

# FRACTURAS POR ESTRÉS, CARACTERIZACIÓN MEDIANTE RESONANCIA MAGNÉTICA

Ana Isabel Reyes Romero<sup>1</sup>, Ana Gloria Marco Sanz<sup>1</sup>, María Aranzazu Gutiérrez Pantoja<sup>1</sup>, Virginia Oller Rubio<sup>1</sup>, Mónica Cigüenza Sancho<sup>1</sup>, Pedro Ruiz Noguero<sup>1</sup>, Rebeca Calvache Arellano<sup>2</sup>, María Paloma Ramos López<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hospital Universitario Santa Cristina, Madrid;

<sup>2</sup>Hospital Universitario de Móstoles, Madrid



# OBJETIVOS

- Describir los hallazgos radiológicos de las fracturas de estrés por resonancia magnética en diferentes localizaciones anatómicas.
- Ilustrar estos hallazgos mediante casos clínicos.



# REVISIÓN

## INTRODUCCIÓN

Las fracturas de estrés son el estadio final de las lesiones de estrés, y ocurren cuando el hueso no es capaz de soportar fuerzas de carga repetitivas, ya sea por la magnitud de dicha fuerza (fracturas por fatiga) o por defectos óseos (fracturas por insuficiencia). Sus características por imagen pueden llevar a confusión con otras entidades, y en múltiples ocasiones tendremos que hacer diagnóstico diferencial con fracturas de otras etiologías.

Es importante conocer los factores de riesgo, localizaciones típicas, las manifestaciones clínicas y las características por imagen para realizar un correcto diagnóstico que lleve a un manejo adecuado del paciente.

Las fracturas traumáticas son entidades con características clínicas, hallazgos por imagen y de manejo terapéutico distinto a las traumáticas, aunque a veces se solapen.



Una fractura atraumática o mínimamente traumática se define como una fractura causada por un mecanismo de relativamente baja energía que en condiciones normales no debería ser lesivo [1]. Tanto las fracturas por estrés como las fracturas atípicas y las patológicas comparten un mecanismo etiológico similar a nivel microestructural.

El hueso es un órgano dinámico y cuando existe un desbalance en el ciclo de remodelación ósea por un fallo a algún nivel, se dan este tipo de fracturas (Fig. 1).

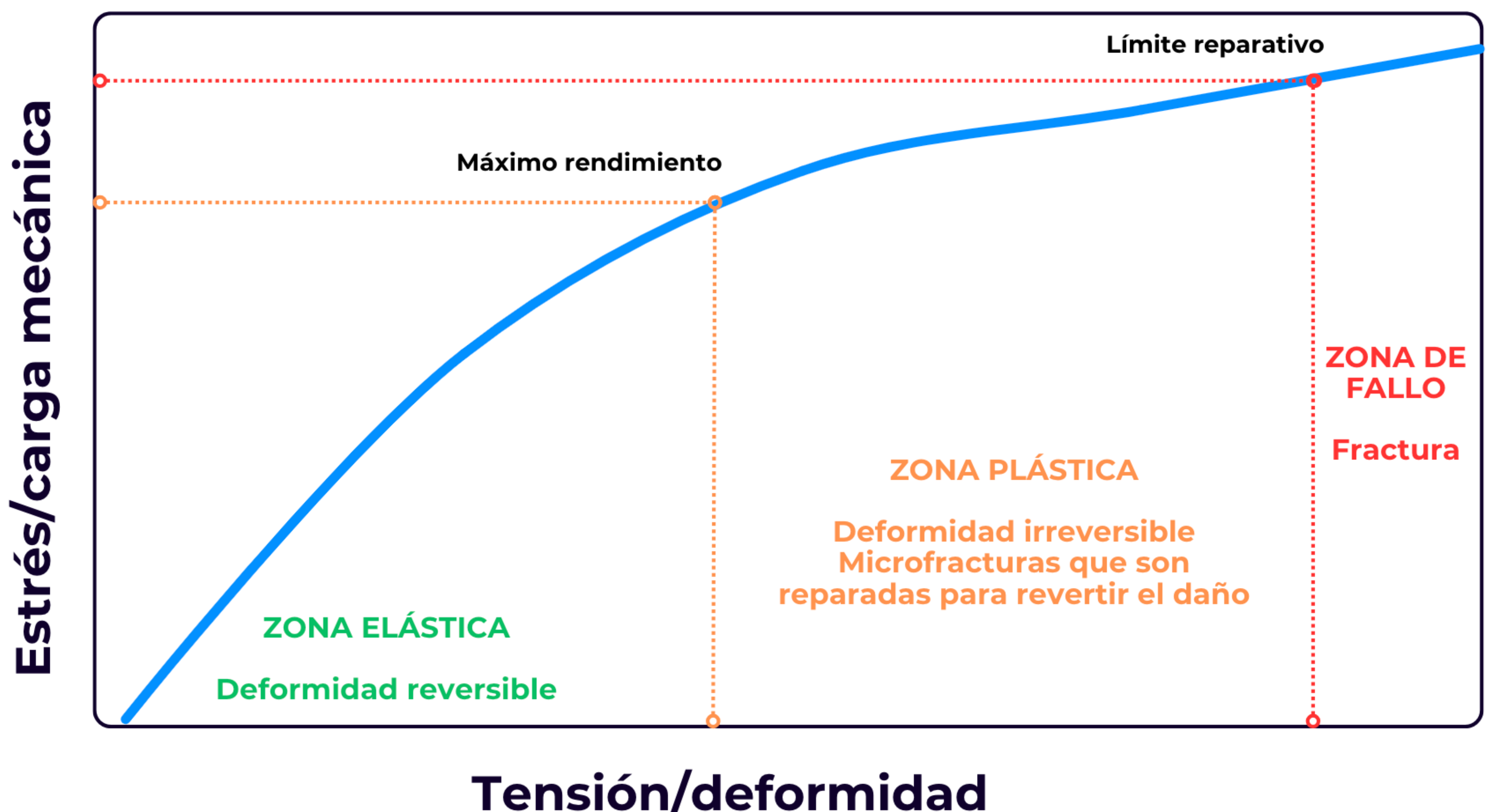


Figura 1. Curva estrés-tensión. A partir del punto de máximo rendimiento, se causará una deformidad plástica irreversible. Una fractura por estrés ocurrirá cuando el ratio de grietas o microfrazuras supere la capacidad de reparación del hueso, es decir, cuando la carga supere el límite reparativo.



## TIPOS

En primer lugar, para familiarizarnos con la terminología, las fracturas por estrés pueden ser subdivididas en 2 grupos:

- 1) Fracturas por fatiga:** producidas por un fallo reparativo del tejido óseo sano, causado por fuerzas de estrés repetitivas. Habitualmente ocurren en personas jóvenes, al realizar actividades que conllevan una frecuencia, intensidad y/o duración elevadas, por ejemplo la marcha militar de los reclutas. Los factores que contribuyen son tanto intrínsecos en relación con las características anatómicas y metabólicas del atleta (género, niveles hormonales, masa muscular...) como extrínsecos incluyendo el tipo de deporte realizado, régimen de entrenamiento, tipo de calzado o la dureza de la superficie.
- 2) Fracturas por insuficiencia:** producidas por un fallo reparativo del tejido óseo debilitado de base por otras patologías (osteoporosis, hiperparatiroidismo, artritis reumatoide, diabetes mellitus) o condiciones (corticoterapia, radioterapia), ante un estrés repetitivo. A veces se utiliza el término “fracturas por fragilidad” en referencia a las fracturas en pacientes osteoporóticos, que son las más frecuentes de este grupo.



En ausencia de antecedentes conocidos de enfermedad ósea metabólica, diferenciar las fracturas por estrés de las fracturas por insuficiencia no siempre es posible, y además puede existir un componente de ambos tipos de fractura en un mismo paciente, por ejemplo en el caso de atletas femeninas donde podemos encontrar la típica tríada de desórdenes alimentarios, amenorrea y osteoporosis. Por eso en la literatura habitualmente se utiliza el término “fractura por estrés”, englobando los términos de fractura por insuficiencia y por fatiga, referidos a una fractura en un hueso debilitado, y así lo usaremos en este trabajo (Fig. 2).



Figura 2. Mujer de 25 años deportista, con dolor atraumático a nivel de 2º-4º metatarsianos (MTT). Radiografía AP normal (A). En la RM se observa edema óseo difuso en cabeza de cuarto MTT con imagen lineal subcondral hipointensa en secuencias DP con supresión (B) y T1 (C), asociando incipiente aplanamiento de la superficie articular y extenso edema de partes blandas adyacentes. Los hallazgos sugieren fractura por estrés.



## CLÍNICA

El inicio de los síntomas (dolor, tumefacción) suele ser insidioso, lo que dificulta el diagnóstico clínico. Al principio el dolor se presenta durante el ejercicio, cesando con el reposo. Con el transcurso del tiempo, si se continúa la actividad con normalidad, el dolor se acaba prolongando hasta después de haber realizado la actividad. Finalmente, el dolor se manifiesta en reposo.

Si el hueso afecto tiene localización superficial, existirá dolor a la palpación o percusión distal, además de enrojecimiento o hinchazón. En huesos de localización más profunda, se evidenciará rango de movimiento doloroso.

Los pacientes pueden tener una marcha antiálgica pero habitualmente no asocia atrofia muscular, debilidad, deformidad o limitación del rango de movimiento [2].

La sospecha clínica de fractura de estrés es imprescindible para el diagnóstico adecuado y precoz en aquellos pacientes con dolor que no refieren antecedente traumático.



## DIAGNÓSTICO POR IMAGEN

El radiólogo tiene un papel protagonista en el diagnóstico de las fracturas de estrés, descartando opciones diagnósticas alternativas.

La **radiografía simple** no es una técnica muy fiable en un estadio precoz (sensibilidad 15-35%), ya que puede no presentar alteraciones, aunque sí es útil en el seguimiento (sensibilidad 30-70%) y debe ser la primera prueba a realizar para descartar otras alternativas como tumores óseos u osteomielitis.

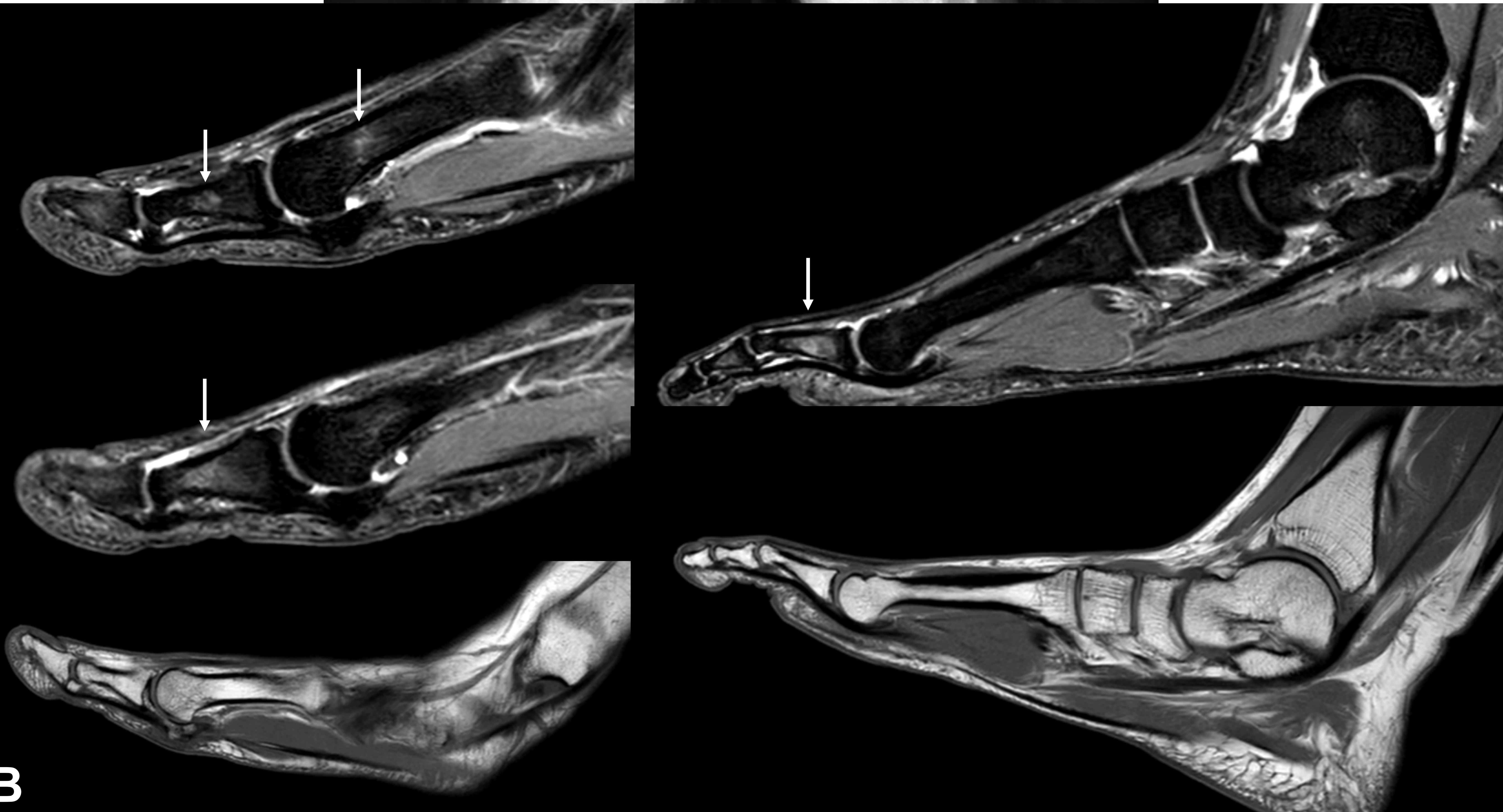
Si la radiografía es normal (Fig. 3), deberemos acudir a otras técnicas de imagen.

Cuando la radiografía simple muestra alteraciones, éstas varían dependiendo de la localización de la fractura y la cronología, las más frecuentes son la presencia de reacción perióstica (callo de fractura) sin o con línea de fractura visible, y esclerosis focal (Fig. 4).





A



B

Figura 3. Paciente con dolor centrado en articulación cuneometatarsiana de primer radio.

A. Radiografía de ambos pies AP sin alteraciones.

B. RM cortes sagitales en T1 y DP con supresión grasa. Edema óseo focal de localización medular en tercio medio de primer MTT y falanges proximales de primer y segundo dedos (flechas), sin líneas de fractura asociada en secuencia T1 ni otros hallazgos, sugieren lesiones por insuficiencia.



La **tomografía computarizada (TC)** no es la prueba de elección para el estudio de las fracturas por estrés por su baja sensibilidad. Aun así, es útil en casos donde no se pueda realizar resonancia magnética (RM) por claustrofobia o por dispositivos como marcapasos, o en localizaciones anatómicas donde la RM tiene limitaciones, como el sacro, la pelvis o la columna.



Figura 4. Paciente con dolor en 4º dedo del pie izquierdo. No antecedente traumático.

A. Radiografía AP y oblicua, lesión esclerosa en falange proximal de 4º dedo, sin reacción perióstica asociada. Línea de fractura en base del 5º MTT con formación de callo.

B. RM cortes sagitales, axiales y coronal en DP con supresión grasa. Marcado edema difuso en médula ósea de falange proximal de 3º dedo con intenso edema de partes blandas circundantes: fractura por insuficiencia. Sin representación en la radiografía simple. No se aprecian alteraciones en falange proximal del cuarto dedo. Fractura lineal por insuficiencia en vías de consolidación en margen lateral de base del 5º MTT (flecha) de afectación medular y cortical con reacción perióstica, sin edema óseo asociado.

C. TC donde se confirman los hallazgos descritos.



La **RM** tiene una alta sensibilidad (cercana al 100%) y especificidad para el diagnóstico de las fracturas de estrés y constituye la prueba de elección ante la sospecha de una fractura por estrés cuando la radiografía es normal [3]. Los hallazgos característicos son:

- Imágenes lineales o amorfas de baja intensidad de la señal en secuencia T1 (Fig. 5).
- Edema perióstico y en médula ósea (MO) en secuencias de supresión grasa (Fig. 6).
- Puede haber reacción perióstica y/o aumento de partes blandas asociado (Fig. 4).

Estos hallazgos se correlacionan con distintos grados de lesión en un sistema de clasificación propuesto por Fredericson et al [4], posteriormente modificado por Kijowski et al, inicialmente desarrollado para las lesiones por estrés en el margen posteromedial tibial, que luego se extrapoló a otras regiones anatómicas (Tabla 1).



GRADO	T1	SUPRESIÓN GRASA
1	Normal	Edema perióstico
2	Normal	Edema perióstico + MO leve
3	Baja señal	Edema perióstico + MO
4a	Baja señal	Edema perióstico + cortical + MO
4b	Línea hipointensa	Edema perióstico + cortical + MO

Tabla 1. Clasificación de las fracturas de estrés y de los hallazgos por RM según Fredericson et al, posteriormente modificado por Kijowski et al.

Una de las limitaciones de la RM y por tanto de esta clasificación es que fisiológicamente, la lesión cortical es una de las manifestaciones más tempranas de la fractura por estrés, no obstante, en la RM no se visualizan cambios corticales hasta que no se alcanza un alto grado (4a o 4b), es decir, cuando la lesión está en fase crónica.

Las fracturas también pueden ser clasificadas según sean de alto o bajo riesgo, que es lo que determinará el manejo de las mismas, y en los atletas el tiempo hasta poder volver a reanudar su actividad, o “return to play” [5].



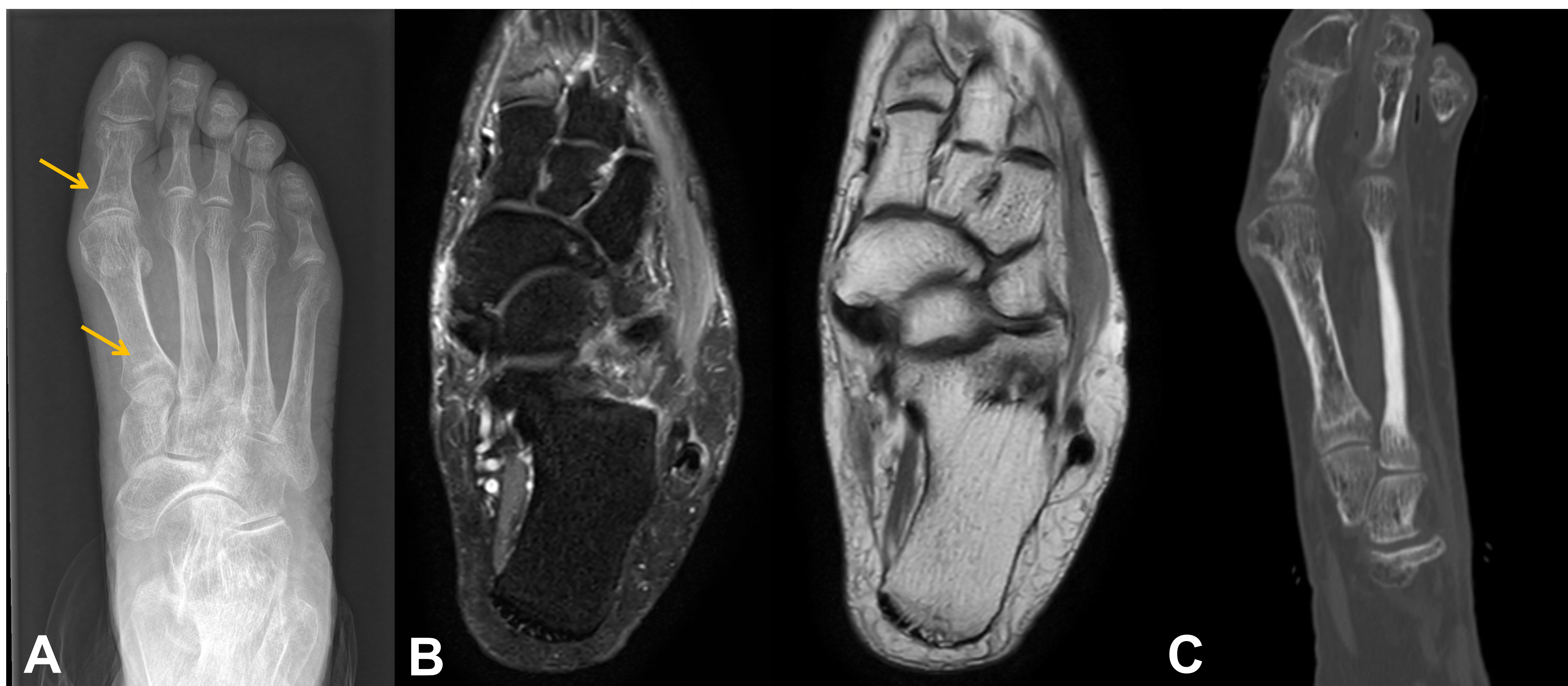


Figura 5. Línea esclerosa en base del 1º MTT y de falange proximal en radiografía AP de pie derecho (A, flechas), y RM (B) en plano axial del tobillo en DP con supresión y T1, evidenciando deformidad en probable relación con osteonecrosis del navicular e imagen lineal hipointensa de fractura en la base del 1º MTT, en relación con fractura por estrés. No se incluyó en el estudio el antepié. En TC (C) se confirman los hallazgos, ambas fracturas sugestivas de similar etiología.

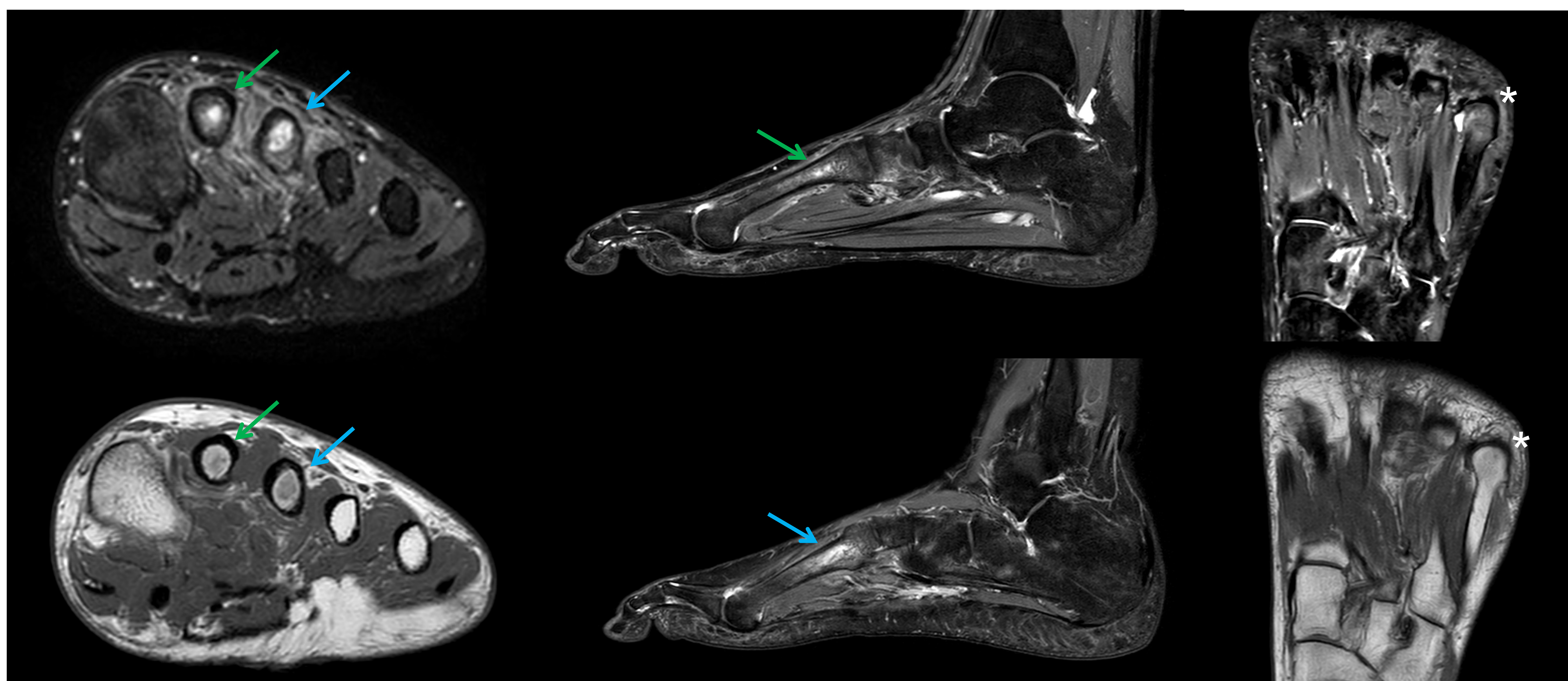


Figura 6. Cortes de RM en planos coronal, sagital y axial en secuencias T1 y DP con supresión, donde se observan lesiones por estrés grado 3 en 2º (flecha verde) y 3º (flecha azul) MTT, con baja señal en T1 y edema perióstico y en médula ósea, y grado 2 en cabeza del 5º (asterisco) MTT, ya que se aprecia edema óseo en secuencias de supresión, pero no hay alteraciones en T1.



Las fracturas por estrés que se generan ante fuerzas compresivas (las más frecuentes) son generalmente consideradas de bajo riesgo y pueden tratarse con moderación de la actividad y ejercicios de carga continua. Se incluyen en este grupo las fracturas del margen posteromedial tibial, calcáneo (Fig. 7), 3º y 4º metatarsos y el margen medial del cuello femoral.

Por otro lado, las fracturas que se generan por fuerzas tensoras o en áreas mal vascularizadas se consideran de alto riesgo y es más probable que necesiten rehabilitación de larga duración, con cese de la actividad deportiva y a veces cirugía, o que sufran complicaciones como retraso en la consolidación o progresen a fracturas completas. En este grupo encontramos las fracturas de rótula, maléolo medial, cabeza y cuello talar (Fig. 8), el margen dorsal navicular, la metáfisis proximal del 5º metatarsiano (Fig. 9), el margen superolateral del cuello femoral (Fig. 10), la cortical tibial anterior y los sesamoideos del primer dedo. Asimismo, las fracturas desplazadas deben ser consideradas de alto riesgo.



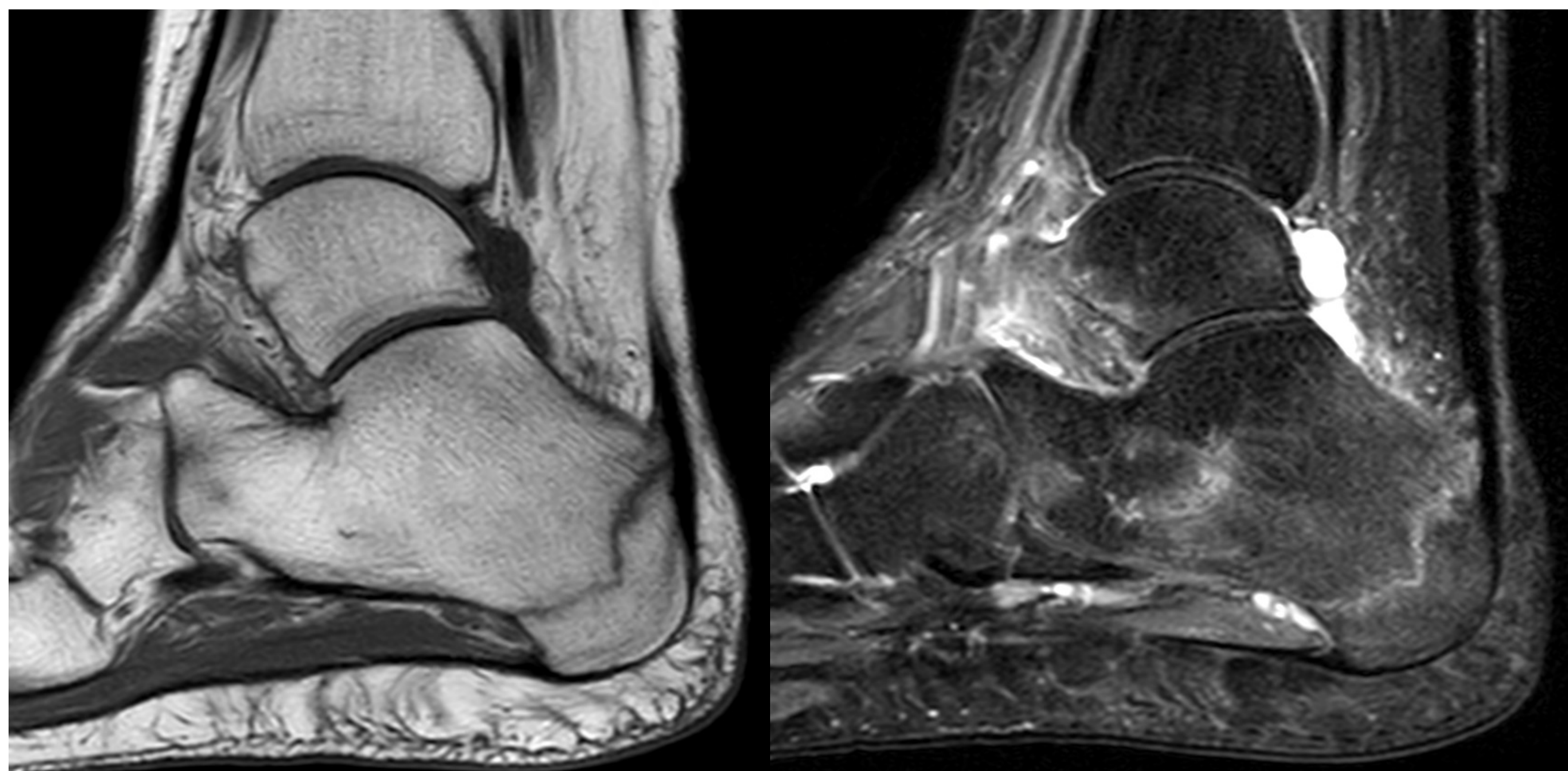


Figura 7. Cortes sagitales T1 y DP con supresión, fractura por estrés en tuberosidad posterior del calcáneo con clara imagen lineal irregular que asocia edema óseo difuso.

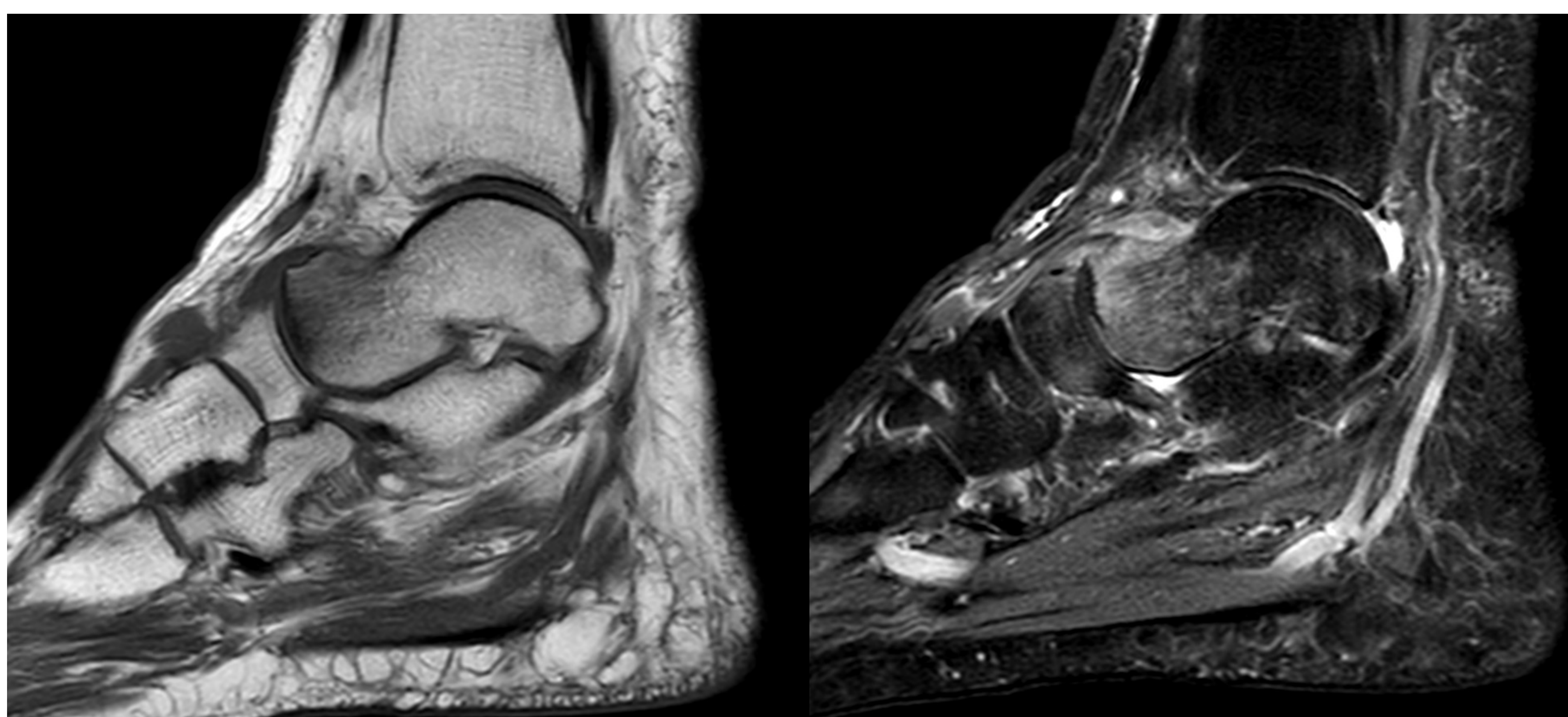


Figura 8. Cortes sagitales T1 y DP con supresión. Marcado edema óseo en cabeza y cuello astragalino con imagen hipointensa en todas las secuencias que sugiere fractura subcondral por estrés en superficie articular anterior.

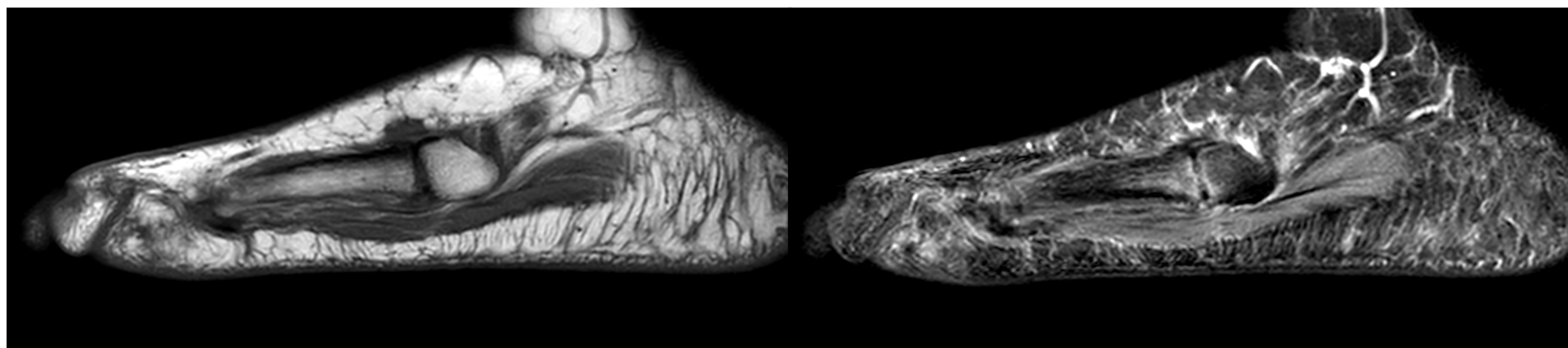


Figura 9. Cortes sagitales T1 y DP con supresión, fractura por estrés en metáfisis proximal del 5º MTT, a 1,8 cm de la base, mostrando imagen lineal de recorrido transverso que asocia edema óseo y leve reacción perióstica.



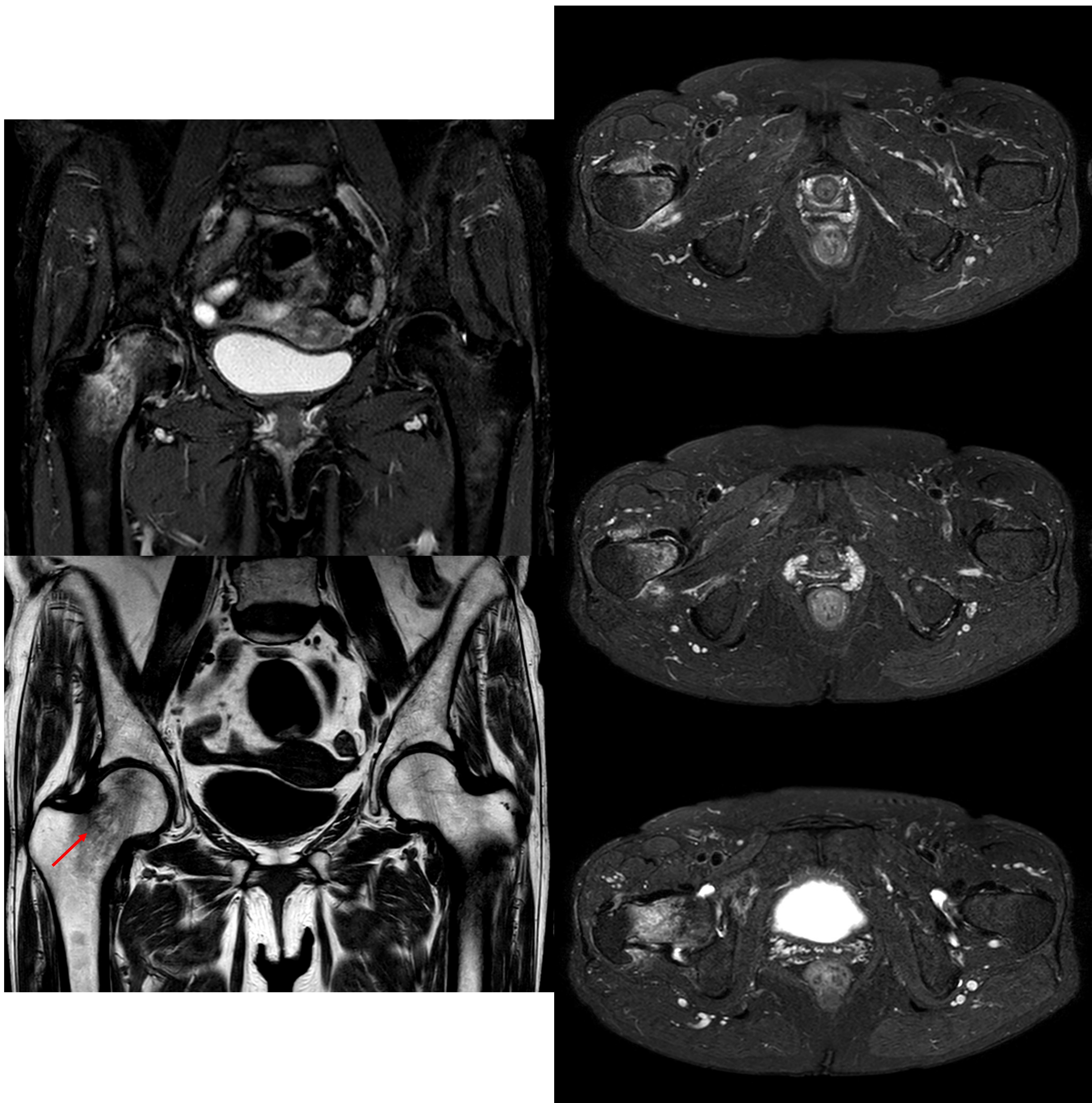


Figura 10. Cortes coronales T1 y STIR, y axiales STIR de ambas caderas, en paciente femenina de 60 años con dolor inguinal derecho e impotencia funcional. Edema óseo en cuello femoral derecho más marcado en margen superolateral, con imagen lineal hipointensa en T1 (flecha) y edema perióstico circundante con extensión hacia musculatura adyacente, en relación con con fractura por estrés.



Aunque las fracturas por estrés pueden ocurrir prácticamente en cualquier hueso, el 95% de ellas se localiza en zonas de carga anatómicas de miembros inferiores, en orden de mayor a menor frecuencia: tibia, calcáneo, metatarsianos y fémur proximal, algunas de las cuales hemos ilustrado. Ocasionalmente podemos encontrar fracturas por estrés en zona de carga del cóndilo femoral (Fig. 11) o en otros huesos del tarso (Fig. 12).

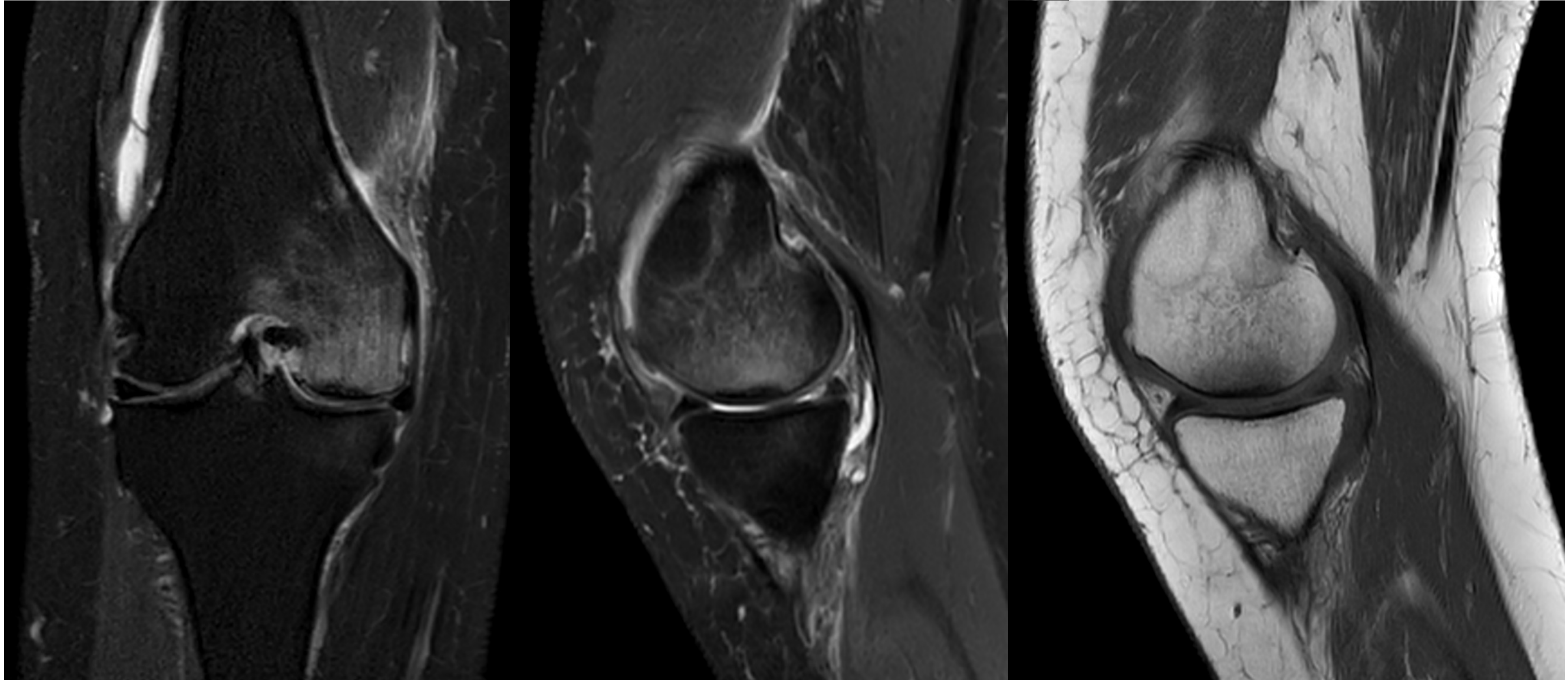
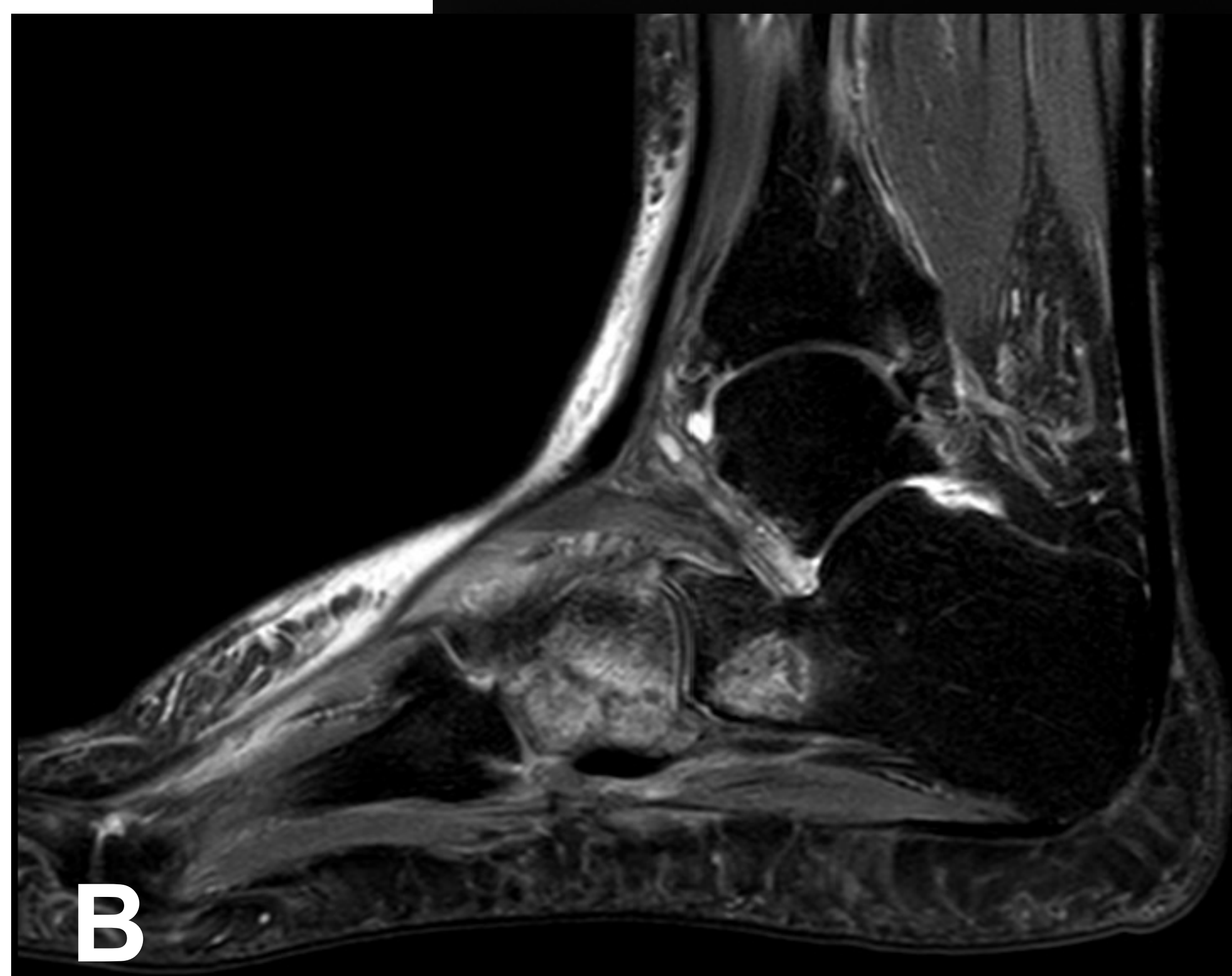


Figura 11. Cortes coronal y sagitales T1 y DP con supresión. Imagen lineal hipointensa en secuencias T1 y DP paralela a superficie articular del cóndilo femoral interno con mínima irregularidad, sin hundimiento significativo de la plataforma subcondral ni afectación cartilaginosa asociada, sugestiva de fractura subcondral por insuficiencia, con marcado edema óseo en profundidad.

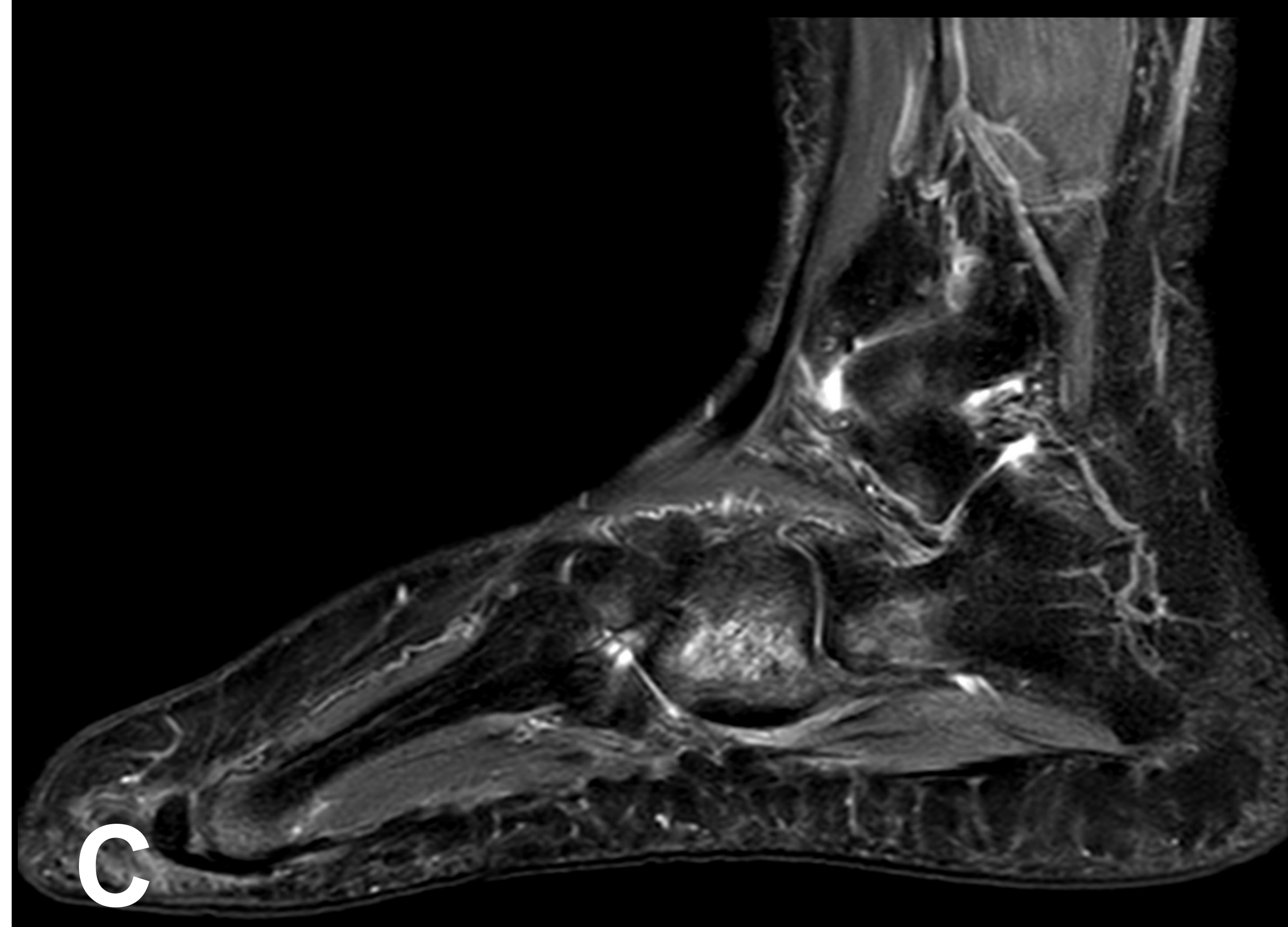




**A**



**B**



**C**



Figura 12. Radiografía simple proyección lateral (A) sin grandes alteraciones. Cortes sagitales T1 y DP con supresión (B) de la misma fecha que la radiografía, donde se evidencia marcado edema óseo en hueso cuboides con imagen lineal hipointensa de trayecto oblicuo que parece afectar a corticales óseas de cara superior e inferior, con leve reacción perióstica asociada, sugestiva de fractura de estrés. Edema óseo focal subcondral en articulación cuboidea-calcánea. RM de control a los 3 meses (C), con mejoría radiológica y disminución del edema óseo.



También podemos encontrar con frecuencia fracturas de estrés en columna vertebral. En fases agudas veremos edema óseo e incipiente aplastamiento, con una señal intermedia o baja en T1 y aumento de señal en T2 o STIR (Fig. 13).



Figura 13.

A. Radiografía simple proyección lateral: aplastamiento D12.

B. Sagital T1, STIR y T2 de izquierda a derecha. En margen anteroinferior de cuerpo vertebral D6 (flecha) se observa edema óseo en secuencia de supresión grasa e imagen lineal hipointensa sutil en secuencia T1 paralela a plataforma vertebral inferior que sugiere fractura por estrés aguda sin aplastamiento vertebral significativo asociado actualmente. Fractura/aplastamiento crónico D12. En menor grado se identifica leve acuñamiento anterior de de D7 a D9.



Otro tipo de fracturas por estrés en la columna son las que afectan a la pars interarticularis en el segmento lumbar, las espondilolisis, que pueden o no condicionar desplazamiento (espondilolistesis) de un cuerpo vertebral respecto al contiguo (Fig. 14).

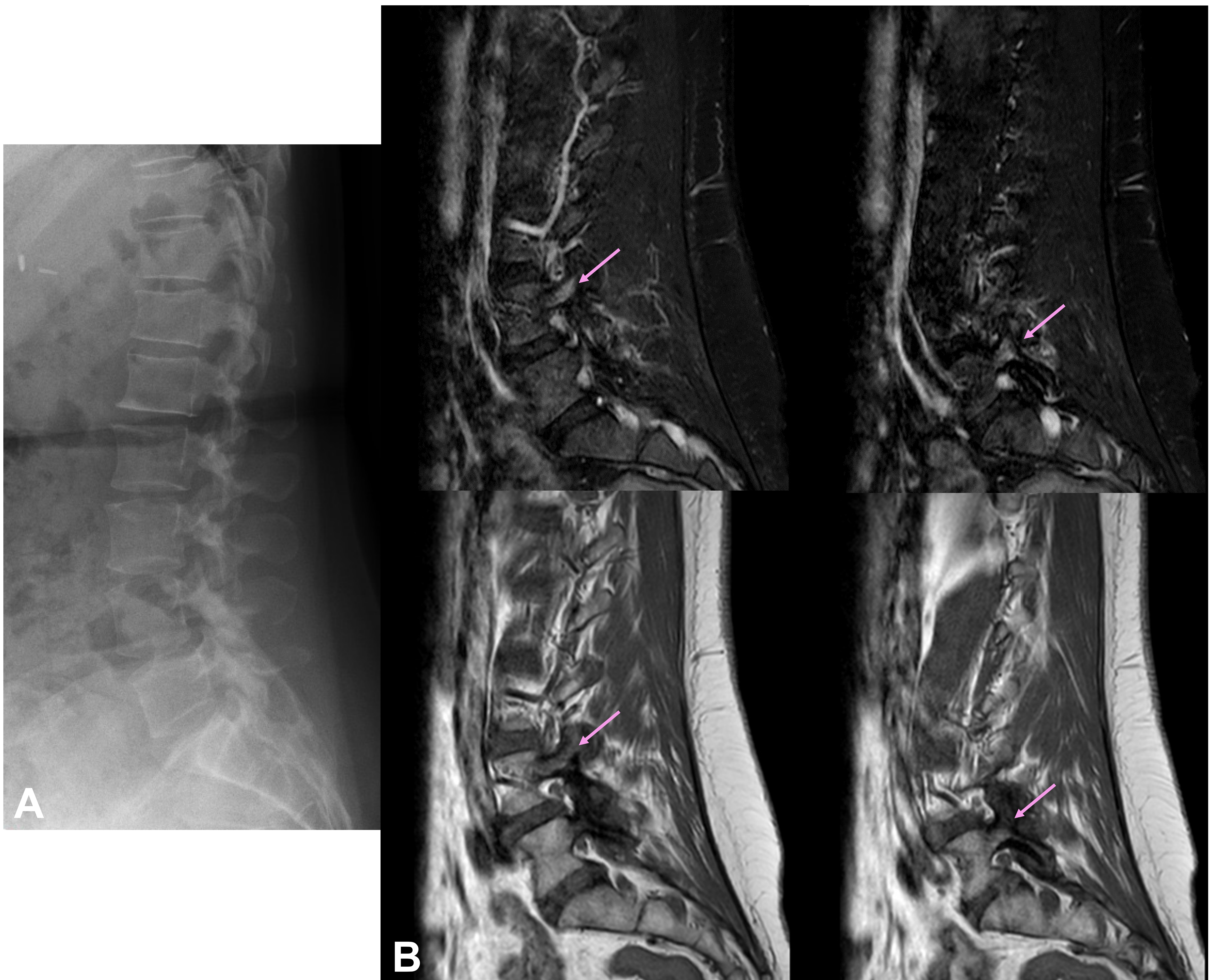


Figura 14.

A. Radiografía simple proyección lateral con cambios degenerativos y dudosa anterolistesis L4-L5.

B. Sagital T1 y STIR. Edema óseo en articulaciones interapofisarias L4-L5, bilaterales (flechas), con hipertrofia y edema óseo, probablemente en relación con espondilolisis incompleta en contexto de lesiones por estrés, sin identificar claramente líneas de fractura.



# CONCLUSIONES

Las fracturas por estrés son cada vez más frecuentes, tanto en adultos jóvenes que practican deporte habitualmente, como en población de edad avanzada, y son una entidad a sospechar en un contexto clínico adecuado de dolor sin antecedente traumático.

La RM es una técnica de imagen de gran utilidad por su sensibilidad en la detección de fracturas que son decisivas para el manejo terapéutico.



# REFERENCIAS

1. Marshall, R. A., Mandell, J. C., Weaver, M. J., Ferrone, M., Sodickson, A., & Khurana, B. (2018). Imaging Features and Management of Stress, Atypical, and Pathologic Fractures. *RadioGraphics*, 38(7), 2173–2192. doi:10.1148/rg.2018180073
2. Berger FH, de Jonge MC, Maas M. Stress fractures in the lower extremity. *Eur J Radiol* [Internet]. 2007;62(1):16–26. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2007.01.014>
3. Huelves García M. El hueso ante el estrés. Imagen radiológica [Internet]. Sociedad Española de Radiología Médica; 2014. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1594/SERAM2014/S-0264>
4. Fredericson M, Bergman AG, Hoffman KL, Dillingham MS. Tibial stress reaction in runners: Correlation of clinical symptoms and scintigraphy with a new magnetic resonance imaging grading system. *Am J Sports Med* [Internet]. 1995;23(4):472–81. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1177/036354659502300418>
5. Jan Lassus, Ilkka Tulikoura, Yrjö T Konttinen, Jari Salo & Seppo Santavirta (2002) Bone stress injuries of the lower extremity, *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 73:3, 359-368, DOI: 10.1080/000164702320155392