

CAUSAS DE METATARSALGIAS

Isabel Carbonell Casañ
Enrique Piera Jiménez
Salvador Costa Hervás

Hospital de Manises.
Valencia

Objetivos docentes:

Definir y valorar la etiopatogenia, frecuencia y características de los hallazgos en resonancia magnética (RM) de los distintos tipos de metatarsalgia, contribuyendo a su filiación y adecuado tratamiento. Desarrollaremos con detalle los hallazgos asociados al Hallux valgus, el síndrome de la placa plantar (PP) y al neuroma de morton, y describiremos los hallazgos en RM de otras causas de metatarsalgia, muchas de ellas con importante participación de factores biomecánicos y de complejo diagnóstico.

Revisión del tema:

Definición de metatarsalgia

- Dolor a nivel de la región anterior del pie donde se localizan las articulaciones metatarso-falángicas (MTF). Constituye la localización más frecuente de dolor en el pie y sus causas pueden ser múltiples. Las causas más frecuentes son, atendiendo a su origen:



I. De origen biomecánico.

- Sobrecarga de todo el antepié.
- Reparto irregular de la carga.
- Deformidades digitales longitudinales.

II. Origen en el antepié.

- Osteoarticulares: enfermedad de Freiberg, fracturas de estrés.
- Partes blandas: bursitis, verrugas, hiperqueratosis.
- Patología del espacio intermetatarsiano: neuroma de Morton, sdr. del 2º espacio IMT, bursitis.

III. De origen sistémico.

- Inflamatorias.
- Vasculares.
- Metabólicas
- Neurológicas.

- En la mayoría de los casos una buena historia y la exploración física junto con estudios radiológicos permiten llegar a un diagnóstico.

- En el estudio radiológico, no debe faltar la Rx simple en carga, pero la RM proporciona una visualización directa de las estructuras anatómicas y suele ser clave en diagnósticos como el neuroma de Morton o el síndrome de la placa plantar.

I - ALTERACIONES BIOMECÁNICAS

- El reparto irregular de la carga como en la insuficiencia del primer radio, provoca sobrecarga de las demás estructuras del antepié. Sus causas: primer metatarsiano corto, **Hallux valgus**, pie plano... y entre sus complicaciones se encuentran la sesamoiditis, la bursitis y la queratosis plantar
- Cualquiera de las fórmulas metatarsales $\text{index plus/plus-minus/minus}$ es normal, siempre que el resto de MT sean menores que el anterior en progresión geométrica (3,6 y 12mm del 2º al 5º MT). Muchas veces se encuentran desproporciones en los MT dos de ellos > a los tres restantes, esto provoca una sobrecarga de los de > tamaño en el 3er rocker.
- Un acortamiento y una elevación de los metatarsianos disminuyen la carga sobre los radios en el 3er y 2º rocker.
- La alineación frontal ó coronal en carga de cada radio será el resultado de su longitud e inclinación.



Arco Plantar normal



- Dependiendo del momento del ciclo de la marcha en que se produce la sobrecarga, clasificamos las metatarsalgias mecánicas en:
 - Metatarsalgias del **segundo rocker** ó roker deltobillo ó de apoyo intermedio
 - Inestabilidad MTF de radios medios....Sd.
 - de la placa plantar ó "plantar plate" (pie cavo, tacón...)
 - El ángulo del Meta es crucial.

Pie equino-varo:
En este caso existe retracción del tendón de Aquiles, de las cápsulas posteriores y de la Aponeurosis plantar.

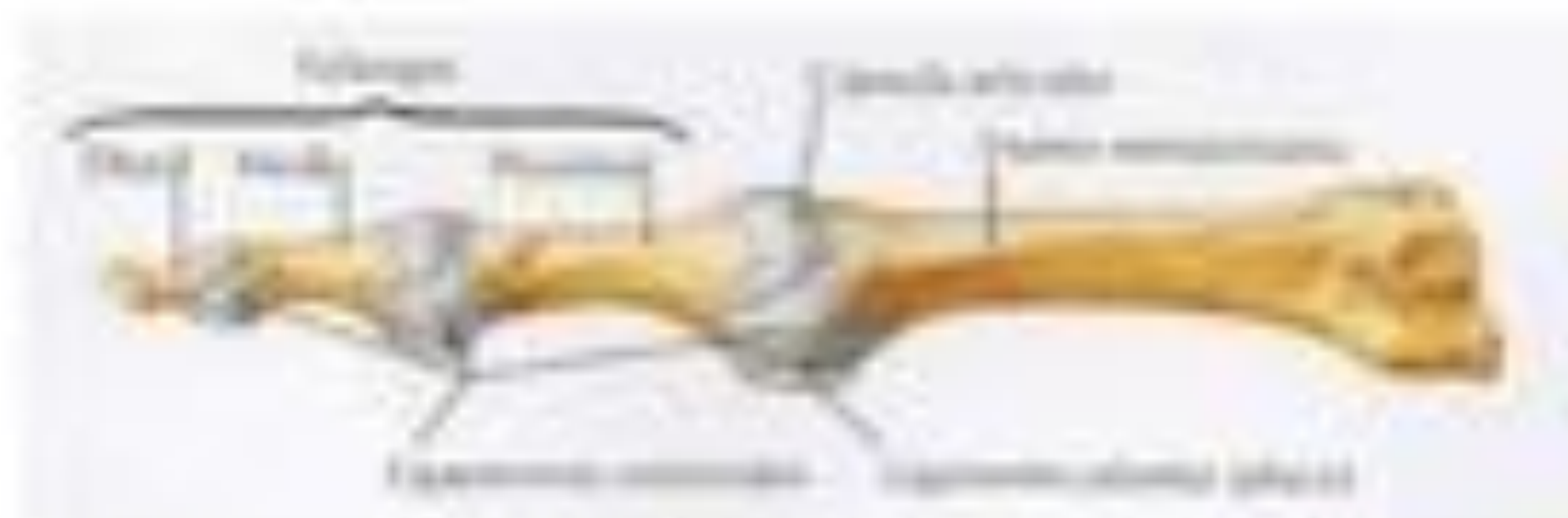


- Metatarsalgias del **tercer rocker** ó rocker de antepié ó propulsiva.
 - Hallux valgus ó insuficiencia del M1,
 - La longitud del Meta es crucial
 son las más frecuentes de carácter crónico



I - ALTERACIONES BIOMECÁNICAS

- La alineación de las articulaciones MTF se mantiene mediante estabilizadores estáticos y dinámicos. Las estructuras estabilizadoras estáticas son la placa plantar (PP), los complejos del ligamento colateral y la cápsula articular.



- Los estabilizadores dinámicos son los músculos y tendones flexores y extensores, y generalmente requieren una placa plantar intacta para funcionar.



- Las pruebas de imagen de las articulaciones MTF se centran en evaluar la integridad de las estructuras estabilizadoras estáticas, debido a su importancia funcional siendo para ello fundamental la resonancia magnética (RM).

Sn. de la Placa plantar

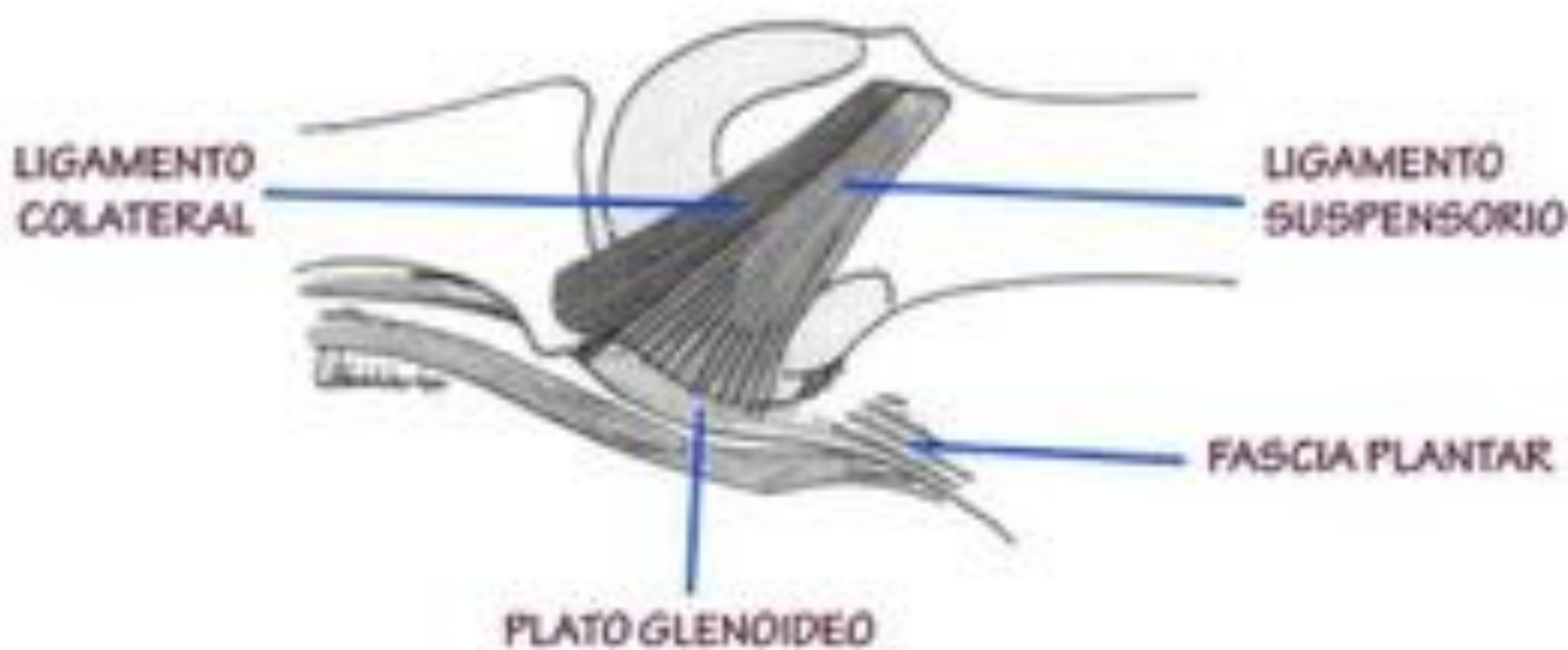
- La placa plantar es una estructura fibrocartilaginosa en forma de banda que se extiende desde la superficie plantar del metatarso distal hasta la base plantar de la falange proximal.
- La placa plantar mide aproximadamente 20 mm de largo, 8 a 13 mm de ancho y 2 a 5 mm de espesor. Las bandas longitudinales distales de la aponeurosis plantar se insertan en la placa plantar.
- El ligamento intermetatarsiano transversal profundo se une a las fibras profundas de la placa plantar a lo largo de sus márgenes medial y lateral.



Datos descriptivos histológicos y anatómicos visualizados en un esquemático dibujo 3D de la leyenda de la placa plantar.: EDL + EDB, extensor digitorum longus/brevis; MT, metatarsiano; EH, fibras del extensor; LCA, ligamento colateral accesorio; LCP, ligamento colateral propio; Ph PR, falange proximal; FS, vaina del flexor; FDL + FDB, flexor digitorum longus/brevis; DTML, ligamento metatarsiano transversal profundo

Sn. de la Placa plantar

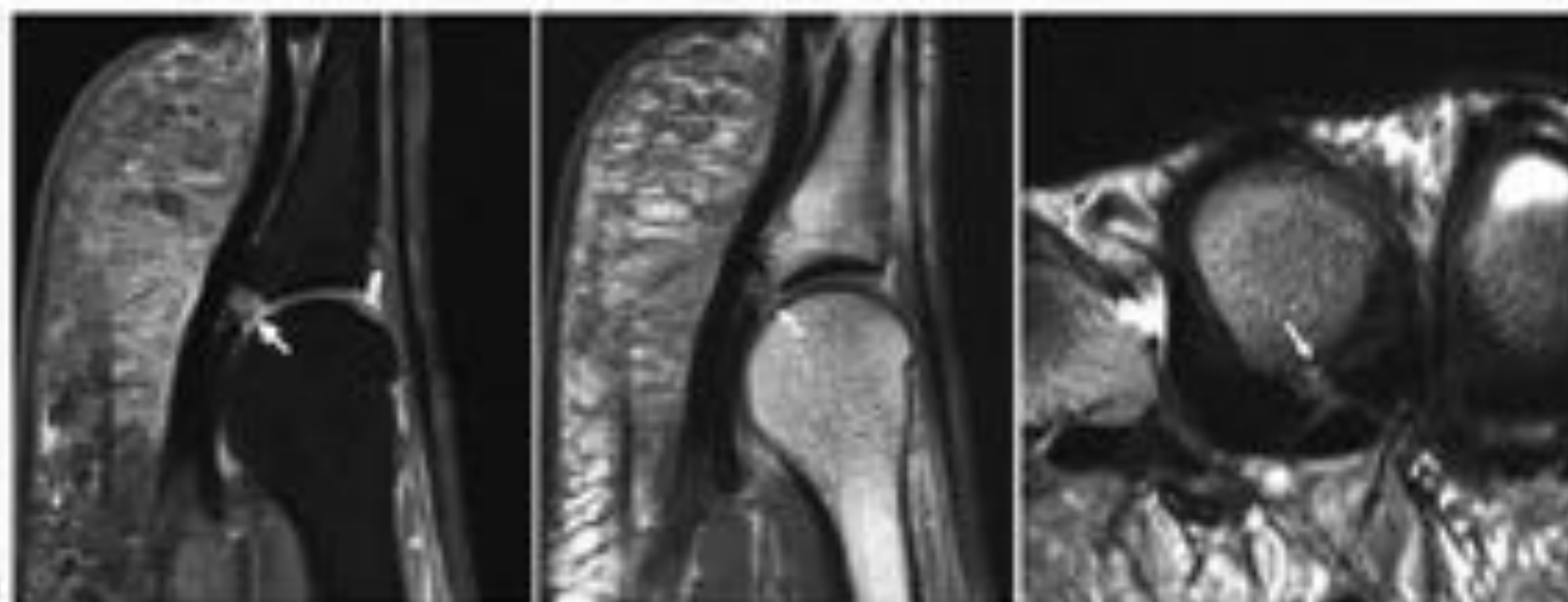
- A ambos lados de la placa plantar están los complejos del ligamento colateral medial y lateral propios. Cada complejo del ligamento colateral se puede separar anatómicamente en dos componentes principales, ambos originados del tubérculo dorsal de la cabeza metatarsal.
- El componente dorsal se inserta en la base de la falange proximal, y comúnmente se denomina ligamento colateral propio, frecuentemente abreviado como PCL.
- El componente plantar es una estructura delgada y más ancha que se inclina oblicuamente para insertarse en el margen periférico de la placa plantar. Esto se denomina comúnmente ligamento colateral accesorio, frecuentemente abreviado como ACL. (Los sinónimos incluyen ligamento suspensorio o ligamento metatarsoglenoide).



La representación tridimensional de las estructuras anatómicas en la 2ª y 4ª articulaciones metatarsofalángicas representa las estructuras estabilizadoras estáticas que incluyen la placa plantar (PP), el ligamento colateral adecuado (LCP), el ligamento colateral accesorio (LCA), la cápsula fibrosa (C) y la transversa profunda ligamento metatarsiano (DTML). Las estructuras adicionales representadas incluyen las bolsas intermetatarsianas (B), tendón interóseo dorsal (D), extensor corto de los dedos (EDB), extensor largo de los dedos (EDL), expansión extensora (EE), Flexor digitorum brevis (FDB), flexor largo de los dedos (FDL), paquete neurovascular (NVB), tendón lumbrico (L), tendón interóseo plantar (P), ligamento metatarso transversal superficial (STML).

Sn. de la Placa plantar

- La sobrecarga de la misma se produce por:
 - Hallux-valgus muy pronunciado
 - sobrecarga del 2º Metatarsiano (suele ser más largo)
 - zapatos de tacón alto (hiperextensión MTF)
 - pies cavos (dedos en garra)
- La clínica es de metatarsalgia que aparece desde la distensión a la rotura de la placa plantar en diferentes grados.
- La resonancia magnética (RM) a menudo es útil en el diagnóstico. La placa plantar intacta es hipointensa en todas las secuencias y de morfología uniforme. El receso de la placa plantar de la articulación MTF es una variante normal que puede socavar ligeramente la inserción en la FP de la placa plantar, y puede acentuarse si existe líquido sinovial en la articulación.



Hendidura en la línea media de la inserción de la PP a nivel de la FP (a) discretamente hiperintensa en estudio sagital DP fat sat, (b) en estudio sagital T2 SE y (c) en estudio coronal T2 SE (flechas blancas), que no debe interpretarse como patológica.



Placa plantar normal



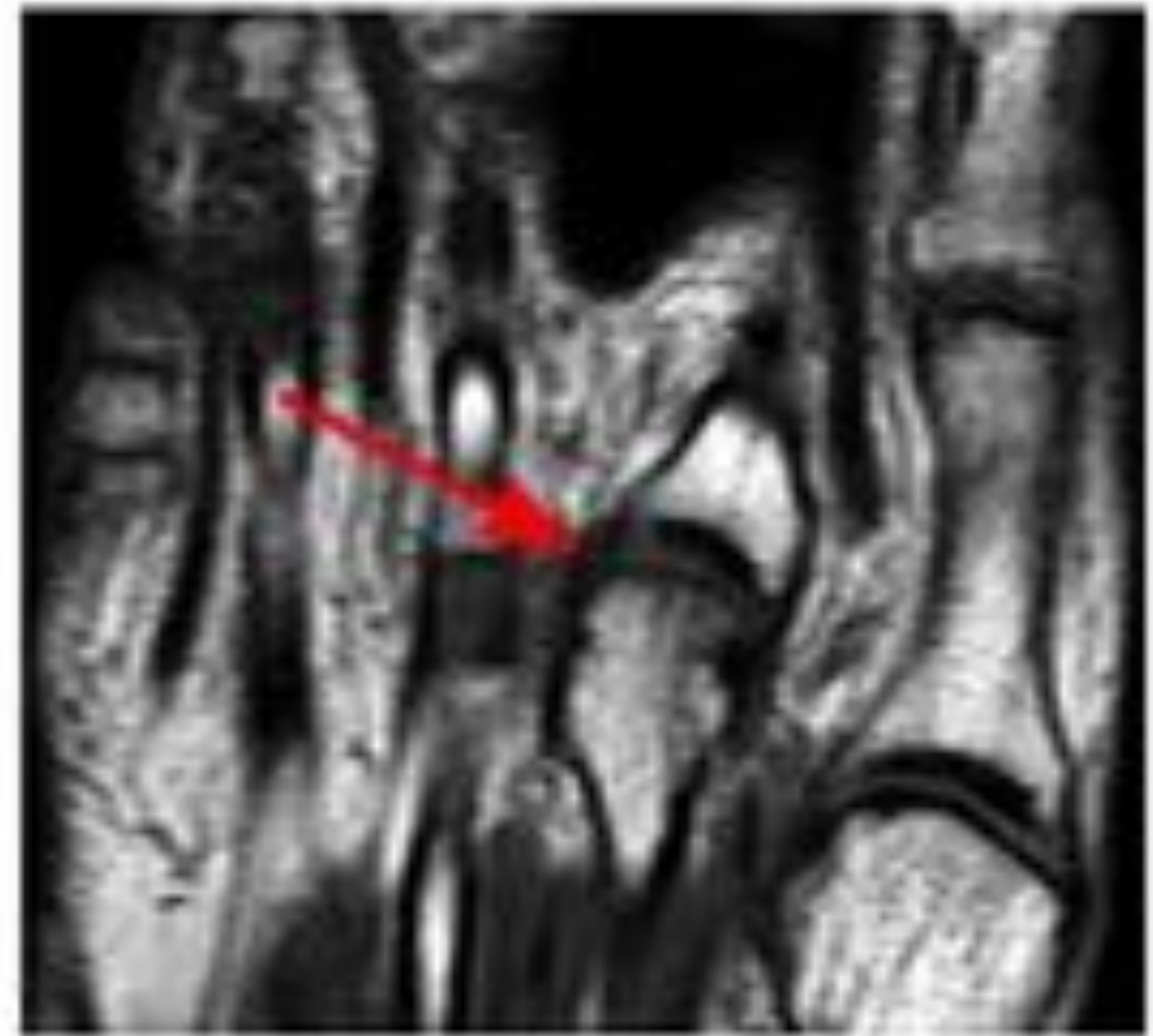
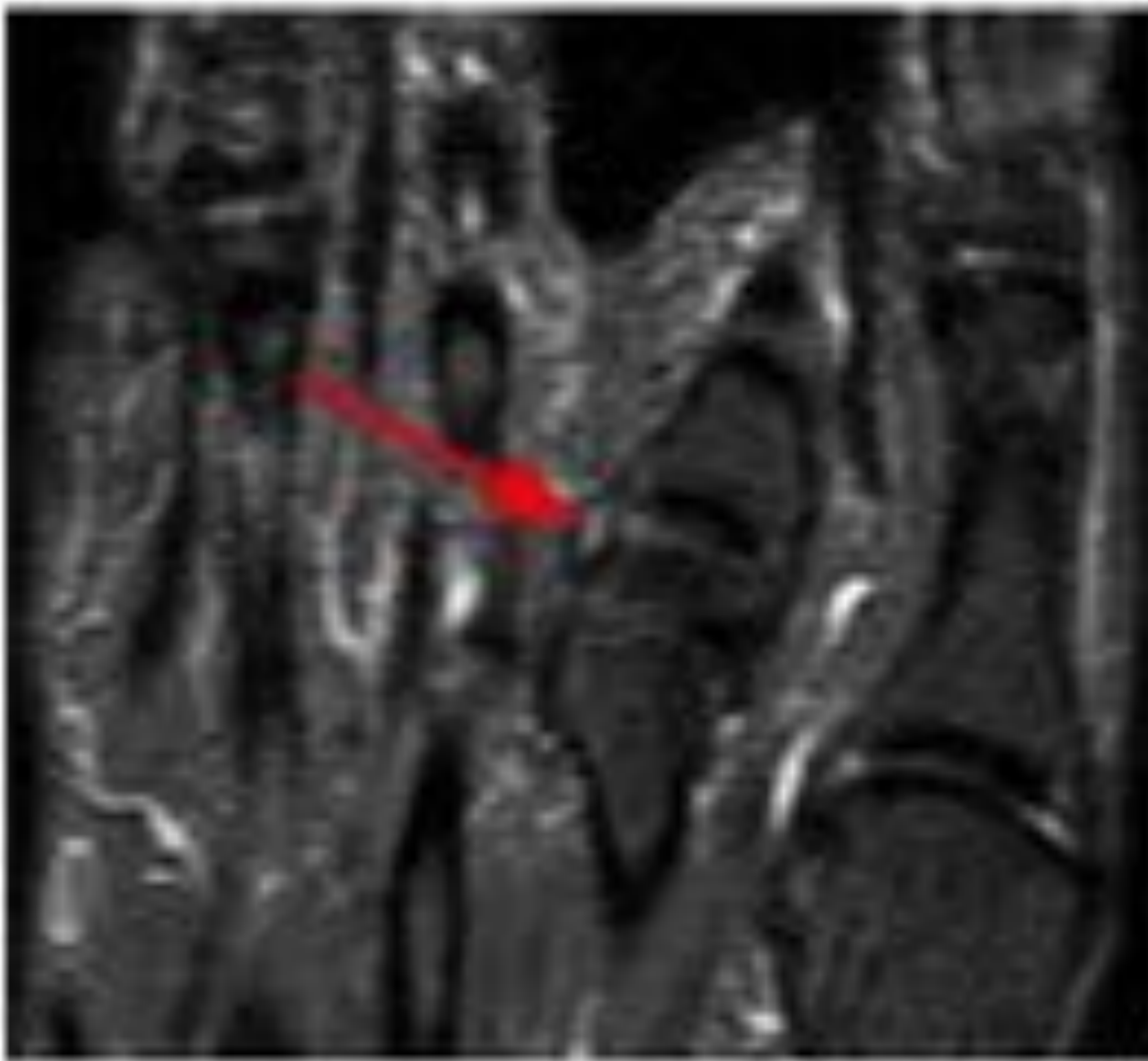
Placa plantar distendida



Placa plantar rota con luxación de la FP (G3)

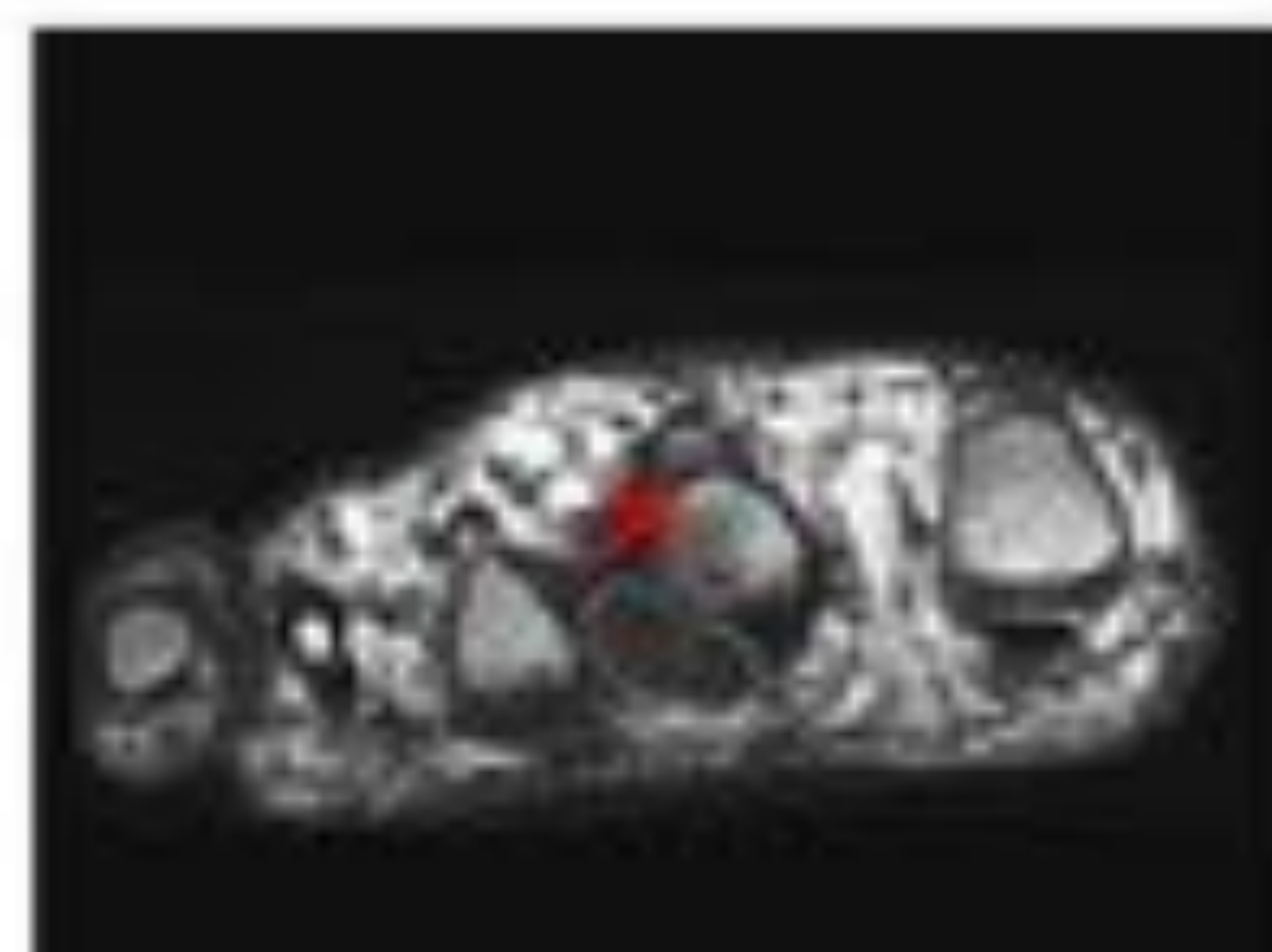
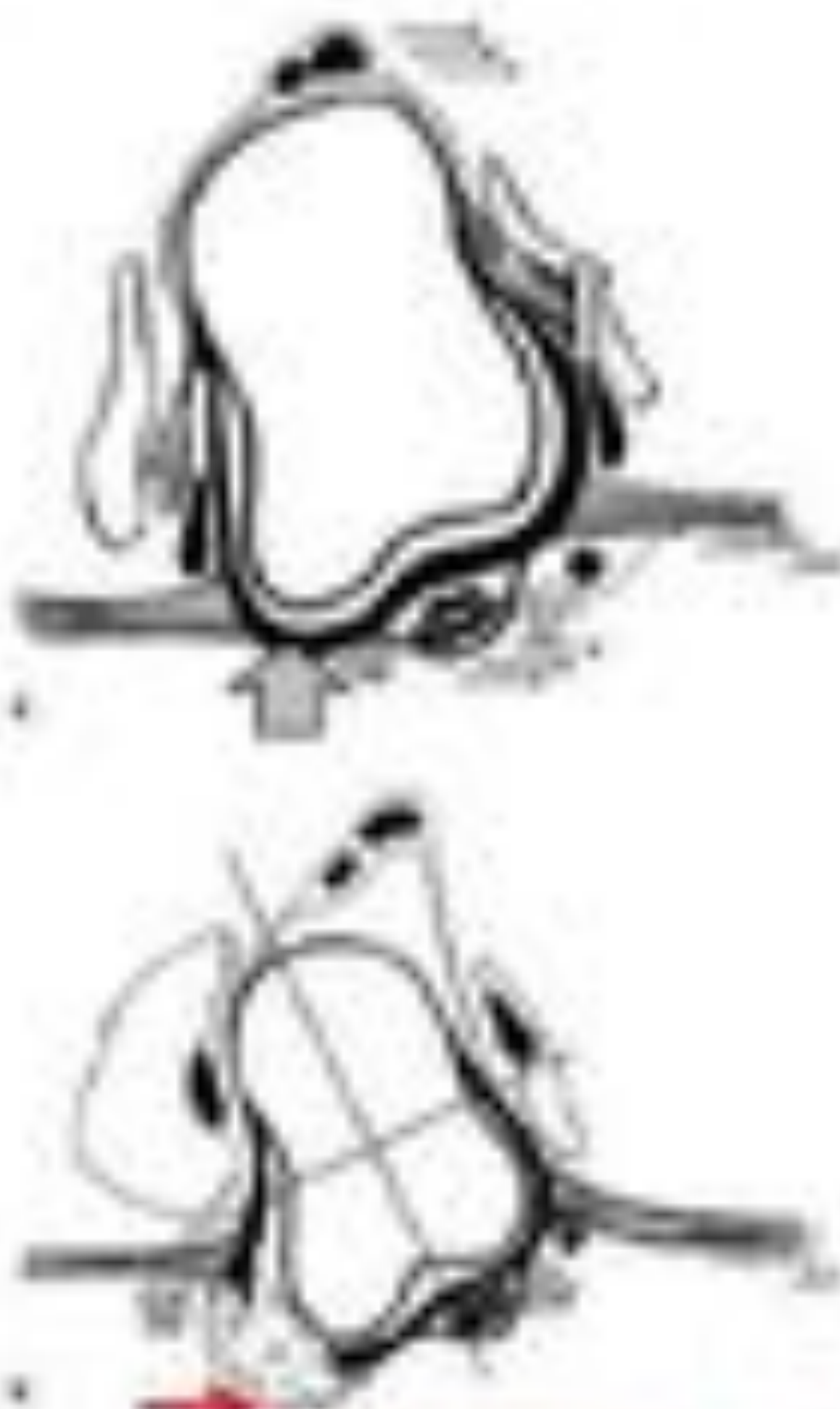
Sn. de la Placa plantar

- A medida que progresa la inestabilidad, los complejos del ligamento colateral propio pueden distenderse y desgarrarse, generalmente en la vertiente lateral (↘).



Imágenes axiales STIR e T1. Desgarro parcial de alto grado del ligamento colateral lateral (flechas), con desviación medial del segundo dedo del pie. Nótese el segundo metatarsiano alargado comparado con el primer metatarsiano, que puede predisponer a la inestabilidad.

- Los desgarros del ligamento colateral lateral pueden provocar desviación dorsal y medial del dedo del pie, causando una "deformidad cruzada" objetivando el segundo dedo que se desvía dorsalmente sobre el dedo gordo del pie (✿). También puede haber una subluxación medial asociada de los tendones flexores de los dedos.

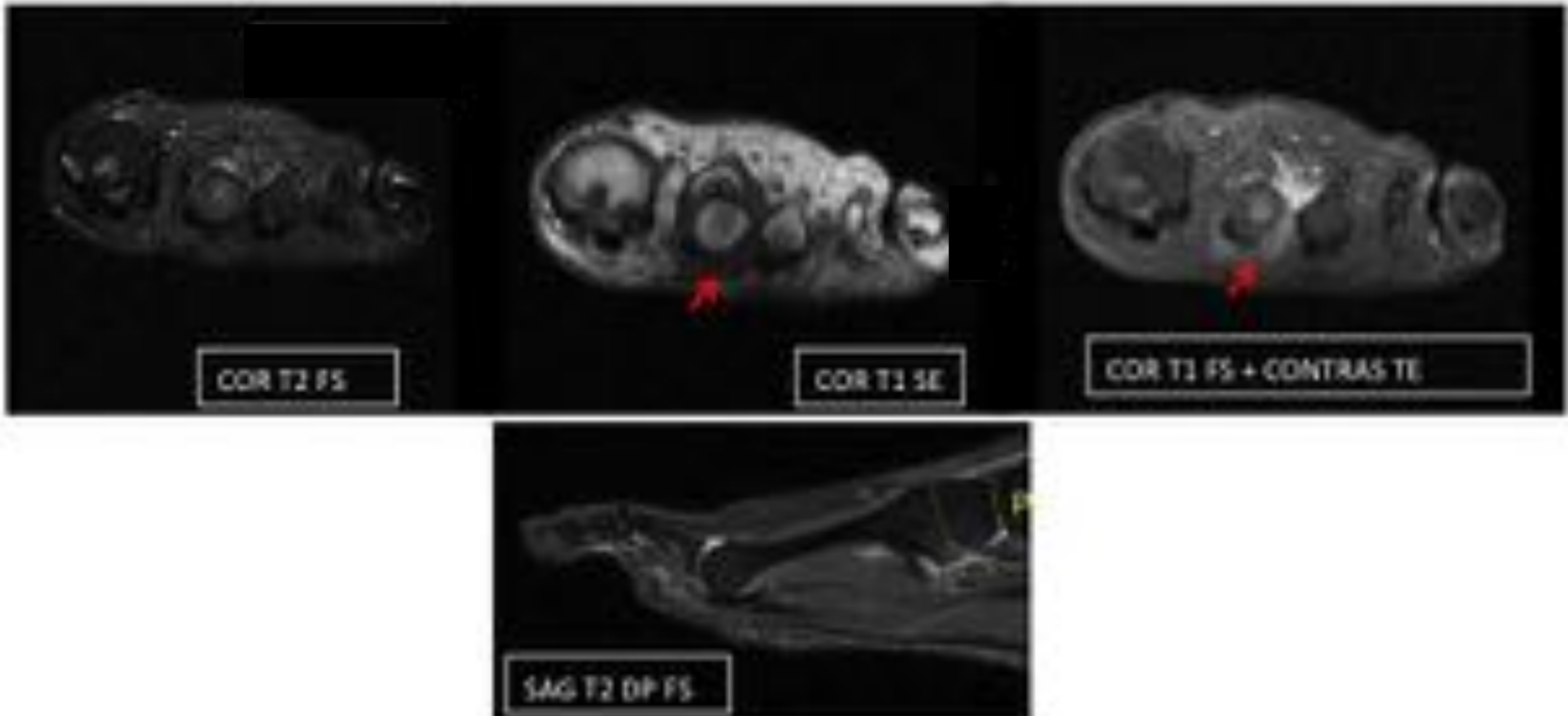


La rotura crónica de la pp se objetiva como un aumento de espesor del manguito fibroso, parcial o global, de intensidad de señal que varía según su cronicidad, siendo en fases tardías hipointensa en todas las secuencias, por tratarse de tejido cicatricial (↗).



Una rotura crónica unilateral podría confundirse con un **neuroma de Morton**, siendo el realce tras administración de contraste distinto en ambas entidades (plantar y focal en el neuroma y yuxtaarticular a la pp rota focal o dircunferencial).

Sn. de la placa plantar



Engrosamiento del manguito fibroso de la placa plantar de la 2ª articulación MTF de predominio lateral, que se aprecia mejor en la secuencia coronal T1, y presenta realce difuso yuxtaarticular tras administración de contraste en estudio T1 fat sat (➤), como corresponde a la fibrosis secundaria a la rotura crónica de la PP. En la secuencia T2 DP FS sagital, la rotura



Engrosamiento del manguito fibroso de la placa plantar de la 2ª articulación MTF, que se aprecia mejor en la secuencia coronal T1, (➤), como corresponde a la fibrosis. En la secuencia T2 DP FS sagital, existe luxación dorsal G2 de la falange proximal (✳), con edema en márgenes articulares por sobrecarga mecánica. Estos hallazgos son signos de rotura de la placa plantar de carácter crónico.

Existen 4 grados de inestabilidad de la articulación MTF en relación con mayor o menor grado de afectación de la placa plantar, por lesión asociada de de los ligamentos colaterales propios (LCP):

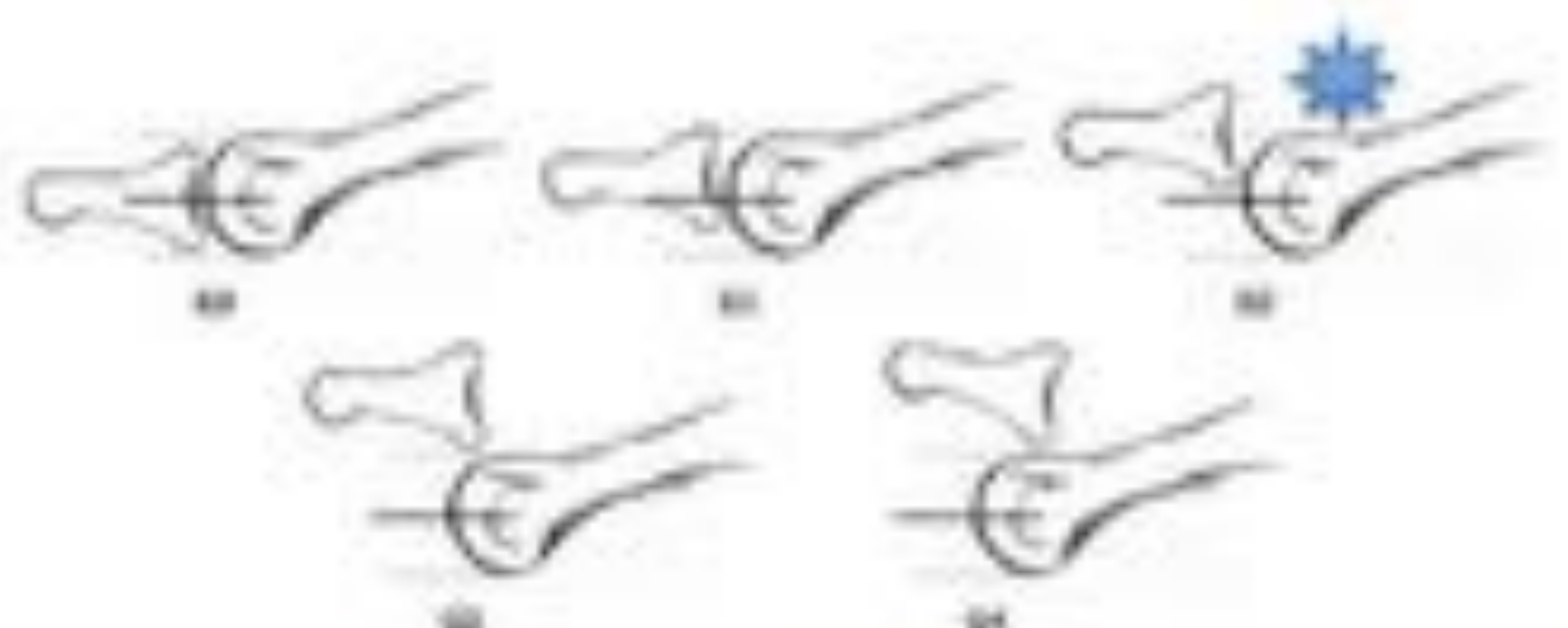


Fig. 6 The 2nd MTF joint drawer test (Bartholomew-Thompson) and its grades: 0, stable joint; 1, mild instability (subluxation); 2, moderate instability; 3, severe instability (dislocation); 4, dislocated joint.

Patología del espacio intermetatarsiano

- La inestabilidad de la articulación metatarsofalángica secundaria a la lesión de la PP, es una causa tratable de dolor en el antepié que puede coexistir con otras como: fracturas por estrés, queratosis plantar, neuroma interdigital y bursitis intermetatarsiana y adventicial, por afectación de las estructuras del espacio intermetatarsiano



NEUROMA DE MORTON

- El neuroma de Morton no es una verdadera neoplasia. Un verdadero neuroma representa una proliferación de tejido nervioso, ya sea como una neoplasia primaria o en respuesta a la amputación del nervio. En el neuroma de Morton, existe edema del nervio digital común y fibrosis perineural que dan como resultado un aumento de espesor de carácter nodular, pero no a una verdadera neoplasia.



- Es muy probable que el neuroma de Morton represente un síndrome de pinzamiento del nervio digital plantar común al atravesar el ligamento intermetatarsiano por un espacio relativamente pequeño entre las cabezas de los metatarsianos. El pinzamiento ocurre cuando este espacio se ve comprometido aún más de forma crónica. El neuroma de Morton ocurre más comúnmente en el tercer espacio intermetatarsiano, seguido por el segundo.

NEUROMA DE MORTON

- Anatómicamente, el segundo y tercer espacios intermetatarsianos son más pequeños que el primer o cuarto espacios. Las mujeres jóvenes y de mediana edad son las más comúnmente afectadas, de ahí a la creencia de que los zapatos demasiado ajustados en la región de los dedos y los tacones altos contribuyen a la formación de neuromas. Los atletas que utilizan en gran parte de su actividad la planta del antepie, como los velocistas, también tienen mayor riesgo.

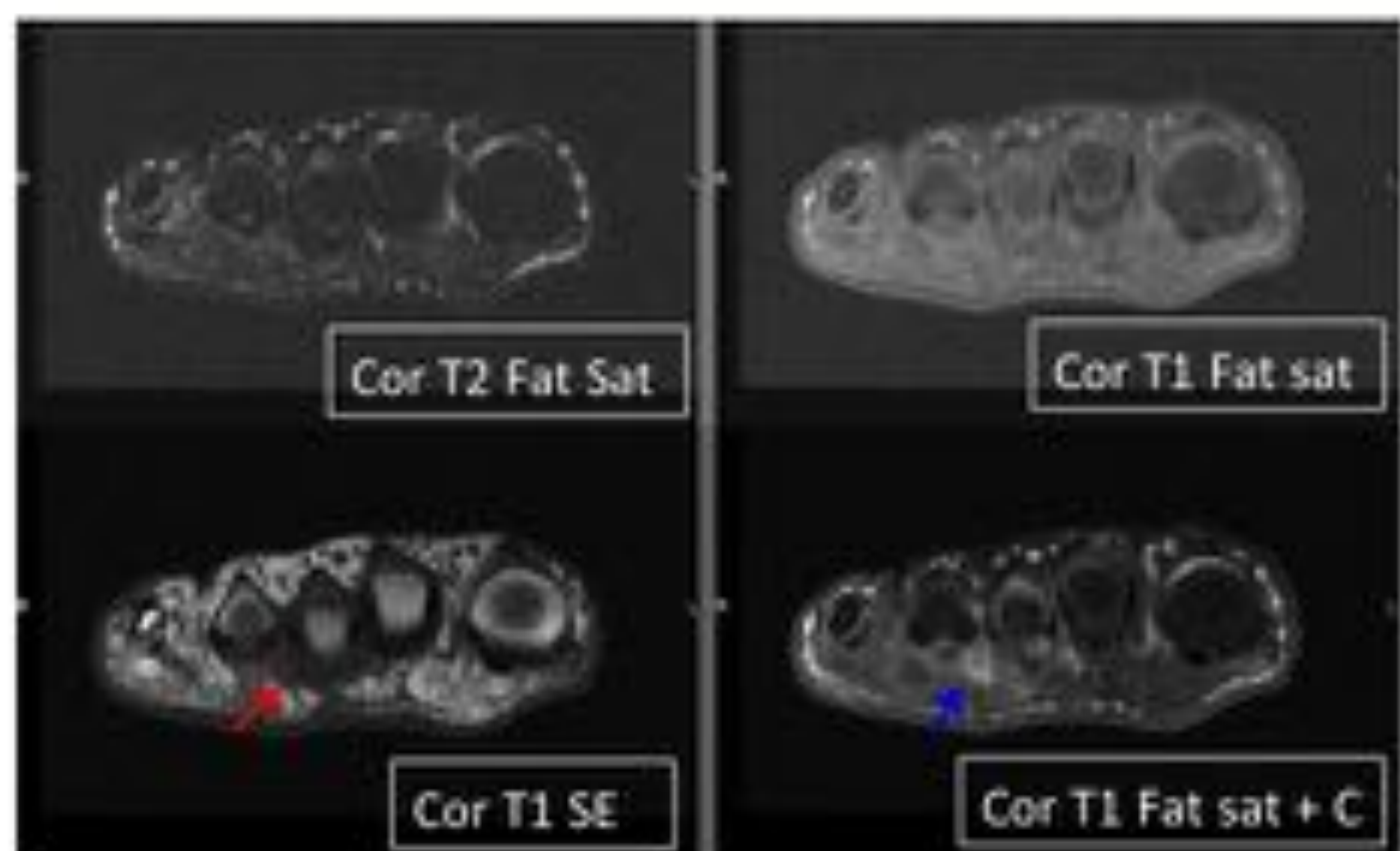


Maniobra de Mulder

- Su clínica característica es un dolor lancinante que se exagera con el calzado estrecho, alivia al quitarse el calzado, y se acompaña de disestesias. En la exploración la compresión del arco transversal anterior del pie (maniobra de Mulder), en las cabezas de los metatarsianos, desencadena el dolor; al igual que cuando presionamos el espacio interdigital. Su localización más habitual el tercer espacio intermetatarsiano, más rara en el segundo y excepcional en el primero y cuarto espacios.
- En RM el neuroma de Morton se objetiva como una masa de partes blandas en forma de lágrima entre las cabezas de los metatarsianos, que se proyecta hacia abajo en la grasa subcutánea plantar y se localiza en el lado plantar del ligamento intermetatarsiano.
- La masa es típicamente de intensidad de señal intermedia en imágenes potenciadas en T1. En las imágenes potenciadas en T2, la fibrosis da como resultado una intensidad de señal relativamente baja.
- Puede asociar líquido en la bursa intermetatarsiana adyacente, secundario a la inflamación asociada. Aunque el líquido en la bursa intermetatarsiana es común en la población asintomática, es más probable que las colecciones más grandes (más de 3 mm en dimensión transversal) se asocien con el neuroma de Morton.
- La RM con gadolinio mejora notablemente la visibilidad del neuroma, que realza de forma focal con bordes imprecisos.



NEUROMA DE MORTON



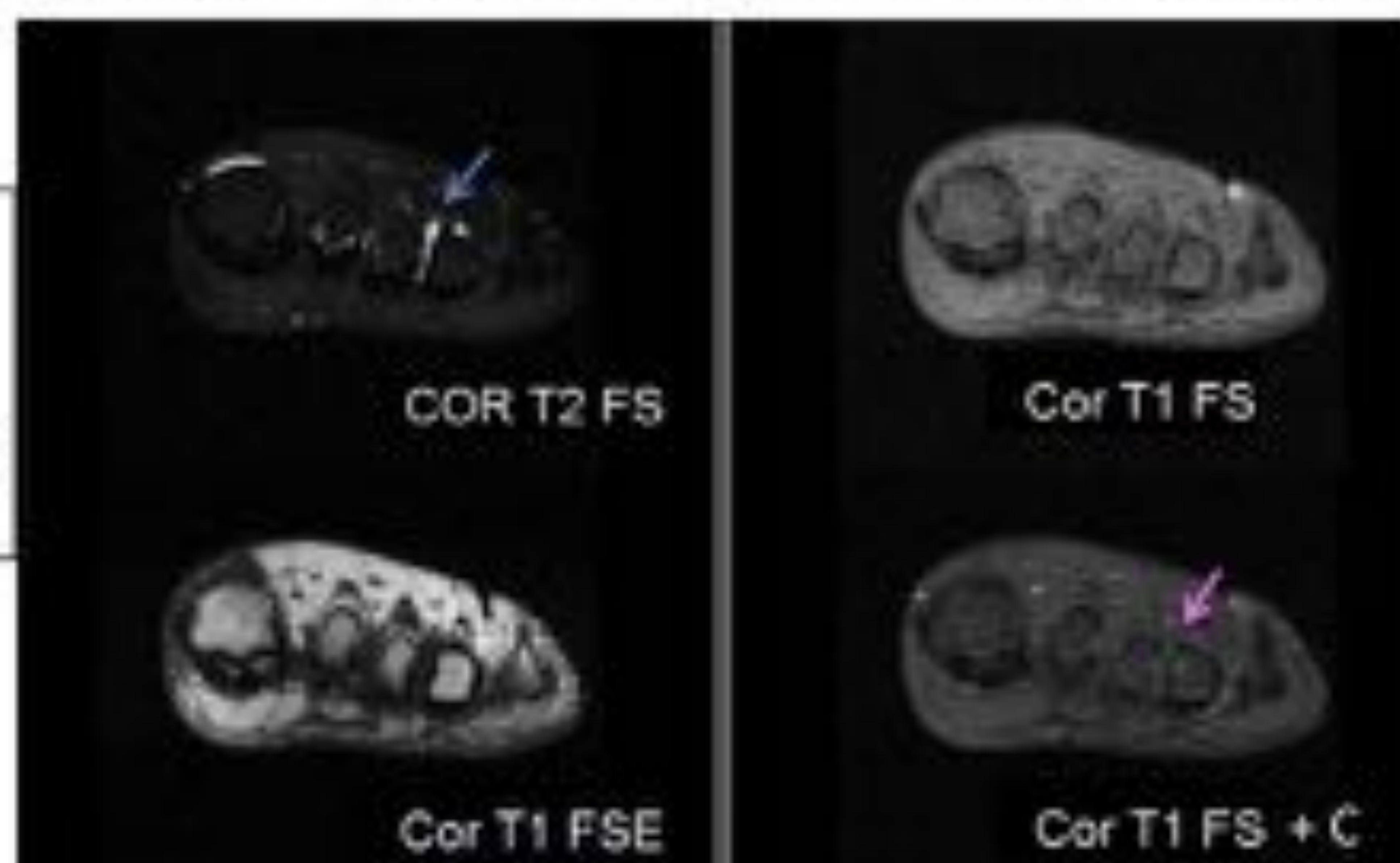
En la imagen coronal de la secuencia potenciada en T1 sin saturación grasa, se evidencia masa de partes blandas de señal intermedia en forma de lágrima entre las cabezas de los metatarsianos 2º y 3º (↗).

En las imágenes coronales potenciadas en T2 Fat Sat, la masa presenta una intensidad de señal baja difícilmente diferenciable del resto de tejido graso saturado. En el estudio coronal potenciado en T1 Fat Sat y con contraste, se observa realce nodular del neuroma (↘), que habría que diferenciar del realce del manguito fibroso en la rotura de ligamentos colaterales de la placa plantar.

BURSITIS INTERMETATARSIANA/ADVENTICIAL

- Presencia sintomática de líquido en bursa intermetatarsiana, normalmente de espesor o igual o superior a 3 mm, y de cualquier espesor en bursa adventicial (neobursa situada bajo la cabeza de los metatarsianos, producida por fricción excesiva entre la piel y las prominencias óseas). No suelen realzar tras administración de contraste salvo componente inflamatorio asociado por la sobrecarga mecánica.

Bursitis en 3er espacio intermetatarsiano (↘) sin evidencia de realce tras administración de contraste (↗)



BURSITIS INTERMETATARSIANA/ADVENTICIAL



I-ALTERACIONES BIOMECÁNICAS: REPARTO IRREGULAR DE LA CARGA EN ANTEPIE

Hallux Valgus

Desviación en varo y pronación del primer metatarsiano, valguización y pronación del primer radio, que con frecuencia asocia luxación de los sesamoideos y alteraciones de estructuras musculoesqueléticas vecinas.

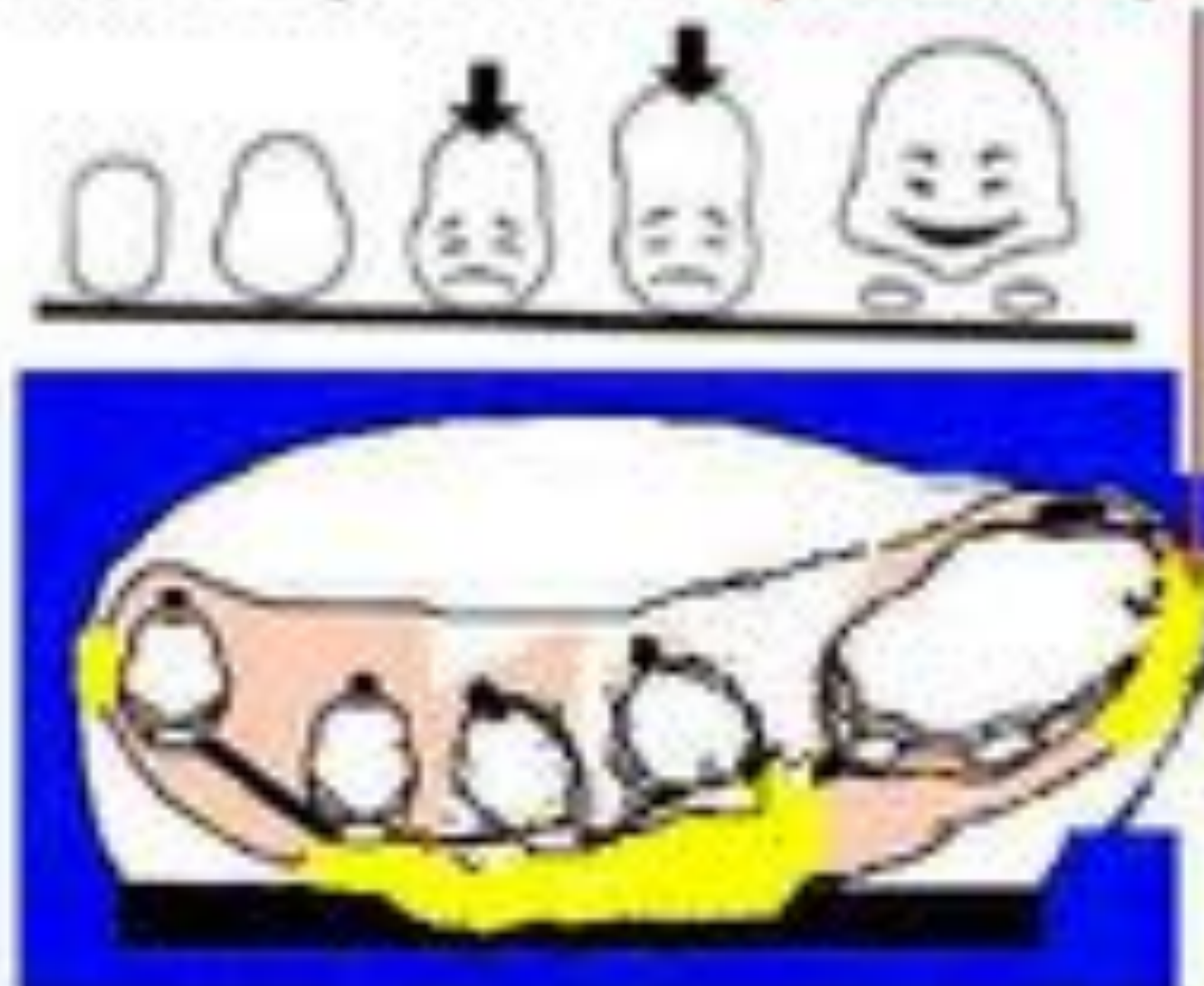
Clinicamente se presenta como la aparición de una prominencia ósea en la cara medial de la articulación metatarsofalángica, que puede dar dolor por el compromiso de los espacios intermetatarsianos y la aparición de complicaciones derivadas de la misma como bursitis de repetición.

Es frecuente la asociación de metatarsalgia en los metatarsianos centrales por insuficiencia en el trabajo de carga del primer dedo.

Hallux valgus



Inversión del arco plantar con alteración del apoyo que condiciona aparición de **queratosis plantar**



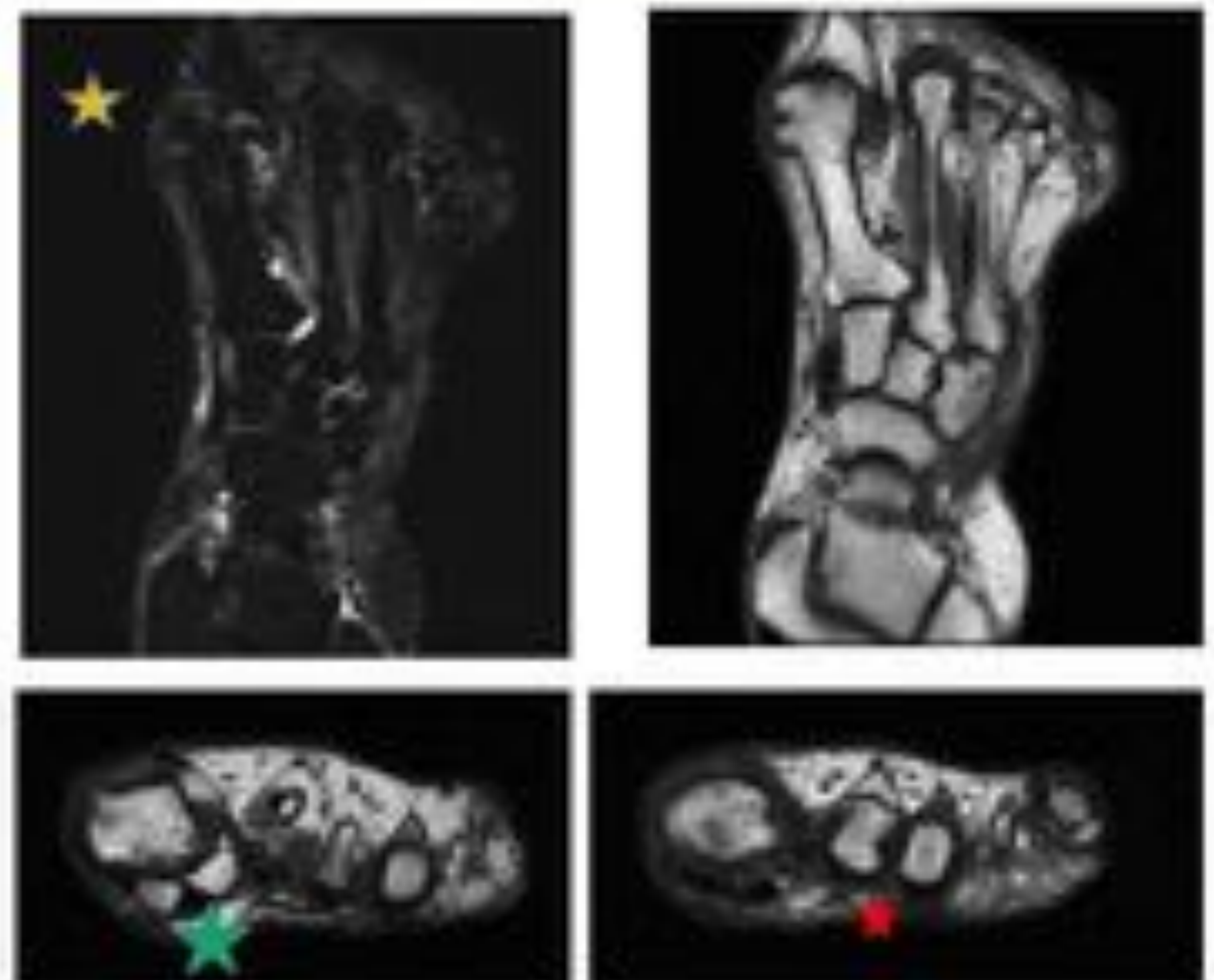
Luxación progresiva de los



Rx en carga primer paso para estudio de metatarsalgia por Hallux valgus



Hallazgos en RM secundarios a Hallux valgus



Índice minus bilateral con ángulo de 1ª MTF > a 20°, la cual presenta cambios de artropatía degenerativa. Divergencia de 2ª y 3ª FP de predominio en pie izquierdo y **compromiso de 2º espacio intermetatarsiano**. Pronación severa del 1er metatarsiano de carácter bilateral con **desplazamiento lateral de los sesamoideos**.

QUERATOSIS PLANTAR

- La queratosis plantar aparece como resultado de la alteración de la carga en el arco plantar del antepie durante el 2º y/o 3er rocker como ocurre en el Hallux valgus. Clínicamente son áreas de induración que pueden resultar dolorosas durante la pisada. En RM se evidencian como áreas de hipodensidad en todas las secuencias en el espesor del tejido celular subcutáneo (↑), con realce tras administración de contraste (↑).



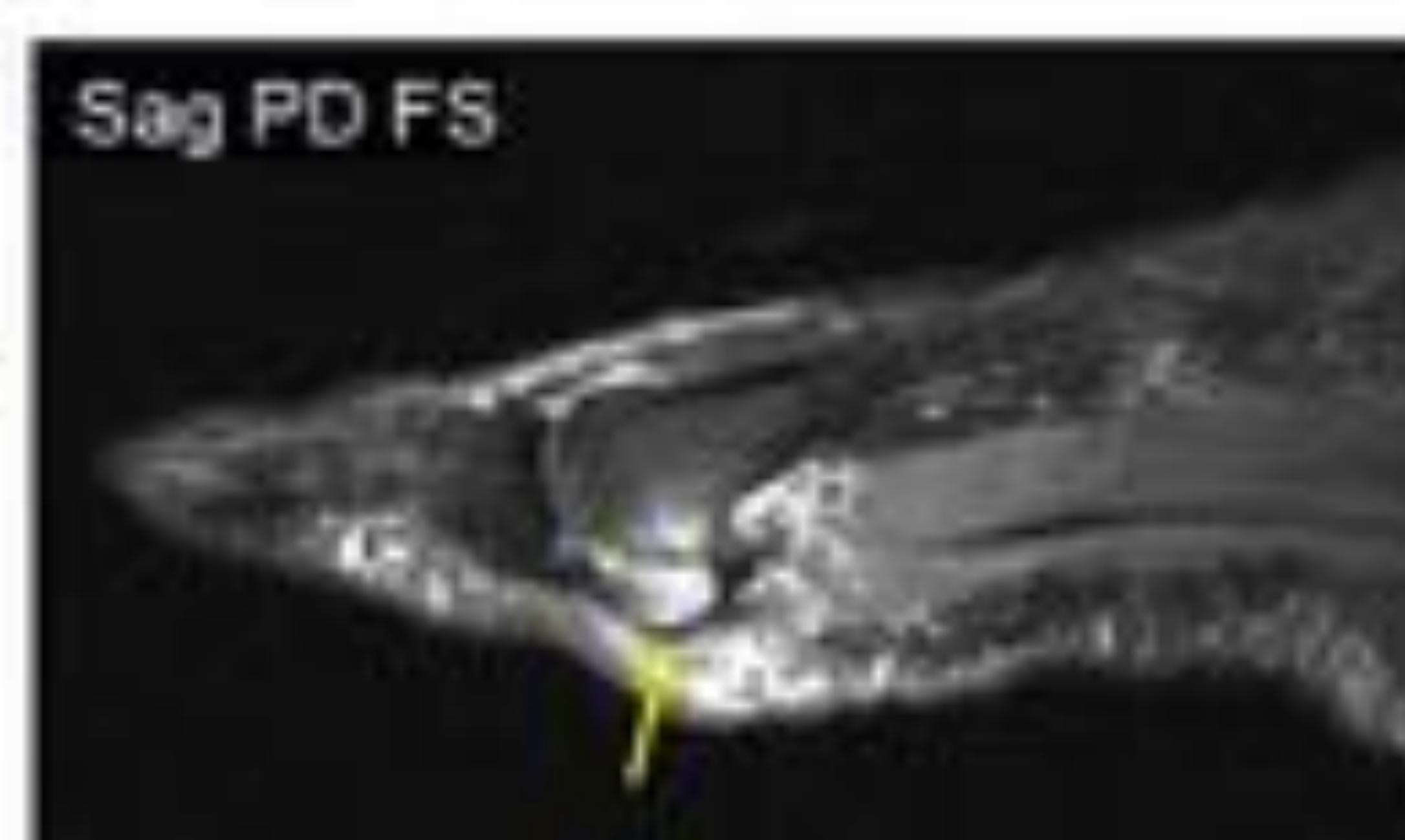
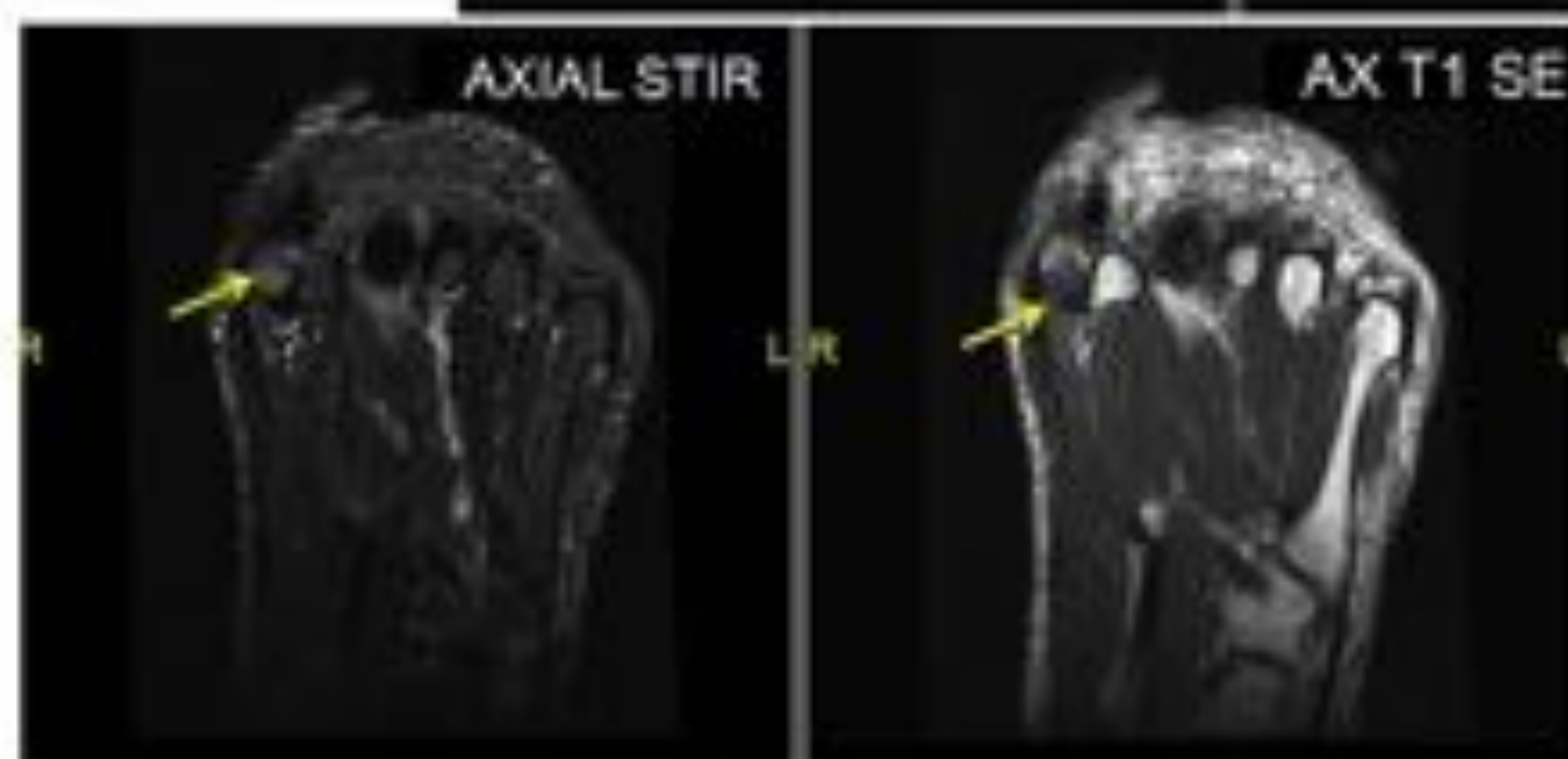
Sdr. de sobre carga del primer radio.

SESAMOIDITIS

Aquellos casos en que el primer metatarsiano soporta mayor carga. Sus causas: un metatarsiano largo. La sobrecarga termina desembocando en el desarrollo de un Hallux rigidus (degeneración articular de la 1ª articulación MT-F) o en una sesamoiditis. El primero se caracteriza por presentar dolor a la movilización activa y pasiva acompañada de crepitaciones al movilizar la articulación MTF, los estudios radiográficos no muestran cambios de artropatía degenerativa. La sesamoiditis posee dolor característico sobre la cabeza del primer metatarsiano en la zona plantar al final del paso, y a la exploración a la presión selectiva sobre los sesamoideos. La RM muestra edema y a veces fragmentación de los sesamoideos.



SESAMOIDITIS



Edema en el sesamoideo medial y subyacente a la cortical de la cabeza del metatarsiano adyacente a dicho sesamoideo (flecha amarilla), por sobrecarga mecánica del primer radio.

II – ENFERMEDADES OSTEOARTICULARES

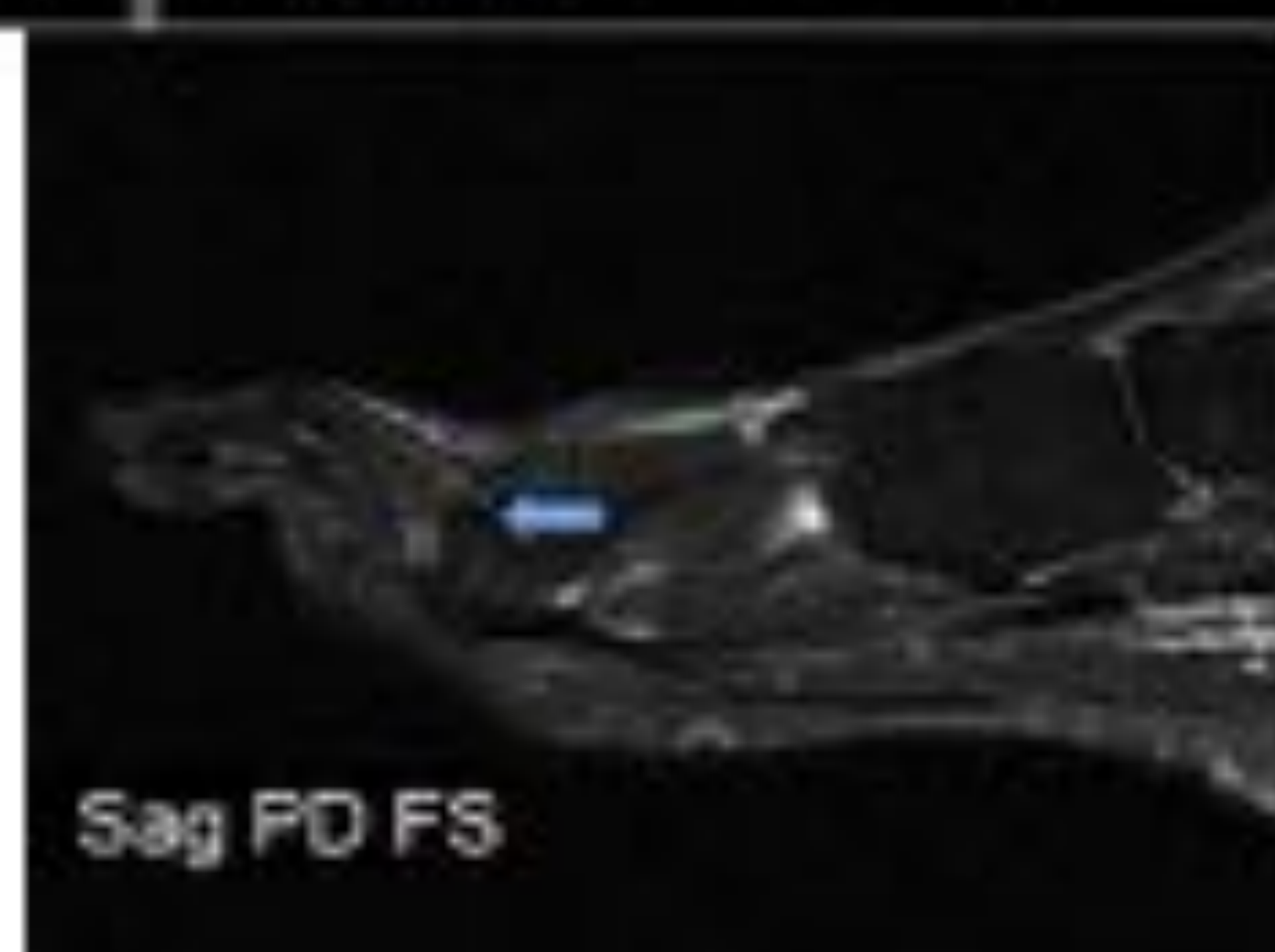
ENFERMEDAD DE FREIBERG

- Osteocondritis de la cabeza de los metatarsianos, siendo más frecuente en la cabeza del 2º y el 3º. Su prevalencia es mayor en mujeres adolescentes y se relaciona con el uso de zapatos de tacón
- Su etiología es controvertida, postulándose su origen por microtraumatismos repetidos con compromiso vascular, que condiciona colapso del hueso subcondral y osteonecrosis.
- Inicialmente se observa patrón de edema óseo en la cabeza del metatarsiano, siendo un hallazgo inespecífico en este estadio. Evoluciona a aplanamiento y fragmentación del hueso subcondral, con cambios degenerativos asociados.

ENFERMEDAD DE FREIBERG



Se evidencia colapso del hueso subcondral por osteonecrosis de la cabeza del 2º metatarsiano (→) tanto en la Rx simple como en RM donde se evidencia leve edema óseo asociado en FP por cambios degenerativos precoces.



FRACTURA DE ESTRES



Se observa edema medular extenso en la diáfisis del 2º metatarso (✱) con marcada periostitis circundante y edema de partes blandas adyacentes (↓)



El término fractura por estrés se usa para describir fracturas que ocurren después de un estrés repetitivo que es insuficiente para causar una fractura aguda. Los dos tipos reconocidos de fractura por estrés son la **fractura por fatiga** y la **fractura por insuficiencia**. Una fractura por fatiga es una fractura por estrés que resulta de la aplicación de un esfuerzo muscular anormal o torsión a un hueso con resistencia elástica normal. Una fractura por insuficiencia, un subconjunto de fracturas patológicas, ocurre en un hueso anormal notumoral con una resistencia elástica reducida a la normalidad estrés.

III- Enfermedades sistémicas.

a. Enfermedades inflamatorias. La metatarsalgia puede ser la manifestación inicial de patologías sistémicas: Artritis reumatoide (lesión inicial en 16%, durante el primer año el 46%, y un 90% de los pacientes la presentan en formas avanzadas de la enfermedad), Lupus eritematoso sistémico (lesión inicial en 8%) , y en las espondiloartropatías.

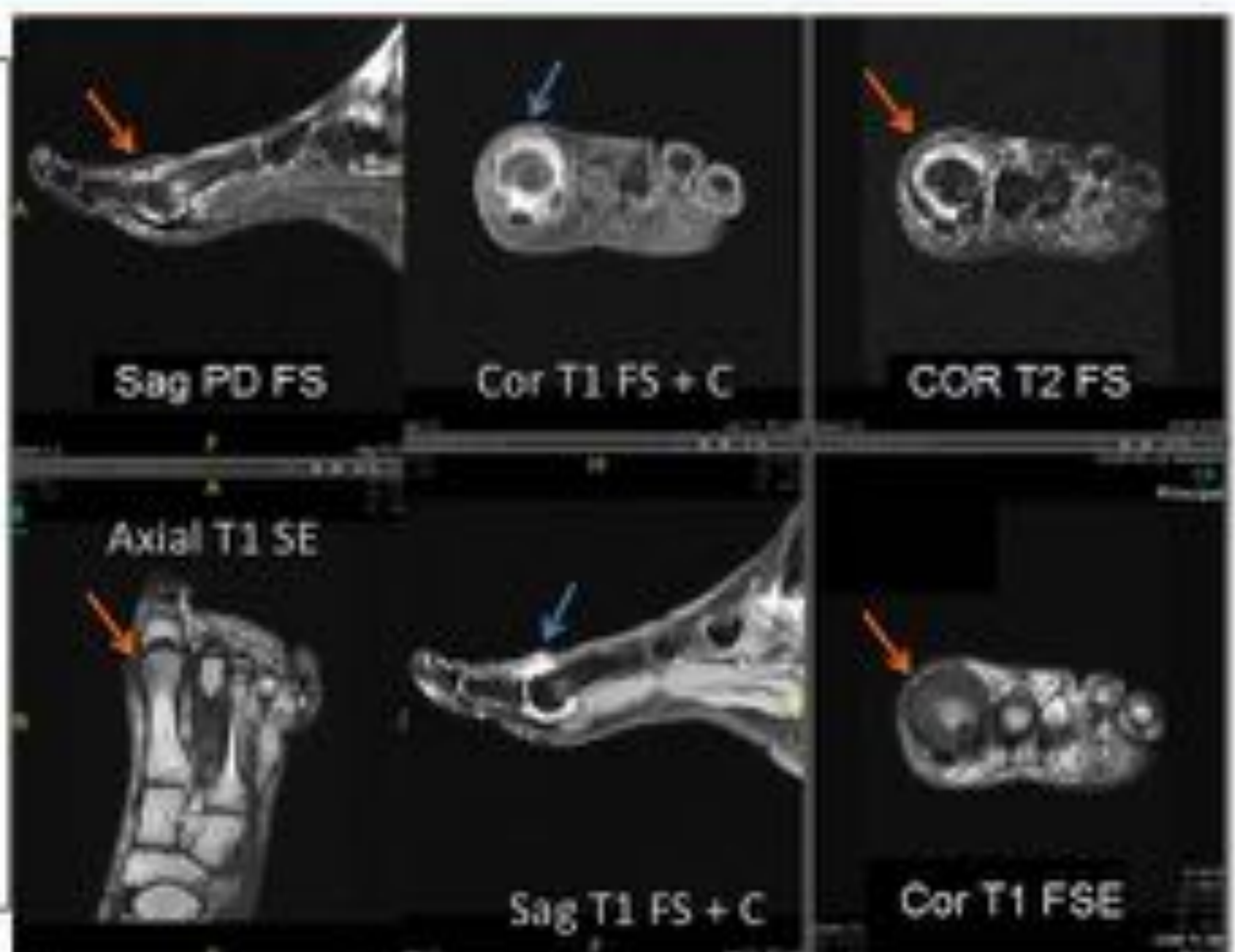
b. Enfermedades metabólicas. La articulación que con mayor frecuencia se afecta en caso de gota (50%) es la articulación metatarsofalángica del primer dedo (podagra).

El dolor y la tumefacción son intensos, el simple roce de una sabana desencadena intenso dolor.

a. Ejemplo de Inflamatorias

ARTRITIS REUMATOIDE

La sinovitis es la anomalía más precoz de la AR, afectando a la sinovial articular, las vainas de los tendones y las bursas. Dentro de las articulaciones, la sinovitis se caracteriza por un engrosamiento sinovial (👉) con realce en las secuencias post-gadolinio (👇), lo que permite la diferenciación del derrame sinovial simple, que no realza.



III- Enfermedades sistémicas.

b. Ejemplo de metabólicas

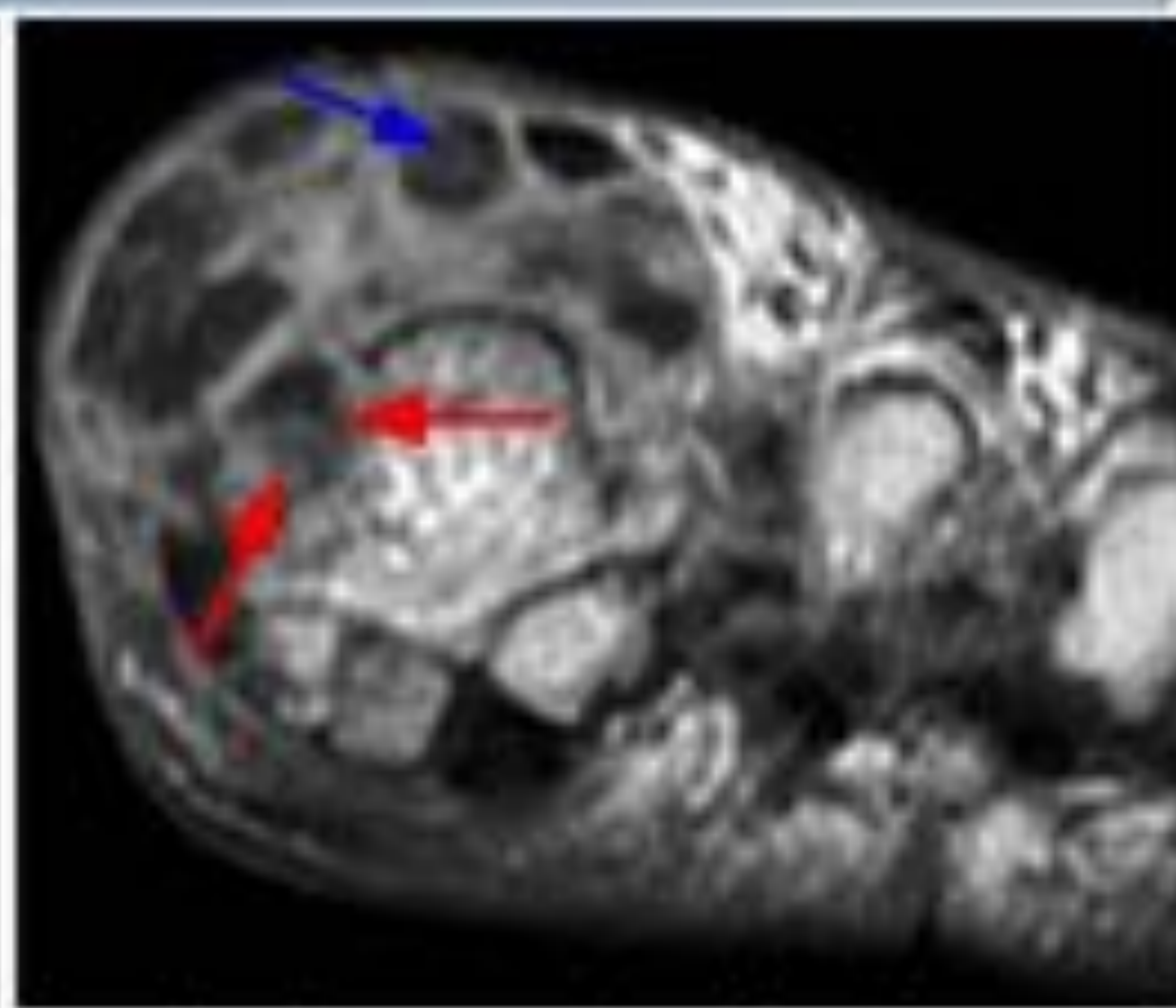
ARTRITIS GOTOSA



Radiografía AP del pie que demuestra los hallazgos característicos de la gota crónica. Con las erosiones marginales clásicas (➤), la proliferación ósea (➤), la preservación de la densidad ósea y del espacio articular además del hallux valgus, comúnmente se asocian.



El estudio del antepié potenciado en T2 con supresión grasa muestra el tofo a lo largo del margen medial del primer metatarsiano que es de señal heterogénea, con intensidad de señal intermedias y altas (➤).



La imagen potenciada en T1 con contraste revela un gran tofo que realza heterogéneamente dentro de las partes blandas dorsales adyacentes a la cabeza del primer metatarsiano, con erosión ósea asociada (➤).

Conclusión:

- La utilidad de la RM en el diagnóstico etiológico de las metatarsalgias, radica en la capacidad discriminadora entre las entidades del amplio espectro del diagnóstico diferencial, por la visualización directa de las estructuras anatómicas.
- Además, la RM también ofrece la posibilidad de detección de patologías en fases precoces con la posibilidad de modificar positivamente su curso (con métodos conservadores como plantillas de descara o más invasivos como osteotomías...)

Bibliografía y referencias:

- The Hallucal-Sesamoid Complex: Normal Anatomy, Imaging, and Pathology.Ramya Srinivasan.Department of Radiology and Biomedical Imaging, UCSF,San Francisco, California
Semin Musculoskelet Radiol 2016;20:224–232.
- Predictive MRI correlates of lesser metatarsophalangeal joint plantar plate tear Rachel L. Umans & Benjamin D. Umans & Hilary Umans & Elisabeth Elsinger
Skeletal Radiol (2016) 45:969–975
- MRI of lesser metatarsophalangeal joint plantar plate tears and associated adjacent interspace lesions
Hilary Umans & Ramya Srinivasan & Elisabeth Elsinger &Gregory E. Wilde
Skeletal Radiol (2014) 43:1361-1368
- Forefoot Pain Involving the Metatarsal Region: Differential Diagnosis with MR Imaging.
Ashman, C. J., Klecker, R. J., & Yu, J. S. (2001).
RadioGraphics, 21(6), 1425-1440.
- (1)Radsourc foot-ankle MRI web clinic archives
Gout
July 2011 Clinic