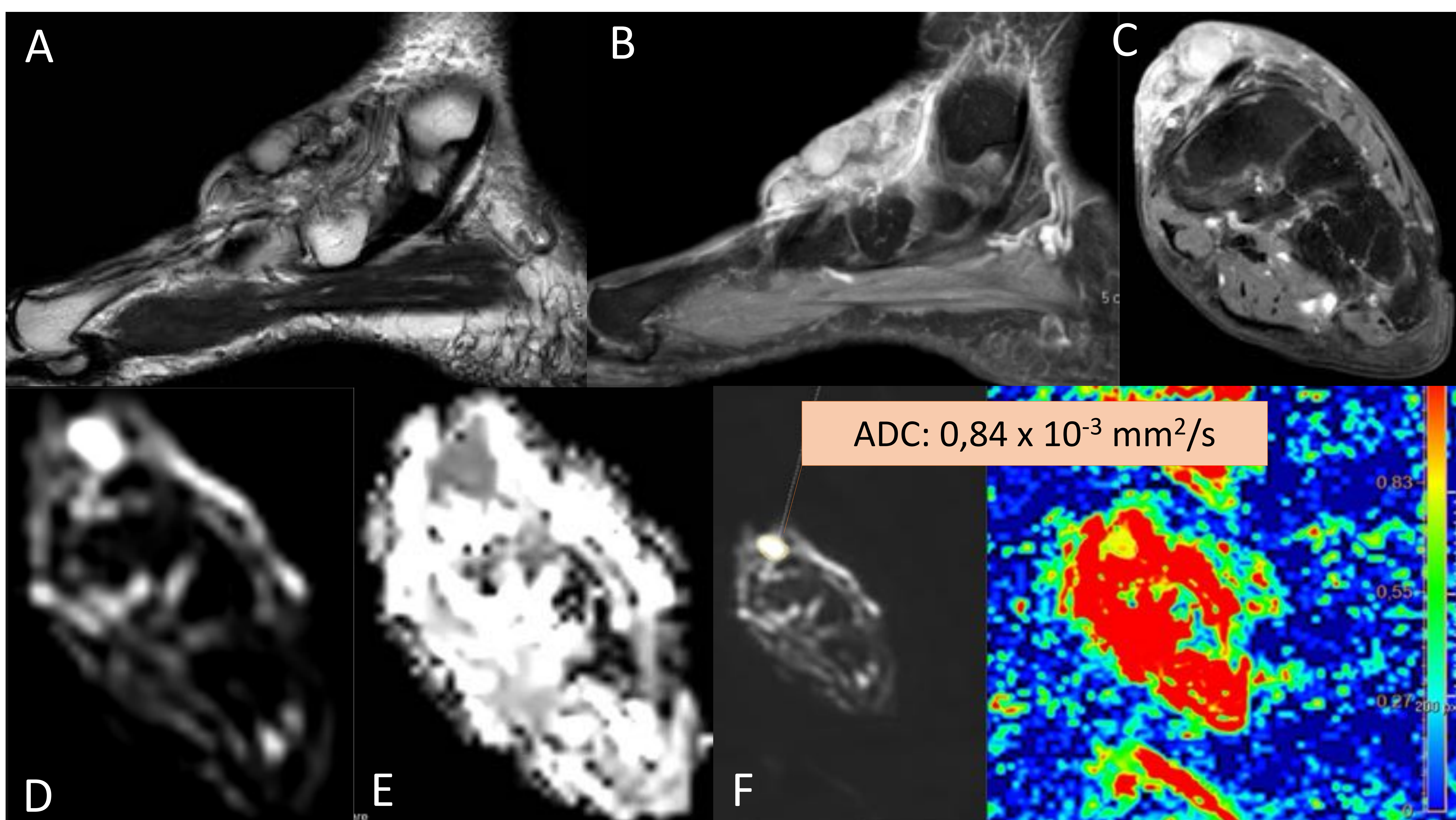


Figura 35. RM de tobillo-pie con leiomiosarcoma. Secuencias sagital T2 (A), sagital y eje corto T1 con contraste (B-C) y difusión (D: DWI, E: ADC, F: posprocesado).

Lesión de partes blandas en la región dorsal del mediopié que muestra contorno mal delimitado, polilobulada, asociando engrosamiento de la piel. Se encuentra en íntima relación con tendones extensores sin extensión a planos profundos. Presenta intensidad de señal heterogénea, principalmente hiperintensa en T2 (A), con realce intenso con civ(B-C). Presenta restricción a la difusión valorándose de forma cualitativa (hiperintensa en DWI e hipointensa en ADC) y cuantitativa (bajos valores de ADC).

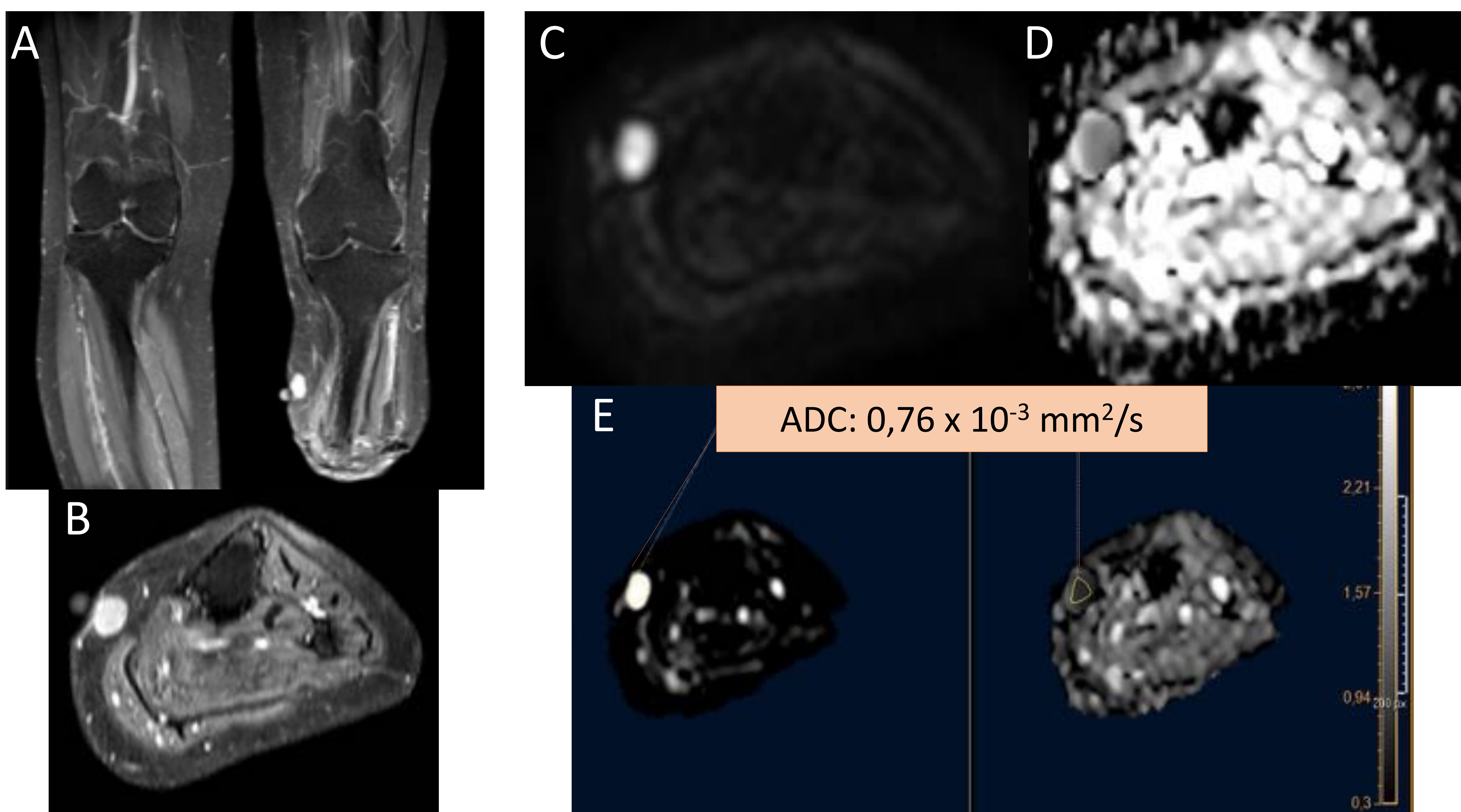


Figura 36. RM de piernas del mismo paciente de la figura anterior tras una amputación del tobillo-pie hace un año. Secuencias coronal y axial T1-SPIR (A-B) y difusión (C: DWI, D: ADC, E: posprocesado).

Lesión de nueva aparición en el tejido celular subcutáneo del muñón de la pierna izquierda, hiperintensa en SPIR (A-B) y con clara restricción a la difusión, obteniendo valores cuantitativos menores que en la lesión primaria inicial (C-E), altamente sugestivo de recidiva tumoral.

A tener en cuenta:

1. No existe un punto de corte de valor ADC a partir del cual podamos decir si un tumor es benigno o maligno.
2. No todos los tumores malignos presentan restricción a la difusión ya que no todos tienen alta celularidad y poca matriz extracelular. Los sarcomas mixoides por ejemplo tienen un alto contenido en mucina con una matriz que contiene gran cantidad de agua lo que permite un mayor movimiento libre de las moléculas de agua [9].
3. No todos los tumores benignos tienen poca celularidad. El TCG por ejemplo es hipercelular.

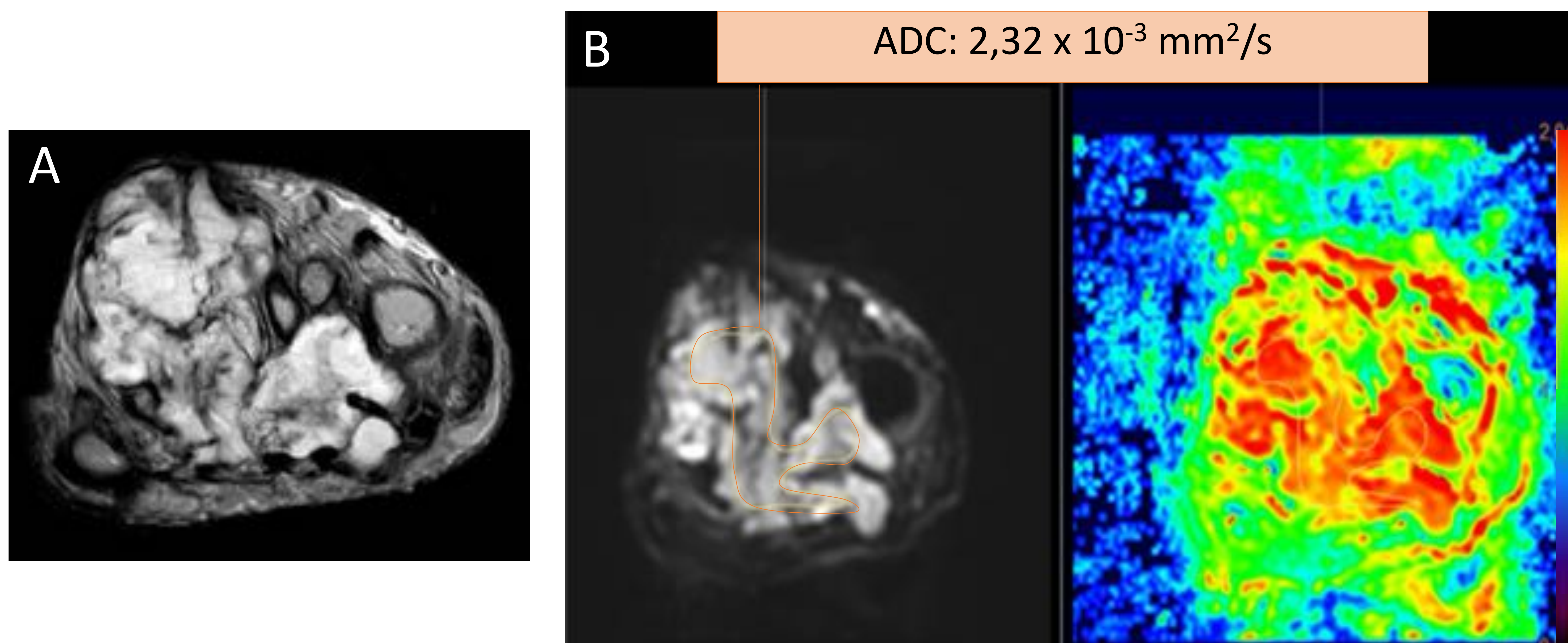


Figura 37. RM de pie secuencias axial T2 (A) y difusión (B).

Voluminoso condrosarcoma mixoide que infiltra y destruye el tercer y cuarto metatarsianos con gran masa de partes blandas que muestra intensidad de señal hiperintensa en T2 (A). Debido a su contenido mixoide no se observa restricción a la difusión con valores ADC altos (B).

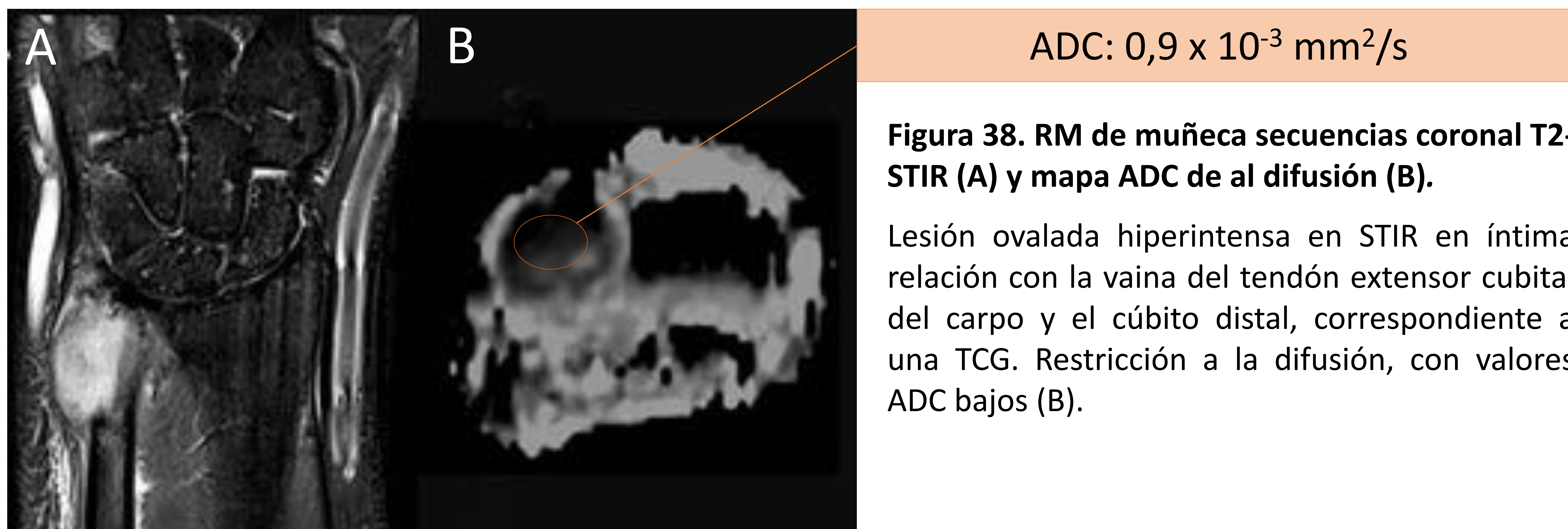


Figura 38. RM de muñeca secuencias coronal T2-STIR (A) y mapa ADC de al difusión (B).

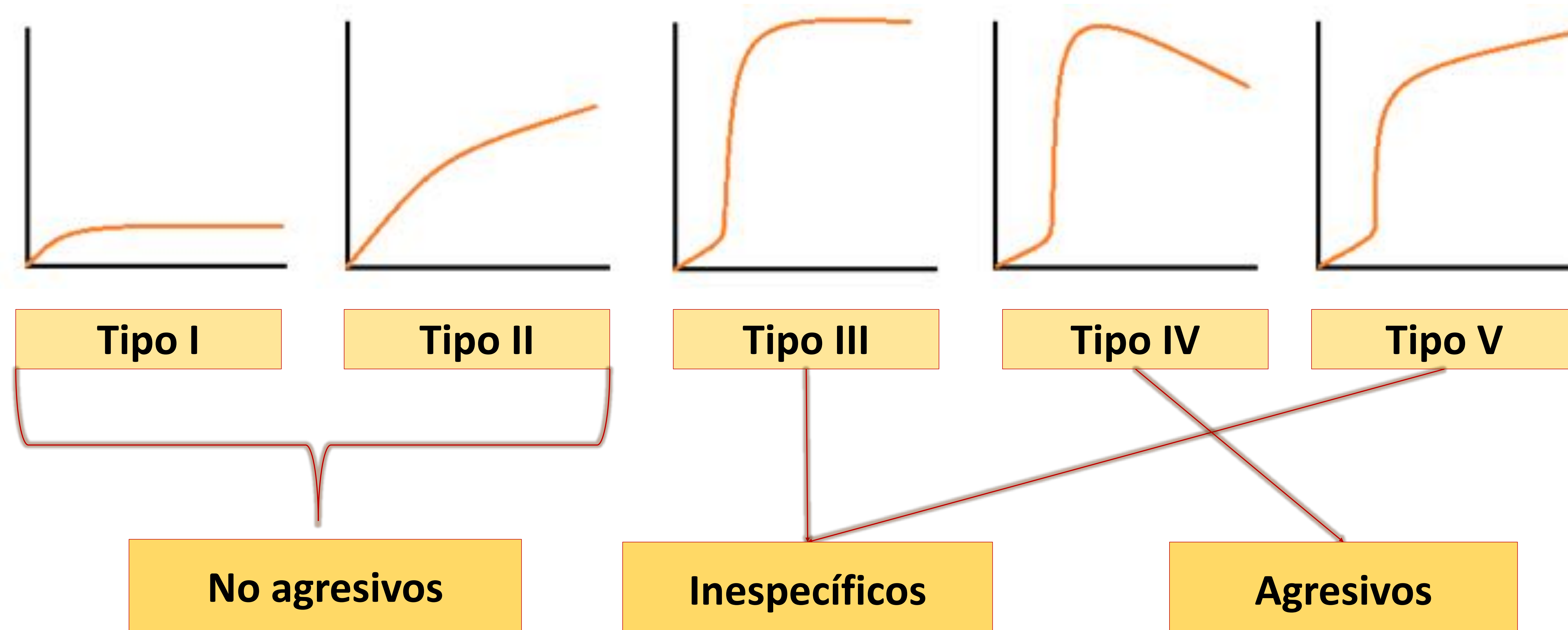
Lesión ovalada hiperintensa en STIR en íntima relación con la vaina del tendón extensor cubital del carpo y el cúbito distal, correspondiente a una TCG. Restricción a la difusión, con valores ADC bajos (B).

Perfusión

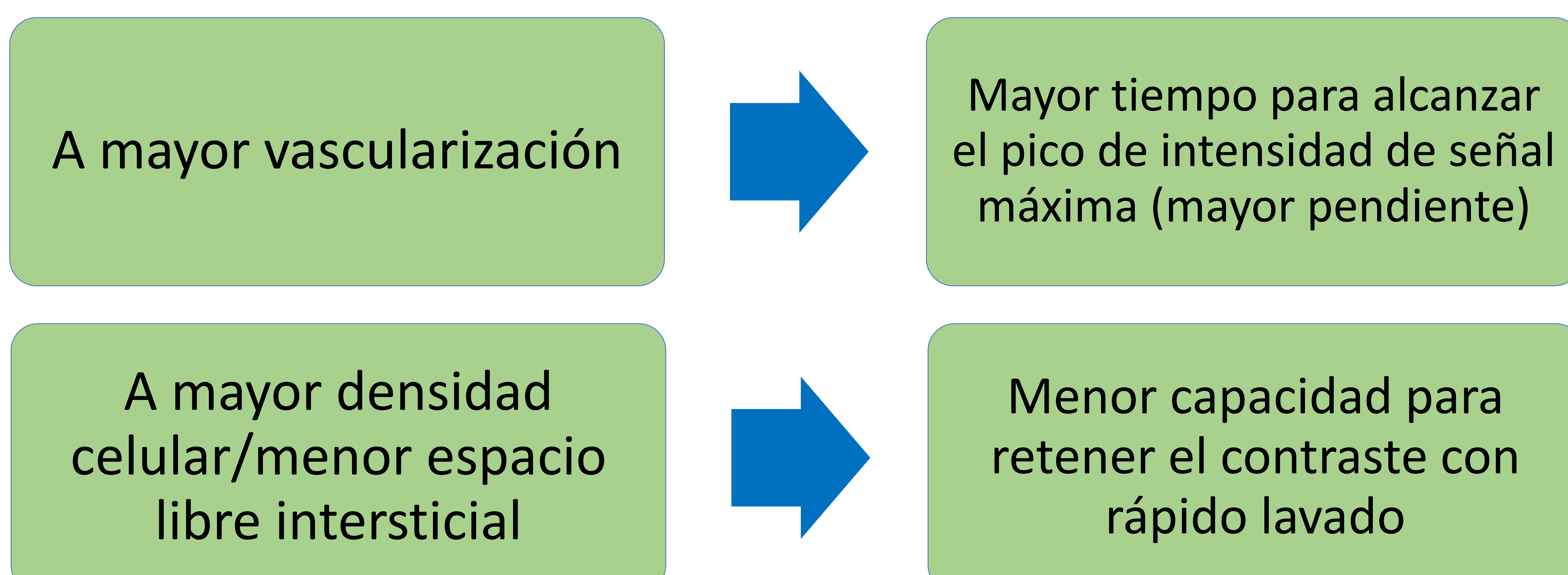
El estudio de perfusión ayuda a diferenciar lesiones benignas de malignas basándonos en patrones de captación y lavado del contraste intravenoso [10]. Los vasos tumorales suelen conformar una red anárquica e ineficaz de vasos finos, frágiles y tortuosos que determinan un aumento de la permeabilidad y de la perfusión tumoral.

Esta secuencia permite estudiar el paso de contraste desde la inyección de un bolo hasta su lavado. Al igual que la difusión, se realiza una valoración:

- **Cualitativa:** a través del análisis visual de un mapa de color.
- **Cuantitativa:** mediante la colocación de un ROI en la región de interés se obtiene una curva intensidad de señal-tiempo [10].



El pico de tiempo donde se alcanza la intensidad de señal máxima se correlaciona con la vascularización, y el tipo de lavado refleja la celularidad del tumor/espacio intersticial [10]:



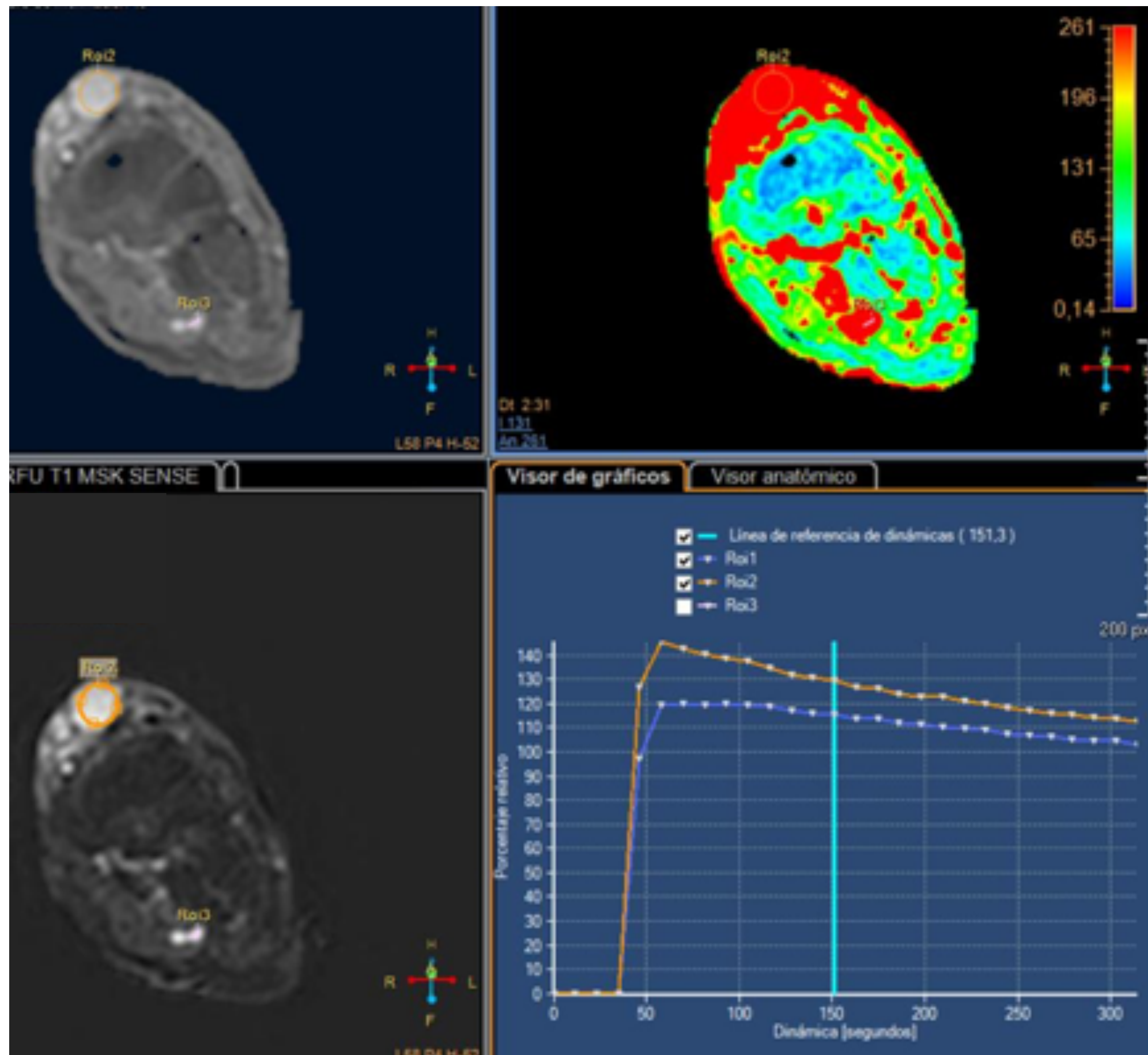


Figura 38. Estudio de RM-perfusión del leiomiosarcoma de la fig. 35.

En el estudio de perfusión se obtienen dos curvas con rápida captación del contraste (pendiente pronunciada), un pico máximo precoz seguido de un ligero descenso correspondiente con un lento lavado del gadolinio. Sería un ejemplo de curvas tipo IV, características de agresividad.

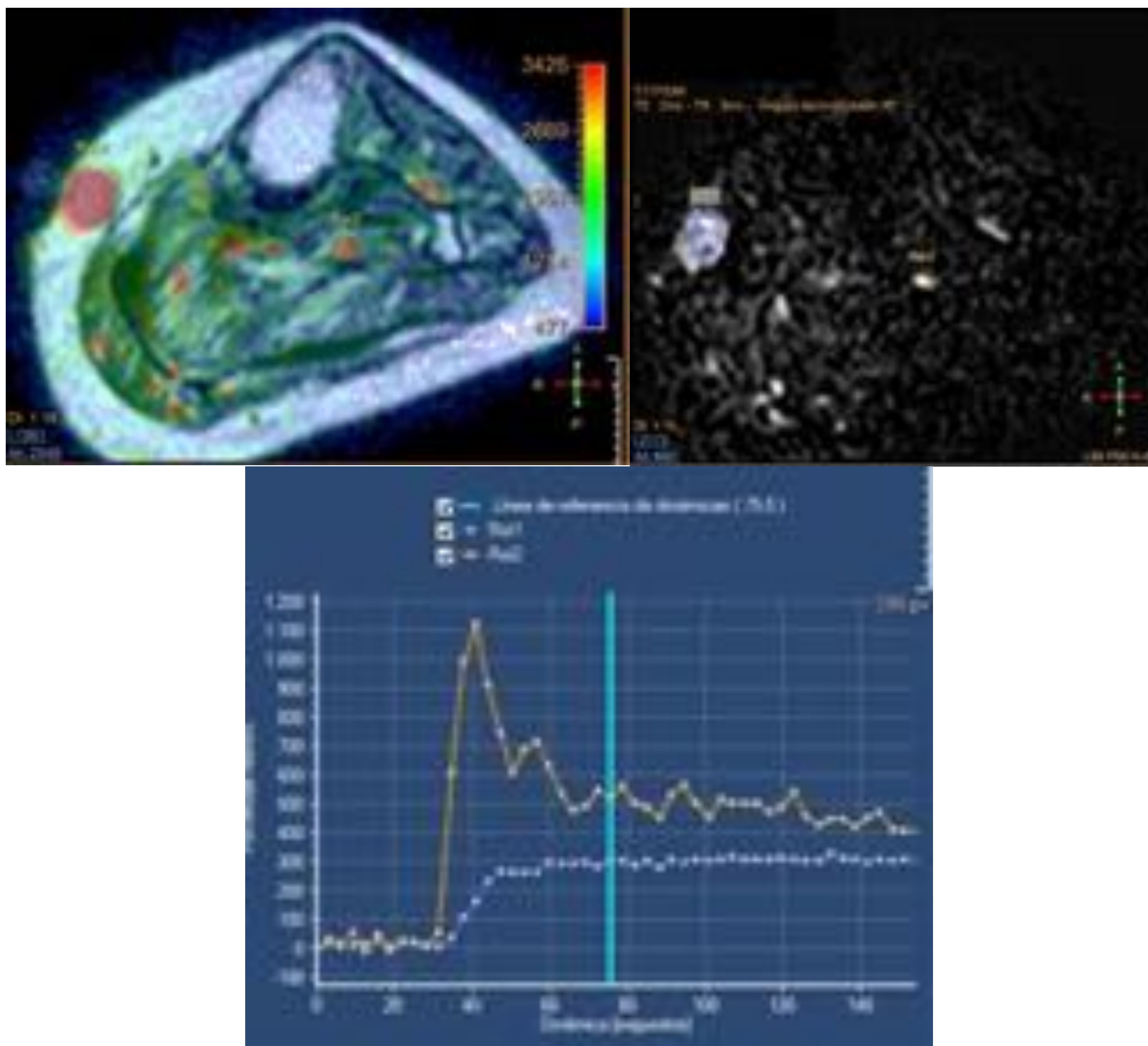


Figura 39. Estudio de RM-perfusión de la recidiva del leiomiosarcoma (fig. 36).

En el estudio de perfusión se ha colocado un ROI en un vaso arterial para obtener una curva modelo (naranja) y otro ROI en la lesión diana el cual muestra una curva (azul) con una rápida captación del contraste para mantenerse luego constante en meseta sin apreciar lavado. Ejemplo de curva tipo III inespecífica.

Las secuencias de difusión y perfusión son útiles para valorar la respuesta al tratamiento y para la detección temprana de recidivas [10].

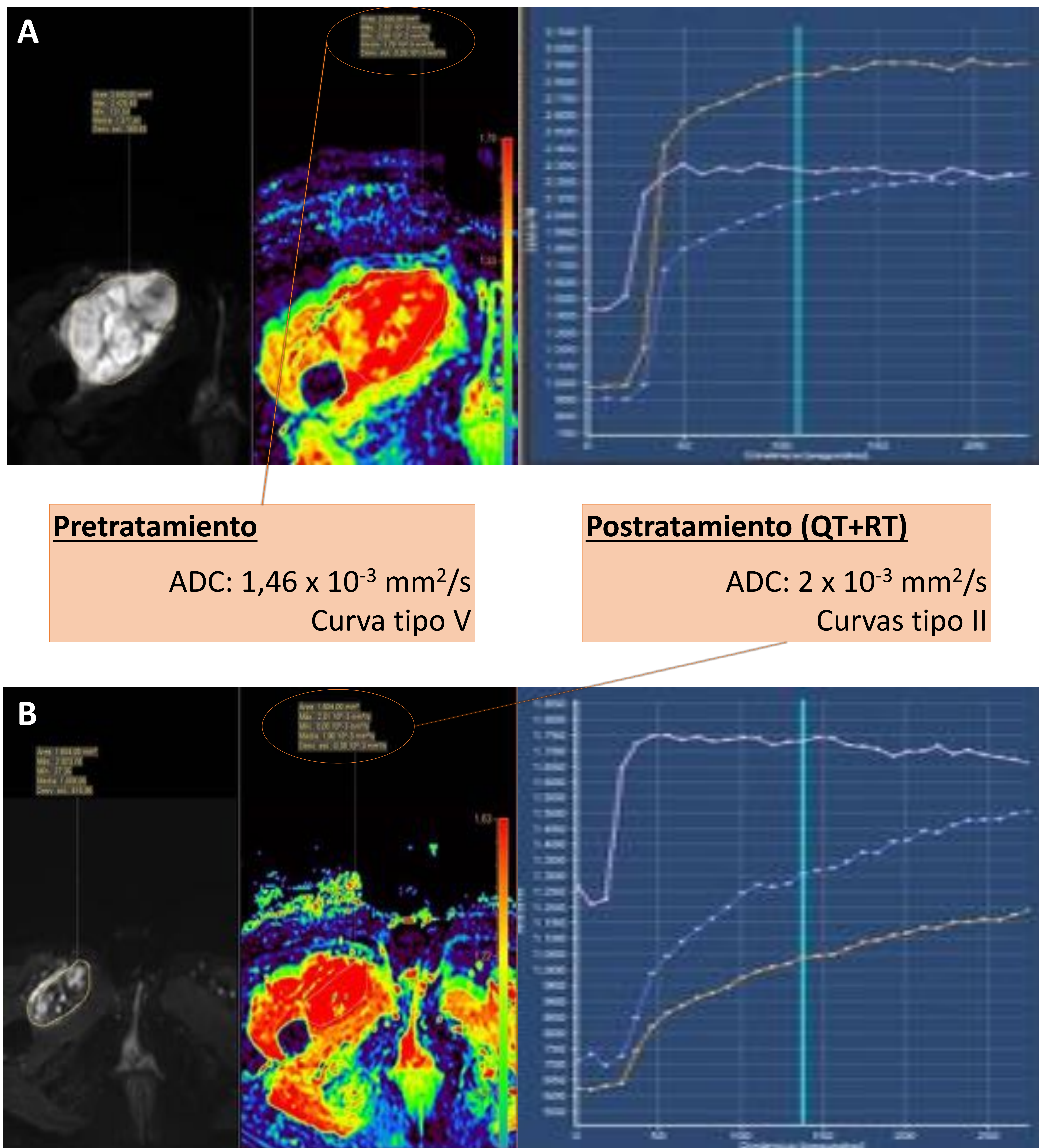


Figura 40. Comparación de valores obtenidos en el estudio de difusión y perfusión realizado pre (A) y post-tratamiento (B) en un mixofibrosarcoma en musculatura pélvica derecha.

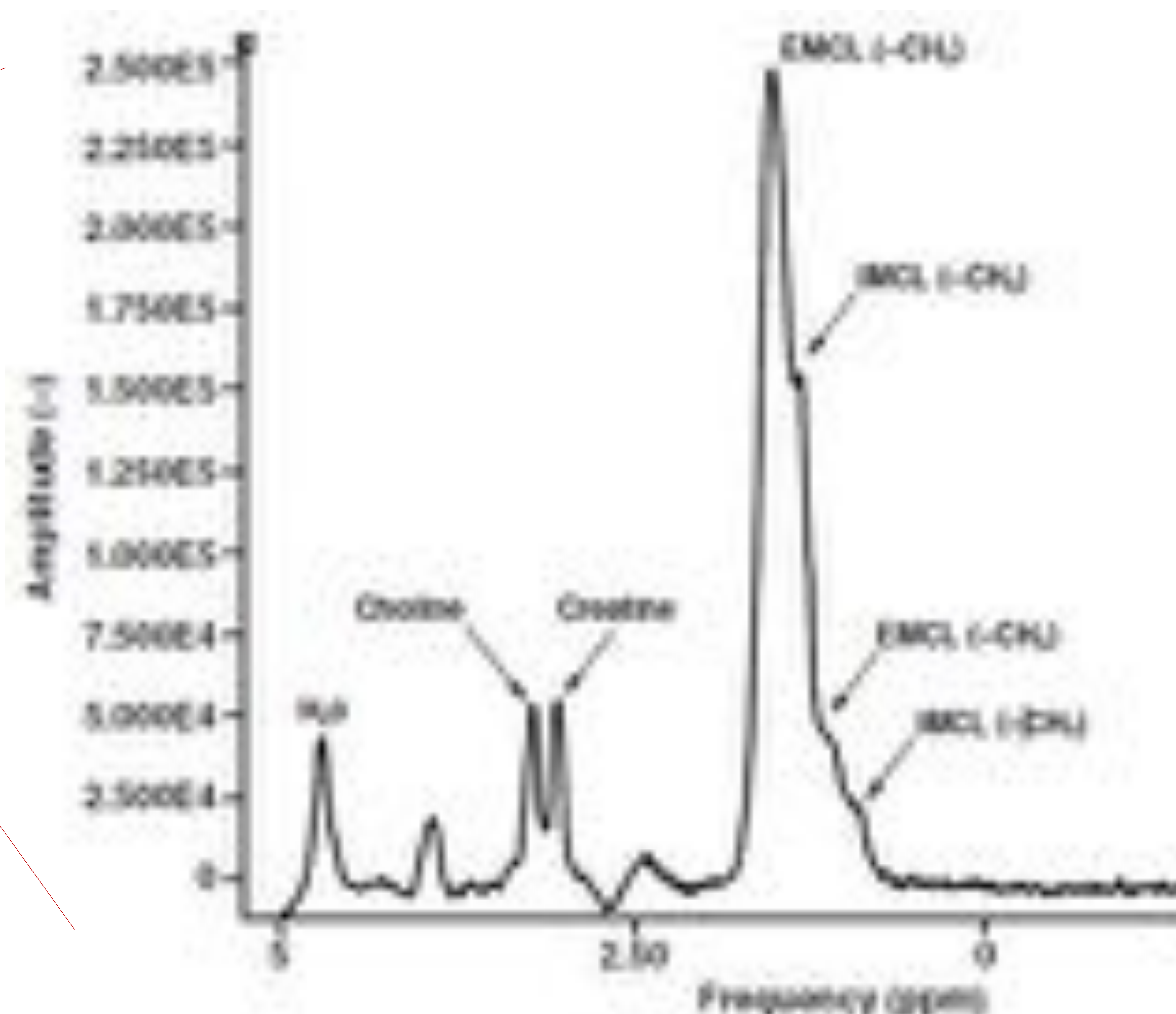
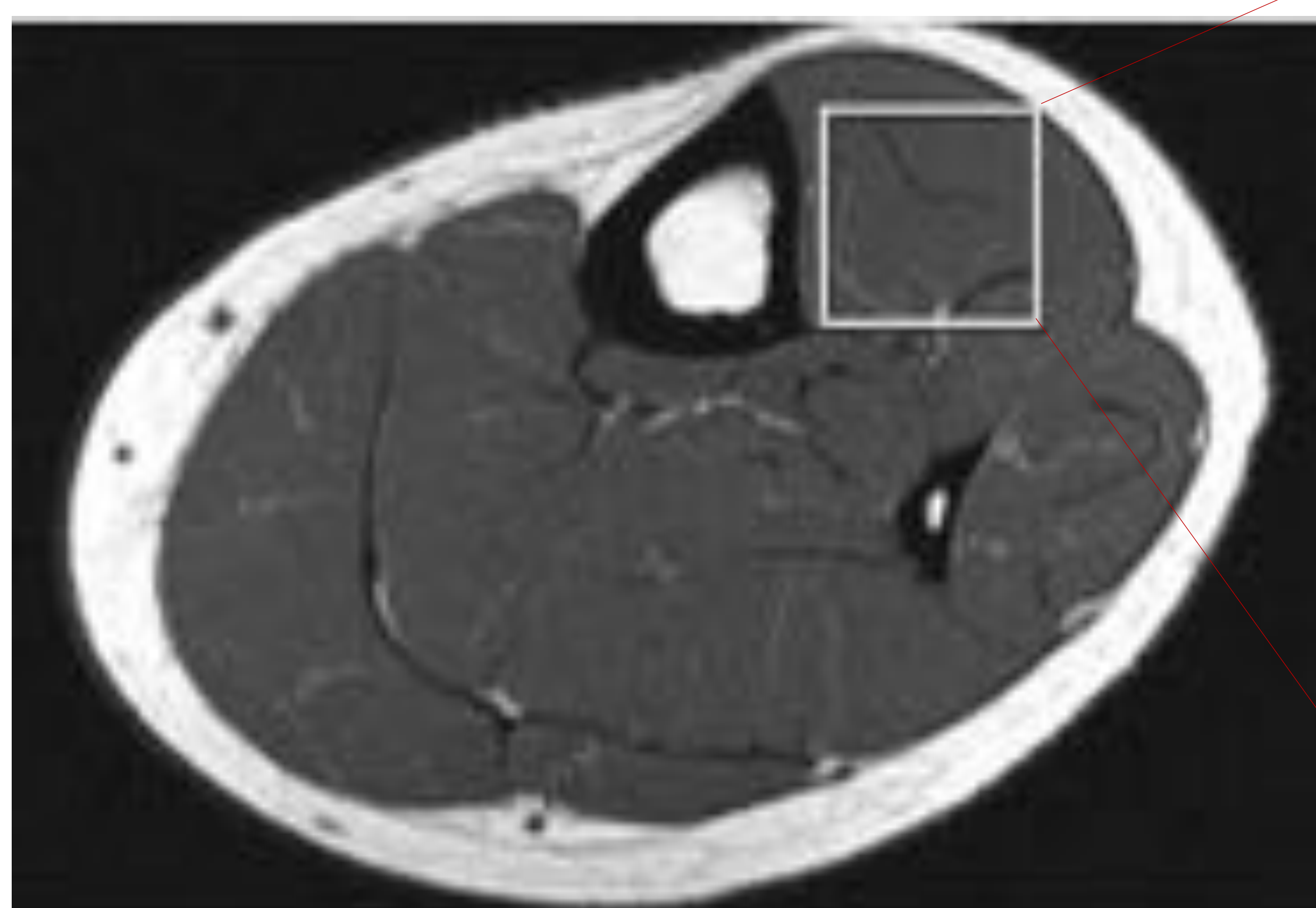
Tras el tratamiento con radioterapia y quimioterapia se observa una menor restricción a la difusión con aumento de los valores ADC en la secuencia de difusión, lo que indica una menor celularidad. La curva de perfusión ha variado (curvas azul y naranja), pasando de ser un tipo V (sugestiva de malignidad) a un tipo II (no agresiva), lo que sugiere menor neovascularización y un mayor componente intersticial. Estos hallazgos traducen respuesta favorable al tratamiento.

Espectroscopia

La espectroscopia permite caracterizar la composición molecular de una región concreta. Detecta la existencia o no de ciertos metabolitos así como el aumento o disminución de los mismos[7].

Actualmente la experiencia de la espectroscopia en tumores de tejidos blandos es limitada, siendo una herramienta prometedora a desarrollar.

La espectroscopia normal en un tejido muscular sano se muestra en la siguiente figura:



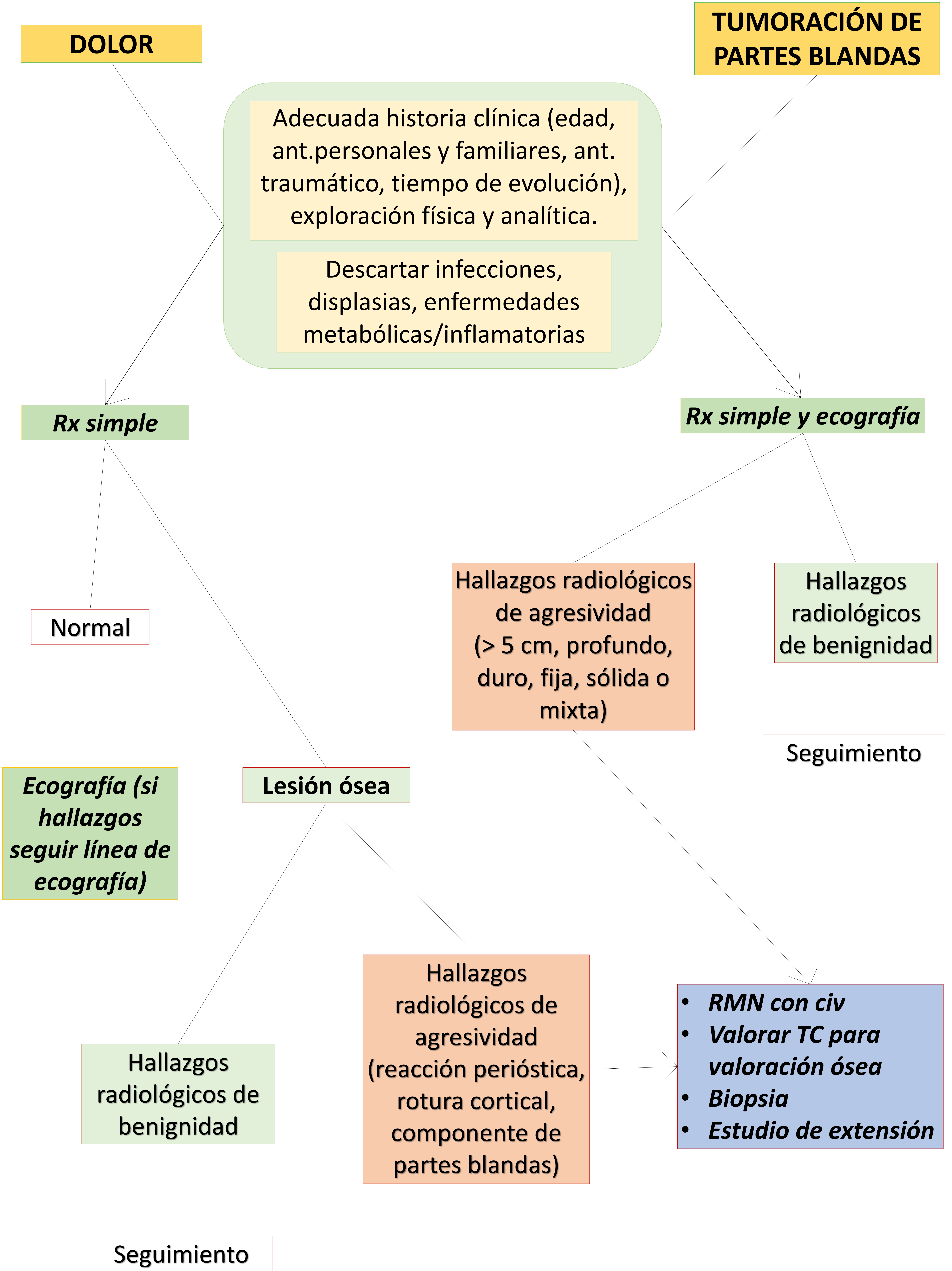
De manera general, se ha comprobado que:

La colina (Cho) y la Trimetilamina (TMA) se incrementan en tumores malignos

Relaciones metabólicas

- Cho / Cr: aumento en los tumores malignos de partes blandas
- TMA / Cr: aumento en los tumores malignos de partes blandas.
- NAA / Cr: no es una relación útil para distinguir tumor de tejidos blandos
- Lip1/Cr: un descenso puede indicar malignidad
- Lip2/Cr: un descenso puede indicar malignidad

ALGORITMO DE ACTUACIÓN RADIOLÓGICA



CONCLUSIONES

- ✓ Los tumores del tobillo-pie son poco frecuentes, predominando los de naturaleza benigna.
- ✓ Debido al bajo índice de sospecha, se produce un retraso en el diagnóstico de neoplasias malignas en esta localización.
- ✓ Es fundamental la comunicación entre el traumatólogo oncológico, el radiólogo y el patólogo para el correcto manejo de estos tumores.
- ✓ Las técnicas de imagen de elección para su estudio son la ecografía y la RM.
- ✓ La Rx simple constituye una primera aproximación diagnóstica.
- ✓ La RM es una técnica de imagen diagnóstica complementaria .
- ✓ Las secuencias morfológicas y avanzadas de RM son útiles para valorar la respuesta al tratamiento.
- ✓ Es importante conocer los hallazgos radiológicos que nos indican agresividad.
- ✓ Disponer de un algoritmo de actuación radiológica nos hace más fácil y eficaz el manejo de estos tumores.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hughes P, Miranda R, Doyle AJ. MRI imaging of soft tissue tumours of the foot and ankle. *Insights Imaging*. 2019;10(1).
2. Ruggieri P, Angelini A, Jorge F, Maraldi M, Giannini S. Review of Foot Tumors Seen in a University Tumor Institute. *J Foot Ankle Surg*. 2014;53(3):282-5
3. Toepfer A, Harrasser N, Recker M, Lenze U, Pohlig F, Gerdesmeyer L, et al. Distribution patterns of foot and ankle tumors: A university tumor institute experience. *BMC Cancer*. 2018;18(1):1-10.
4. Ortiz EJ, García E, Dhimes P, Bueno A, Martel J. Evaluación de las lesiones tumorales de pie y tobillo. *Rev Pie Tobillo*. 2005;19(1):12-31
5. Mascard E, Gaspar N, Brugières L, Glorion C, Pannier S, Gomez-Brouchet A. Malignant tumours of the foot and ankle. *EFORT Open Rev*. 2017; 2(5): 261–71.
6. Chhabra A, Soldatos T. Soft-tissue lesions: When can we exclude sarcoma? *Am J Roentgenol*. 2012;199(6):1345–57
7. Fayad LM, Jacobs MA, Wang X, Carrino JA, Bluemke DA. Musculoskeletal tumors: how to use anatomic, functional, and metabolic MR techniques. *Radiology*. 2012 Nov;265(2):340-56.
8. Miller TT. Bone tumors and tumorlike conditions: analysis with conventional radiography. *Radiology*. 2008; 246: 662–74
9. Nagata S, Nishimura H, Uchida M, Sakoda J, Tonan T, Hiraoka K, et al. Diffusion-weighted imaging of soft tissue tumors: usefulness of the apparent diffusion coefficient for differential diagnosis. *Radiat Med* 2008 Jun;26(5):287-95.
10. Morales JM, Cano A, Sobrino B, Martínez M, Encinas VM. Resonancia magnética dinámica en el diagnóstico de las lesiones tumorales y seudotumorales del sistema musculoesquelético. *Radiología*. 2012;54(1):38-49