

## DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL DE LAS FRACTURAS VERTEBRALES: UTILIDAD DE LA SECUENCIA EN FASE Y FUERA DE FASE ( O FASE OPUESTA).

A. García Chiclano, M. Martínez Fernandez, M.J Gayan Belmonte, A. García Gerónimo, I. González Moreno, A.P Solano Romero

Hospital General Universitario Jose María Morales Meseguer, Murcia, España

### OBJETIVO DOCENTE

Mostrar la utilidad de la secuencia en fase y fuera de fase (F/FF) de la resonancia magnética (RM) en el diagnóstico diferencial de las fracturas vertebrales.

### REVISIÓN DEL TEMA

Las fracturas vertebrales son un proceso osteoarticular frecuente. En ocasiones, determinar la naturaleza benigna o maligna de dicho proceso, es especialmente difícil, sobre todo si se trata de pacientes con antecedentes oncológicos, donde diferenciar entre fracturas patológicas por infiltración tumoral u otras causas puede suponer un reto.

Las fracturas benignas a pesar de que el hueso sufre un proceso de remodelación deben preservar al menos un 20% de médula ósea normal, presentando, por lo tanto, grasa y agua en su interior, mientras que las fracturas en cuya base existe una infiltración tumoral, ese porcentaje no es respetado siendo inferior o no existiendo. No obstante, hay que tener en cuenta que existe otro tipo de lesiones de características y semiología atípica.

## REVISIÓN DEL TEMA [ 1, 4 ]

La secuencia en fase ( F ) y fuera de fase ( FF ) o fase opuesta, puede aportar una información extra que nos ayude a realizar una mejor discriminación.

### ★ Secuencia en fase y fuera de fase ( o en fase opuesta )

Es una secuencia eco de gradiente potenciada en T1 con tiempos de eco diferentes. Con esta técnica nuestro objetivo es demostrar la presencia de protones de grasa y agua en una fractura vertebral. El tiempo de eco de la secuencia en fase y fuera de fase depende del campo magnético del equipo, a mayor campo magnético, mayor tiempo de eco. Para una resonancia magnética de 1,5 T, los protones del agua y la grasa suelen estar en fase cuando el tiempo de eco oscila entre 4,2 y 4,6 milisegundos, y están fuera de fase cuando el tiempo de eco oscila entre 2,1 y 2,3 milisegundos.

Los protones de la grasa y del agua se encuentran en la misma fase en el momento en el que comienza el pulso de radiofrecuencia, pero al presentar un T1 diferente comienzan a desfasarse. En un tiempo determinado los protones se encuentran en fase opuesta, es decir, a  $180^\circ$  uno con respecto al otro. Pasado otro determinado tiempo, vuelven a entrar en fase encontrándose a  $360^\circ$  ambos. Y así sucesivamente hasta el tiempo que hemos determinado para obtener ambas fases.

Cuando decimos que las secuencias se encuentran en fase, significa que la intensidad de la grasa y la del agua se suman, por el contrario, cuando se encuentran fuera de fase o fase opuesta, la intensidad de la grasa y la del agua, se restan, produciéndose una pérdida de señal en los vóxeles que contienen grasa y agua, siendo esto característico de los procesos benignos.

★ **Secuencia en fase y fuera de fase ( o en fase opuesta) [ 1 ]**

Se ha determinado que las lesiones benignas deben presentar al menos una caída de señal en fase opuesta del 20%, para cuantificar dicho dato colocaremos 2 ROIs sobre el área patológica para medir la intensidad de señal en fase ( F ) y en fuera de fase ( FF ). Una vez obtenida la intensidad de señal F y FF, realizaremos el cociente de la intensidad de señal fuera de fase partido por la intensidad en fase (  $FF/F$  ). Si dicho cociente es superior a 0,8 nos indica que no existe una caída de señal superior al 20% y por tanto orienta hacia la presencia de una infiltración de la médula ósea y que podríamos estar ante una fractura patológica.

Hemos de tener en cuenta también los falsos negativos y falsos positivos:

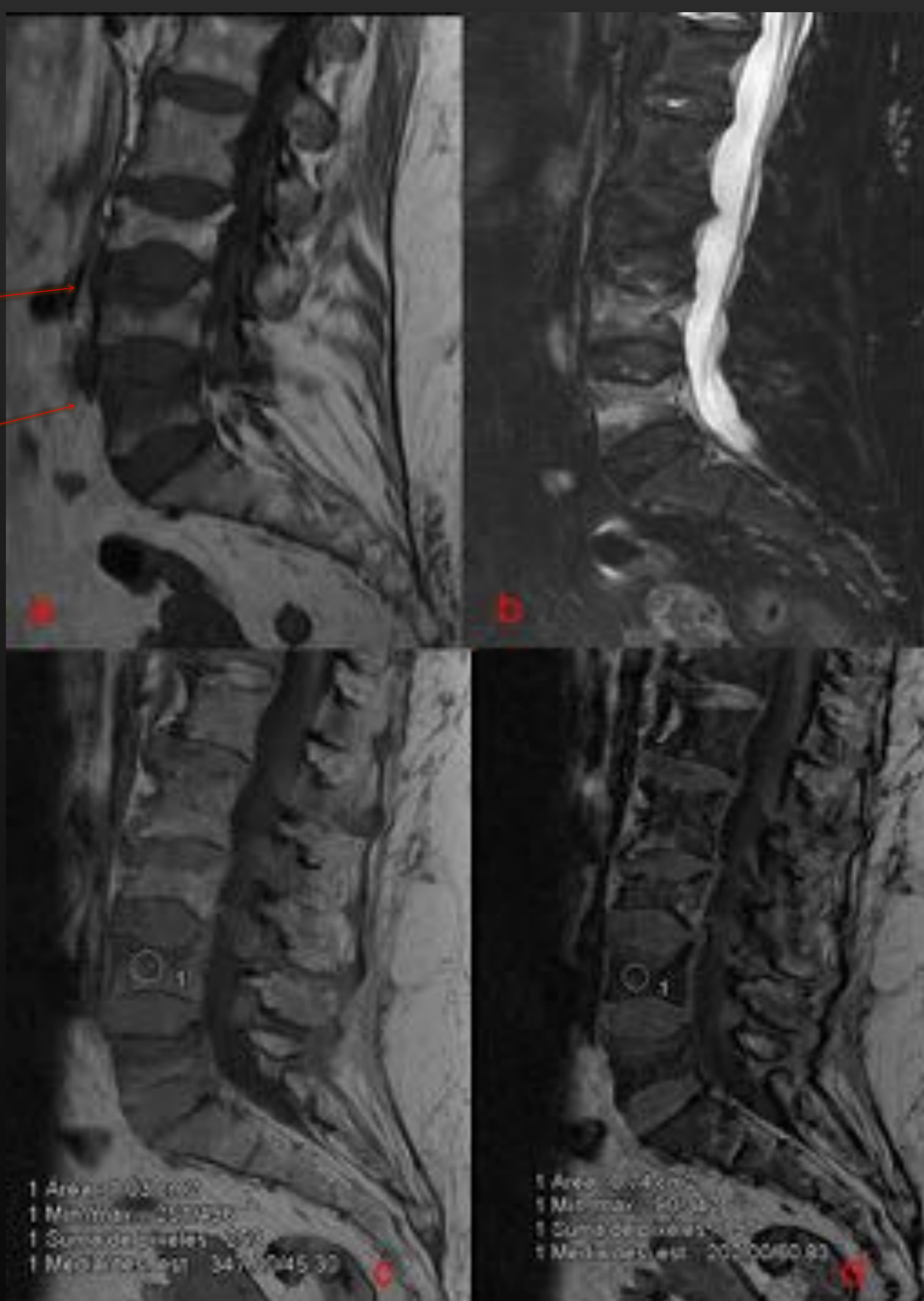
Se han descrito falsos negativos en tumores infiltrativos hematológicos como el Mieloma múltiple, los linfomas u otros tipos de leucemia.

En cuanto a los falsos positivos pueden atribuirse a la presencia de extenso edema óseo, como ocurre en las fracturas benignas agudas, en osteomyelitis con absceso vertebral, en pacientes con antecedente de radioterapia, o por la presencia de fibrosis.

## TIPOS DE FRACTURAS VERTEBRALES [ 2,3 ]

- a. EN LAS FRACTURAS BENIGNAS no se produce un reemplazo completo de la médula ósea, persistiendo por tanto una cantidad de grasa y agua que debe ser superior al 20%. En dichos procesos benignos vamos a observar una caída de señal en la secuencia fuera de fase debido a la existencia de grasa y agua en la médula ósea normal. Mediremos la intensidad de señal en las secuencias en fase y fuera de fase y realizaremos el cociente: fuera de fase/en fase. Si dicho cociente es inferior a 0.8 esto nos orienta hacia la benignidad de la lesión. Además debemos tener en cuenta la morfología de la fractura ya que las fracturas consideradas benignas suelen afectar a la mitad de la vertebra, sin implicaciones de los elementos posteriores ni abombamiento del muro posterior. Es importante tener en cuenta también los antecedentes personales del paciente y el contexto clínico.

**CASO 1:** Mujer de 83 años con antecedentes personales de fractura vertebral crónica de L3 por insuficiencia ósea, que consulta por dolor lumbar de cronología subaguda. Se le realiza RM de columna lumbar donde se observa una hipointensidad de la mitad superior de los platillos vertebrales de L4-L5, siendo hiperintensa en T2. En la secuencia fuera de fase se observa una caída de la señal. No hay afectación de los elementos posteriores ni masa de partes blandas por lo que el diagnóstico es de fractura subaguda probablemente por insuficiencia ósea. FIG.1



## Fig.1: FRACTURA VERTEBRAL BENIGNA

a.T1 b.T2 c.Fase d. Fuera de fase

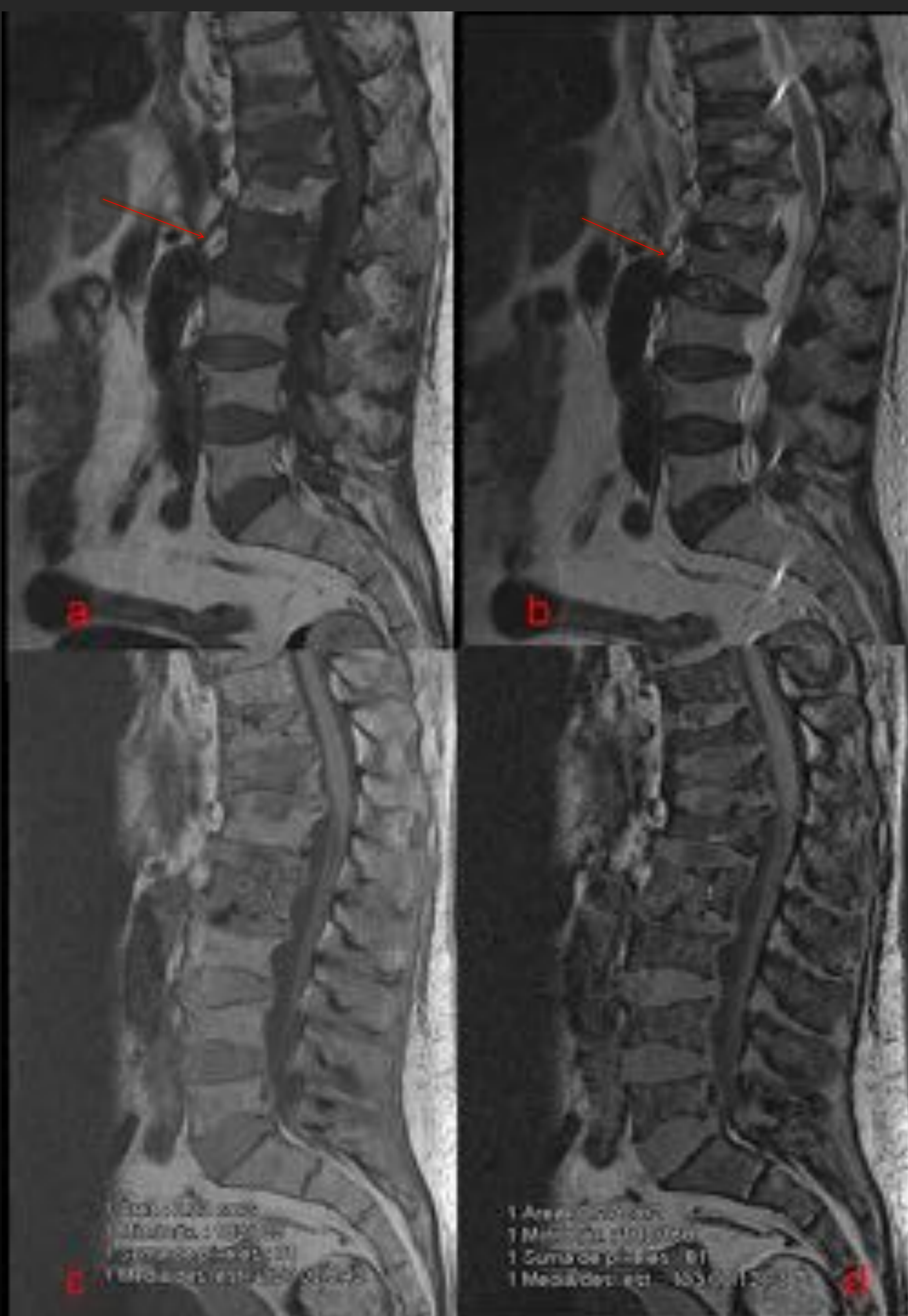
Hipointensidad en T1 en el platillo superior de L4 y mitad superior de L5, siendo hiperintenso en T2. No hay afectación de elementos posteriores ni masa de partes blandas.

El cociente fuera de fase/en fase fue de 0,58.

Fractura vertebral crónica en L3.

Hospital General Universitario  
J.M MORALES MESEGUER.  
Murcia/ ES

**CASO 2:** Mujer de 69 años con mieloma múltiple que consulta por dolor lumbar a punta de dedo y con los movimientos de cronología subaguda. Se realiza RM de columna lumbosacra donde se observa pérdida de altura en casi todas las vertebras visibles. A destacar el hundimiento del platillo superior de L2 que se muestra hipointenso en T1 e iso-intenso en T2, no hay abombamiento del muro posterior ni afectación de elementos posteriores. El cociente FF/F es igual a 1, pero las características semiológicas son las de una probable fractura por insuficiencia en una paciente con antecedentes de osteoporosis y fracturas previas por insuficiencia por lo que en este caso el cociente FF/F se trataría de un falso positivo.



**Fig 2 FRACTURA VERTEBRAL BENIGNA**

a.T1 b.T2 c.Fase d. Fuera de fase

Acuñamiento anterior de L2, hipointenso en T1 e iso-intenso en T2. No hay masa de partes blandas ni otros datos de malignidad.

Cociente FF/EF igual a 1.

Fractura por insuficiencia.

**Probable falso positivo.**

Hospital General Universitario  
J.M MORALES MESEGUER. (Murcia / ES)

**CASO 3:** Mujer de 65 años con antecedentes personales de cistoadenocarcinoma seroso de ovario, que consulta por dolor lumbar de características mecánicas y cronología subaguda. Se le realiza una RM de columna lumbosacra donde se observa a nivel de L1 hundimiento de los platillos superior e inferior. Asocia en la secuencia en T1 una línea hipointensa que atraviesa la porción medial del cuerpo vertebral en relación con una línea de fractura. No se observa afectación de elementos posteriores ni otros datos que sugieran malignidad. El cociente fuera de fase/en fase 0,8. Se trata de una fractura por insuficiencia. FIG3.



**Fig 3: FRACTURA VERTEBRAL BENIGNA.**

a. T1 b.T2 c EF d FF

Hundimiento en L1 de ambos platillos vertebrales. En T1 podemos ver una línea hipointensa que cruza el cuerpo vertebral (línea de fractura.)

La lesión es hipointensa en T1 e hiperintensa en T2.

No hay otros datos semiológicos de malignidad.

El cociente FF/EF es de 0,8

Se trata de una fractura por insuficiencia ósea.

*Hospital General Universitario  
J.M MORALES MESEGUER.  
(Murcia / ES).*

**b. EN LAS FRACTURAS PATOLÓGICAS** la médula osea normal ha sido reemplazada por células tumorales, y por tanto, al no existir grasa ni agua no observaremos dicha caída de señal en la secuencia fuera de fase. Un cociente  $FF/F > 0,8$  apoya nuestro diagnóstico, pero debemos tener siempre presentes los falsos positivos y negativos. Además es fundamental observar su comportamiento en el resto de secuencias así como las características morfológicas y los antecedentes personales del paciente.

**CASO 4:** Varón de 53 años sin antecedentes personales de interés, que consulta por dolor cervical irradiado por la cara externa de ambos miembros superiores que se acompaña de parestesias. Se realiza RM cervical donde se observa una fractura aplastamiento de C7, mostrándose hipointensa en T1 y con señal intermedia en T2. Presenta marcado abombamiento del muro posterior y afectación de elementos posteriores. El cociente FF/EF era de 0.88. Tanto por sus características morfológicas y su comportamiento en las distintas secuencias de la RM se diagnosticó de fractura una patológica de probable origen metastásico. En el estudio de extensión se encontró una masa hilar pulmonar que correspondió a un carcinoma broncogénico metastásico. FIG 4



**Fig4. FRACTURA VERTEBRAL MALIGNA.**  
a. T1 b. T2 c.EF d. FF

Fractura aplastamiento del cuerpo vertebral de C7 con abombamiento del muro posterior que protuye sobre el conducto raquídeo. Es hipointensa en T1 e intermedia en T2. El cociente FF/EF es de 0,88. Los hallazgos son compatibles con fractura vertebral patológica de probable origen metastásico.

*Hospital General Universitario  
J.M MORALES MESEGUER.  
( Murcia / ES).*



**CASO 5:** Mujer de 55 con leucemia de células plasmáticas valorada por traumatología por dolor dorsolumbar de cronología subaguda. Se le realiza una RM dorso-lumbar donde se observa una alteración difusa de la intensidad de señal de la médula ósea de toda la columna y sacro, con una importante disminución de señal en la secuencia T1 y aumento de señal en las secuencias T2 en relación con una remodelación de la médula ósea por su proceso hematológico de base y tratamientos asociados. Además se observa pérdida de altura severa con hundimiento de los platillos de D12 con abombamiento del muro posterior. En la secuencia en fuera de fase no se observa una caída de señal, con un cociente FF/EF de 1. Se trata de una fractura patológica. FIG 5



**Fig.5: FRACTURA VERTEBRAL PATOLÓGICA.**

a.T1 b.T2 c.EF d. FF

En T1 marcada hipointensidad de todos los cuerpos vertebrales e hiperintensidad en T2 en relación con su proceso hematológico de base y tratamiento QMT por remodelación de la MO.

Hundimiento de los platillos de D12 y sutil abombamiento del muro posterior.

El cociente fuera de fase/en fase es de 1.

Se trata de una fractura patológica.

*Hospital General Universitario  
J.M MORALES MESEGUER. ( Murcia /ES).*

**CASO 6:** Mujer de 82 años que consulta por lumbalgia refractaria a tratamiento médico. Se realiza RM de columna lumbosacra donde se observa a nivel de L3 hundimiento del platillo superior, hipointenso en T1 y T2, sin observarse caída de señal en la secuencia fuera de fase, con un cociente FF/EF de 0,93, siendo compatible con fractura patológica de primario desconocido. Tras este hallazgo se le realizó un estudio de extensión en busca de un tumor primario de origen desconocido, siendo diagnosticada de cáncer de mama izquierdo. FIG6.



**Fig 6: FRACTURA VERTEBRAL PATOLÓGICA.**

a.T1 b.T2 c.EF d. FF

En L3 hundimiento del platillo superior siendo hipointenso en T1 y T2.

No se observa caída de señal en la secuencia fuera de fase.

Cociente FF/EF 0,9.

Fractura patológica.

Hospital General Universitario  
J.M MORALES MESEGUER. ( Murcia /ES).

## CONCLUSIÓN

- La secuencia en fase y fuera de fase puede aportar información extra a la hora de enfrentarnos ante una fractura vertebral. El uso complementario de las secuencias en fase y fuera de fase de la RM puede ser útil para una mejor filiación de las fracturas vertebrales, evitando en algunos casos la realización de otras pruebas invasivas.
- Un cociente fuera de fase/en fase  $>0.8$  es sugestivo de fractura patológica. Pero debemos tener en cuenta los posibles falsos positivos y negativos.
- No obstante, siempre debemos de valorar una fractura de forma global, teniendo en cuenta sus características morfológicas, su comportamiento en el resto de secuencias y los antecedentes personales del paciente.

## REFERENCIAS

1. Disler DG, McCauley TR, Ratner LM, et al. **In-phase and out-of-phase MR imaging of bone marrow: prediction of neoplasia based on the detection of coexistent fat and water.** *AJR Am J Roentgenol* 1997;169:1439–47
2. Eito K, Waka S, Naoko N, et al. **Vertebral neoplastic compression fractures: assessment by dual-phase chemical shift imaging.** *J Magn Reson Imaging* 2004;20:1020–24
3. **Zajick DC, Morrison WB, Schweitzer ME, Parellada JA, Carrino JA. Benign and malignant processes: normal values and differentiation with chemical shift MR imaging in vertebral marrow.** *Radiology* 2005;237:590–6.)
4. Erly WK, Oh ES, Outwater EK. The utility of in-phase/opposed-phase imaging in differentiating malignancy from acute benign compression fractures of the spine. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2006 Jun-Jul;27(6):1183-8.