

Jordi Broncano Cabrero¹, Fernando Caro Mateo¹, Maria Jose Tienda Flores¹, Javier Sanchez Gonzalez², Pilar Caro Mateo³, Antonio Luna Alcala⁴

Hospital Cruz Roja. Hospital San Juan de Dios.
RESSALTA. Grupo Health Time., Córdoba, España
Philips Healthcare, Madrid, España
DADISA. Grupo Health Time, Cadiz, España
SERCOSA. Grupo Health Time, Jaen, España

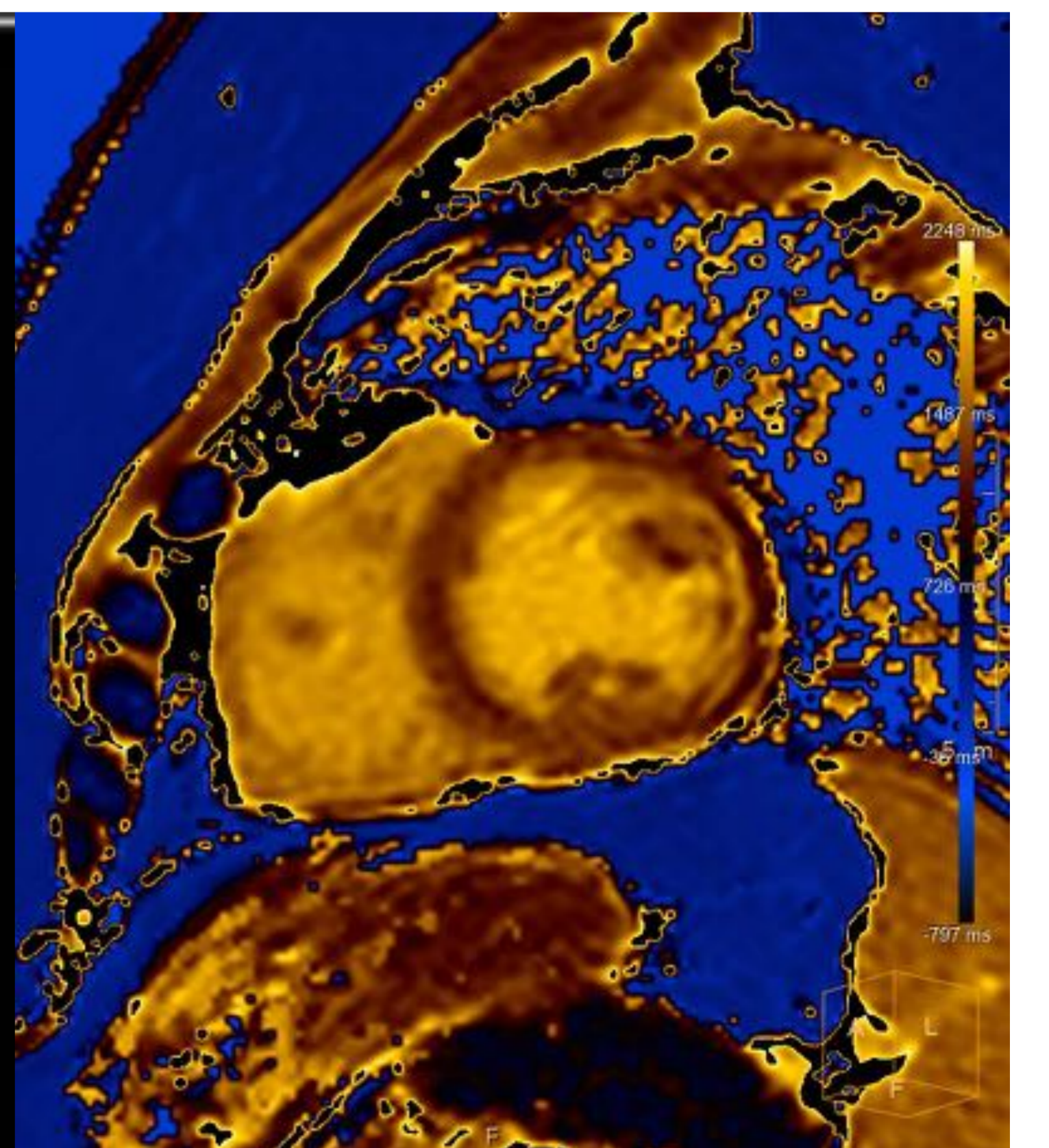
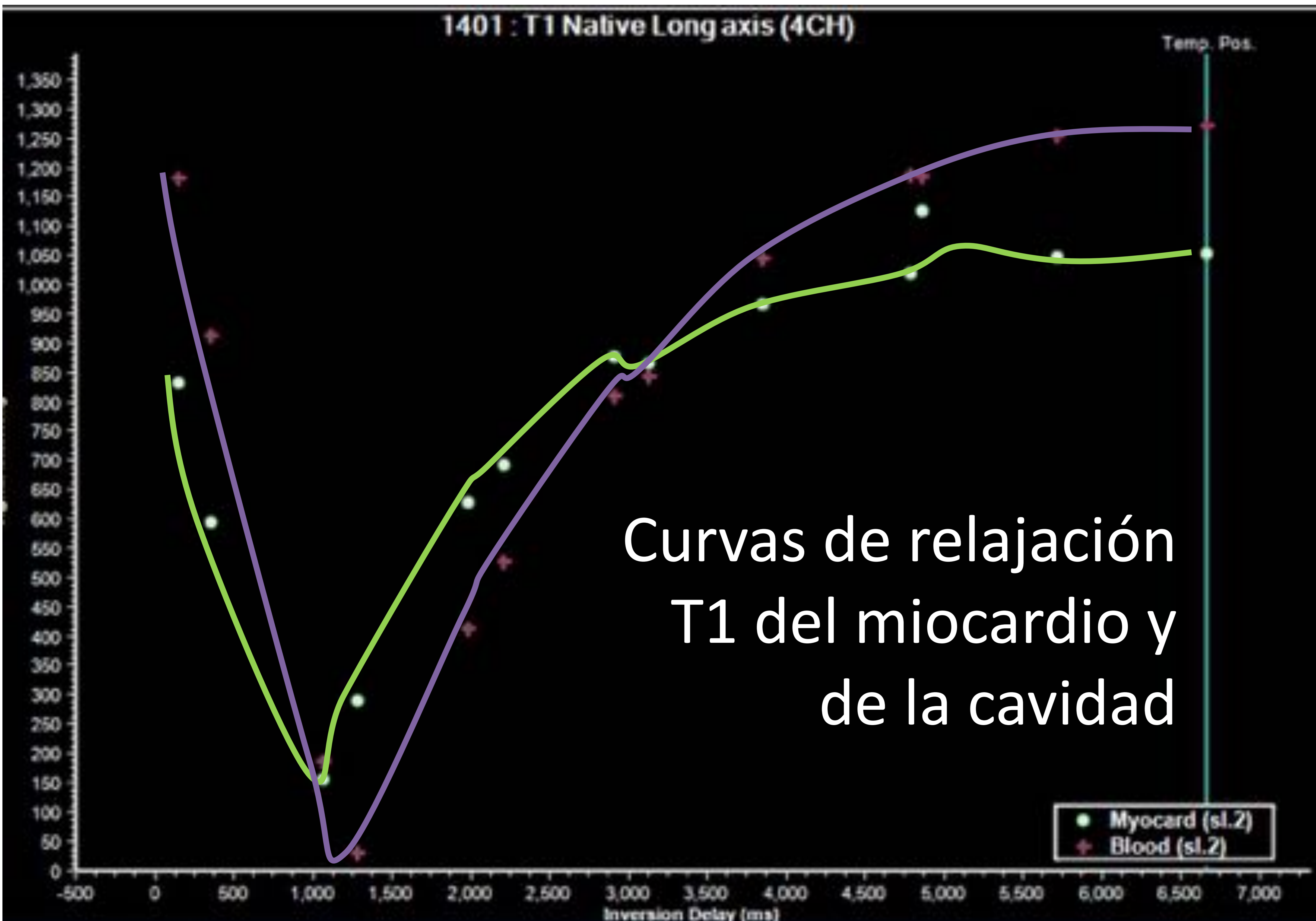
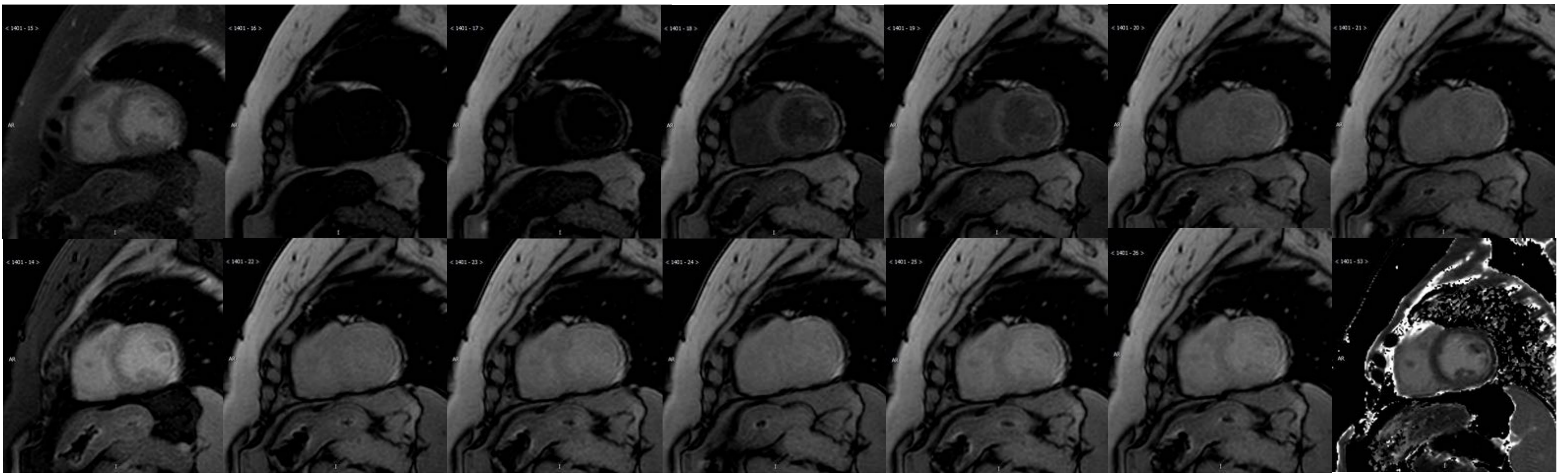
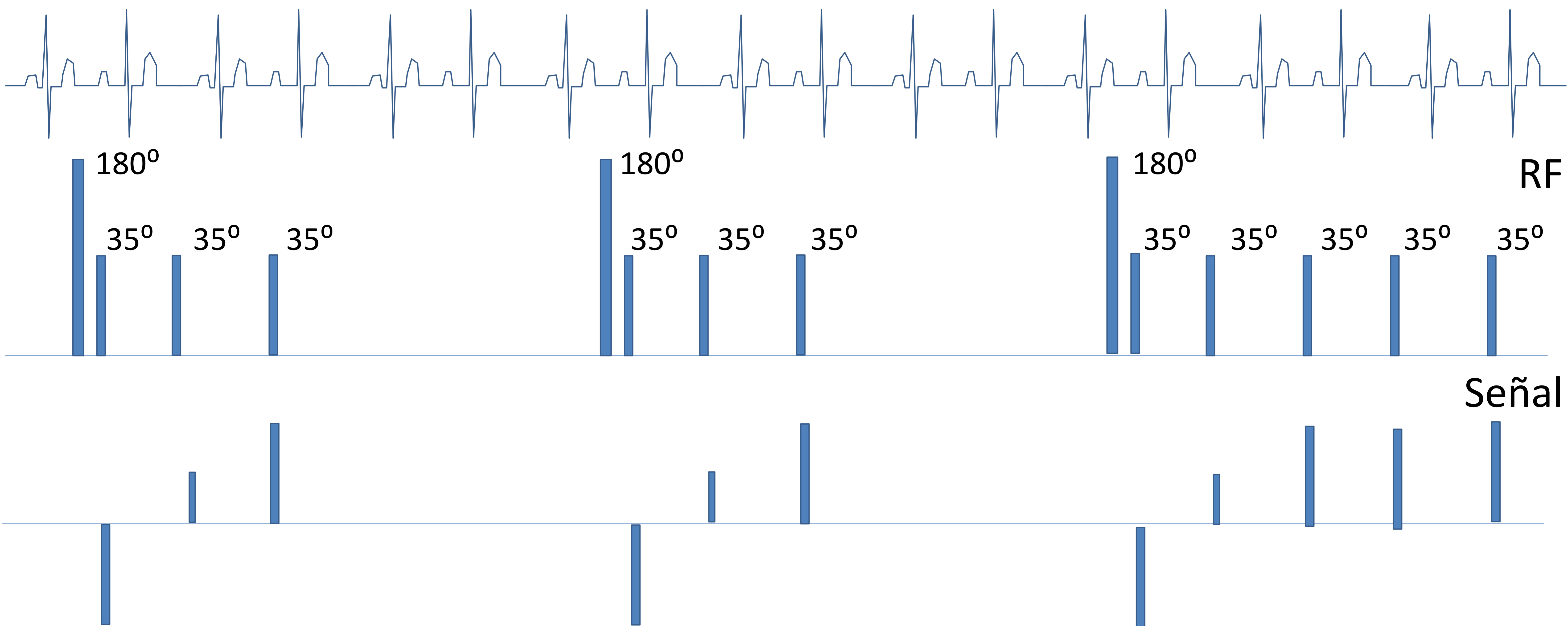
**T1 mapping en
tumores
torácicos:
Experiencia
inicial**

1 T1 MAPPING

Concepto

T1 mapping mide la relajación longitudinal (spin-lattice) del tejido → Cuan rápidamente los protones re-equilibran sus espines tras un pulso de RF.

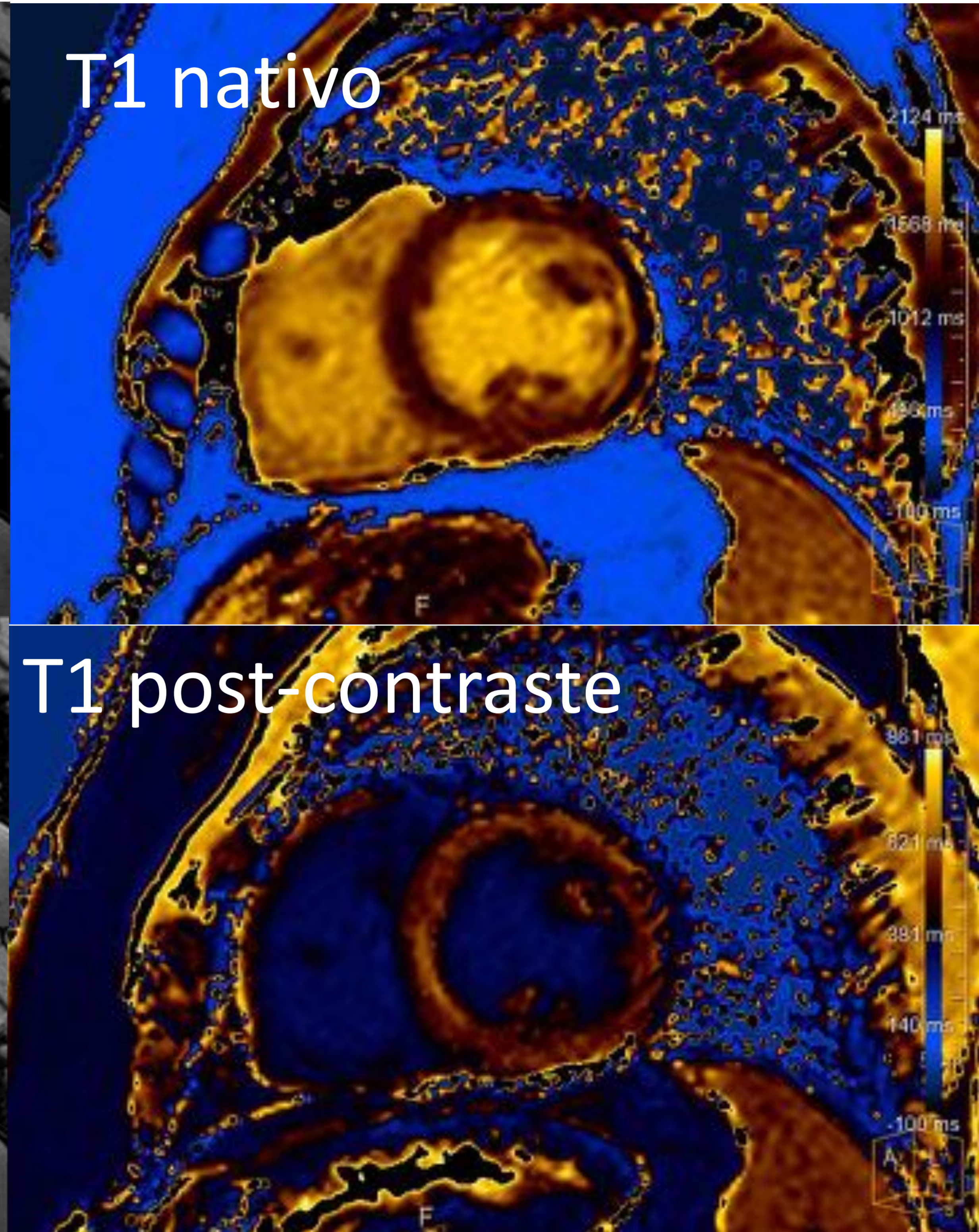
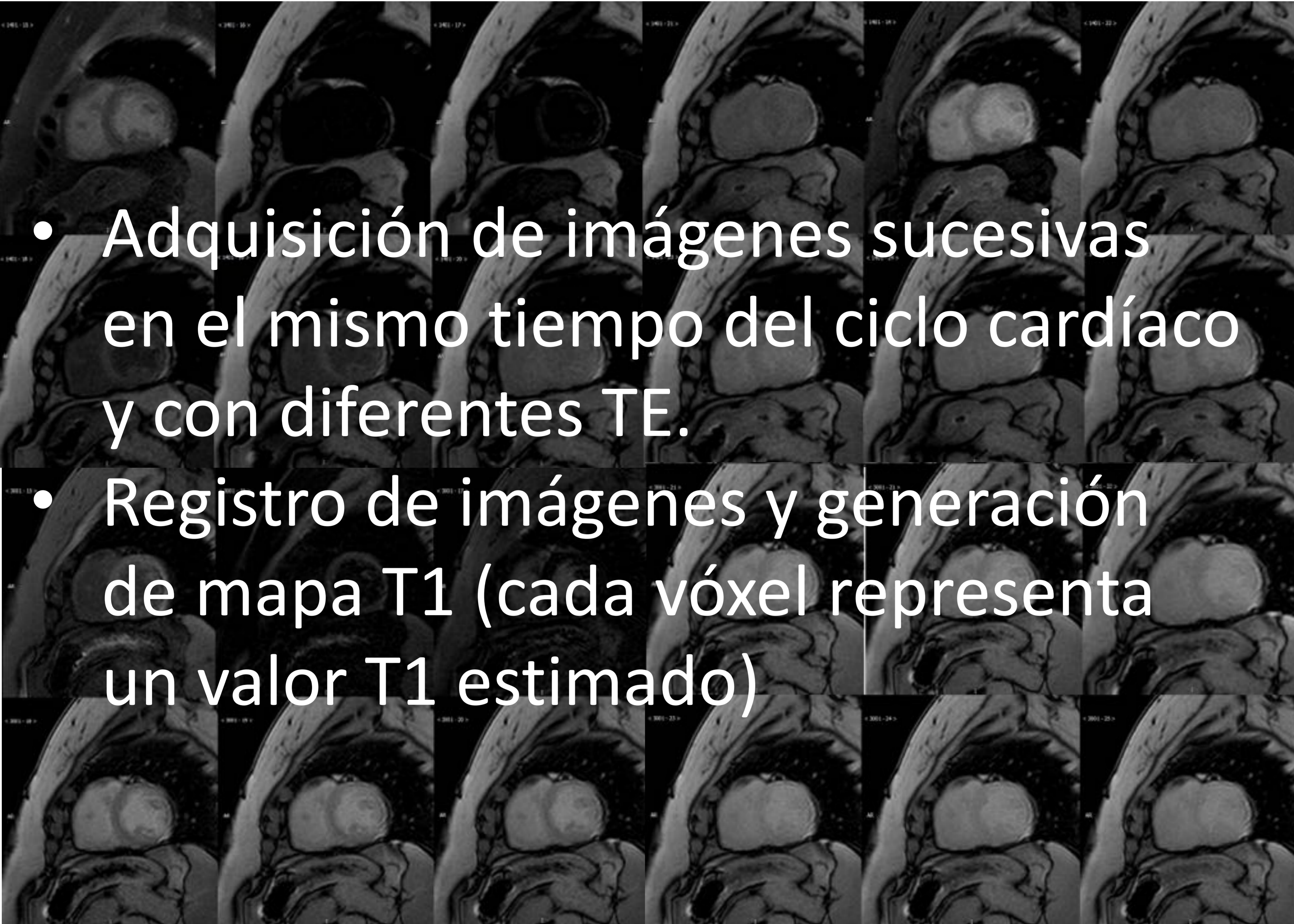
ECG



El valor T1 del tejido representa el tiempo en el que un 63% de la magnetización total se recupera.

1 T1 MAPPING

Técnica y parámetros



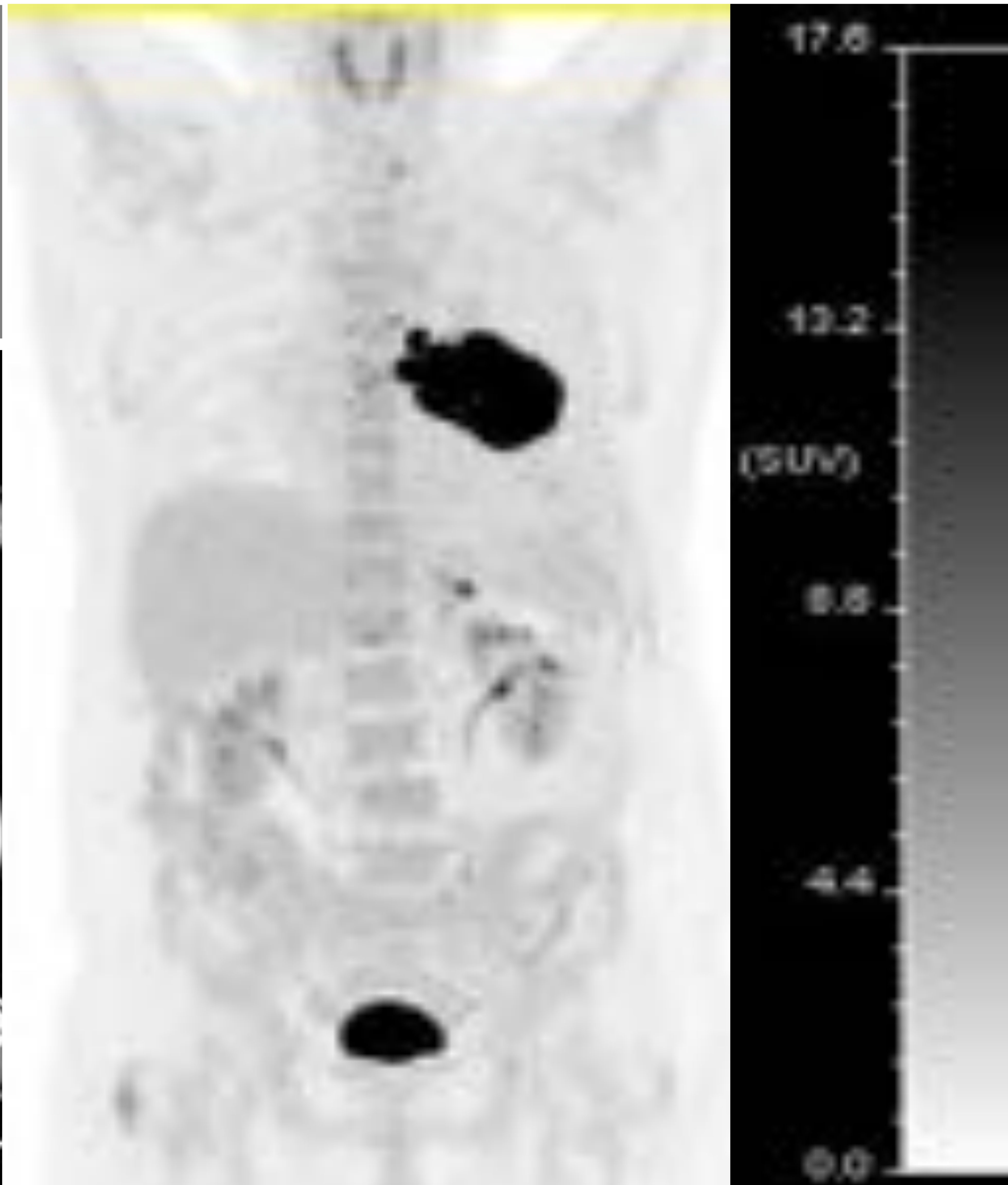
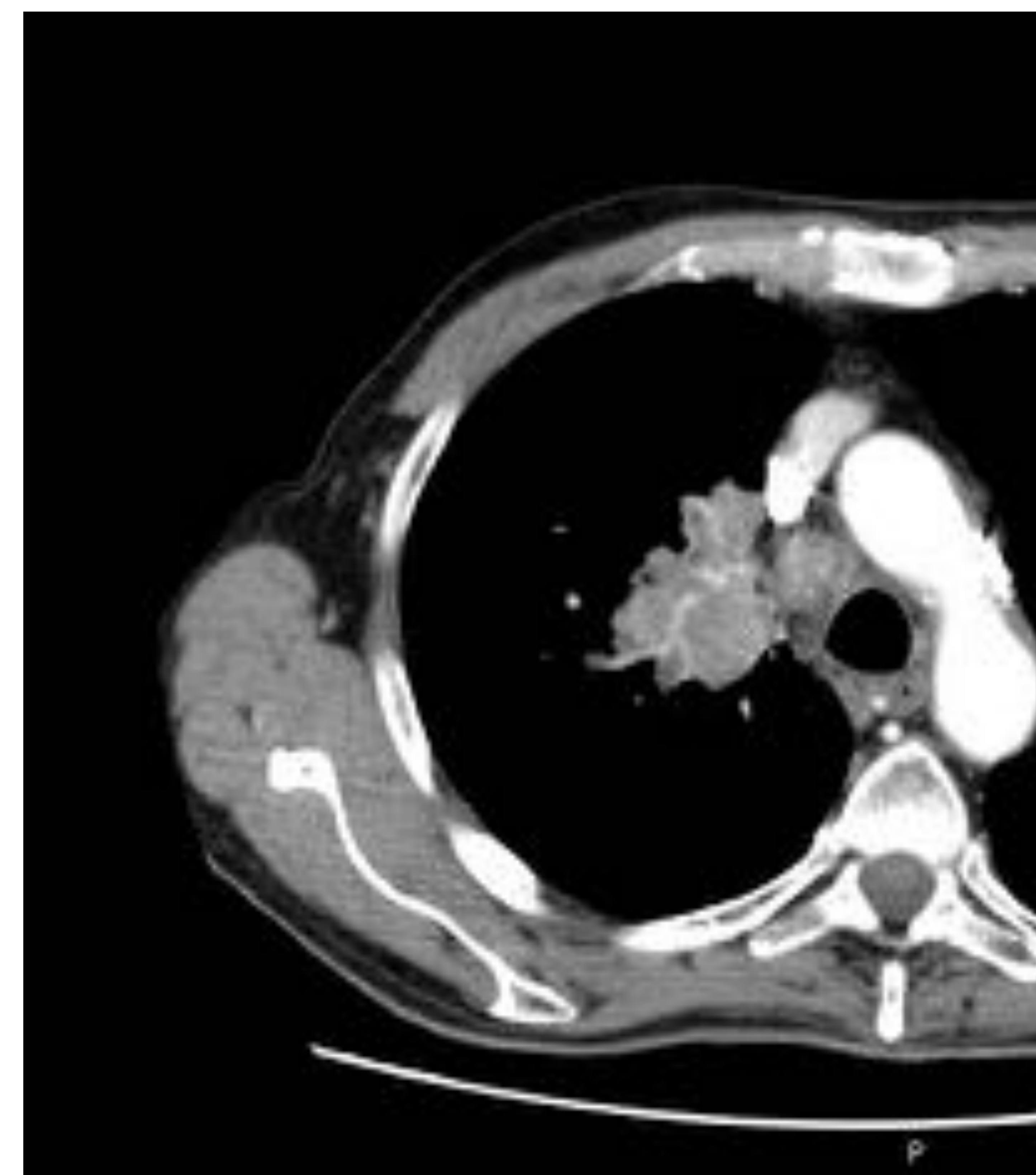
- Adquisición de imágenes sucesivas en el mismo tiempo del ciclo cardíaco y con diferentes TE.
- Registro de imágenes y generación de mapa T1 (cada vóxel representa un valor T1 estimado)

	T1 NATIVO	T1 POSTCONTRASTE	ECV
MEDICIÓN	Medición directa T1	Medición directa T1	Cálculo basado en T1 nativo, post-contraste de miocardio, sangre y hematocrito
CORRELACIÓN HISTOLÓGICA	<ul style="list-style-type: none"> • Fibrosis por reemplazo • Fibrosis intersticial • Edema intra-extracelular • Amiloide • Depósitos férricos • Infiltración grasa 	Incremento espacio extracelular: <ul style="list-style-type: none"> • Fibrosis por reemplazo • Fibrosis intgersticial • Edema extracelular <ul style="list-style-type: none"> • Amiloide 	
FUENTE PRINCIPAL DE INFLUENCIA	Compartimentos intracelular y extracelular del miocardio nativo	Efectos del medio de contraste basado en gadolinio en el espacio extracelular	
LIMITACIONES	Dependencia secuencia Precisión dependiente sensibilidad T2 No específico Heterogeneidad regional para grandes diferencias	Difícil estandarización No valores normales Dependencia GBCA Asociado a precisión T1	Dependencia varias medidas en tiempo Acumulación errores Estandarización No específico Requiere GBCA Requiere hematocrito.
APLICACIONES	Enfermedad subclínica Estratificación riesgo Gradación severidad Monitorización Tto Contrast-free	Marcador incremento espacio extracelular Valoración heterogeneidad regional	Marcador incremento espacio extracelular Estratificación riesgo Gradación severidad

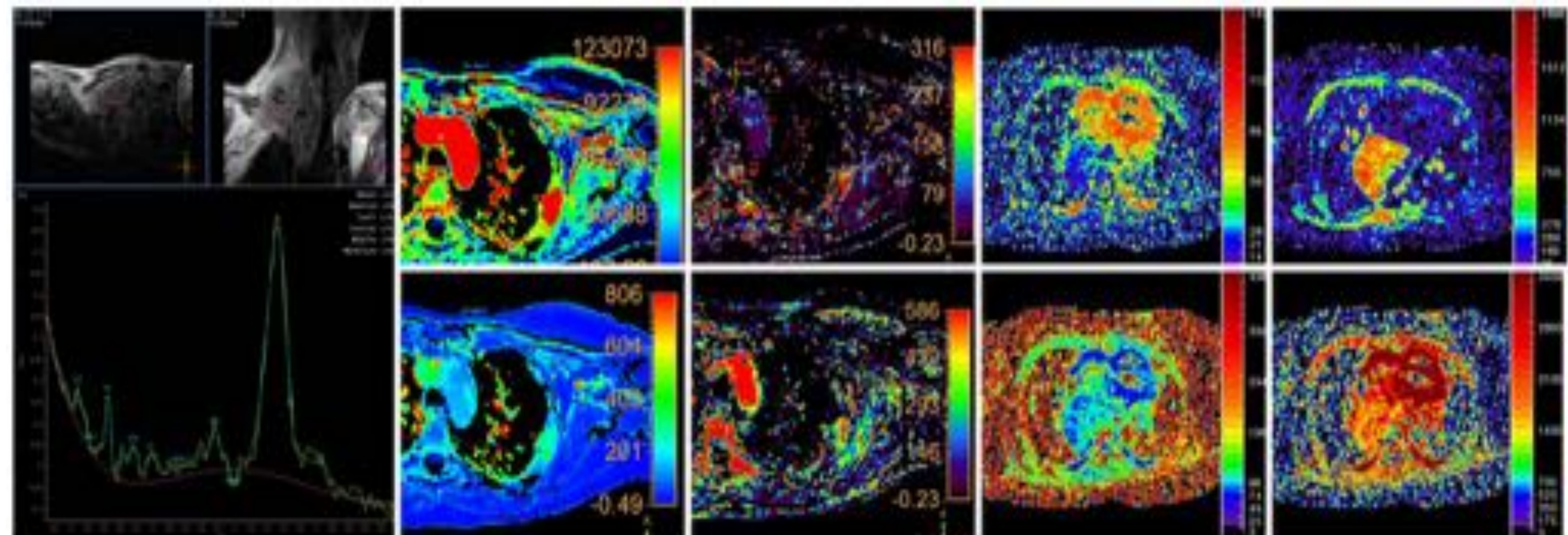
2 RM EN CÁNCER DE PULMÓN

Utilización

- El cáncer de pulmón es la causa más importante de muerte relacionada con cáncer en países desarrollados.
- La aproximación diagnóstica inicial se realiza con la combinación de TC y pruebas funcionales (PET/TC)

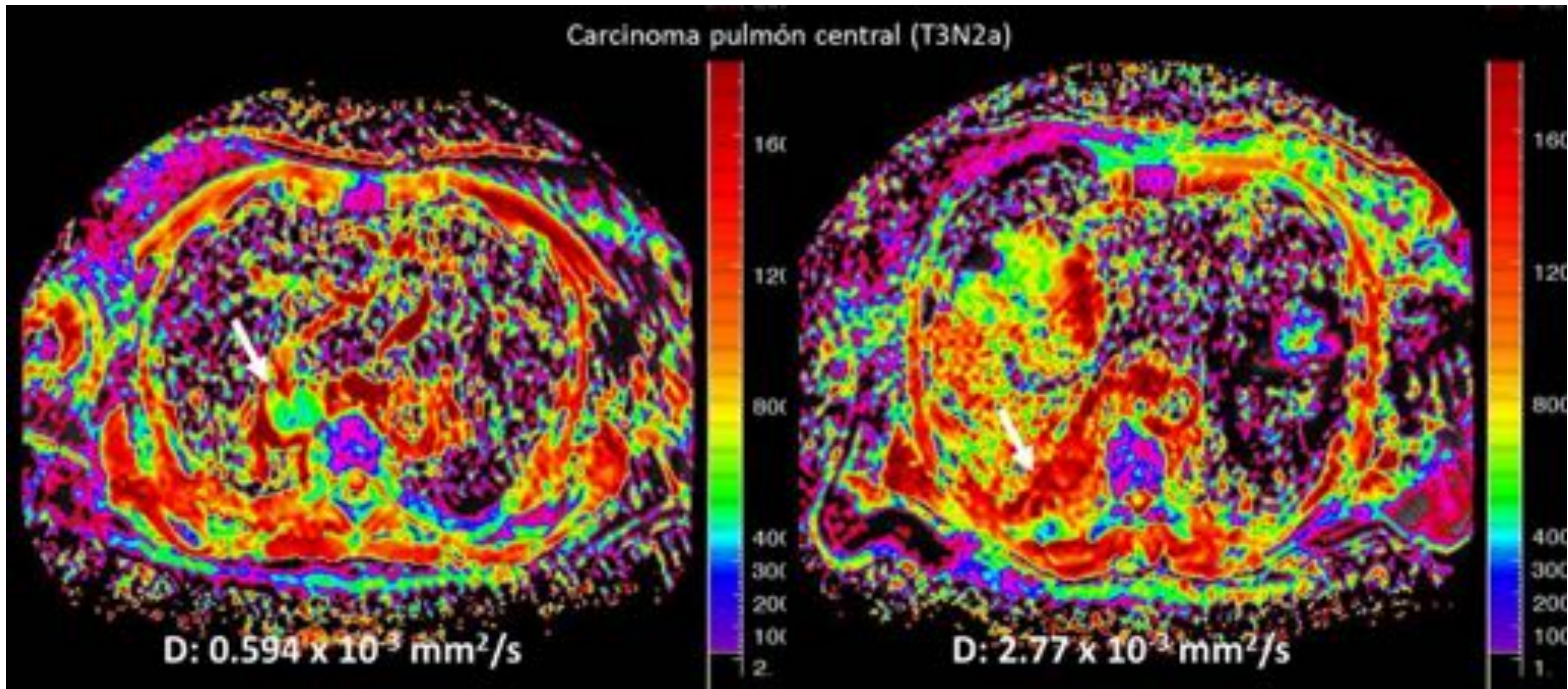


- Gracias al desarrollo tecnológico y la aplicación de técnicas funcionales, la RM torácica constituye una alternativa en estos pacientes.
- Dentro de la fisiopatología tumoral, la heterogeneidad tisular del tejido tumoral (neovasos, clones de proliferación desordenada, zonas hipóxicas, ..) constituye un marcador de agresividad.

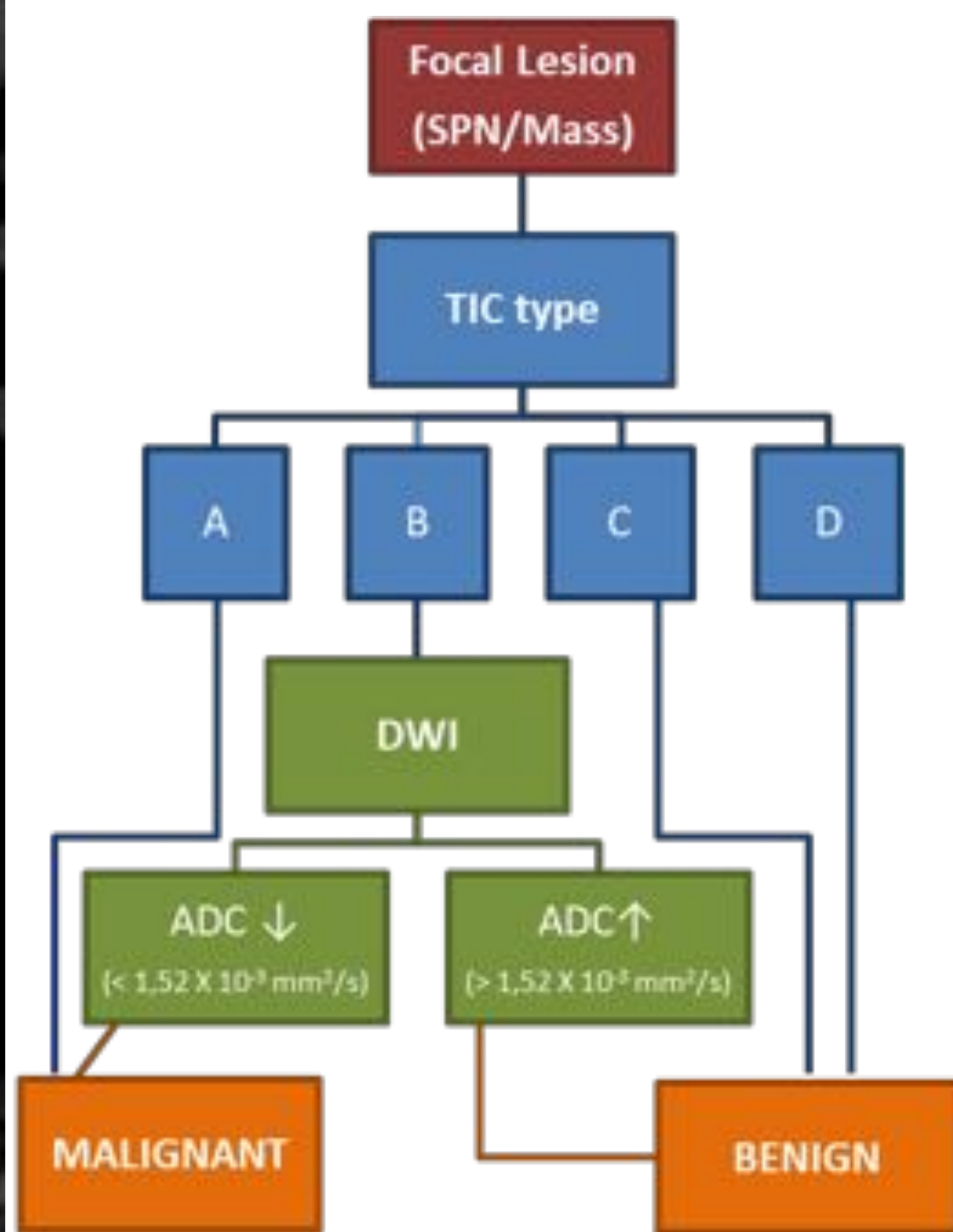
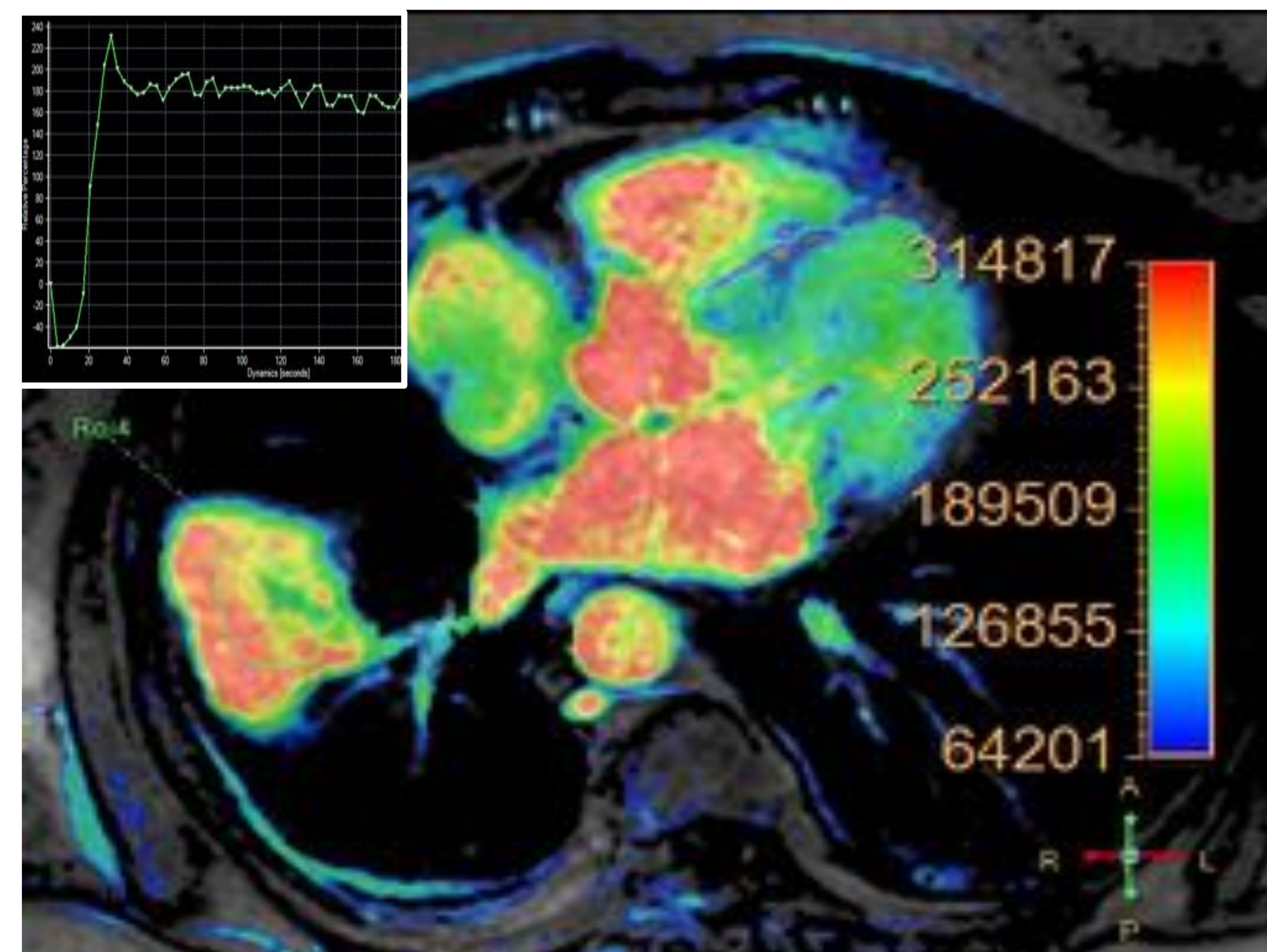


2 RM EN CÁNCER DE PULMÓN

Aplicaciones clínicas

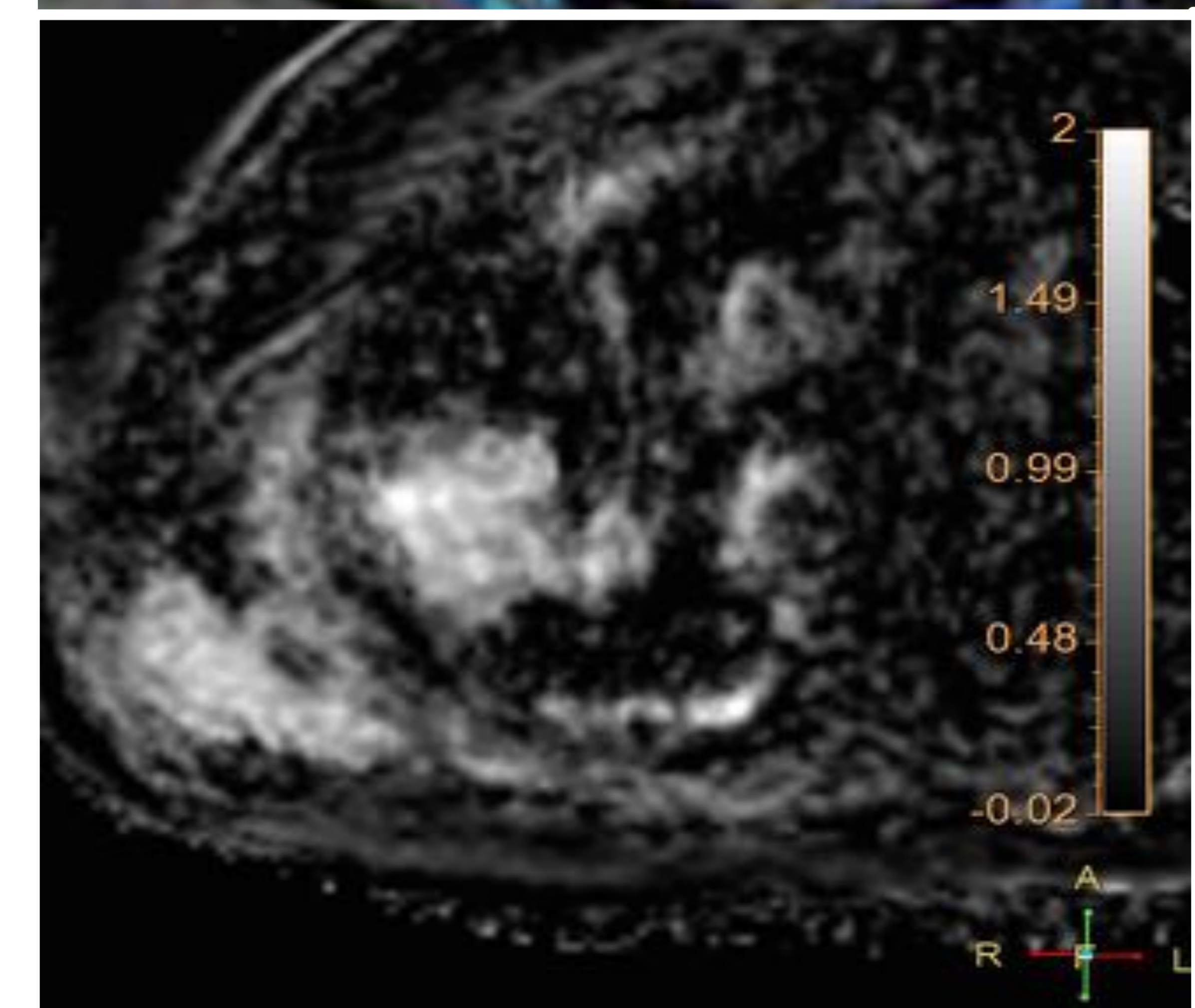


- La RM nos permite diferenciar entre lesiones benignas y malignas, tumores centrales de neumonitis post-obstructivas y valorar la invasión locorregional.



La aproximación multiparamétrica (DWI + DCE-MR) es capaz de diferenciar entre lesiones inflamatorias activas de tumorales.

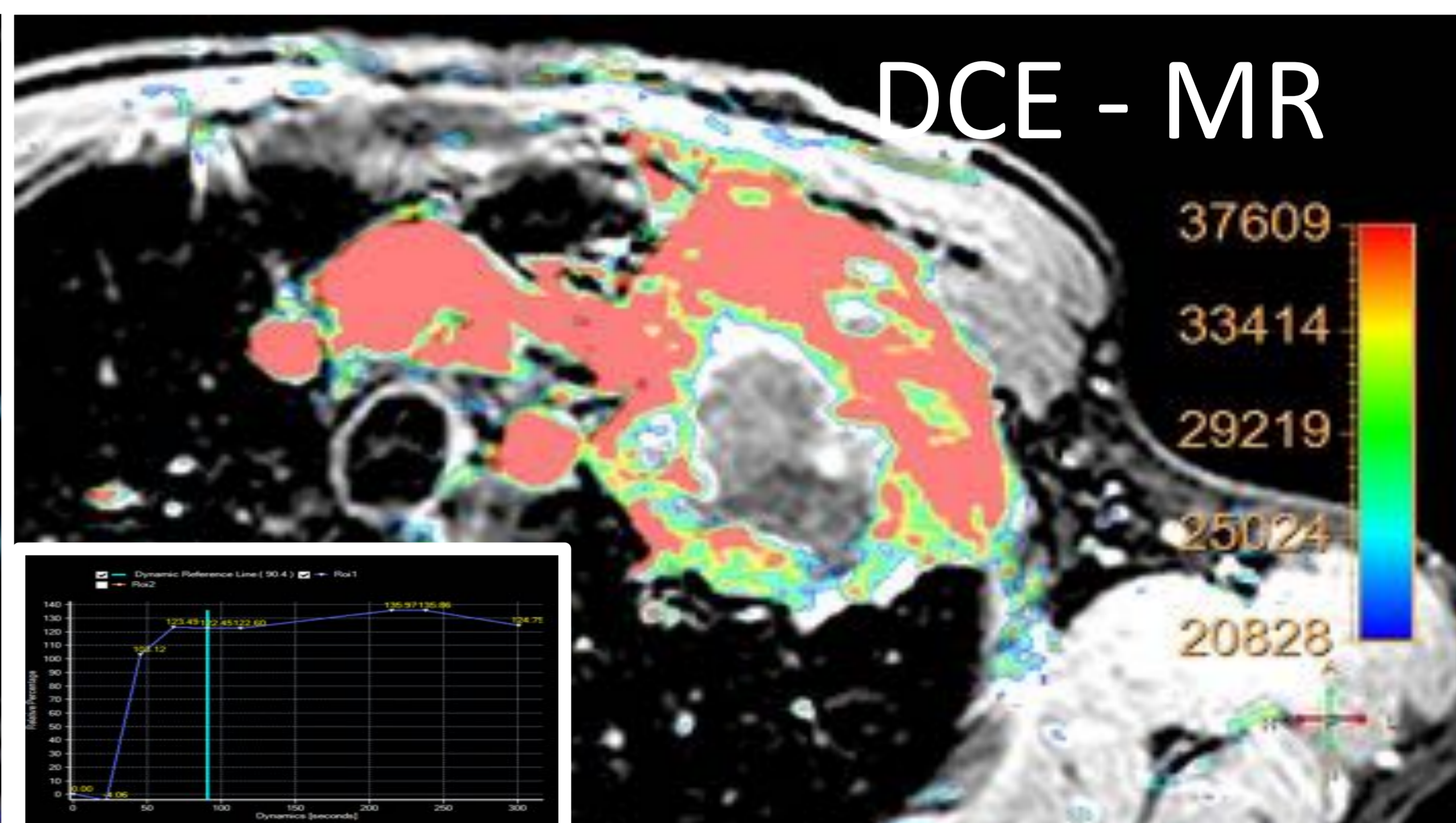
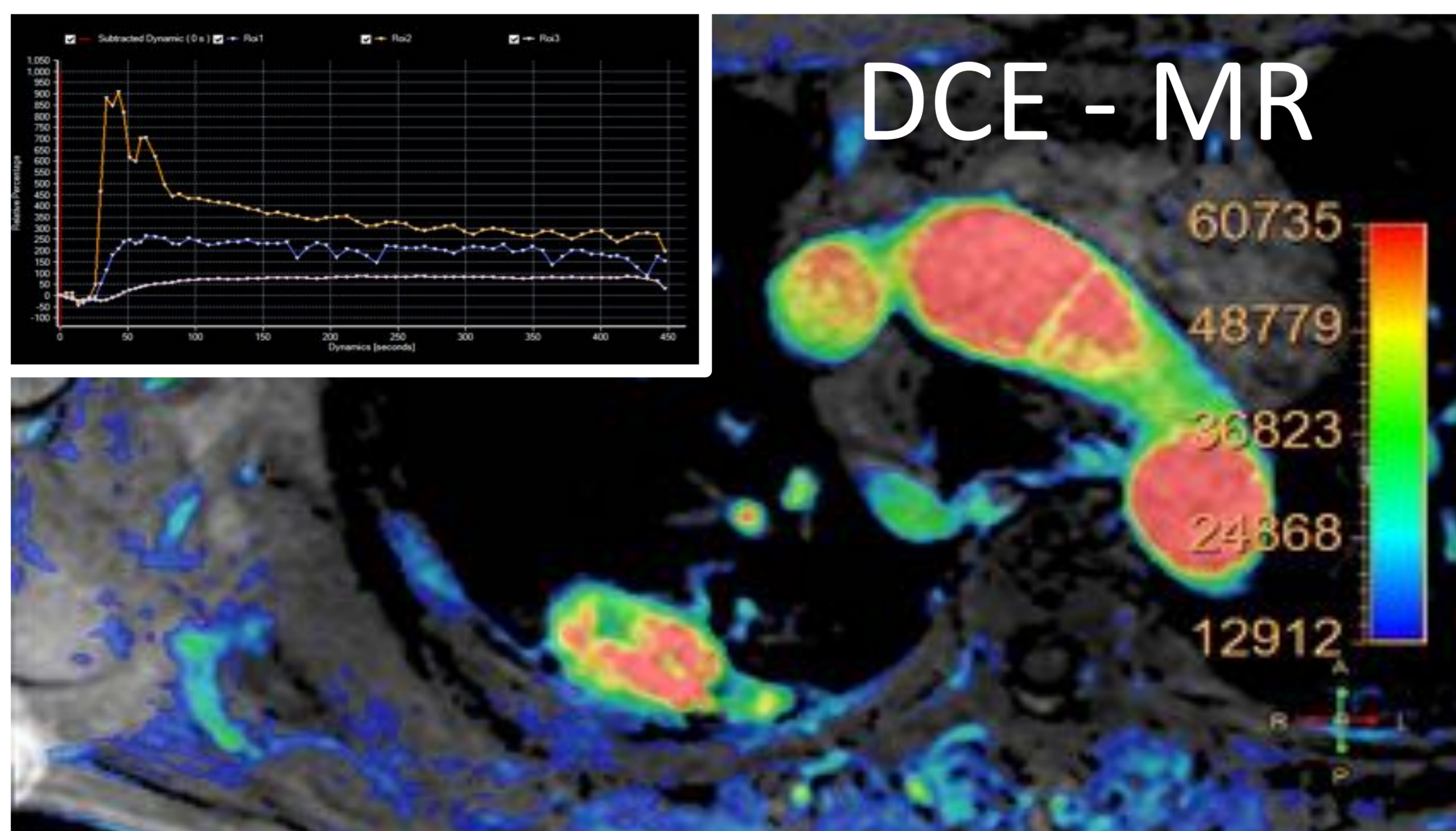
Paciente con lesión parenquimatosa pulmonar con curva tipo D (sugestiva de malignidad; pico de realce con meseta posterior). DWI muestra un comportamiento no restrictivo. Neumonía bacteriana complicada con absceso diafragmático (restricción central en DWI; flecha blanca).



2 RM EN CÁNCER DE PULMÓN

Diferenciación tisular. Valor multiparamétrico

- Los tumores más agresivos van a mostrar intensidades de señal y heterogeneidad de señal mayores en el gradiente b alto respecto a tumores mejor diferenciados, con buena correlación histológica y con la PET/TC.



b=1000 s/mm²

b=1000 s/mm²

No existe en la literatura ninguna referencia a la utilización de T1 mapping para caracterización de lesiones torácicas.

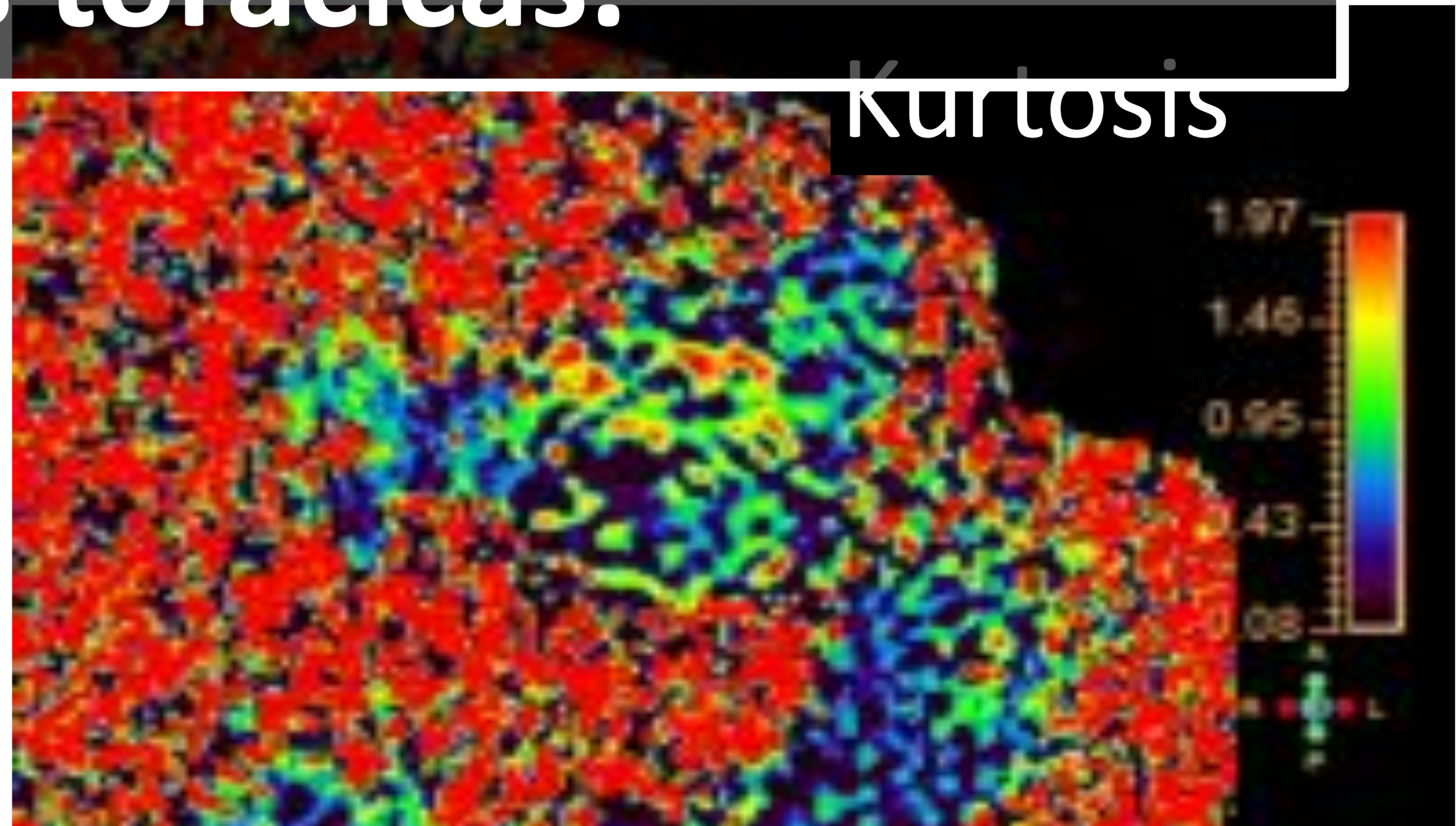
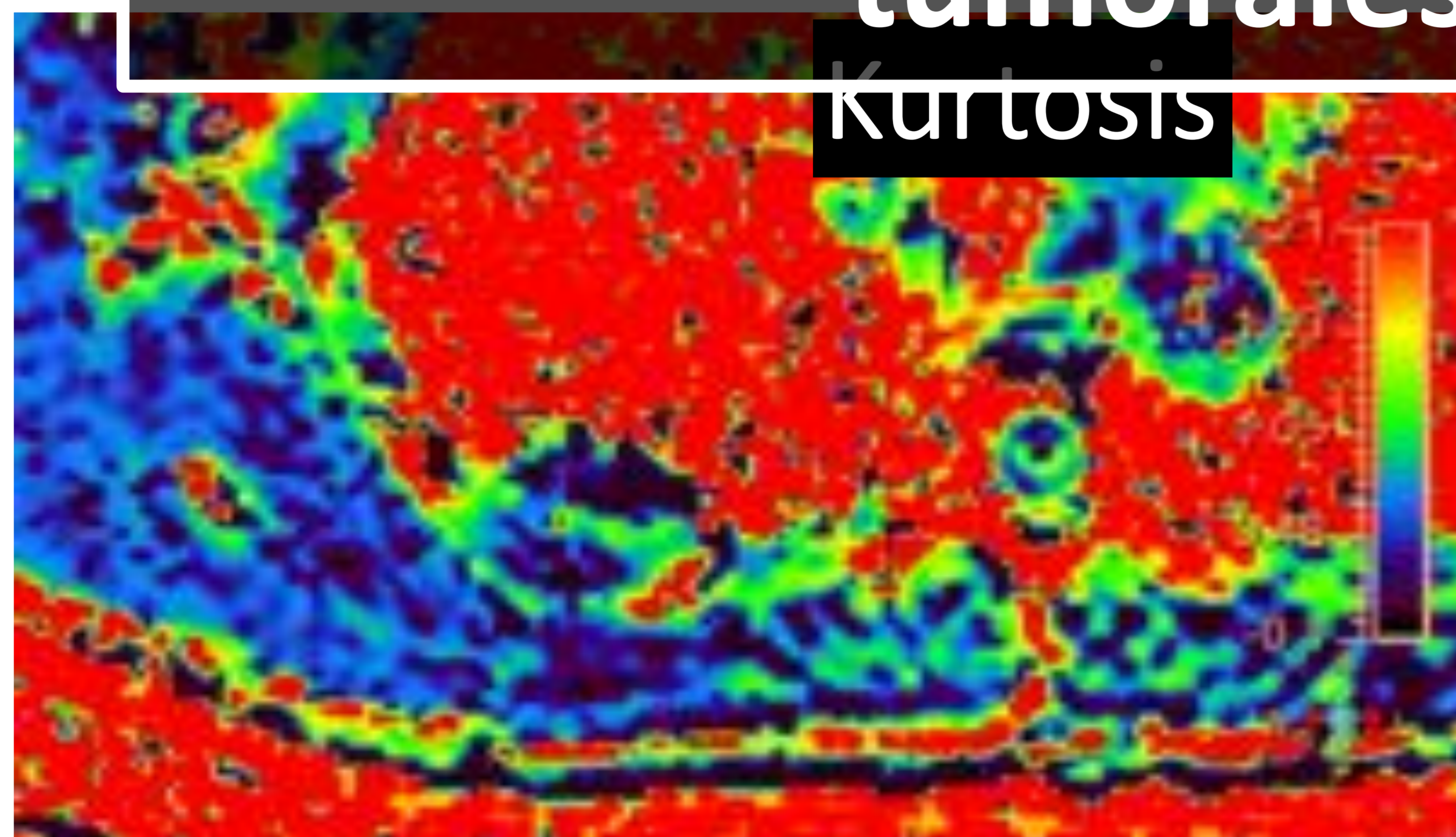
OBJETIVO: Mapa ADC

Mapa ADC

Evaluar la factibilidad y rendimiento diagnóstico del T1 mapping en la valoración de lesiones neoplásicas y no tumorales torácicas.

Kurtosis

Kurtosis

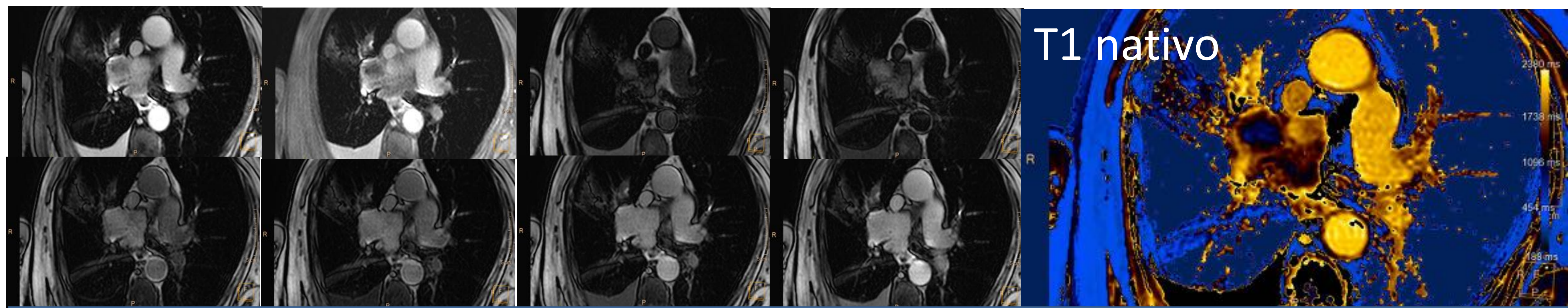
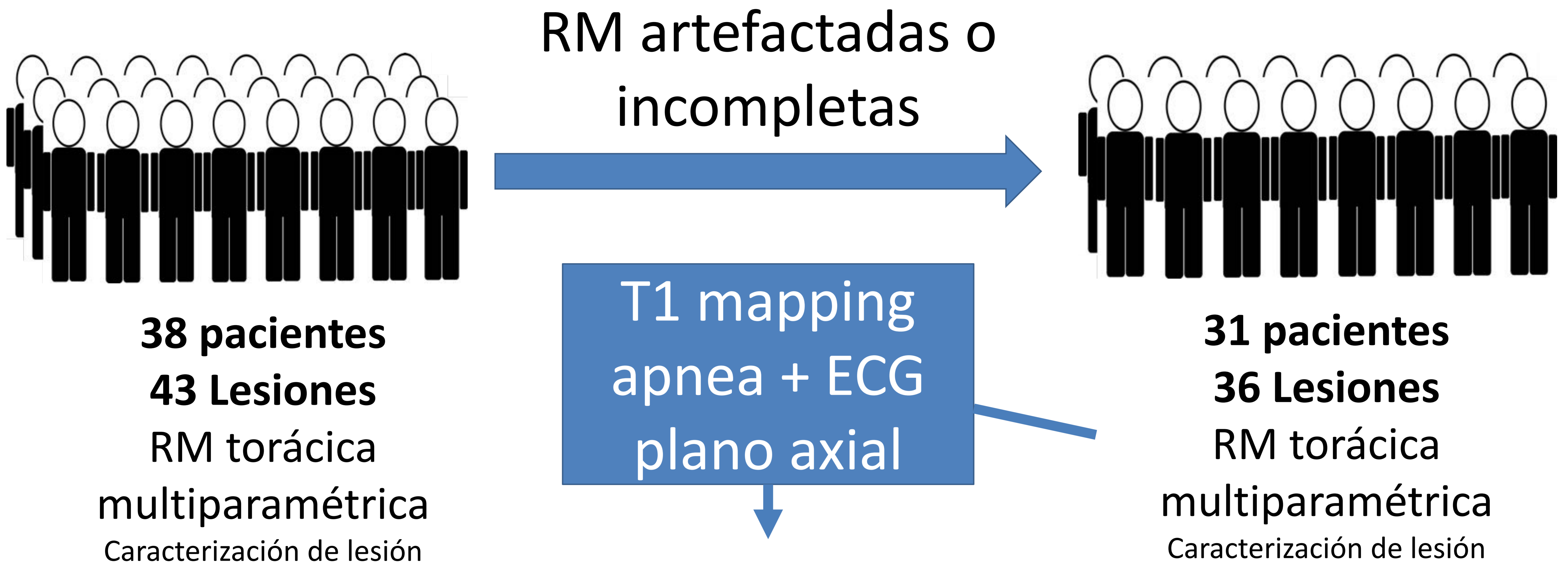


Diferencias en vascularización, señal en gradiente b alto, mapa de ADC y kurtosis entre adenocarcinoma bien diferenciado (izquierda) y tumor indiferenciado de células pequeñas (derecha). La heterogeneidad tumoral se ha relacionado con agresividad tisular.

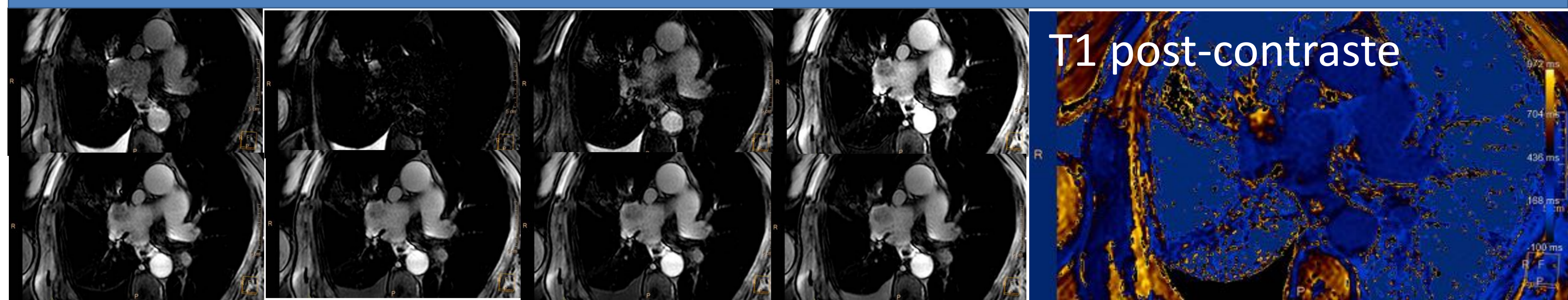
- La DWI con modelos no Gaussianos y computada permite identificar esas áreas de mayor heterogeneidad tisular y, por ende, mayor agresividad tumoral.

3 Propuesta y objetivo de estudio

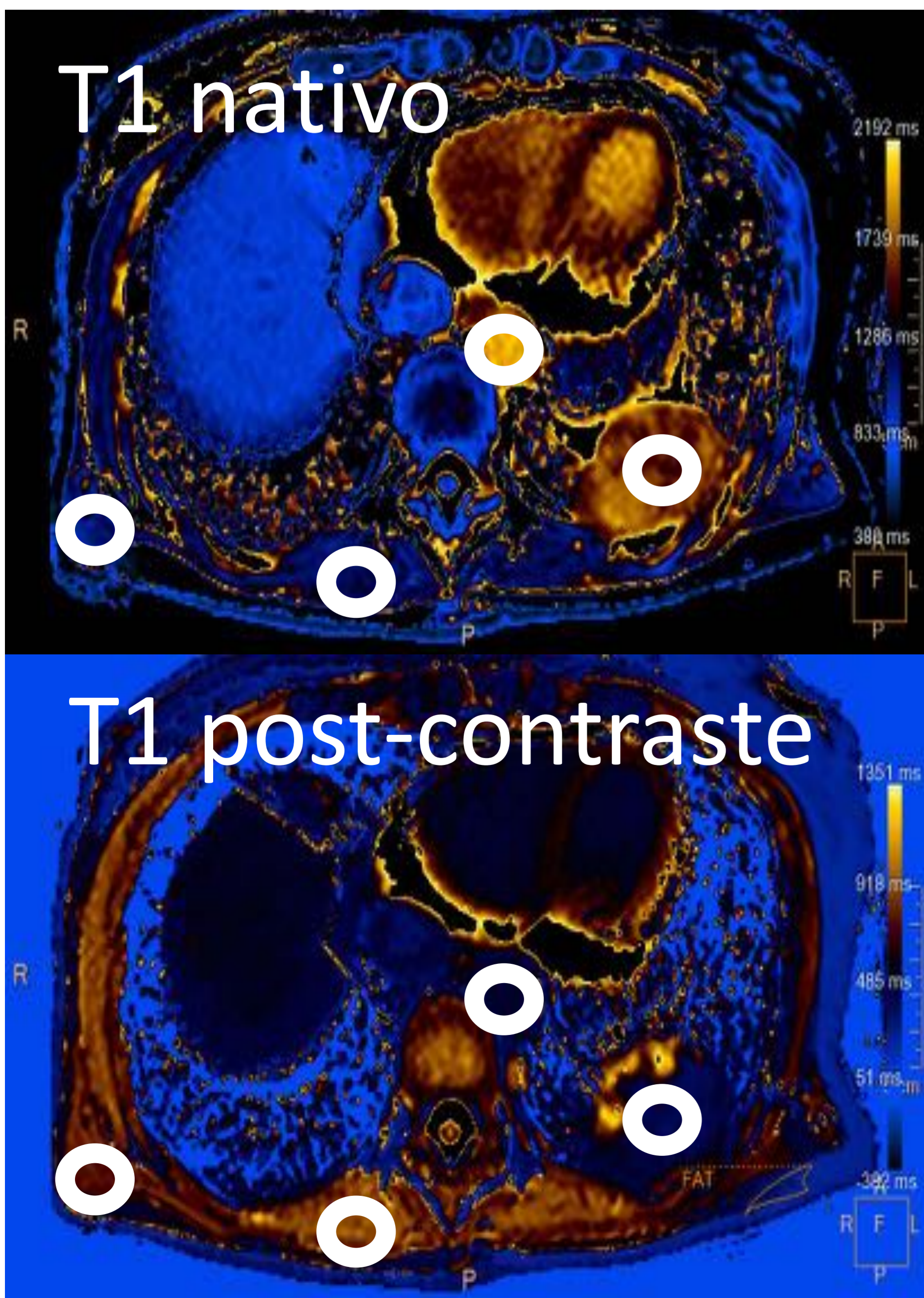
T1 mapping en cáncer de pulmón



0,15 mmol/kg Gadopentetato dimeglumina a 3,5 ml/s. Adquisición a los 15 minutos



T1 mapping	Patrón	TR	TE	FA	Vóxel	SENSE
MOLLI T1 nativo	5s(3s)3s	2 ms	1 ms	20	1,97 x 2,01 x 10 mm ³	x2
MOLLI T1 post-contraste	4s(1s)3s(1s)2s	2 ms	1 ms	20	1,97 x 2,01 x 10 mm ³	x2



- Registro y mapas paramétricos
Cada vóxel representa un valor T1 estimado absoluto
- ROI manual: Lesión, grasa, músculo estriado y sangre
Tamaño mínimo de la región interés: 50 mm².
- T1 y R1 nativo, T1 y R1 post-contraste, Diferencia de T1 y R1, Coeficiente de partición (λ):

$$\lambda = \frac{\left(\frac{1}{T1\ post - contraste} - \frac{1}{T1\ nativo}\right)_{Lesión}}{\left(\frac{1}{T1\ post - contraste} - \frac{1}{T1\ nativo}\right)_{sangre}}$$

$$Diff\ T1 = T1\ post - contraste - T1\ nativo$$

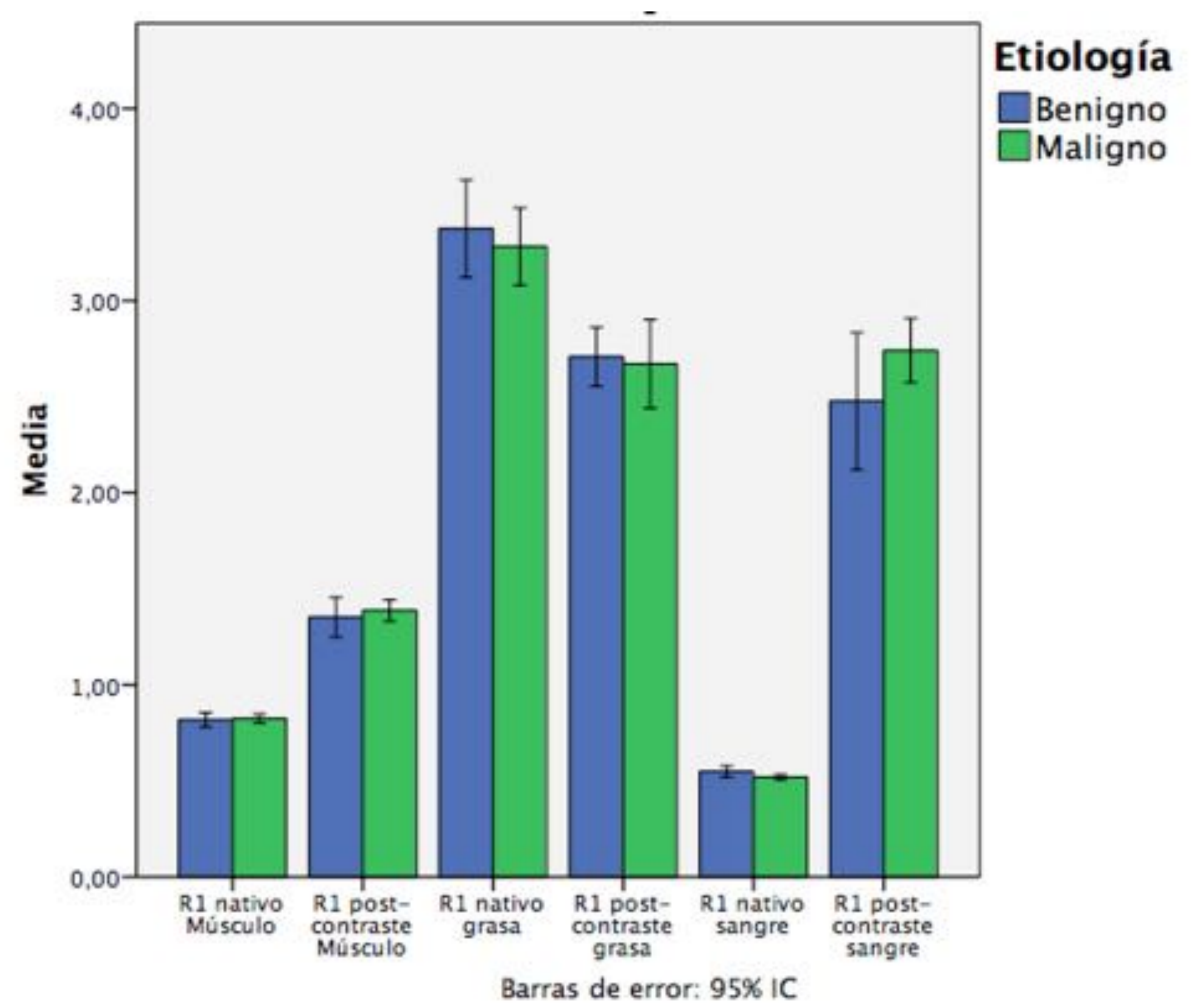
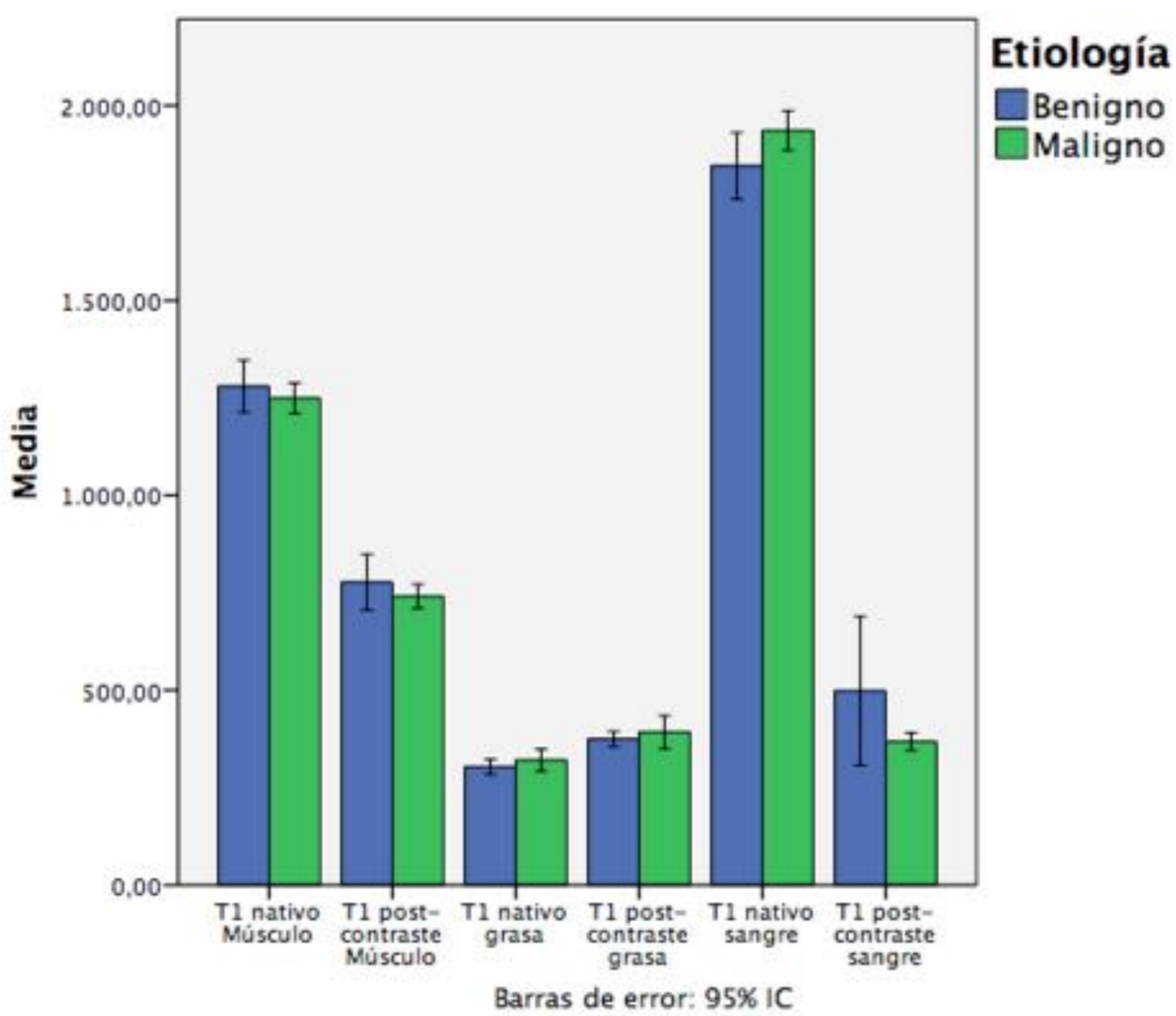
$$Diff\ R1 = R1\ post - contraste - R1\ nativo$$

4 Resultados

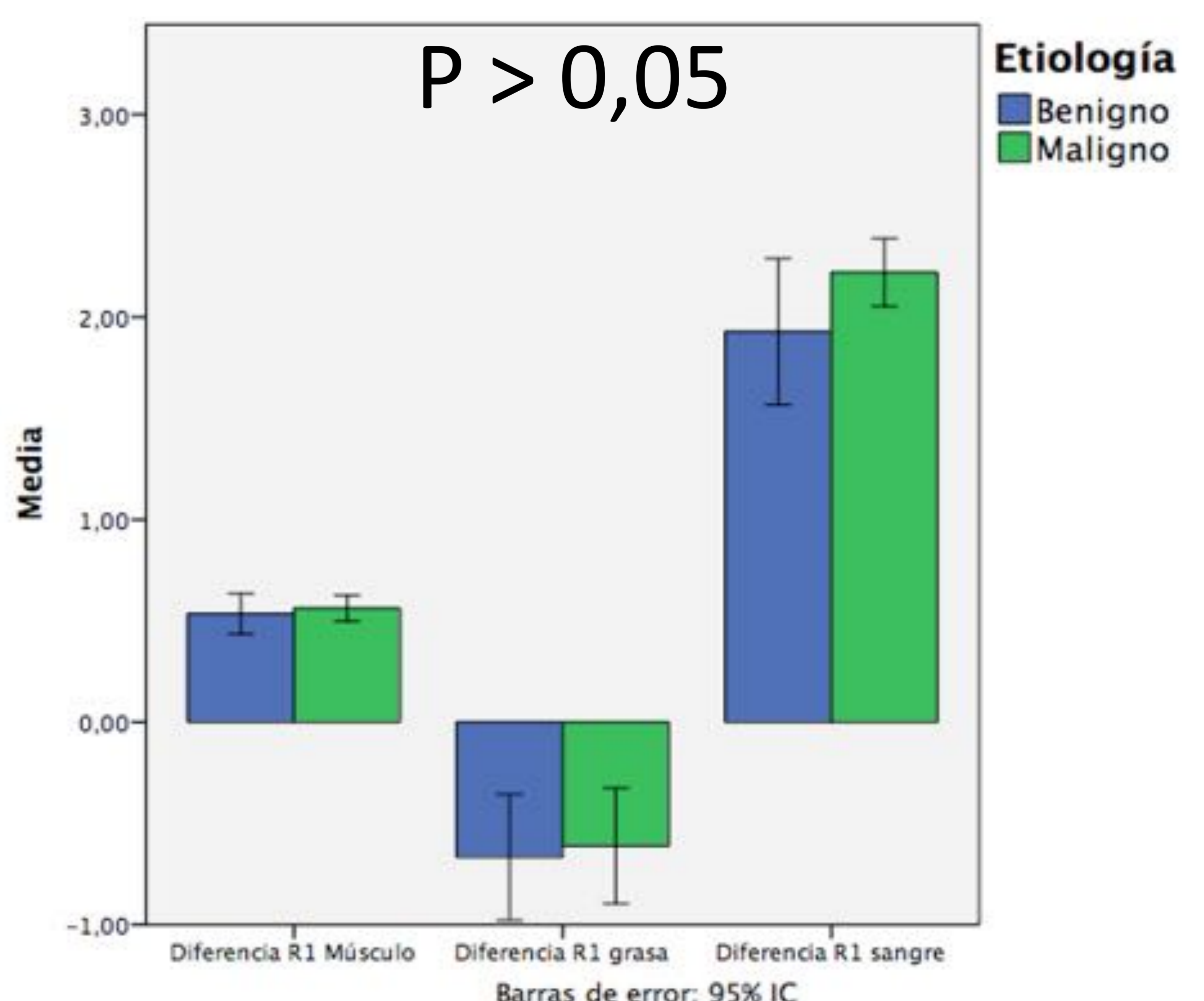
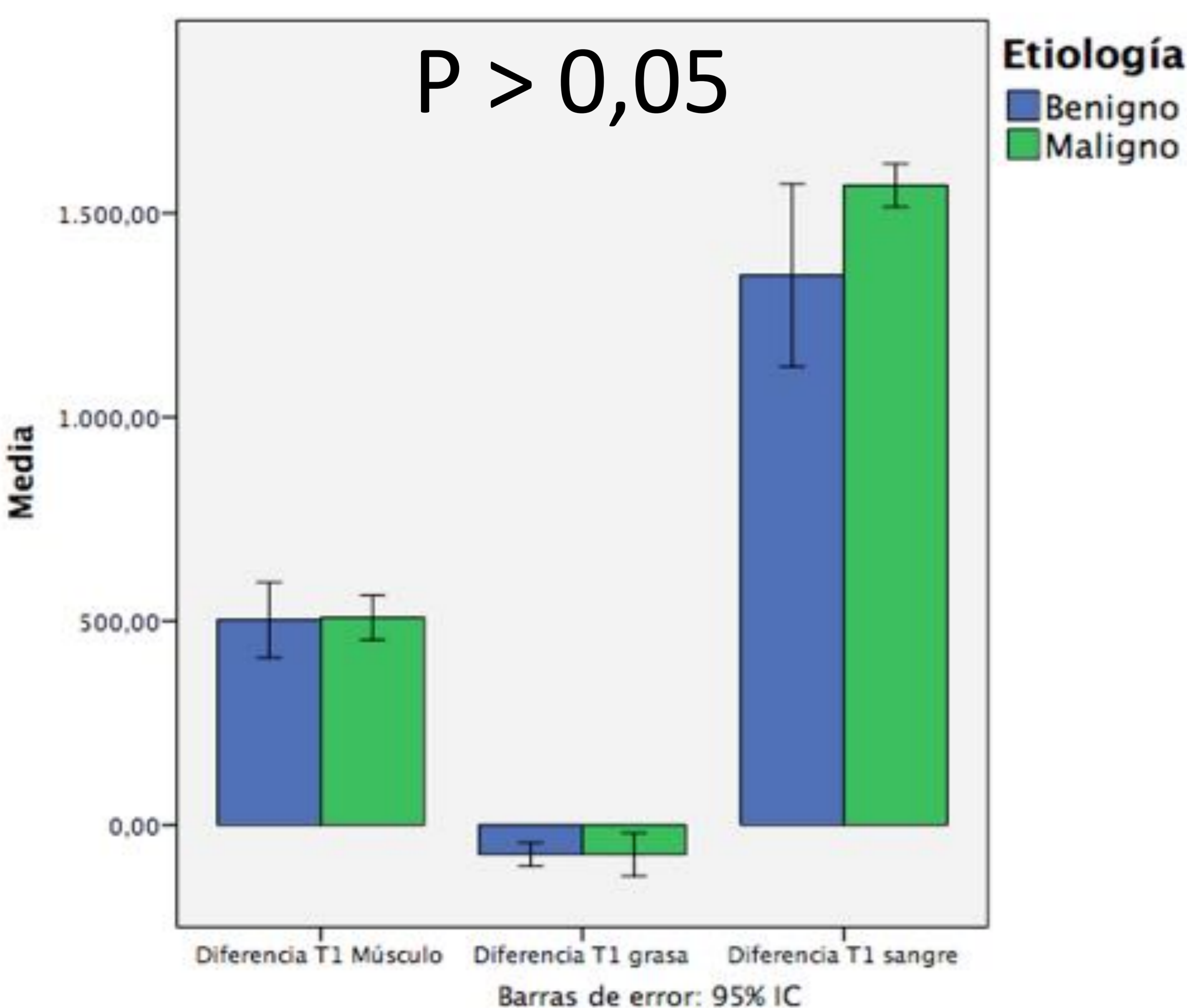
T1 y R1 en músculo, grasa y sangre

31 pacientes: Edad: $66,08 \pm 12,41$ años; 23 hombres y 8 mujeres. Funcion renal normal.
 36 lesiones:

- 19 malignas: Ca pulmón, metástasis, TFPS, mesotelioma, Leiomioma
- 17 benignas : neumonitis post-obstructivas, atelectasia, hamartomas, lipoma, linfangioma, lipoma, necrosis.

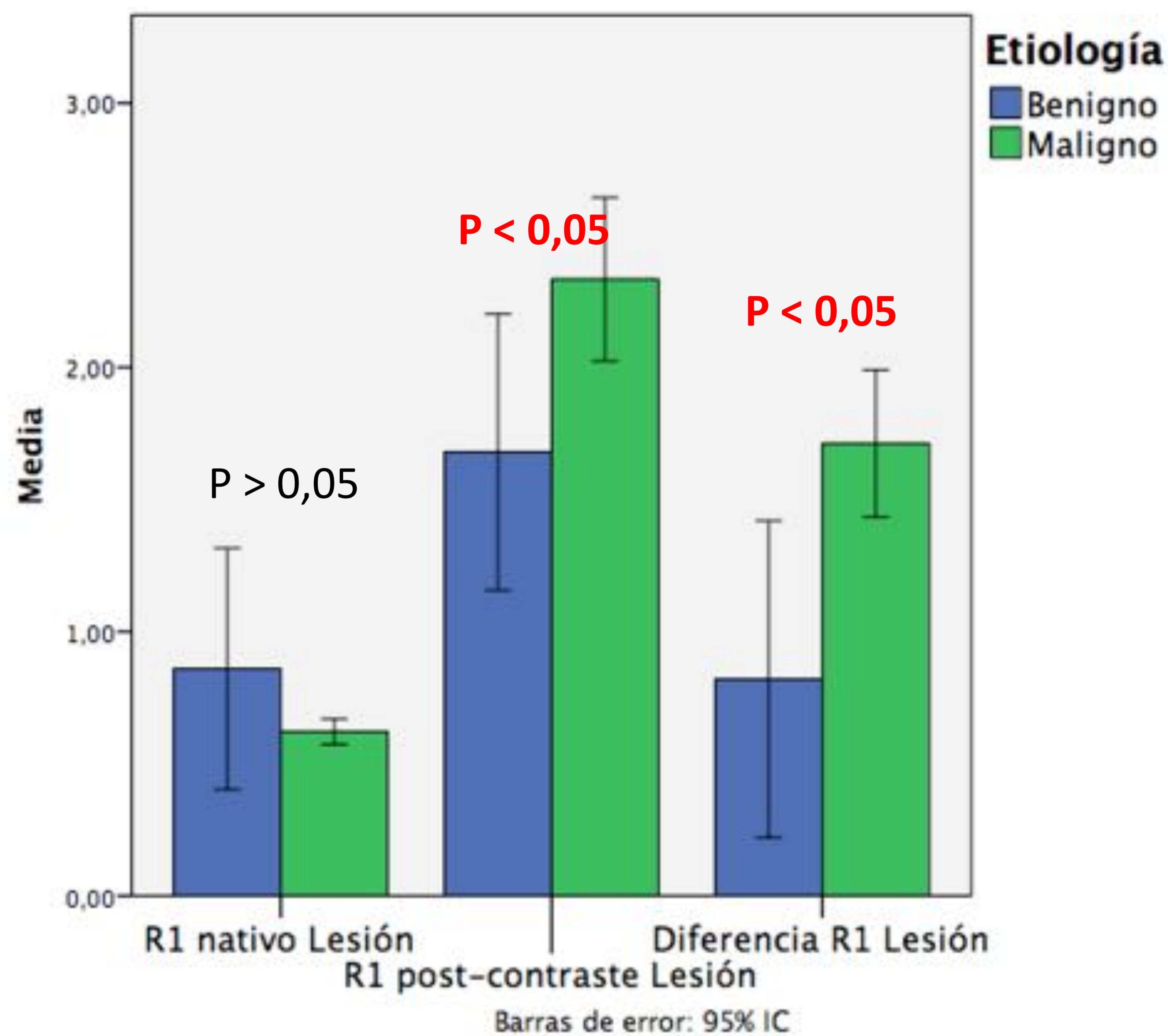
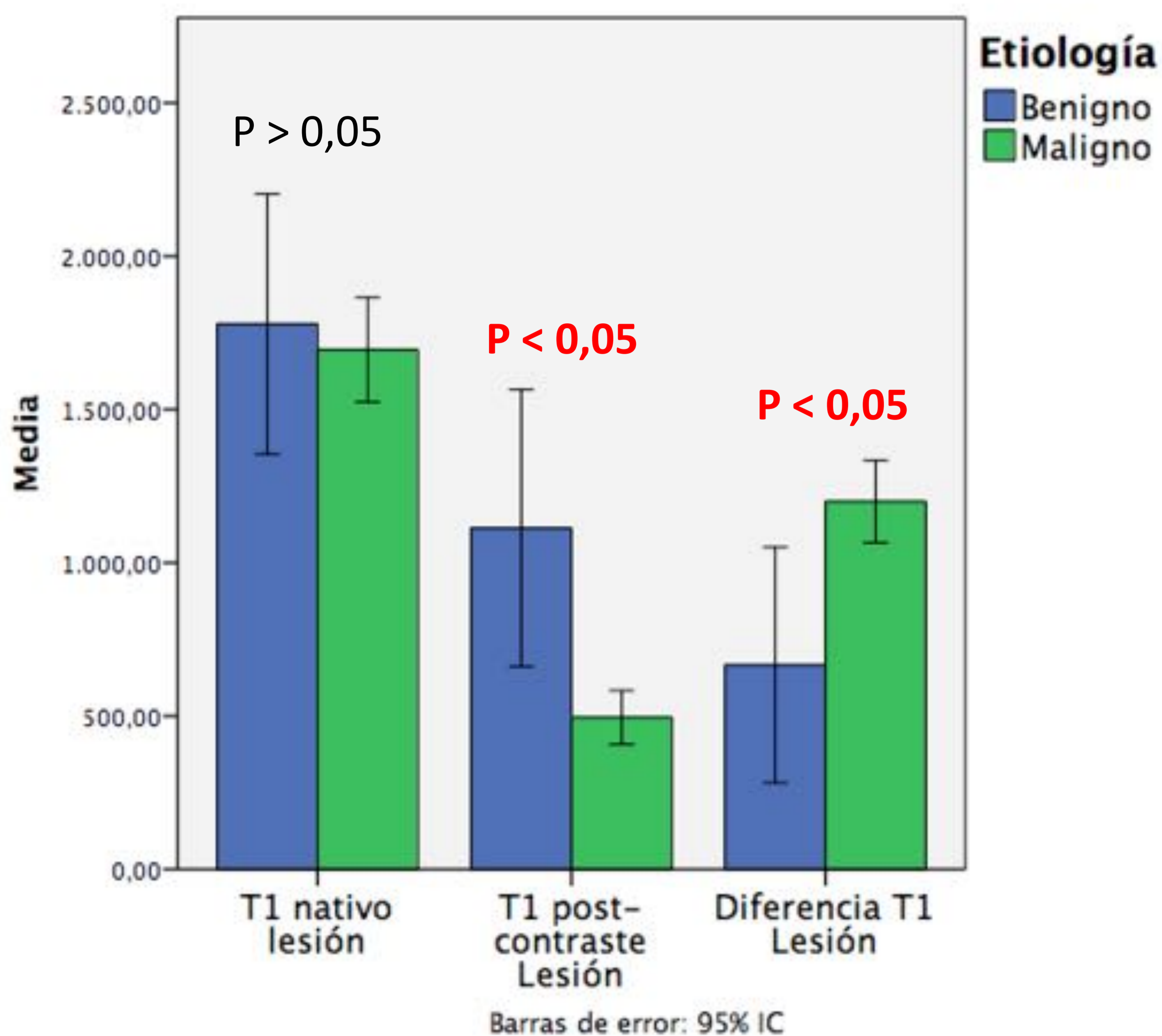


	Benigno (n=17)	Maligno (n=19)	P ($\alpha=0,05$)
T1 nativo músculo	$1279,88 \pm 130,27$	$1249,31 \pm 80,91$	> 0,05
T1 post-contraste músculo	$777,11 \pm 139,67$	$740,63 \pm 64,59$	> 0,05
T1 nativo grasa	$303,11 \pm 37,94$	$320,52 \pm 58,53$	> 0,05
T1 post-contraste grasa	$374,88 \pm 37,27$	$392,42 \pm 88,02$	> 0,05
T1 nativo sangre	$1845,70 \pm 165,97$	$1935,84 \pm 105,67$	> 0,05
T1 post-contraste sangre	$498,11 \pm 371,38$	$368 \pm 46,75$	> 0,05
R1 nativo músculo	$0,82 \pm 0,07$	$0,83 \pm 0,05$	> 0,05
R1 post-contraste músculo	$1,35 \pm 0,2$	$1,38 \pm 0,11$	> 0,05
R1 nativo grasa	$3,37 \pm 0,49$	$3,3 \pm 0,42$	> 0,05
R1 post-contraste grasa	$2,71 \pm 0,3$	$2,67 \pm 0,49$	> 0,05
R1 nativo sangre	$0,55 \pm 0,06$	$0,52 \pm 0,03$	> 0,05
R1 post-contraste sangre	$2,48 \pm 0,69$	$2,74 \pm 0,34$	> 0,05

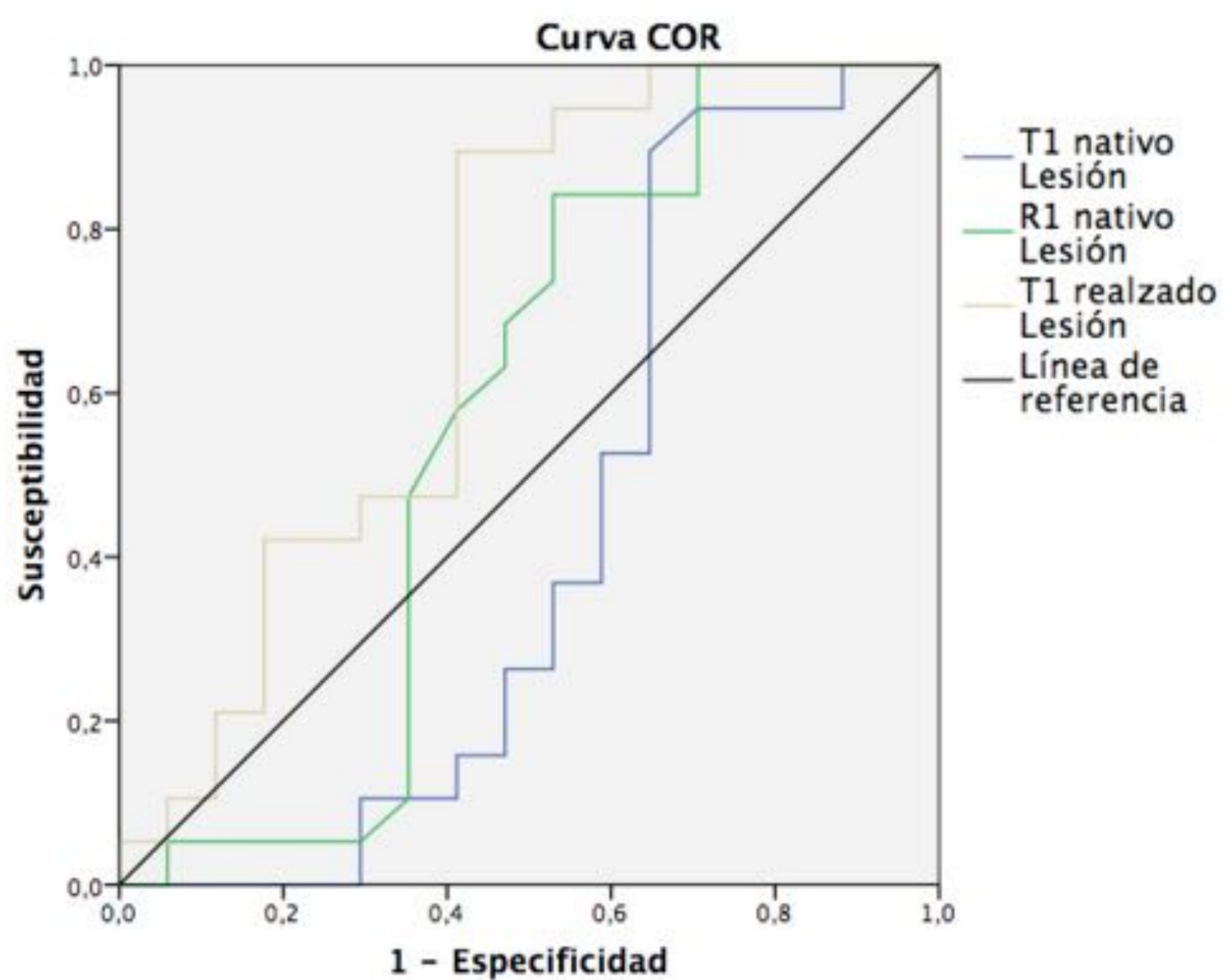
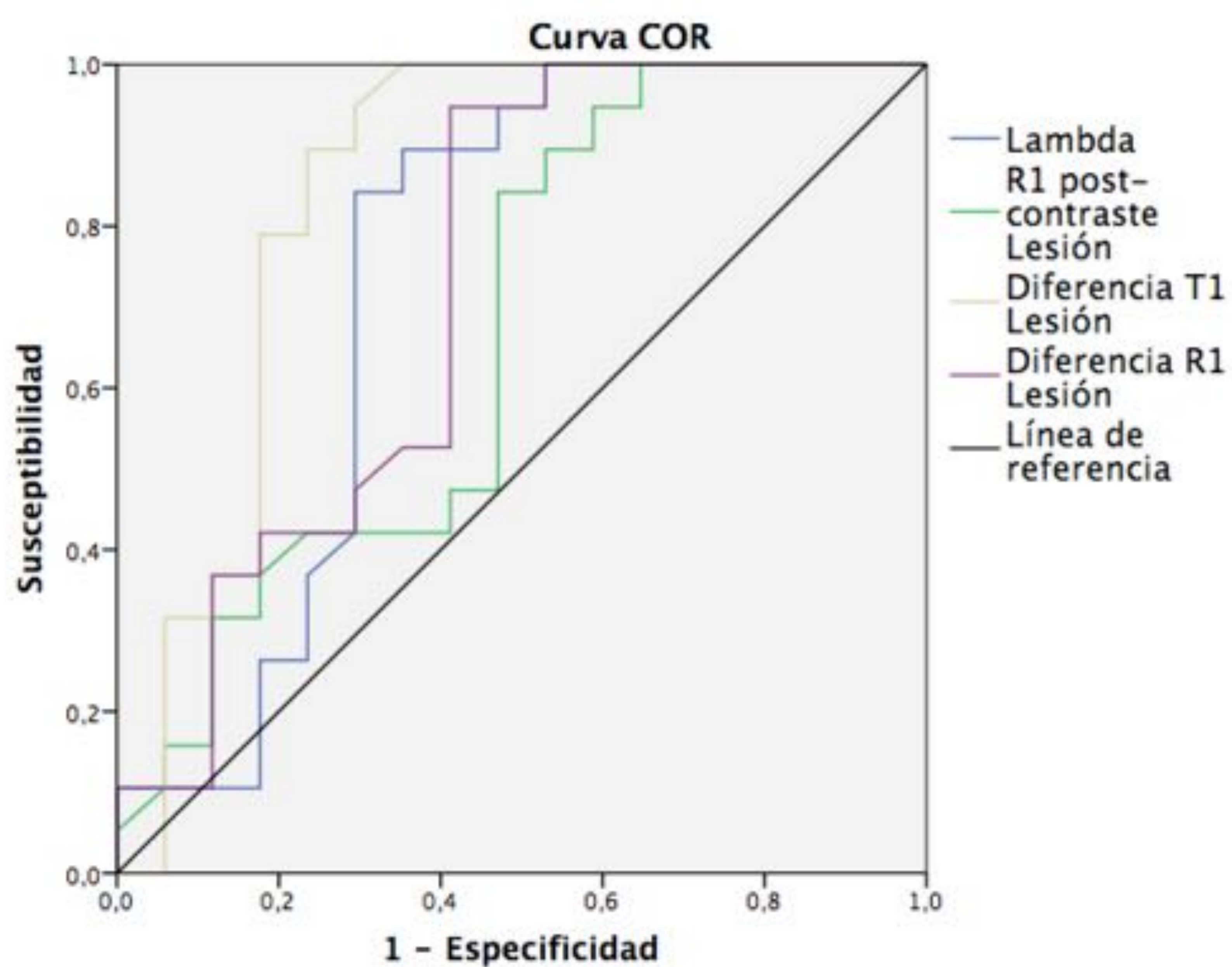


4 Resultados

T1 y R1 nativo, post-contraste y λ



	Benigno (n=17)	Maligno (n=19)	P ($\alpha=0,05$)
T1 nativo Lesión	1778,88 \pm 825,43 ms	1694,89 \pm 353,72 ms	0,701
T1 post-contraste Lesión	112,76 \pm 878,77 ms	495,21 \pm 182,37 ms	0,011
Diferencia T1 Lesión	666,12 \pm 747,5 ms	1199,68 \pm 278,5 ms	0,012
R1 nativo Lesión	0,86 \pm 0,89	0,62 \pm 0,1	0,288
R1 post-contraste Lesión	1,67 \pm 1,02	2,33 \pm 0,64	0,031
Diferencia R1 Lesión	0,82 \pm 1,17	1,71 \pm 0,58	0,009
Coefficiente partición λ	0,21 \pm 0,74	0,73 \pm 0,25	0,012

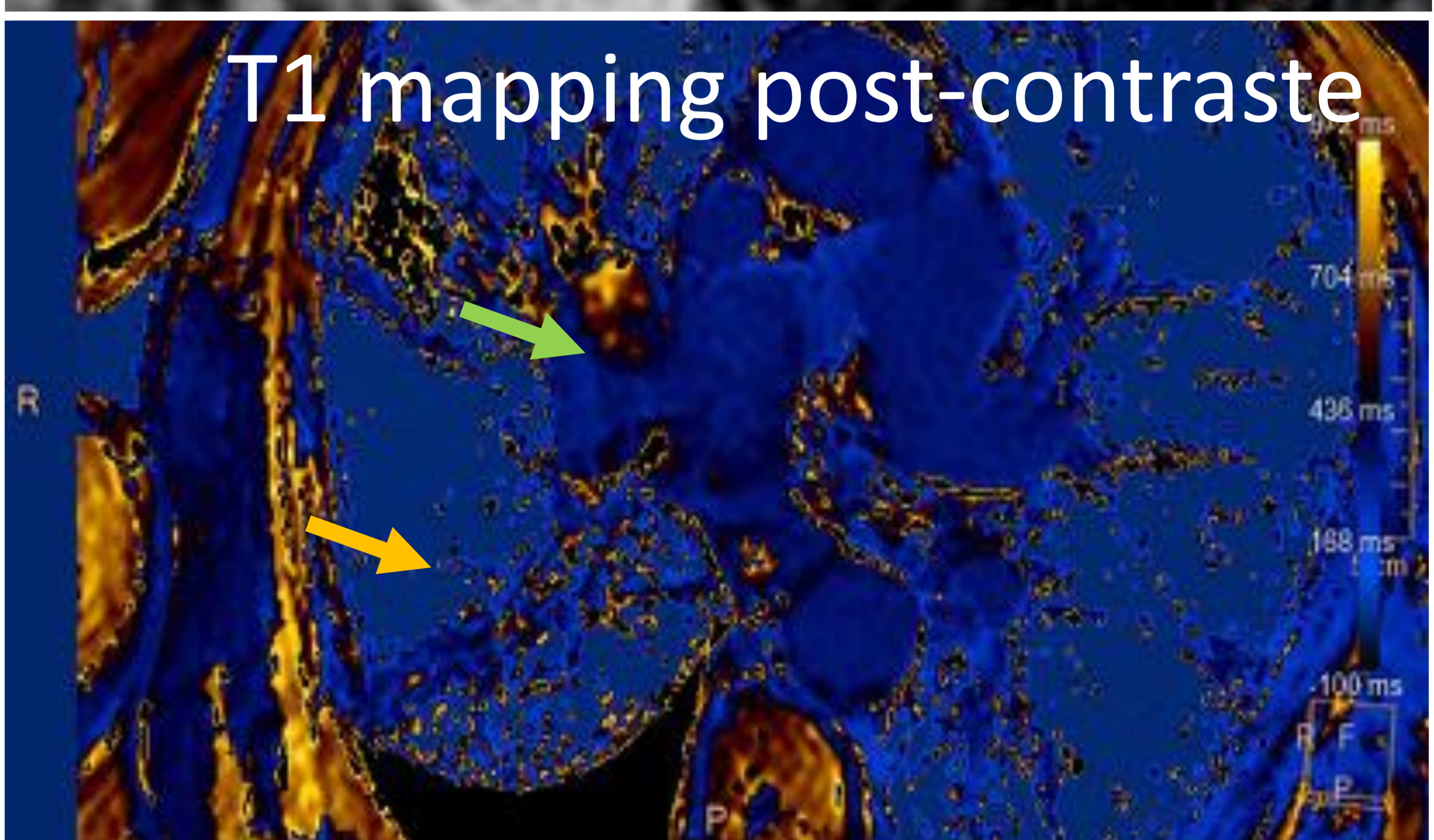
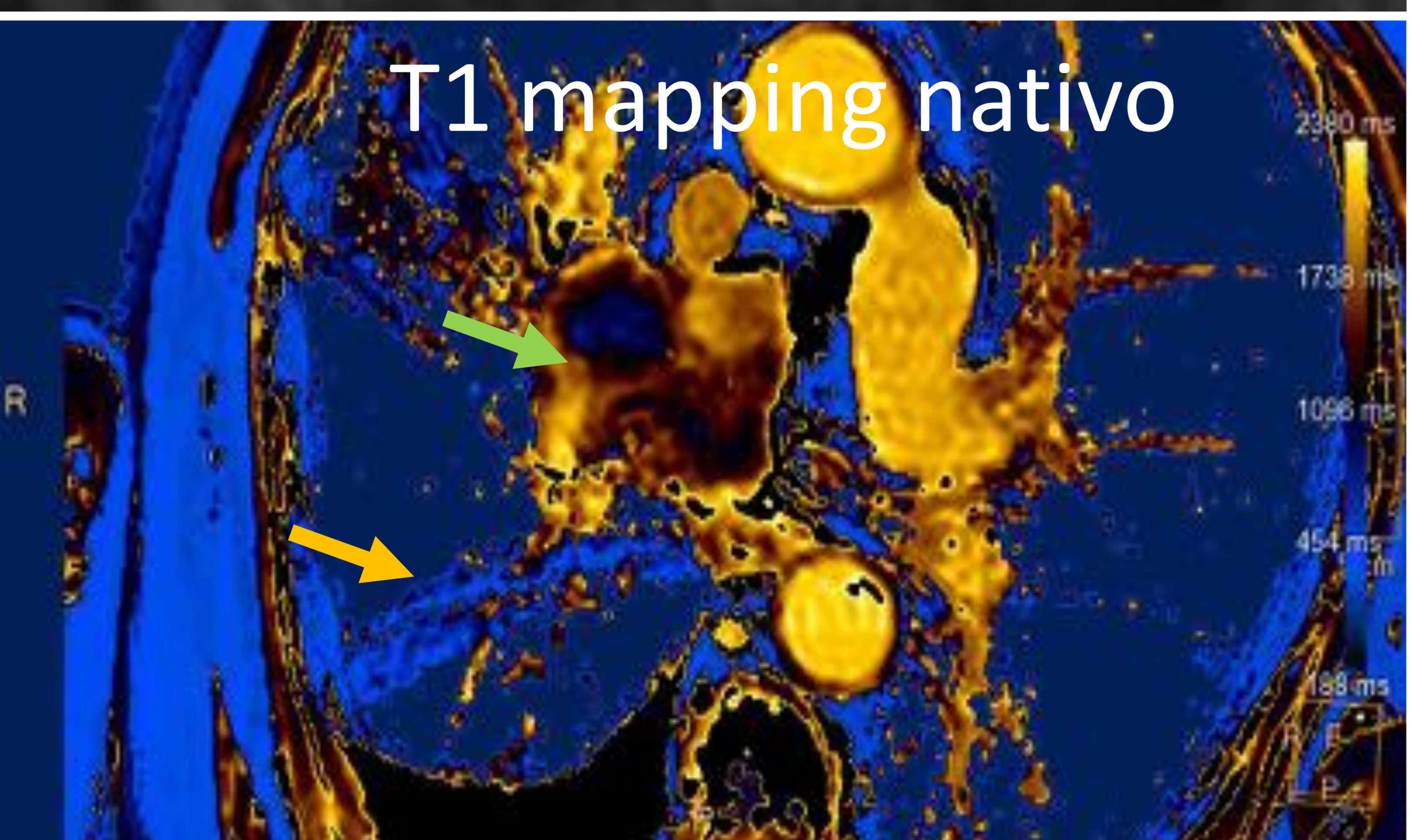
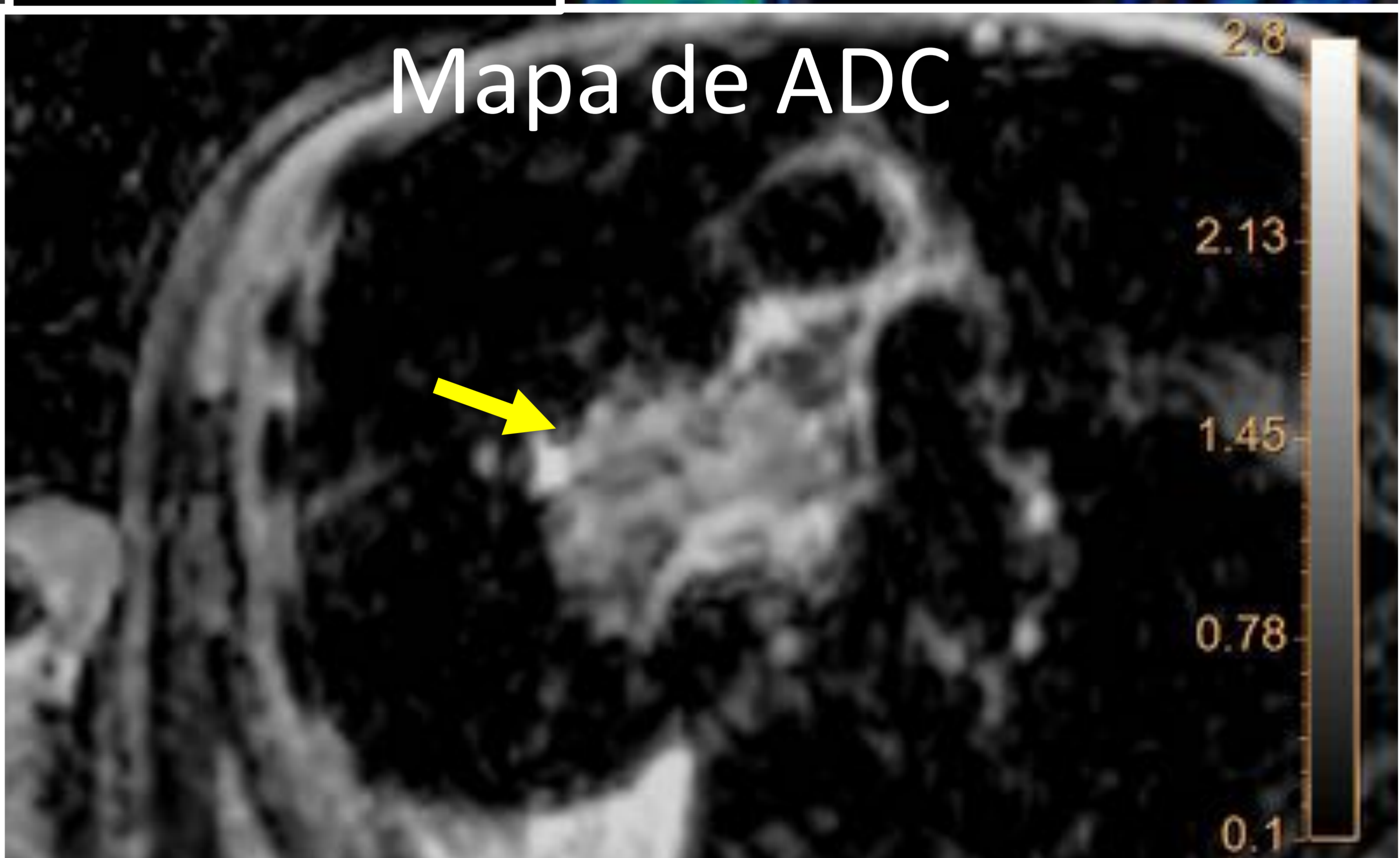
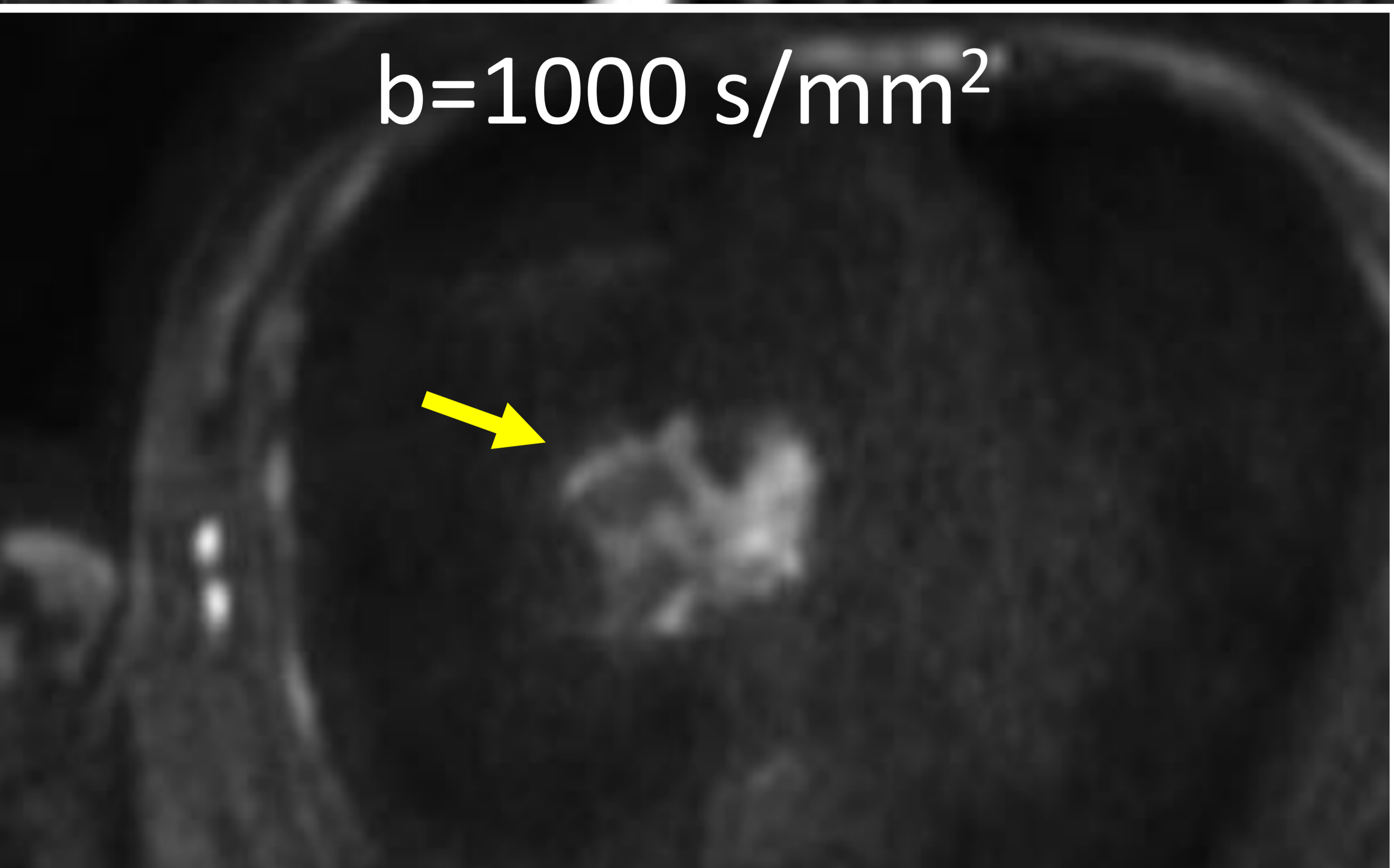
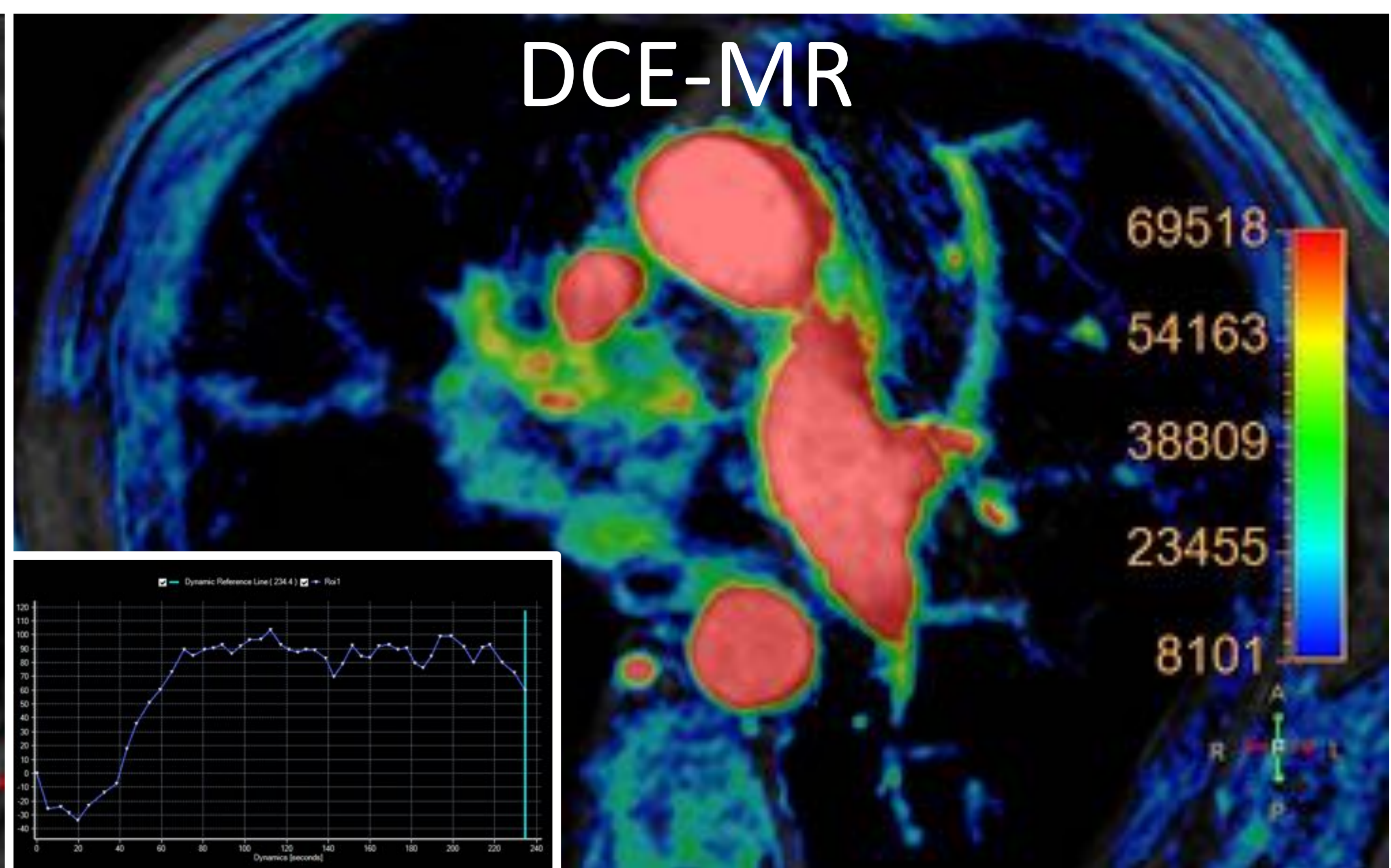
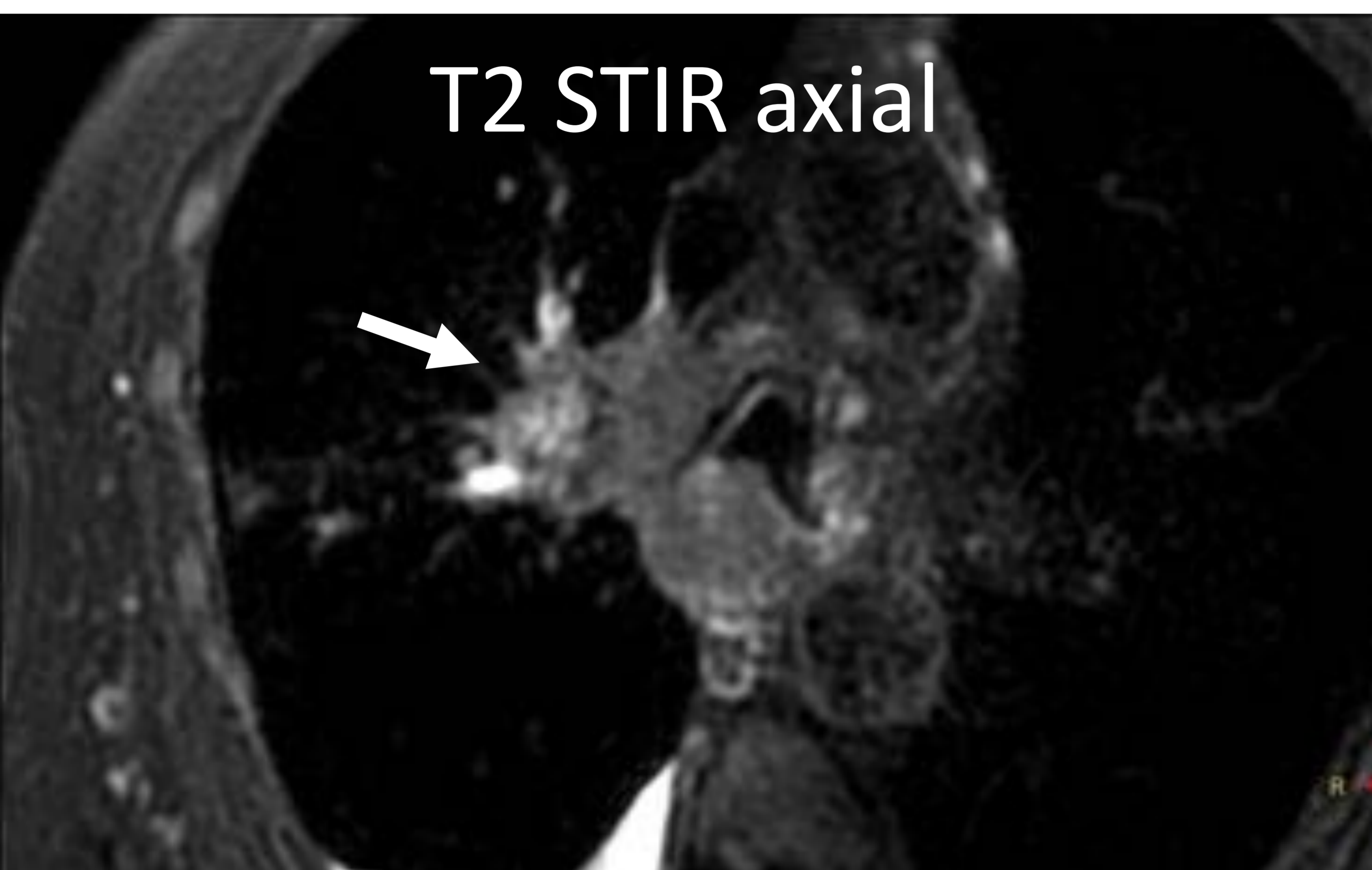


	Curva COR	p
R1 post-contraste Lesión	0,669	0,084
Diferencia T1 Lesión	0,844	< 0,001
Diferencia R1 Lesión	0,726	0,021
Coefficiente partición	0,738	0,015

	Curva COR	p
T1 nativo Lesión	0,429	0,637
R1 nativo Lesión	0,568	0,775
T1 post-contraste Lesión	0,697	0,044

5 Casos de muestra

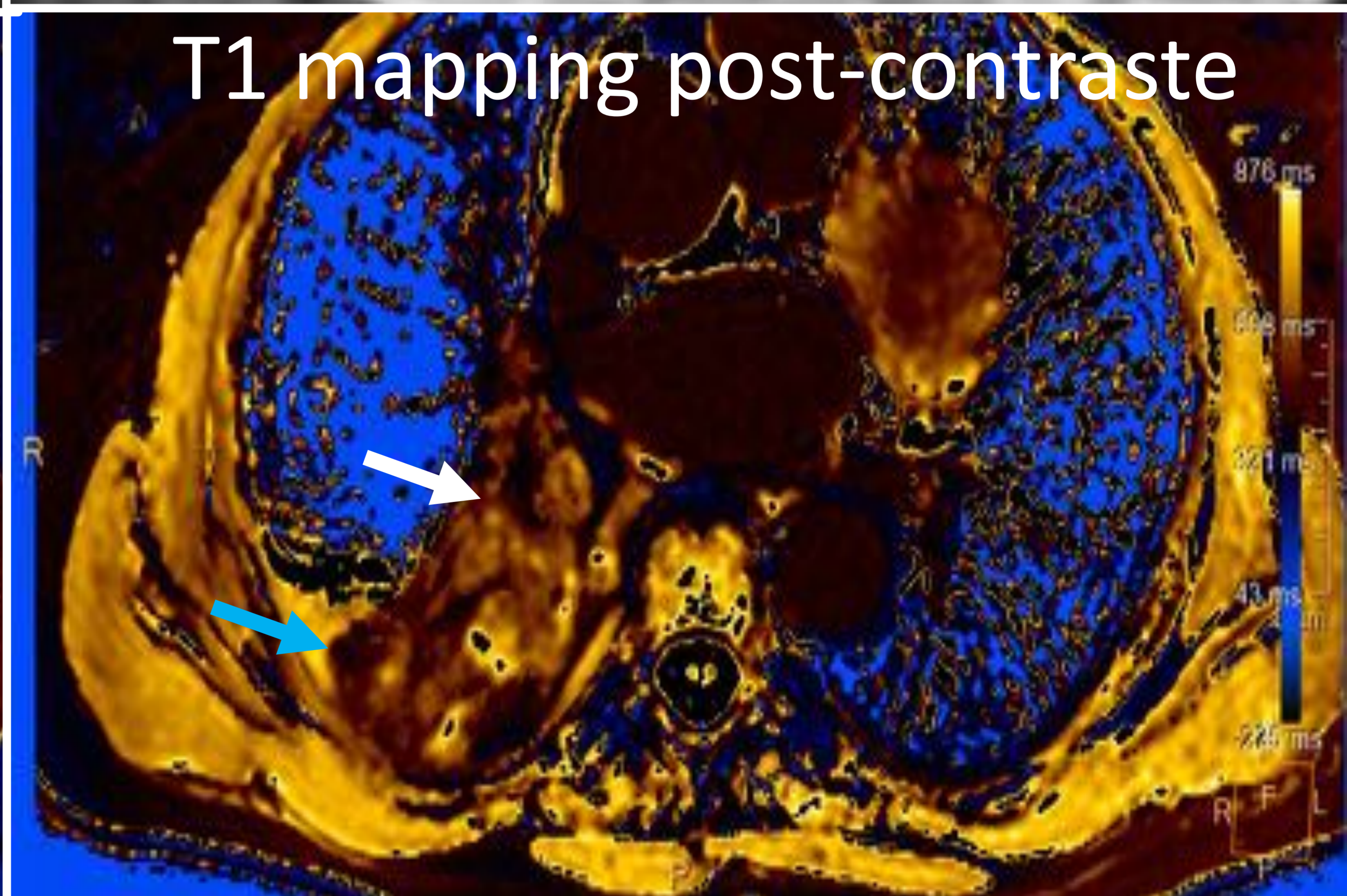
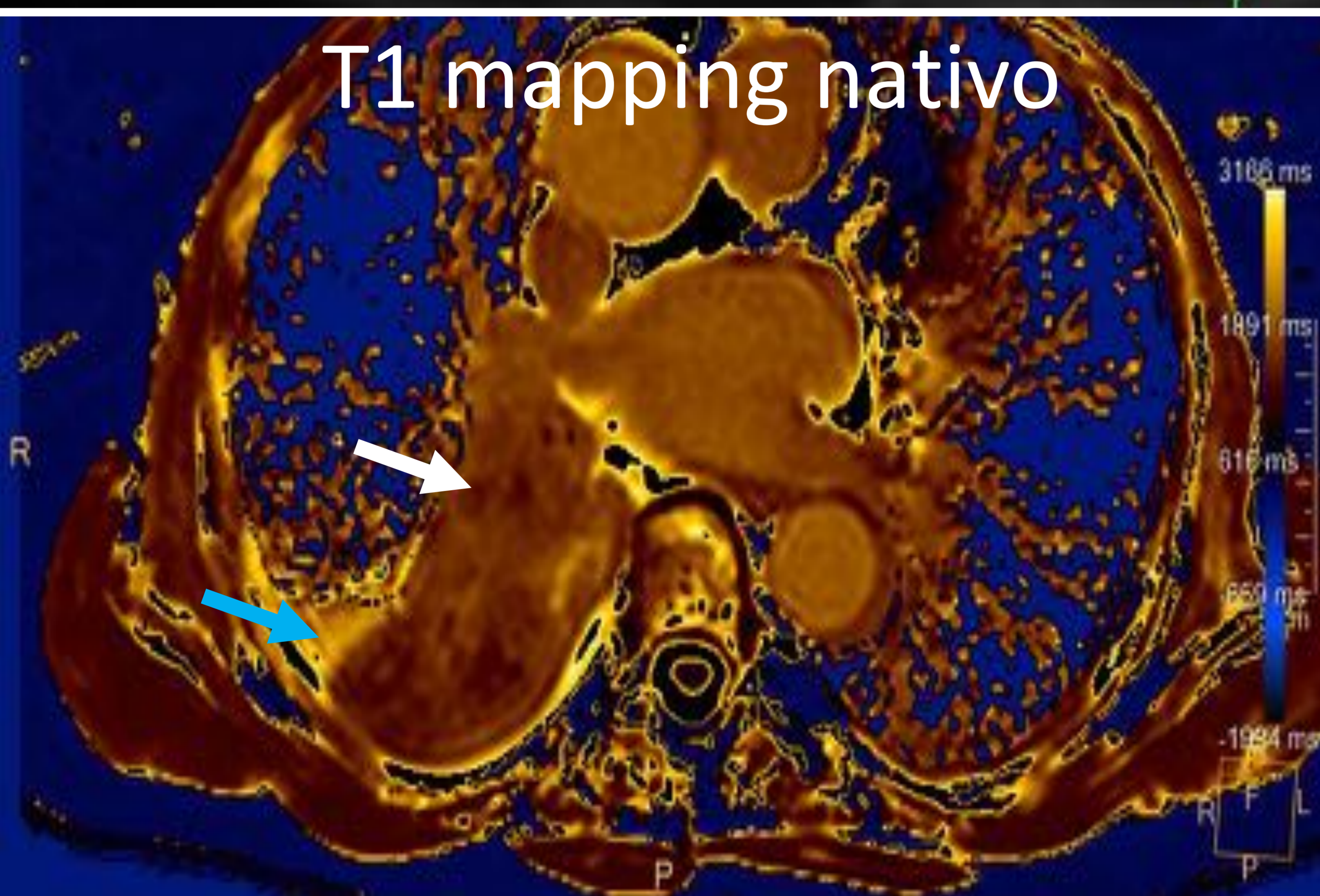
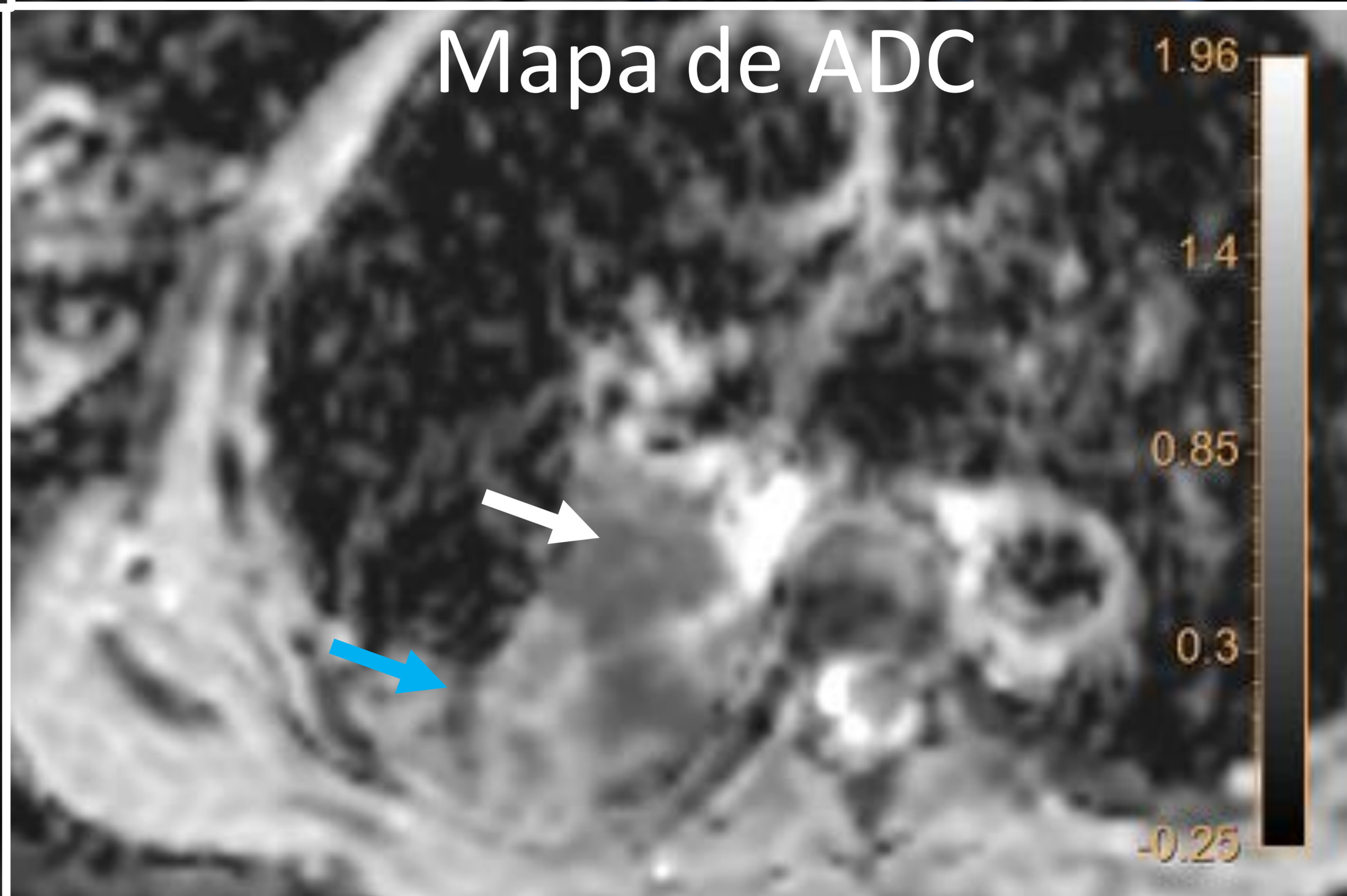
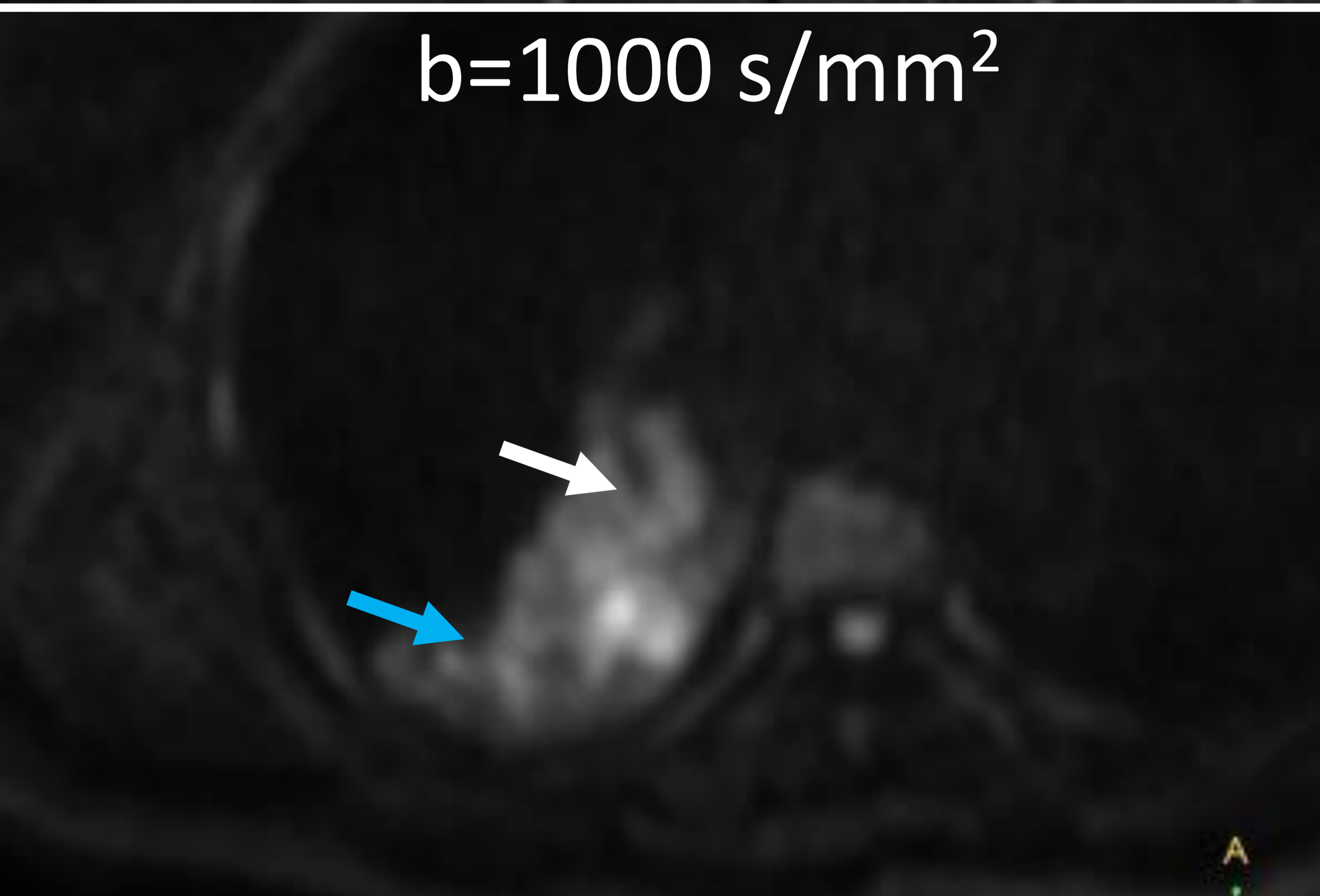
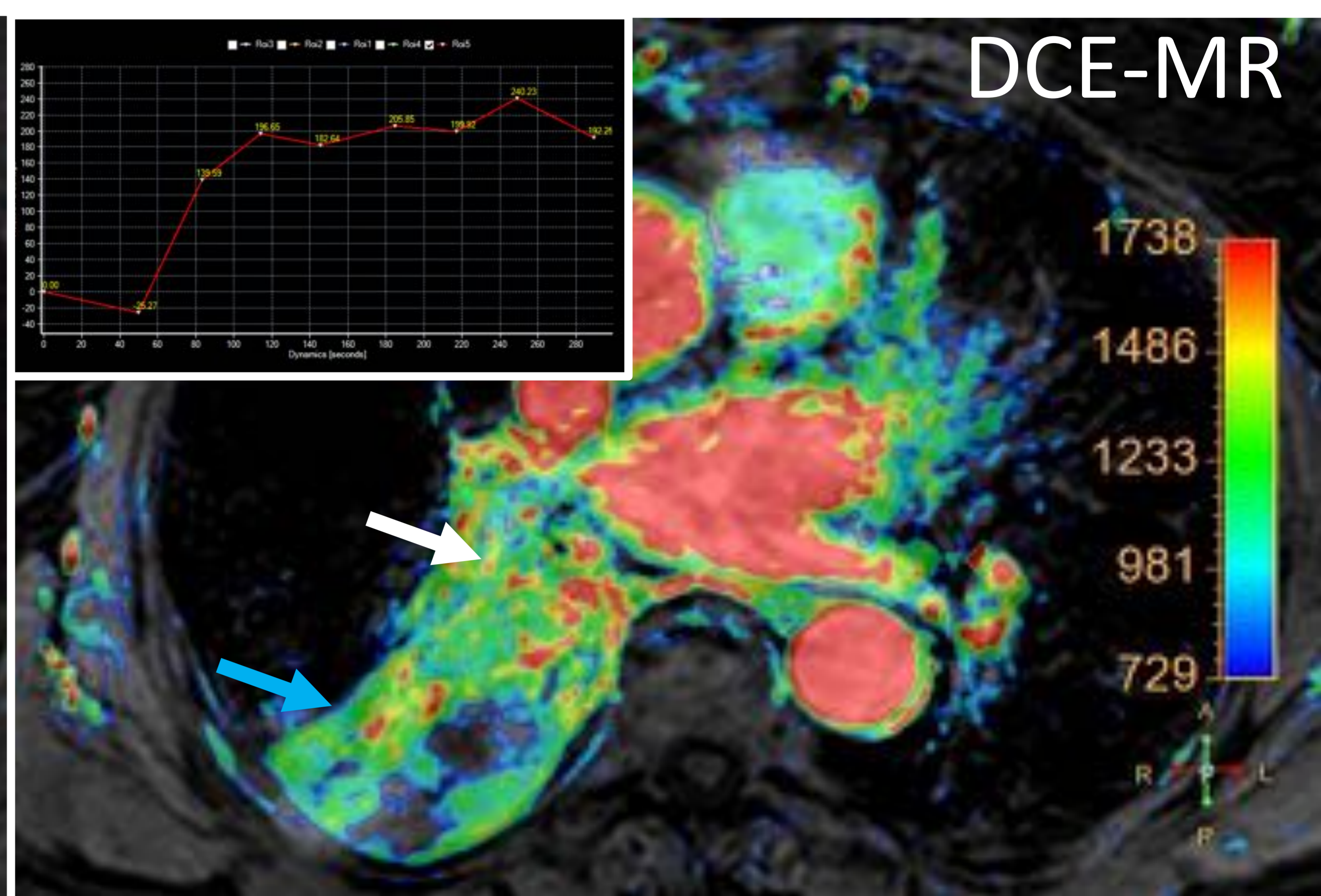
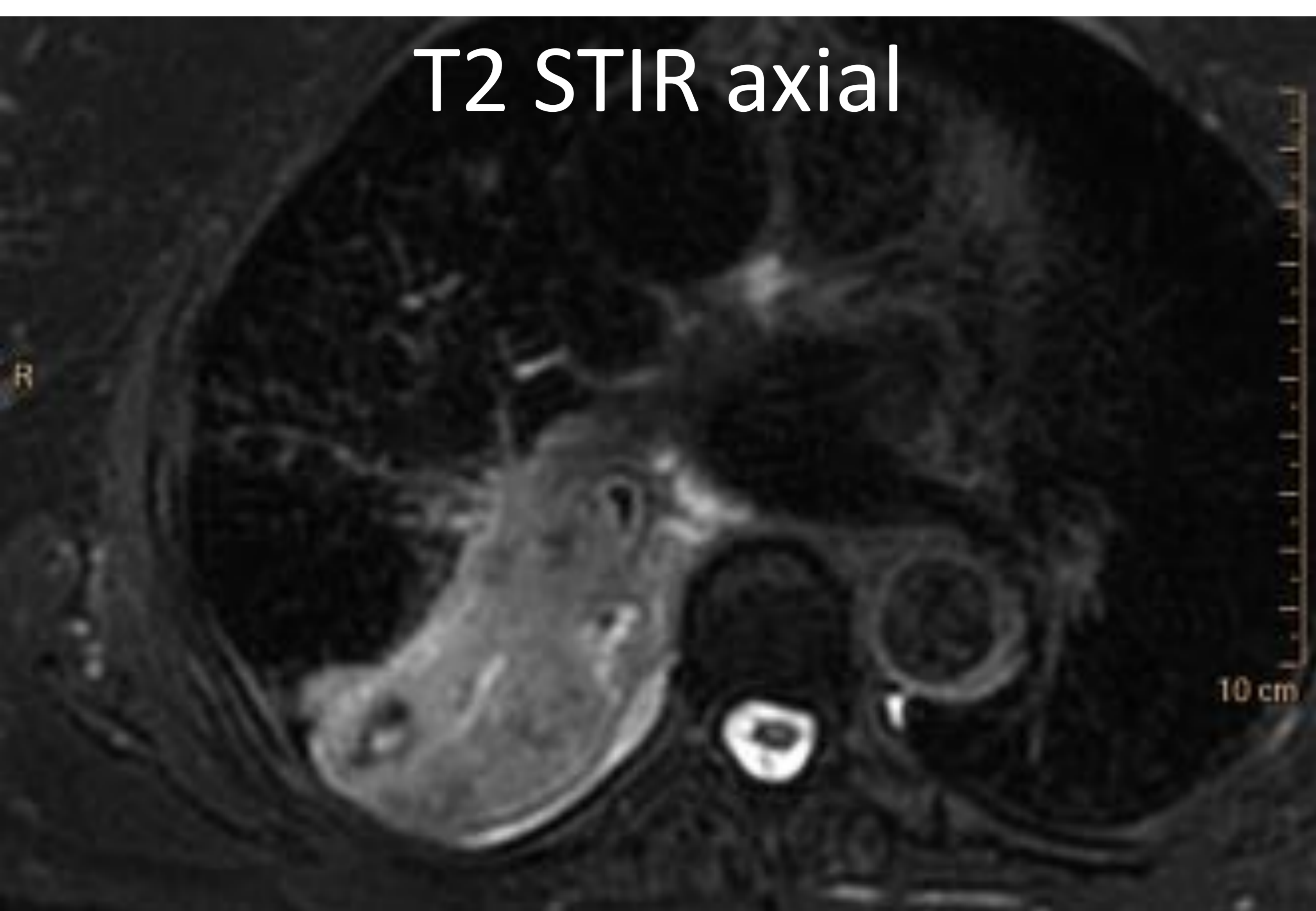
Carcinoma de pulmón central



Paciente varón de 78 años con **carcinoma de pulmón central** heterogéneo en T2 STIR (flecha blanca). En perfusión por RM (DCE-MR) muestra una captación con pendiente de realce pronunciada y meseta (tipo B; perfil maligno). Heterogeneidad en gradiente b alto de difusión e importante restricción en mapa de ADC ($ADC_{medio}: 0,92 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$) sugiriendo agresividad tumoral (flecha amarilla). Mapeo T1 nativo (1397 ms) y post-contraste (T1 357 ms) con una diferencia de T1: 1040 ms y un λ 0,79. Dicho comportamiento, sugestivo de una lesión maligna (flechas verdes) es diferente a la atelectasia periférica (flechas naranjas).

5 Casos de muestra

Carcinoma de pulmón central con neumonitis post-obstruictiva

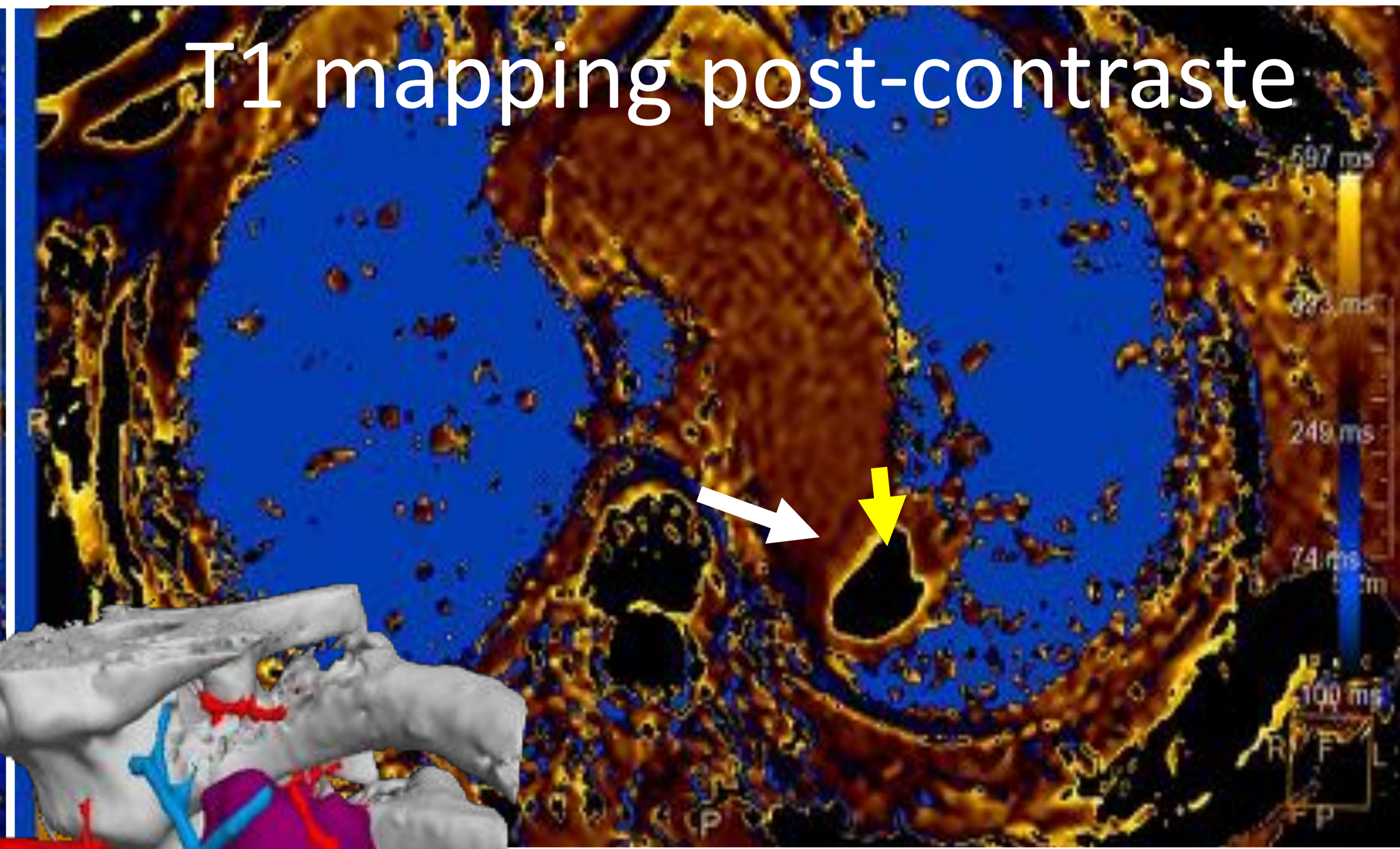
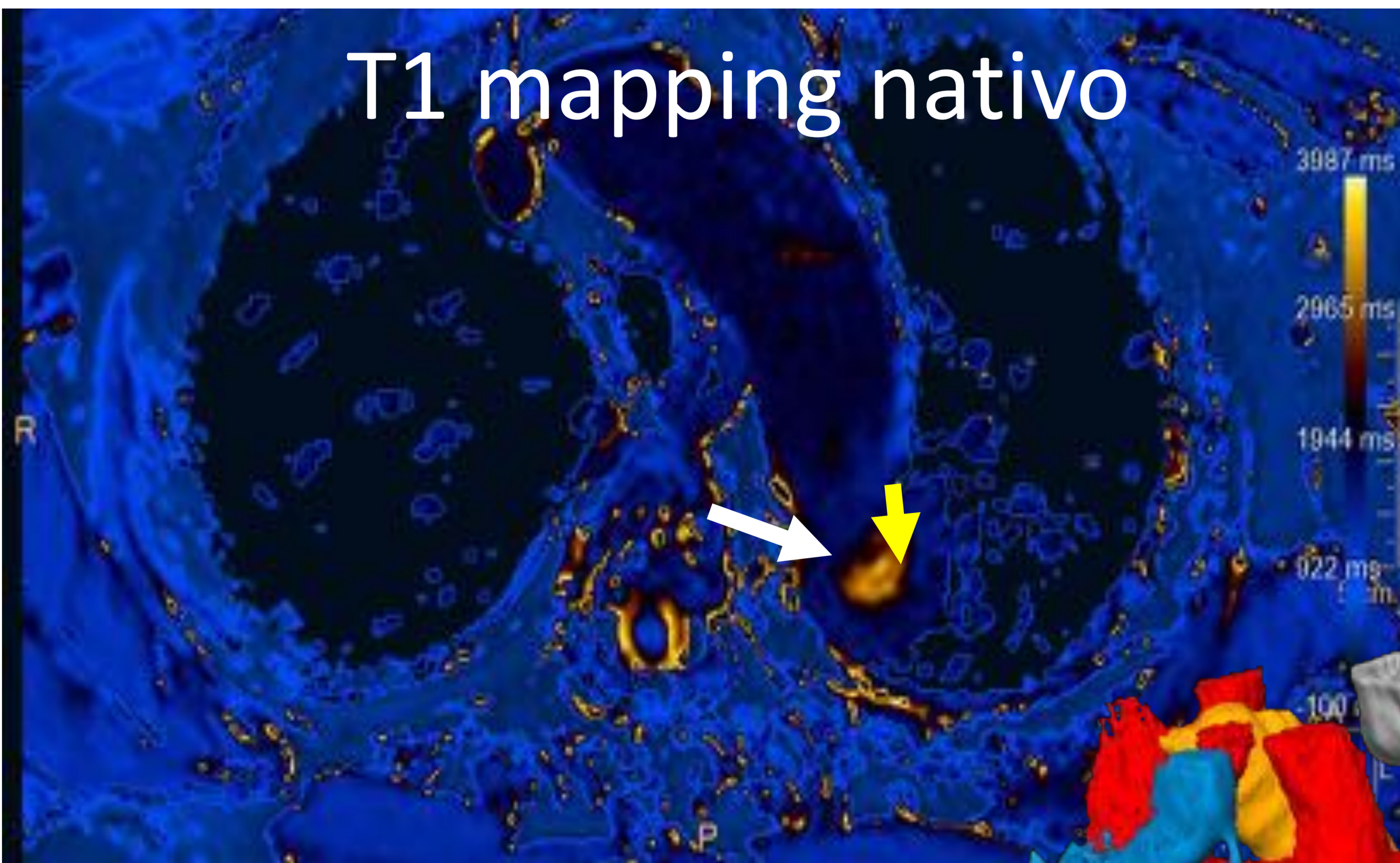
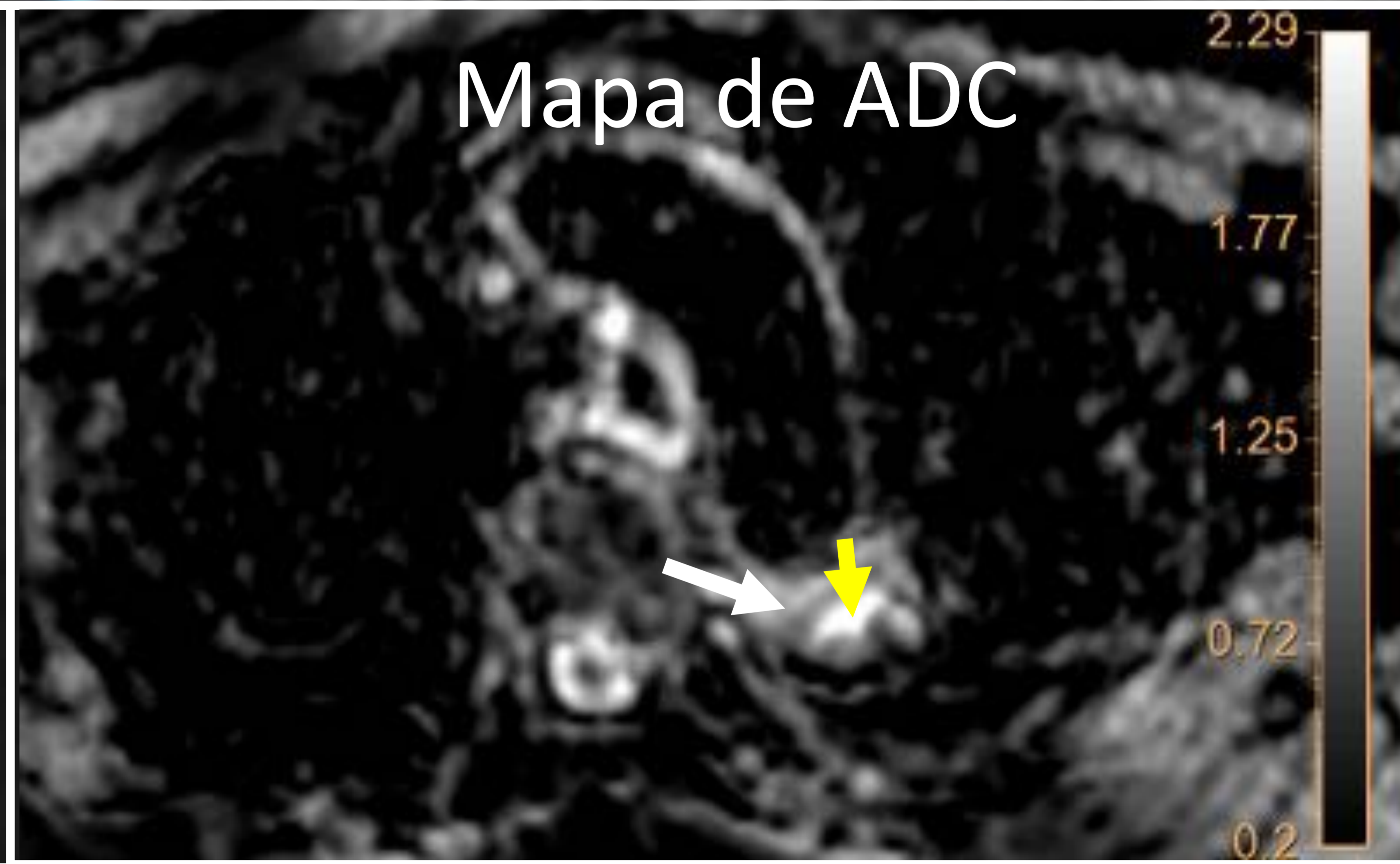
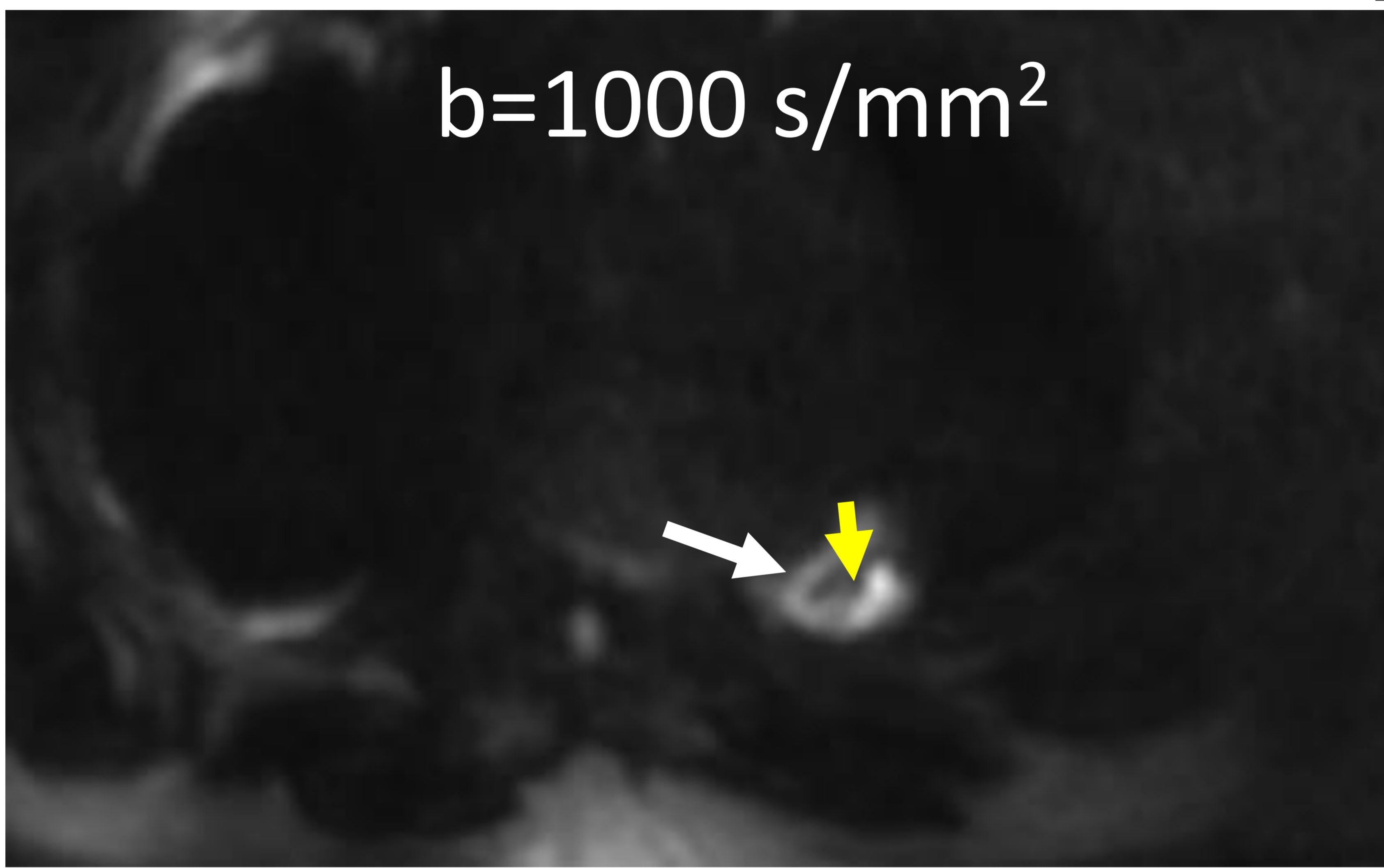
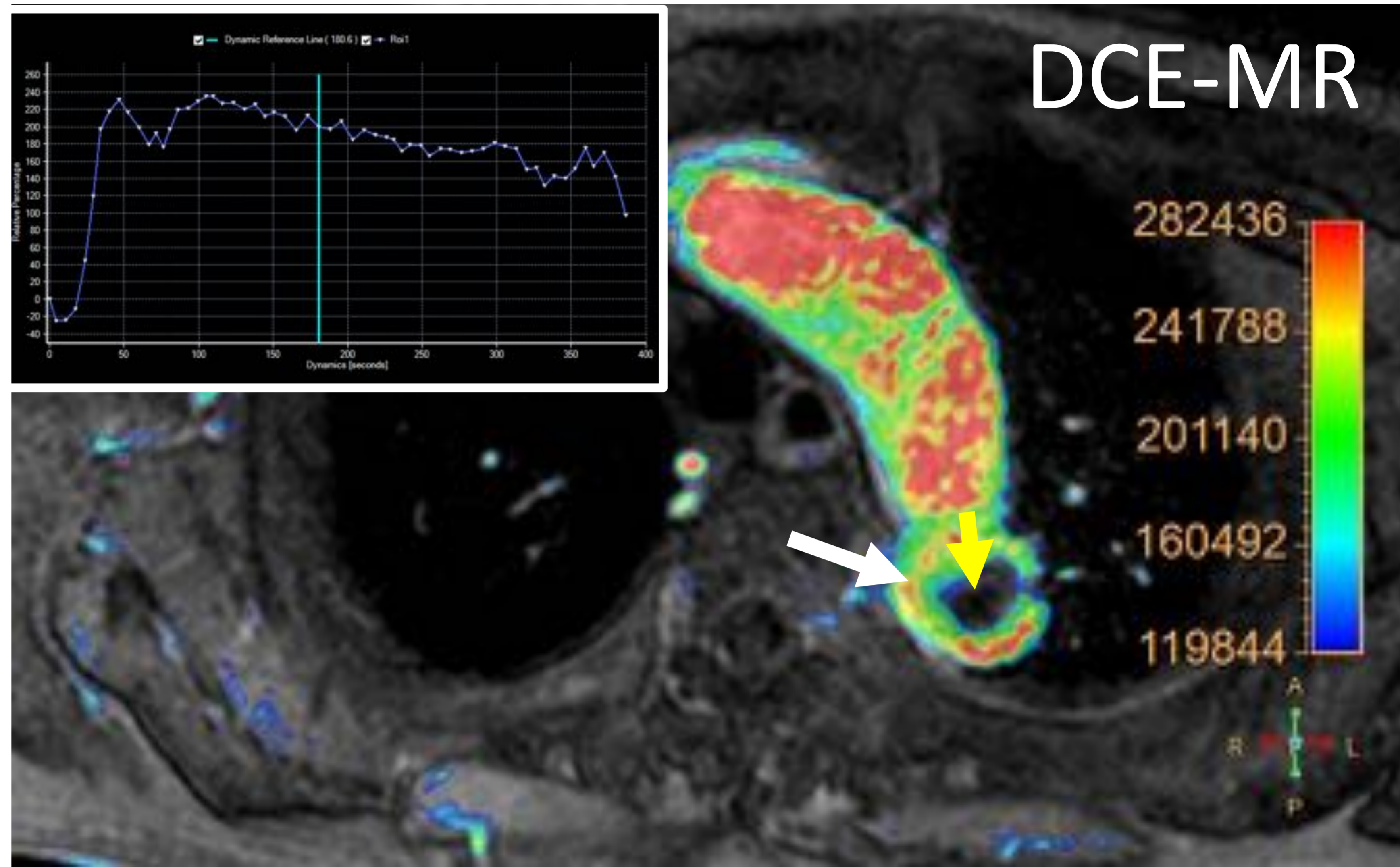


Mujer de 68 con **carcinoma indiferenciado de pulmón central** y neumonitis post-obstruictiva (PON) T3N2M1a.
 Diferente comportamiento de la lesión tumoral (flecha blanca) respecto a la PON (flecha azul) tanto en DCE-MR como en difusión ($ADC_{\text{cáncer}}: 0,99 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ vs. $ADC_{\text{PON}}: 1,65 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$).
 Diferente comportamiento en T1 mapping (T1 nativo 1603 ms y 1363 ms; T1 post-contraste 498 ms y 685 ms; λ 0,7 y 0,37, respectivamente para la lesión y la PON).

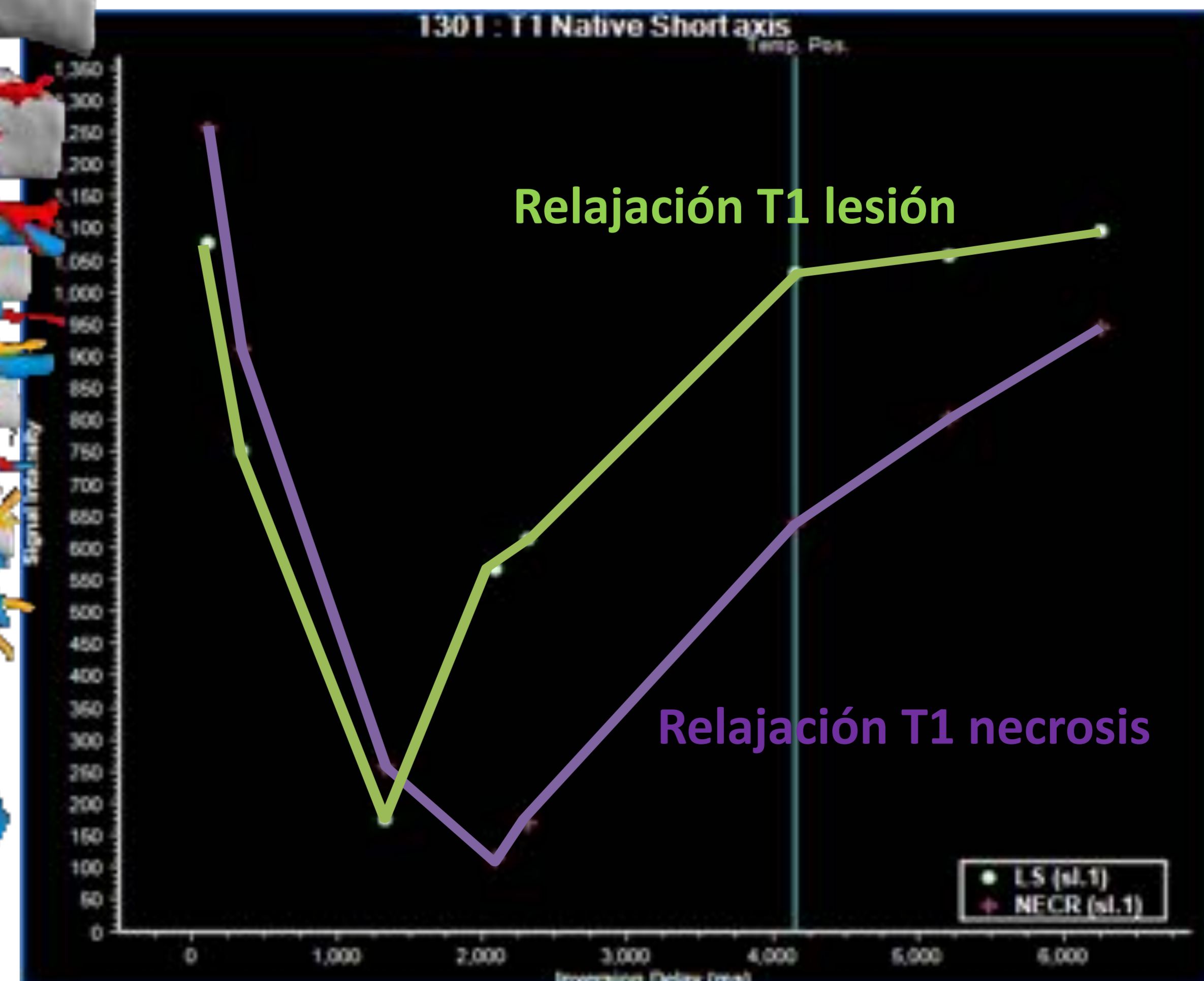
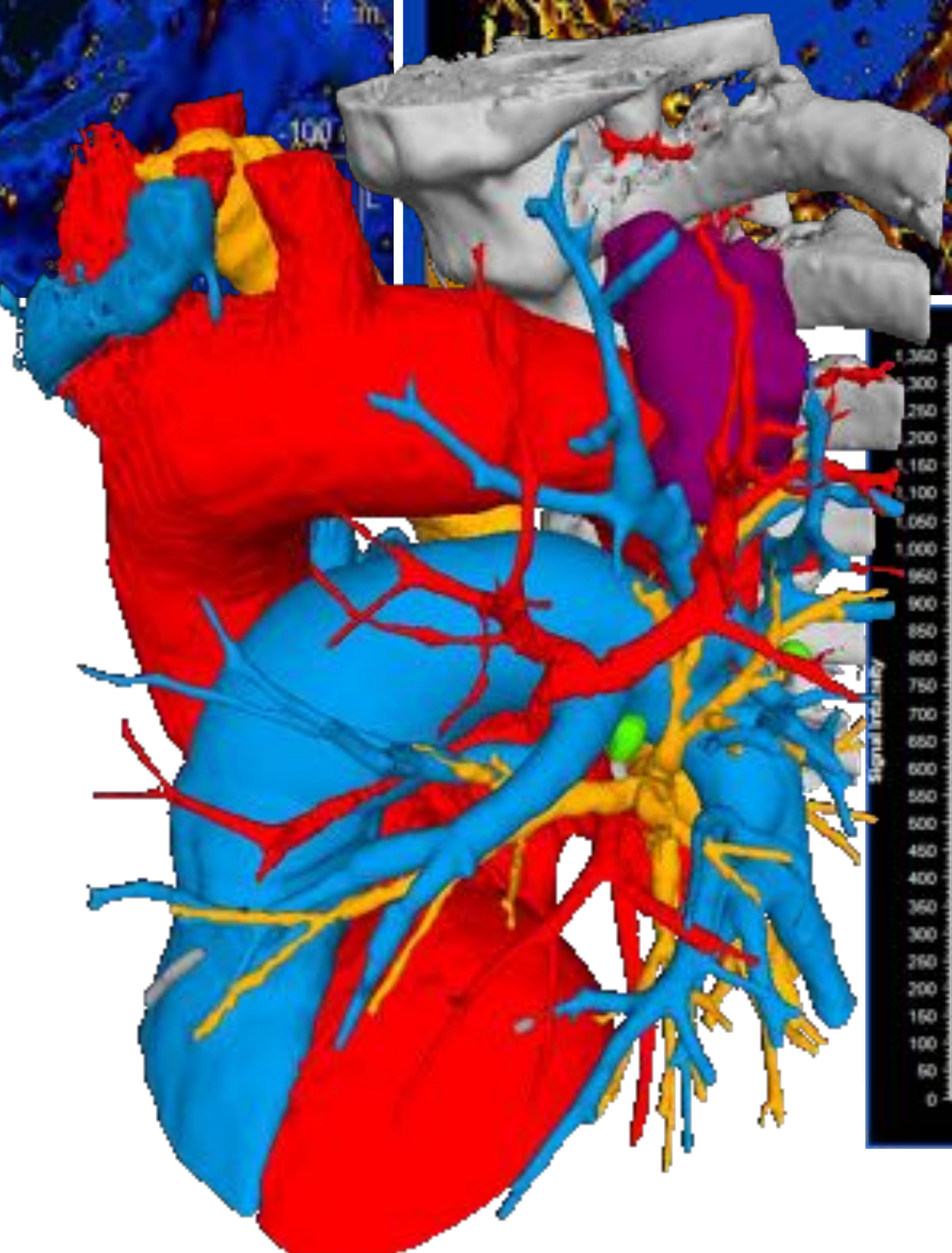
5 Casos de muestra

Carcinoma de pulmón central con neumonitis post-obstruictiva

Varón de 72 años con **adenocarcinoma de pulmón** con infiltración de pleura mediastínica.
 Comportamiento diferencial del tejido tumoral (Flecha blanca; hipervascular en DCE-MR y restrictivo en difusión) respecto a la necrosis central (flecha amarilla; $ADC_{\text{tumor}}: 0,55 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$; $ADC_{\text{necrosis}}: 2,54 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$).

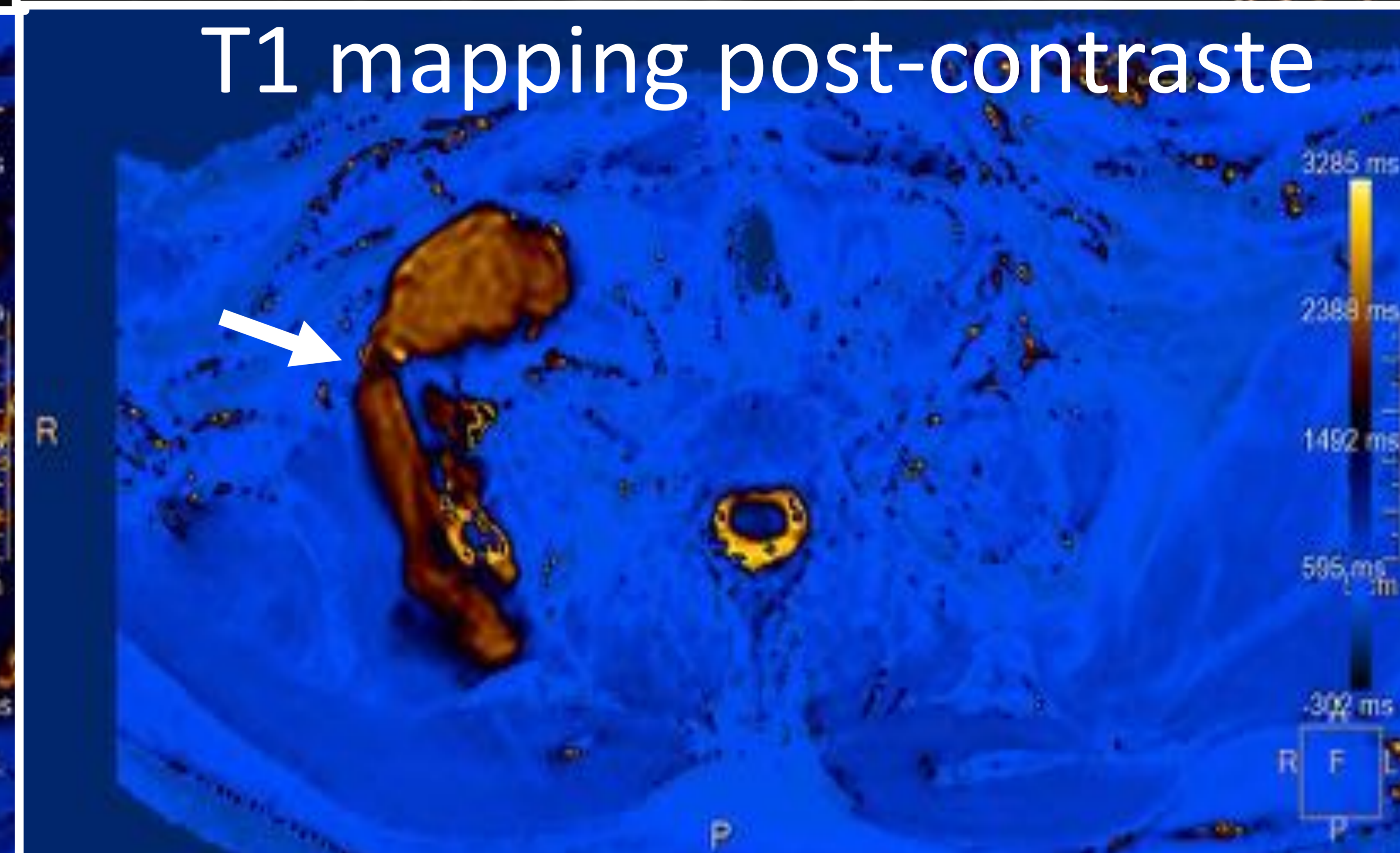
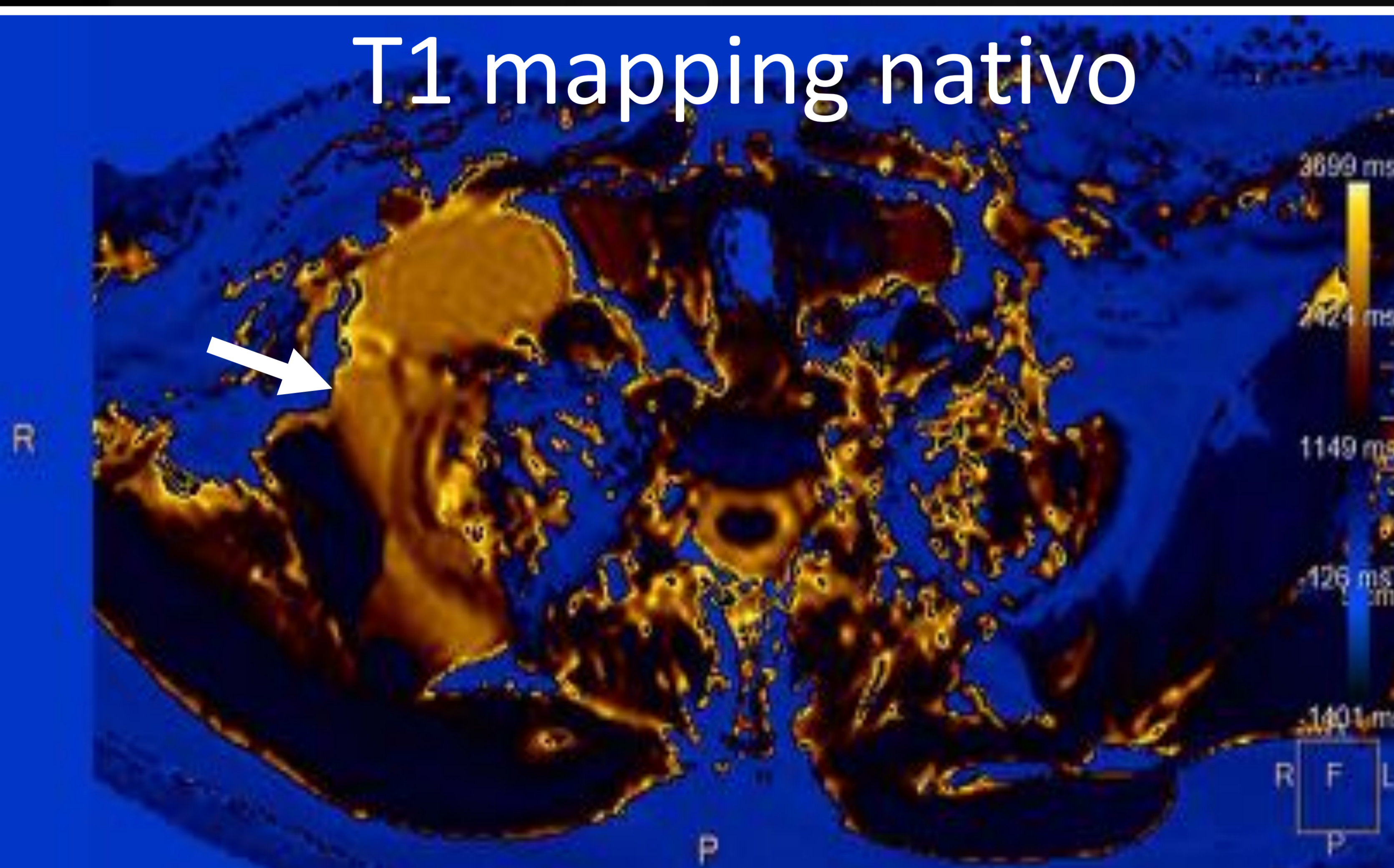
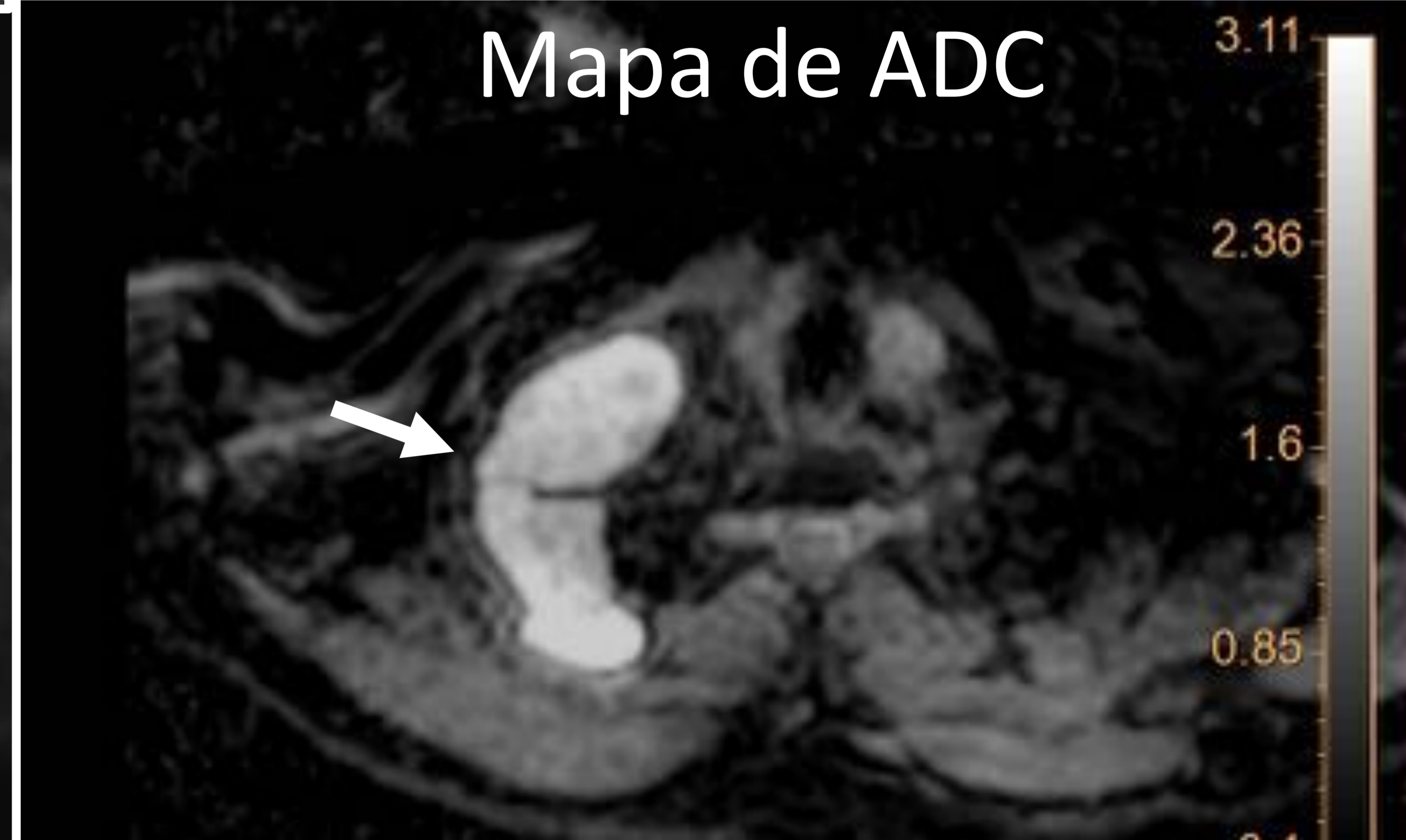
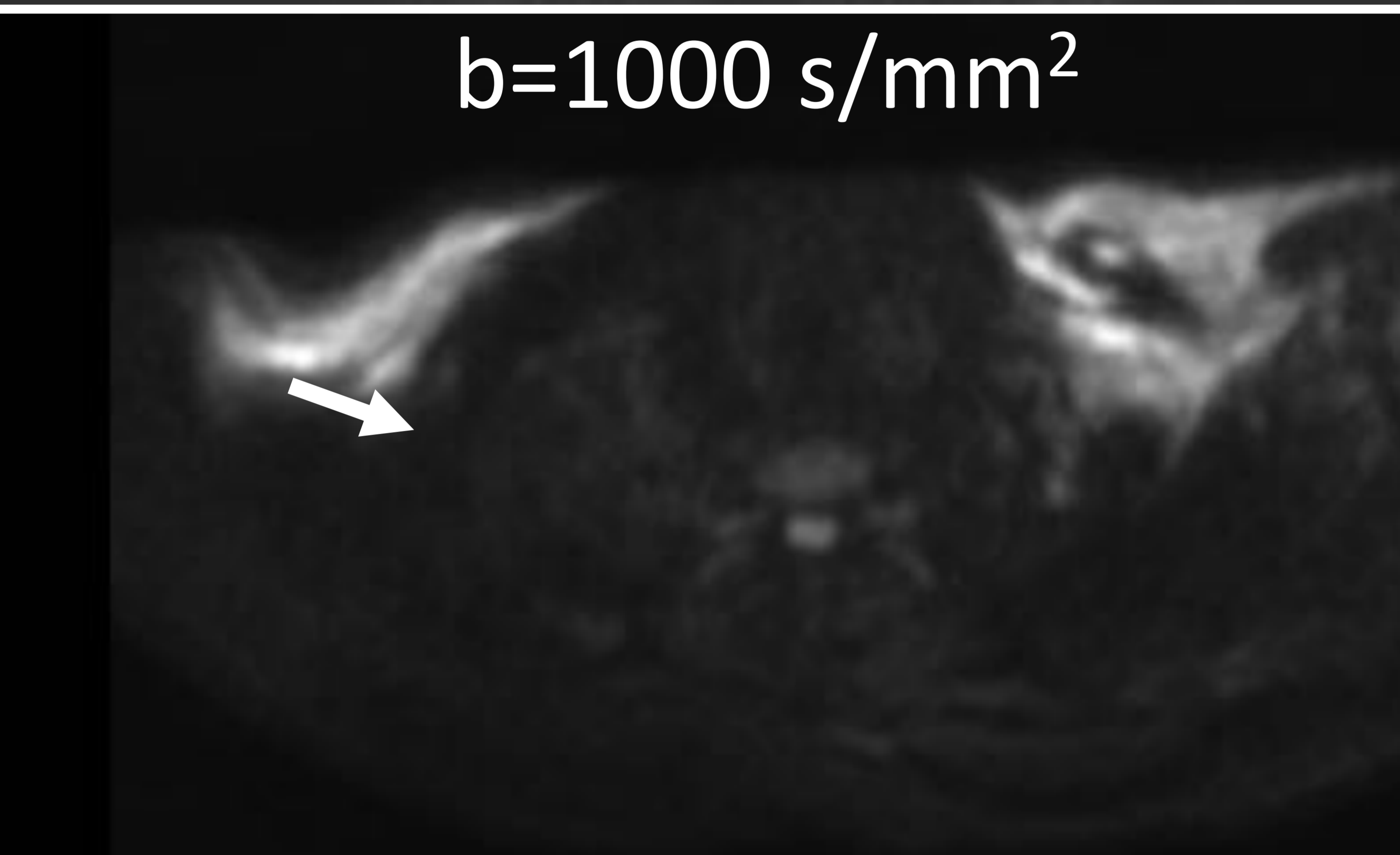
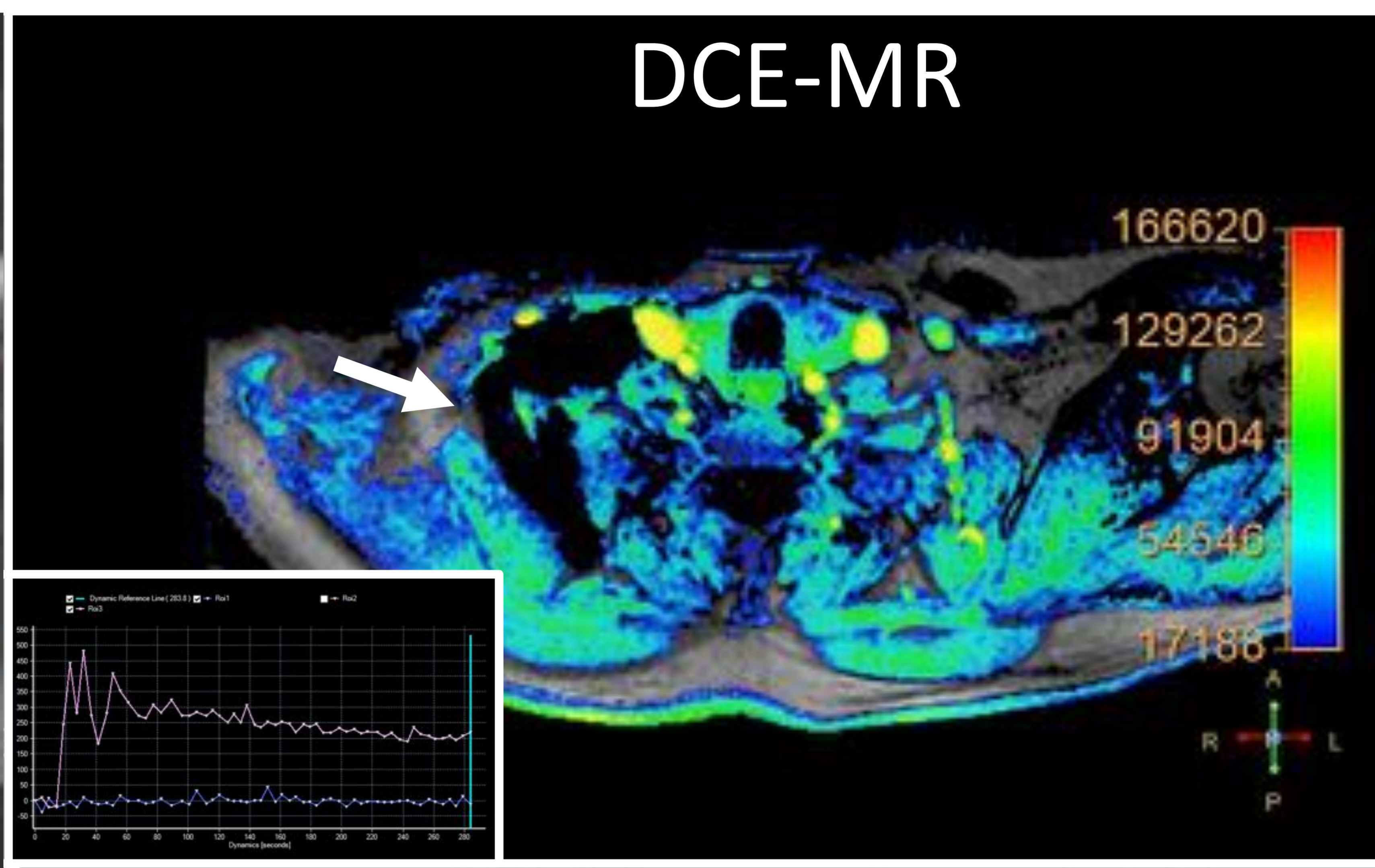
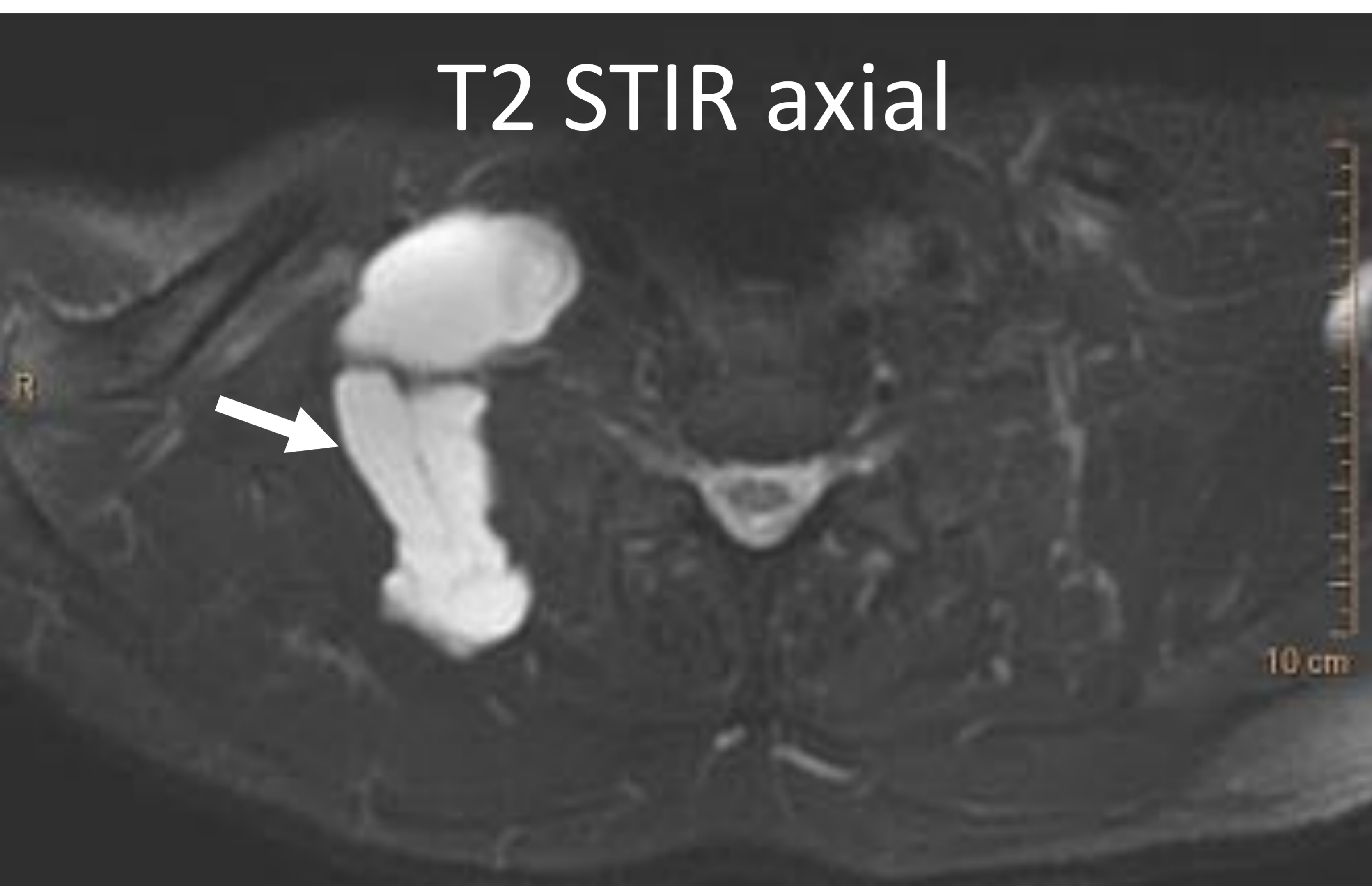


Comportamiento diferencial también en T1 mapping del **tumor** (T1 nativo 1614 ms; T1 post-contraste: 323 ms; $\lambda: 1,15$) respecto a la **necrosis** (T1 nativo: 2875 ms; T1 post-contraste: 2435 ms; $\lambda: 0,03$)



5 Casos de muestra

Carcinoma de pulmón central con neumonitis post-obstruictiva



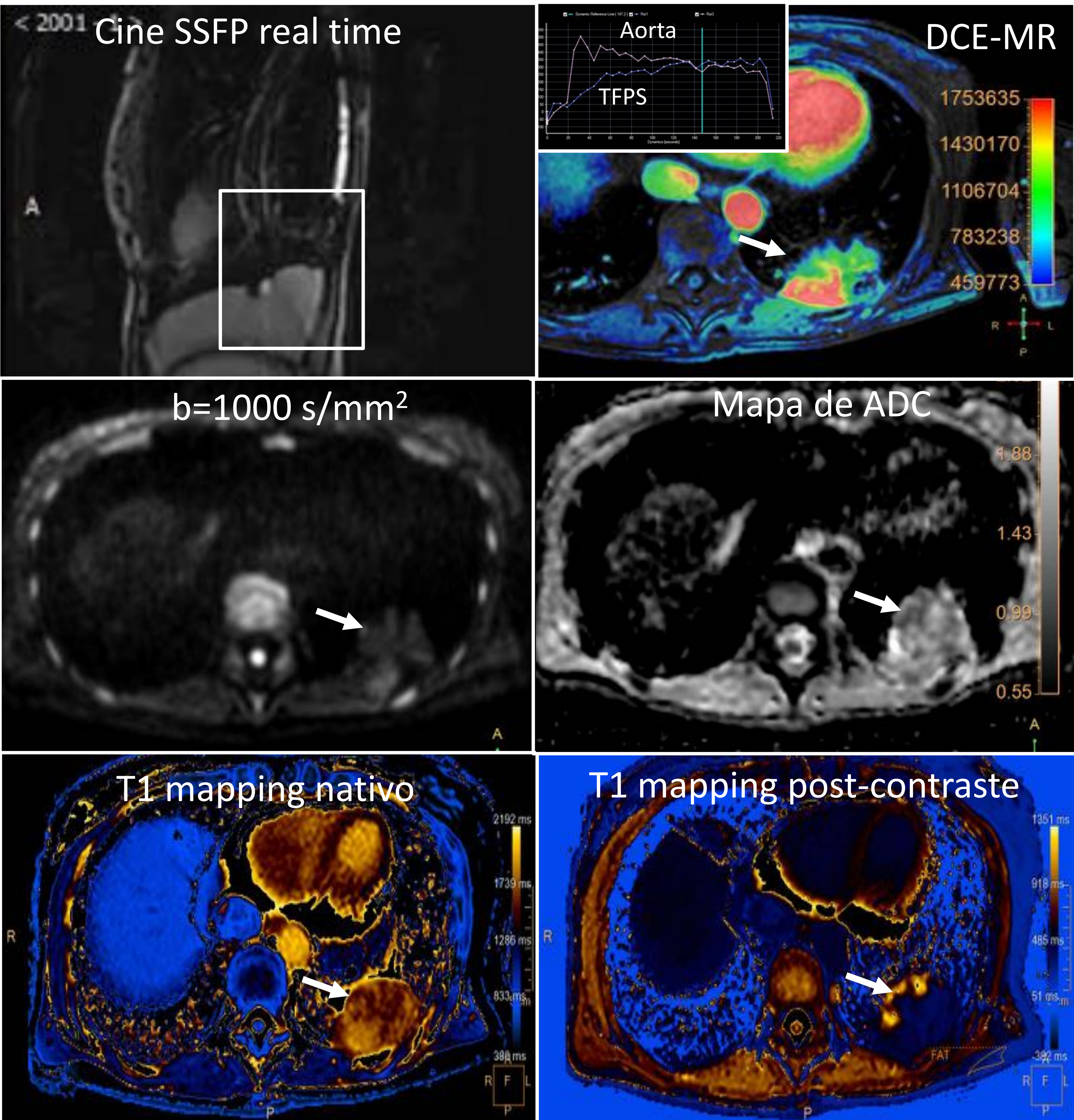
Varón de 64 años con **lesión quística multilocular** en hueso supraclavicular derecho. Es homogénea en secuencias morfológicas (T2 STIR) y con un ligero realce de los tabiques finos en DCE-MR.

En difusión presenta atenuación de la señal en gradiente b alto e hiperintensidad en mapa de ADC indicativo de origen benigno (no restrictivo; ADC: $2,28 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$).

En **T1 mapping** muestra un comportamiento (T1 nativo: 2361 ms; T1 post-contraste: 1952 ms; Diferencia T1: 409 ms; λ : 0,04) sugestivo de benignidad (**linfangioma quístico**; flechas blancas)

5 Casos de muestra

Carcinoma de pulmón central con neumonitis post-obstruictiva



Mujer de 44 años con **tumor fibroso pleural solitario** (flechas blancas). Masa originada en la pleura visceral, móvil con maniobras respiratorias, sita en lóbulo inferior izquierdo. Muestra captación significativa de contraste y restricción en secuencias de difusión ($ADC_{\text{medio}}: 0,98 - 1,03 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$). Heterogeneidad intratumoral con un comportamiento claramente diferencial respecto al tejido circundante en **T1 mapping** (T1 nativo: 1632 ms; T1 post-contraste: 519 ms; diferencia T1: 1113 ms; $\lambda: 0,77$).

5 Limitaciones y conclusión

Take a home message

Limitaciones:

1. No doble lectura para valorar reproducibilidad y precisión
2. No correlación histológica entre el intersticio tumoral y el coeficiente de partición. No cálculo de ECV.
3. Tamaño muestral pequeño

