

# Metástasis óseas: el reto de hacer fácil la resonancia magnética de cuerpo entero (RMCE)

Irati Elizasu Roteta, Ainara Aramburu Goicoechea, Amaia Guisasola Iñiguez, Cristina González Sainza, Esther Fernández Pardavila, Amaia Arrillaga Hermoso, Cristina Gervás Wells, Maria Cristina Laso Lopez De Uralde, Jaime David Iglesias Gordo,

\*OSATEK Hospital Universitario Donostia

# ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE LA ENFERMEDAD METASTÁSICA ÓSEA?

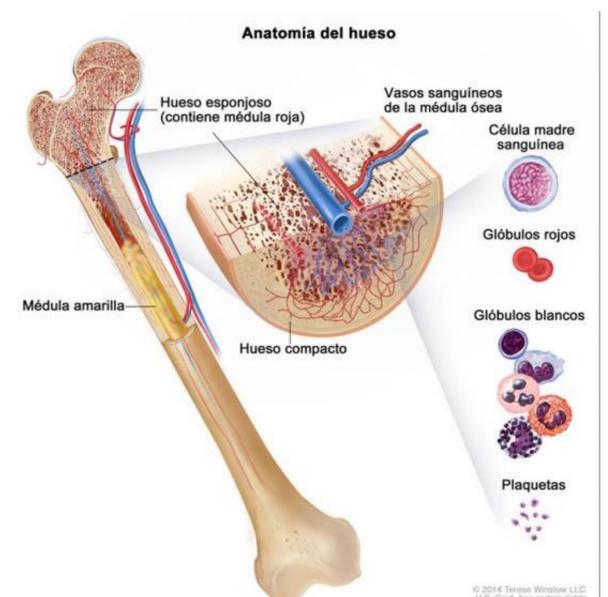
- Carcinoma de próstata y mama: son tumores de alta prevalencia
- Cuando son tumores diseminados, tienen alta prevalencia como única afectación metastásica ósea

## RM CE:

- Técnica de alta precisión diagnóstica
- La mayoría de los equipos actuales son capaces de hacer el protocolo
- Aporta criterios de respuesta para la afectación ósea metastásica: MET-RADS (2018)
- En nuestro hospital, amplia experiencia desde su introducción en el 2015
- Objetivo:
  - Aportar lo aprendido e intentar hacerlo sencillo

## Recordatorio anatómico simple:

- Hueso: tiene 2 tejidos
  - Calcio
  - Médula ósea (MO)
- Las células metastásica anidan en la medula ósea que se encuentra entre las trabéculas óseas.
- Las células óseas (osteoblastos y osteoclastos) van a reaccionar con destrucción (proceso lítico) y formación de hueso (proceso blástico).
  - El proceso metastásico óseo se considera conceptualmente un proceso mixto (lítico y bástico), aunque predomine uno de los dos procesos.



# RMCE: PUNTOS CLAVE

1. Técnica
2. Buena DWI: buena saturación grasa, 1.5T mejor
3. Conceptos de DWI en hueso: agua/grasa
4. Concepto lítico - bastico: heredado de otras técnicas de imagen RX-Tc, gammagrafía
5. RM CE: detección (criterios morfológicos y funcionales)
6. RM CE: evaluación de respuesta (criterios morfológicos y funcionales)
7. Aportaciones del MET-RADS:  
Respuesta/estable/progresión. MET-RADS simplificado.
8. Formas mas frecuentes de progresión
9. Sombras de la RMCE

# 1. Técnica

- Axial:
  - Secuencias anatómicas: T1 y T2
  - Secuencia funcional: DWI
    - Buena saturación grasa b50 y b800-900
  - T1 TSE vs DIXON (agua, fase, fase opuesta y grasa)
  - T2 para ver los demás órganos: cerebro, vesícula, vía biliar, páncreas, próstata...
  - Grosor de corte de 5mm en todas las secuencias
  - 6/4 stock, que luego se encadenan en un único bloque T1, T2 y DWI, desde cabeza hasta tercio superior de muslo
- Sagital de columna:
  - T1 y T2 Dixon (agua y fase)
  - Cortes de 4mm
  - Para valorar posible compresión de canal raquídeo
  - 2 stock
- Bobinas de cráneo y dos antenas de superficie:
  - Correcto posicionamiento, sin solapamientos para evitar artefactos
    - Importante para buena DWI
- Colocar lo más cómodo posible al paciente. Es una exploración larga (60 minutos).

## Opcional:

- Flair axial cráneo
- T1 pulmón
- T1 coronal 3D (4 stock)
- T2 haste STIR coronal (4 stock)

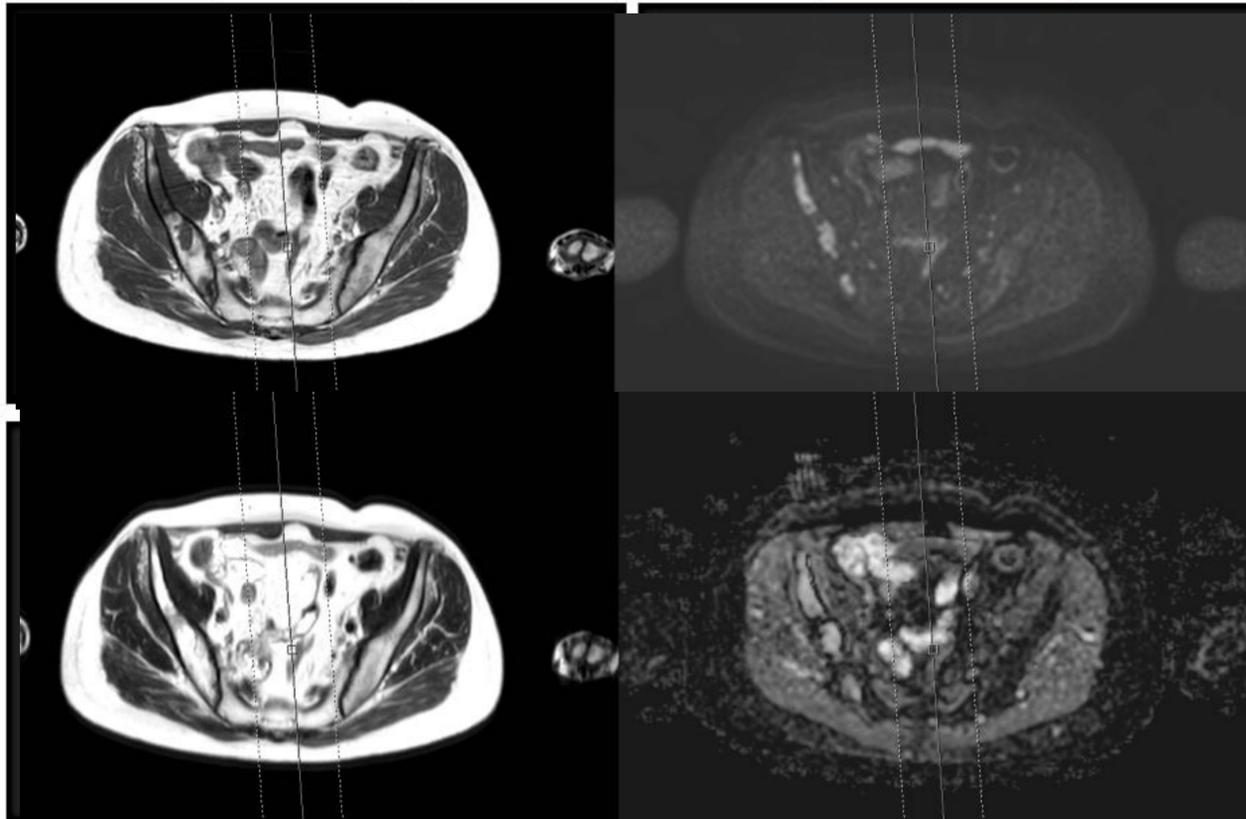
# 1. Técnica

SEC. MORFOLÓGICAS

SEC. FUNCIONAL = DIFUSIÓN

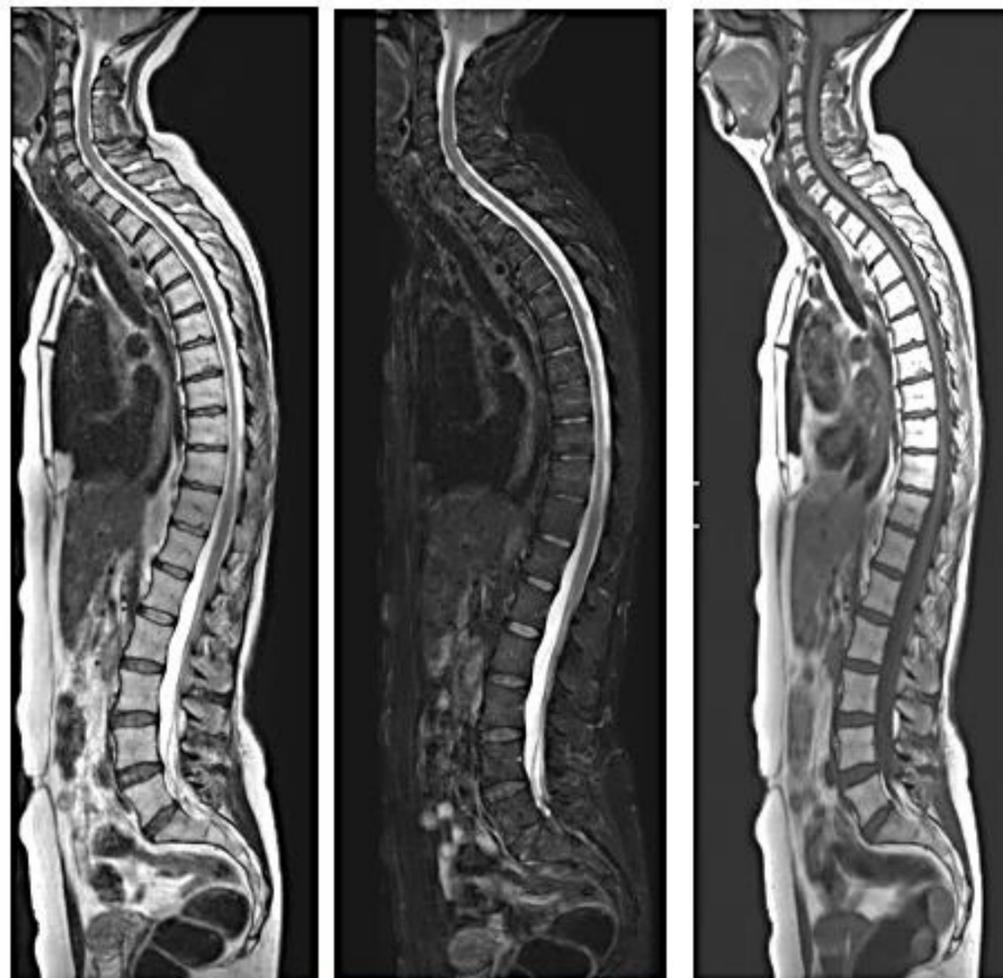
T1 axial

DW b800



T2 axial

ADC



Fase

Mapa de agua

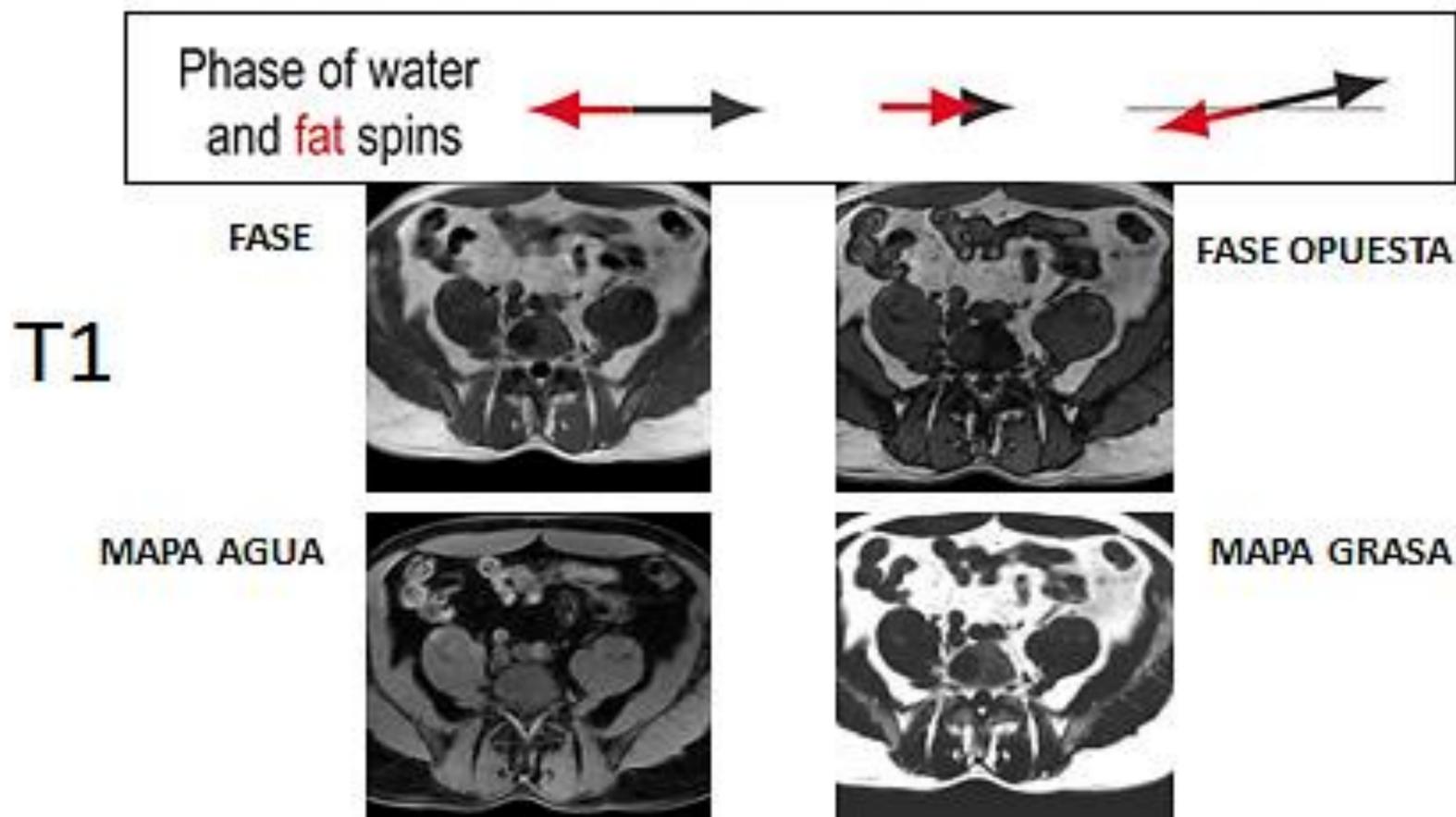
T1

T2 Dixon

# 1. Técnica

## DIXON

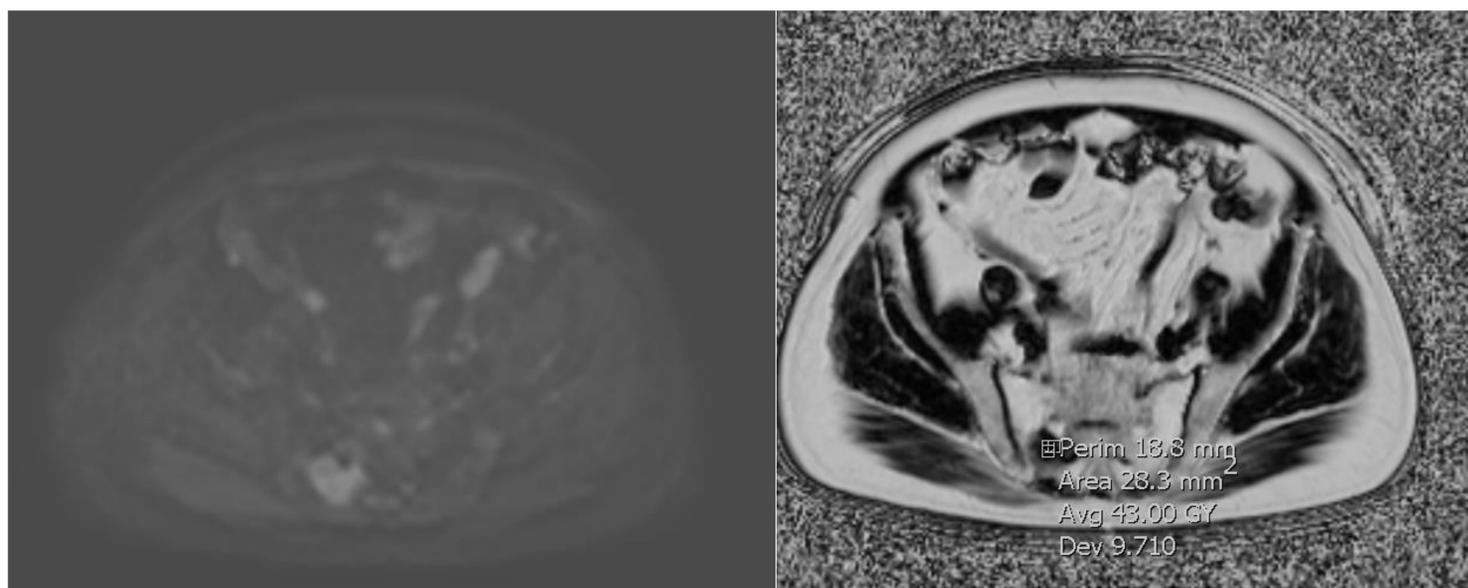
PUEDA DIFERENCIAR LOS PROTONES UNIDOS AL AGUA Y A LA GRASA



Se puede cuantificar la grasa en **FRACCIÓN GRASA**:

$$\text{FRACCIÓN GRASA} = \frac{\text{GRASA}}{\text{AGUA} + \text{GRASA}}$$

En lesiones hiperintensas en b800, ayuda a diferenciar m.o. normal y tumoral



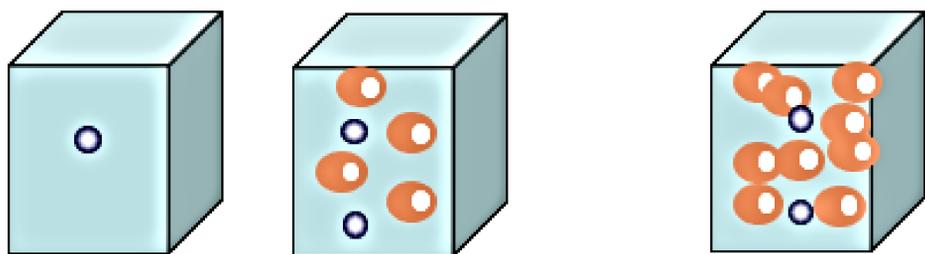
Más del 20% de grasa: probable medula ósea roja

## 2. Buena DWI: buena saturación grasa, 1.5T mejor

### DIFUSIÓN:

- Movilidad del agua (H+) en el tejido
- La capacidad de difusión del agua se puede medir: ADC (micrometros /sg)
- Podemos obtener datos cuantitativos

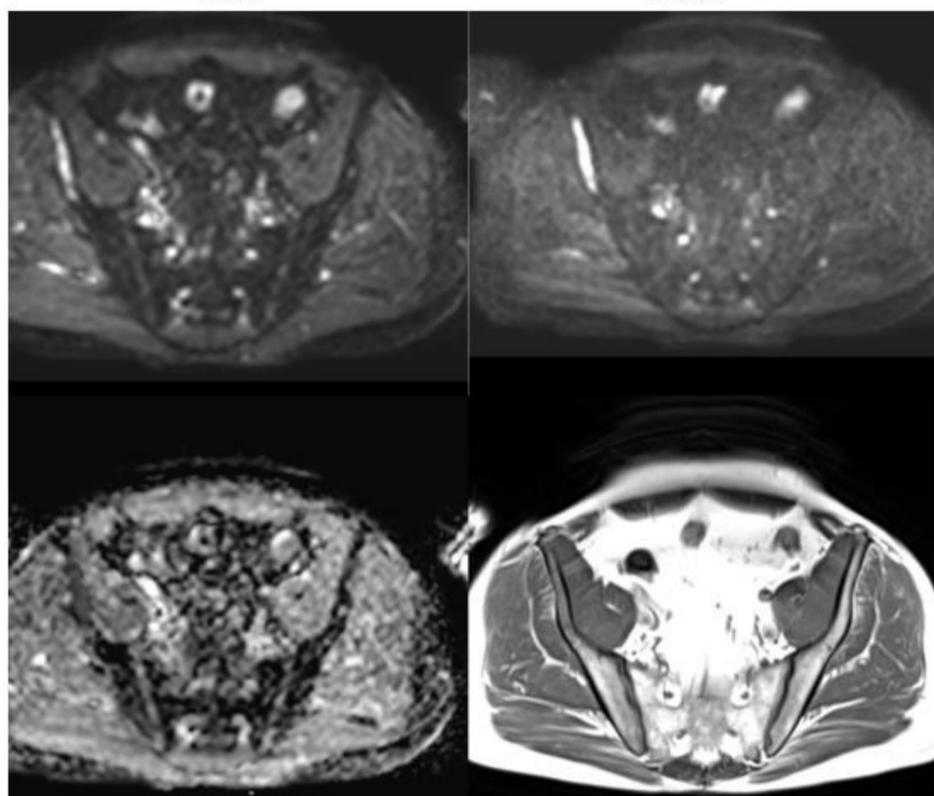
agua Normal TUMOR  
Agua + células Agua + muchas células



Tumor: restricción por aumento de la celularidad

b50

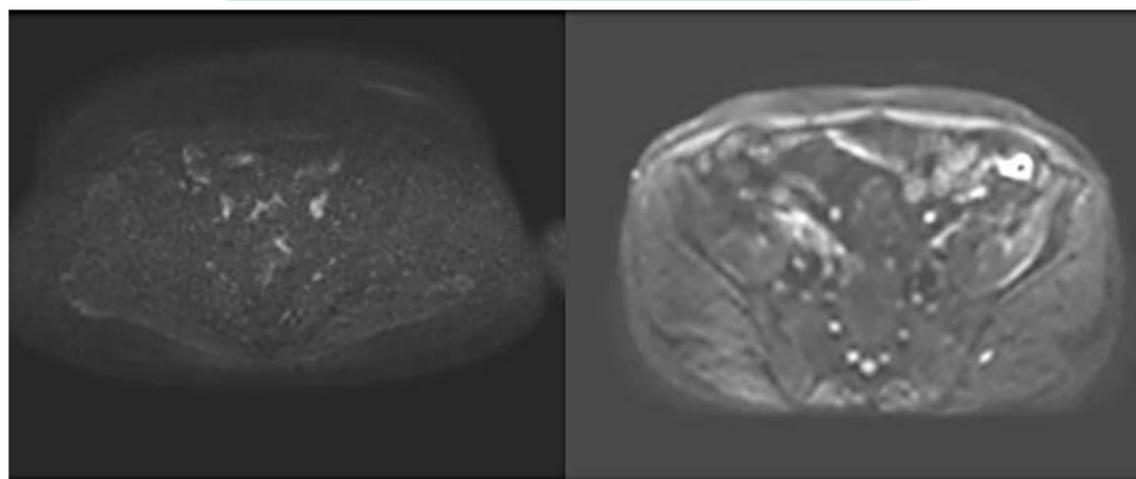
b800



ADC

T1

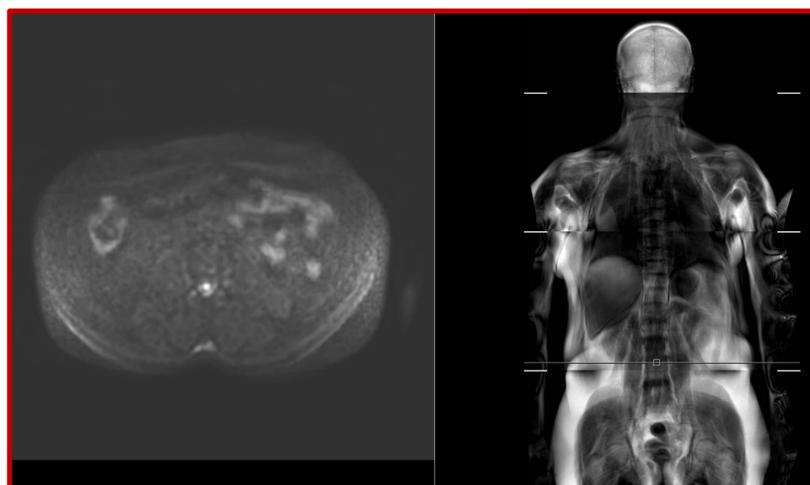
1.5 T, saturación grasa mas homogénea



1,5T

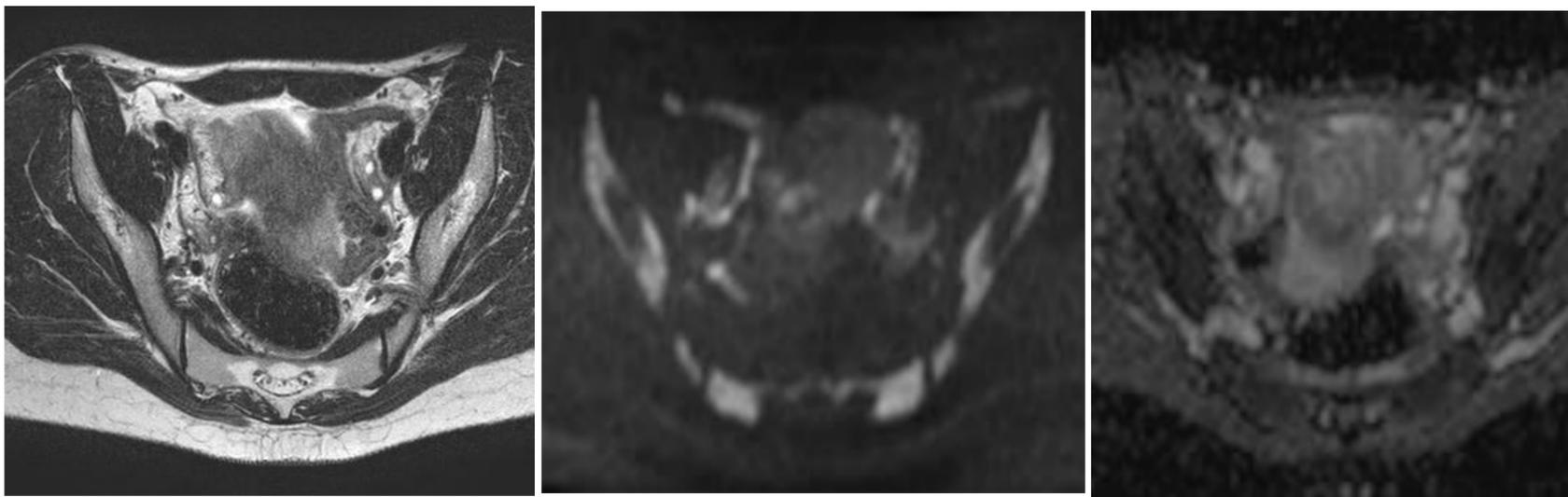
3T

Hay que tener en cuenta los artefactos de solapamiento de bloque



## 3. Conceptos de DWI en hueso: agua/grasa

- Hay 2 tipos de médula ósea fisiológica:
  - La roja o hematopoyética
  - La grasa o amarilla
- Dependiendo de la edad y de otros múltiples factores la cantidad de proporción de médula ósea roja / grasa es variable. En general, a mayor edad, más grasa y menos médula roja
- La médula ósea roja suele tener un patrón de localización típico que hay que saber reconocer:
  - Esqueleto axial: rico en medula roja
  - Las epífisis: ricas en médula grasa
  - Las metáfisis de huesos largos: ricas en médula roja
  - Huesos planos: ricos en médula roja



T1

b800

ADC

Tumor → agua → brillo b800 y restricción (ADC negro)

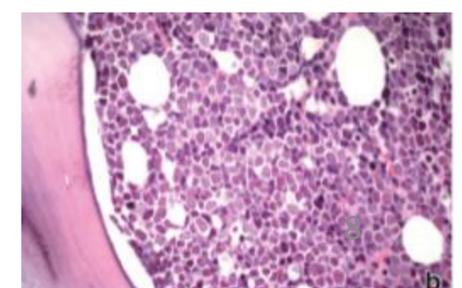
### La Médula ósea amarilla o grasa:

- Tiene grasa, no tiene agua y pocas células hematopoyéticas.
- Hiperintensa en T1 e hipointensa en b800.
- Cuando hay grasa no hay brillo en b800 y no hay que medir ADC.
- El ADC en las áreas grasas siempre va a ser bajo.



### Médula ósea roja o hematopoyética:

- Tiene células hematopoyéticas, células grasas y agua.
- Señal intermedia en T1 y b800.
- ADC bajo, porque tiene grasa. Fracción de grasa > 20%.



## 4. Concepto lítico-blástico: heredado de otras técnicas de imagen Rx-Tc, Gammagrafía

### Gammagrafía

Hueso : actividad osteoblástica

### TAC

Hueso : lítico / blástico

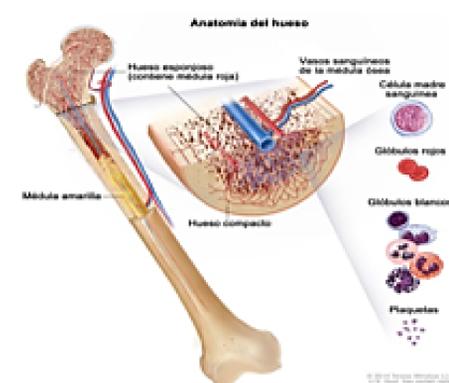
### PET-TC

Actividad metabólica de células metastásicas:

### RM cuerpo entero

Celularidad tumoral

Calcio

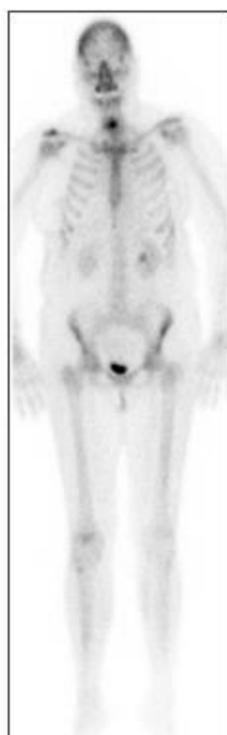


Médula Ósea/tumor

### Gammagrafía:

Detecta actividad osteoblástica exclusivamente

Gamma



RM T2



Gammagrafía positiva ≠ M1

## 4. Concepto lítico-blástico: heredado de otras técnicas de imagen Rx-Tc, Gammagrafía

### TC:

- Ve tejido óseo, no ve la médula ósea
- No detecta directamente el tejido tumoral de la médula ósea (salvo masa de partes blandas)
- Ve la reacción de la mineralización a las células tumorales
  - Lesiones líticas: destrucción/pérdida de densidad calcio
  - Blásticas: formación hueso/ aumento de densidad cálcica
- Muy sensible para detectar destrucción cortical
- Menos sensible para la afectación del hueso trabecular( para detectar una lesión lítica tiene que haber mucha destrucción ósea >30%)
- La TC normal no descarta metástasis óseas
- Retrasa el diagnóstico de la afectación ósea
- El hueso metastásico puede que no se normalice, incluso cuando existe curación
- La curación frecuentemente es en forma de área esclerosa/blástica (lesión esclerosa de nueva aparición se deben considerar con cautela, teniendo en cuenta el fenómeno **flare**)
- Los signos de repuesta y progresión son limitados



### RM:

- No se tiene que trasladar la nomenclatura de lítico y blástico a la RMCE
- La RMCE ve la celularidad de la médula ósea: grasa, roja o tumoral (aumento de la celularidad)
- Hay que hablar de lesión focal benigna o maligna
  - Maligna: alta celularidad
    - Excepcionalmente existen metástasis de baja celularidad (T1 hipointenso, no se ven en DWI)

# ¿QUE APORTA LA RMCE?

## **1. Detección: lesión maligna/lesión benigna**

- Criterios morfológicos – T1
- Criterios funcionales - DWI

## **2. Evaluación de respuesta al tratamiento**

- Criterios morfológicos – T1
- Criterios funcionales - DWI

# 5. RM CE: Detección (criterios morfológicos y funcionales)

T1 y DWI: Valoración conjunta de ambas secuencias

- Presencia de grasa o no (T1)
- Valor ADC

## 1. Patrón difuso/focal:

Patrón difuso

- Es fácilmente identificable por su baja señal T1.
- Suele tener una señal más hipointensa que el disco intervertebral en secuencia T1
- Poco frecuente en afectación metastásica

Patrón focal

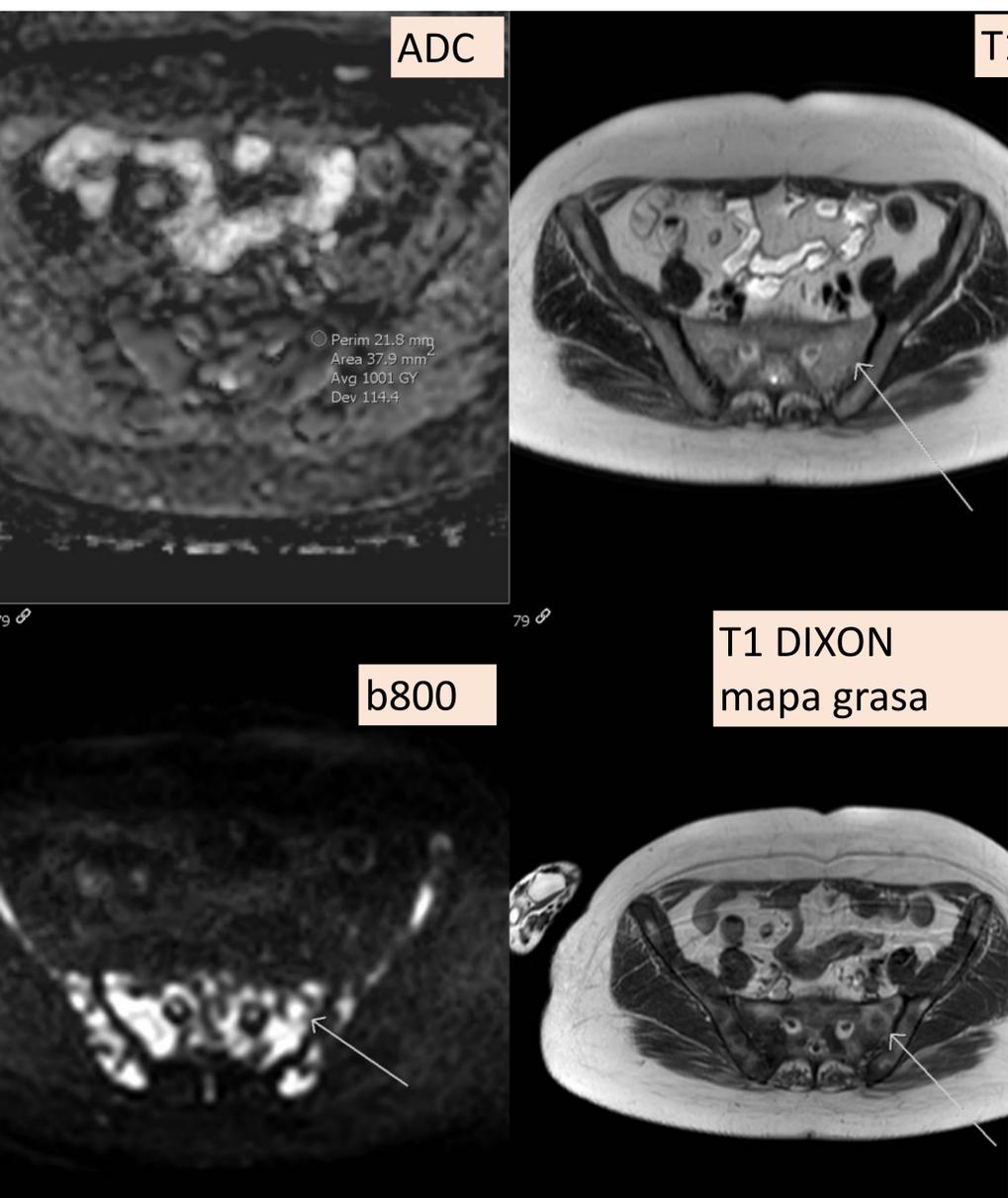
- Forma mas frecuente de presentación metastásica
- No hay que confundirlo con áreas de médula roja
- Diagnóstico diferencial con lesiones benignas: la presencia de grasa intralesional indica benignidad

## 2. Lesión focal: Benigna o maligna

- Presencia de grasa: Benignidad
- En ausencia de grasa: Hay que medir ADC

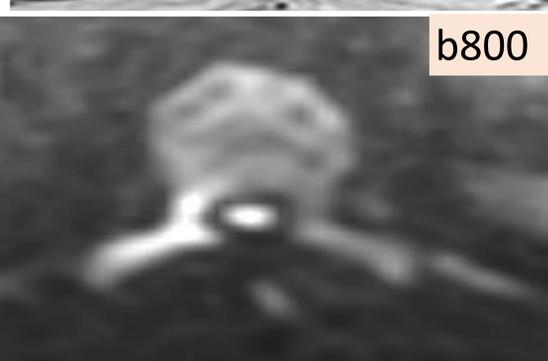
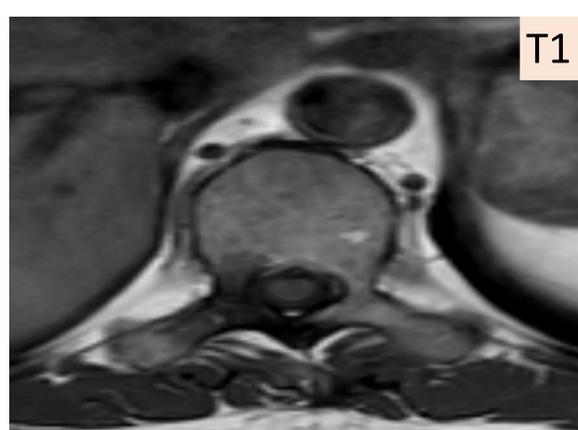
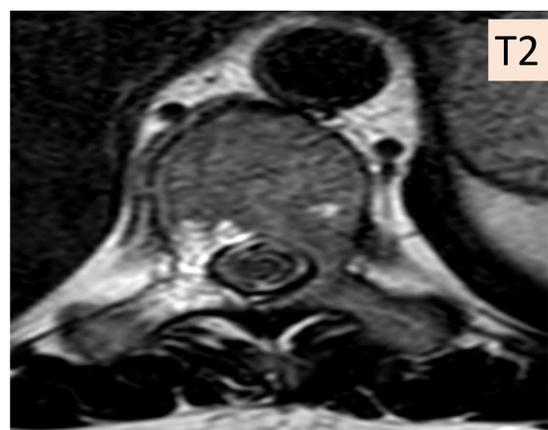
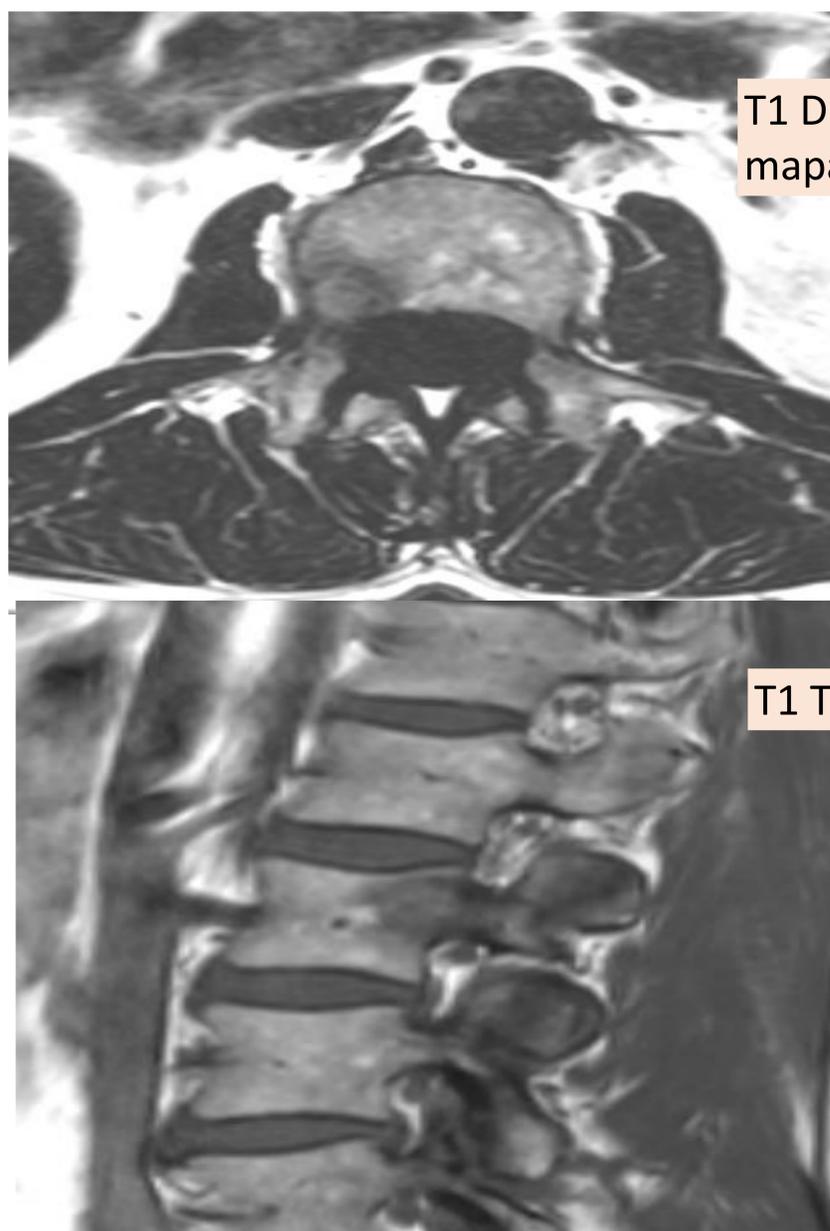
# 5. RM CE: Detección (criterios morfológicos y funcionales)

Patrón difuso:



Patrón focal:

Angioma: La presencia de grasa confirma benignidad. No hay que medir ADC



Lesión angiomatosa con poca grasa:  
• Hipointensidad T1: ausencia de grasa  
• Hiperintensidad en b800 pero con valor ADC alto: descarta malignidad

## 6. RM CE: Evaluación de respuesta (criterios morfológicos y funcionales)

### ➤ Signos de respuesta al tratamiento

- Aparición de grasa – criterio morfológico
- Aumento del ADC – criterio funcional

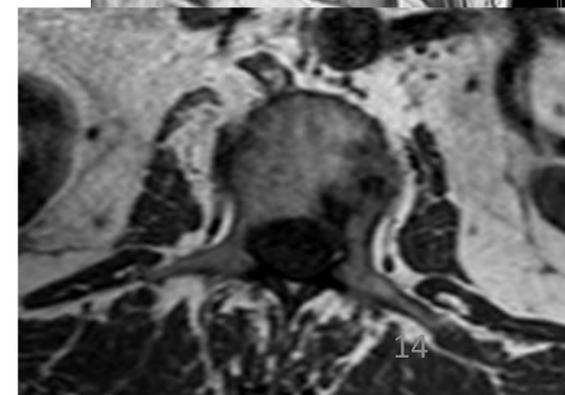
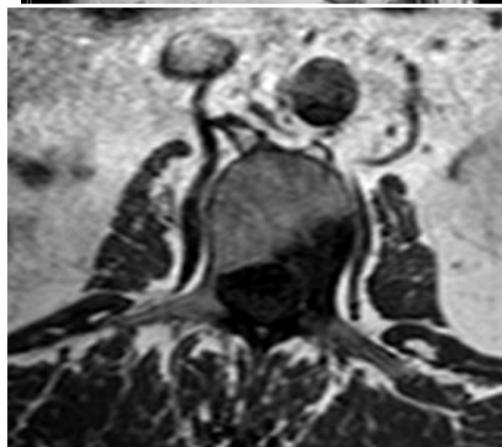
### ➤ Signos de progresión

- Aumento de tamaño o Nuevas lesiones – criterio morfológico
- Disminución ADC – criterio funcional

#### Aparición de grasa: signo de respuesta

Enero 2017

Octubre 2017

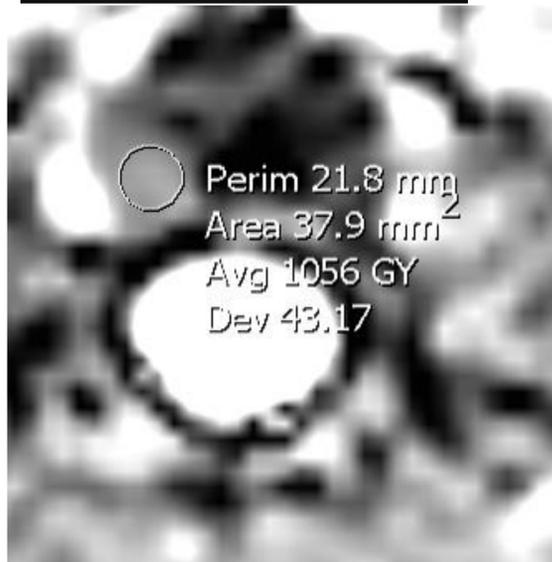
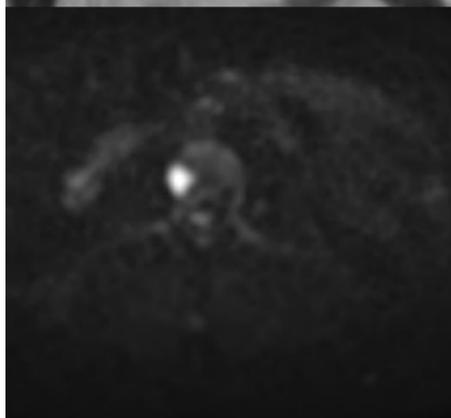


## 6. RM CE: Evaluación de respuesta (criterios morfológicos y funcionales)

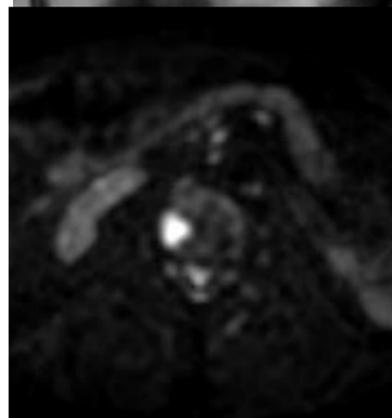
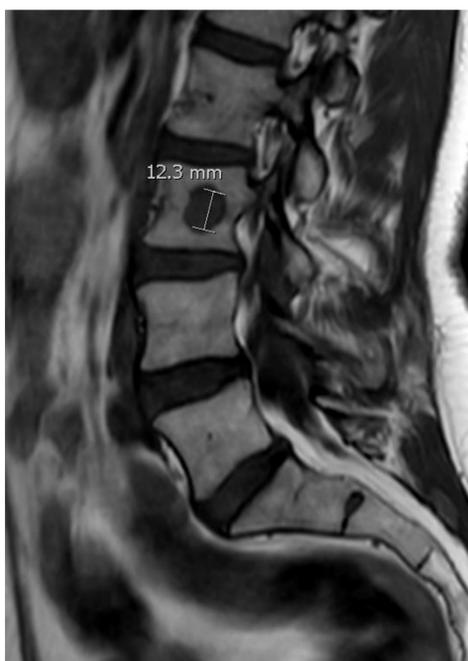
Aumento del ADC: signo de respuesta

El ADC puede detectar signos de respuesta precoz al tratamiento, incluso cuando los criterios morfológicos se mantienen estables

Noviembre 2017

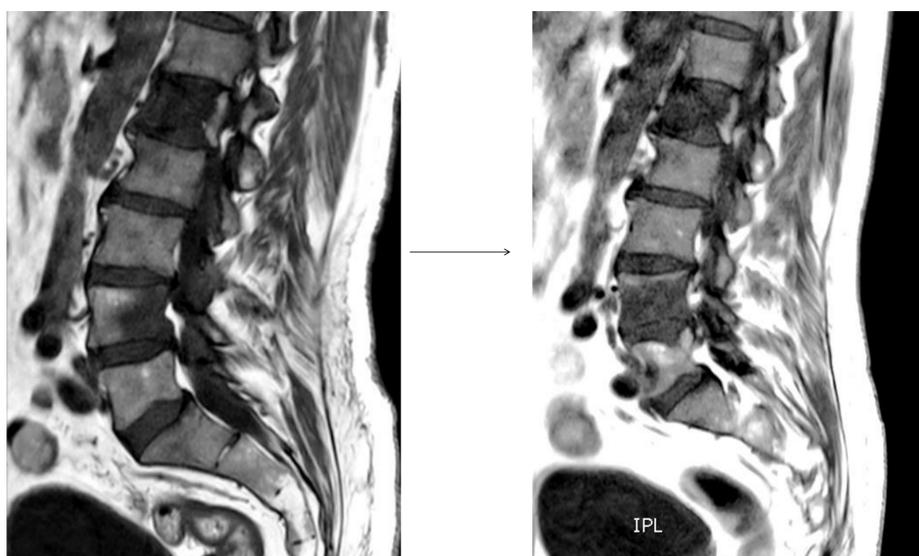


Noviembre 2018

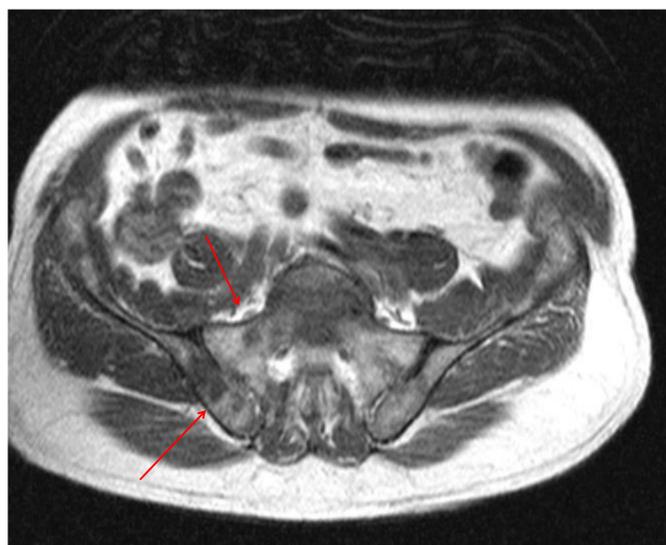


## 6. RM CE: Evaluación de respuesta (criterios morfológicos y funcionales)

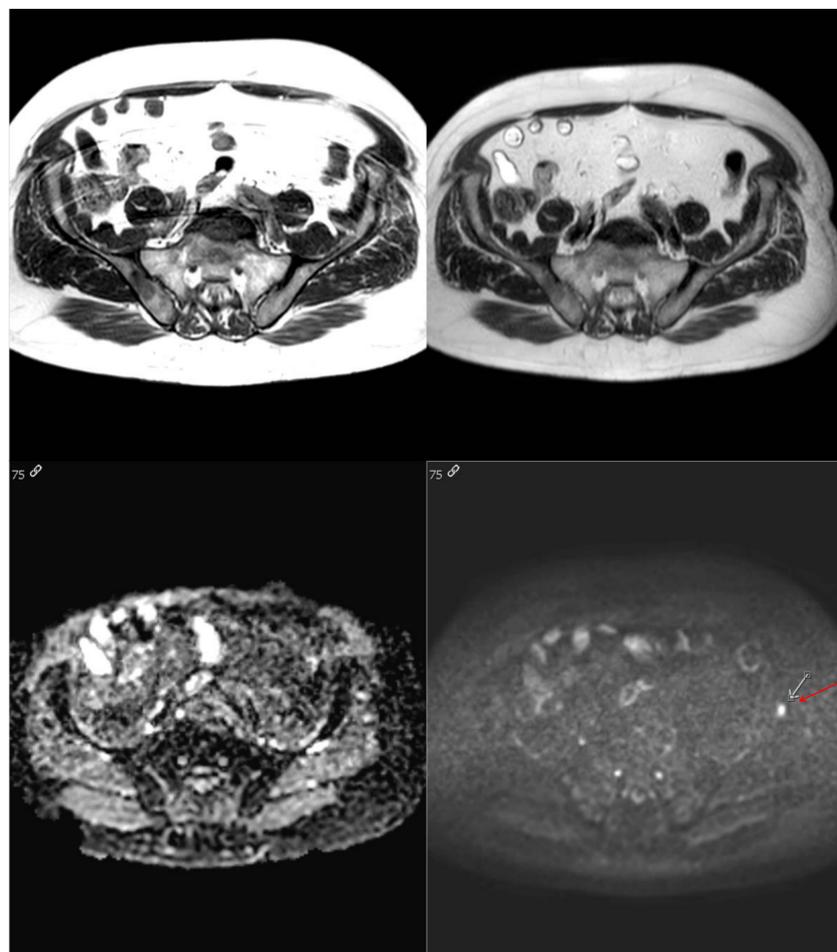
Aumento de tamaño: signo de progresión



Aparición de nueva lesión: signo de progresión



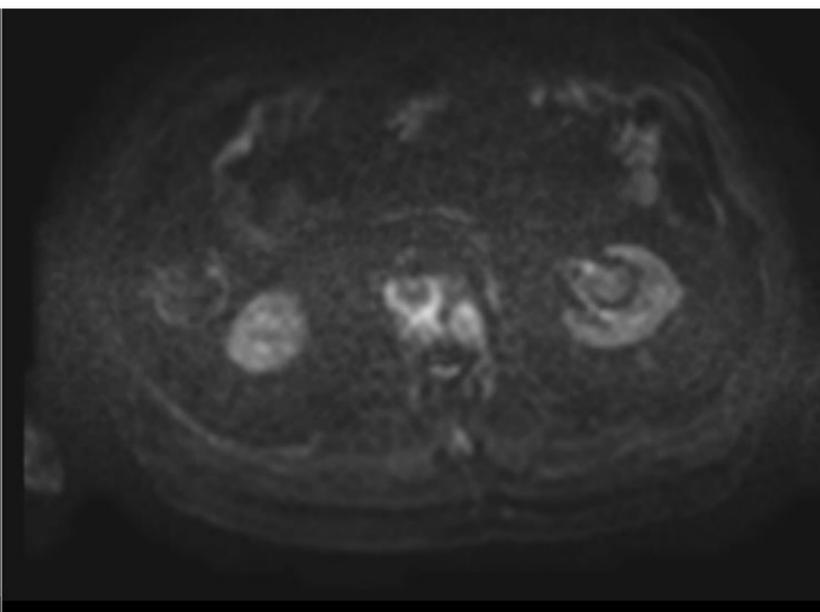
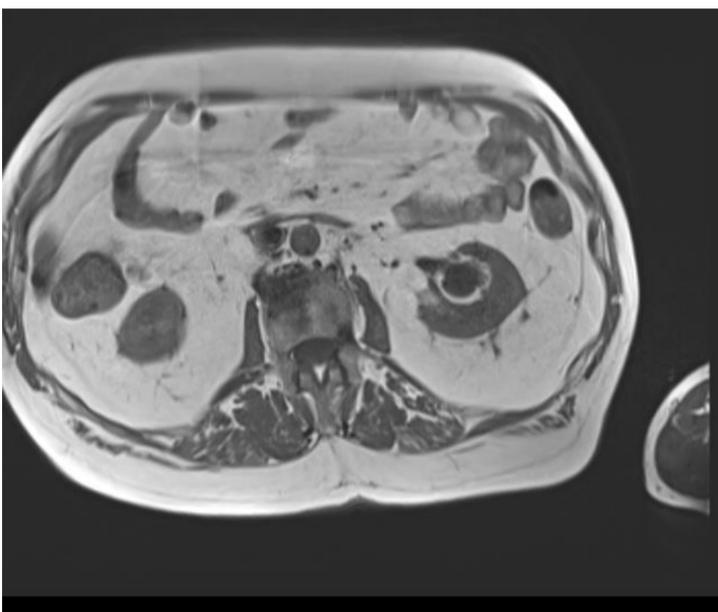
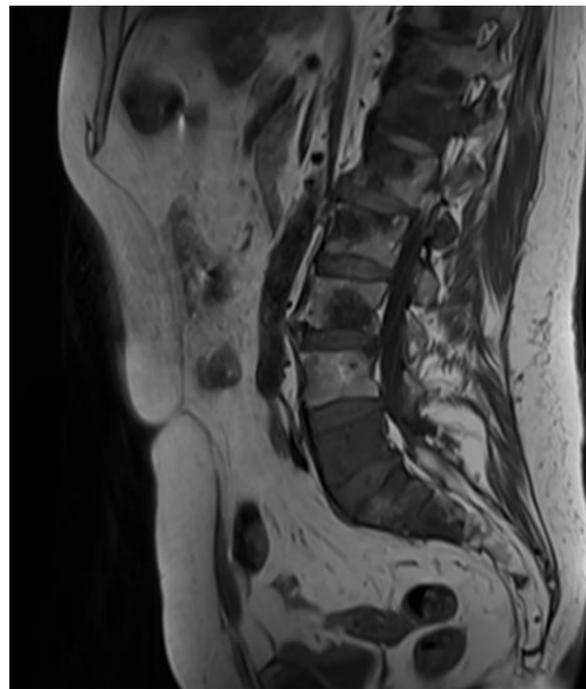
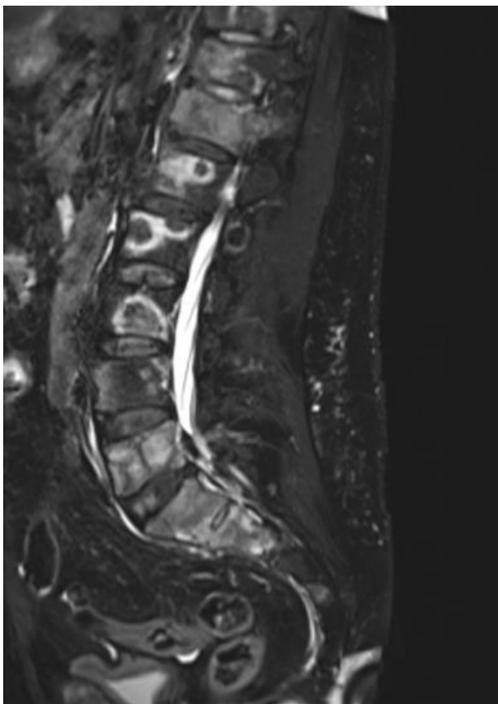
- Lesiones en respuesta
- Sin celularidad
- No hiperseñal b800
- No hay que medir ADC



Metástasis en respuesta, pero signo de progresión por nueva lesión sobre hueso previamente sano.

## 6. RM CE: Evaluación de respuesta (criterios morfológicos y funcionales)

Aparición de halo celular sobre lesión metastásica previamente en respuesta: signo de progresión



Hiperintensidad b800 con ADC <1400

# 7. Aportaciones del MET-RADS: respuesta/ estable/progresión. MET-RADS simplificado

- Los criterios publicados para la valoración de la enfermedad metastásicas son muy limitados
- RECIST: solo masa de partes blandas
- MET-RADS: criterios morfológicos y funcionales

## Metastasis Reporting and Data System for Prostate Cancer in Practice

Anwar R. Padhani, MBBS, MRCP, FRCR<sup>a,\*</sup>,  
Nina Tunariu, MD, MRCP, FRCR<sup>b</sup>

### KEYWORDS

• Whole-body MR imaging • MET-RADS • Prostate cancer • Imaging standard  
• Systematic reporting • Therapy response

### KEY POINTS

- MET-RADS provides the minimum standards for whole-body MR imaging with DWI regarding image acquisitions, interpretation, and reporting of baseline and follow-up monitoring examinations of patients with advanced, metastatic prostate cancers.
- MET-RADS is suitable for guiding patient care in practice (using the regional and overall assessment criteria) but can also be incorporated into clinical trials when accurate lesion size and ADC measurements become more important.
- MET-RADS enables the evaluation of the benefits of continuing therapy to be assessed, when there are signs that the disease is progressing (discordant responses).

Magn Reson Imaging Clin N Am 26 (2018) 527-542

## MET-RADS-P in practice

### 1. Muy probable respuesta

- Conversión a MO normal
- Disminución en número / tamaño
- Aparición de grasa intralesional
- ADC de  $\leq 1400$  a  $> 1400$
- Aumento ADC  $> 40\%$

### 2. Probable respuesta

- ADC  $\leq 1000$  a  $< 1400$
- Aumento ADC 25-40%

### 3. Estable

### 4. Probable progresión

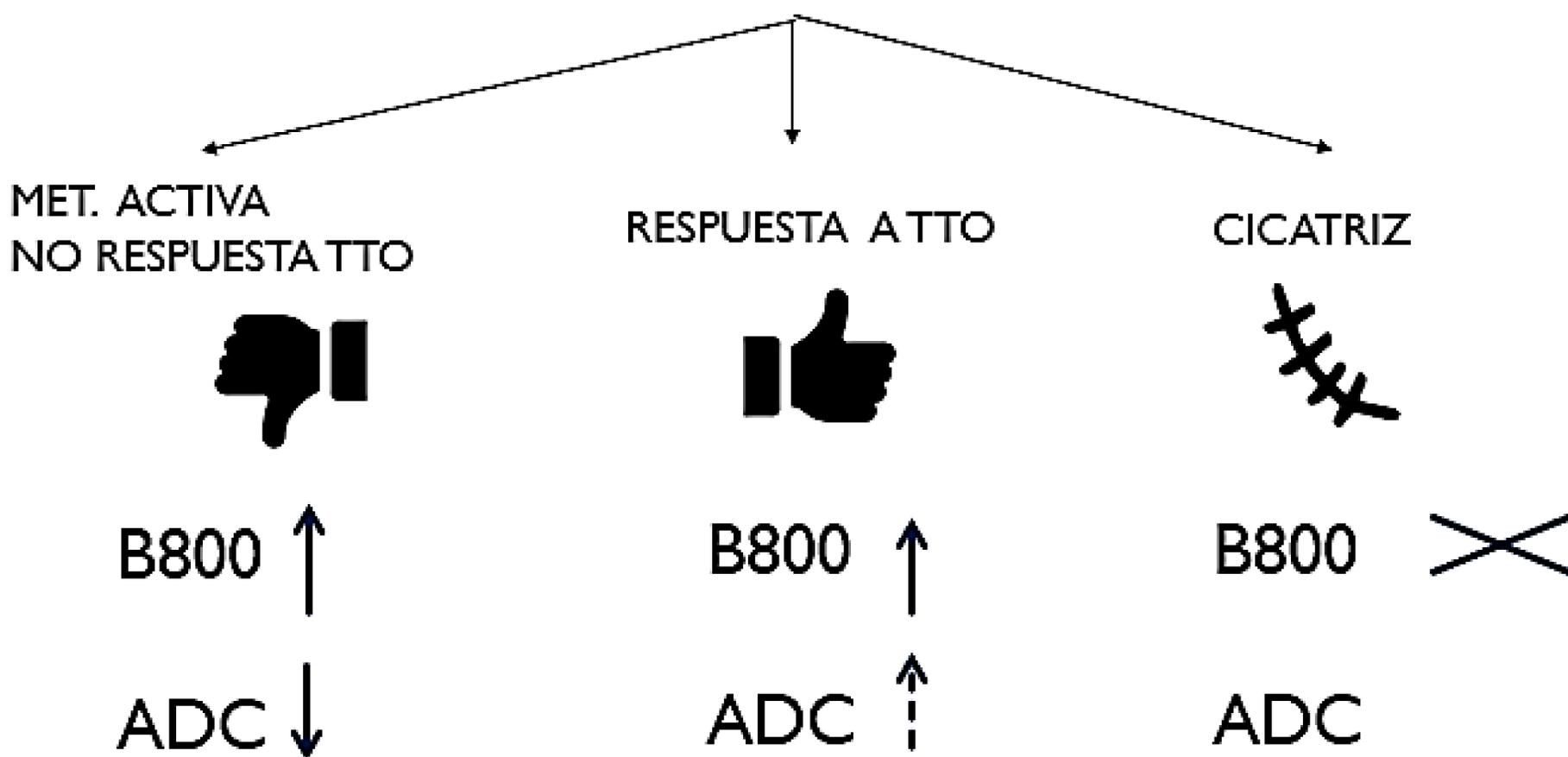
- Dudosa aparición de nuevas lesiones
- Tamaño estable con aumento de brillo b800 con ADC  $< 1400$
- Aumento de tamaño o reaparición de lesiones preexistentes que habían respondido
- Componente de partes blandas en canal espinal, sin compresión medular ni clínica neurológica

### 5. Muy probable progresión

- Nueva fractura vertebral o compresión medular que requiera IQ o RT
- Nuevas lesiones en MO previamente normal
- Aumento inequívoco en número/tamaño
- Nueva aparición o aumento del componente de partes blandas asociado a la lesión ósea
- Nuevas lesiones con brillo b800 y ADC 600-1000

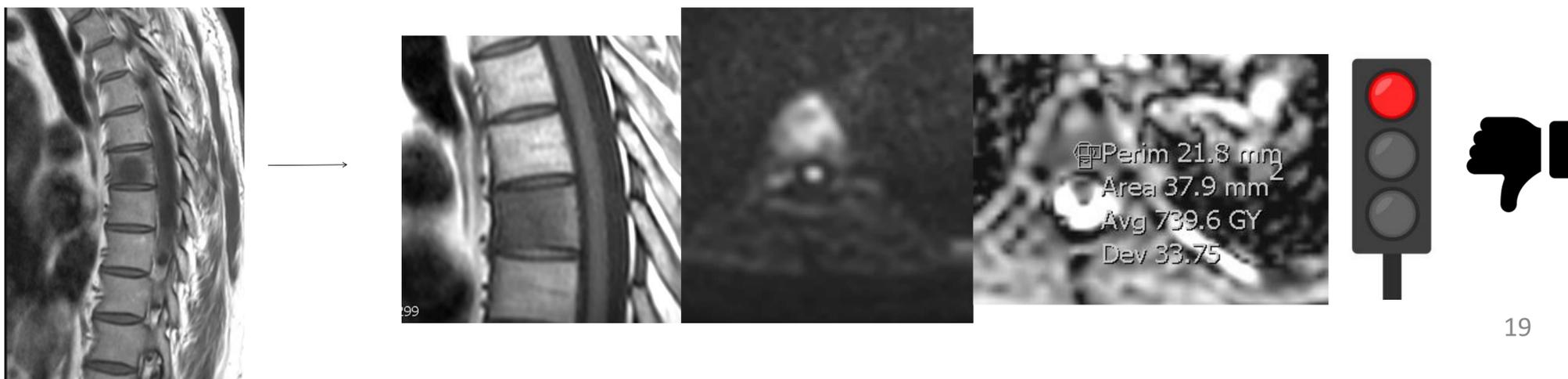
# 7. Aportaciones del MET-RADS: respuesta/ estable/progresión. MET-RADS simplificado

## MET RADs simplificado



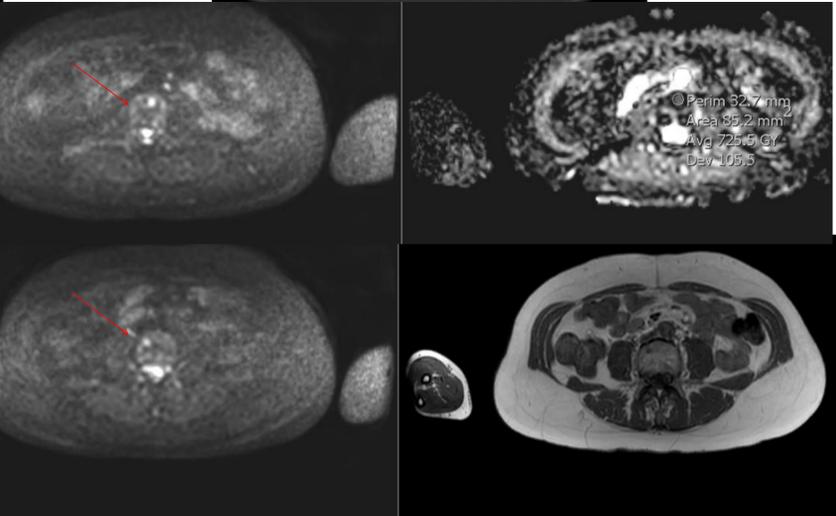
ADC NO TUMORAL > 1400  
ADC TUMORAL < 1000

Aumento de tamaño, ADC bajo: Probable progresión



# 7. Aportaciones del MET-RADS: respuesta/ estable/progresión. MET-RADS simplificado

Aparición de nuevas lesiones: Muy probable progresión



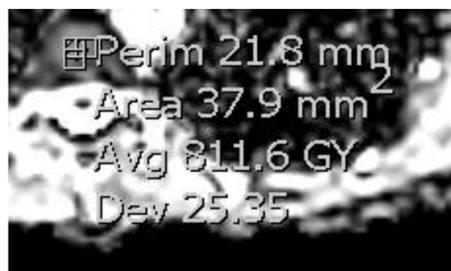
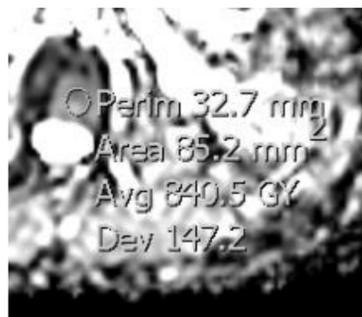
- Aparición de nuevas lesiones focales óseas tumorales (flechas rojas)
- Con ADC 725 (bajo) Metástasis



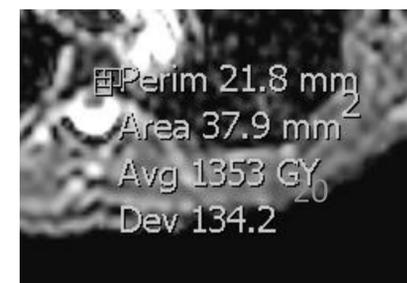
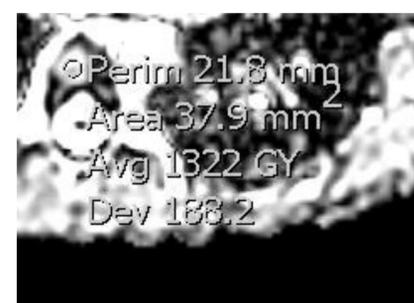
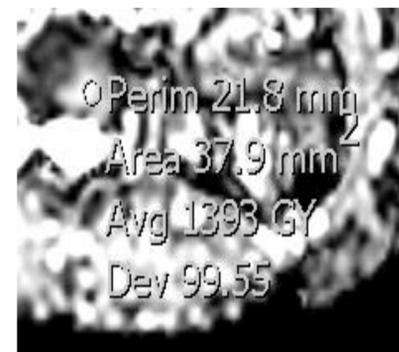
Aumento del ADC >40%: Muy probable respuesta



Noviembre 2017

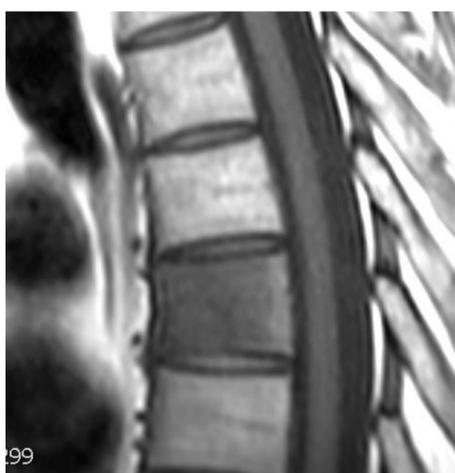


Enero 2019

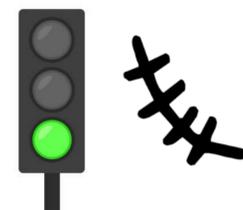
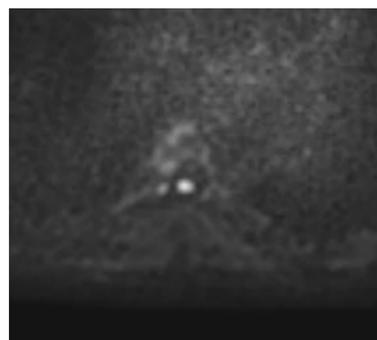
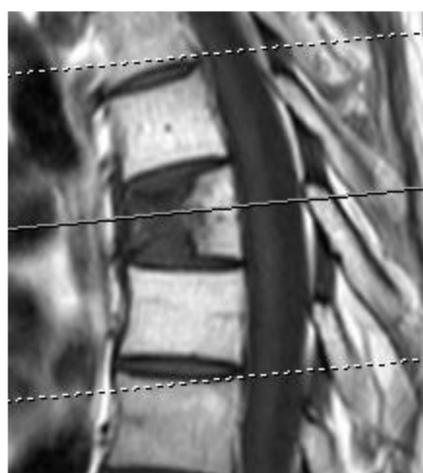


# 7. Aportaciones del MET-RADS: respuesta/ estable/progresión. MET-RADS simplificado

Aparición de grasa y desaparición de la restricción: Muy probable respuesta



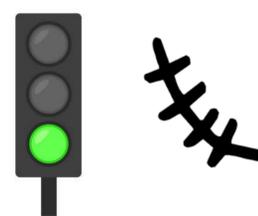
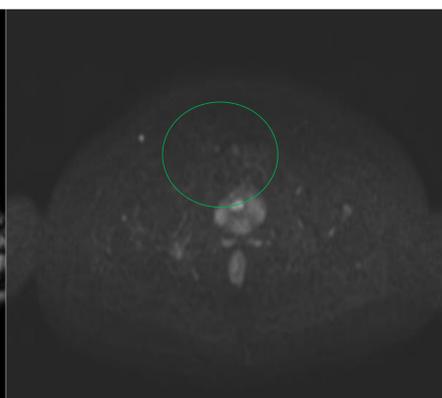
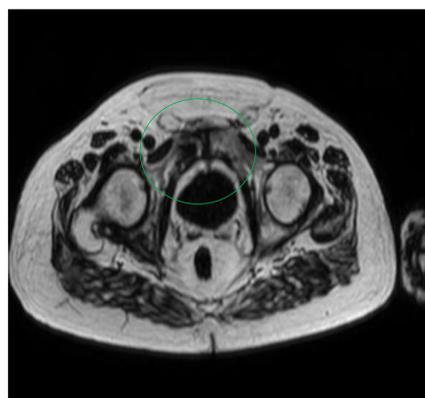
→  
SBRT



Ausencia de celularidad:  
no hay que medir ADC

Sin restricción: Muy probable respuesta

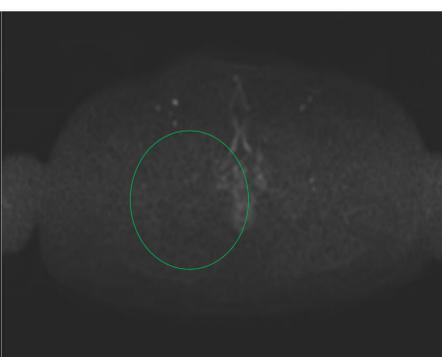
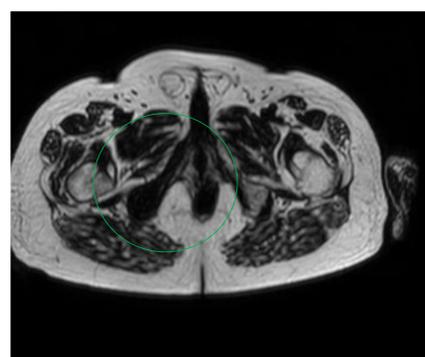
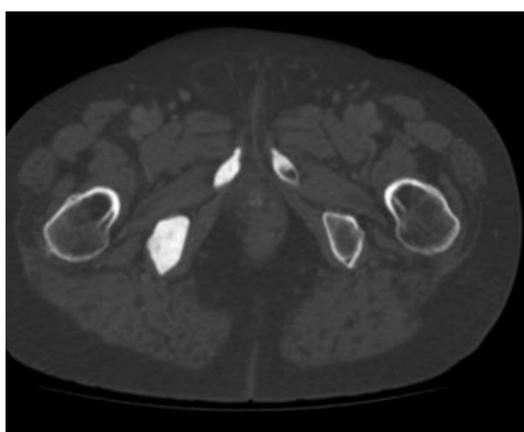
TC informada como: «aumento de las zonas esclerosas, sospecha de progresión»



Las lesiones esclerosas no presentan restricción de la difusión

- Ausencia de celularidad (círculos verdes T1 y b800)

Se corresponde con un fenómeno flare en TC: «Lesión cicatricial»



## 8. Formas más frecuentes de progresión

- Aparición de nueva lesión focal en otra localización : es tan importante o más buscar nuevas lesiones como valorar los signos de respuesta en las lesiones antiguas.
  - Es la forma de progresión más frecuente
- Aumento de tamaño (fácil de detectar)
- Poco frecuente: encontrar en RMCE estabilidad de enfermedad radiológica con signos de actividad, porque la enfermedad metastásica ósea siempre está cambiando.
- Signo de respuesta mas frecuente:
  - Aumento del ADC
  - Ausencia de celularidad o aparición de grasa, menos frecuente
    - Salvo tras tratamiento con SBRT, patrón frecuente

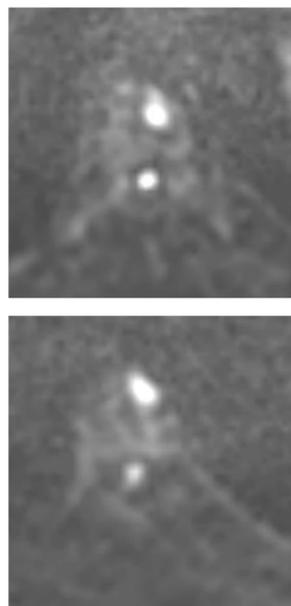
## 8. Formas más frecuentes de progresión

Neoplasia de próstata metastásica: aparición de nuevas lesiones → progresión

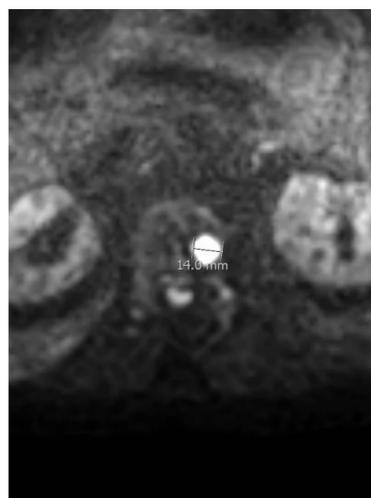
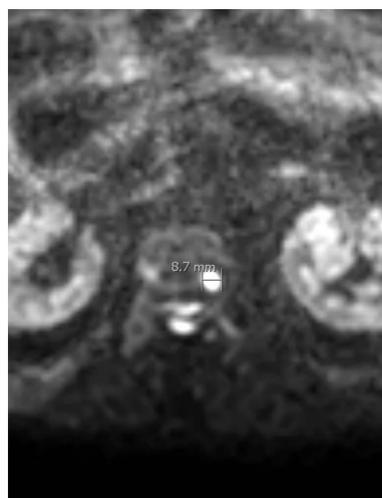
2018



2019

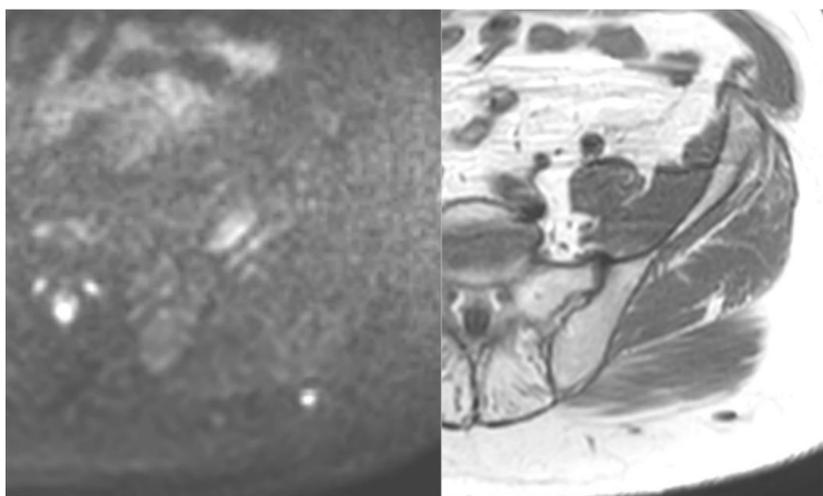


Neoplasia de mama metastásica: aumento de tamaño de las lesiones metastásicas → progresión

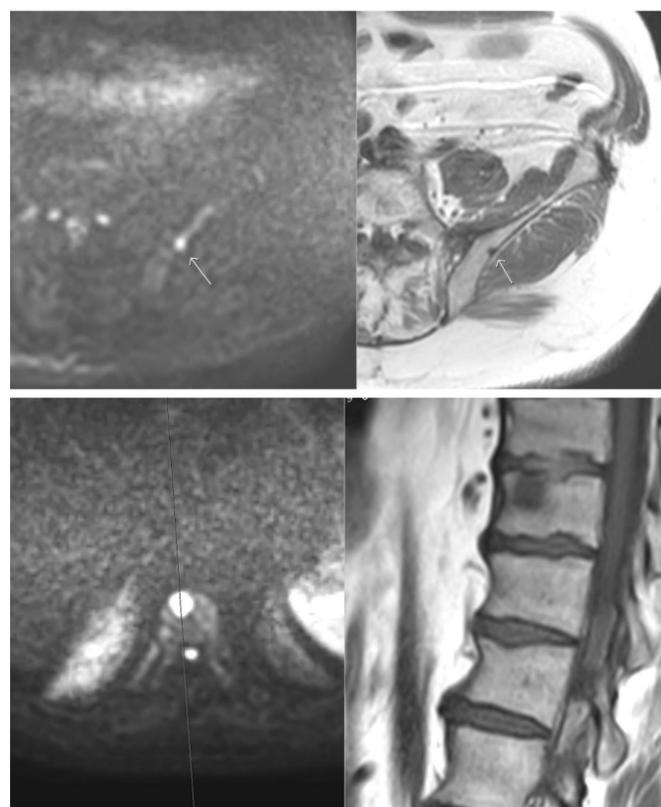


## 8. Formas más frecuentes de progresión

Neoplasia de próstata oligometastásica tratada con SBRT sobre pala iliaca. Aparición de dos nuevas lesiones → progresión

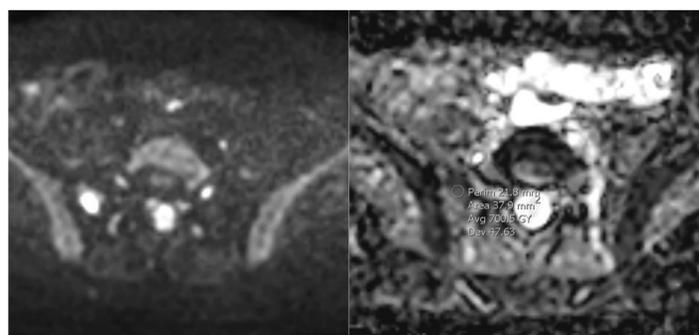


Cambios de edema por SBRT

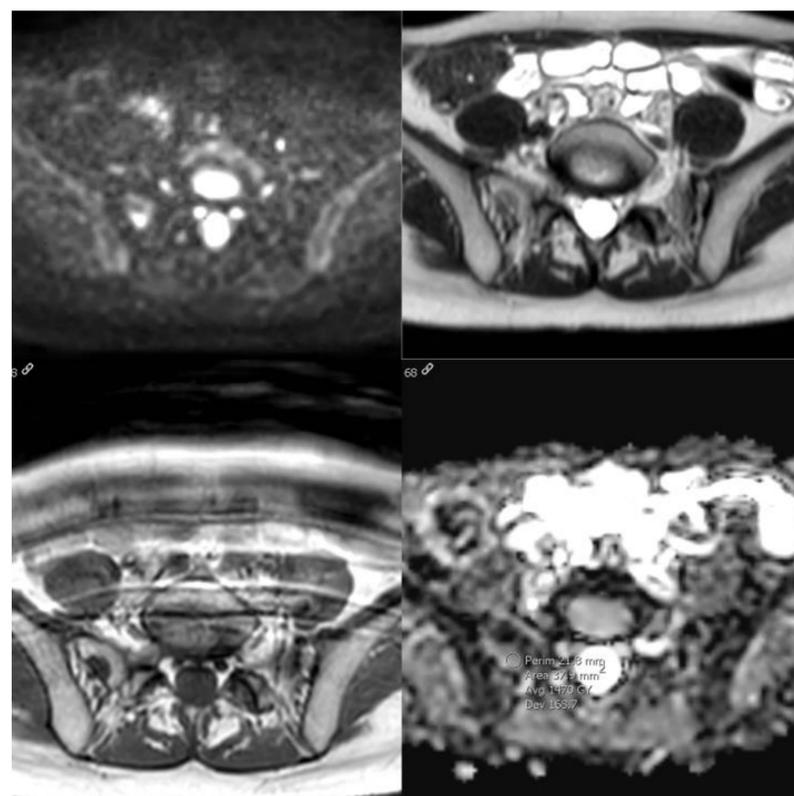
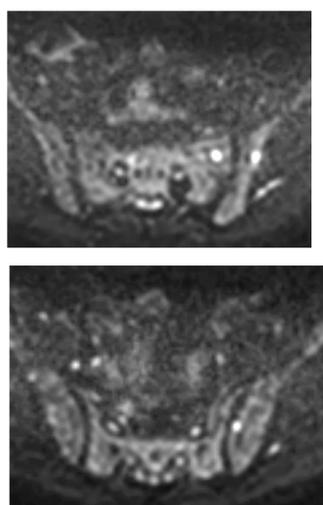


Aparición de dos nuevas lesiones

50 años , carcinoma lobulillar de mama en **11/2017**, diseminada con múltiples metástasis óseas, inicio de QT.



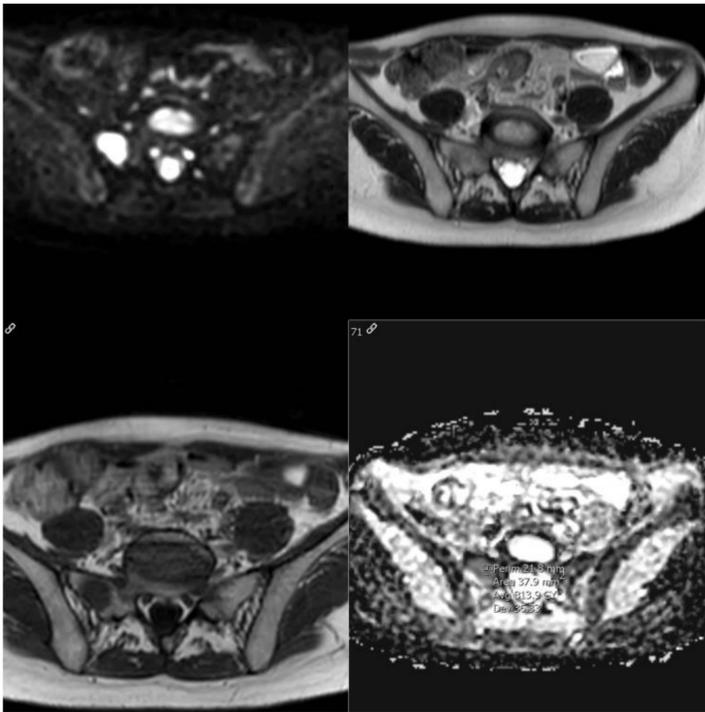
01/2019 control



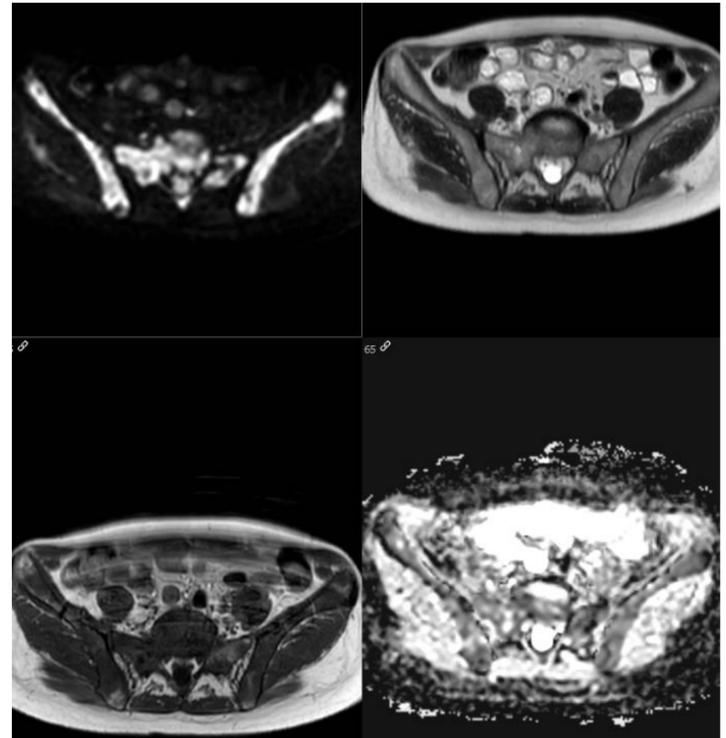
Signos de respuesta:  
-Aumento ADC

# 8. Formas más frecuentes de progresión

09/2019 control →



01/2020 control →

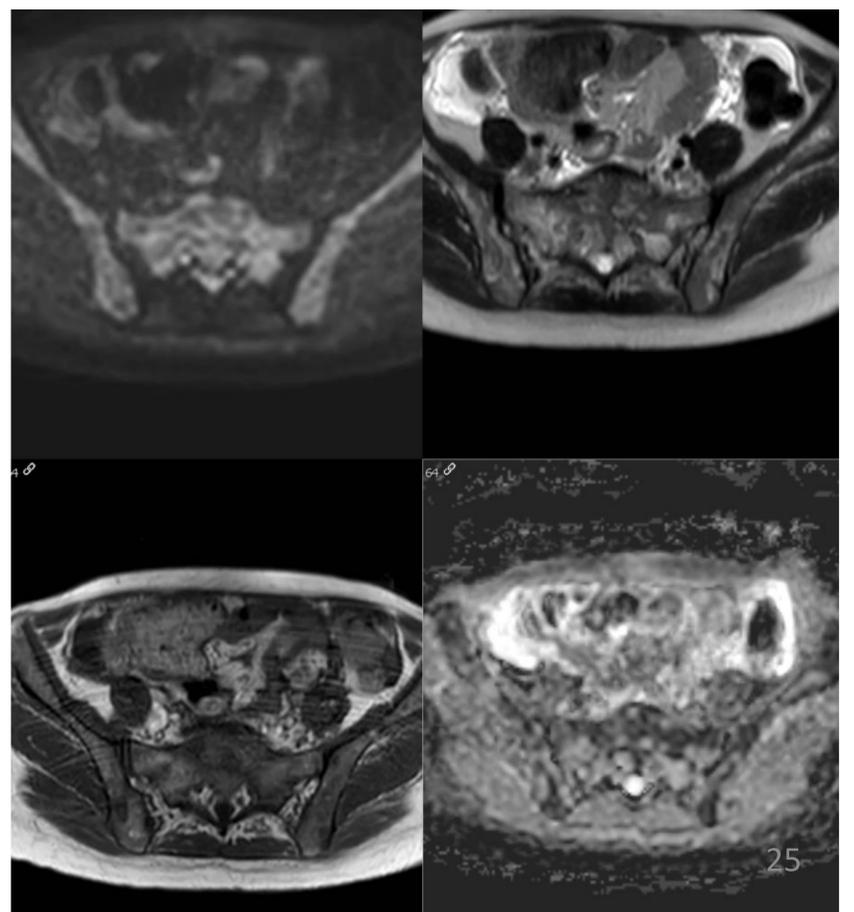


Signos de progresión:  
-Disminución del ADC  
-Aumento del tamaño  
Baja carga tumoral  
*Continúa con misma Qt, mama estable*

Signos de progresión: alta carga  
Patrón difuso tumoral  
*Cambio de QT*

05/2020 control ↓

Signos de respuesta  
-Disminución celularidad, aumento del ADC  
-Aparición grasa

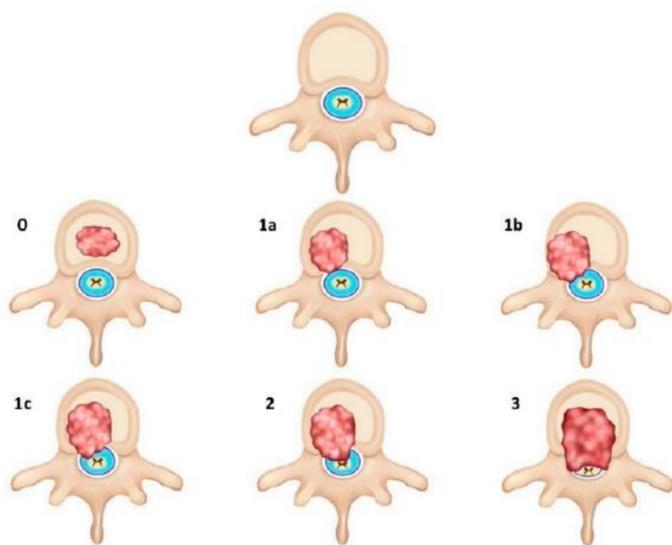


# 8. Formas más frecuentes de progresión

## Valoración del riesgo de compresión medular

Cancers 2022, 14, 3289

4 of 33



**Figure 1.** Metastatic spinal cord compression is classified with a six-point scale, also referred to as the Bilsky grading scale. Legend: red = tumour; purple line = dura; light blue = cerebrospinal fluid (CSF); yellow = spinal cord. The gradings are as follows—Bilsky 0: tumour that is confined to the bone (i.e., without epidural involvement); Bilsky 1a: tumour with epidural involvement but without indentation of the thecal sac; Bilsky 1b: tumour with epidural involvement and indentation of the thecal sac but without spinal cord contact; Bilsky 1c: tumour with epidural involvement and spinal cord contact without cord compression; Bilsky 2: tumour with epidural involvement and compression of the spinal cord but without obliteration of the surrounding CSF spaces; Bilsky 3: tumour with epidural involvement and severe compression of the spinal cord with complete obliteration of the surrounding CSF spaces [2,21].

**Table 1.** The Spine Instability Neoplastic Score (SINS). A total score of 0–6 indicates stability, 7–12 indeterminate (potential instability), and 13–18 instability. A surgical review is recommended for patients with a total score of 7 to 18. Adapted from Fisher et al. [22].

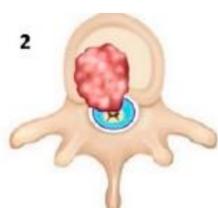
Element of Spine Instability Neoplastic Score (SINS)	Score
<b>Location</b>	
Junctional (occiput–C2, C7–T2, T11–L1, L5–S1)	3
Mobile spine (C3–C6, L2–L4)	2
Semi-rigid (T3–T10)	1
Rigid (S2–S5)	0
<b>Pain relief with recumbency and/or pain with movement/loading of the spine</b>	
Yes	3
No (occasional pain but not mechanical)	1
Pain-free lesion	0
<b>Bone lesion (typically assessed with CT)</b>	
Lytic	2
Mixed (lytic/blastic)	1
Blastic	0
<b>Radiographic spinal alignment</b>	
Subluxation/translation present	4
De novo deformity (kyphosis/scoliosis)	2
Normal alignment	0

Review

### State-of-the-Art Imaging Techniques in Metastatic Spinal Cord Compression

Tricia Kuah <sup>1,\*</sup>, Balamurugan A. Vellayappan <sup>2</sup>, Andrew Makmur <sup>1,3</sup>, Shalini Nair <sup>1</sup>, Junda Song <sup>1</sup>, Jiong Hao Tan <sup>4</sup>, Naresh Kumar <sup>4</sup>, Swee Tian Quek <sup>1,3</sup> and James Thomas Patrick Decourcy Hallinan <sup>1,3</sup>

#### Compresión grado 2

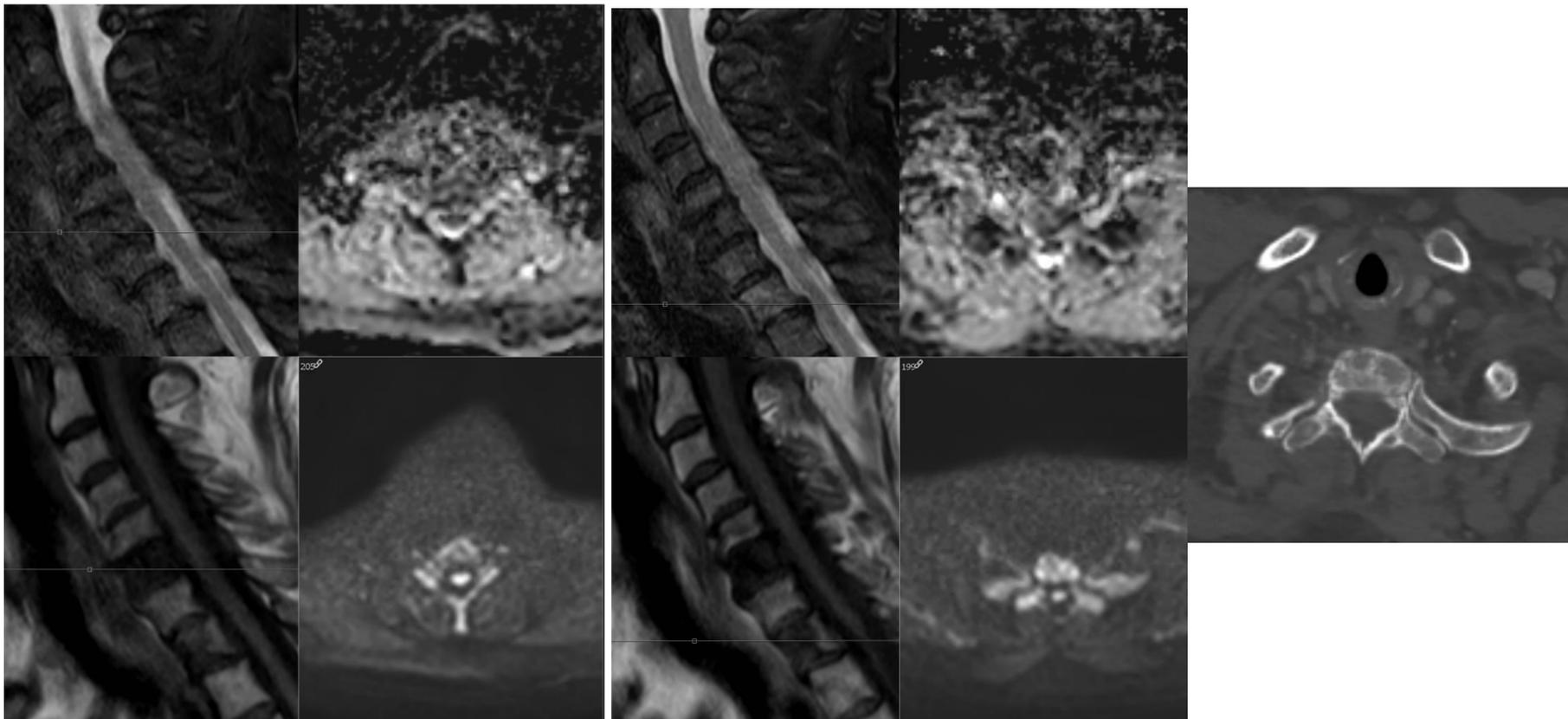


## 9. Sombras de la RM CE

- El tipo tumoral: Metástasis con ADC alto por mucina
- Metástasis con baja celularidad: no se ve b alto
- Metástasis atípicas: con grasa, simuladores de infartos, hemangiomas...
- Localizaciones malas: costillas, escapulas
- MET-RADS: faltan criterios de respuesta completa para el tratamiento con SBRT
- Manejo oncológico del paciente

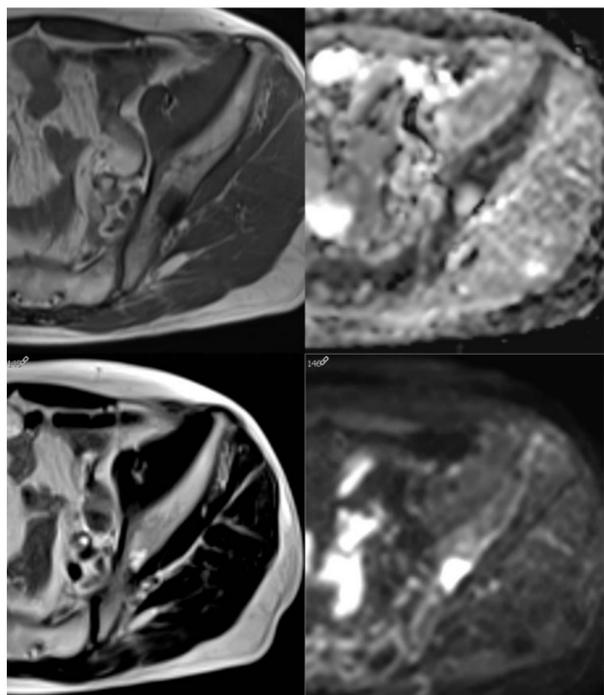
## 9. Sombras de la RM CE

Metástasis con baja celularidad de neoplasia de mama



- Los criterios clásicos de secuencias morfológicas T1-T2, no hay que olvidarlos
- Metástasis ósea de diagnóstico reciente
  - No confundirlo con signos de respuesta, con pérdida de la celularidad en lesión previamente muy celular
- Importante, valoración dentro del contexto de cada lesión

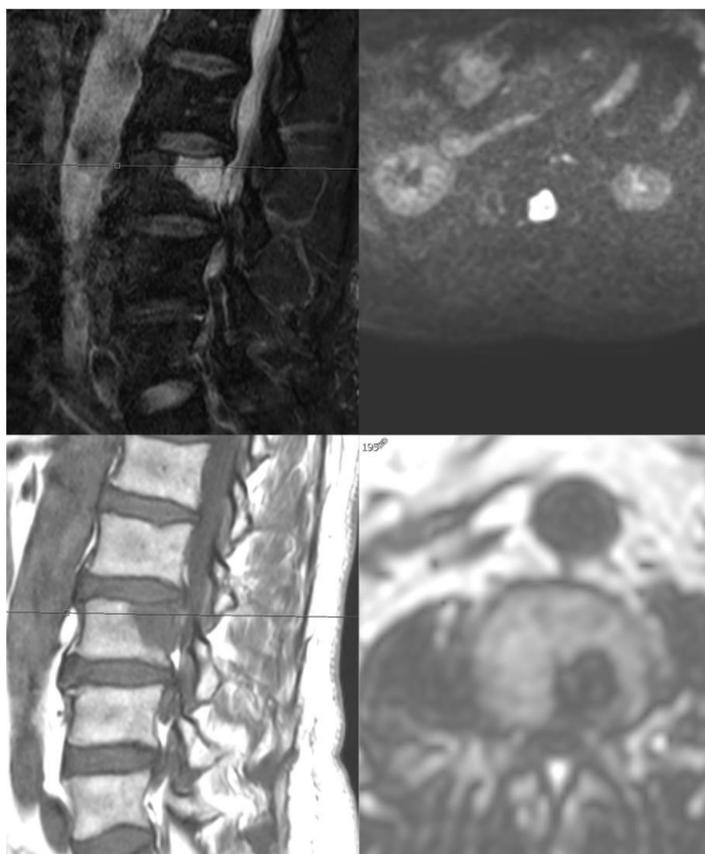
Metástasis de mama con mucina: ADC alto



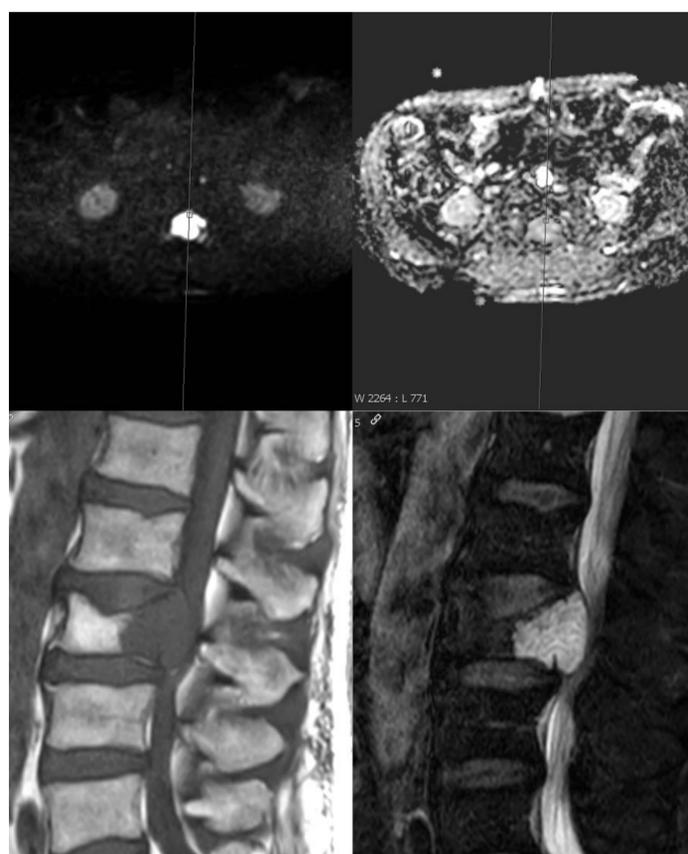
## 9. Sombras de la RM CE

### Metástasis atípica que simula hemangioma

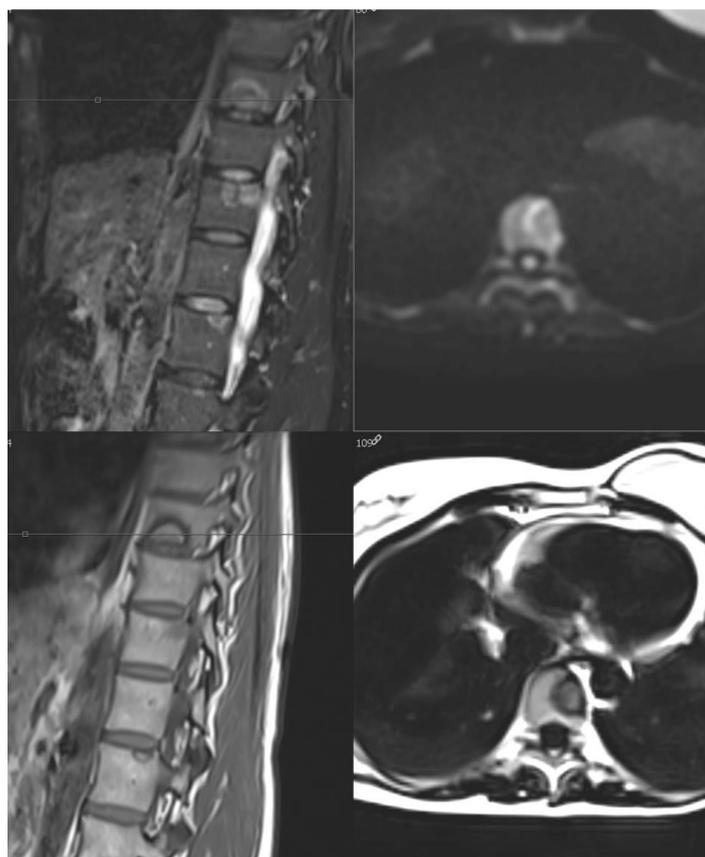
2018



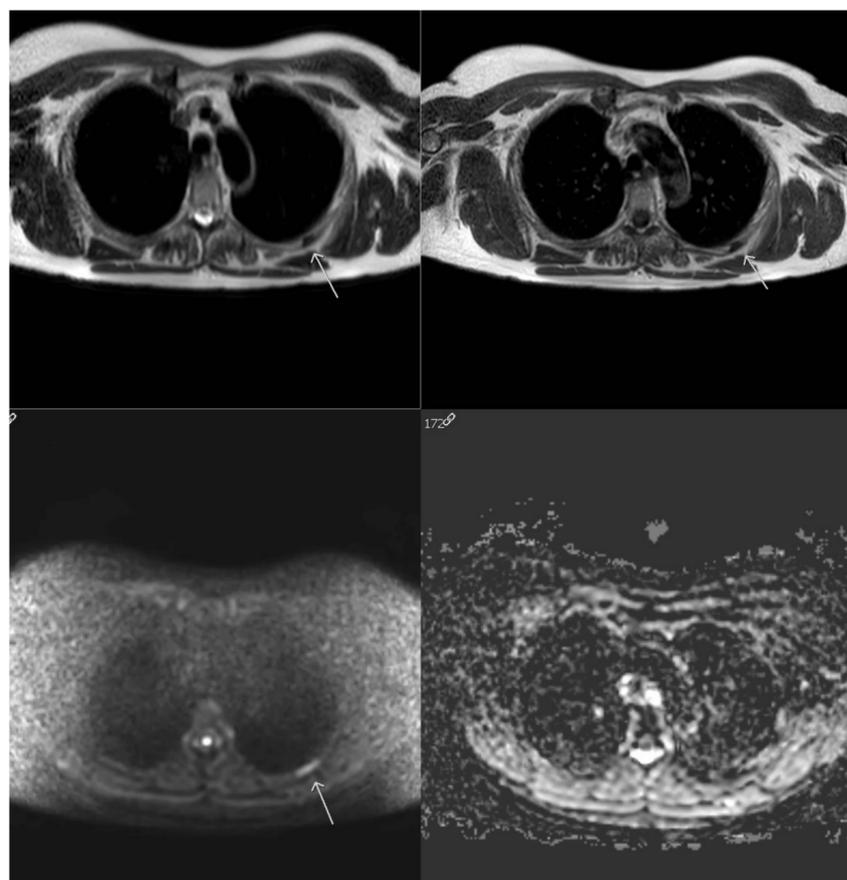
2019



Metástasis de mama atípicas, con grasa y geográficas → simulan infartos



Localizaciones difíciles de valorar: costillas, escápula...



-Hueso plano, médula roja, hiperintensidad en b alto<sup>29</sup>  
-Difícil medir ADC

## COSAS A TENER EN CUENTA

- Primario: el tipo tumoral
- Para valorar la respuesta: como eran inicialmente
  - Metástasis de baja celularidad desde el inicio, nos basaremos sobre todo en criterios morfológicos
  - Alto ADC de inicio por subtipo tumoral
- Metástasis atípicas : biopsia bajo guía con TC (correlación con imagen de RM, a veces se ven en TC o POR LOCALIZACIÓN)

## PROBLEMAS EN LA PRÁCTICA CLÍNICA

- ¿Cuáles son los criterios de progresión en el hueso en oncología?
  - Los oncólogos se manejan con el RECIST
  - MET RADS son criterios radiológicos, no son oncológicos
- Cuando la progresión es clara por alta carga tumoral, no plantea problemas
- Problemas cuando hay progresión radiológica en baja carga tumoral:
  - Aumento milimétrico de las lesiones o aparición de nuevas lesiones, (pero pocas y pequeñas) con resto de la enfermedad estable y QT bien tolerada
    - → **Cambio tratamiento? Control?**
- Metástasis tratadas con SBRT: es un tratamiento curativo, y faltan criterios en MET-RAD de respuesta completa