

Utilidad del TC espectral en el diagnóstico de tromboembolismo pulmonar

Míriam Álvarez Sánchez, Clara Ramírez Jaén, Juan Toranzo Murugarren, Rafael Sanz Bernardo, Daniel Fernando Vásquez Echeverri, Noelia Rivera Rodríguez, Imane Zouhri Chahboun, Natalia Cadrecha Sánchez

Servicio de Radiodiagnóstico, Hospital Universitario de Cabueñes (Gijón, Asturias).

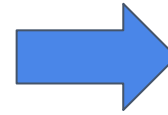
Objetivos docentes

1. Revisar los principios básicos del TC espectral y los distintos mapas disponibles.
 2. Analizar su utilidad y aplicación clínica en el diagnóstico del tromboembolismo pulmonar.
 3. Describir los principales artefactos y pitfalls asociados, para mejorar la interpretación radiológica y reducir falsos positivos.
-

Revisión del tema

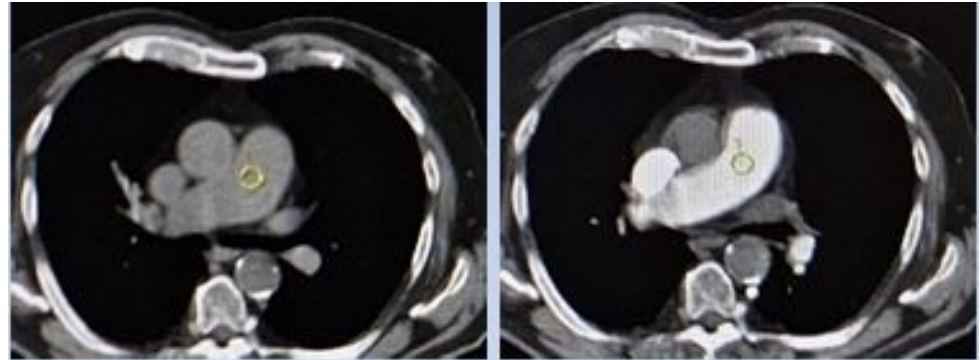
1. INTRODUCCIÓN

¿Tromboembolismo pulmonar?



Angio-TC de arterias
pulmonares

Problema: inadecuada concentración
de contraste / detección trombo en
ramas periféricas
¿Qué puede aportar el TC
espectral?



2. CONCEPTOS BÁSICOS

TC multienergético



¿¿Energía Dual, Multienergía, Espectral??



MISMO CONCEPTO

Utilizan ≥ 1 energía (*multienergía*), la mayoría **dos distintas** (*dual*), lo que les permite analizar los tejidos en un **espectro amplio de energías** (*espectral*), desde 35 hasta 200 keV, considerando bajas energías < 70 keV y altas > 140 keV. Solo los equipos de TC de *photoncounting* utilizan > 2 energías.

Revisión del tema

3. APLICACIÓN AL TROMBOEMBOLISMO PULMONAR (TEP)

Ventajas del TC espectral:

1. **Rescatar estudios** de calidad subóptima
2. Mejorar la detección de **trombos periféricos**
3. Valorar la cantidad de yodo en el pulmón perfundido
→ aproximación a la **repercusión hemodinámica**

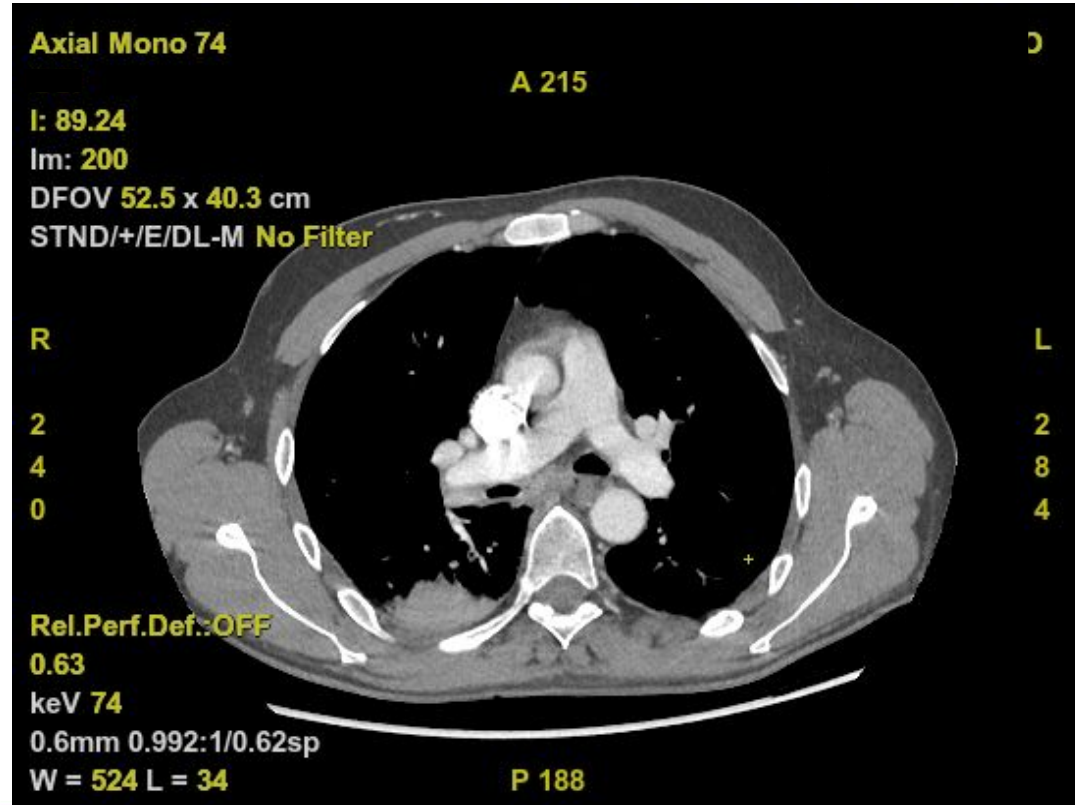
4. APLICACIÓN AL TEP

Estudio poco contrastado

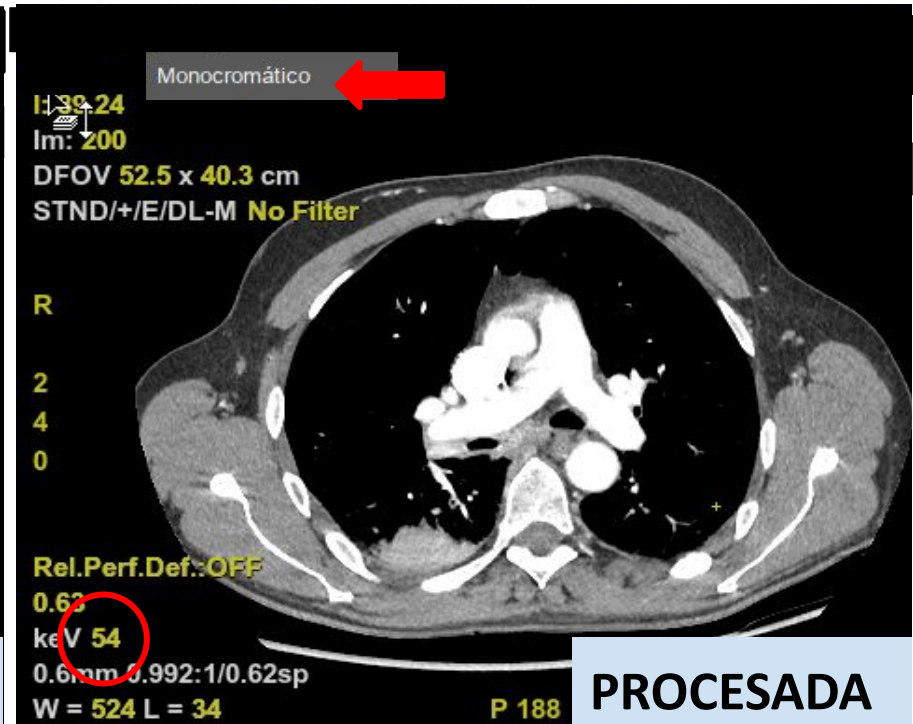
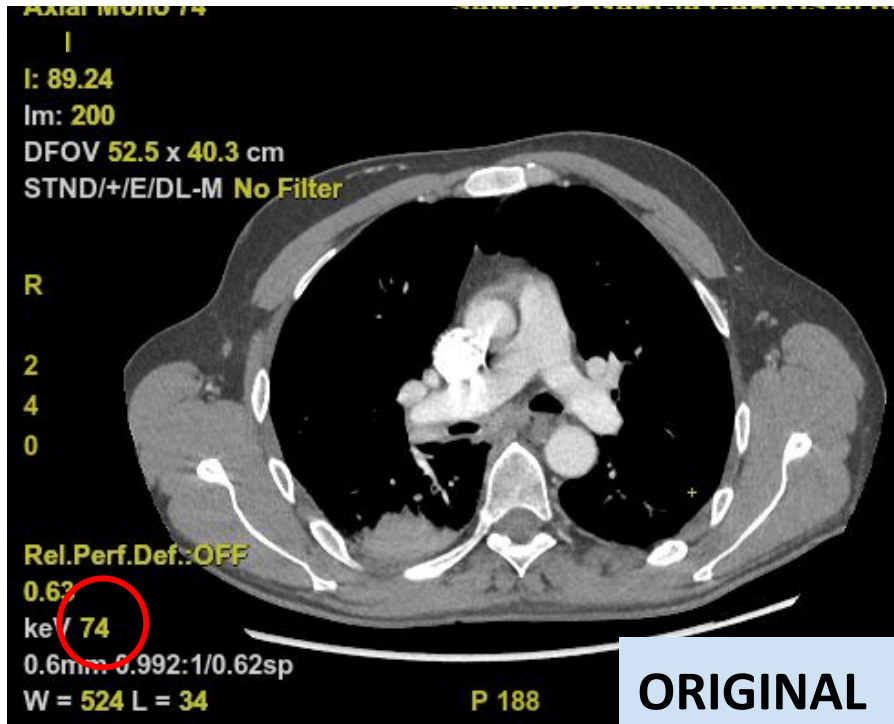
En este estudio vemos arterias pulmonares poco contrastadas. Podemos mejorarlo sin necesidad de repetir el estudio.

¿CÓMO?

En el mapa monocromático ajustamos el kV y lo bajamos (40-50) porque el yodo se potencia a energías bajas



Estudio poco contrastado



4. APLICACIÓN AL TEP

Valoración de ramas distales

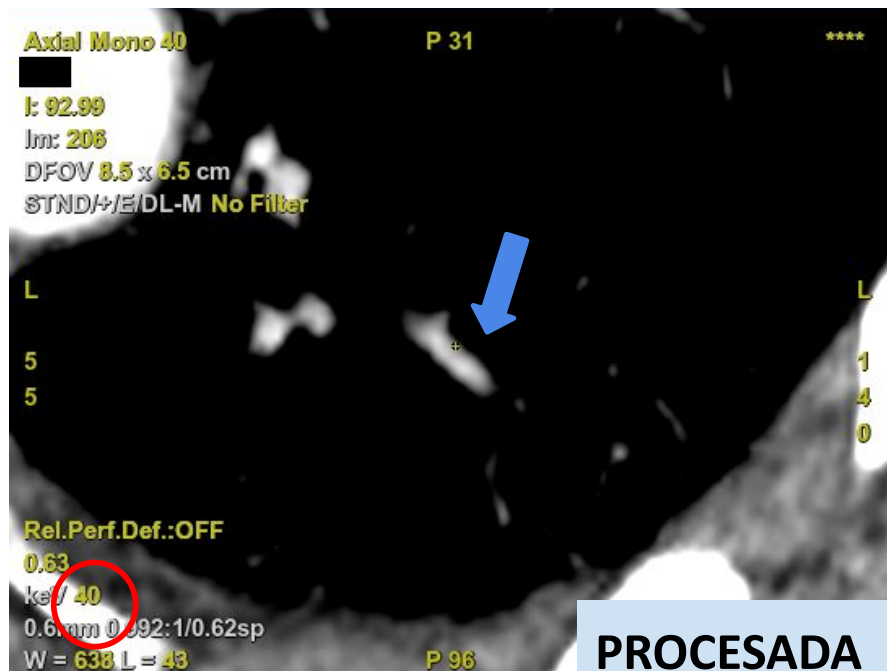
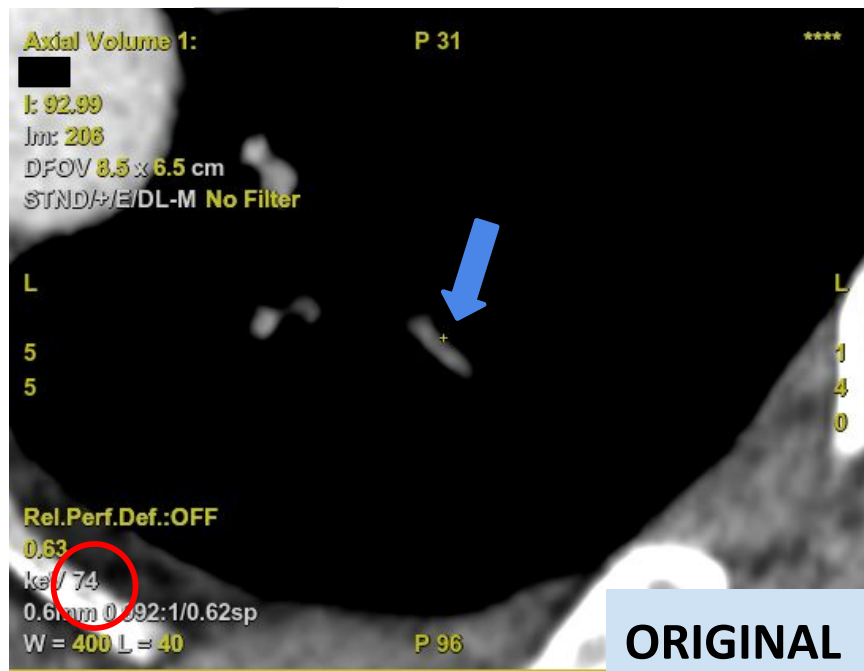
Este estudio se ha adquirido demasiado precoz, por lo que las ramas periféricas no se encuentran bien contrastadas. Vamos a mejorar el estudio.

¿CÓMO?

En el mapa monocromático ajustamos el kV y lo bajamos (40-50) ya que el yodo se potencia a energías bajas



Valoración de ramas distales

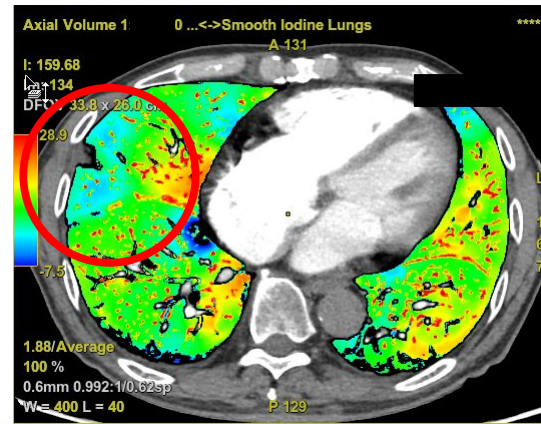
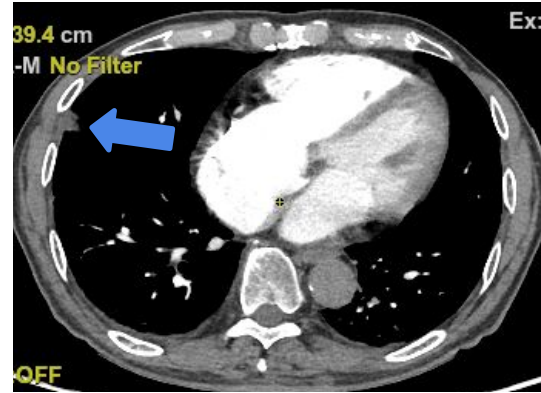


4. APLICACIÓN AL TEP

Valoración de ramas distales

En estudios en los que inicialmente no vemos defecto de repleción, podemos consultar mapas de yodo y hacer una segunda lectura del angio-TC dirigida.

¿CÓMO?



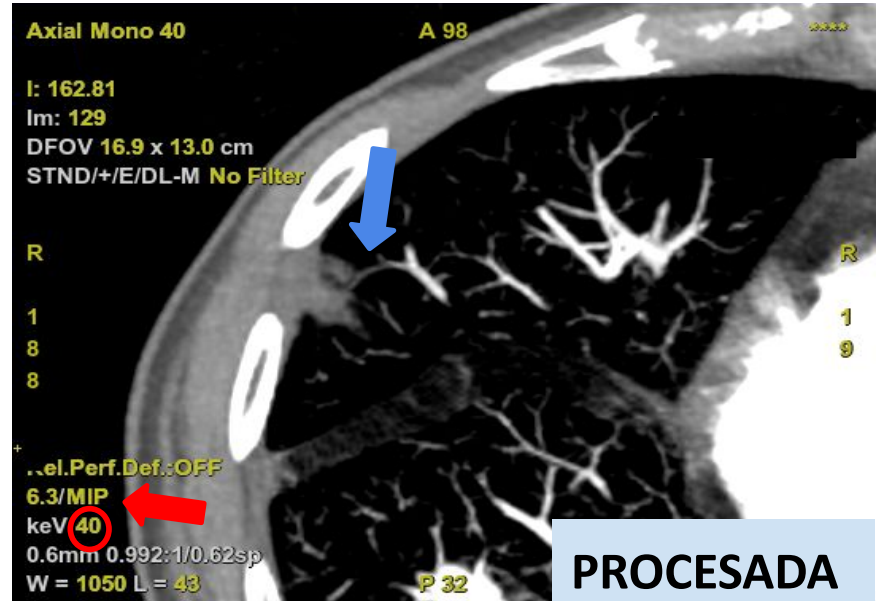
En el angio-TC se observa un área hipocaptante, triangular y subpleural que podría corresponder con un área de infarto.

Se revisan los mapas de yodo, coincidiendo con esta imagen vemos áreas de parénquima con menor concentración de yodo (en azul).

Valoración de ramas distales

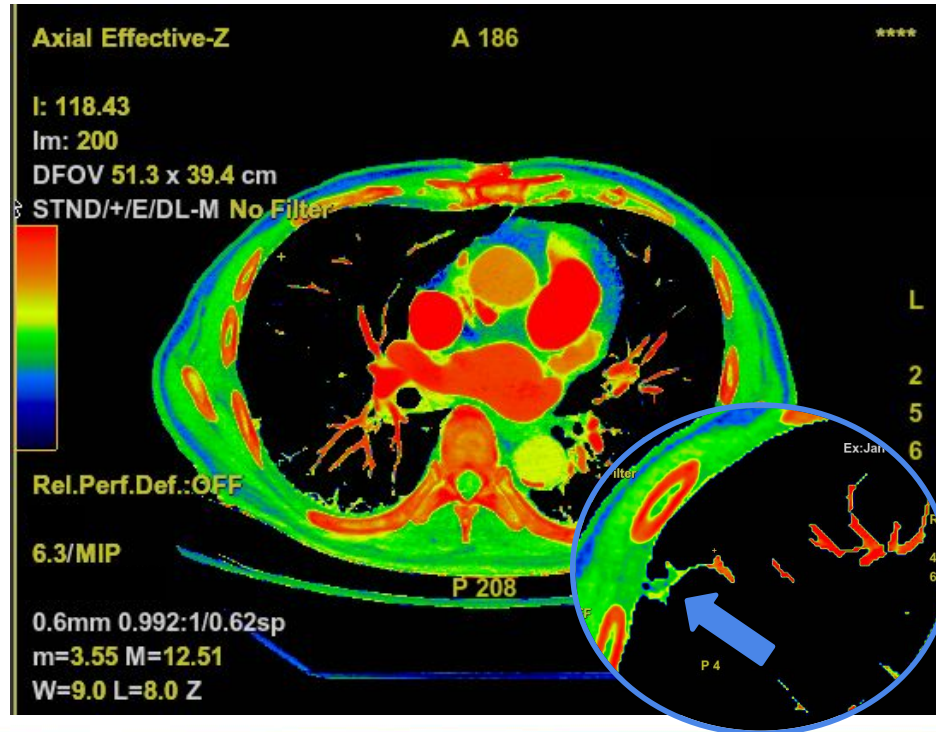


Angio-TC sin MIP ni ajuste de kV: no vemos defecto de repleción.



Mapa monocromático a bajo kV (40) con el mismo MIP o incluso menos, identificamos una fina rama subsegmentaria sin contraste en su interior que se dirige hacia la zona hipocaptante que veíamos en los mapas de yodo.

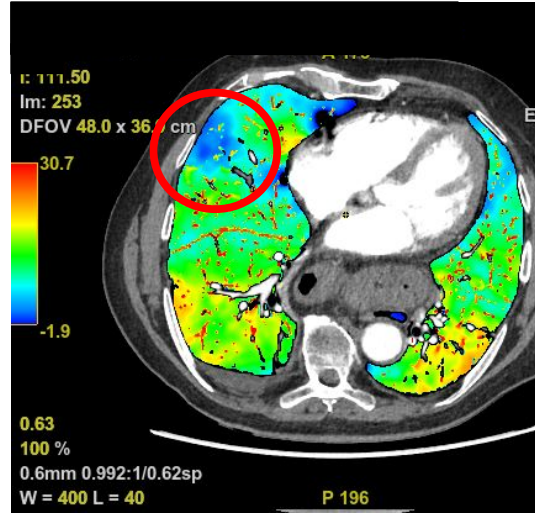
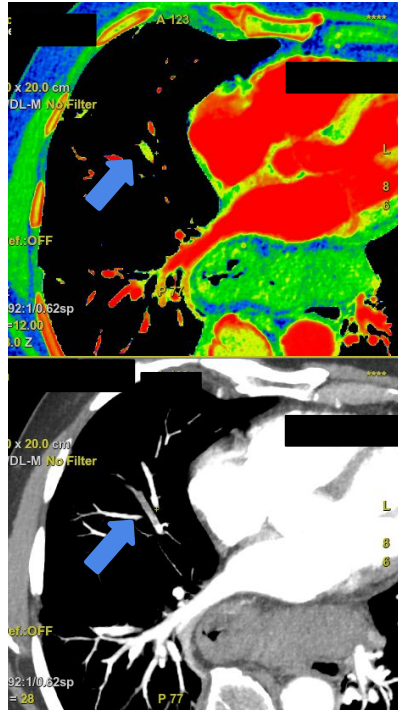
Valoración de ramas distales



Para realizar esta segunda valoración podemos obtener el **mapa Z- efectivo** (basado en el n° atómico efectivo, de manera que las estructuras con mayor n° atómico efectivo (como el yodo) en este caso saldrían en color rojo y las de menor n° atómico en verde-azul (según escala de color elegida).

Se confirma defecto de repleción (rama en color verde, resto de ramas permeables en rojo), compatible con **tromboembolismo pulmonar con área de infarto asociada**.

Valoración de ramas distales



En este caso se ven los defectos de repleción en el **mapa Z- efectivo**, con trombo mucho más evidente en el angio-TC.

↑ sensibilidad diagnóstica

↑ diagnóstico
tratamiento

POR TANTO...

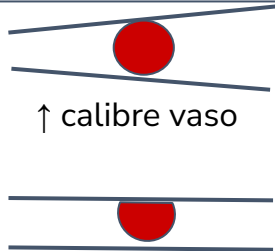
NO existen recomendaciones claras sobre si tratar a los TEP subsegmentario aislados o no, por lo que es importante diagnosticarlos para tomar una decisión de **forma individualizada**.

4. APLICACIÓN AL TEP

Acercamiento a la repercusión hemodinámica

APROXIMACIÓN CLÁSICA "MORFOLÓGICA"

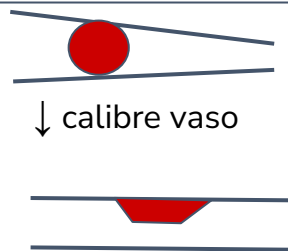
TROMBO AGUDO



ángulo agudo con pared vaso

SÍ clínicamente
significativo

TROMBO CRÓNICO



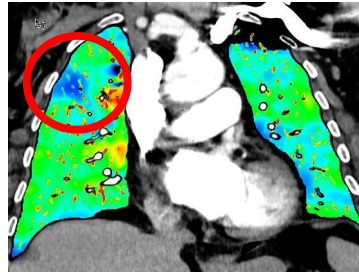
ángulo obtuso

NO

APROXIMACIÓN ACTUAL "FUNCIONAL"

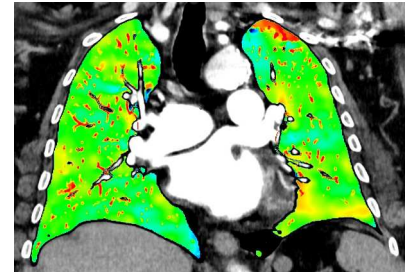
TROMBO DE CUALQUIER MORFOLOGÍA

Mapa +



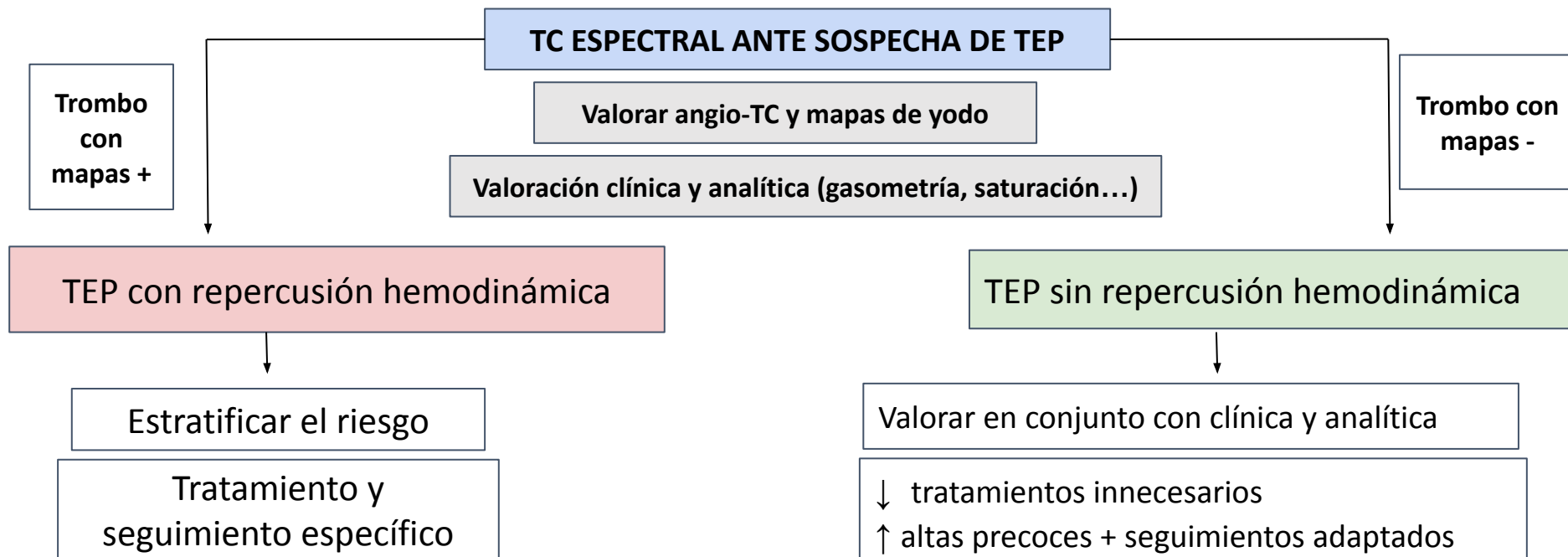
SÍ repercusión hemodinámica

Mapa -

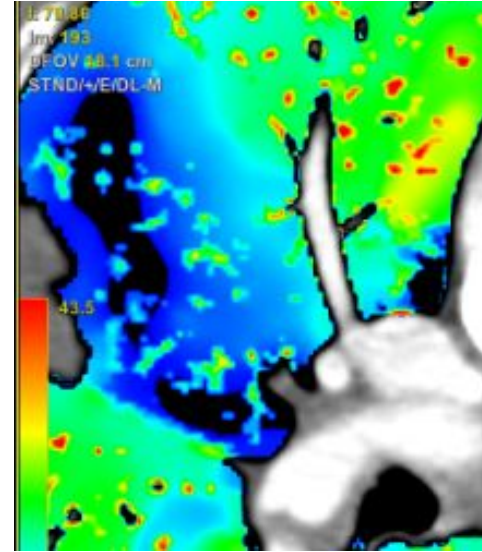
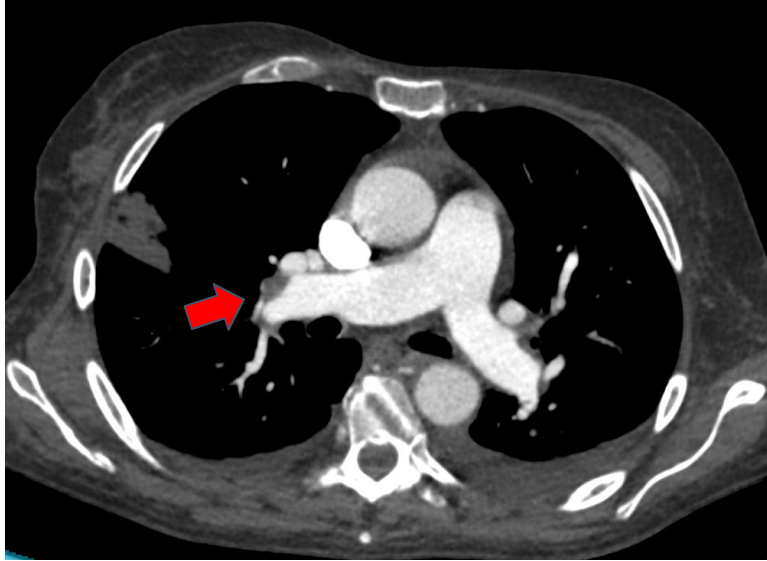


NO

Consecuencias en el manejo

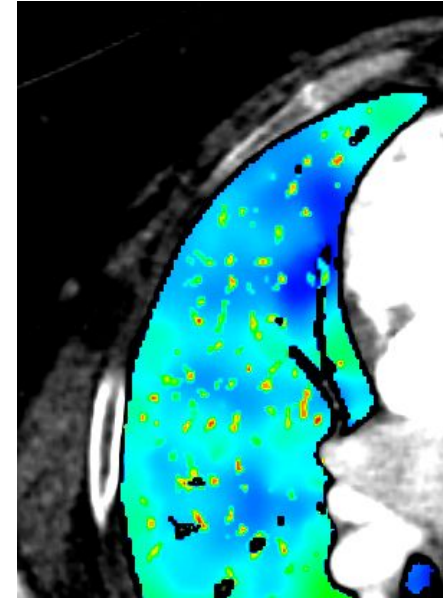
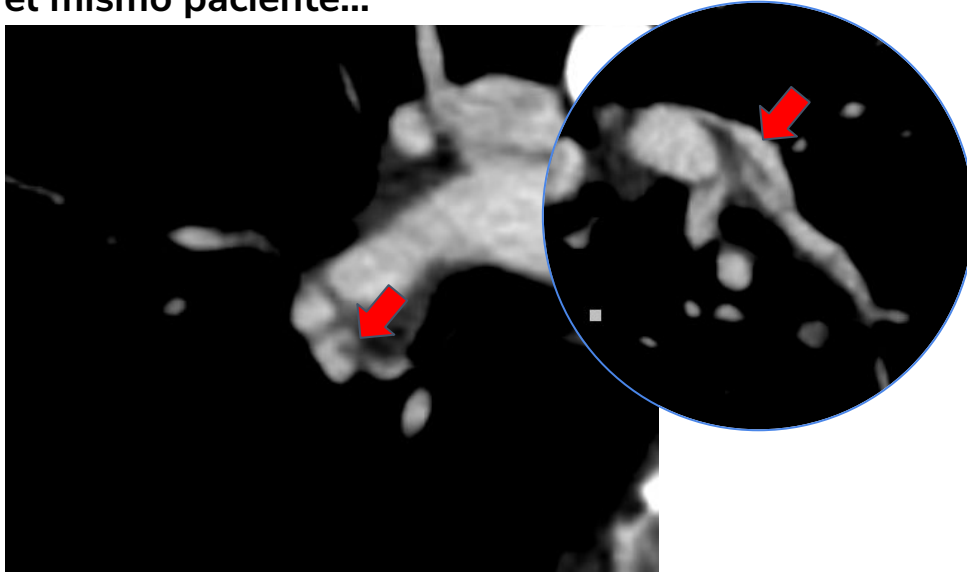


CASO 1



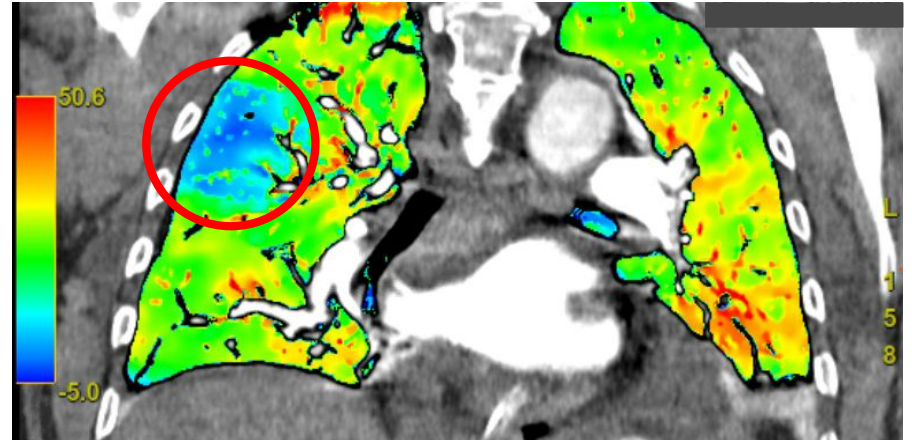
Defecto de repleción oclusivo central en arteria lobar media con infarto pulmonar asociado (**trombo morfológicamente agudo**) que asocia un área hipocaptante en los mapas de yodo, por lo que los hallazgos son sugestivos de **tromboembolismo pulmonar con repercusión funcional**.

En el mismo paciente...



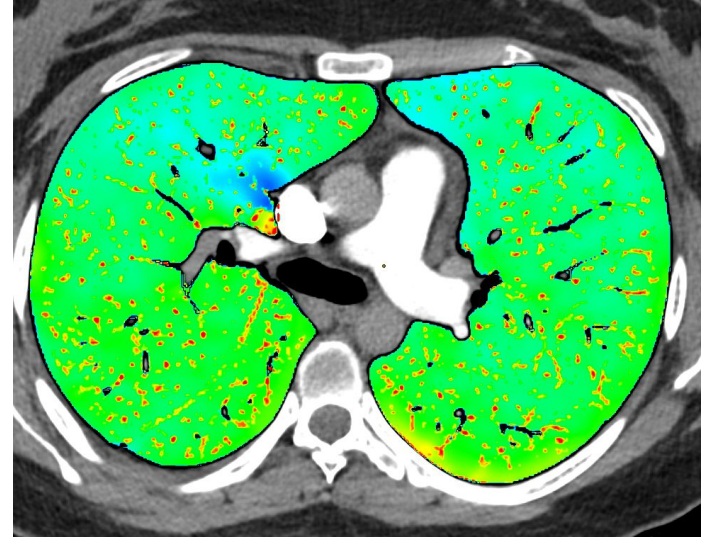
En ramas segmentarias para ambos lóbulos inferiores, imágenes lineales hipodensas (**trombos morfológicamente crónicos**) que asocian un áreas hipoperfundidas triangular periférica en los mapas de yodo sugestivos de **tromboembolismo pulmonar con repercusión funcional**.

CASO 2



Defecto de repleción oclusivo que forma un ángulo obtuso con la pared del vaso (**trombo morfológicamente crónico**) que asocia un área hipocaptante en los mapas de yodo, por lo que los hallazgos son sugestivos de **tromboembolismo pulmonar con repercusión hemodinámica**.

CASO 3



Defecto de repleción en arteria lobar superior y media derechas, con extensión a múltiples ramas segmentarias compatible con **tromboembolismo pulmonar**. Aunque se trata de un **trombo morfológicamente agudo** llama la atención una adecuada captación de yodo en los mapas, por lo que **no produce repercusión funcional significativa**.

CASO 3



En este caso:

Mapas sin repercusión hemodinámica

+

Gasometría, saturación, proBNP normales

+

Evolución clínica favorable

=

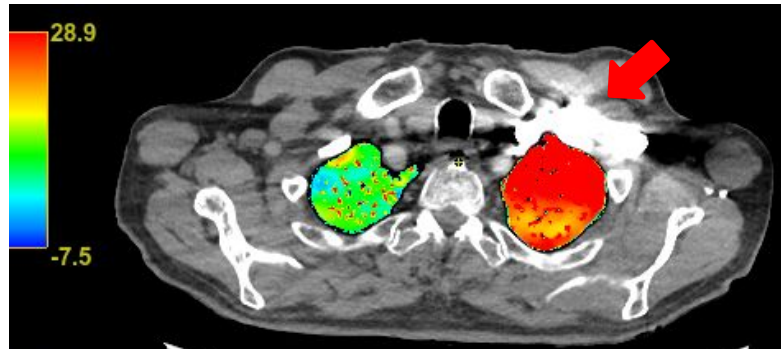
TEP DE BAJO RIESGO

ALTA PRECOZ

4. ARTEFACTOS Y PITFALLS

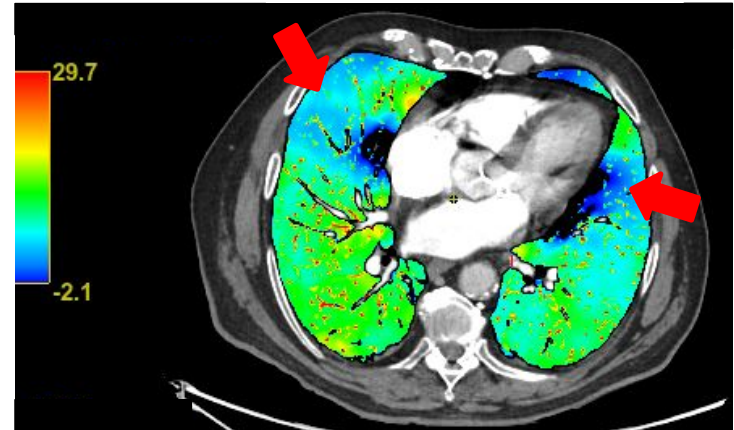
Endurecimiento del haz

Artefacto generado por el contraste muy concentrado (por ejemplo: entrando por vena subclavia), material protésico...).



Movimiento

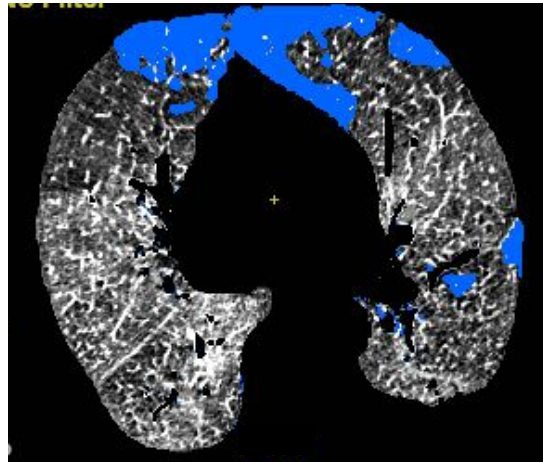
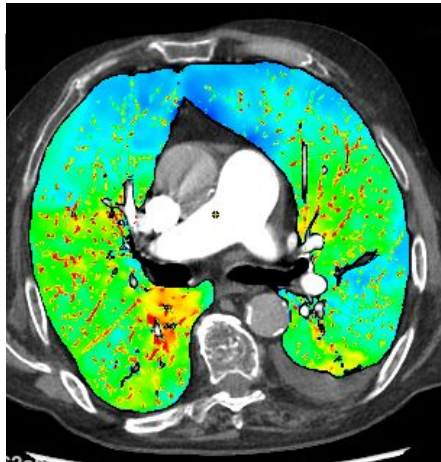
Artefacto generado por movimiento de estructuras adyacentes (borde cardíaco, diafragma...).



4. ARTEFACTOS Y PITFALLS

Pitfall de flujo pulmonar

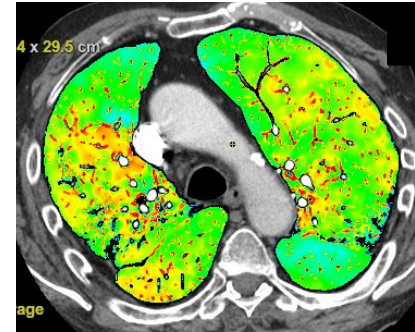
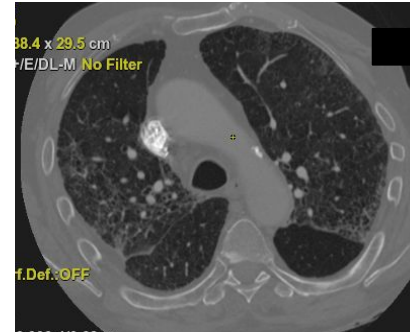
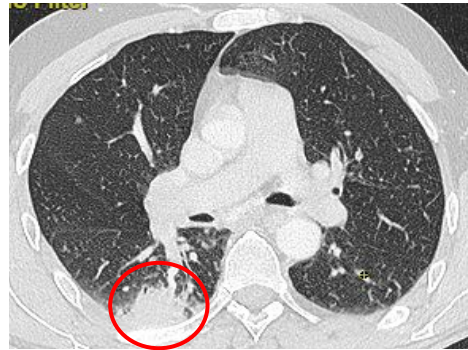
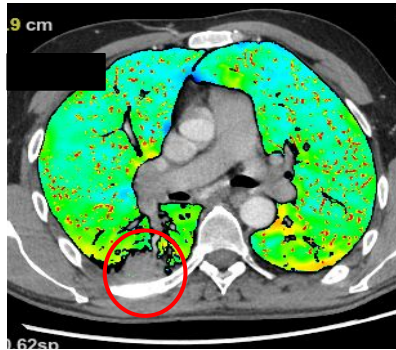
La perfusión pulmonar no es simétrica: las áreas declives se encuentran mejor perfundidas.



4. ARTEFACTOS Y PITFALLS

Patología del parénquima pulmonar

- Atelectasia, enfisema, neumonía...
- Regulación del flujo pulmonar → vasoconstricción y redistribución del flujo sanguíneo a áreas mejor ventiladas



Este artefacto suele excluirse del análisis en los softwares como vemos en la imagen (**neumonía**).

Alteración de la perfusión en un paciente con patología pulmonar (enfermedad intersticial y enfisema).

Conclusiones

- El TC espectral permite discriminar diferentes materiales en una única adquisición.
 - Constituye una potente herramienta diagnóstica que permite evaluar simultáneamente la anatomía y la repercusión funcional mediante los mapas de yodo.
 - Permite **“rescatar” estudios** poco contrastados con su consecuente disminución de radiación y dosis de contraste, así como mejorar la detección de **trombos periféricos**.
 - Nos acerca a la **valoración fisiopatológica** de la enfermedad gracias a los mapas de yodo.
 - Conocer los principales **artefactos** es esencial para evitar errores diagnósticos y mejorar la toma de decisiones clínicas.
-

Bibliografía

- Almeida Arostegui DN, Vañó Galván DE, Castellaccio DA, Palomo DM, Quiñones DD, Arévalo Galeano DN, Natividad DN, Muñoz DM. (2022). TC espectral en patología cardiovascular: Lo que el radiólogo debe saber. SERAM [Internet].
 - Fiore, A. B., Vázquez, M. G., López, C. T., Fernández, D. M., & Álvarez, M. C. (2018). Defectos de perfusión en el mapa de yodo pulmonar: causas y semiología. Radiología, 60(4), 303-311.
 - E. Canales Lachén, A. Villanueva Campos, R. García Latorre et al., (2024). Tomografía computarizada espectral en patología abdominopélvica. Una guía práctica, Radiología, <https://doi.org/10.1016/j.rx.2023.10.001>
-