

# TEP: Diagnóstico radiológico de urgencia

Leticia Moreno Caballero<sup>1</sup>, Raquel Navas Campo<sup>2</sup>, María Pilar Guiral Foz<sup>1</sup>, Jorge Romero Martínez<sup>1</sup>, Carlota María Bello Franco<sup>1</sup>, Juan Ramón y Cajal Calvo<sup>1</sup>, Laura Sesé Lacámara<sup>1</sup>, Miguel Costa Lorente<sup>1</sup>.

1. Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa. Zaragoza.

2. Hospital Nuestra Señora de Gracia. Zaragoza.

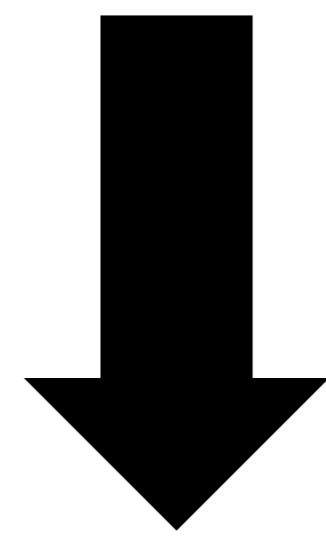
# 1. OBJETIVO DOCENTE

- Repasar las diferentes formas de presentación del tromboembolismo pulmonar.
- Revisar los protocolos y la valoración radiológica mediante angio-TC pulmonar.
- Describir y mostrar los hallazgos de imagen más significativos, así como los signos de hipertensión pulmonar y sobrecarga de cavidades derechas.

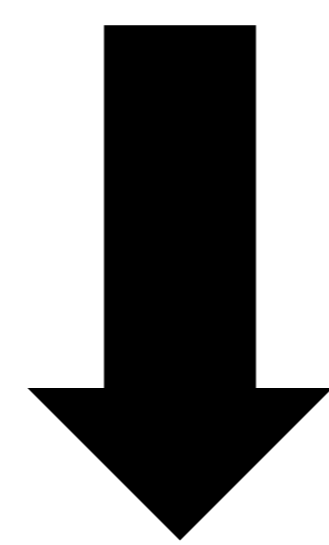
## 2. REVISIÓN DEL TEMA

- El **tromboembolismo pulmonar (TEP)** constituye una entidad que clínicamente se presenta de manera asintomática o inespecífica, pudiendo ocasionar en este último caso taquipnea, dolor pleurítico o disnea.
- Un 90% de los TEP se originan de trombosis venosas profundas (TVP) de miembros inferiores.
- Factores de riesgo:
  - Estado de hipercoagulabilidad, uso de anticonceptivos orales, embarazo, cirugía reciente, procesos neoplásicos y encamamiento prolongado.

Ante sospecha de TEP



Valoración del dímero D



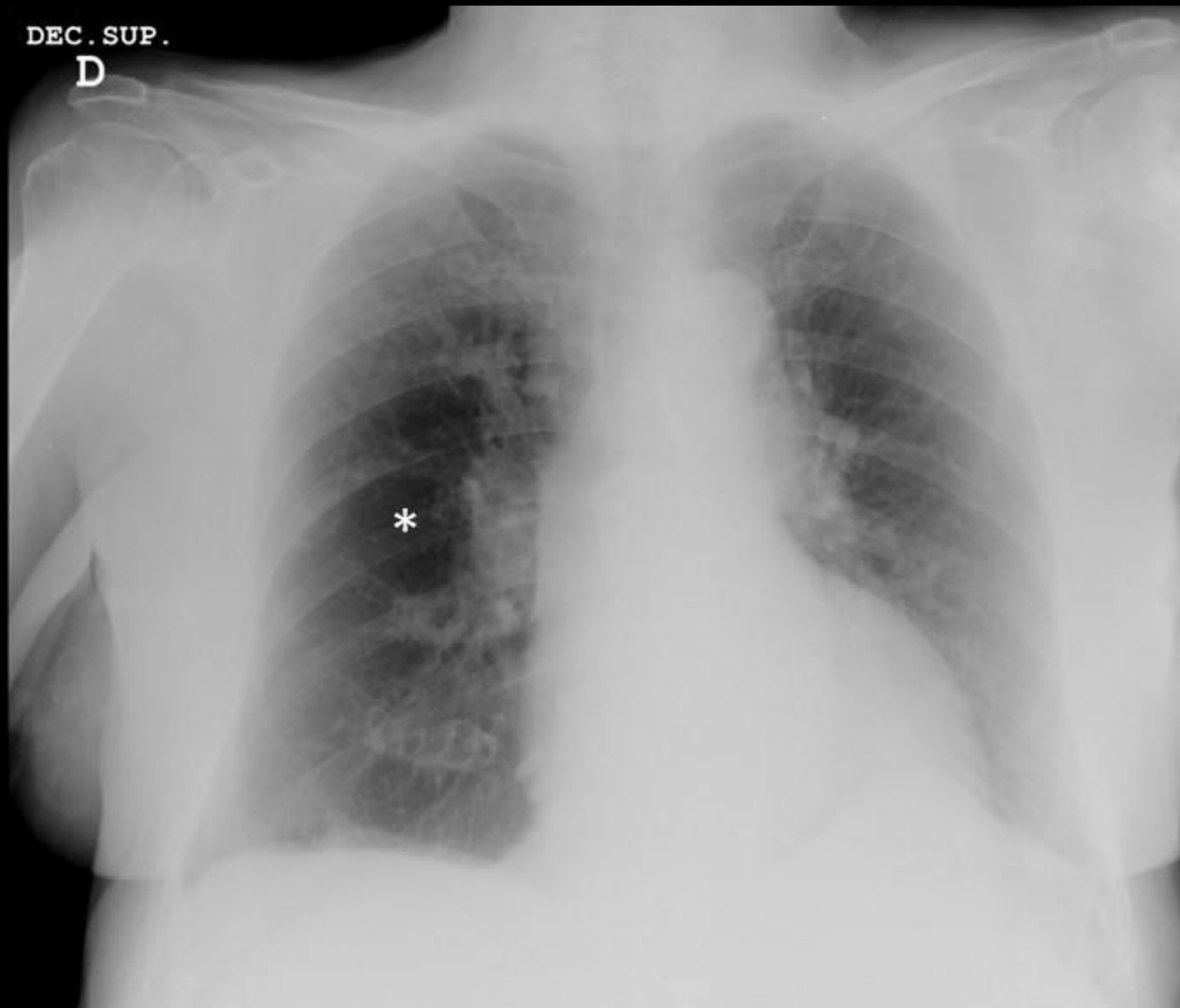
- Producto de degradación de la fibrina que tiene **alto valor predictivo negativo**.
- Sin embargo, es *inespecífico*, ya que se puede encontrar elevado en otros procesos (infarto de miocardio, insuficiencia cardiaca, trombosis venosa profunda, coagulación intravascular diseminada, en personas de avanzada edad...)

# La valoración radiológica...

- Se lleva a cabo mediante distintas técnicas de imagen que permiten establecer su diagnóstico:
  - Radiografía simple
  - **Tomografía computarizada (TC)**

# RADIOGRAFÍA SIMPLE Y OTROS MÉTODOS DE IMAGEN

- La radiografía simple de tórax tiene **baja sensibilidad y especificidad**, pero es de gran relevancia para descartar otras causas que puedan justificar los síntomas.
- El 20-25% de las radiografías simples realizadas en caso de TEP no van a presentar hallazgos significativos, no obstante, se han descrito una serie de signos característicos:
  - Aumento del tamaño de las arterias principales debido a la presencia de un trombo (*signo de Fleischner*).
  - Oligohemia de los territorios irrigados por las arterias ocluidas (*signo de Westermarck*).
  - Infarto pulmonar secundario: Joroba de Hampton (consolidación triangular periférica de base pleural); y consolidación lobar o segmentaria.
  - Regresión centrípeta de una consolidación (“*melting sign*”).
  - Cardiomegalia, secundaria a la hipertensión pulmonar por obstrucción al flujo de sangre.
  - Otros: Atelectasias segmentarias, elevación hemidiafragmática, derrame pleural.



Radiografía de tórax en decúbito supino: Disminución de la densidad en el hemitórax derecho con respecto al contralateral en relación con oligohemia (signo de "Westermarck") (\*).

- En pacientes con alergia al contraste, la gammagrafía es la técnica alternativa.
- Tradicionalmente, la prueba de referencia es la arteriografía pulmonar, pero en la actualidad se ha reemplazado la angiografía por tomografía computarizada (angio-TC).
  - *Ventaja:* Paso previo a procedimientos terapéuticos.
  - *Desventaja:* Proceso invasivo.



# ANGIOGRAFÍA POR TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA

- La angio-TC es el **método de elección**.
- Su realización es **muy frecuente**: Técnica de imagen disponible, rápida y no invasiva.
- **Alta sensibilidad y especificidad**
- Proporciona información adicional, pudiendo confirmar, descartar o sugerir otras patologías con clínica superponible, como infarto de miocardio, insuficiencia cardíaca congestiva, pericarditis, disección aórtica, angina, neumotórax, fracturas costales, neumonía, EPOC, neoplasias...

## *Parámetros técnicos a tener en cuenta:*

- Consentimiento informado firmado.
- Posicionar al paciente en decúbito supino sobre la mesa de la TC con los brazos extendidos sobre la cabeza.
- Cánula de vía intravenosa periférica de al menos 20 G para la administración de CIV.
- La cantidad de contraste es de 50 ml a un flujo de 4 ml/sg y lavado posterior con 30 ml de suero salino.
- El kilovoltaje se decide en función del peso del paciente: 80 kV hasta 70 Kg, 100 kV entre 70-100 Kg y 120 kV por encima de 100 Kg.
- Se dispara con un retardo de 6 segundos con técnica de bolus tracking, posicionando la región de interés (ROI) en la arteria pulmonar, a 100 unidades Hounsfield (UH).

- La adquisición se realiza con la respiración suspendida, pero no tras inspiración profunda para evitar la dilución del contraste en la aurícula derecha.
- El barrido se realiza en dirección caudo-craneal, para minimizar los artefactos de respiración en las bases; y la colimación que se emplea debe ser inferior a 1.
- Las **reconstrucciones** dependen de las posibilidades del equipo. El tipo **MIP** (Maximum Intensity Projection) y **MPR** (Multiplanar Reconstruction) son de gran utilidad para la identificación de las ramas arteriales. También es de importancia tanto el filtro o algoritmo de reconstrucción (20 f para mediastino y 60 f para el pulmón) como una reconstrucción fina en la ventana de mediastino (1mm / 0,7 mm).
- Es *optativa* la realización de una TC venosa de miembros inferiores (desde la pelvis hasta el hueco poplíteo) en una fase con retardo de 3 minutos. Para ello, se deben añadir 50 ml de contraste en una segunda inyección. El objetivo es intentar localizar defectos de repleción en el sistema venoso profundo, los cuales son diagnósticos de TVP.

## IMPRESCINDIBLE

Conocer la anatomía y las peculiaridades del árbol arterial pulmonar: Facilita la descripción de los hallazgos, la valoración de la extensión y su seguimiento.

- Las arterias pulmonares (al igual que los lóbulos pulmonares y el árbol bronquial) no son simétricas.
- La arteria pulmonar, con origen en el ventrículo derecho, se divide en dos ramas: arterias pulmonares principales derecha (encargada de dirigir el intercambio gaseoso en el pulmón derecho) e izquierda (encargada de distribuir el intercambio gaseoso en el pulmón izquierdo).
- El pulmón derecho tiene tres lóbulos (superior, medio e inferior) y tres ramas arteriales lobares (superior, media e inferior).
- La primera en salir es la arteria lobar superior derecha que se divide en segmentarias (anterior, apical y posterior).

- Tras la salida de la lobar superior, recibe el nombre de arteria interlobar que se divide en la lobar del lóbulo medio (segmentarias medial y lateral) y en la del lóbulo inferior (primero emite una rama para el segmento apical de la base y luego la pirámide basal que se subdivide en 4 ramas segmentarias: medial, anterior, lateral y posterior).
- El pulmón izquierdo solo tiene dos lóbulos, se divide dando dos arterias lobares (superior e inferior).
- La arteria lobar superior inmediatamente se divide en dos ramas: la arteria del culmen (se subdivide en segmentarias ápico-posterior y anterior) y la arteria de la llingula (da ramas segmentarias superior e inferior).
- La arteria del lóbulo inferior de una primera rama segmentaria para el segmento apical de la base y luego se convierte en la pirámide basal que da 3 ó 4 ramas segmentarias (antero-medial, lateral y posterior).
- A la hora de identificarlas, la anatomía bronquial, idéntica a la arterial, es de gran ayuda; así como el empleo de reconstrucciones multiplanares.

# Los aspectos a valorar...

- Presencia de TEP
- Cronicidad
- Extensión
- Repercusión

Se deben incluir de manera clara en el informe radiológico ya que es fundamental para el diagnóstico y pronóstico, facilitando de ese modo la toma de decisiones terapéuticas y el control radiológico posterior.

## 1. Defectos de repleción en las arterias pulmonares:

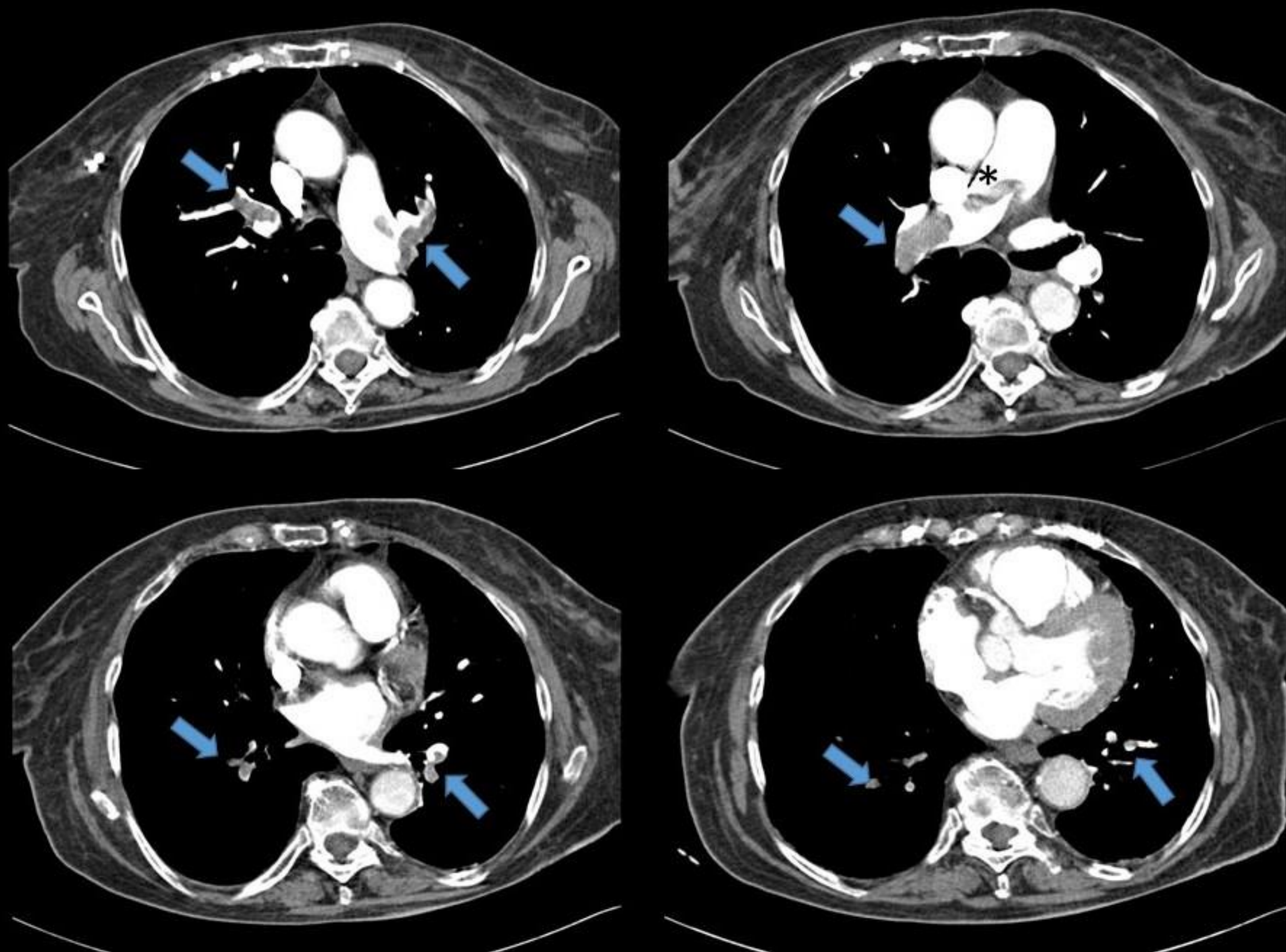
Debemos examinar la anatomía arterial mencionada en busca de defectos de repleción, que nos permitan diagnosticar el TEP.

## 2. Tipo de trombo: agudo, crónico o combinado

- Una vez diagnosticado, es imprescindible saber si se trata de un trombo agudo o crónico, debido a sus implicaciones terapéuticas y pronósticas.
- Las características que nos permiten hacer esta distinción se basan en su morfología, localización en el vaso y ángulo con respecto a la luz.

### *Trombos agudos:*

- Se localizan en el centro de la luz del vaso.
- Provocan dilatación de la misma.
- Ocupan la práctica totalidad la luz.
- Puede haber paso de contraste en la periferia de manera concéntrica (el trombo está rodeado de contraste, formando el signo del tranvía en los cortes longitudinales del mismo).
- Cuando tienen una localización excéntrica típicamente presentan un ángulo agudo con la luz del vaso.



Imágenes axiales de angio-TC torácica, ventana de partes blandas: Defectos de repleción en arterias pulmonares principales, lobares y segmentarias de manera bilateral (flechas). Se observa el signo del tranvía (\*).



## *Trombos crónicos:*

- Defecto de replección completo, con disminución del calibre y atrofia vascular.
- Defectos de replección parciales: Tienen tendencia a localizarse en la periferia del vaso.
- A veces son concéntricos (la recanalización suele ser central).
- Pueden tener morfología de banda lineal, red o trombo mural excéntrico (en este último caso, el ángulo formado entre el trombo y la luz del vaso será obtuso).
- Estas arterias suelen ser de un calibre disminuido y menor que en las arterias circundantes o contralaterales.
- Calcificación del trombo.
- Aumento de calibre de las arterias bronquiales y colaterales con origen en intercostales más frecuentemente.
- Menos frecuente dilatación segmentaria bronquial, en zonas con arterias pulmonares muy estenosadas o totalmente ocluidas.

El TEP crónico representa menos del 5% de los TEP agudos que no se resuelven completamente.

### 3. Extensión:

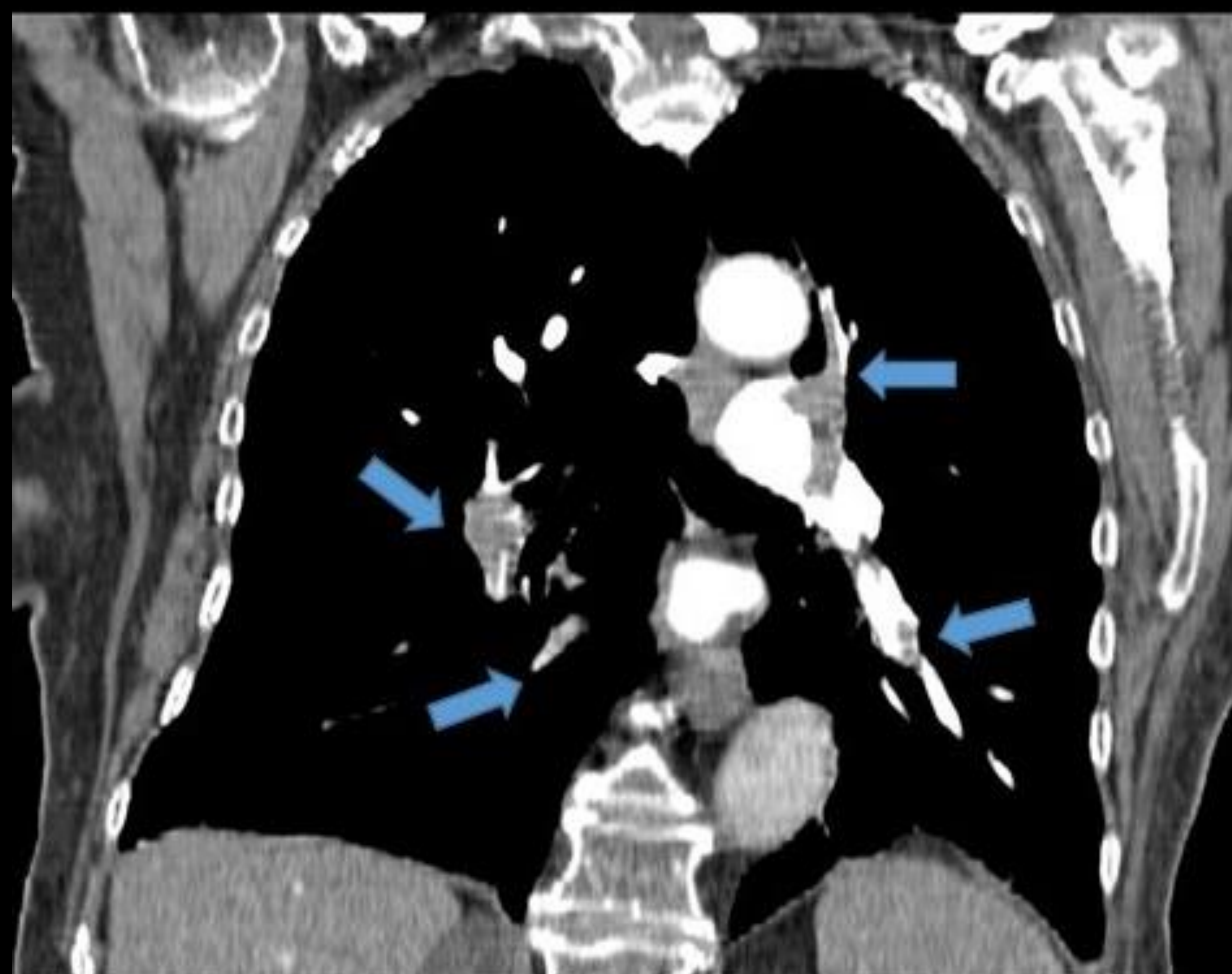
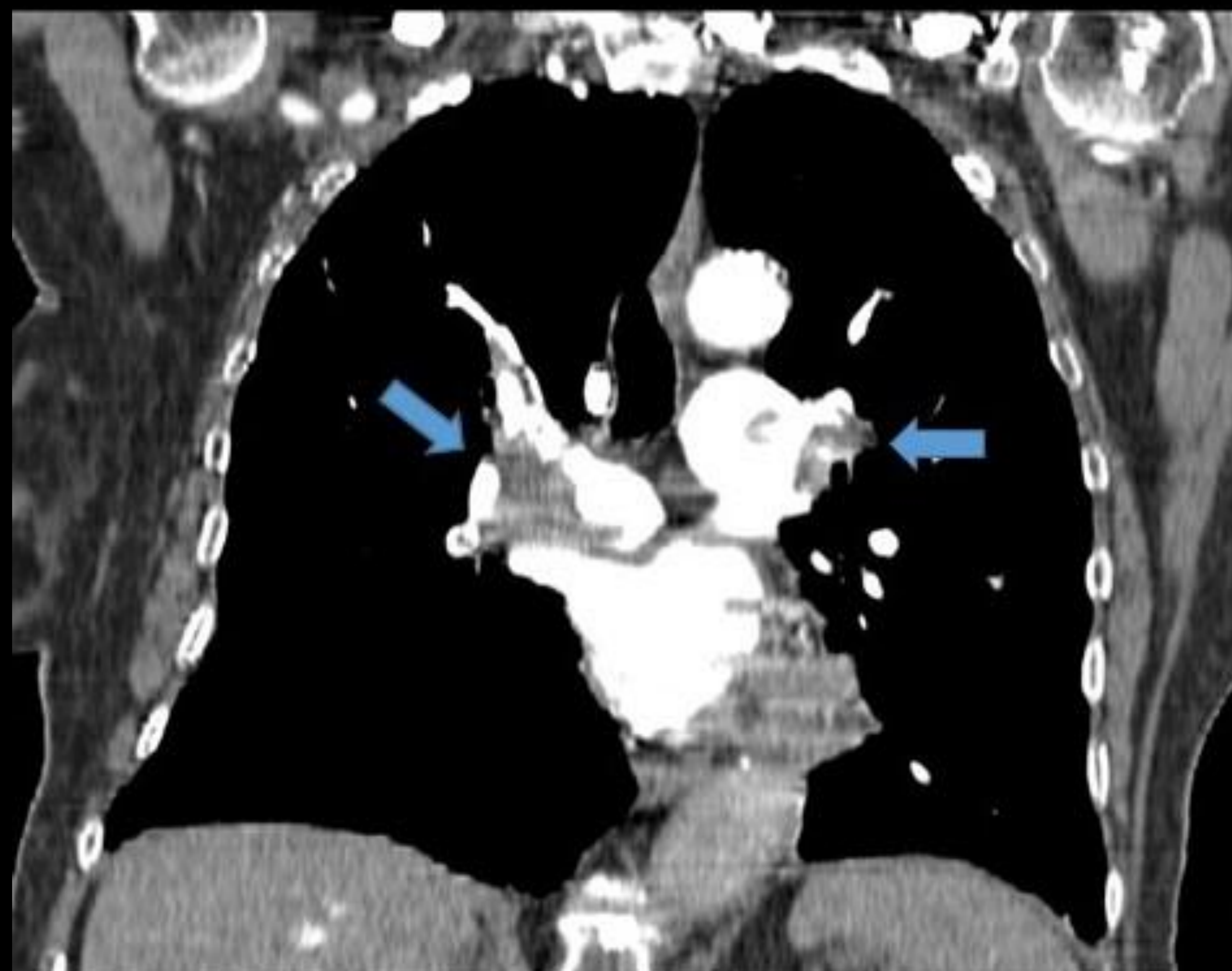
Las reconstrucciones **MPR** y **MIP** son de gran ayuda para la correcta identificación de las ramas arteriales afectas.

- Ramas centrales (pulmonares principales y lobares), periféricas (segmentarias y subsegmentarias) o ambas.
- Uno o ambos hemitórax.

### **Escala de Qanadli**

Permite la cuantificación de la extensión del TEP. A cada rama segmentaria le asigna un punto, las ramas lobares tienen el valor del número de segmentarias que tienen.

El valor total se expresa en %. No ha demostrado una correlación pronóstica, por lo que no se utiliza con frecuencia.



Reconstrucciones coronales de angio-TC torácica, ventana de partes blandas. Defectos de repleción en arterias pulmonares principales, lobares y segmentarias de manera bilateral (flechas).

## 4. Afectación parenquimatosa:

- *Inicialmente* se manifiesta de manera inespecífica: Opacidad en vidrio deslustrado, segmentaria, de morfología triangular y base pleural, en relación con hemorragia parenquimatosa o disminución de la irrigación parenquimatosa del parénquima circundante.
- *Con el paso del tiempo:* Consolidación, con morfología y localización similares, y es sugestivo de un infarto pulmonar establecido. Se visualizan como condensaciones triangulares periféricas de base pleural sin realce tras la administración de contraste.
- En algunas ocasiones, se puede identificar una atelectasia del área afectada, la isquemia pulmonar provoca una alteración del surfactante con colapso secundario. Esto es debido a la presencia de coágulos en el árbol bronquial secundarios al TEP y a una hemorragia parenquimatosa pueden provocar obstrucción.

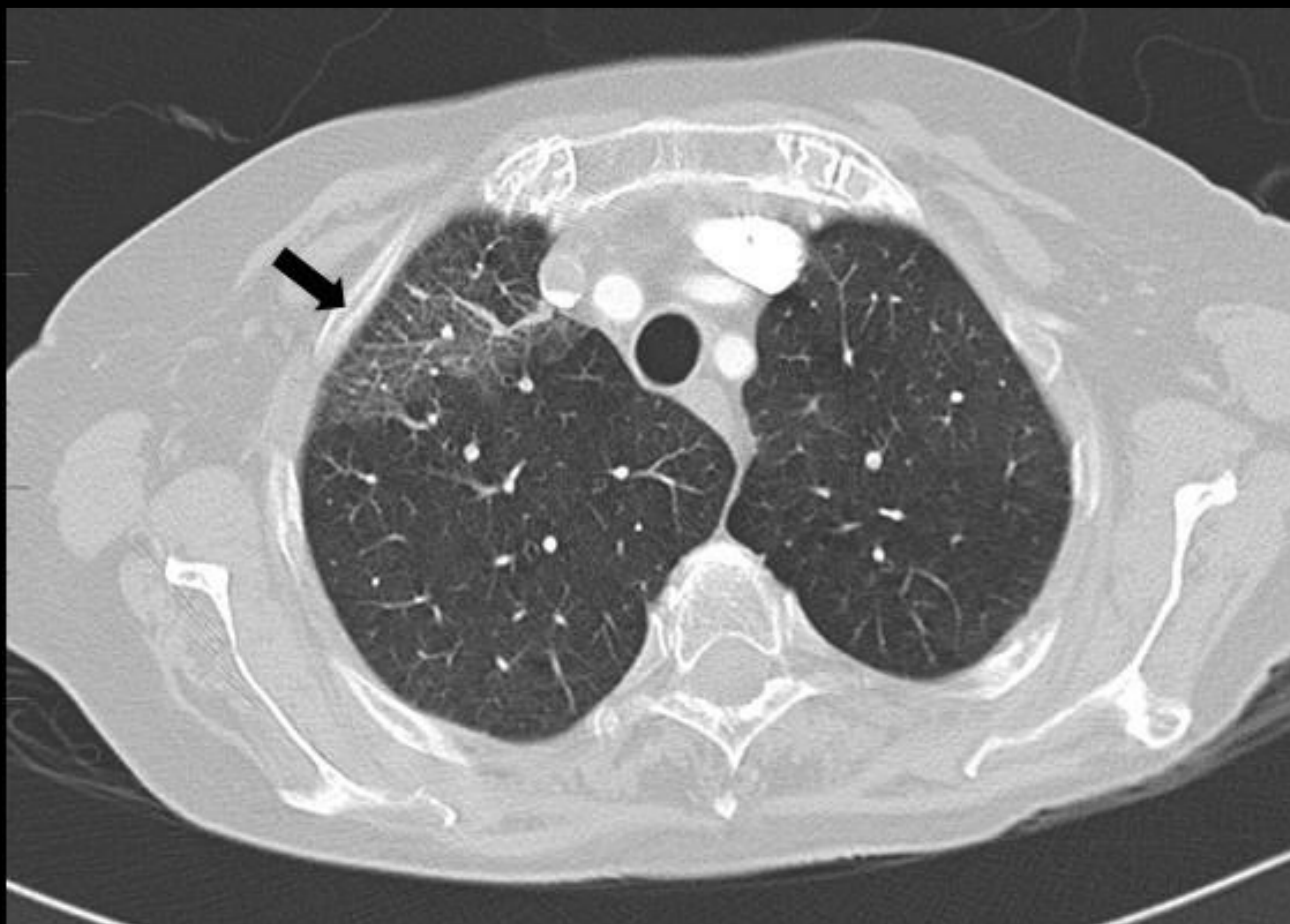


Imagen axial de TC torácica, ventana pulmonar. Opacidad en vidrio deslustrado en el segmento anterior de lóbulo superior derecho, de morfología triangular y base pleural, que corresponde a un infarto pulmonar en estadio inicial (flecha).

## 5. Hipertensión pulmonar precapilar aguda secundaria:

- **Gran importancia** para el manejo inmediato del paciente y para su pronóstico inicial.
- Cuanto mayor es la extensión del TEP, esta complicación es más grave y frecuente.
- Imposibilidad de distribuir toda la volemia de la circulación derecha al pulmón por la presencia de trombos arteriales, provocando un aumento de presión y, por tanto, aumento de calibre de la arteria pulmonar.
- Se valora mediante la medición de este calibre, el cual debe ser inferior al de la aorta ascendente y debe medir menos de 3 cm. Se debe medir en el cono de la arteria principal, en un plano en el que se valore la bifurcación en las ramas derecha e izquierda.
- Si además del aumento del diámetro transversal del cono pulmonar se observa aumento del diámetro de las arterias segmentarias respecto a los bronquios acompañantes en tres o más lóbulos, este signo tiene una especificidad del 100%.

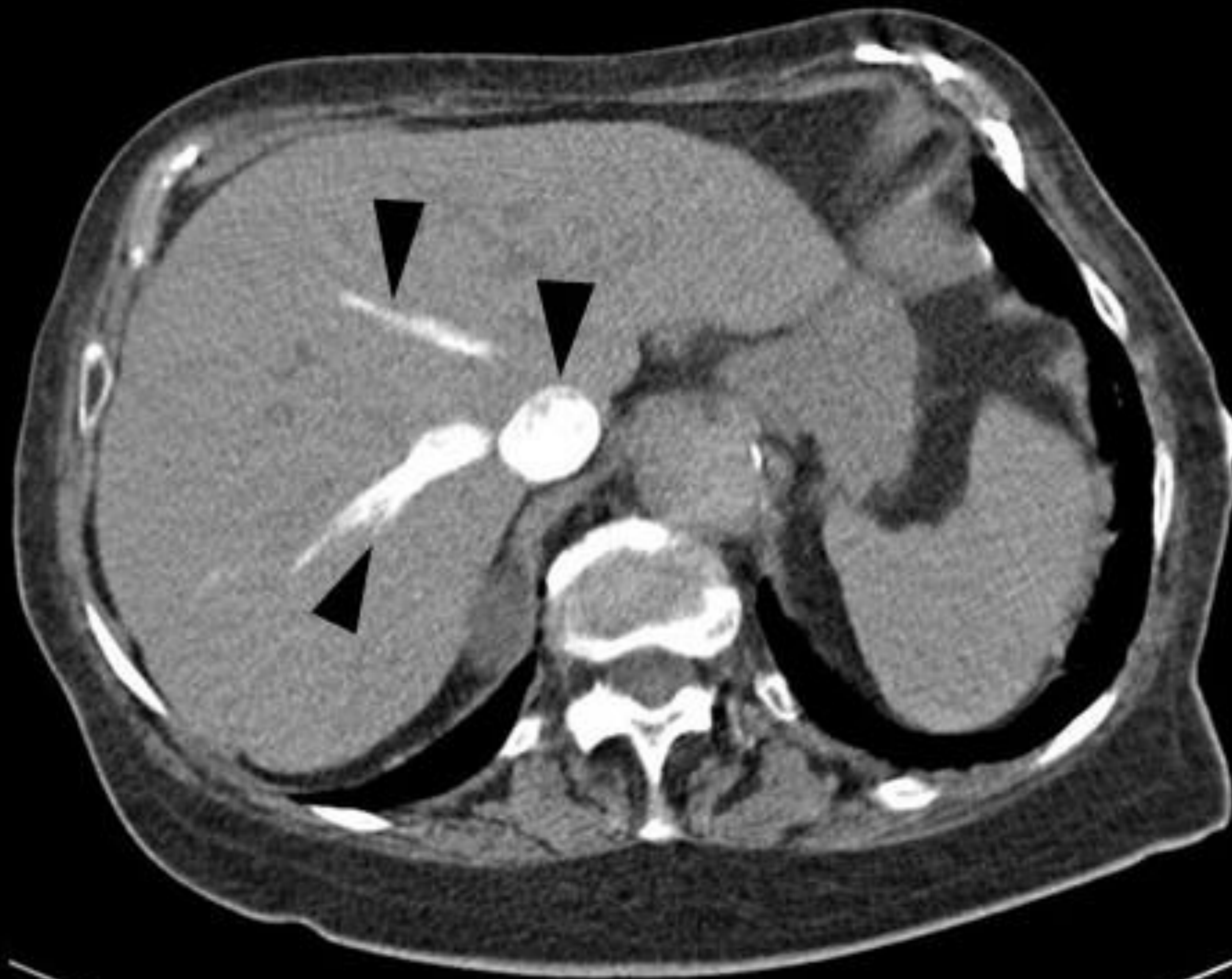
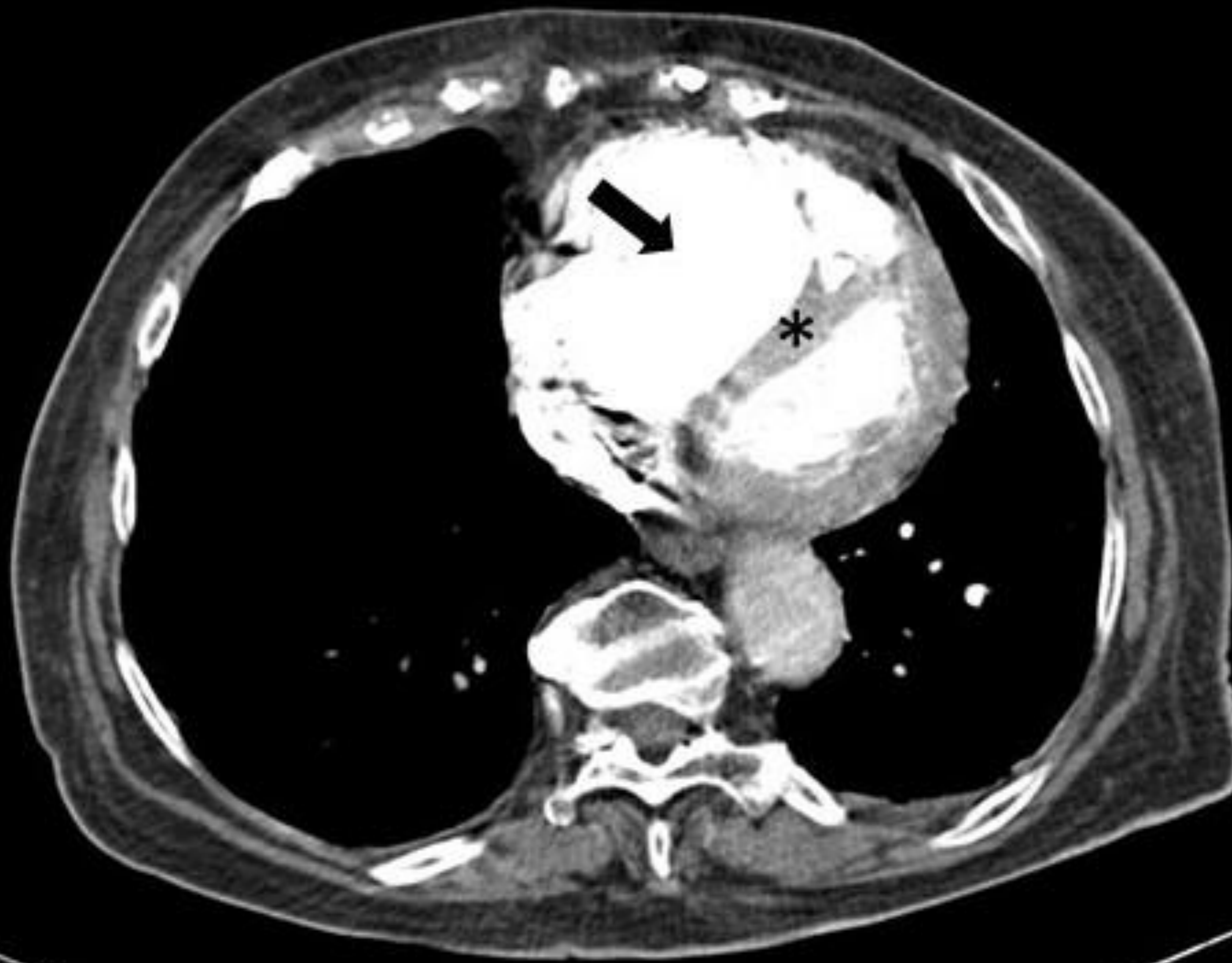


Imagen axial de angio-TC torácica, ventana de partes blandas: Aumento de calibre en el cono de la arteria pulmonar principal.

## 6. Signos de sobrecarga cardíaca derecha:

- **Principal factor pronóstico.**
- Se relaciona con una mayor morbimortalidad.
- **Dato fundamental:** Va a condicionar la monitorización, el tratamiento y la unidad de ingreso del paciente.
  - Dilatación de las cavidades derechas.
  - Se puede acompañar de reflujo de contraste intravenoso a la vena cava inferior y a las venas suprahepáticas (todo ello indicativo de fallo cardíaco).





Imágenes axiales de angio-TC torácica, ventana de partes blandas: Septo interventricular rectificado (\*), dilatación ventricular derecha (flecha) y reflujo del contraste a VCI y suprahepáticas (cabeza de flecha), en relación con sobrecarga cardíaca derecha.

La medida de las cavidades derechas se debe hacer en un **eje de 4 cámaras** (en el que se vean ambas aurículas, ventrículos, así como el septo interventricular).

- La cavidad del ventrículo derecho debe ser menor que la del ventrículo izquierdo:

Un ratio derecho / izquierdo  $>1$  indica dilatación del mismo.

- El tabique interventricular suele presentar una convexidad derecha, si existe rectificación o inversión de la convexidad también nos indica sobrecarga del mismo.

El **estado hemodinámico** está íntimamente relacionado con el pronóstico y el tratamiento del paciente.

En el TC se pueden valorar distintos aspectos que sugieren *gravedad*:

- Grado de obstrucción de las arterias principales mayor del 60%.
- Signos secundarios de una hipertensión pulmonar elevada: Aumento del calibre del tronco de la pulmonar, dilatación ventricular derecha y desplazamiento del tabique interventricular hacia el ventrículo izquierdo.

### 3. CONCLUSIONES

- El **tromboembolismo pulmonar** es una enfermedad frecuente y grave que constituye la tercera causa de morbimortalidad.
- La prueba diagnóstica de elección es la **angio-TC torácica**.
- Es importante distinguir entre TEP agudo y crónico, así como valorar su extensión y afectación parenquimatosa.
- El **estado hemodinámico** del paciente está estrechamente relacionado con el pronóstico y el tratamiento, por ello es fundamental la evaluación de los signos de hipertensión pulmonar y sobrecarga cardiaca derecha.

## 4. REFERENCIAS

1. Han D, Lee KS, Franquet T, et al. Thrombotic and nonthrombotic pulmonary arterial embolism: spectrum of imaging findings. *Radiographics*. 2003;23(6):1521-1539.
2. Renard B, Remy-Jardin M, Santangelo T, et al. Dual-energy CT angiography of chronic thromboembolic disease: can it help recognize links between the severity of pulmonary arterial obstruction and perfusion defects?. *Eur J Radiol*. 2011;79(3):467-472.
3. Liu M, Ma Z, Guo X, Zhang H, Yang Y, Wang C. Computed tomographic pulmonary angiography in the assessment of severity of chronic thromboembolic pulmonary hypertension and right ventricular dysfunction. *Eur J Radiol*. 2011;80(3):462-e469.
4. Wittram C, Maher MM, Yoo AJ, Kalra MK, Shepard JA, McLoud TC. CT angiography of pulmonary embolism: diagnostic criteria and causes of misdiagnosis. *Radiographics*. 2004;24(5):1219-1238.
5. Ghaye B, Ghuysen A, Bruyere PJ, D'Orio V, Dondelinger RF. Can CT pulmonary angiography allow assessment of severity and prognosis in patients presenting with pulmonary embolism? What the radiologist needs to know. *Radiographics*. 2006;26(1):23-40.
6. Ferretti GR, Collomb D, Ravey JN, Vanzetto G, Coulomb M, Bricault I. Severity assessment of acute pulmonary embolism: role of CT angiography. *Semin Roentgenol*. 2005;40(1):25-32.
7. Tallón Guerola P, Arenas Jiménez J, de la Hoz Rosa J. Diagnóstico casual de tromboembolismo pulmonar: descripción de las características clínicas y radiológicas y su evolución. *Radiología*. 2008;50:239-43.
8. Gomez M, Muiño A, Cuenca C, López C. Tromboembolismo pulmonar. *Medicine*. 2007;9:5780-6.