

**seram**

Sociedad Española de Radiología Médica

**34**

**Congreso Nacional**

**PAMPLONA 24 MAYO  
27 2018**

Palacio de Congresos Baluarte

23 mayo Cursos Precongreso

**Jordi Broncano Cabrero<sup>1</sup>,  
Fernando Caro Mateo<sup>1</sup>, Maria  
Jose Tienda Flores<sup>1</sup>, Pilar  
Caro Mateo<sup>2</sup>, Javier Sanchez  
Gonzalez<sup>3</sup>, Antonio Luna  
Alcala<sup>4</sup>**

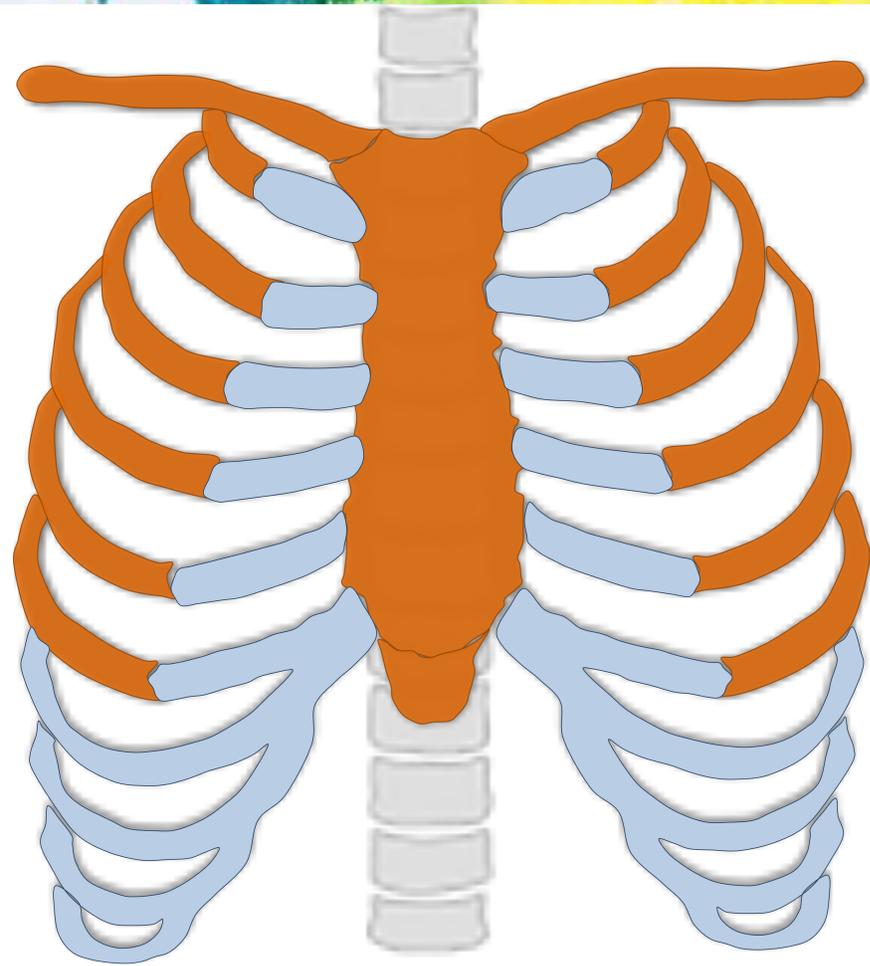
*1.Hospital Cruz Roja. Hospital San Juan de Dios.  
RESSALTA. Grupo Health Time., Córdoba, España*

*2.DADISA. Grupo Health Time., Córdoba, España*

*3.Philips Healthcare., Madrid, España*

*4.SERCOSA. Grupo Health Time, Jaen, España*

# **IMAGEN FUNCIONAL EN TUMORES DE PARED TORÁCICA**



## ESTERNÓN Y ESCÁPULA

(50% tumores primarios)

- **osteosarcoma y condrosarcoma** las más frecuentes
- **Displasia fibrosa y condroma** los más frecuentes
- **Antecedente radioterápico (50%)**
- **Extensión de la resección: malignidad**
  - 1. **Tercio superior:** Manubrio y cuerpo (3,2 cm vs 7,2 cm, respectivamente)
  - 2. **Tercio inferior:** Cuerpo esternal ± preservación manubrio/xifoides

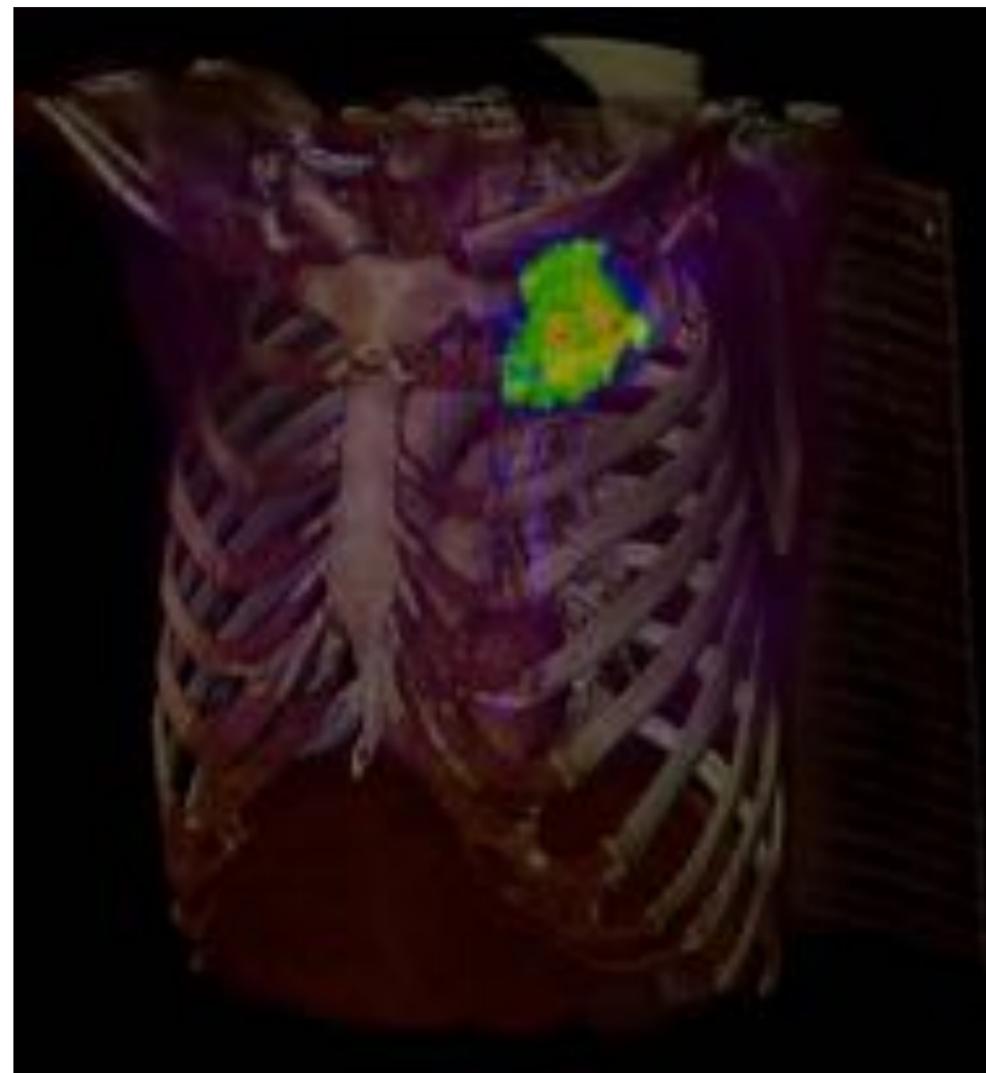
### UNIÓN CONDROESTERNAL Y ARCO ANTERIOR

Condroma y condrosarcoma

### ACO POSTERIOR Y POSTEROLATERAL

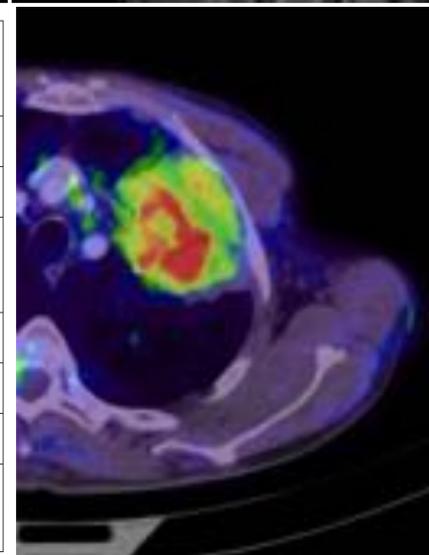
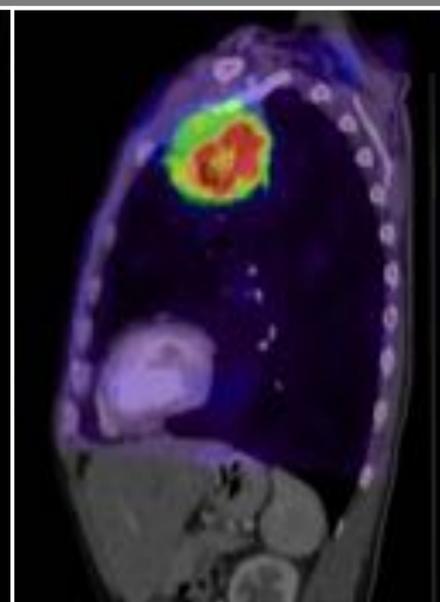
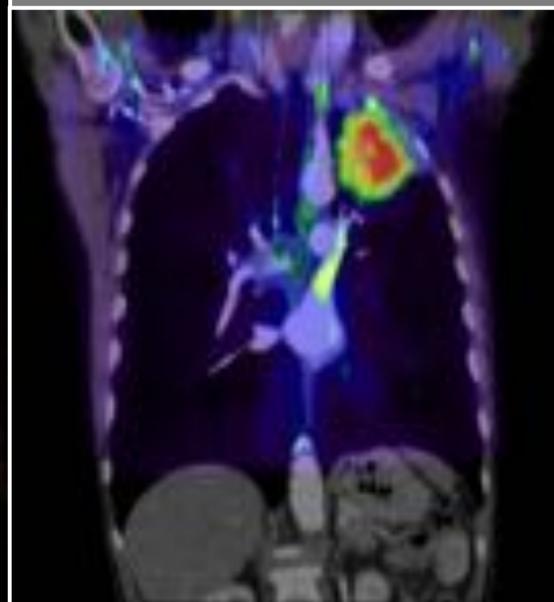
Displasia fibrosa

TNEP y hemangiopericitoma



## VALOR TÉCNICAS IMAGEN

1. Diferenciación benigno/maligno
2. Agresividad y sistemas de gradación
3. Tamaño e invasión local
4. Tratamiento y pronóstico



- La excisión definitiva debe incluir la dirección y lugar de la biopsia.
- Abordaje directo → evitar contaminación de estructuras adyacentes.

**Disección extensa y flaps contraindicada**

### CARACTERÍSTICAS TUMORALES

### TÉCNICAS DE IMAGEN

**Celularidad**

DW-MRI

**Metabolismo**

MR ESPECTROSCOPÍA, PET

**Angiogenesis**

CEUS, PERFUSION CT, DCE-MRI, IVIM, ASL

**Hipoxia**

BOLD-MRI, PET

**Proliferación celular**

PET

**Apoptosis**

PET, DW-MRI

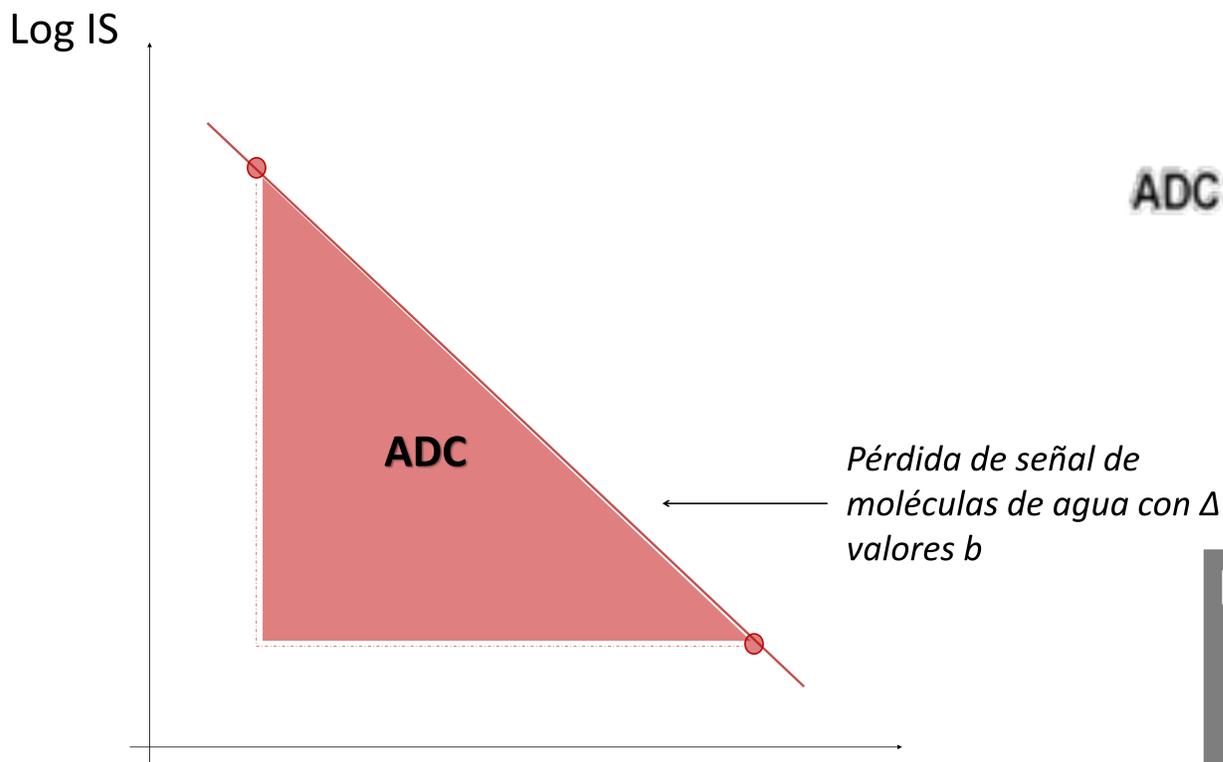
**Elasticidad tisular**

ELASTOGRAFÍA POR ECO O RM

## 1 Técnicas funcionales

### Imagen Potenciada en Difusión (DWI)

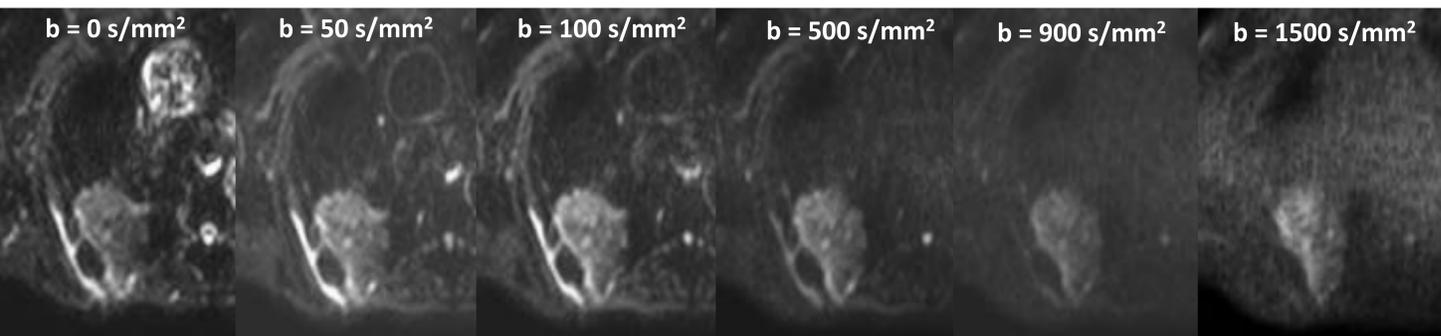
#### Modelo monoexponencial



$$ADC = \frac{-1}{1000} \ln \left( \frac{b=1000 \text{ s/mm}^2}{b=0 \text{ s/mm}^2} \right) = ADC_{map}$$

Evalúa el movimiento Browniano de las moléculas de agua en los tejidos como reflejo de la arquitectura tisular

#### Modelo biexponencial

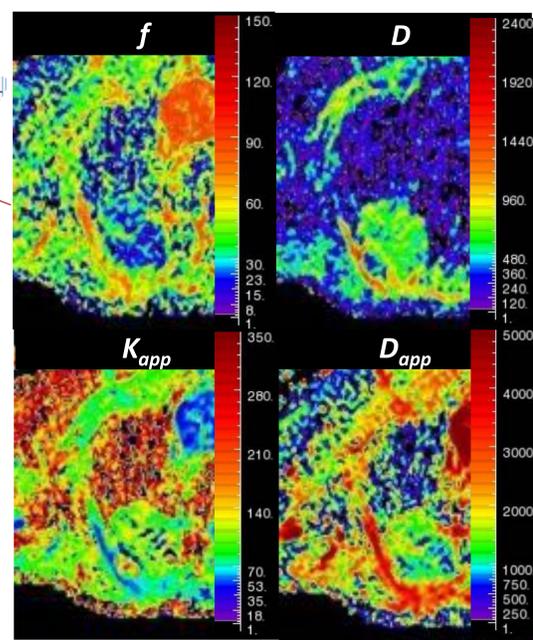
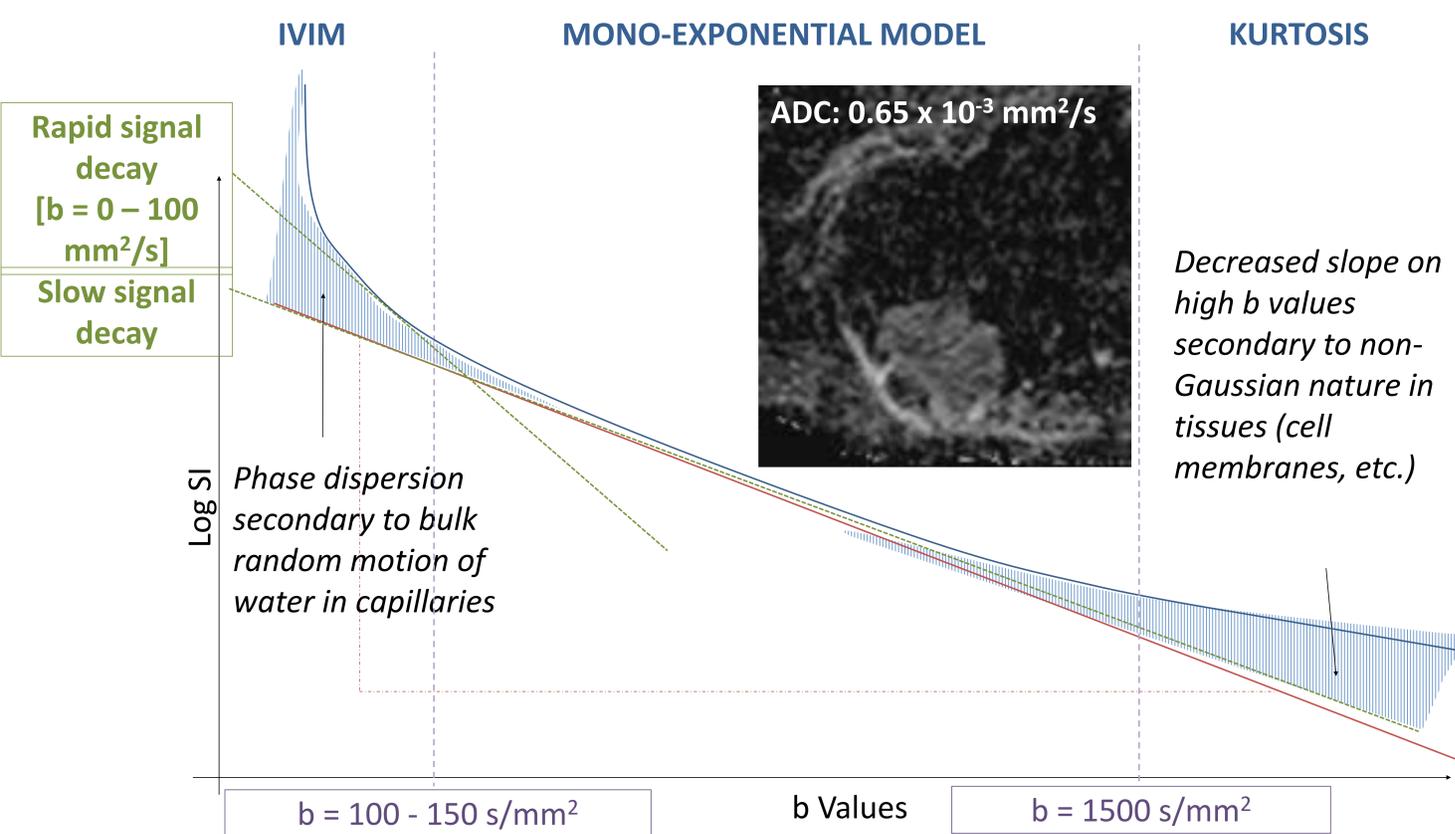


#### Parámetros IVIM

- D** Difusión real de las moléculas  $H_2O$  no influenciada por el movimiento de las moléculas de agua en los capilares.
- f** Contribución de la perfusión a la señal de difusión;: volumen fraccional de las moléculas de  $H_2O$  en los capilares
- D\*** Contribución de la perfusión a la caída de la señal

#### Parámetros DKI

- $D_{app}$**  Estimación del coeficiente de difusión paralelo a los gradientes de difusión.
- $K_{app}$**  Desviación de la difusión real del patrón Gaussiano de caída de la señal de DWI



El modelo biexponencial ha mostrado mayor correspondencia con la difusión real de los tejidos, especialmente en órganos vascularizados (riñón, hígado, etc.).

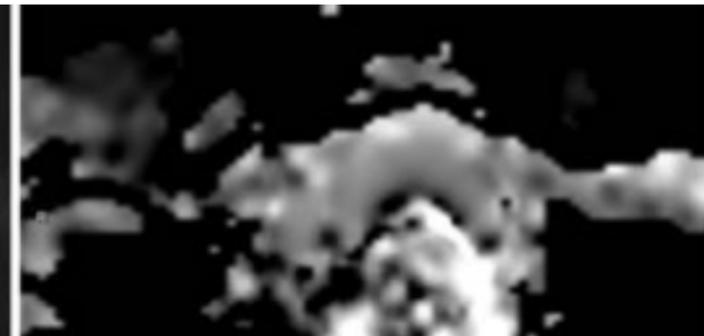
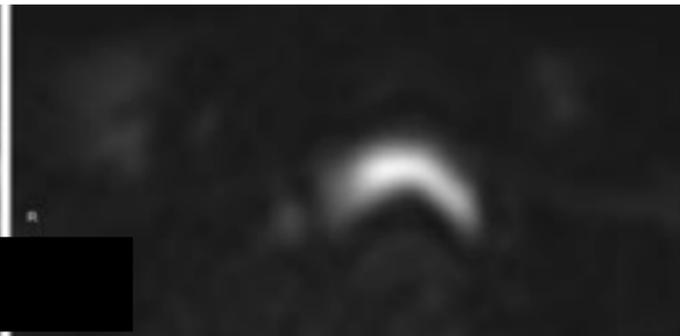
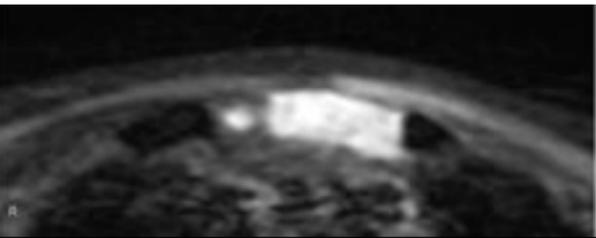
# 1 Técnicas funcionales

*Imagen Potenciada en Difusión*

Imagen potenciada T2

Gradiente b alto

Mapa ADC



Restricción en DWI

## No restricción en DWI

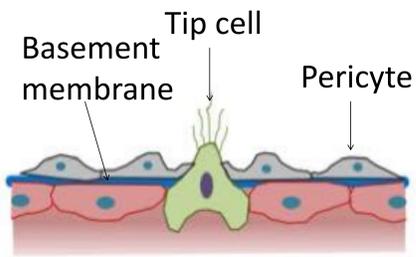
IS gradiente b alto	IS mapa ADC	Interpretación
		Tumores hipercelulares. Raramente líquido hiperprotéico, abscesos o productos degradación hemáticos.
		T2 "Shine – Through"; necrosis licuefactiva.
		Líquido, necrosis, lesiones baja celularidad y adenocarcinomas bien diferenciados.
		Tejidos fibromusculares, grasa y artefactos de susceptibilidad (T2 "Dark – Through")
		Fibrosis madura con poco contenido de H <sub>2</sub> O

## T2 shine through en DWI

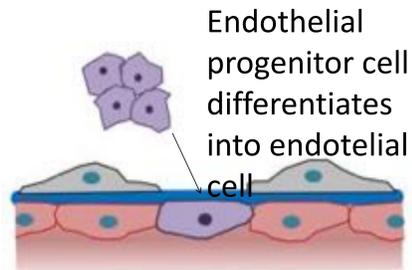
## T2 black out en DWI

## 1 Técnicas funcionales

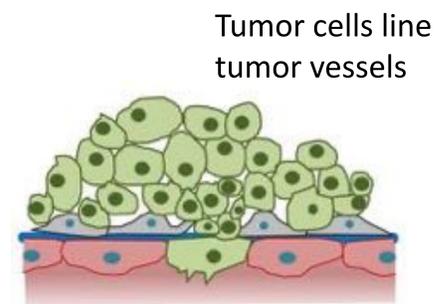
Perfusión por RM (DCE –RM)



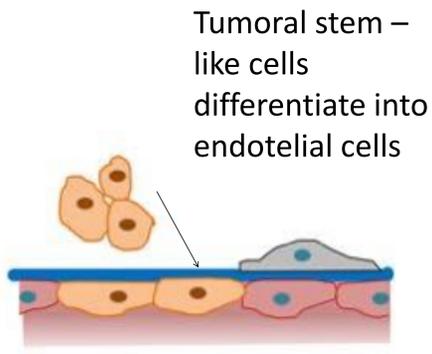
a. Sprout angiogenesis



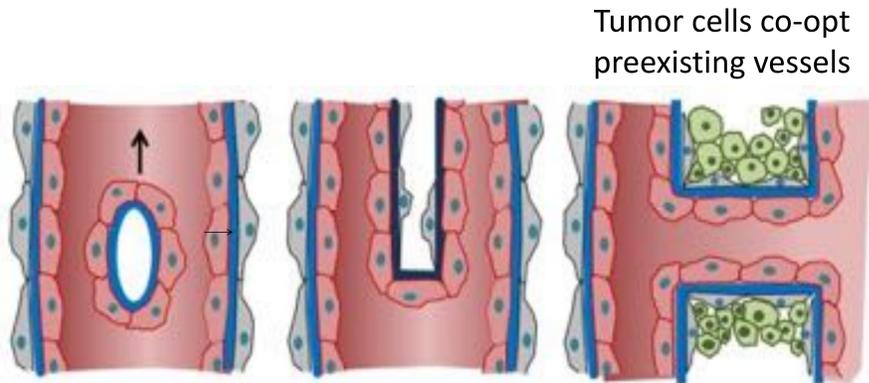
b. Vasculogenesis



e. Vascular mimicry



f. Endothelial cell differentiation of tumor cells

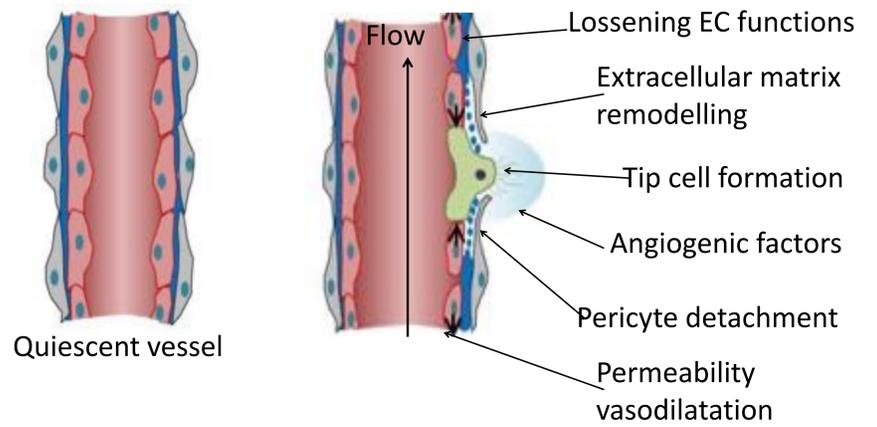


c. Intussusception

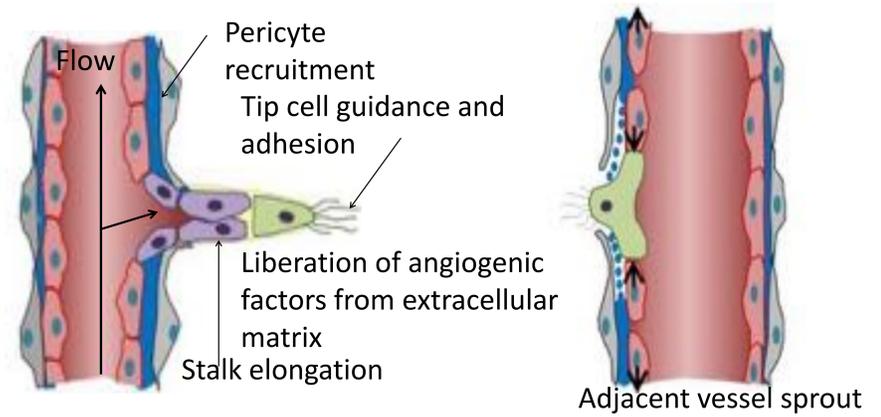
d. Vessel co-option

- Tejido normal: intususcepción, vasculogénesis y angiogénesis
- Los tumores pueden utilizar los seis tipos de angiogénesis existente.

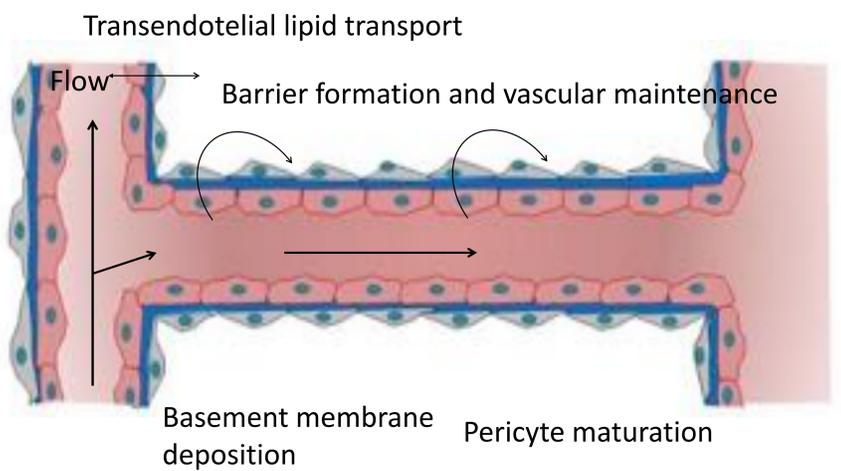
a. Selection of tip cell



b. Stalk elongation and tip guidance



c. Quiescent phalanx resolution



## Proceso fisiopatológico y técnica de imagen asociada

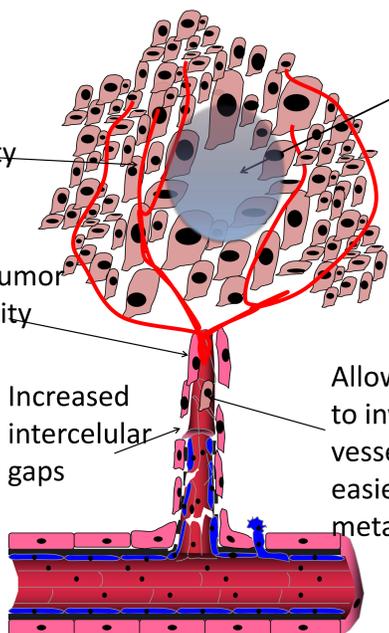
DCE-MRI

Increased permeability of vessels

IVIM  
ASL  
DCE-MRI

Increased tumor vessel density

BOLD



Tend to be tortuous, dilated and spatially heterogeneous, leaving hypoxic areas inside tumor.

Increased intercellular gaps

Allows tumor cells to invade new vessels, making easier the metastatic process

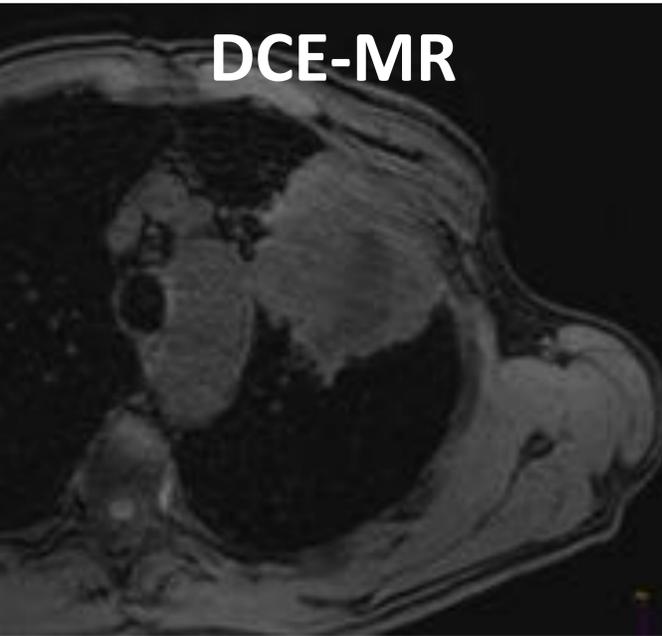
DCE-MRI

### CARACTERÍSTICAS NEOVASOS

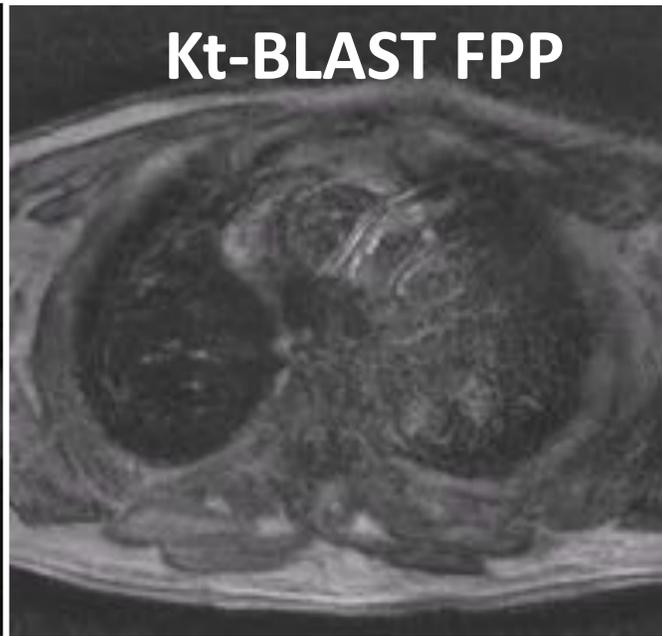
Permeabilidad	Flujo heterogéneo
Heterogéneos	Pobre liberación medicación
Tortuosos, serpiginosos	Baja sensibilidad a la radiación
Ramificación irregular	Cortocircuitos anormales

## 1 Técnicas funcionales

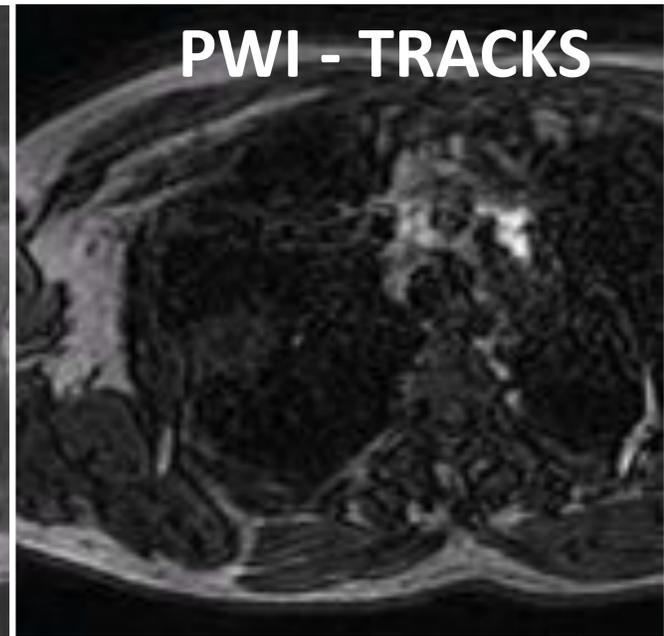
Perfusión por RM (DCE –RM)



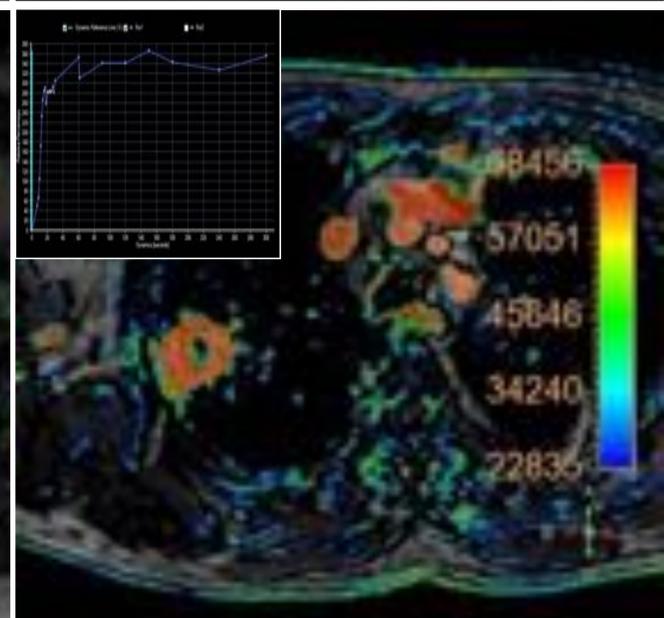
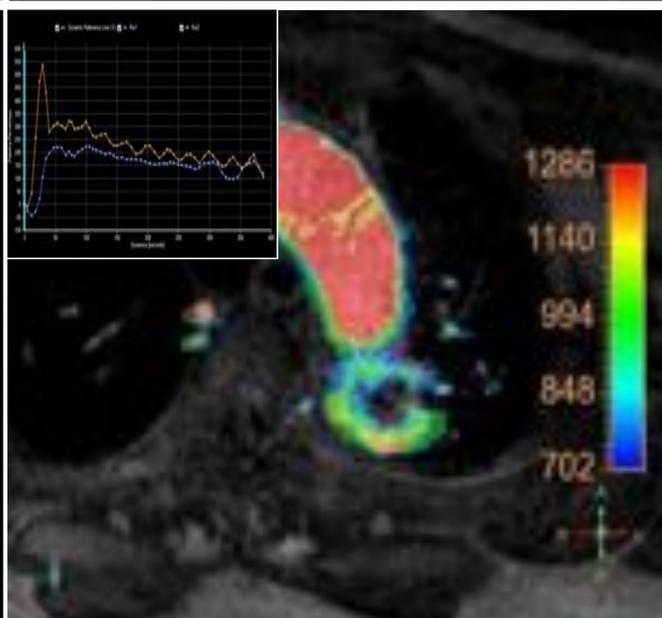
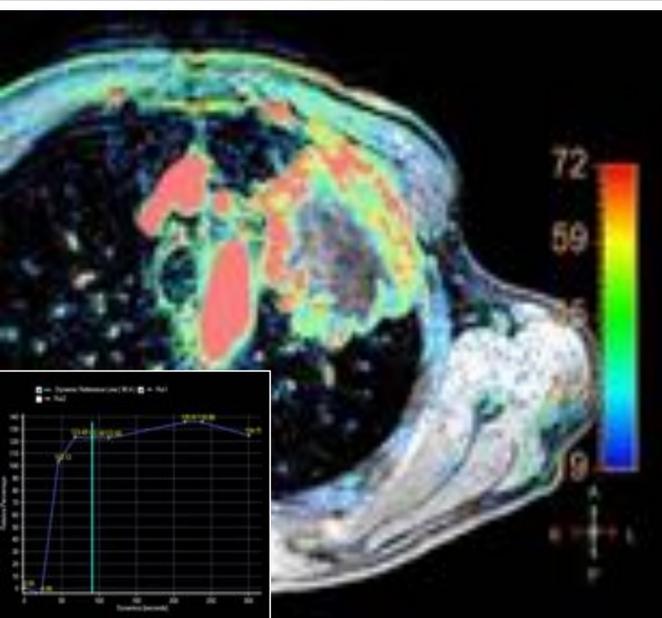
DCE-MR



Kt-BLAST FPP

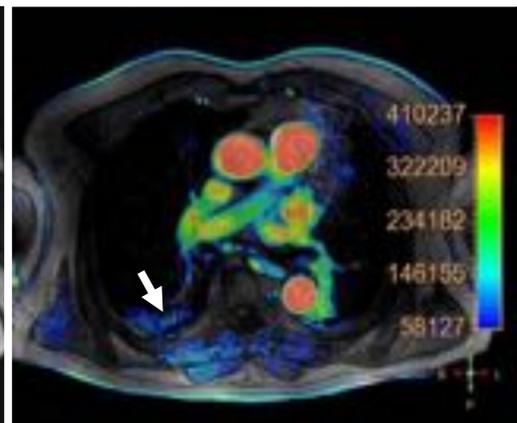
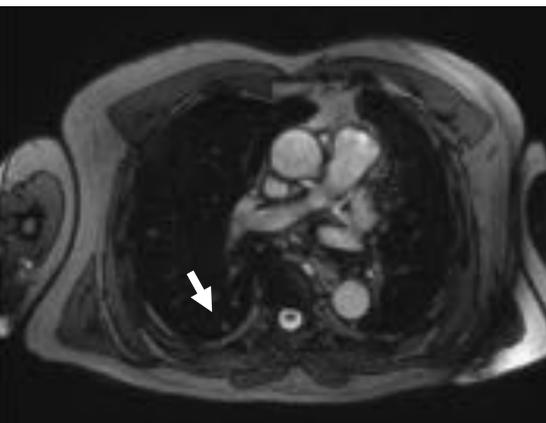
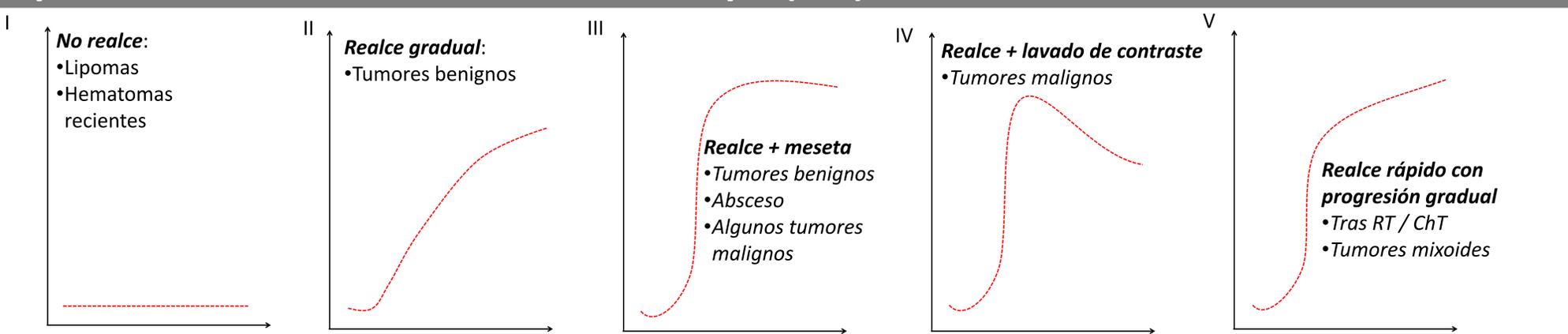


PWI - TRACKS



	DCE – MR	Kt-BLAST FPP	PWI – TRACKS
Resolución espacial	+++	+++	+
Resolución temporal	13-15 segundos	3-4 segundos	2-3 segundos
ECG	No	Si	No
Apnea	Si	No	No

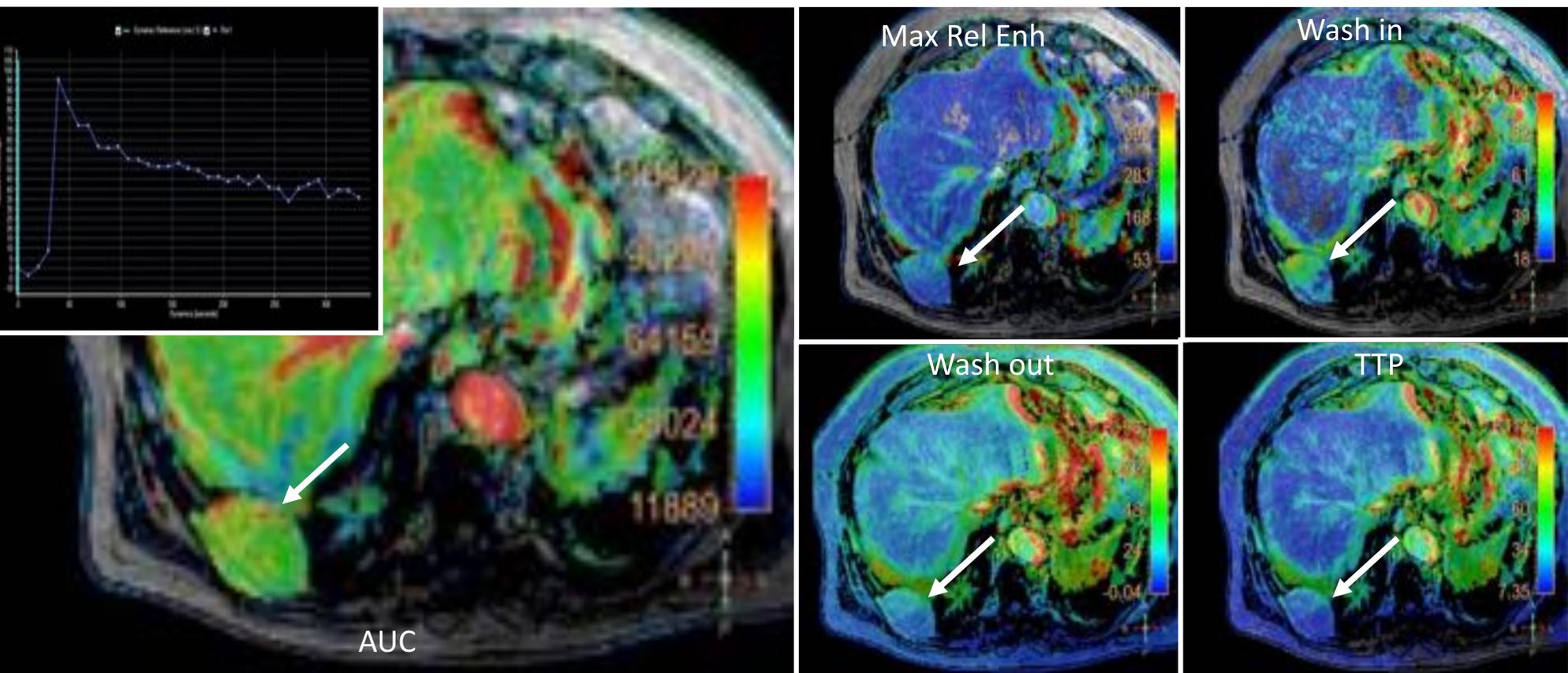
### Tipos de curva intensidad de señal tiempo (TIC)



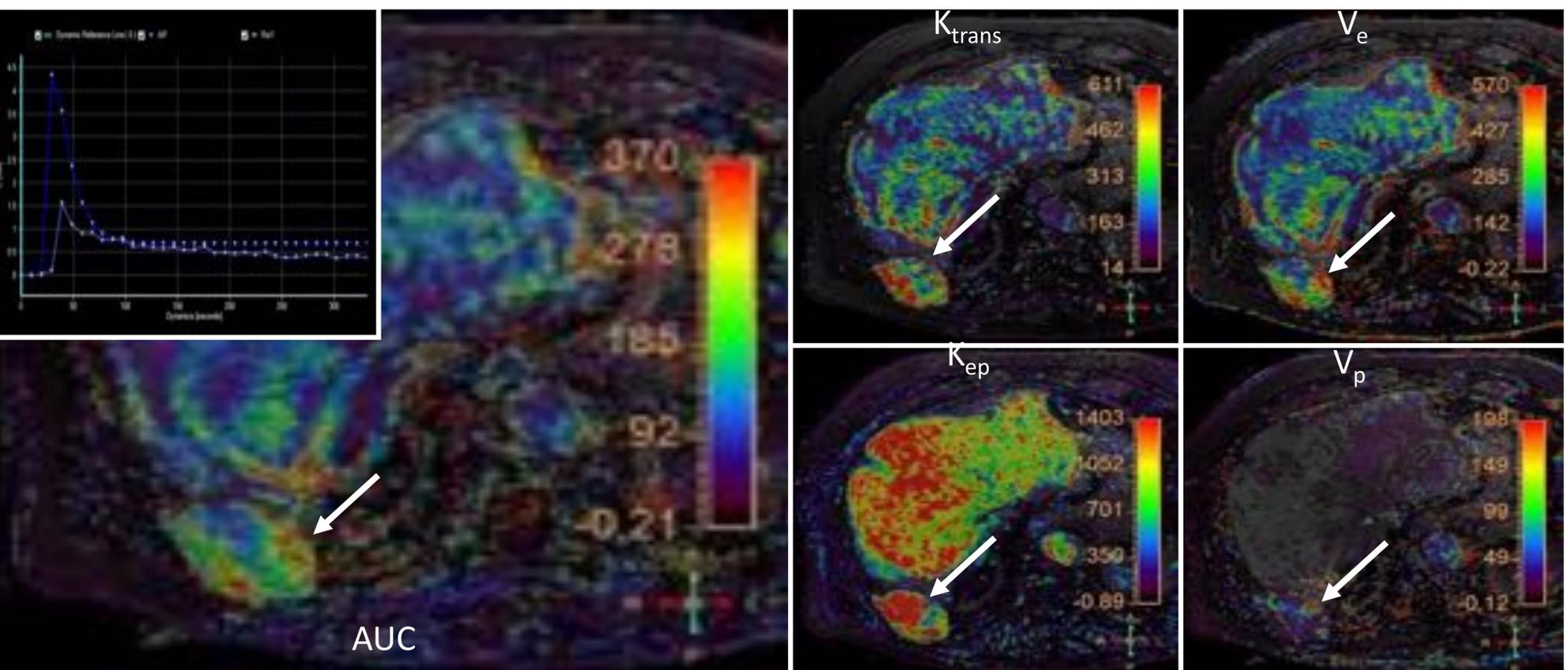
Movimiento respiratorio artefactando la valoración de un nódulo pulmonar metastásico

## 1 Técnicas funcionales

Perfusión por RM (DCE –RM)



Modelo monocompartimental		Modelo bicompartimental	
<b>Área bajo la curva (AUC)</b>	Incluye información del flujo y volumen sanguíneo, permeabilidad, espacio extravascular – extracelular y densidad microvascular.	$k_{trans}$	Constante de transferencia de volumen de un medio de contraste desde el espacio vascular al compartimento intersticial
<b>Tiempo al pico (TTP)</b>	Depende de la perfusión tisular	$V_e$	Volumen de espacio extravascular – extracelular por unidad de volumen tumoral
<b>Wash in</b>	Representa la velocidad de realce	$V_p$	Volumen sangre-plasma
<b>Wash out</b>	Representa la velocidad de pérdida de realce.	$K_{ep}$	Constante de transferencia desde el espacio extravascular-extracelular al plasma

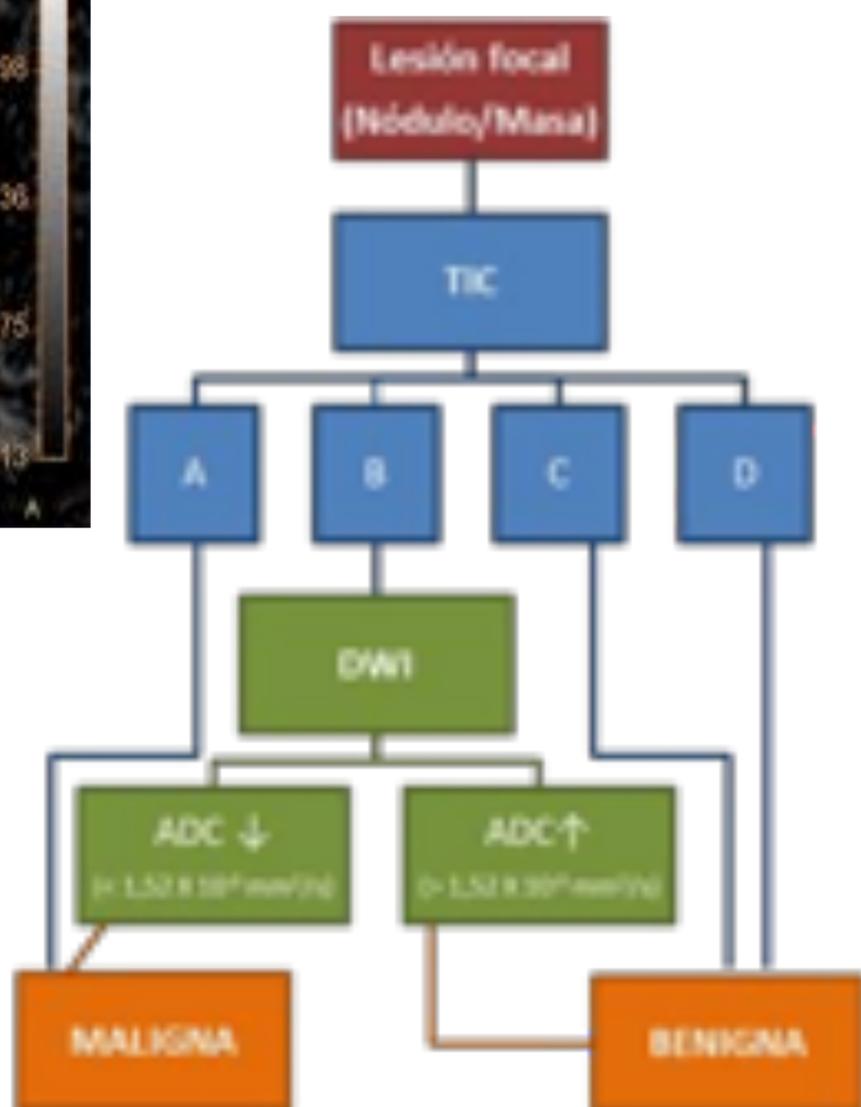
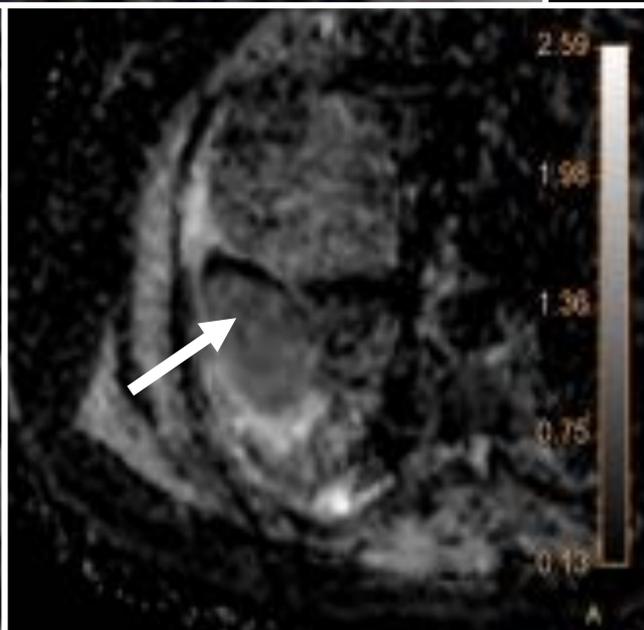
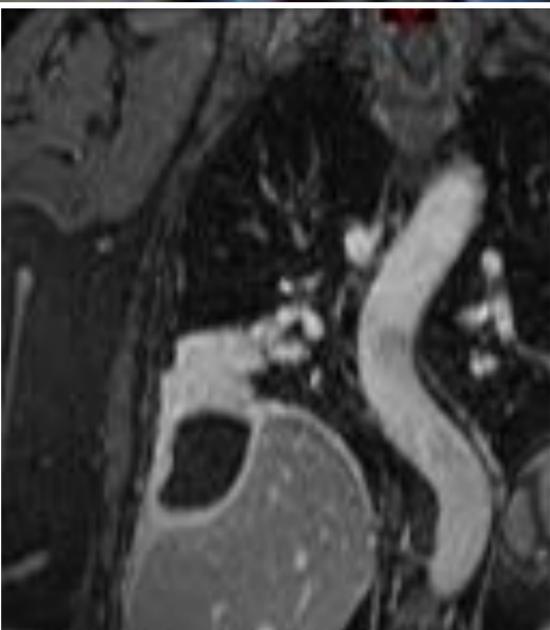
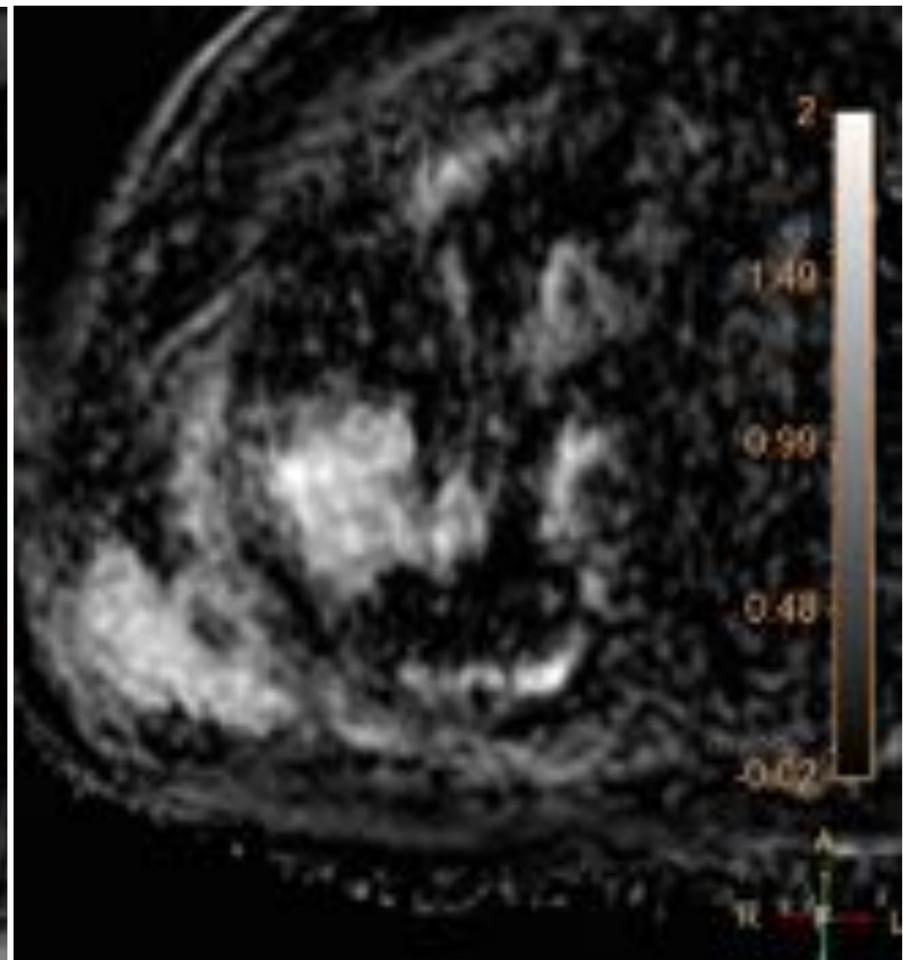
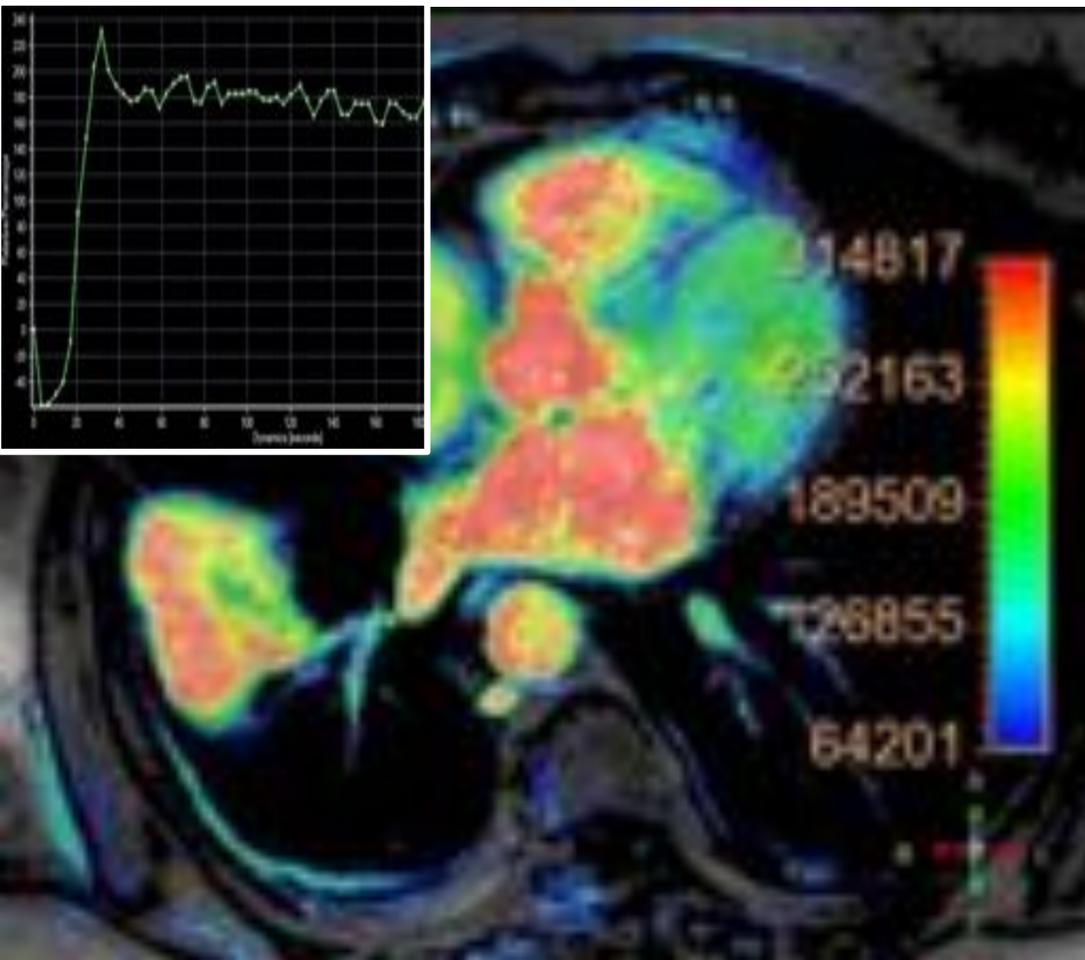


Paciente con lesión tumoral metastásica en pared torácica (flecha blanca). Muestra una curva intensidad de señal tiempo (TIC) con pendiente pronunciada, gran pico de realce y meseta posterior indicativo de malignidad. Análisis con modelos mono y bicompartimental.

## 1 Técnicas funcionales

*Importancia de valoración multiparamétrica*

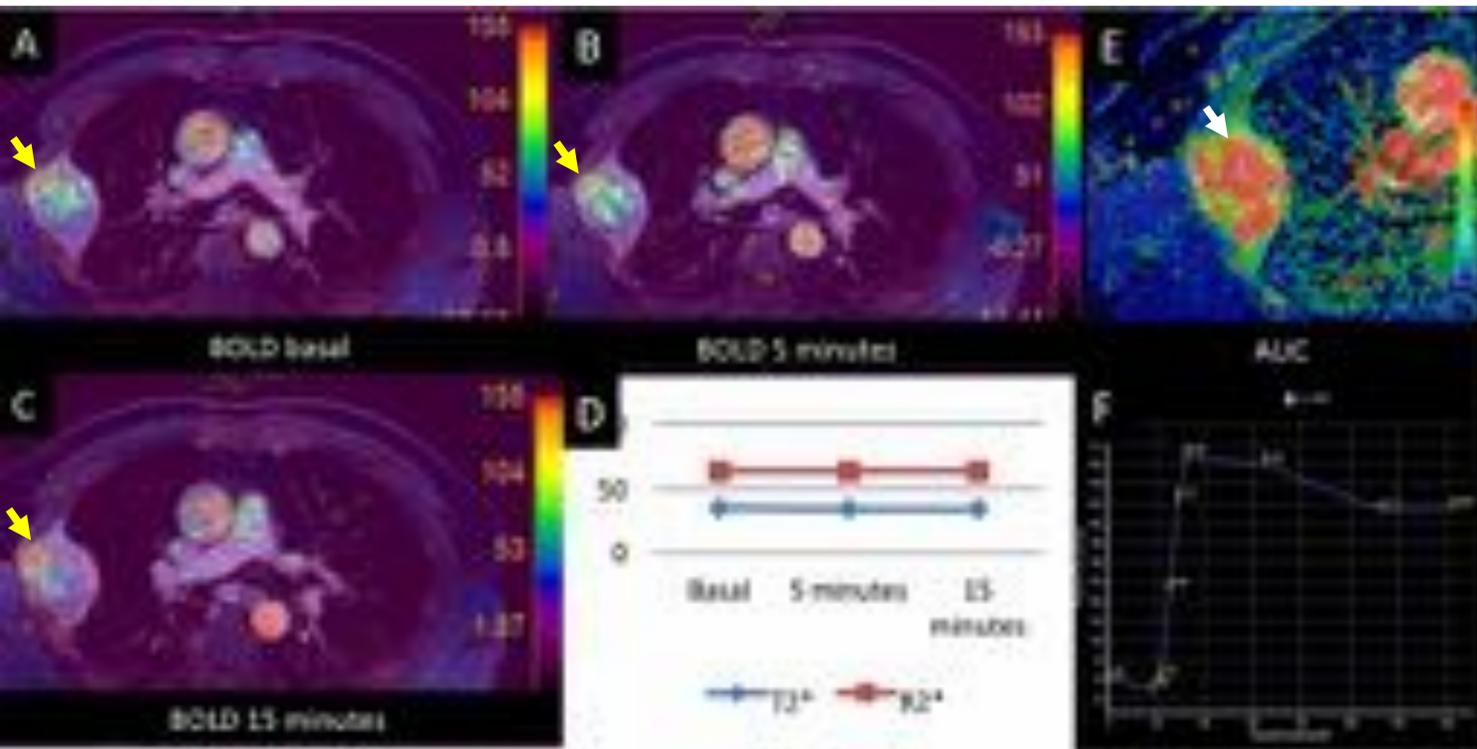
- Lesiones inflamatorias activas muestran curvas con mayor pendiente de realce y lavado que las lesiones tumorales.
- La combinación de DWI y DCE-MR permite diferenciar aquellas lesiones inflamatorias activas (no restrictivas) de las neoplásicas (restricción en DWI)



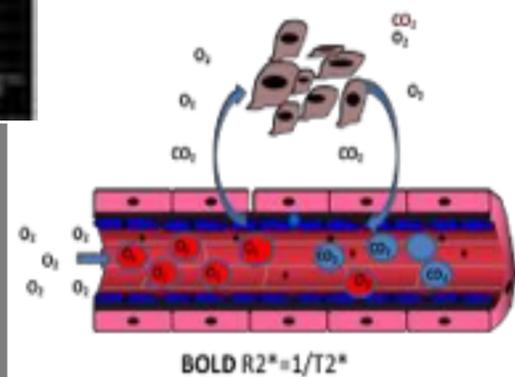
*Paciente con lesión parenquimatosa pulmonar con curva tipo D (sugestiva de malignidad; pico de realce con meseta posterior). DWI muestra un comportamiento no restrictivo. Neumonía bacteriana complicada con absceso diafragmático (restricción central en DWI; flecha blanca).*

## 1 Técnicas funcionales: Perfusión por RM sin contraste

*Blood Oxygen Level Dependent (BOLD)*

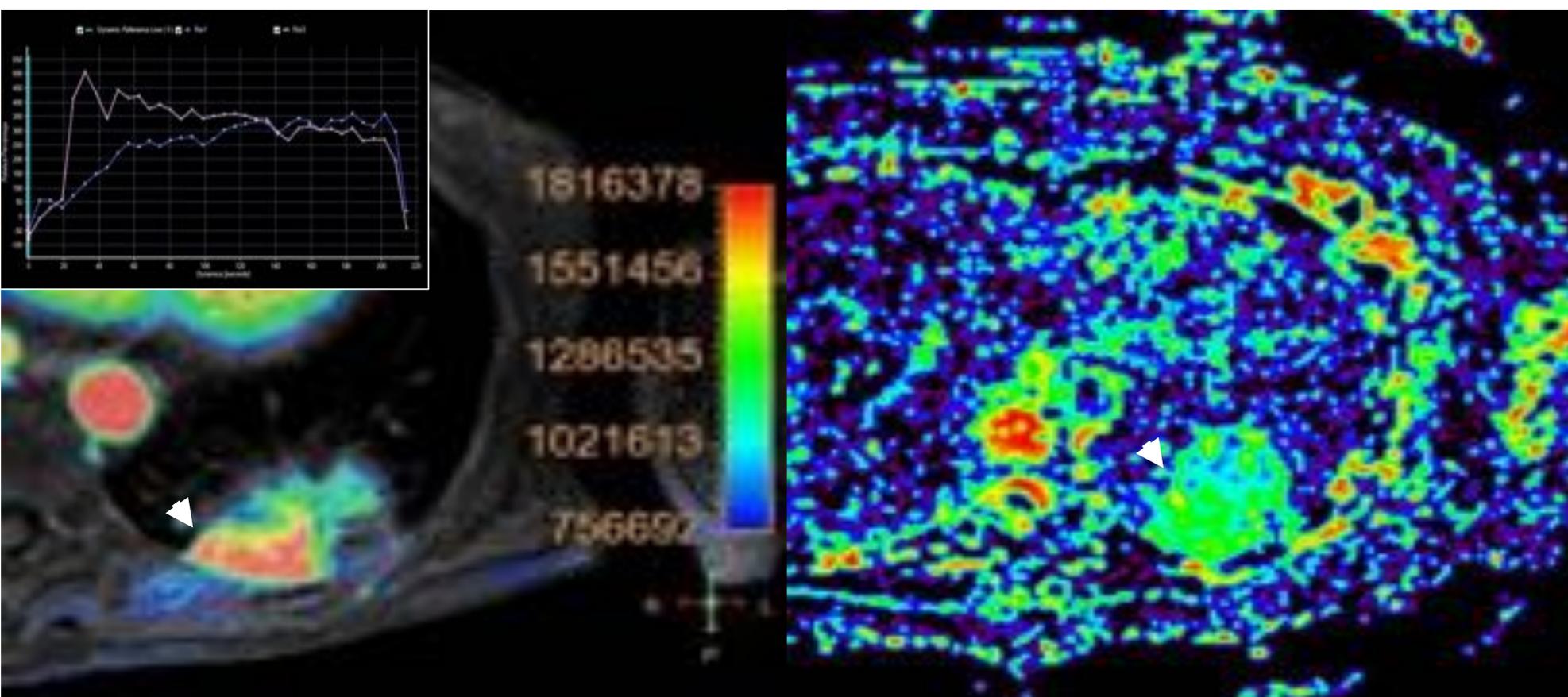


Varón 47 años con metástasis torácica de hepatocarcinoma. La lesión muestra áreas hipervasculares (TIC tipo IV; flechas blancas) pero con hipoxia en secuencias BOLD ( $R2^* \uparrow$ ; flechas amarillas). Es candidato a tratamiento RT.



- Mide cambios en la concentración de sustancias paramagnéticas
- Incremento del consumo de oxígeno  $\rightarrow$  descenso en  $T2^*$
- Razón del desfase del espín ( $R2^*$ ): índice de oxigenación del tejido

*IVIM (fracción de perfusión)*

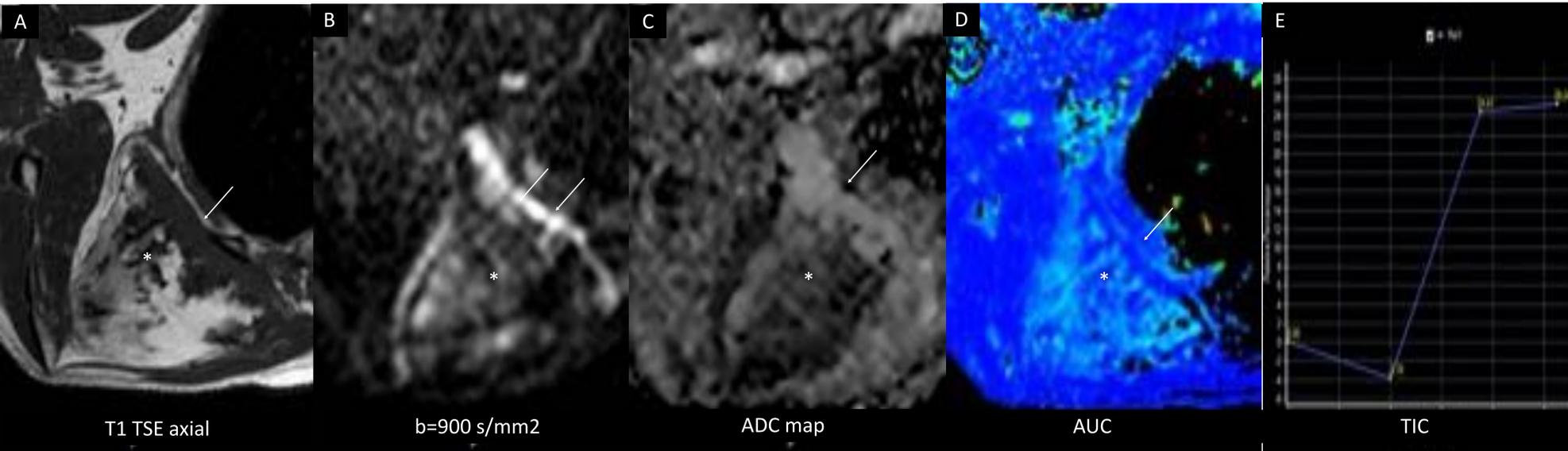


Paciente mujer de 44 años con tumor fibroso pleural solitario. Nótese la excelente correlación entre las áreas hipervasculares de este tumor benigno (flecha blanca) en DCE-MR respecto a las mostradas por IVIM (flecha blanca;  $f$ : 55%).

Buena correlación de parámetros derivados de IVIM ( $f$  y  $D^*$ ) con los producidos por DCE-MR

## 2 TUMORES ÓSEOS Y CARTILAGINOSOS BENIGNOS

### Osteocondroma



**Varón de 32 años con osteocondroma pediculado scapular derecho.**

(A). Aspecto heterogéneo del cuerpo lesional con hipointensidad marcada de la casquete apical en T1.

(B and C) DWI mostrando una ausencia de degeneración maligna del casquete apical, no restrictivo en el mapa de ADC.

(D E) DCE – MR confirmando la ausencia de realce del casquete apical con una morfología de curva TIC sugestiva de benignidad (tipo II).

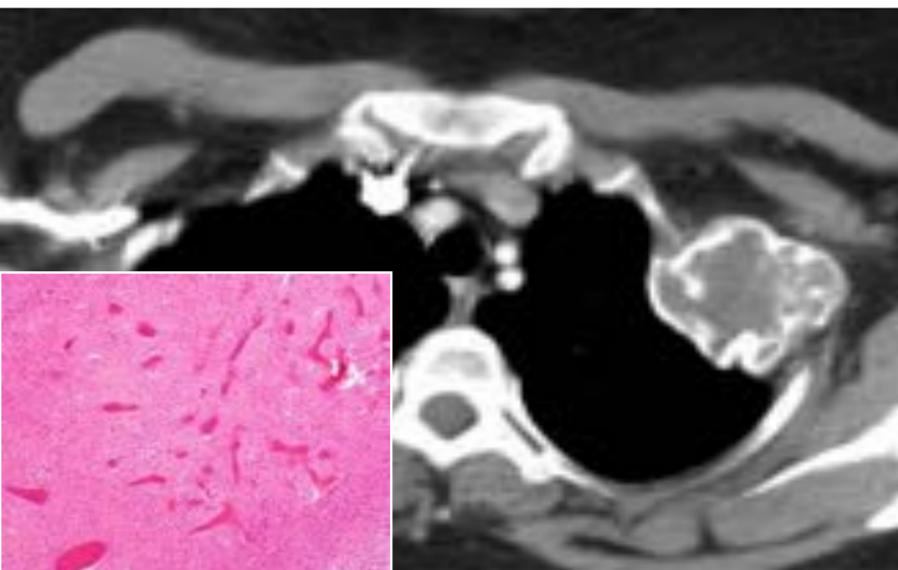
#### Lesión ósea benigna más común

Protuberancias óseas recubiertas con cartílago hamartomatoso

- Costillas, esternón, clavícula, escápula
- DCE-MR es útil en la diferenciación de lesiones benignas y malignas (realce < 10 segundos)

	T1	T2	DWI	DCE - MR
Body		Same behavior to the affected osseous structure		
Cap	↓	↑	↑ ADC/PIDC	Benign

### Displasia fibrosa



- Pacientes jóvenes (2ª-3ª década)
- Monostótica (80%) > poliostótica
- Síndrome Mc Cune Albright
- Manchas café con leche + endocrinopatía + acromegalia
- Masa indolora en pared posterolateral
- Clavícula o costillas
- Dolor torácico: fractura/stretching perióstico
- Transformación maligna rara (osteosarcoma o fibrosarcoma inducido por radiación)

T1	T2	DWI	DCE - MR	<sup>18</sup> FDG - PET /CT
Iso/↓	↓/↑	Heterogeneous	Benign pattern	No uptake

(A) Mujer de 39 años referida tras dolor torácico en urgencias. TC torácico con lesión ósea bien definida, engrosamiento cortical y aumento de la trabeculación. Se origina de la pared superolateral torácica izquierda.

(B) Displasia fibrosa debida al reemplazo de la médula ósea normal y del hueso trabecular por estroma fibroso y hueso inmaduro.

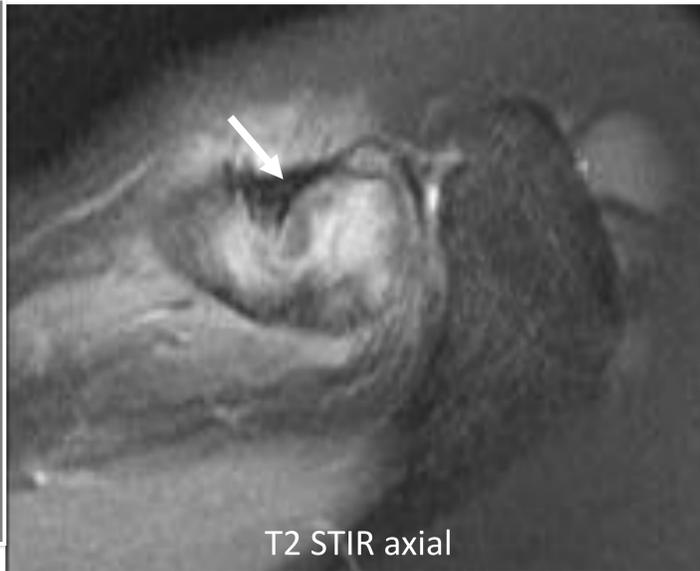
### Osteoma Osteoide

- Pacientes jóvenes (7-25 años) Dolor empeoramiento nocturno.
- Remite con AINEs Signo del surco avascular
- Nidus (curva TIC tipo IV)

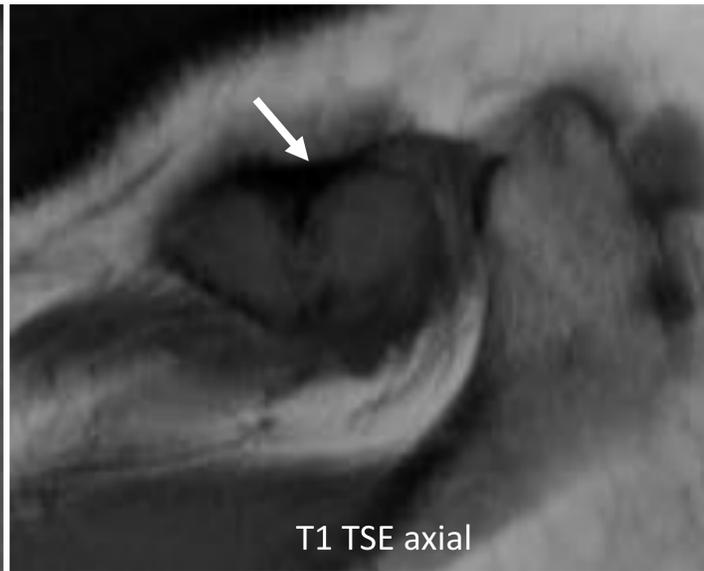
## 2 TUMORES ÓSEOS Y CARTILAGINOSOS BENIGNOS

### Tumor de Células Gigantes (TCG)

- Mujeres jóvenes (21 – 40 años)
- Esternón, clavícula y costillas
- Nivel líquido-líquido  
Quiste óseo simple, quiste óseo aneurismático, condroblastoma
- DCE-MR útil en tumor recurrente o residual



T2 STIR axial



T1 TSE axial



Post – GAD T1 GRE

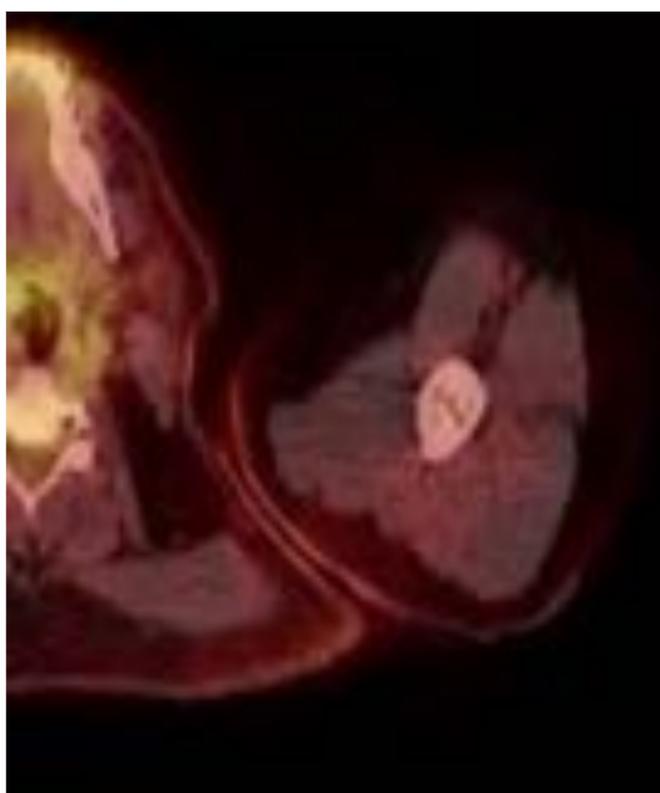
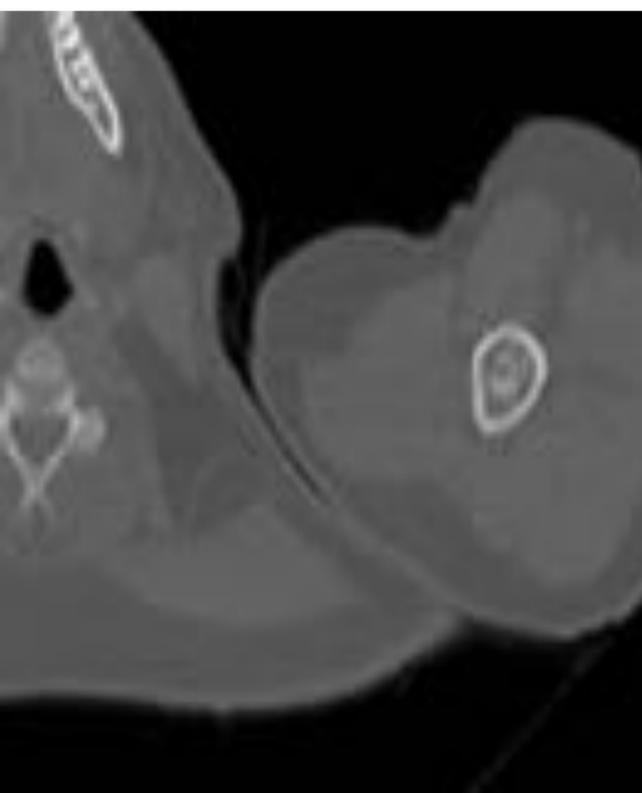


<sup>18</sup>FDG – PET/CT

**Mujer de 24 años con cancer de mama y tumor de células gigantes en region metafisoepifisaria distal de clavícula izquierda (flechas blancas).**  
 (A and B) Lesion heterogénea e hiperintensa en T2 STIR e hipointensa en T1.  
 (C) T1 Eco de gradient post-contraste con marcado realce tanto de la lesion ósea como del tejido blando perilesional.  
 (D) <sup>18</sup>FDG – PET/CT confirma la presencia de captación del radiofármaco y, por tanto, el diagnóstico.

T1	T2	DWI	DCE - MR	<sup>1</sup> H - MRS	<sup>18</sup> FDG-PET/CT
↓	↑	↓ ADC/PIDC	Tipo IV	Pico Cho	Captación

### Encondroma



- Infrecuente en pared torácica  
Segunda lesión más común en costilla (unión condroesternal)
- Pacente joven  
20-40 años
- Diferenciación con condrosarcoma bajo grado  
Seguimiento vs. resección

**DC – MR con realce < 10 segundos indicativo malignidad**

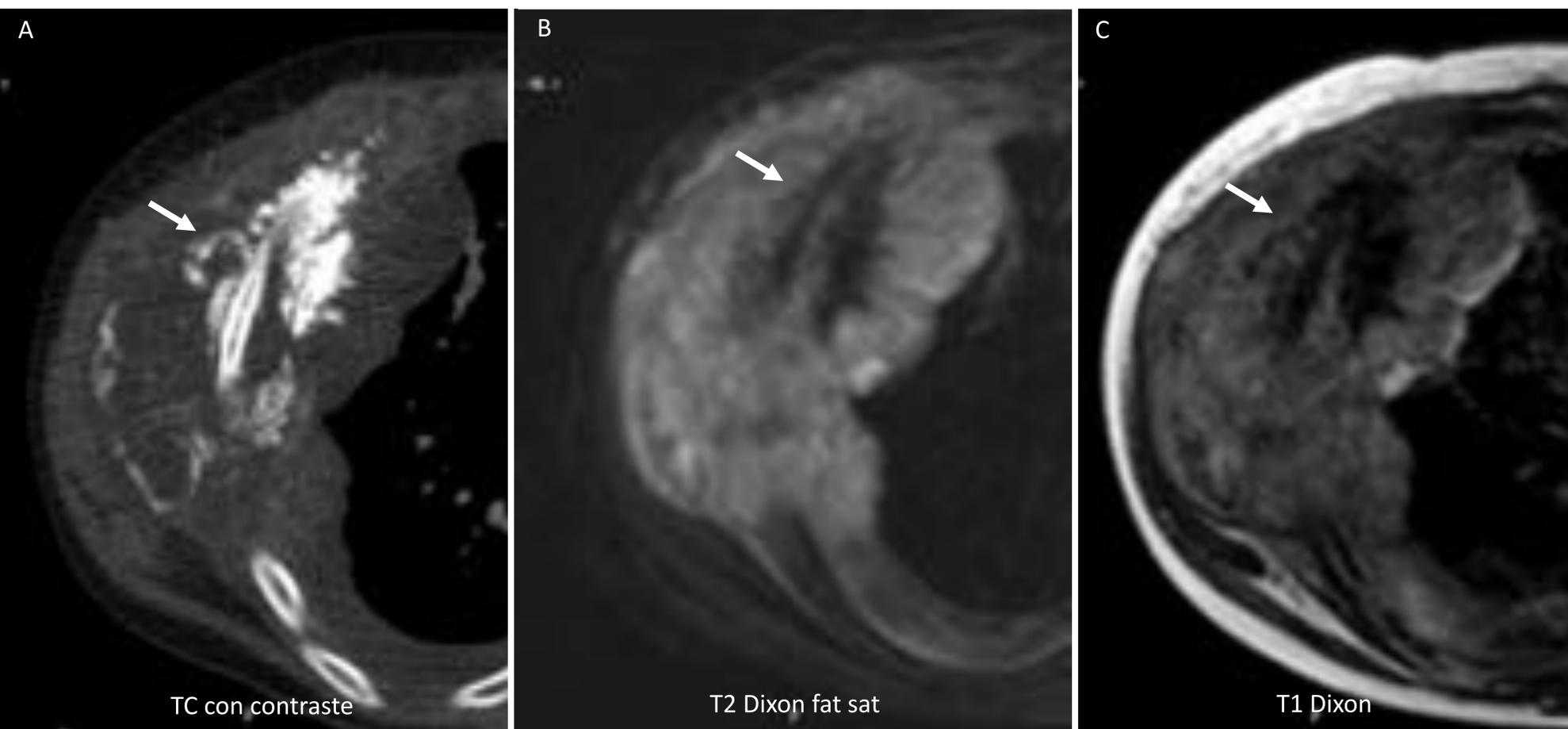
T1	T2	DWI	DCE - MR	<sup>18</sup> FDG-PET/CT
↓/↑*	↑/↓**	↑ ADC/PIDC	↓/↑***	No/captación baja intensidad

**Varón de 58 años con linfoma Hodgkin.**  
<sup>18</sup>FDG – PET/CT muestra una lesion endomedular con calcificación irregular y ligera captación del radiofármaco. Es compatible con un encondroma.

- Alto T1 en regiones intratumorales debido a componente hemorrágico.
- \*\* Hipointensidad T2 debido a calcificación.
- \*\*\* Realce precoz y rápido en casos de tumores cartilagosos atípicos. No pueden ser diferenciados de un condrosarcoma de bajo grado.

## 3 TUMORES ÓSEOS Y CARTILAGINOSOS MALIGNOS

Condrosarcoma



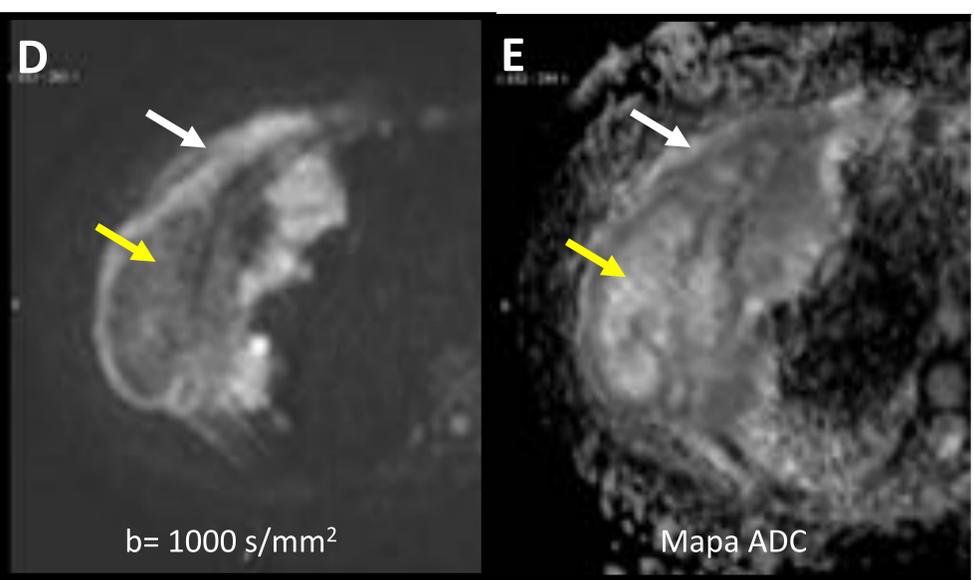
- Causa más frecuente de tumor óseo.
  - 4ª a 7ª décadas. Hombres > mujeres.
- Primario. Degeneración maligna (osteocondroma, etc.), trauma, RT.
- 5 primeras costillas: unión costochondral/paravertebral

Niña de 10 años con condrosarcoma. TC con contraste con gran masa localmente infiltrante, matriz condroide (patrón arcos y anillos) y reacción perióstica no densa (en "sol naciente"). Es hiperintensa heterogénea en T2. Buena correlación de la matriz de mineralización entre TC y RM (flechas blancas).

T1	T2	DWI	DCE - MR	<sup>18</sup> FDG-PET/CT
Iso/↓*	↑*‡	↓ ADC/PIDC	Marked and heterogeneous	Marked uptake

\*Matriz mineralización condroide ("rings and arcs" pattern) es hipointensa en T1 y T2.

‡Tumores mixoides con ausencia de mineralización son marcadamente hiperintensos en T2.



**Niña de 10 años con condrosarcoma de pared torácica** 10 year old female patient with chest wall chondrosarcoma.

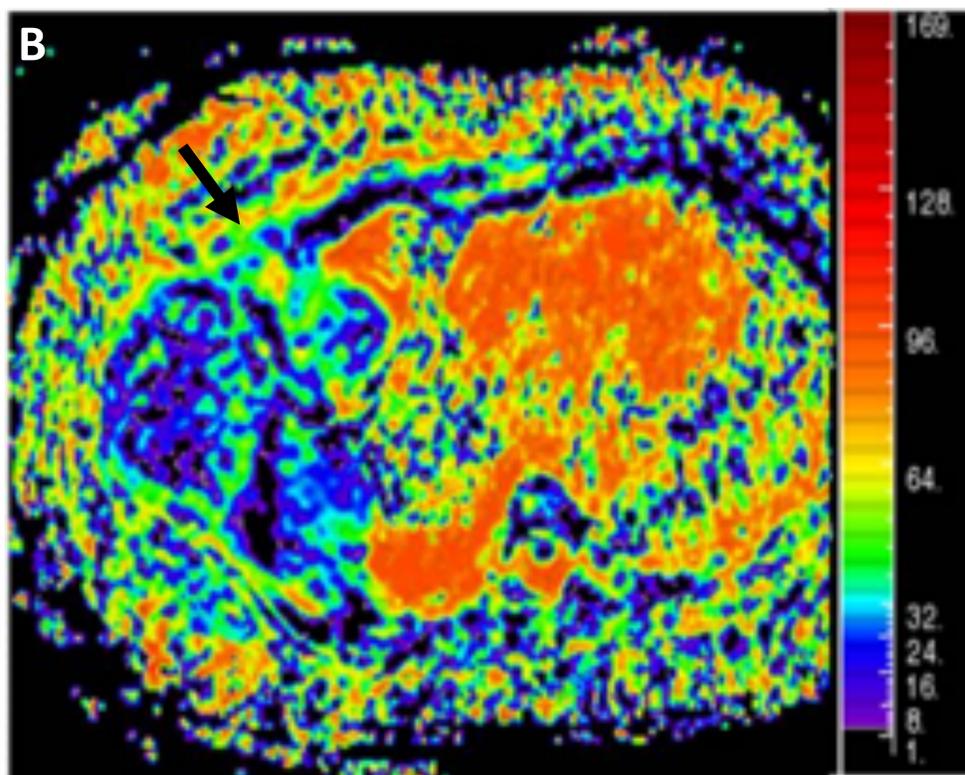
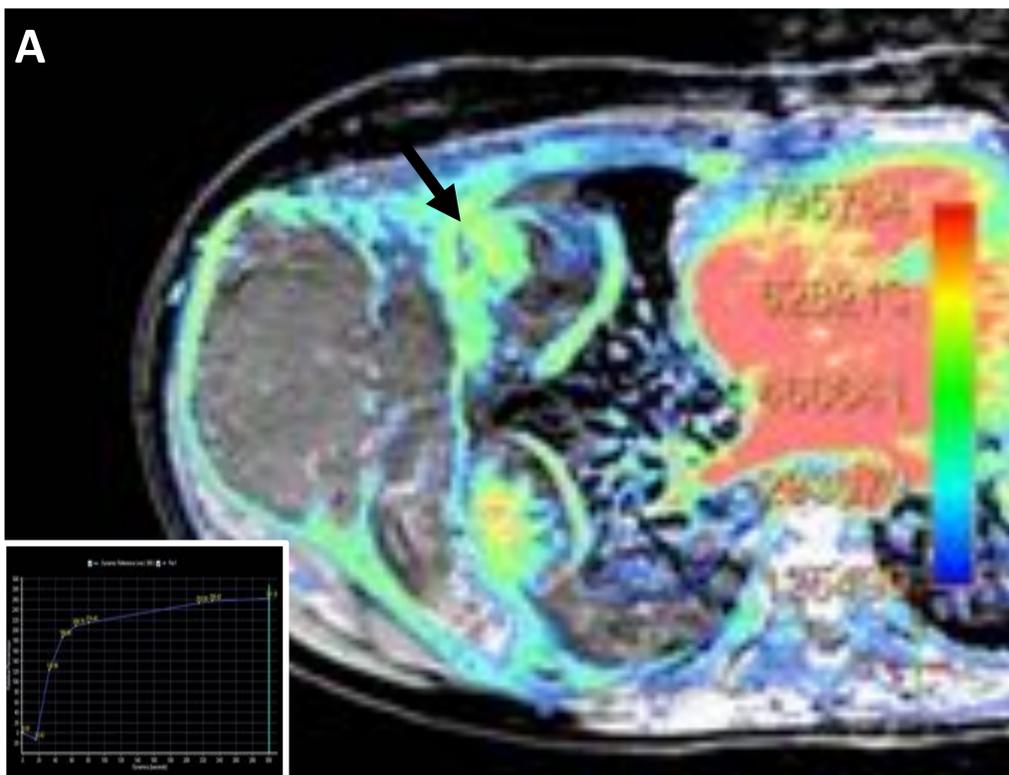
(D-E) DWI con modelo Gaussiano mostrando una masa heterogénea y restrictiva indicativa de origen maligno. El componente no restrictivo en difusión es debido a degeneración mixoide de la lesión (flechas amarillas)

(F) IVIM mostrando un comportamiento restrictivo de la lesión con un modelo no Gaussiano biexponencial con coeficientes de D bajos.

(G) Comportamiento heterogéneo observado en kurtosis, especialmente en aquellas zonas más restrictivas (flecha blanca) indicando un origen maligno y agresivo.

La heterogeneidad (kurtosis; heterogéneo en gradiente b alto) se ha relacionado con la agresividad tumoral

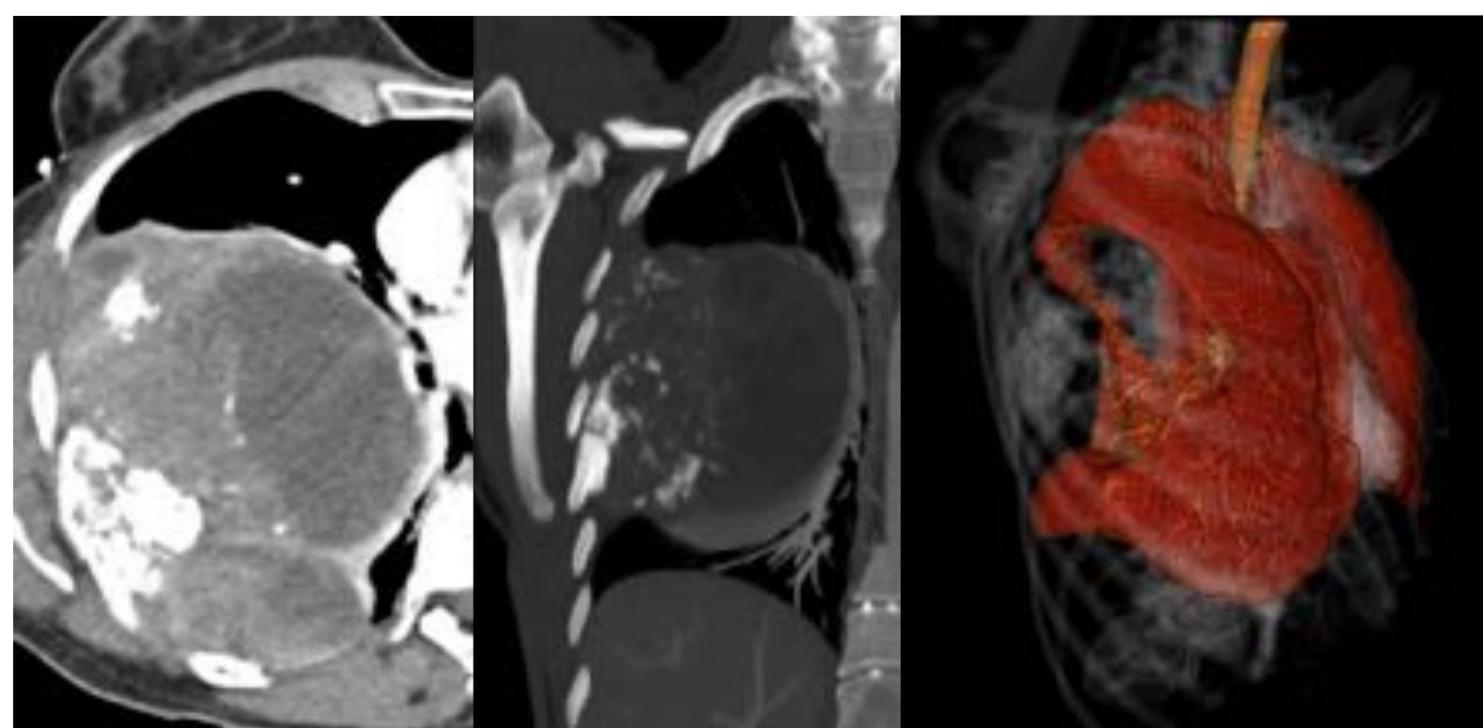
## Condrosarcoma



**Niña de 10 años de edad con condrosarcoma de pared torácica.**  
 (A) DCE-MR mostrando un importante realce de la lesión, heterogéneo, con pendiente de captación rápida y meseta posterior sugestiva de malignidad.  
 (B) IVIM (mapa de perfusión) mostrando fracciones de perfusión altas en áreas hipervasculares. Buena correlación (flechas negras) entre DCE-MR e IVIM.

- Realce exponencial precoz (< 10 segundos) → predictor malignidad.
- Tumor mixoide con relleno rápido de contraste es sospechoso de origen maligno.

## Osteosarcoma



- Clavícula, escápula y costilla
- Forma ósea  
Jóvenes
- Forma extraósea  
Adultos > 50 años
- DWI y DCE-MR valor en la monitorización  
↑ADC y ↓ pendiente de realce

**Mujer de 42 años con dolor de espalda derecho de dos meses de evolución. El dolor migra desde la parte posterior a la region anterolateral del tórax.**  
 TC torácico con gran masa heterogénea de la pared lateral del tórax, localmente infiltrativa con calcificaciones groseras y marcadas áreas de necrosis. La anatomía patológica reveló un osteosarcoma de pared torácica.

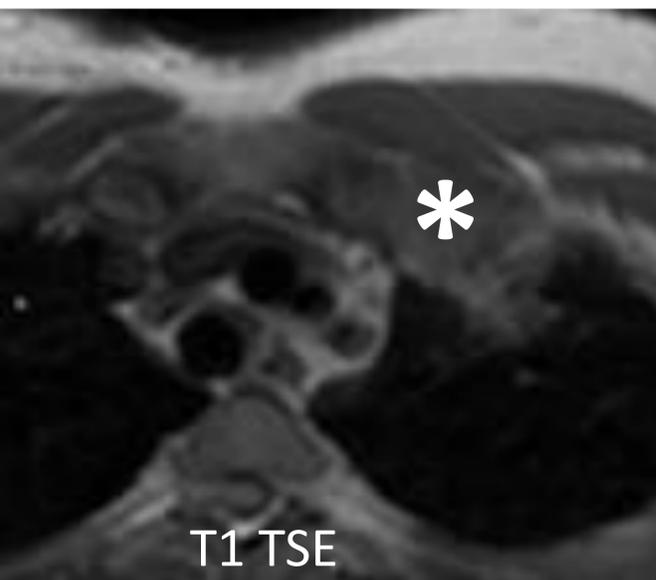
T1	T2	DWI	DCE - MR	<sup>18</sup> FDG-PET/CT
↑*	↑*	↓ ADC/PIDC**	Type IV	Marked uptake

\*Non – mineralized regions. Tumor mineralization is hypointense in T1 and T2.  
 \*\*Reduced ADC/PIDC due to high cellularity and mainly compared to normal bone marrow.

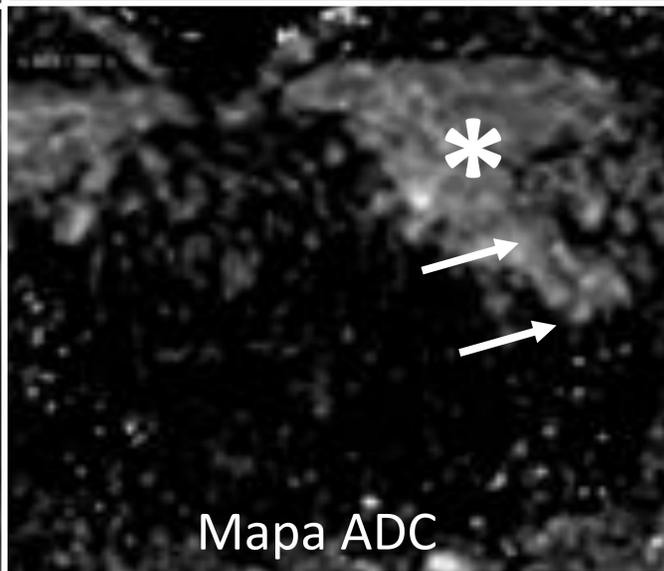
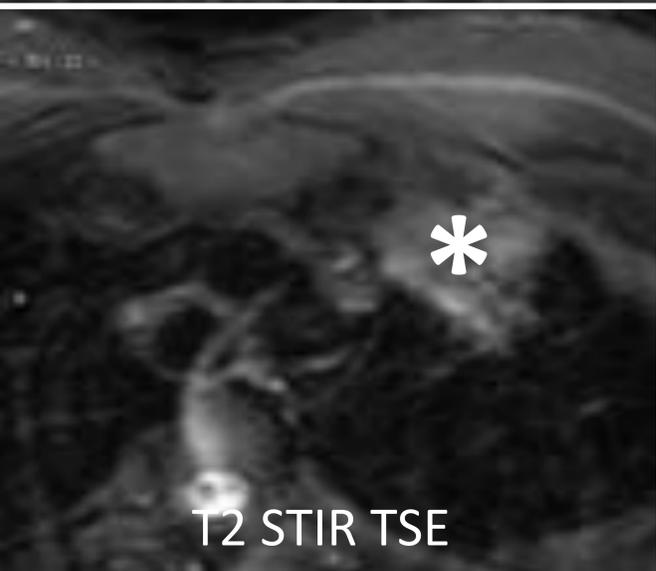
**Segundo tumor óseo más común en tórax**

## 3 TUMORES ÓSEOS Y CARTILAGINOSOS MALIGNOS

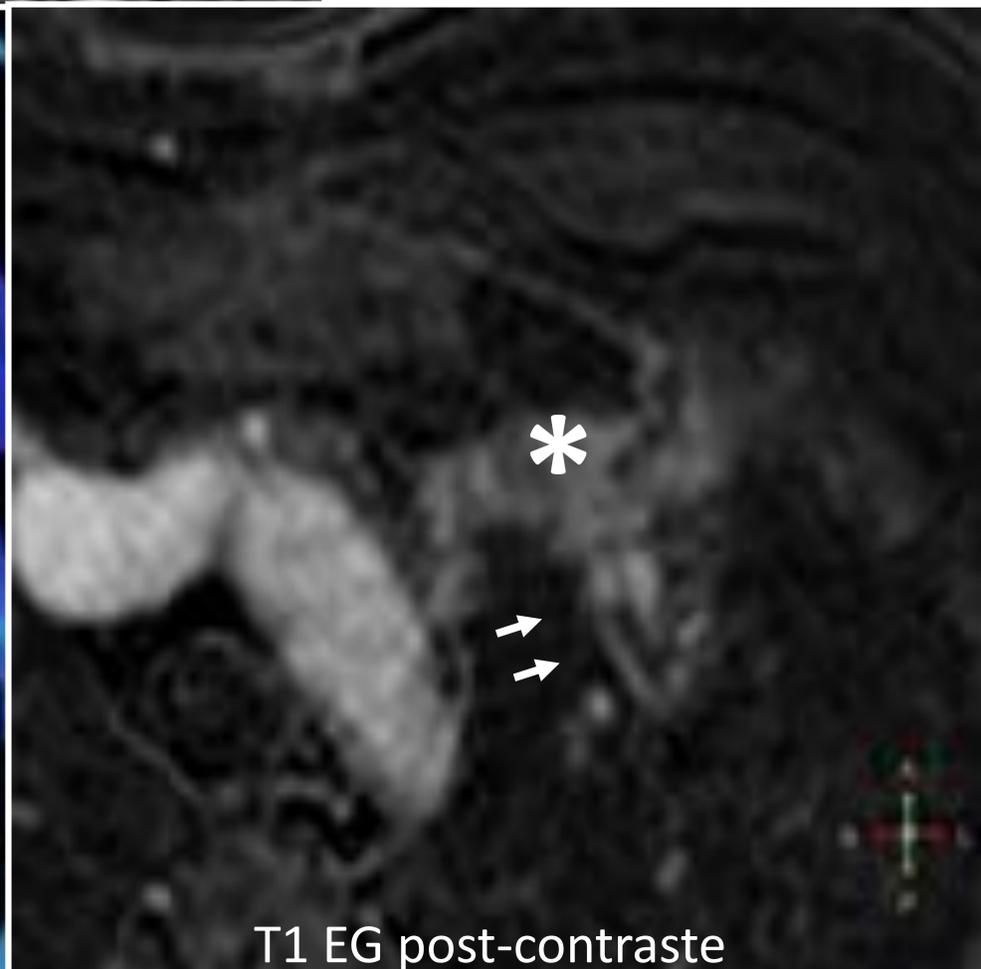
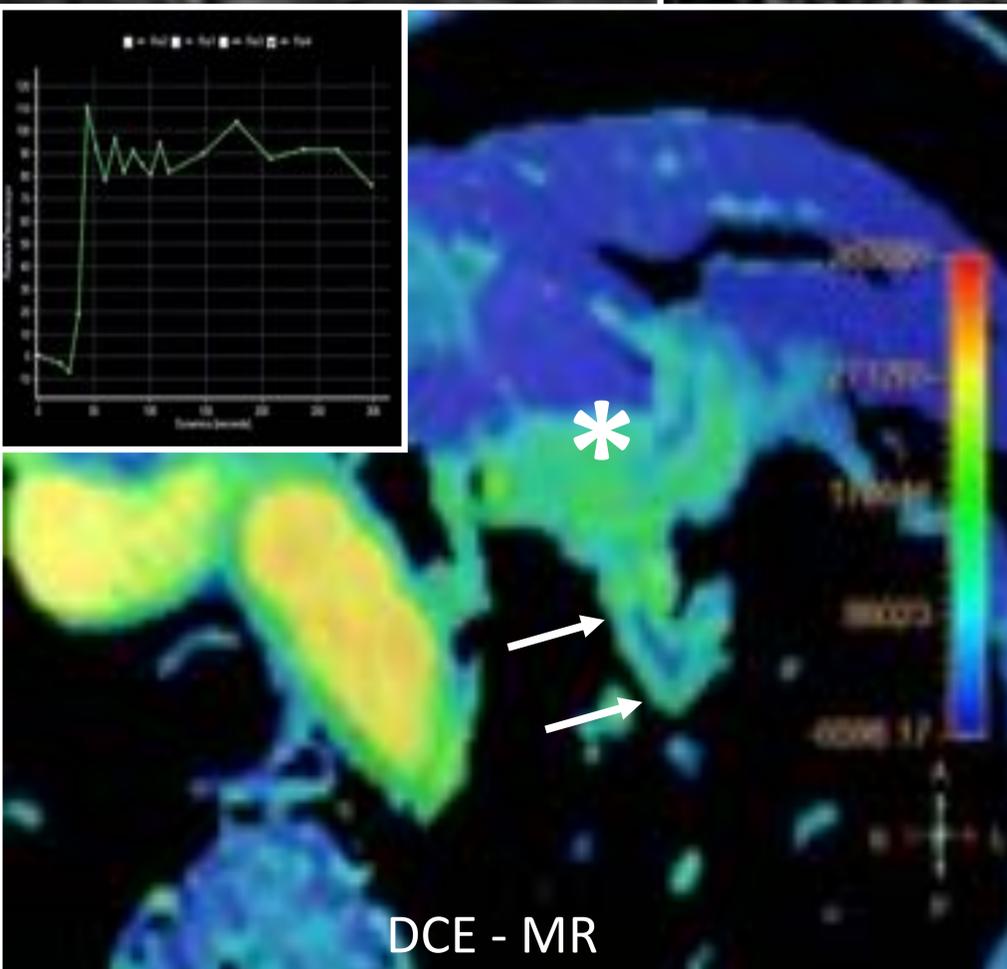
*Sarcoma de Ewing*



- **Frecuente.** Neoplasia de células pequeñas redondas (derivadas de la cresta neural)
- Costilla (única), esternón, clavícula, escápula
- **Adultos jóvenes** (2ª-3ª década). Varones (1,6:1)
- Traslocación (t11;22) (124;12)
- Crecimiento **excéntrico**. Infiltración pulmón adyacente
- Valor de DWI y DCE-MR en la monitorización del Tto.



**Varón de 21 años con masa torácica anterior compatible con sarcoma de Ewing (asterisco blanco).**  
 DCE-MR mostrando un patron malignoo (TIC tipo IV) de la lesion.  
 Comportamiento restrictivo en diffusion. Ambos datos sugieren malignidad.  
 Invasión pulmonar con diseminación perilinfática (flechas blancas) evidente tanto en secuencias morfológicas como en funcionales (DCE – MR y DWI).



T1	T2	DWI	DCE - MR	<sup>18</sup> FDG-PET/CT
Iso/↑*	↑*	↓ ADC/PIDC	Tipo IV	Marcada captación

\*Heterogeneity due to intratumoral hemorrhage (large cystic components) in large tumors.  
 \*\*Reduced ADC/PIDC due to high cellularity and mainly compared to normal bone marrow.

## 3 TUMORES ÓSEOS Y CARTILAGINOSOS MALIGNOS

*Mieloma Múltiple & Plasmocitoma*



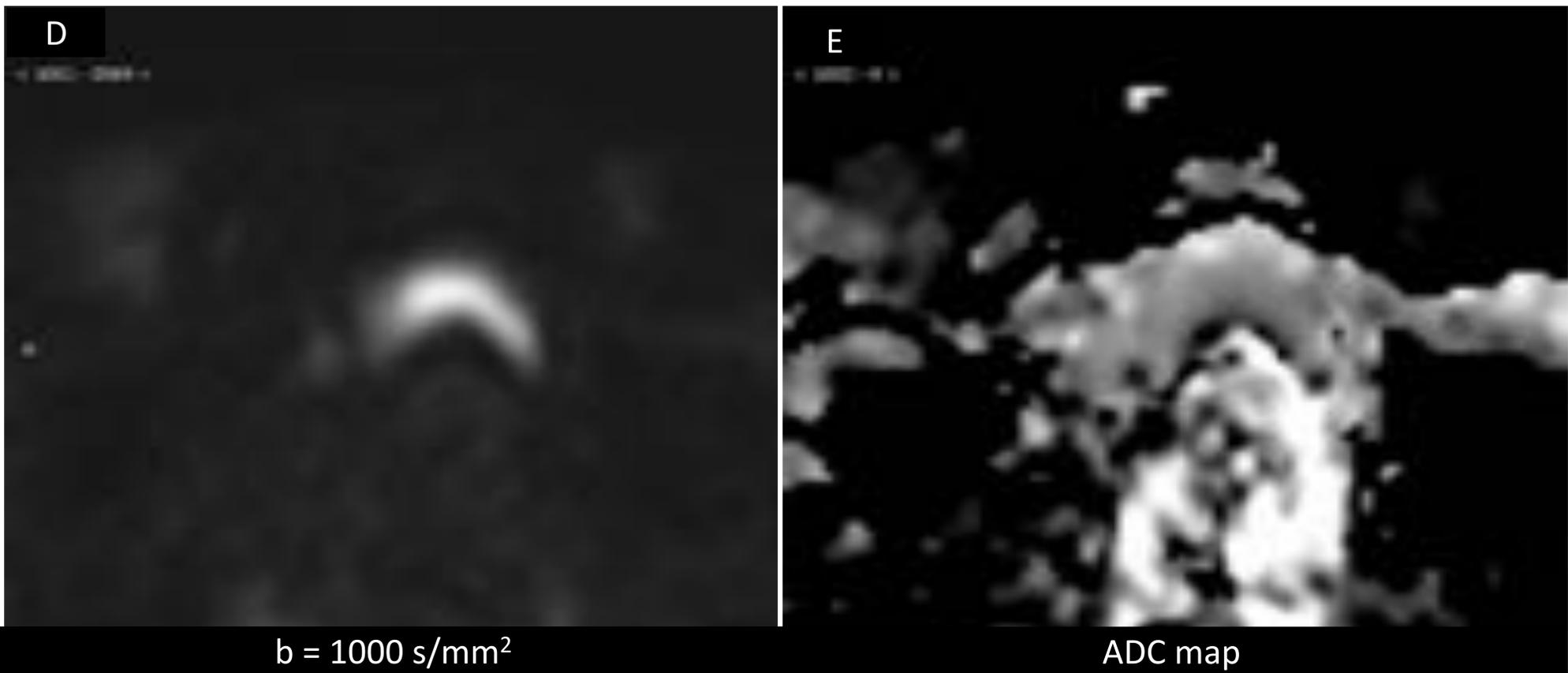
**Mujer de 82 años con mieloma multiple.**

(A) T2 STIR axial mostrando una lesion focal esternal hiperintensa.

(B and C) T1 eco de gradient pre y postcontraste confirmando la existencia de una lesion esternal con relace significativo y masa de partes blandas locorregional asociada.

T1	T2	DWI	DCE - MR	<sup>18</sup> FDG-PET/CT
↓*	↑*	↓ ADC/PIDC	Tipo IV*	Captación

\* Tumores tratado tienen un realce heterogéneo.



b = 1000 s/mm<sup>2</sup>

ADC map

**Mujer de 82 años de edad con mieloma multiple.**

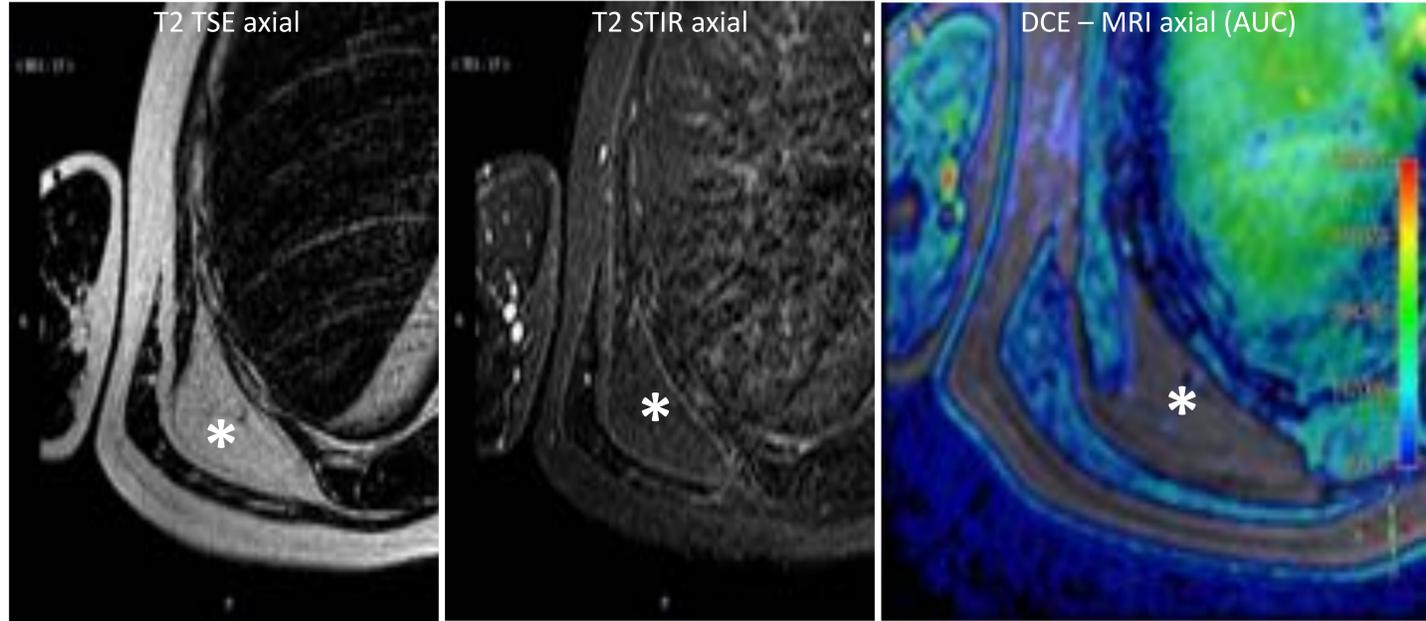
(D and E) DWI con modelo monoexponencial muestra restricción compatible con lesion mielomatosa.

- Lesión osteolítica. Poco frecuente.  
*Huesos con hematopoesis activa*  
*Plasmocitoma: 4<sup>a</sup>-8<sup>a</sup> décadas*  
*Mieloma múltiple: 5<sup>a</sup> a 7<sup>a</sup> décadas*
- DWI útil en detección de lesiones, valoración carga tumoral total y monitorización terapéutica (RM cuerpo completo).
- ADC umbral:  $0,77 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  → diferenciación médula ósea normal y patológica.

## 4 TUMORES LIPOMATOSOS

### Lipoma

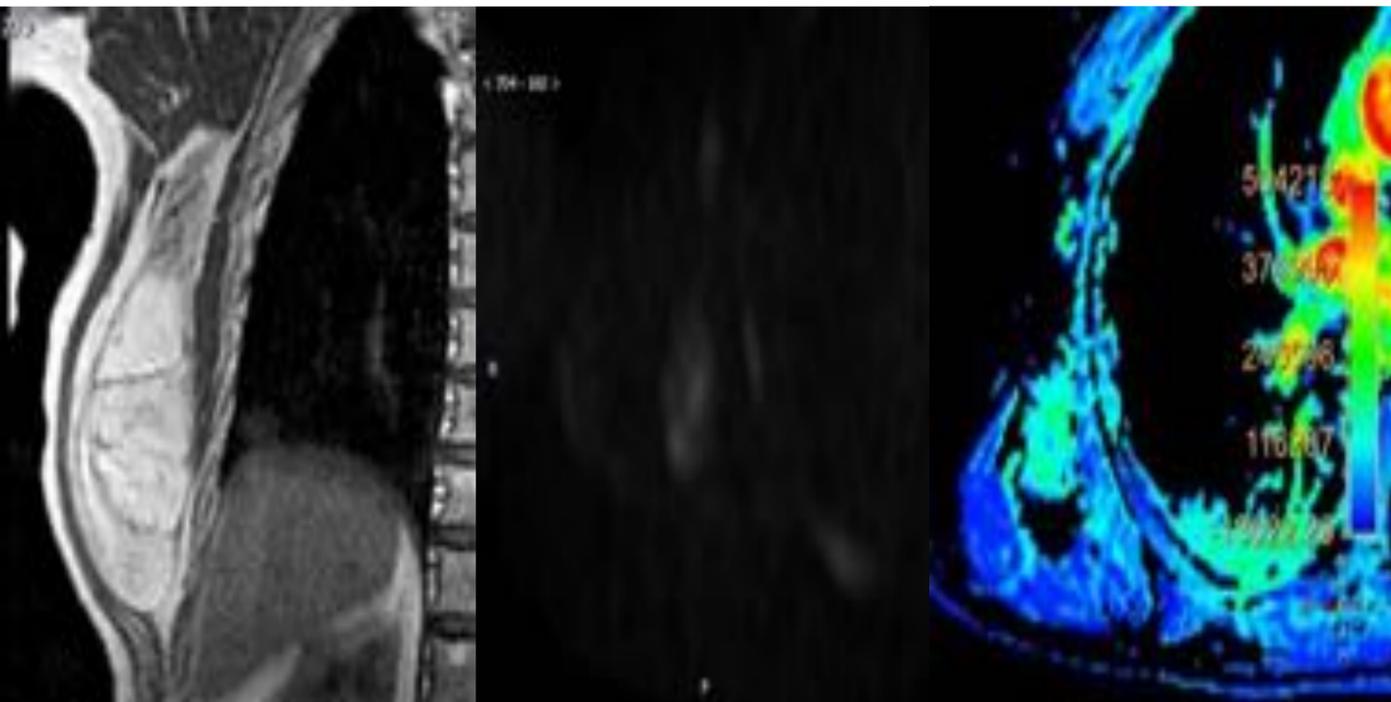
- Frecuente
- Mayores (5ª - 7ª década) y obesos.
- Mayores y más profundos en el tórax.
- Ocasionalmente realce mínimo en septo.



	Lipoma	Liposarcoma
<b>Tamaño</b>	< 10 cm	> 10 cm
<b>Grosor septos internos</b>	< 2 mm	> 2 mm
<b>Tejido nodular no adiposo</b>	No	Yes
<b>Tejido adiposo (%)</b>	> 75%	< 75%

*Varón de 57 años con lesión adiposa en pared posterolateral torácica (asterisco blanco). (A and B) Lesión hiperintensa en T2 TSE que disminuye su intensidad de señal tras la aplicación de un pulso de saturación de la grasa. Es compatible con un lipoma típico (> 75% tejido adiposo). (C) DCE – MRI no presenta captación significativa de gadolinio, indicativo de origen benigno.*

### Liposarcoma (LPS)



- Frecuente.
- Segundo tumor de partes blandas más común.
- Clasificación de la OMS: 5 subtipos.
- Las porciones sólidas/hipercelulares muestran restricción en DWI y realce en DCE-MR.

**A 73 year old man with a liposarcoma.**

*The solid portion of the tumor (A; yellow arrow) showed a restrictive behavior (blue arrows; high signal intensity on b=900 s/mm<sup>2</sup>) with a significant contrast uptake with DCE – MRI (white arrows; C), suggesting a malignant origin of this fat containing tumor.*

	T1	T2	DWI	DCE - MR	<sup>18</sup> FDG-PET/CT
<b>Lipoma (&gt; 75% grasa)</b>	↑	↑	No señal*	No/ligero**	No captación
<b>LPS bien diferenciado (50 – 75% grasa)</b>	↑	↓	↓ADC/PIDC	Marcado	Captación
<b>LPS desdiferenciado (&lt; 25% grasa)***</b>	↓	↑	↓ADC/PIDC	Marcado	Captación
<b>LPS mixoide (&lt; 25% grasa)</b>	↑	↑	↑ADC/PIDC	Marcado	Captación
<b>LPS pleomórfico (no grasa)</b>	↓	↑	↓ADC/PIDC	Marcado	Captación

*\* Exceso de componente graso es un error común en la cuantificación con DWI. No confundir con restricción en mapa de ADC.*

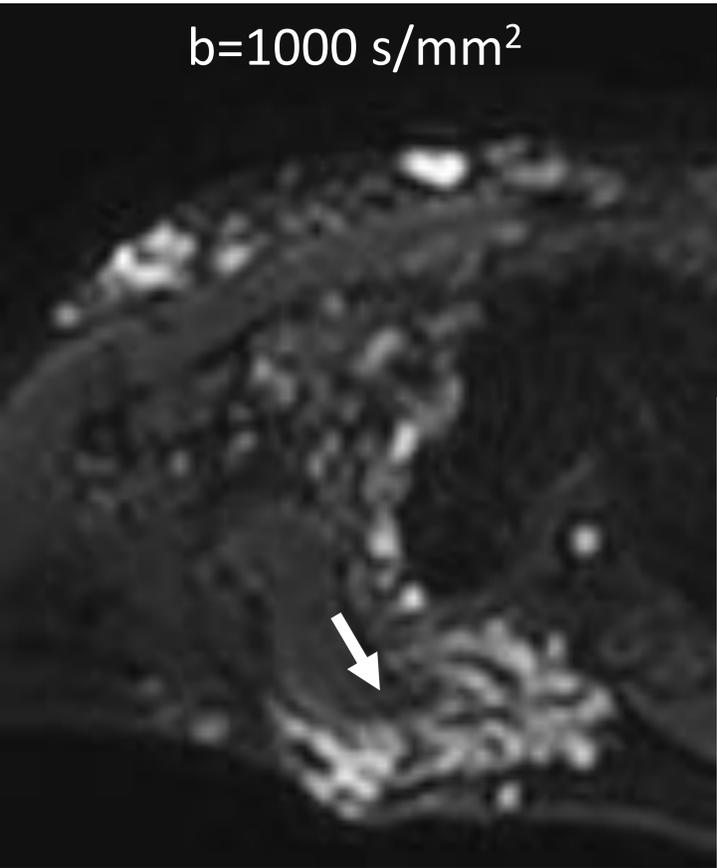
*\*\*Ocasionalmente puede existir realce tenue de los septos internos.*

*\*\*\*Un liposarcoma desdiferenciado se puede originar en el seno de un LPS bien diferenciado.*

## 5 TUMORES VASCULARES

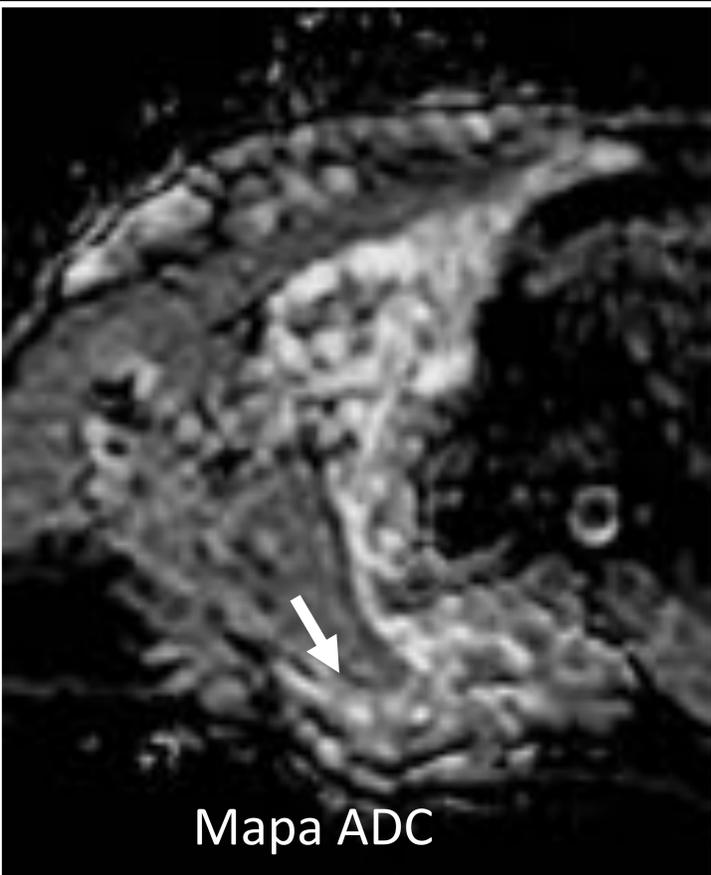
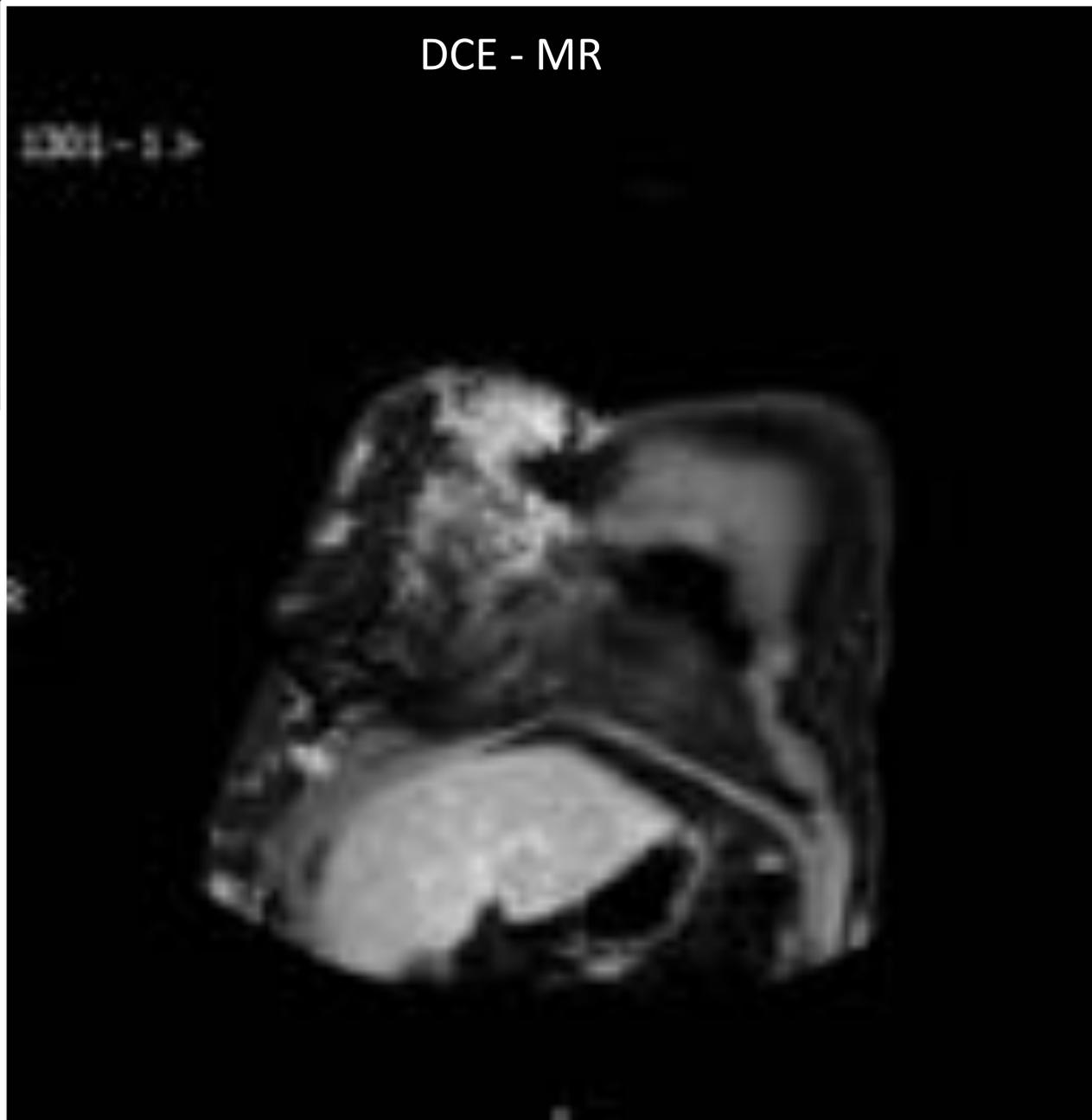
### Hemangioma

b=1000 s/mm<sup>2</sup>



- Poco común.
- Vasos de paredes finas, dilatados y tortuosos
- Presentación: nacimiento - < 30 años
- Grandes, cutáneos, localmente destructivos
- Flebolitos y vacíos de señal internos

DCE - MR



Mapa ADC

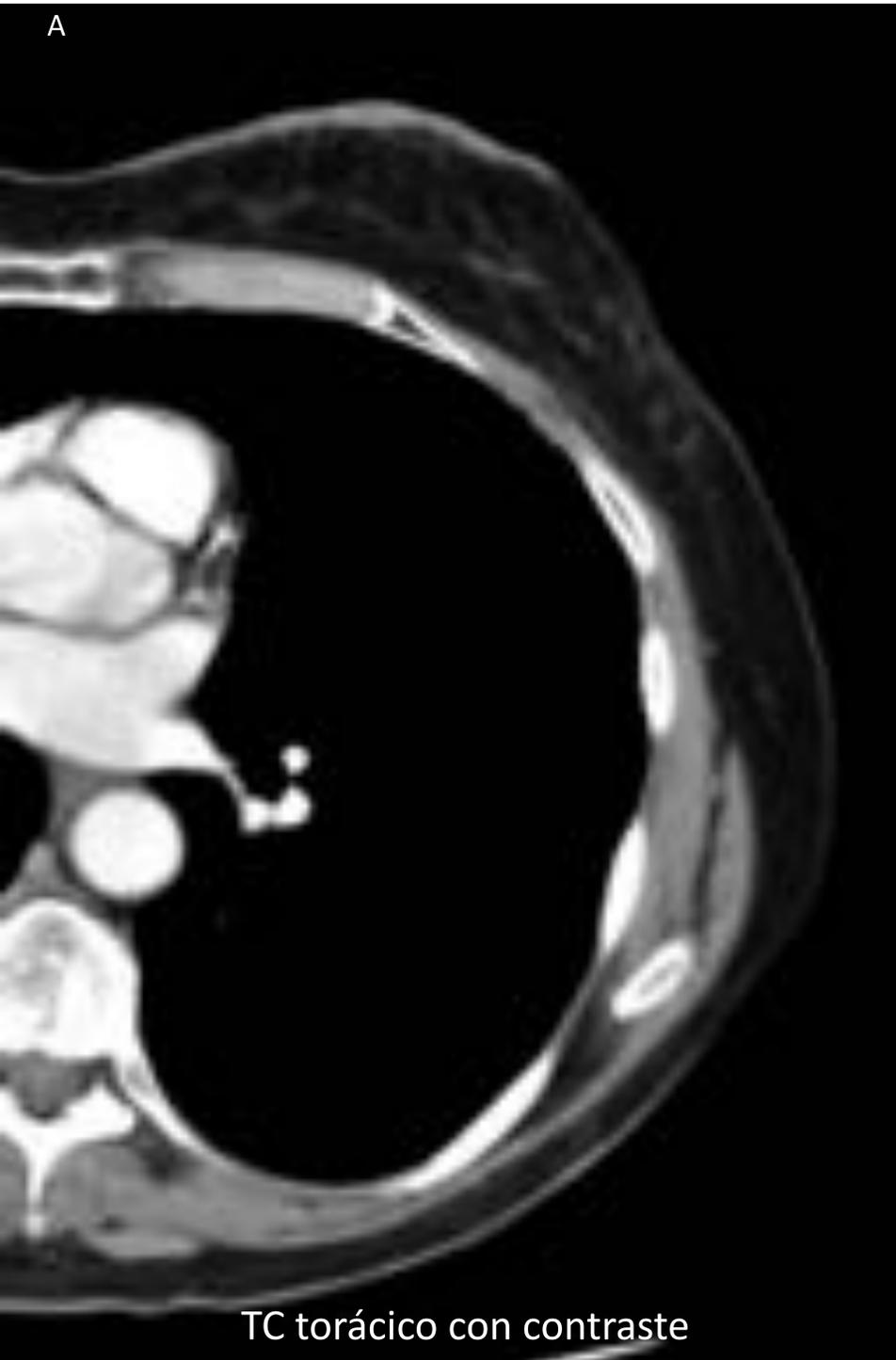
**Varón de 32 años con angioma de pared torácica.**  
 (A and B) Ausencia de restricción en DWI con zonas múltiples de T2 “shine through”), típicas de un origen angiomaso (flechas blancas)  
 (C) Post – GAD T1 Eco de gradient en plano coronal para la evaluación de la extensión de la lesión angiomaso.

T1	T2	DWI	DCE - MR	<sup>18</sup> FDG-PET/CT
Iso/↑*	↑*	↑ ADC/PIDC	Marcado	No captación

\*Tejido valscular mezclado con zonas de tejido adiposo.

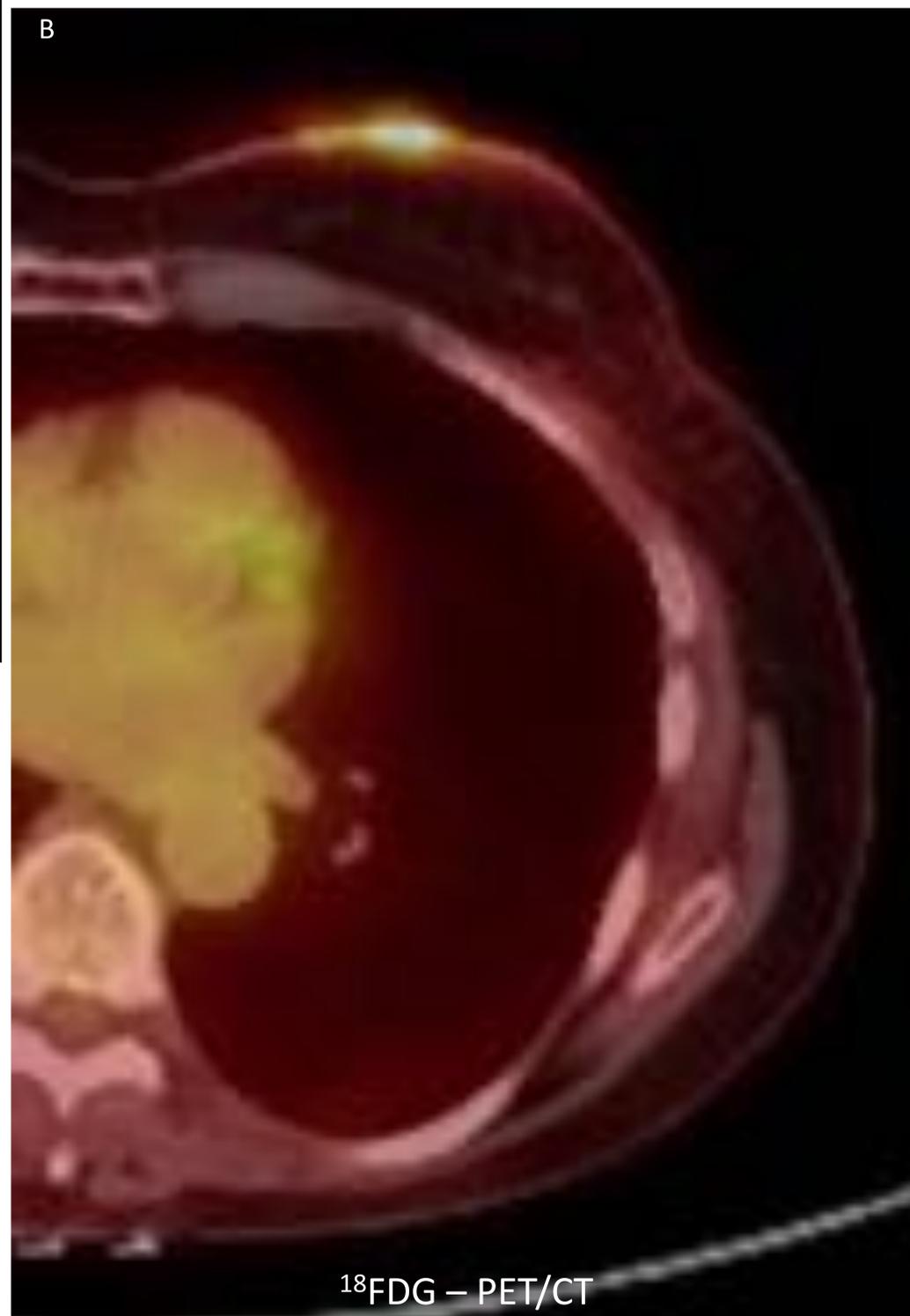
## 5 TUMORES VASCULARES

*Angiosarcoma*



TC torácico con contraste

- Vasoformativos. Origen endotelial
- Mama. Asociación con linfedema crónico y antecedente radioterápico
- Otras asociaciones:
  1. Hemorragia
  2. Anemia
  3. Copgulopatía



<sup>18</sup>FDG – PET/CT

**Mujer de 74 años con antecedente de cancer de mama.**

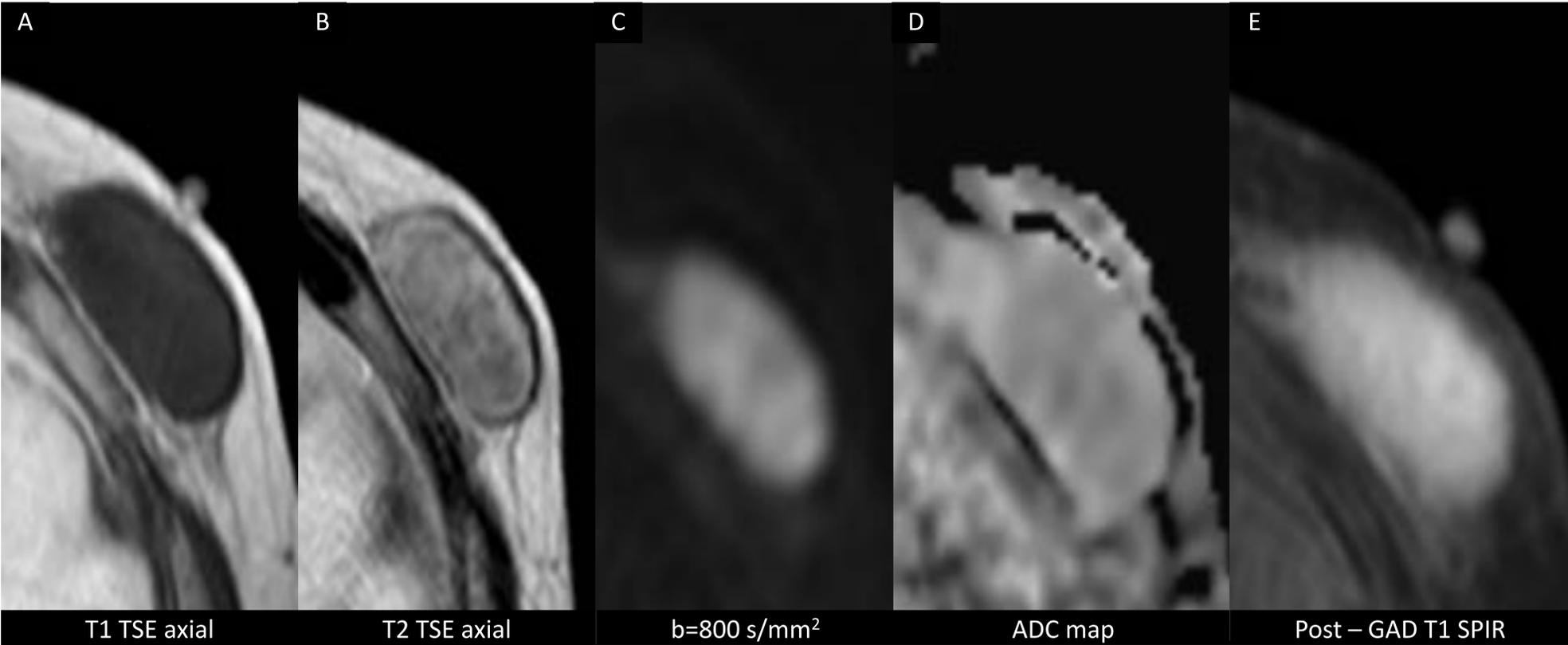
(A) TC con contraste muestra un engrosamiento de la piel, periareolar mamario y extendiéndose superficialmente hacia la region esternal.  
 (B) <sup>18</sup>FDG – PET/CT revela una captación significativa del radiotrazador, en relación con lesión de origen malign (angiosarcoma; flechas blancas).

T1	T2	DWI	DCE - MR	<sup>18</sup> FDG-PET/CT
Heterogéneo	Heterogéneo	↓ ADC/PIDC	Tipo IV*	Captación

\*Vasos aferentes pueden verse en la periferia del tumor.

## 6 TUMORES NEUROGÉNICOS

### Neurofibroma y schwannoma

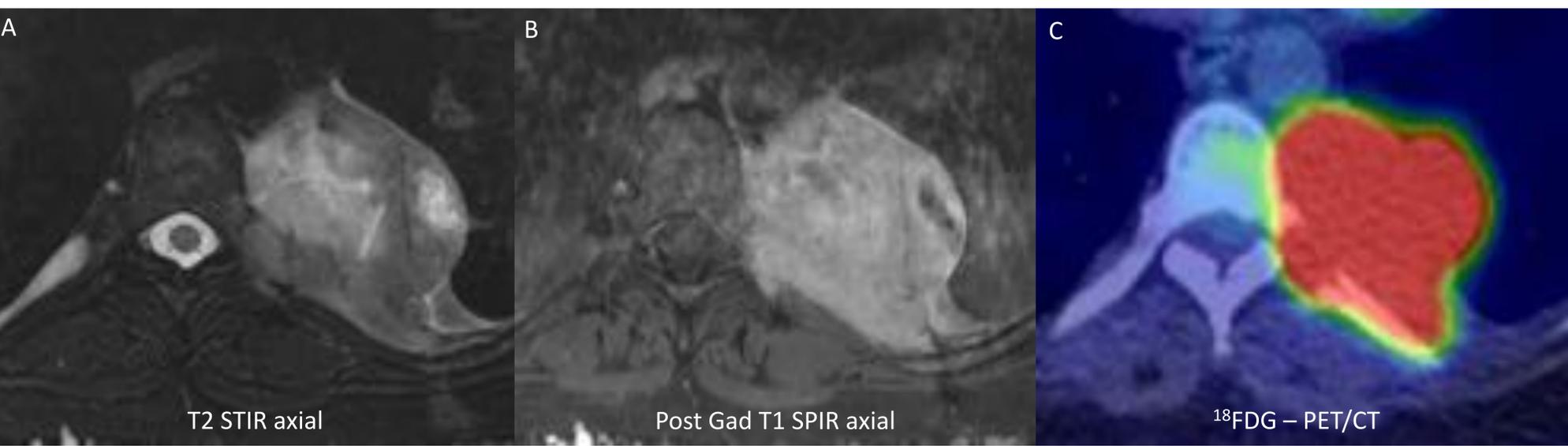


**Varón de 63 años con neurofibroma.**  
 (A) Lesión ovoide hipointensa en T1.  
 (B) Comportamiento heterogeneo con fascicular sign en T2 (region central hipointensa con halo hiperintenso periférico, más frecuencia en schwannoma que en neurofibroma: 63% vs 25%).  
 (C and D) DWI con  $b=800 \text{ s/mm}^2$  y mapa de ADC mostrando restricción; ADC:  $1,71 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ .  
 (E) T1 post-contraste mostrando realce homogéneo. Estos hallazgos son compatibles con un tumor neurogénico (neurofibroma).

- 2ª-5ª década. Nervios intercostales y paravertebrales
- ADC permite diferenciar tumores benignos y malignos (Tumores malignos de nervio periférico;  $1.848 \pm 0.40 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  vs  $0.900 \pm 0.25 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ;  $p < 0.001$ )
- **Complementario.**  $^{18}\text{F}$ FDG-PET/TC tiene alta sensibilidad para diferenciar lesiones benignas de malignas (90 – 100). La RM tiene alta especificidad (94 – 100%).

	T1	T2	DWI	DCE - MR	$^{18}\text{F}$ FDG-PET/CT
<b>Neurofibroma</b>	Isointenso/↓	↑ / Target sign	↑ ADC/PIDC	Realce central/homogéneo	bajo nivel/Homogéneo
<b>Schwannoma</b>	Isointenso/↑	↑ /fascicular sign			

### Tumores malignos de nervio periférico (MPNST)



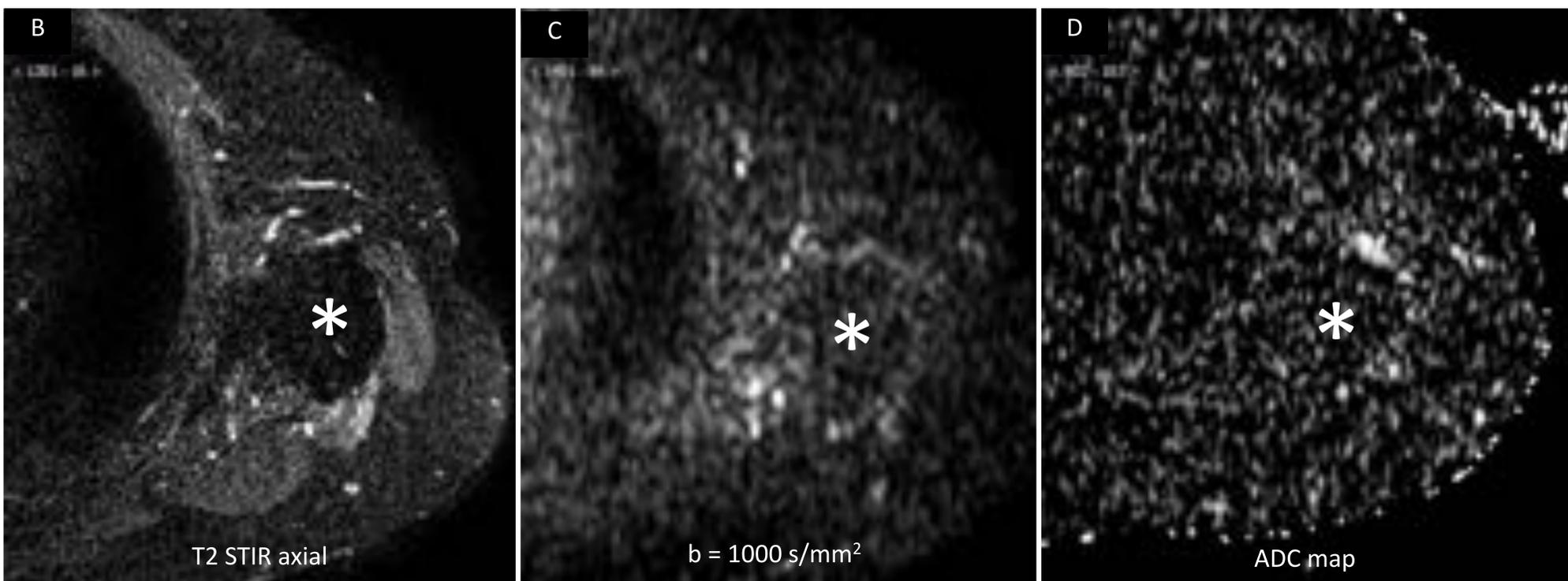
T1	T2	DWI	DCE - MR	$^{18}\text{F}$ FDG-PET/CT
Heterogéneo	Heterogéneo	↓ ADC/PIDC	Intenso / heterogéneo	Captación intensa y heterogénea

Mujer de 42 años con neurofibromatosis y un MPNST. (A) T2 STIR mostrando una masa mediastínica posterior, localmente infiltrante y heterogénea invadiendo la articulación costovertebral izquierda, la apófisis transversa y la pleura. (B) T1 SPIR post-contraste confirmando el comportamiento agresivo de la lesión así como un realce intenso de la misma. (C)  $^{18}\text{F}$ FDG-PET/TC revelando una captación intensa del radiofármaco.

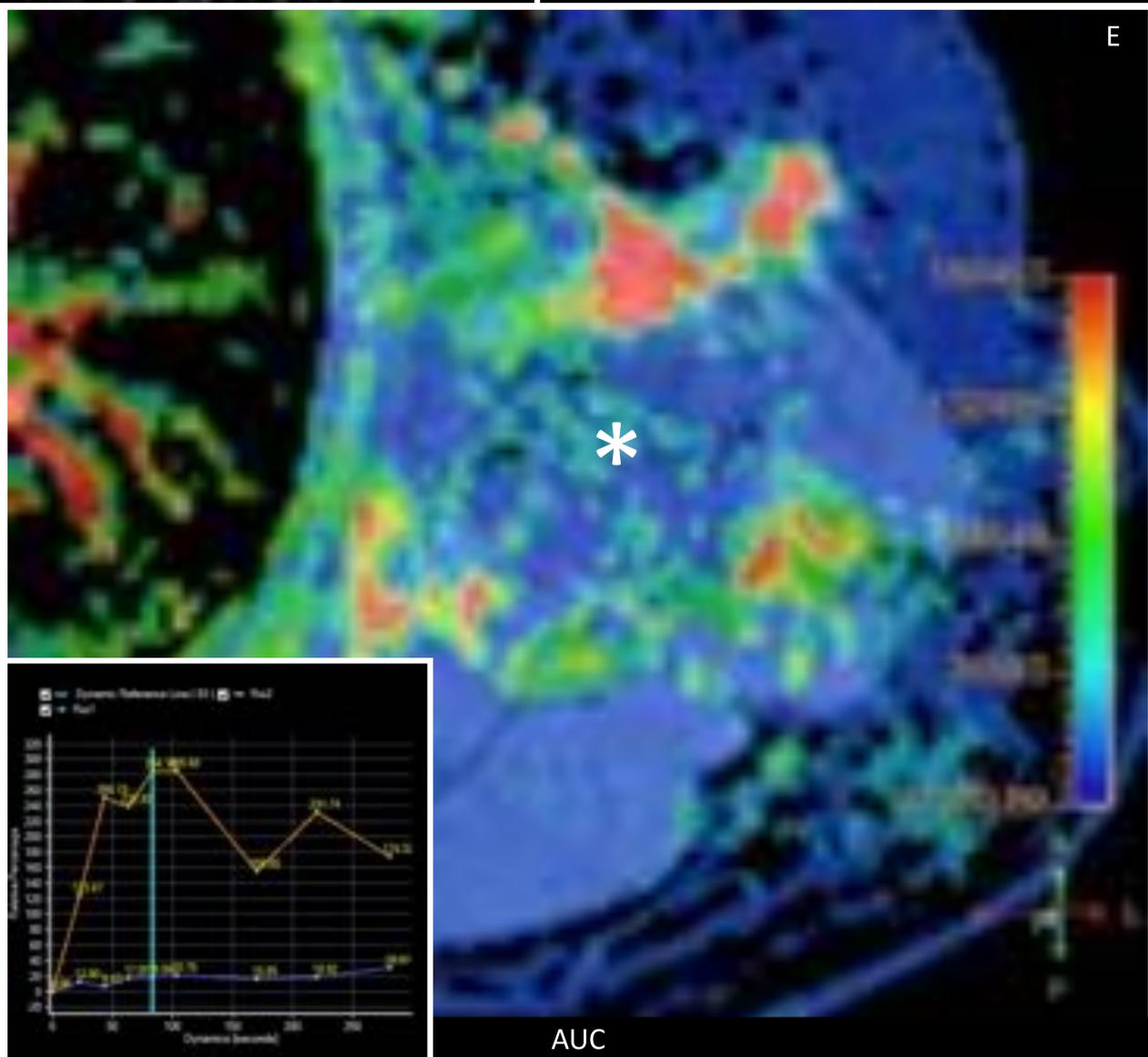
## 7 TUMORES CUTANEOS

### Tumor Desmoide/Fibromatosis

- Localmente agresivo: Patrón infiltrativo (jóvenes) / patrón nodular (adultos).
- Fibrosis madura no restrictiva en difusión → T2 “Black – out”\*.
- Porciones celulares con no restrictivas en difusión.
- DCEC - MR: curva TIC con patrón benigno.



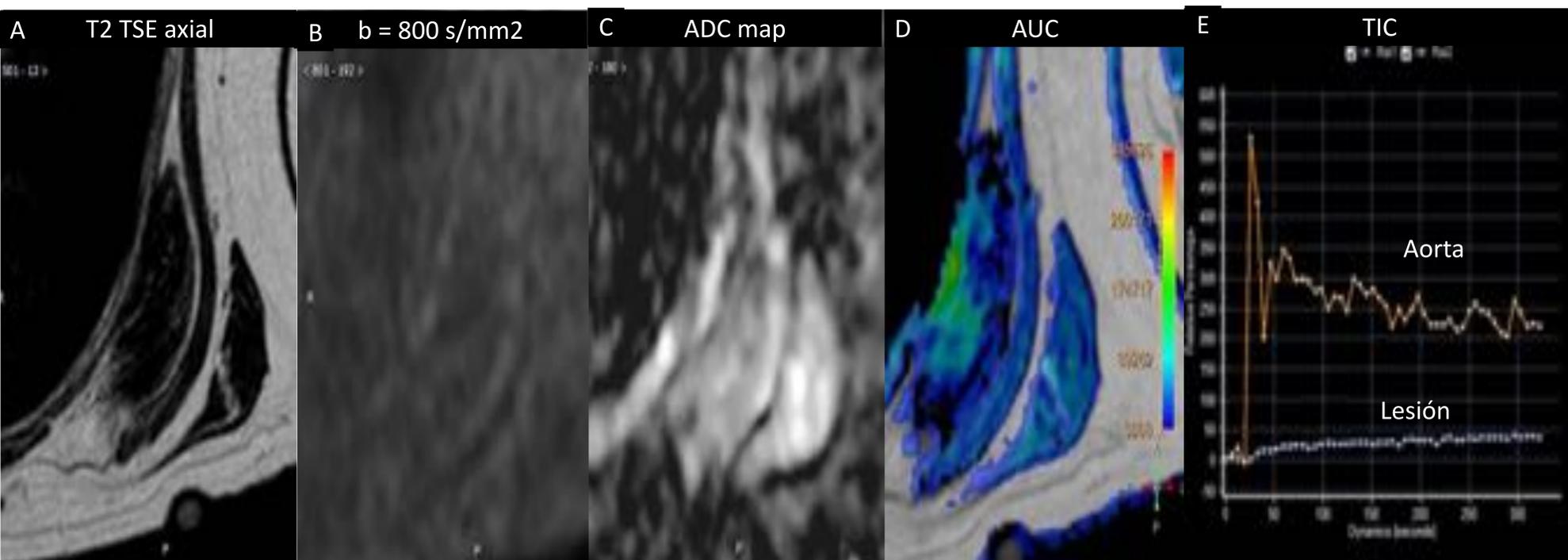
**Varón de 27 años con tumor desmoide (asterisco blanco).**  
 (A y B) Lesión ovoide hipointensa en T2 y localmente “infiltrante” en la region scapular izquierda, afectando al músculo dorsal ancho. Tenue hiperintensidad de señal T2 periférica en relación con edema perilesional.  
 (C y D) Comportamiento hipointenos en valor b alto y mapa de ADC indicando presencia de fibrosis Madura (efecto T2 “black out”).  
 (C and D) DCE MRI muestra un realce ligero de la lesion con una curva TIC en relación con origen benigno.



T1	T2	DWI	DCE - MR	<sup>18</sup> FDG-PET/CT
↓/heterogéneo	↓/heterogéneo	ADC/PIDC*	Patrón benigno	No captación

## 7 TUMORES CUTANEOS

*Elastofibroma dorsi*



**T1**

**T2**

**DWI**

**DCE - MR**

**<sup>18</sup>FDG-PET/CT**

↓

↓

↑ ADC/PIDC

Benign TIC

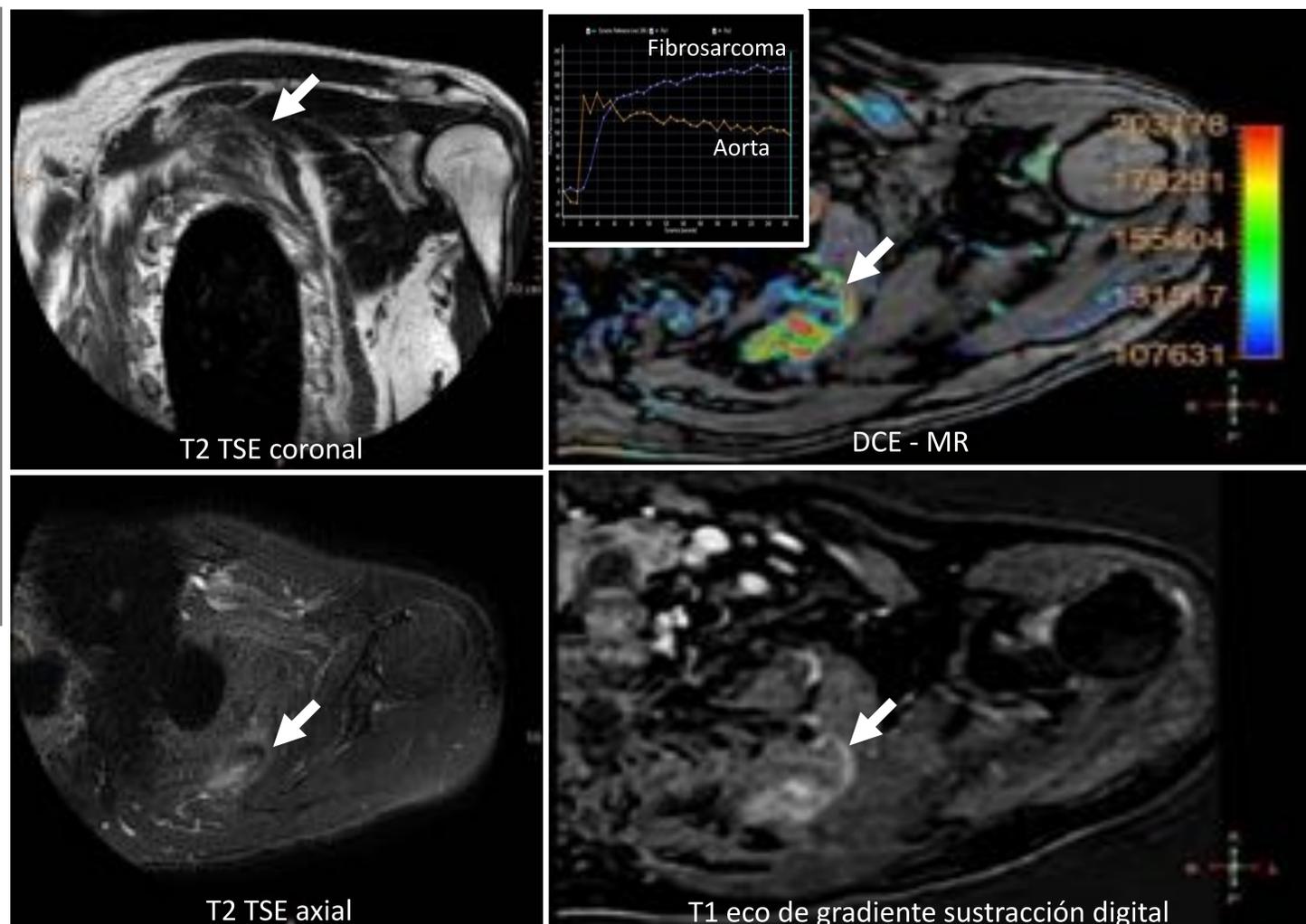
No uptake

(A) Varón de 79 años con lesión hipointensa profunda al dorsal ancho, en relación con elastofibroma dorsi. (B y C) DWI mostrando ausencia de restricción e hiperintensidad en el mapa de ADC. (D y E) DCE – MRI con realce de baja intensidad y ligeramente heterogéneo de la lesión indicando un origen benigno (curva TIC tipo II).

*Fibrosarcoma (FBS)*

- Neoplasia fibroblástica/miofibroblástica
- Necrosis, hemorragia, contenido mixoide o quístico
- Calcificación rara
- Extremidades > tronco.
- Pseudocápsula: hipointensa en T2

Paciente varón de 68 años con lesión bien definida, heterogénea en T2, en región escapular. Pseudocápsula en T2. Curva de captación TIC maligna. Es compatible con un fibrosarcoma.



**T1**

**T2**

**DWI**

**DCE - MR**

**<sup>18</sup>FDG-PET/CT**

↓/↑/heterogeneo

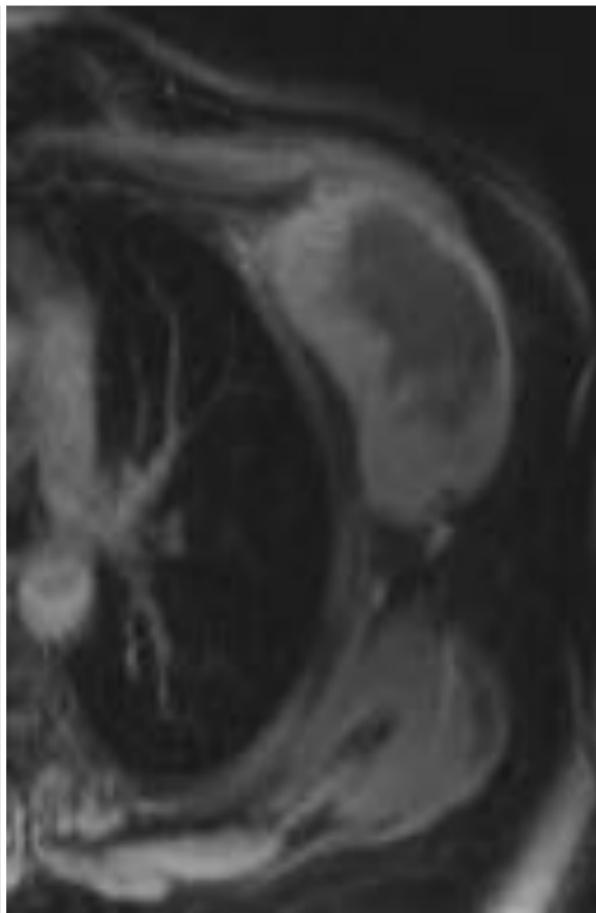
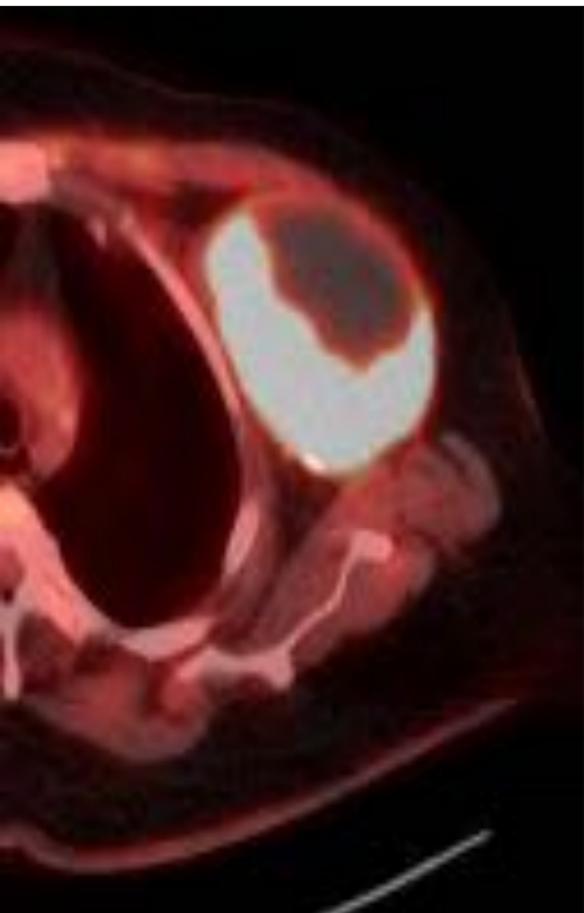
↓/↑ ADC/PIDC

TIC perfil maligno

Captación

## 7 TUMORES CUTANEOS

### Sarcoma Pleomórfico Indiferenciado



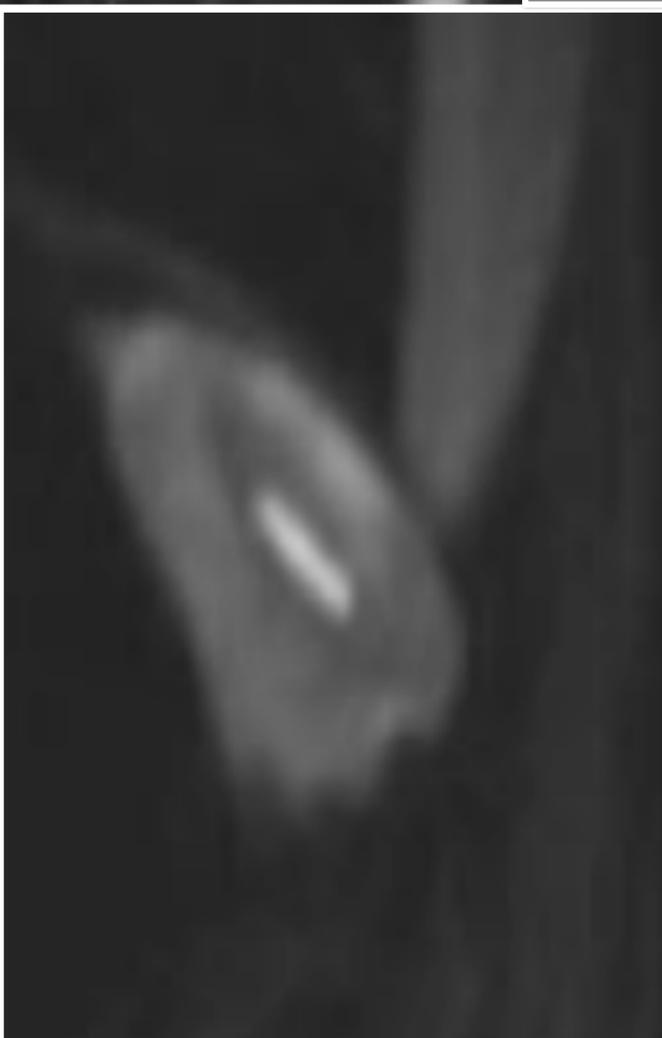
- Tumor de partes blandas más común en adultos
- Bimodal: 2ª-3ª década y 5ª-6ª década.
- Mujer > hombre
- Profundo a fascia o músculo estriado
- DWI (restricción; ↓ADC) y DCE-MR (curva TIC tipo IV) permiten diferenciar origen maligno.

**Mujer de 58 años con carcinoma de mama tratado con radioterapia. Masa torácica de nueva aparición. Sarcoma pleomórfico indiferenciado.**

(A) <sup>18</sup>FDG – PET/CT mostrando una masa compleja de pared torácica, profunda al músculo pectoral y con un componente quístico central. Presenta una importante captación de radiotrazador.

(B) T1 eco de gradiente post-contraste con realce significativo de la lesión.

(C and D) DWI muestra una excelente conspicuidad en la diferenciación del componente quístico y sólido de la lesión sin la necesidad de contraste intravenoso. Comportamiento restrictivo de la perifería de la lesión en relación con el componente hiper celular tumoral de la misma. Es compatible con una lesión solidoquística compleja de origen maligno.

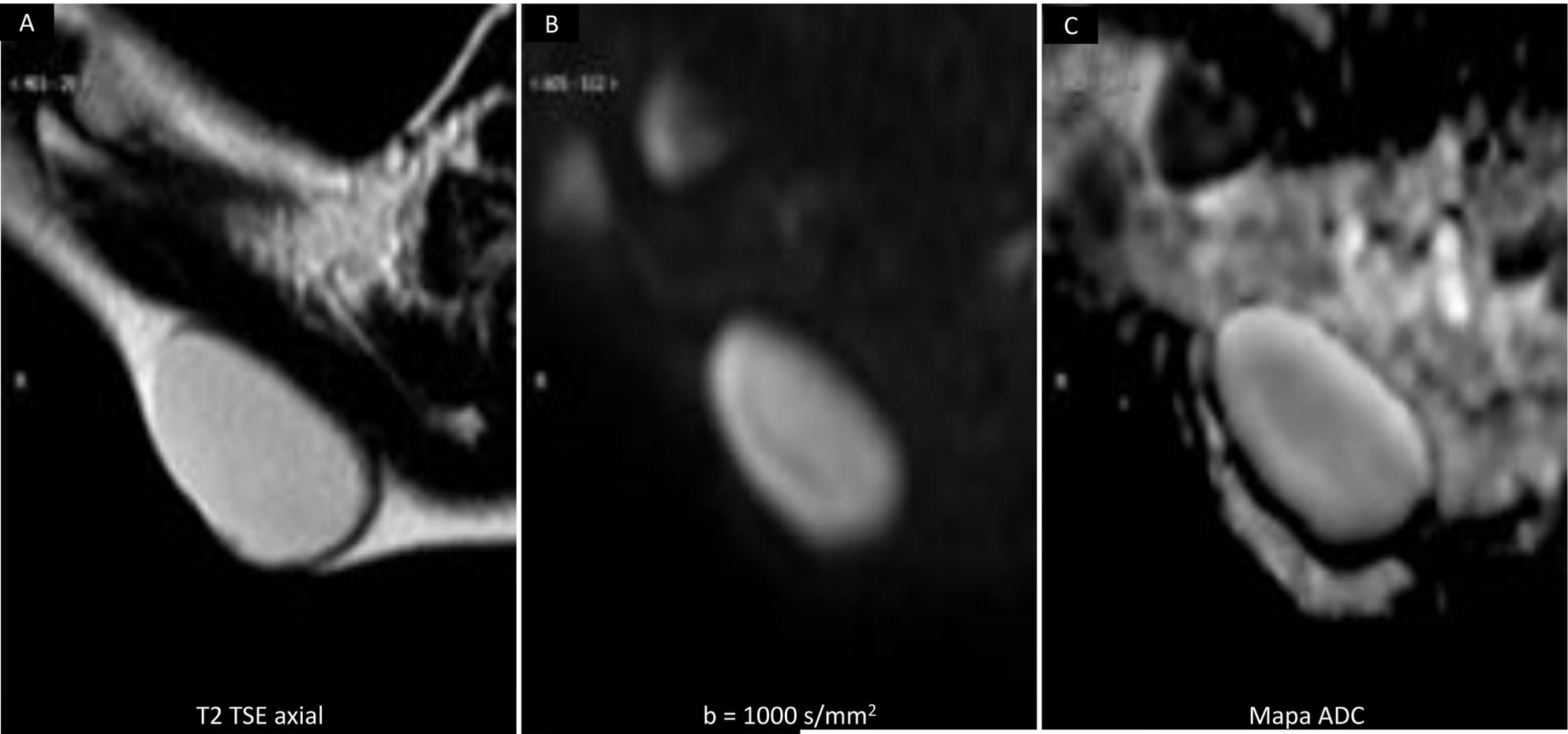


T1	T2	DWI	DCE - MR	<sup>18</sup> FDG-PET/CT
Isointenso/↓*	Isointenso/↑/↓*	↓ADC/PIDC	Tipo IV	↑ captación

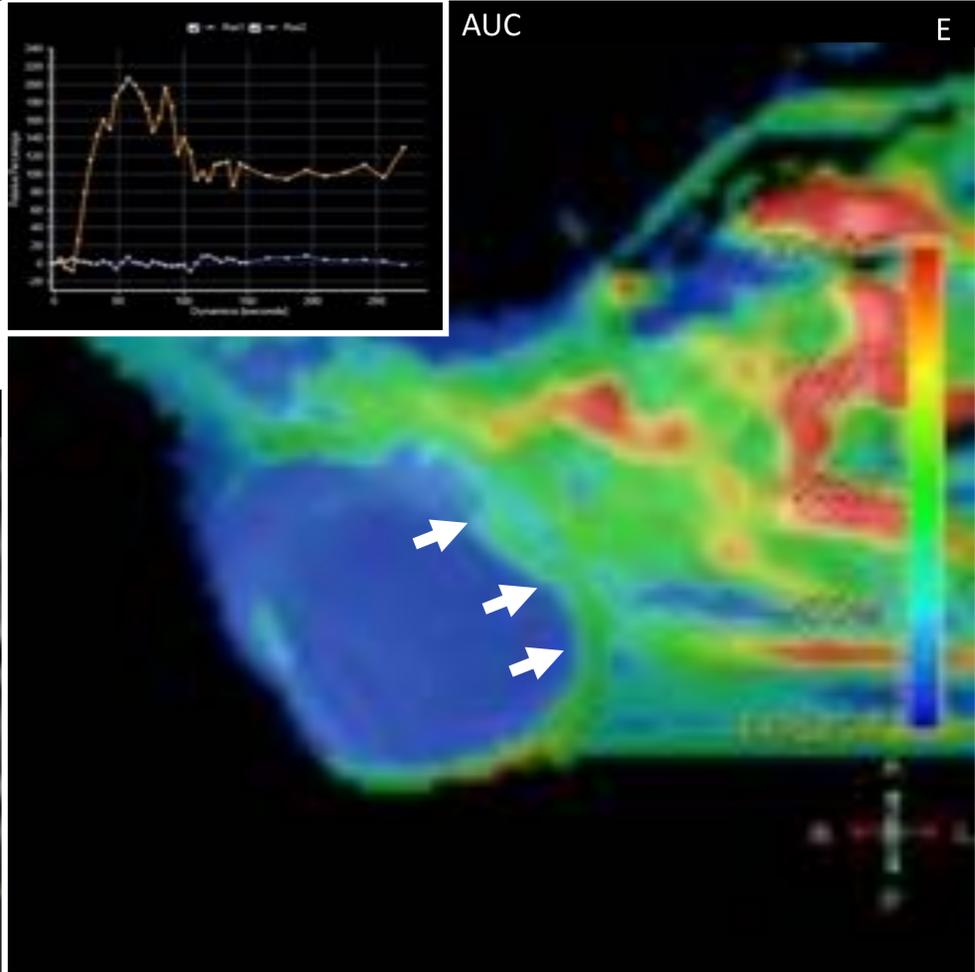
\*Componente fibrosos (↓T1 y T2). Tejido mixoide (↓T1 y ↑ T2); Componente hemorrágico (variable).

## 7 TUMORES CUTANEOS

### Quiste de Inclusión Epidérmico

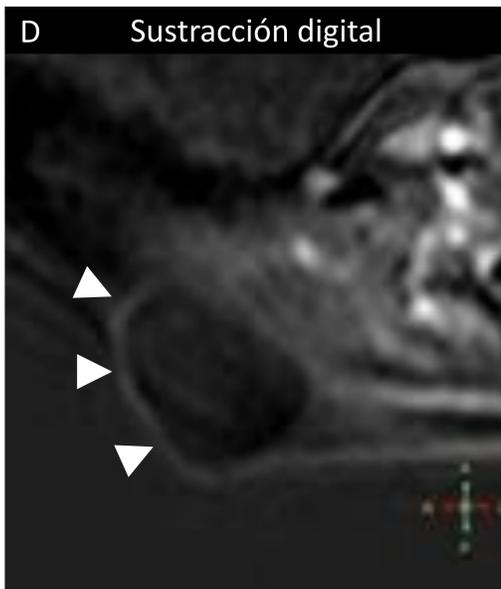


**Niño de 6 años con quiste de inclusion epidérmico.**  
 (A) T2 TSE axial revelando una lesion hiperintensa, bien definida, sugestiva de origen quístico.  
 (B and C) DWI confirmando la naturaleza benigna dela lesion quística (Alta intensidad en mapa de ADC). La alta intensidad de señal en el gradiente b alto de DWI es debida a un efecto T2 "shine through".  
 (C – E). T1 eco de gradient sustracción digital y AUC mostrando un realce tenue periférico, en anillo (flechas blancas), con una curva TIC sugestiva de origen benigno.



- Localización: cabeza, cara, cuello, tronco
- DWI permite distinguir componentes quísticos /sólidos

ADC umbral:  $2,5 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ; sensibilidad y especificidad: 80% y 100%

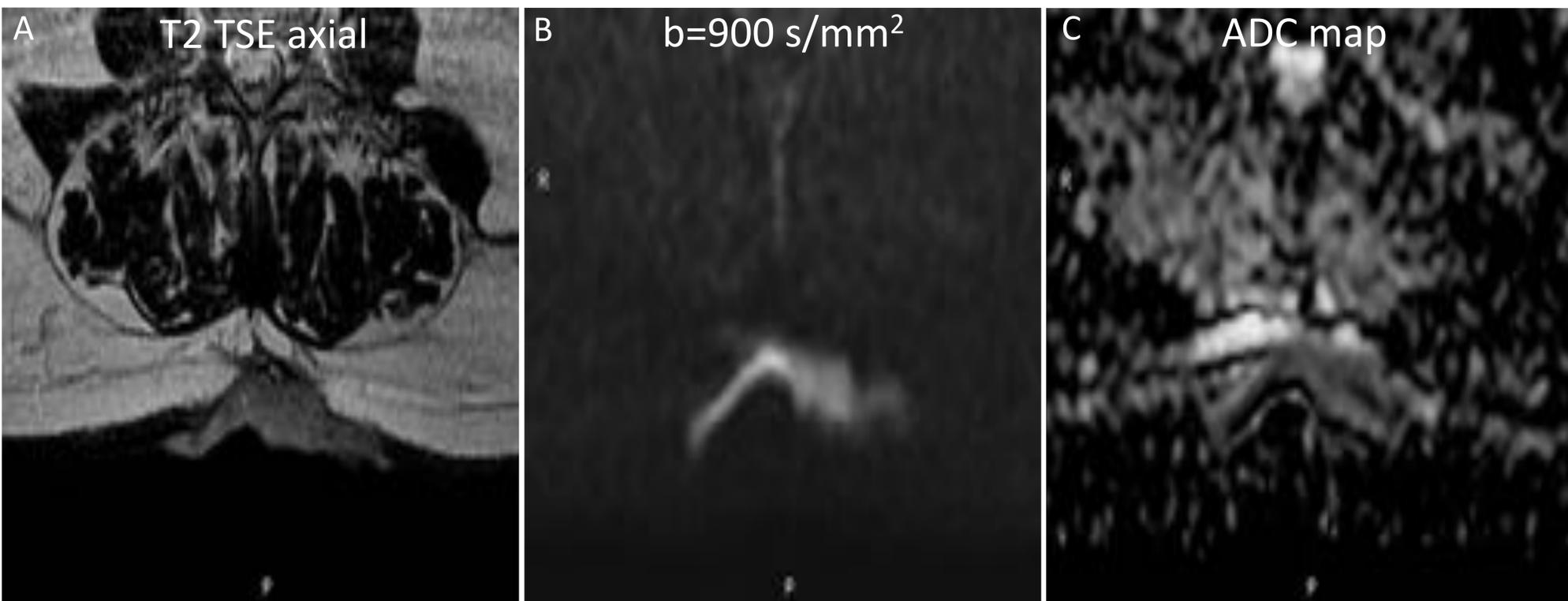


T1	T2	DWI	DCE - MR	<sup>18</sup> FDG-PET/CT
↑*	Variable**	↑ADC/PIDC	Benign pattern***	No uptake

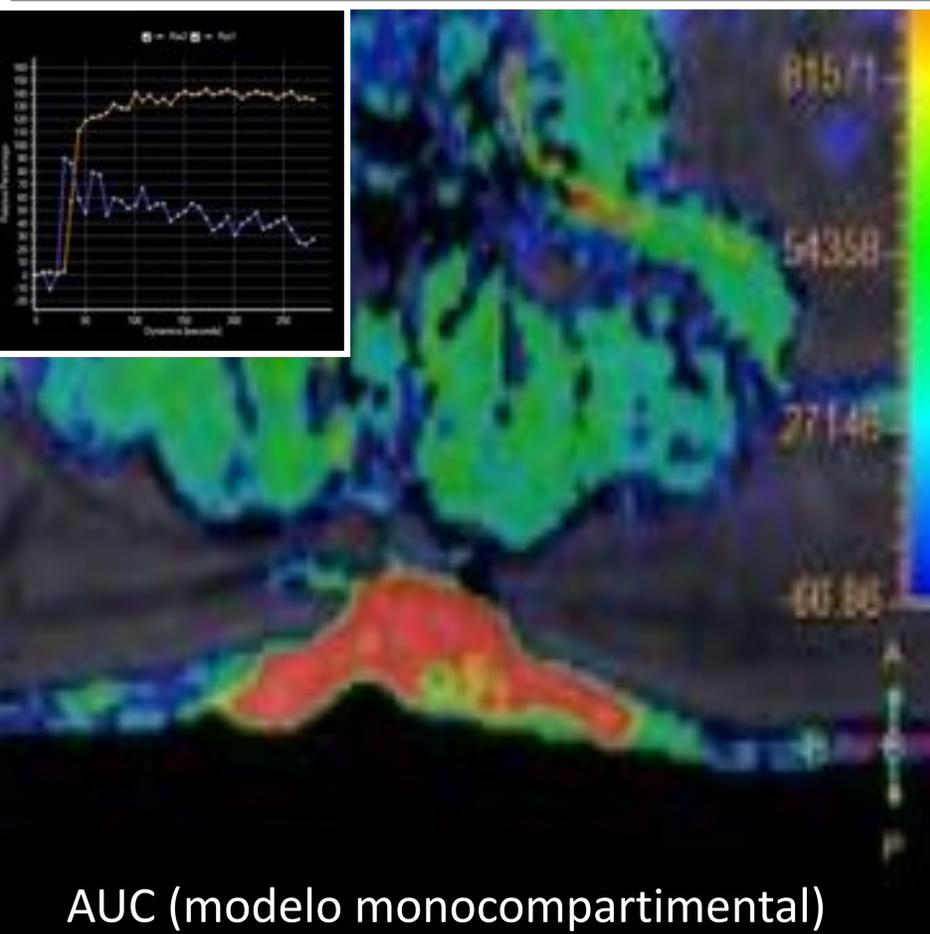
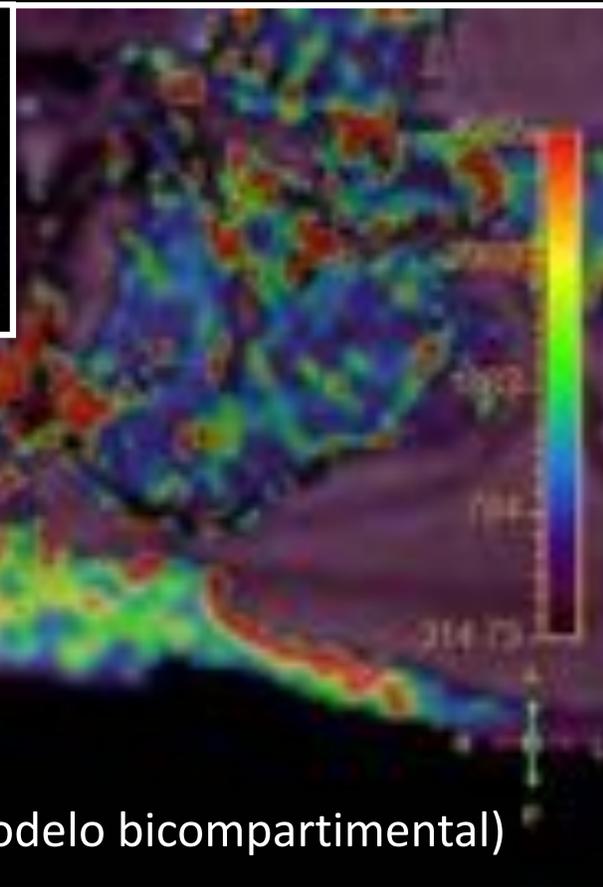
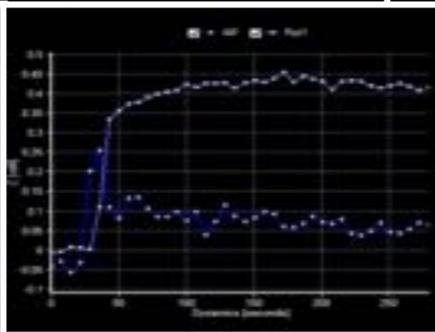
\*Alta intensidad de señal debida a contenido hiperprotéico o calcio intraquístico.  
 \*\*Intensidad de señal variable debido a composición heterogénea. Comunmente baja intensidad de señal variable en el seno de una alta intensidad de señal en secuencias potenciadas en T2.  
 \*\*\*Ocasionalmente realce periférico liso de baja intensidad.

## 5 TUMORES CUTANEOS

### *Dermatofibrosarcoma Protuberans*



- Poco común. Adolescentes.
- Invasión local y recurrencia.
- **Variante fibrosarcomatosa:** curso agresivo
- **Variante clásica:** curso indolente



*Varón de 76 años con masa cutánea hiperintensa en T2, restrictiva en DWI (ADC:  $1,09 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ) y con curva de captación maligna en DCE-MR mono y bicompartimental (curva TIC tipo IV). Es compatible con una lesión maligna localmente agresiva, DFSP.*

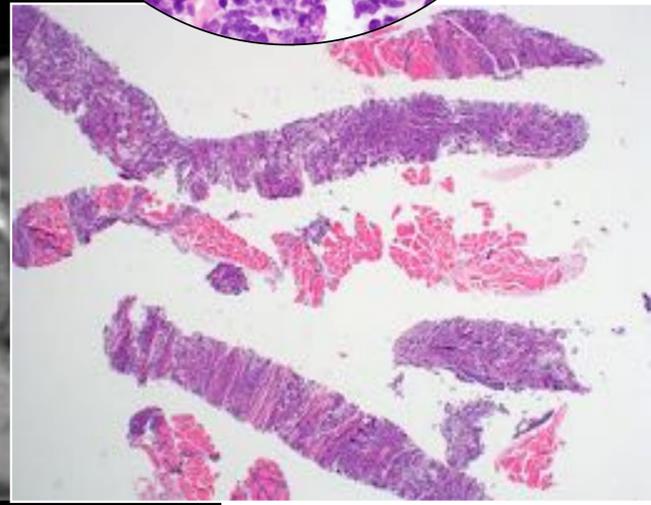
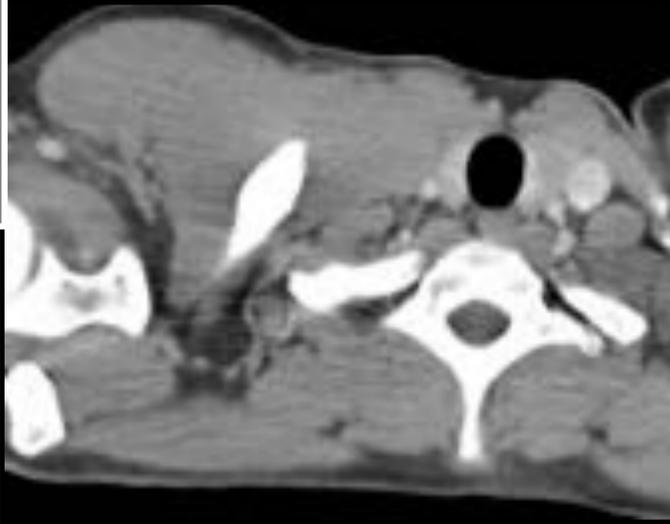
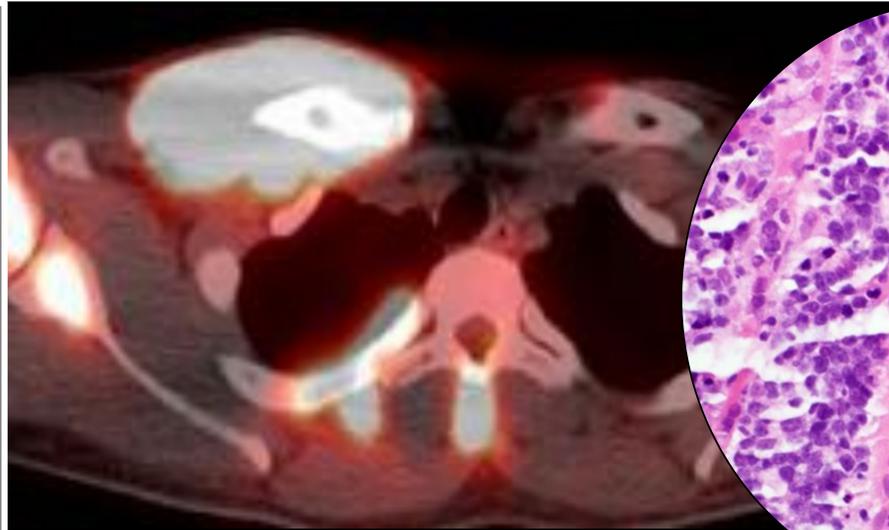
T1	T2	DWI	DCE - MR	<sup>18</sup> FDG-PET/CT
↓*	↑*	↓ADC/PIDC	Patrón maligno	↑ captación*

\*Heterogeneidad debida a necrosis, hemorragia y cambios mixoides.

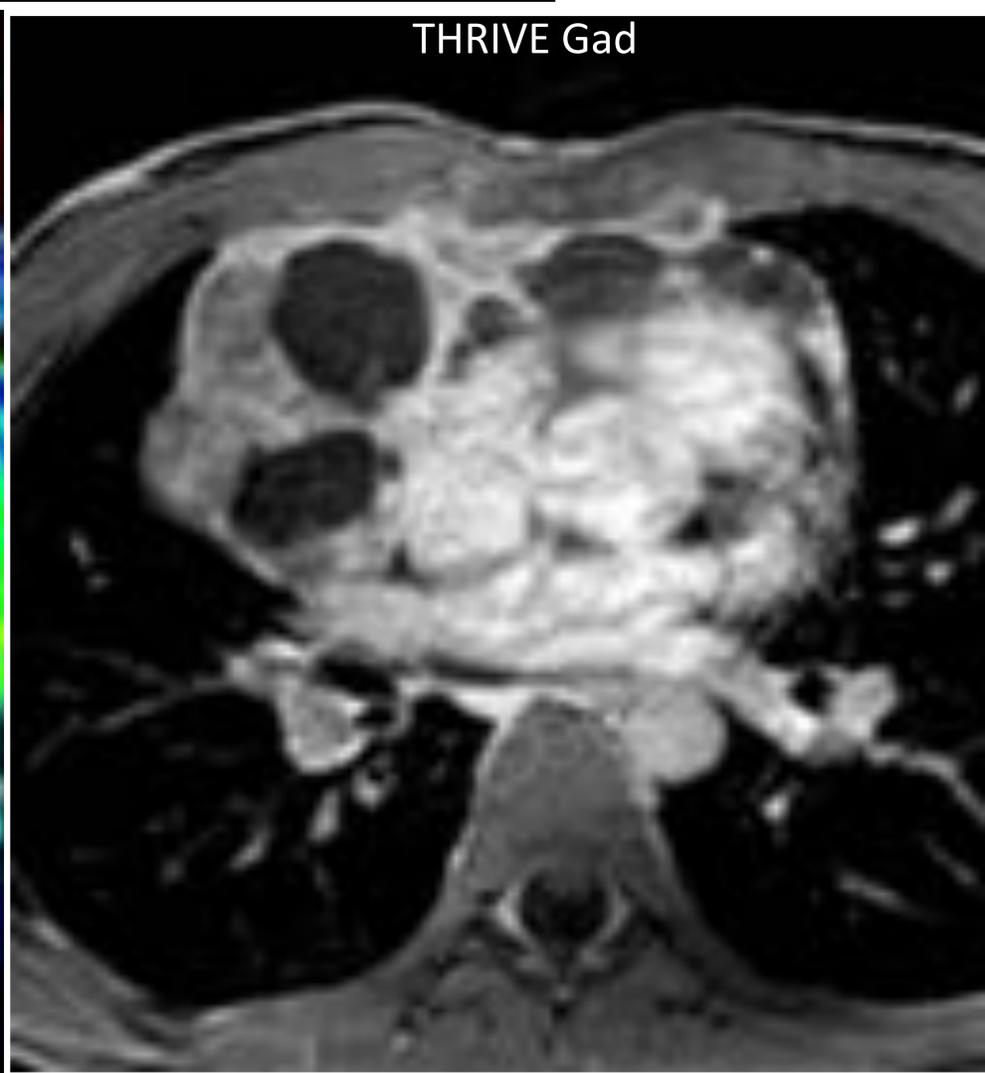
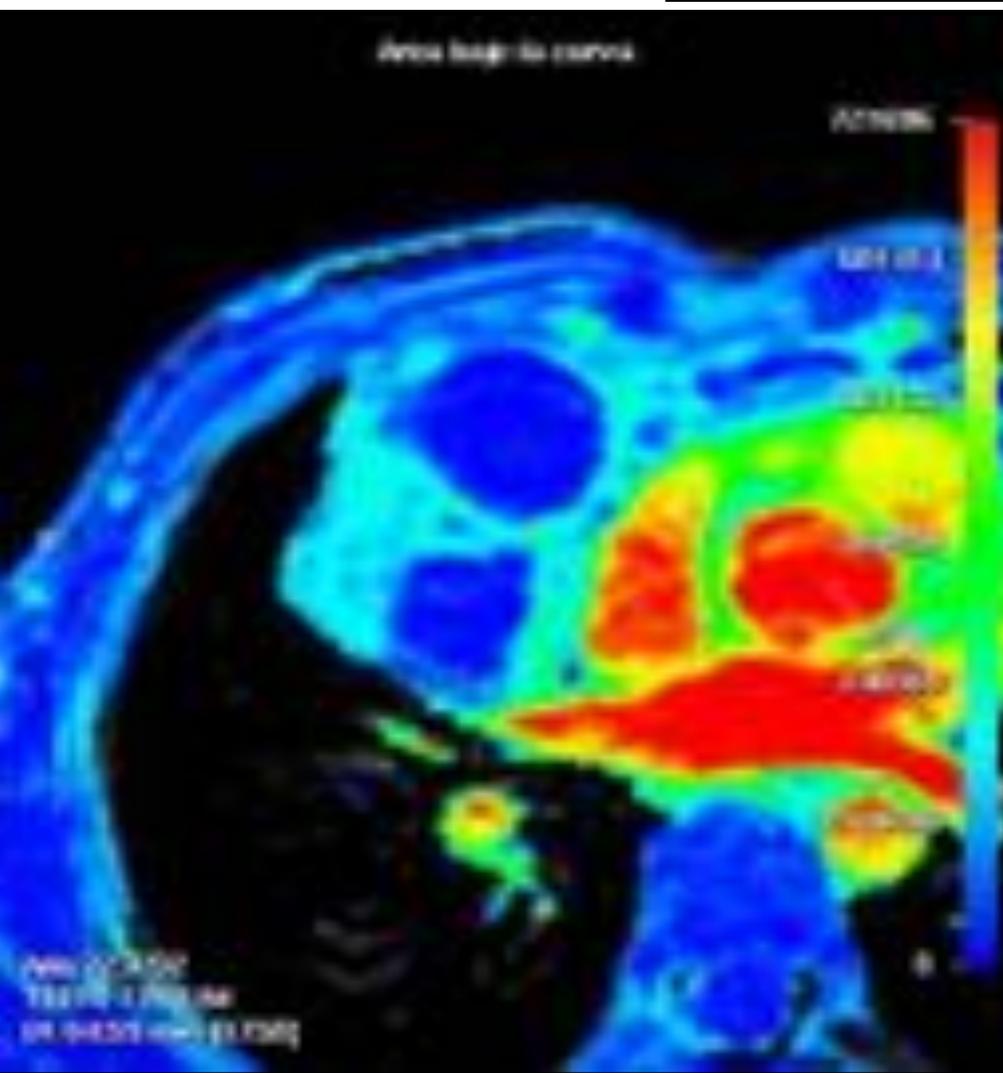
## 8 OTRAS ENTIDADES TUMORALES

Linfoma

- Poco frecuente.
- Edad adulta.
- Asociación con SIDA, implantes metálicos e inmunosupresión.
- Invasión directa:
  - Cruce barreras anatómicas
  - Mediastino anterior → paraesternal
  - Mediastino posterior → columna



Varón de 29 años con dolor de espalda. Foco hipermetabólico en PET/TAC en el opérculo cervicotorácico anterior, escápulas, 3ª costilla y apófisis espinosa. Es compatible con linfoma Burkitt.



Varón de 17 años de edad con masa mediastínica anterior con invasión de la pared torácica anterior a nivel parasternal, solidoquística, compleja, compatible con linfoma. DCE-MR mostrando un realce ávido de contraste de la lesión con Buena delimitación de las áreas quístico-necróticas, sugestiva de origen maligno.

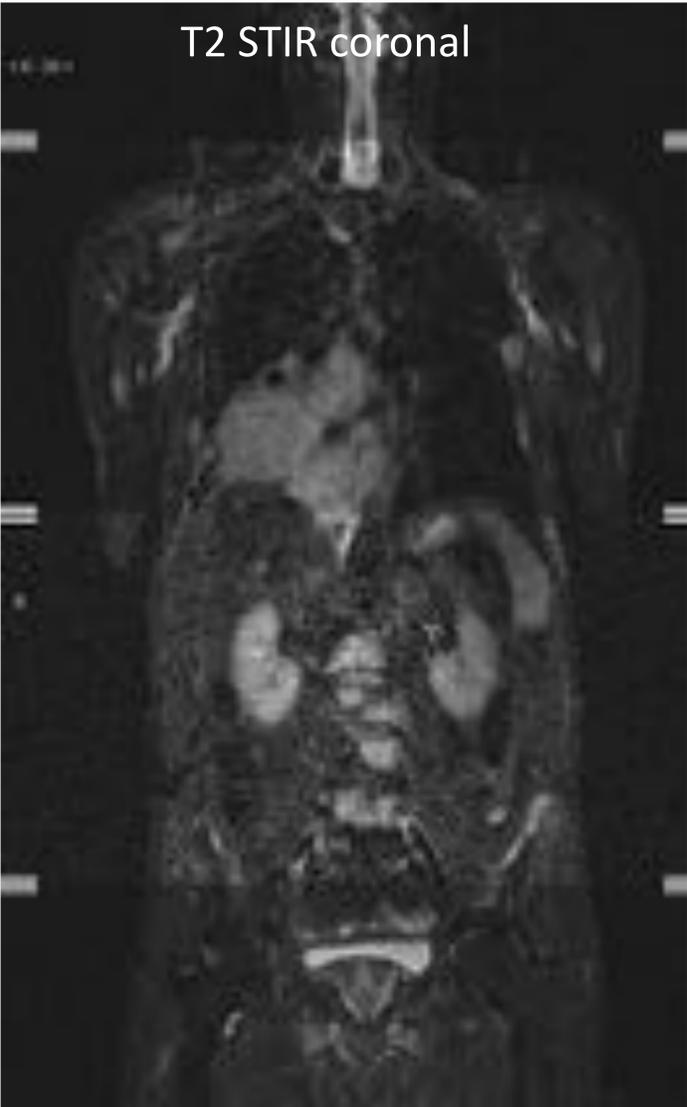
T1	T2	DWI	DCE - MR	<sup>18</sup> FDG-PET/CT
↑	↑	↓ADC/PIDC*	Patrón maligno	↑ captación

\*Valores más bajos de ADC debido a: hiper celularidad; hiper cromatismo nuclear, increment de proteínas macromoleculares.

## 8 OTRAS ENTIDADES TUMORALES

### *Metástasis Pared Torácica*

T2 STIR coronal



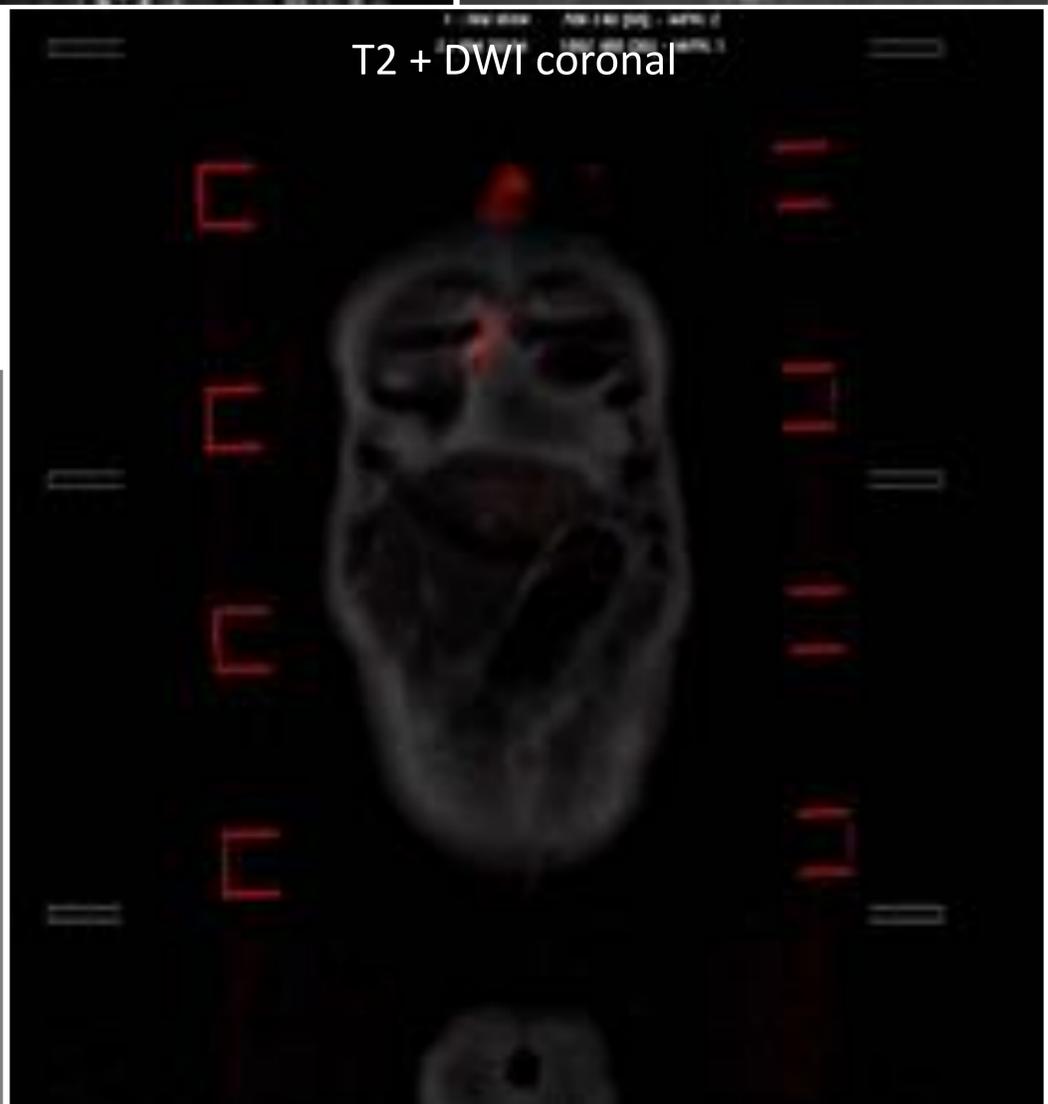
T2 coronal



DWI coronal



T2 + DWI coronal



### **Tumores agresivos o enfermedad extendida:**

- Imagen relacionada con la tumoración primaria.
- Mal pronóstico → tasas de supervivencia total bajas.
- Extensión directa, hematógica o linfática

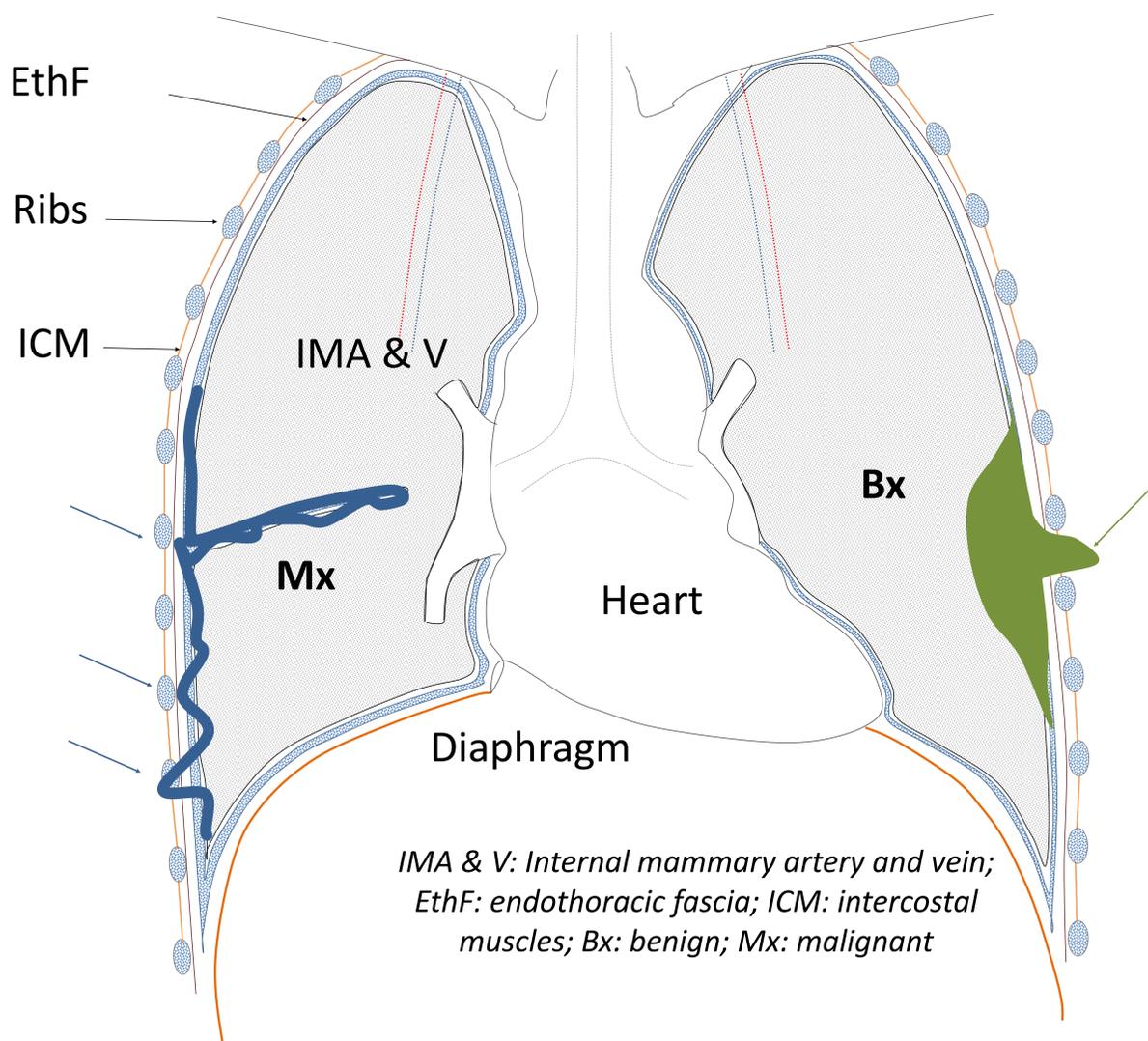
### **DWI:**

- RM cuerpo completo + DWI superior a <sup>18</sup>FDG-PET/TC y gammagrafía.
- Diferenciación fracturas vertebrales malignas vs. Poróticas.

*Paciente con carcinoma de pulmón en lóbulo inferior derecho localmente infiltrante y enfermedad extendida (múltiples metástasis).*

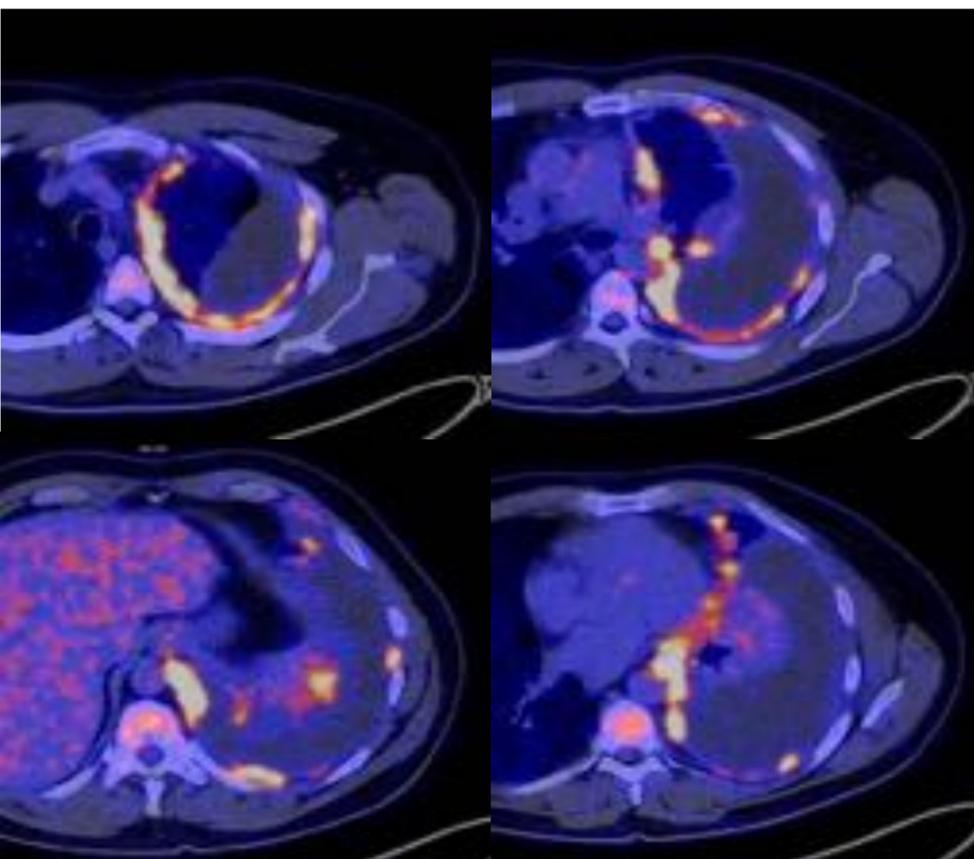
## 8 OTRAS ENTIDADES TUMORALES

### Metástasis Pared Torácica

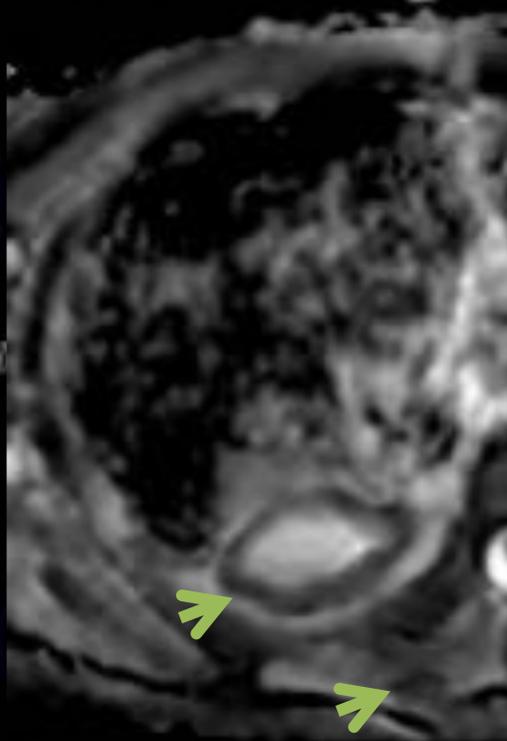


### Infiltración de estructuras adyacentes es sugestiva de malignidad.

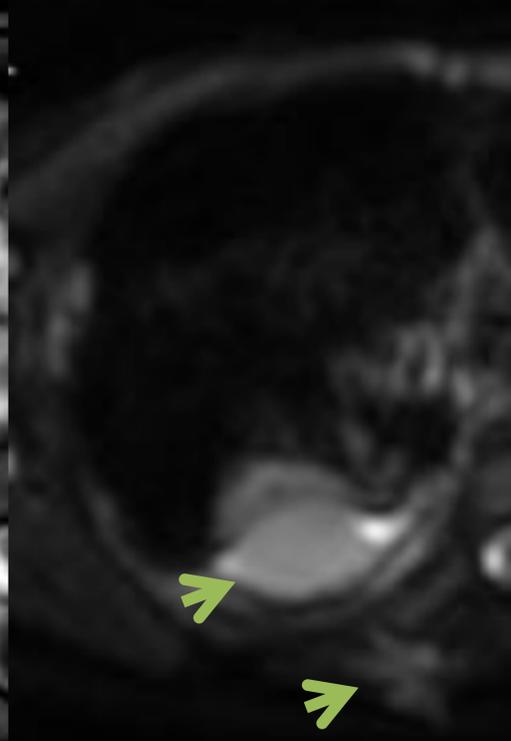
- Algunas infecciones pueden invadir la pared torácica (empyema necessitatis).
- La invasión benigna es focal en lugar de multifocal (maligna).
- *Empiema necessitatis*: tuberculosis, nocardiosis, actinomicosis, etc.



Múltiples focos hipermetabólicos pleurales costales izquierdos y diafragmáticos compatibles con mesotelioma pleural maligno (MPM)



b = 1000 s/mm<sup>2</sup>

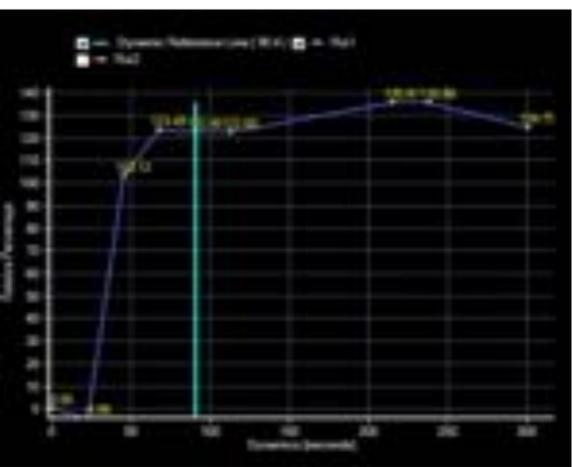


ADC map

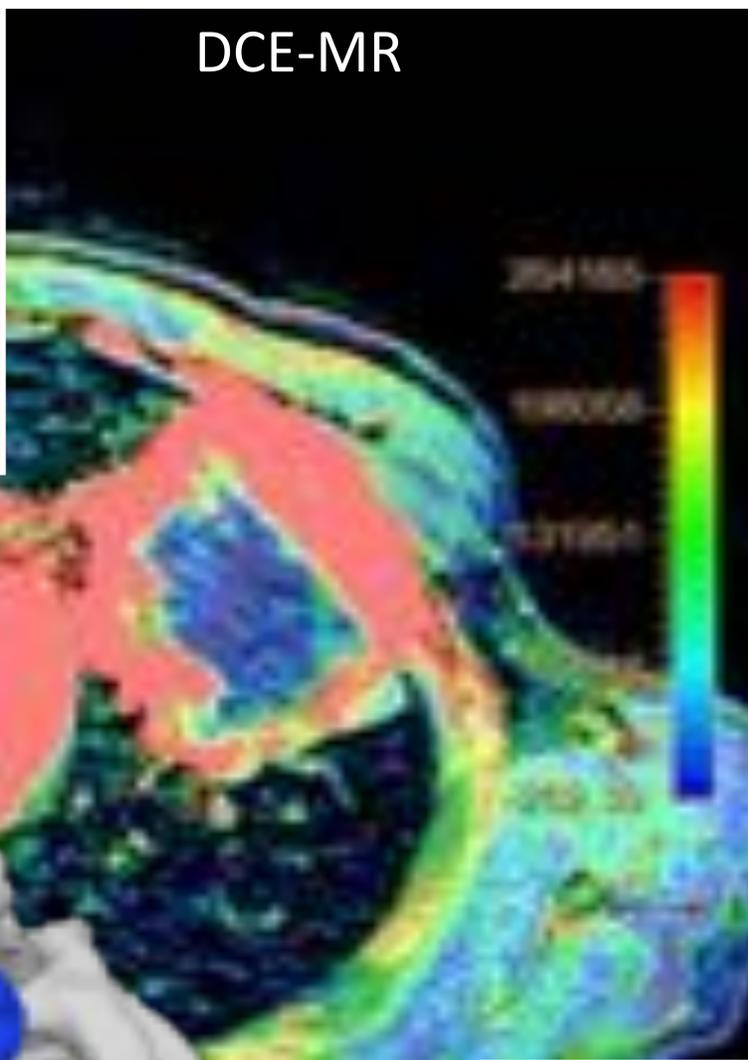
Derrame pleural complicado, loculado con extensión a través de la pared torácica y profundo al dorsal ancho, sugestivo de *empyema necessitatis* (flecha verde)

## 8 OTRAS ENTIDADES TUMORALES

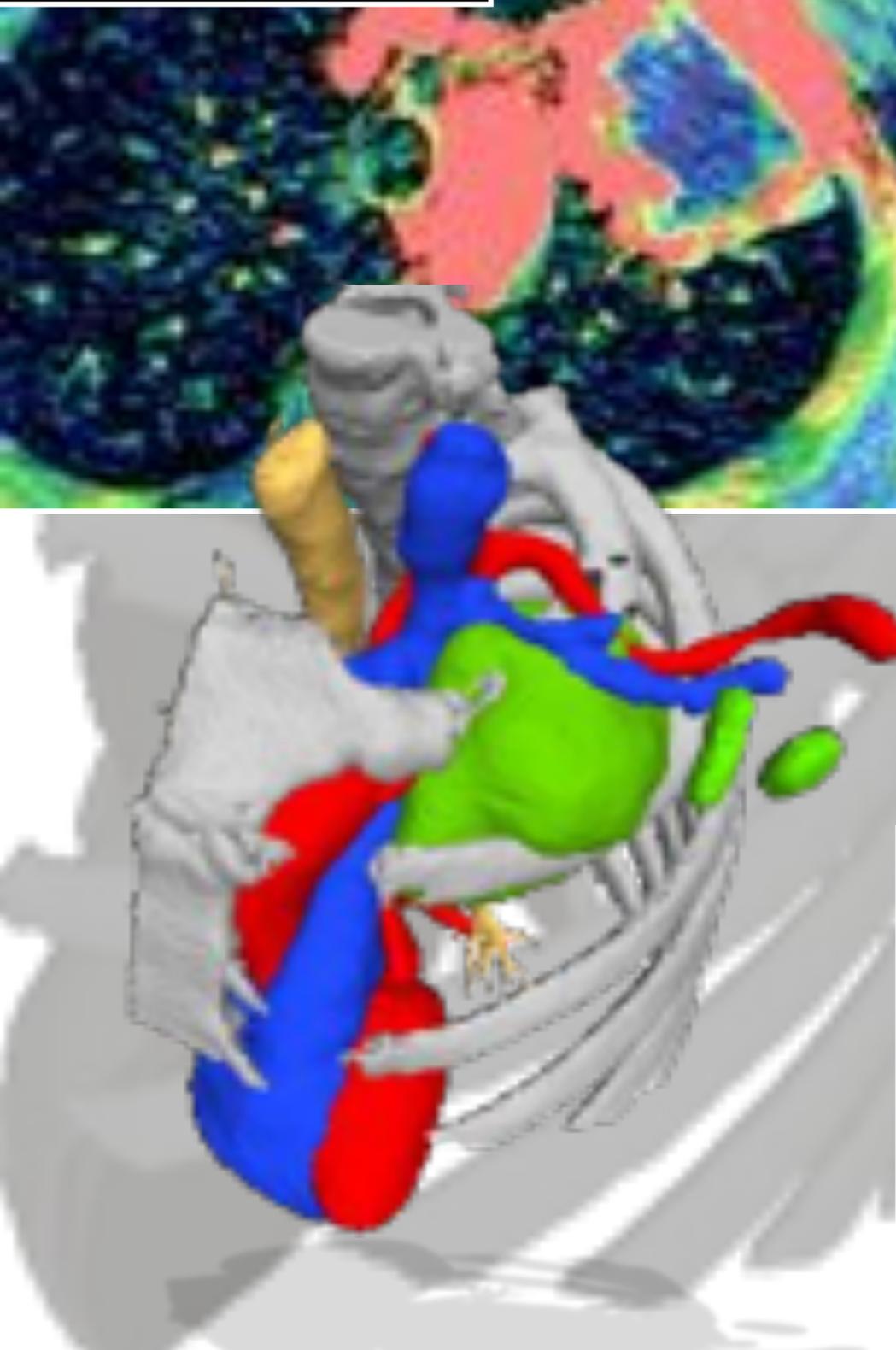
### *Metástasis Pared Torácica*



DCE-MR



Cine SSFP



La combinación de DCE-MR y cine SSFP es superior a la <sup>18</sup>FDG-PET/TC en la valoración de invasión de pared torácica

- Estáticas con respiración: invaden pleura parietal o más.
- Dinámicas con respiración: no invaden



**Varón de 65 años con carcinoma de pulmón indiferenciado de célula pequeña.**

DCE MR muestra curva de captación maligna (tipo IV) y afectación de pared torácica.

Cine SSFP muestra comportamiento estático indicativo de invasión de pared torácica.

3D printing híbrido (TC y RM) detallando el grado de invasión torácica de la tumoración.

# 9 MONITORIZACIÓN TERAPÉUTICA

*DWI***Buena respuesta****Mala respuesta****T2 WI**No tumor  
↑ SI in médula óseaResidual / ↑ masa de partes blandas  
↑ extensión de la invasión de la médula ósea**DWI**

↑ ADC

↓ ADC

**DCE - MRI**

↓ pendiente/no realce

Persistente/ ↑ realce

**MRS**

↑ pico Cho

↓ pico Cho

**Mujer de 78 años con DFSP tratado quirúrgicamente remitida para seguimiento de su enfermedad.**

Recurrencia de la enfermedad en forma de una masa quística compleja con componente sólido periférico y ligero edema perilesional.

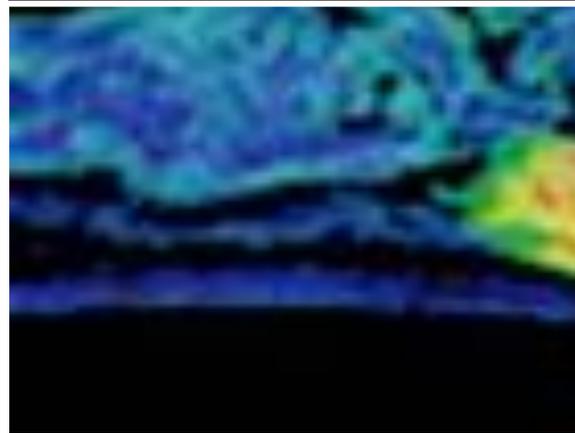
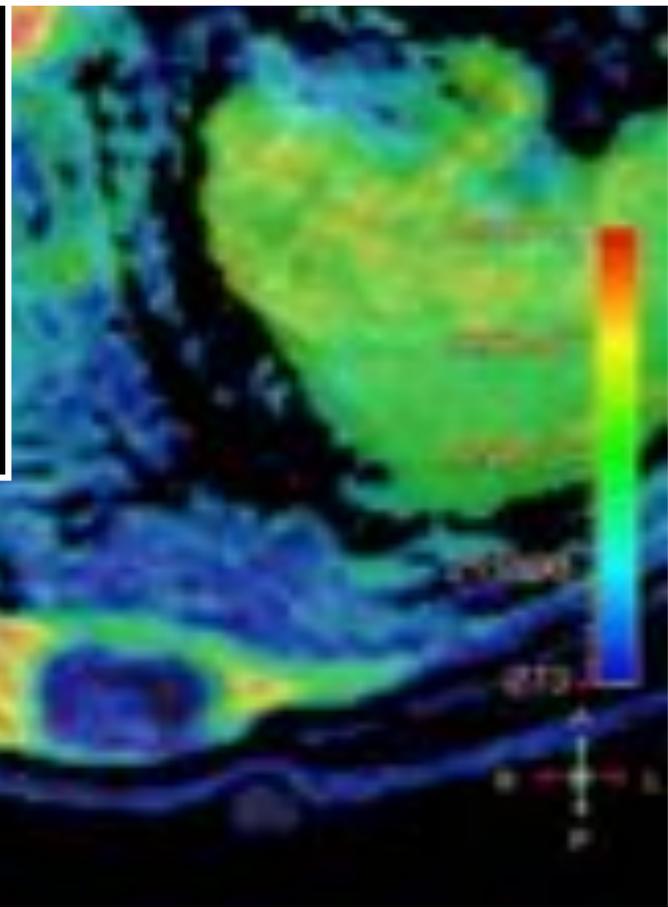
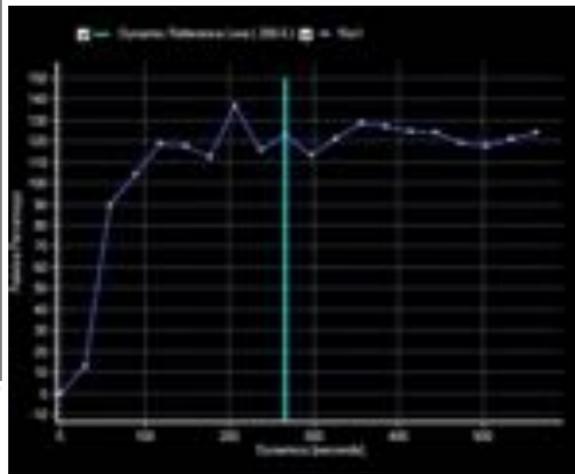
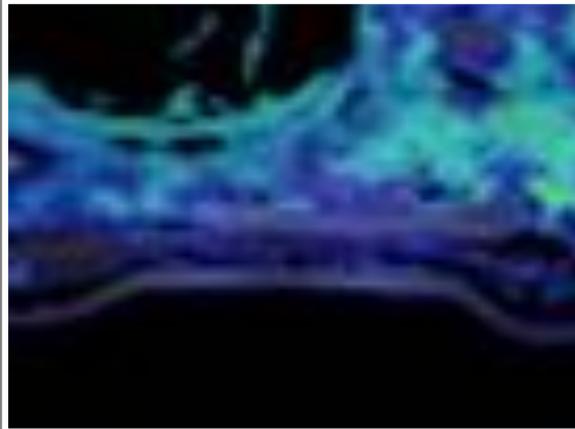
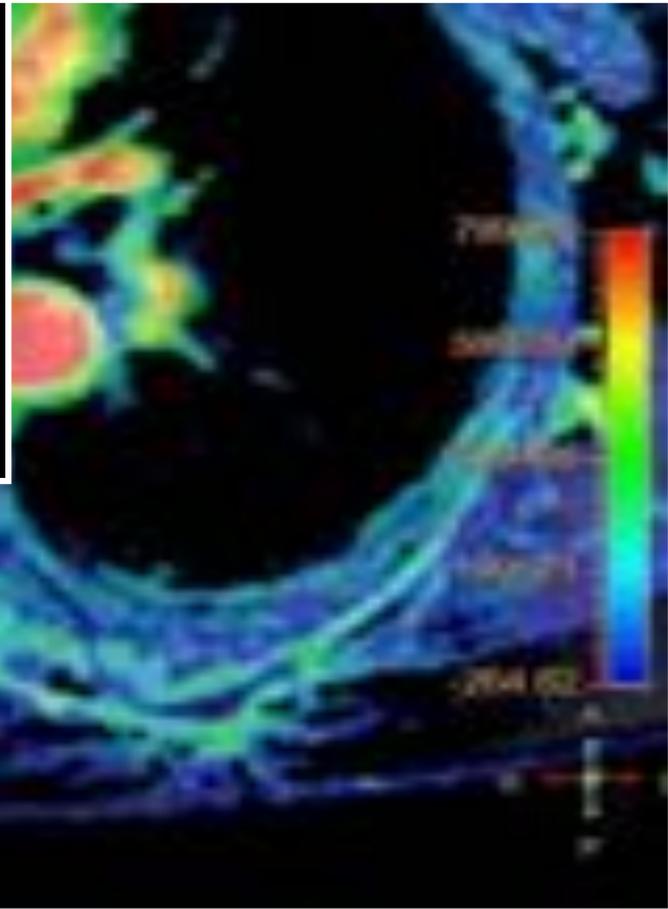
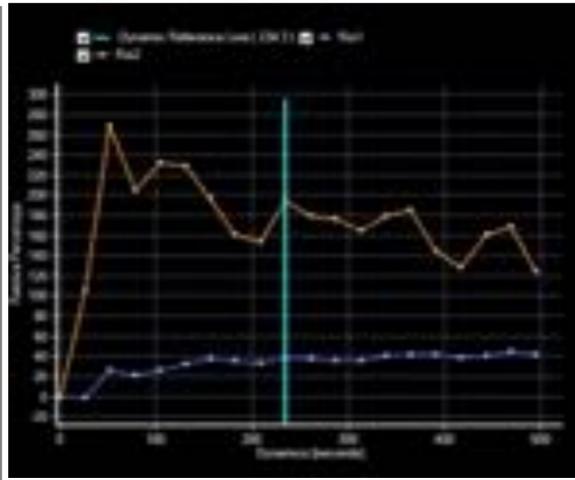
DWI demuestra un comportamiento restrictivo de la porción sólida de la lesión de nueva aparición con un  $ADC_{\text{medio}}$  de  $1,14 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ .

Previamente, el ADC en la zona operatoria era de  $1,8 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ . Esto es compatible con una recurrencia de su enfermedad.

## 9 MONITORIZACIÓN TERAPÉUTICA

DCE-MR

- Buena respuesta DCE-MR.
  - Descenso > 60% pendiente → > 90% necrosis tumoral
- Diferenciación tumor vs fibrosis → realce rápido o lento.
- Diferenciación cambios post-radioterapia:
  - Difícil si < 3-6 meses desde la RT
  - Recurrencia: realce pendiente pronunciada



**Análisis semicuantitativo de la DCE-MR en seguimiento de paciente de 78 años intervenido de DFSP.**

Incremento significativo del realce relativo máximo (122,9%; previamente 37,34%) con menor tiempo al pico y una morfología sugestiva de malignidad de nueva aparición, especialmente en la zona periférica de la lesion. Es compatible con una recidiva tumoral locorregional.

### Buena respuesta

### Mala respuesta

**T2**

No tumor  
 ↑ SI in médula ósea

Residual / ↑ masa de partes blandas  
 ↑ extension de la invasión de la médula ósea

**DWI**

↑ ADC

↓ ADC

**DCE - MRI**

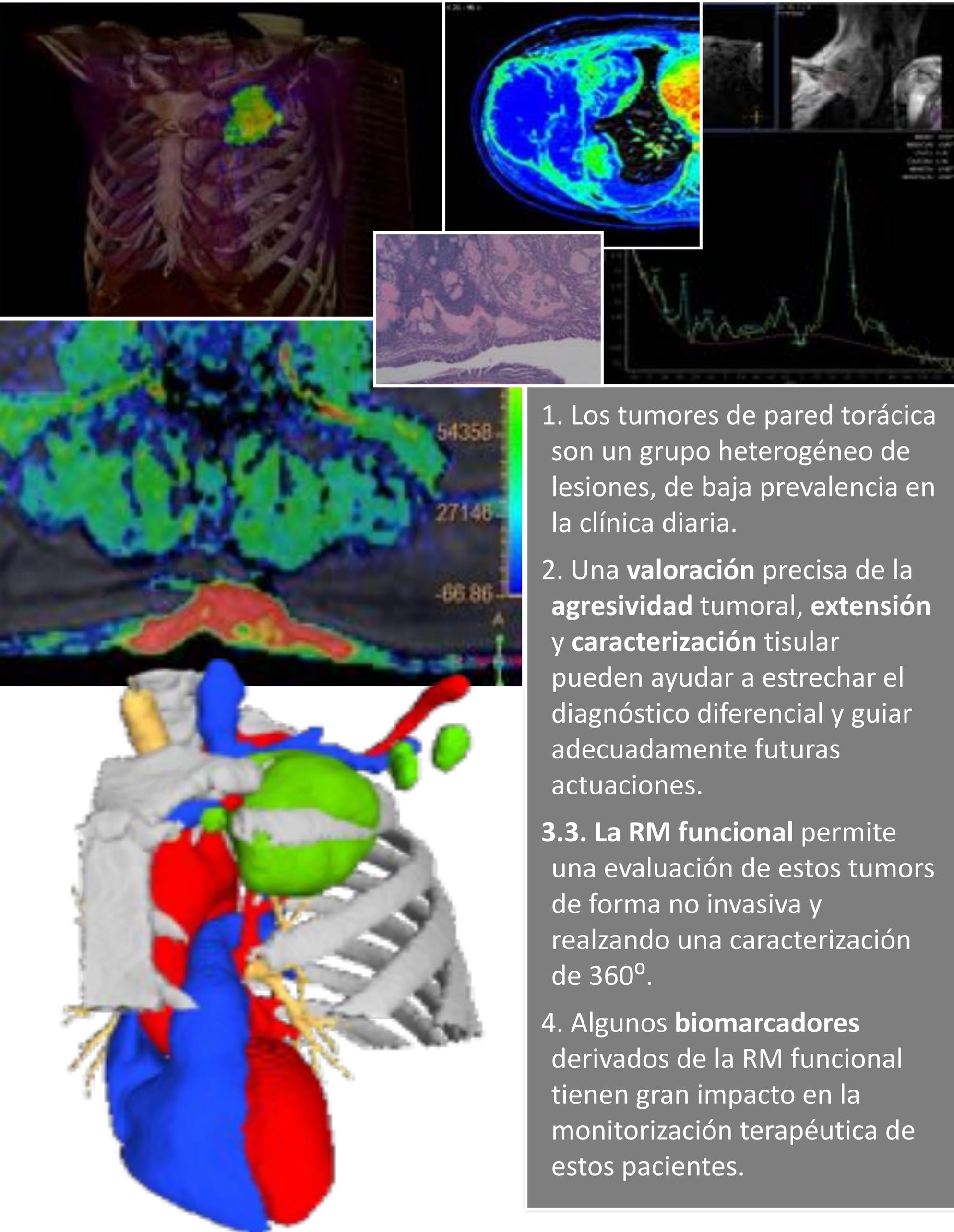
↓ pendiente/no realce

Persistente/ ↑ realce

**MRS**

↑ pico Cho

↓ pico Cho



1. Los tumores de pared torácica son un grupo heterogéneo de lesiones, de baja prevalencia en la clínica diaria.
2. Una **valoración** precisa de la **agresividad** tumoral, **extensión** y **caracterización** tisular pueden ayudar a estrechar el diagnóstico diferencial y guiar adecuadamente futuras actuaciones.
- 3.3. La **RM funcional** permite una evaluación de estos tumores de forma no invasiva y realizando una caracterización de 360°.
4. Algunos **biomarcadores** derivados de la RM funcional tienen gran impacto en la monitorización terapéutica de estos pacientes.