

Complicaciones post-ablación por radiofrecuencia de venas pulmonares. Lo que todo radiólogo debe saber.

Antonio Michael Fernández, Raquel Acosta Hernández,
Alba Salgado Parente, Elisa Antolinos Macho,
Pedro Torres Rubio, Jesús Martín Pinacho, Álvaro Arribas
Marcos, María Ángeles Fernández-Méndez,
Javier Alarcón Rodríguez.

Hospital Universitario Ramón y Cajal, Madrid

TABLA DE CONTENIDOS

- Introducción

- Técnica

- Estudio pre-ablación
 - Anatomía normal
 - Variantes anatómicas

- Complicaciones
 - Pleuropulmonares
 - Cardiacas
 - Venas pulmonares
 - Estructuras adyacentes
 - Acceso vascular

1. INTRODUCCIÓN

La fibrilación auricular (FA) es la arritmia cardiaca más frecuente, siendo una entidad que conlleva gran gran morbimortalidad.

Esta entidad se caracteriza por la presencia de latidos ectópicos del miocardio que poseen un automatismo aumentado o un circuito de reentrada aberrante, típicamente localizado en el origen de las venas pulmonares (sobre todo en la fibrilación auricular paroxística).

Cuanto más tiempo permanece la fibrilación auricular sin tratamiento, más probable es que se produzcan consecuencias como la remodelación auricular, lo que conduce a dilatación auricular irreversible, deterioro de la función cardiaca y mayor probabilidad de ictus (formación de trombos por sangre remansada).

La **de ablación de venas pulmonares** se dirige específicamente a la actividad arritmogénica de los orígenes de las venas pulmonares y la erradica mediante la aplicación de energía criotérmica o de radiofrecuencia en dichos focos.

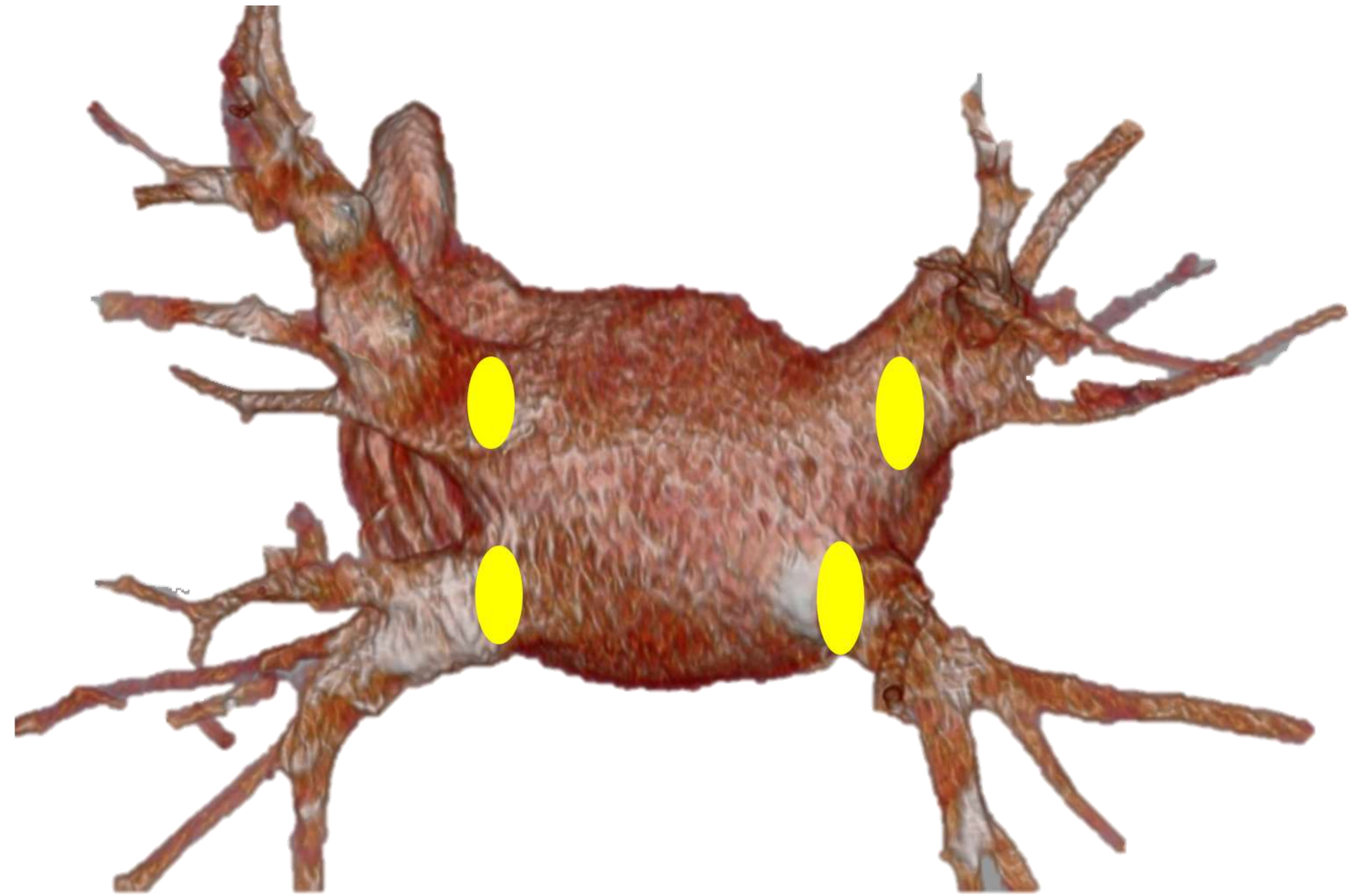
Esta técnica se utiliza como primera línea de tratamiento en pacientes con FA sintomática y en pacientes con FA resistente a antiarrítmicos de clase I o III.

La incidencia de **complicaciones** se estima en torno al 3%.

La tomografía computarizada (**TC**) y la resonancia magnética (**RM**) son técnicas no invasivas útiles para la planificación del procedimiento, y proporciona el sustrato anatómico sobre el que realizar el tratamiento electrofisiológico, ya que existe mucha variabilidad anatómica en las estructuras implicadas.

2. TÉCNICA

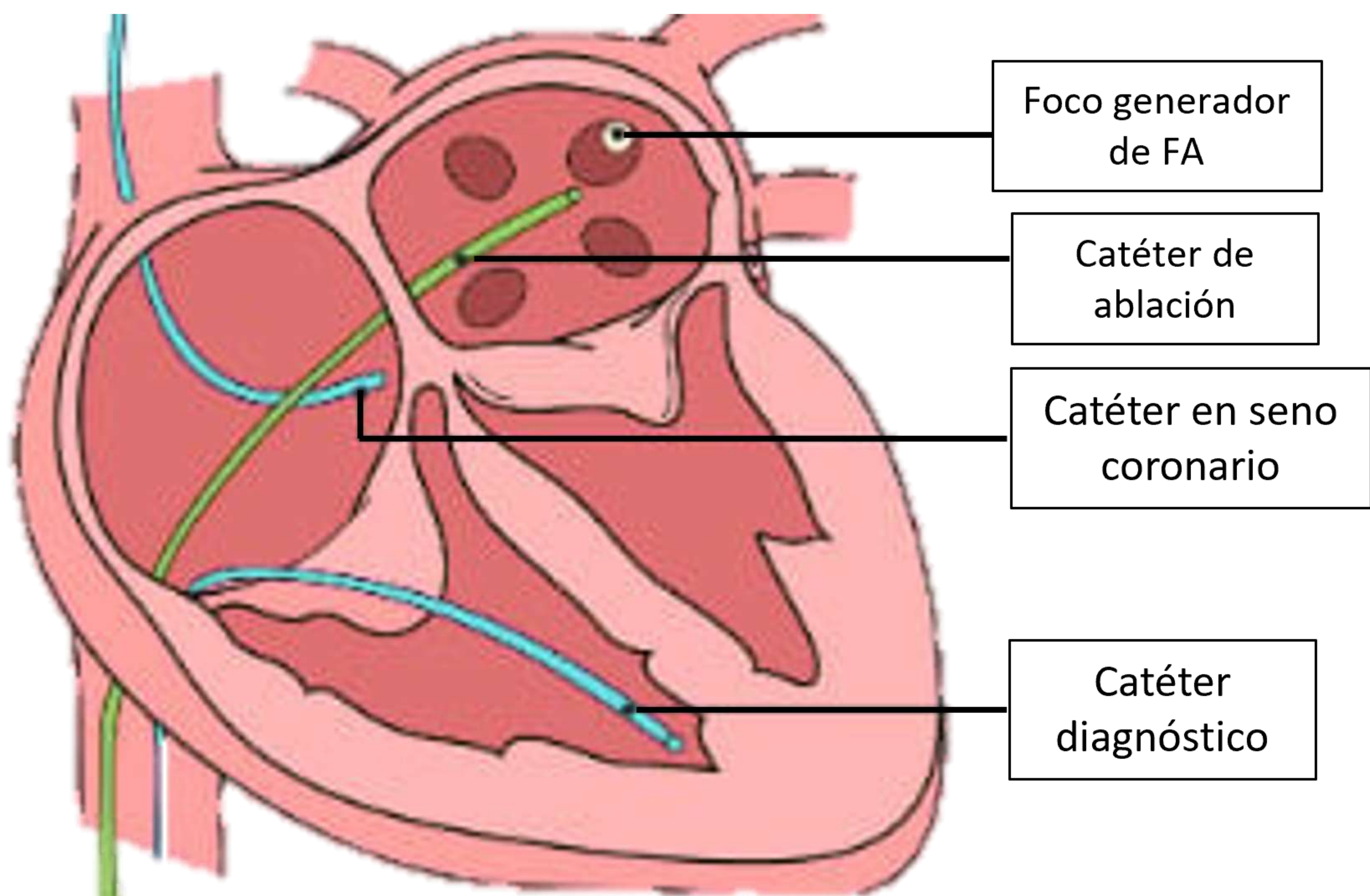
La energía de **radiofrecuencia** produce ablación miocárdica mediante la conducción de una corriente eléctrica alterna a través del tejido miocárdico, generando **calor**. Los tejidos expuestos a temperaturas superiores a 50 °C sufren **necrosis** de coagulación irreversible.



En el procedimiento se colocan **catéteres con electrodos** a nivel del haz de *His* y el seno coronario distal para detectar actividad eléctrica aberrante.

Mediante punción transeptal, se colocan **catéteres de mapeo y ablación en las venas pulmonares**. Tras el mapeo anatómico de las venas pulmonares, se aplica energía de radiofrecuencia en un área aproximado de 1 a 2 cm alrededor de cada **ostium** de las venas.

En ocasiones es necesario también aplicar energía de radiofrecuencia a la **pared posterior de la aurícula izquierda**.



3. PLANIFICACIÓN PRE-ABLACIÓN

3.1. ANATOMÍA NORMAL

- ✓ Existe tejido miocárdico en torno a las uniones venoatriales y en la capa media de las venas pulmonares.
- ✓ El recorrido de las venas pulmonares es distinto del de las arterias pulmonares y bronquios.

Fig.1.

Anatomía normal:

- **Dos** venas pulmonares **superiores** (una derecha y una izquierda).
- **Dos** venas pulmonares **inferiores** (una derecha y una izquierda).

La vena superior derecha drena tanto al lóbulo superior como lóbulo medio.

La vena superior izquierda drena el lóbulo superior incluyendo la língula.

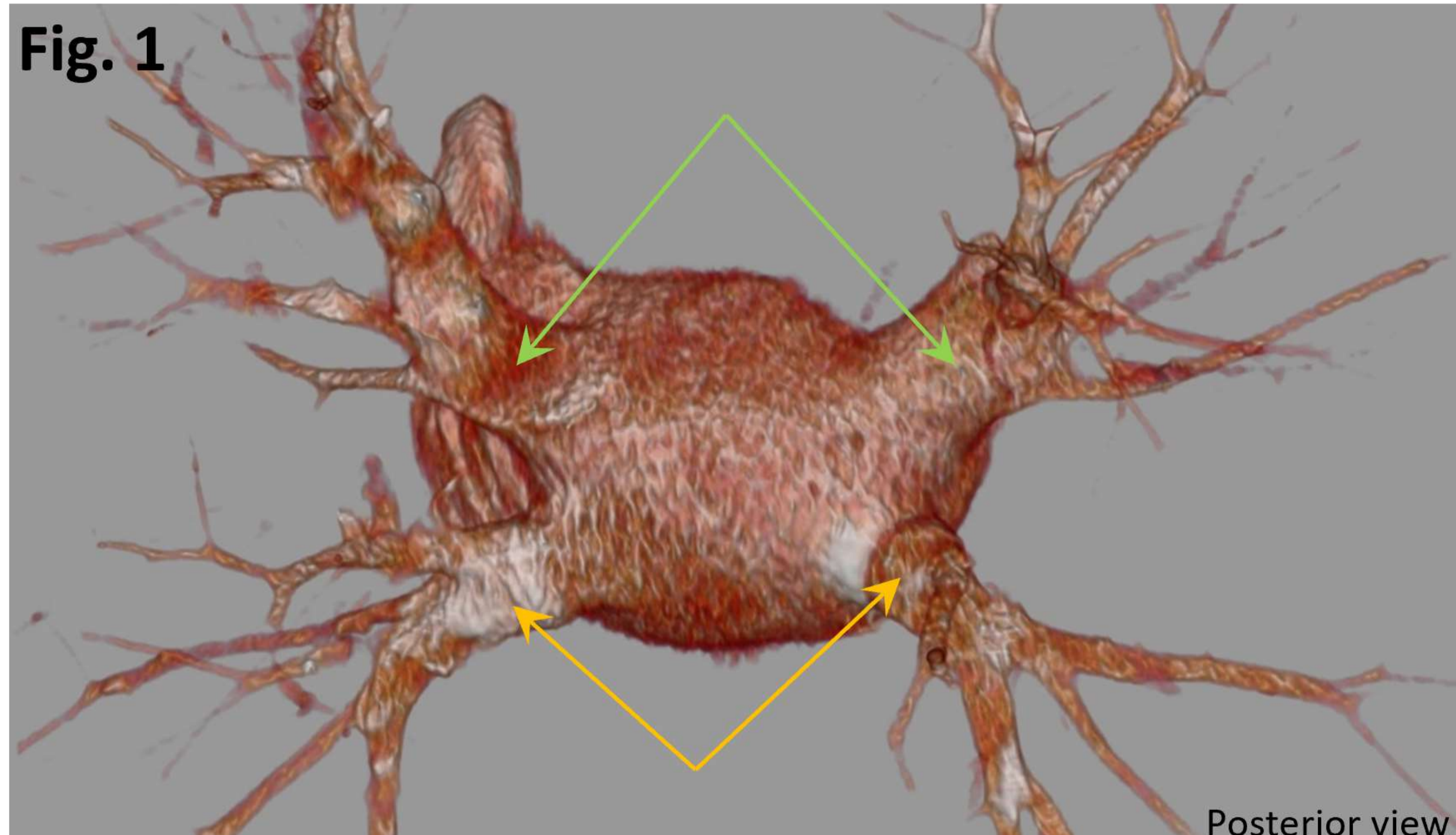


Fig. 2. Tronco venoso pulmonar → distancia desde el *ostium* hasta la primera rama.

Las venas pulmonares **superiores** tienden a tener un tronco más largo (21.6 ± 7.5 mm) que las venas pulmonares **inferiores** (14.0 ± 6.2 mm).

El **ostium** de las venas pulmonares **superiores** es significativamente mayor que el de las venas pulmonares **inferiores**.



3. PLANIFICACIÓN PRE-ABALACIÓN

3.2. VARIANTES ANATÓMICAS

- ✓ La energía de radiofrecuencia se aplica preferentemente en la unión venoatrial de todas las venas pulmonares para evitar estenosis y eliminar restos ostiales que puedan contribuir a la FA recurrente. El conocimiento del número de venas pulmonares presentes y la localización de sus *ostium* es importante para garantizar la ablación de todos los posibles focos.

Las **venas supranumerarias** son comunes. La más frecuente es la **vena independiente del lóbulo medio**.

Dado su pequeño tamaño, en ocasiones es difícil identificarla en estudios de fluoroscopia, pudiendo pasar desapercibida y por tanto no ser tratada (foco persistente de FA).

El **colector venoso común izquierdo** es más frecuente que el derecho.

Cuando está presente, un **colector venoso común** tiene un diámetro mayor que el resto de venas pulmonares.

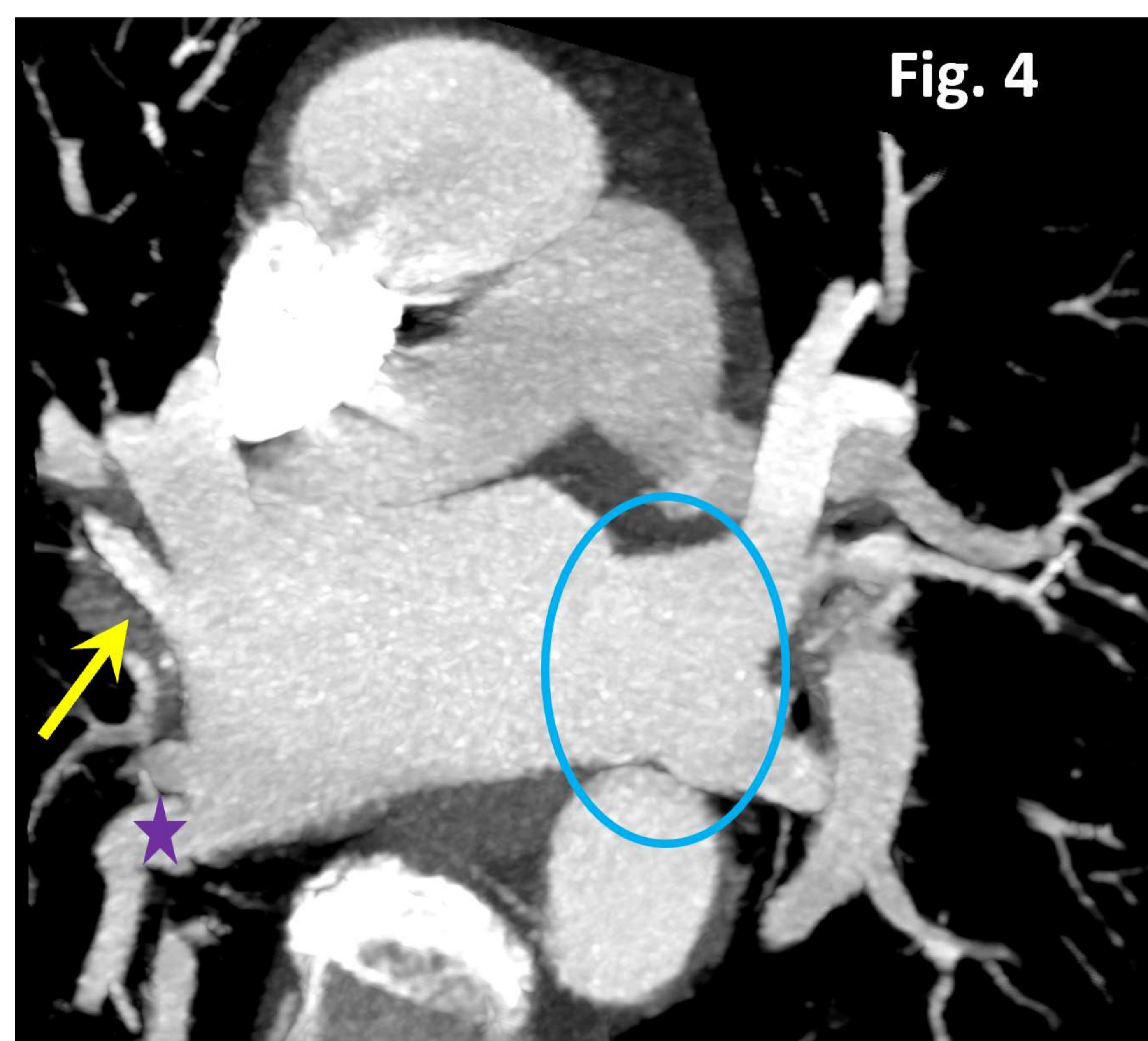
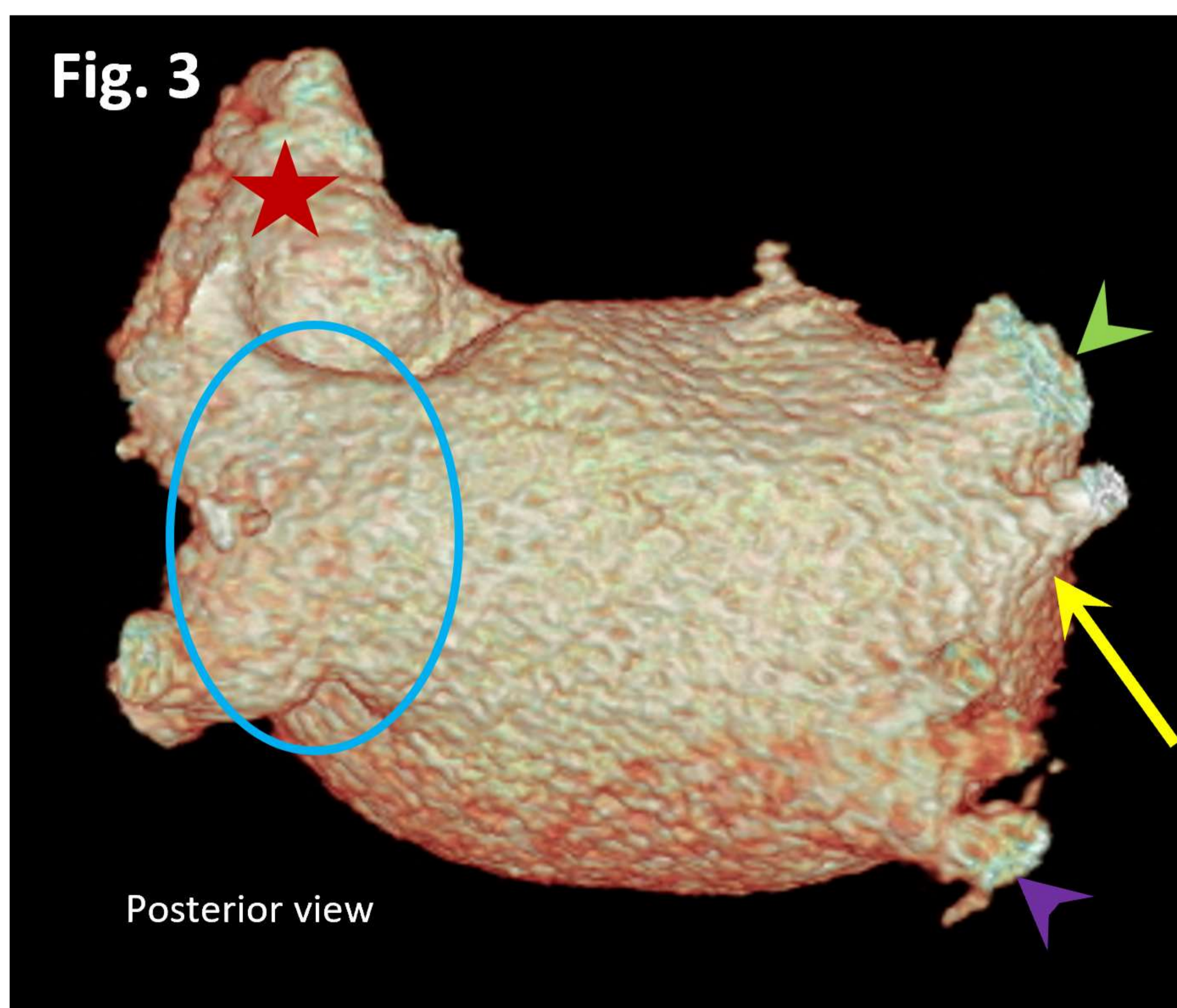


Fig. 3; 4.

Orejuela de la aurícula izquierda

- **Colector común de las venas pulmonares superior e inferior izquierdas**

Vena pulmonar superior derecha

- Vena accesoria única del lóbulomedio

Vena pulmonar inferior derecha

Variantes anatómicas	%
Vena independiente del lóbulo medio	19-23
Colector venoso común	2.4-25
Drenaje pulmonar anómalo	<1

3. PLANIFICACIÓN PRE-ABALACIÓN

3.2. VARIANTES ANATÓMICAS

Drenaje venoso pulmonar anómalo parcial (DVPAP)

Anomalía congénita consistente en que algunas de las venas pulmonares, pero no todas, drenan en la circulación sistémica en lugar de hacerlo en la aurícula izquierda.

Supracardiaco

Derecho
(VCS; ácigos)

Izquierdo

(VCS izda persistente; vena braquiocefálica)

Cardiaco

(Seno coronario;
aurícula derecha)

Infracardiaco

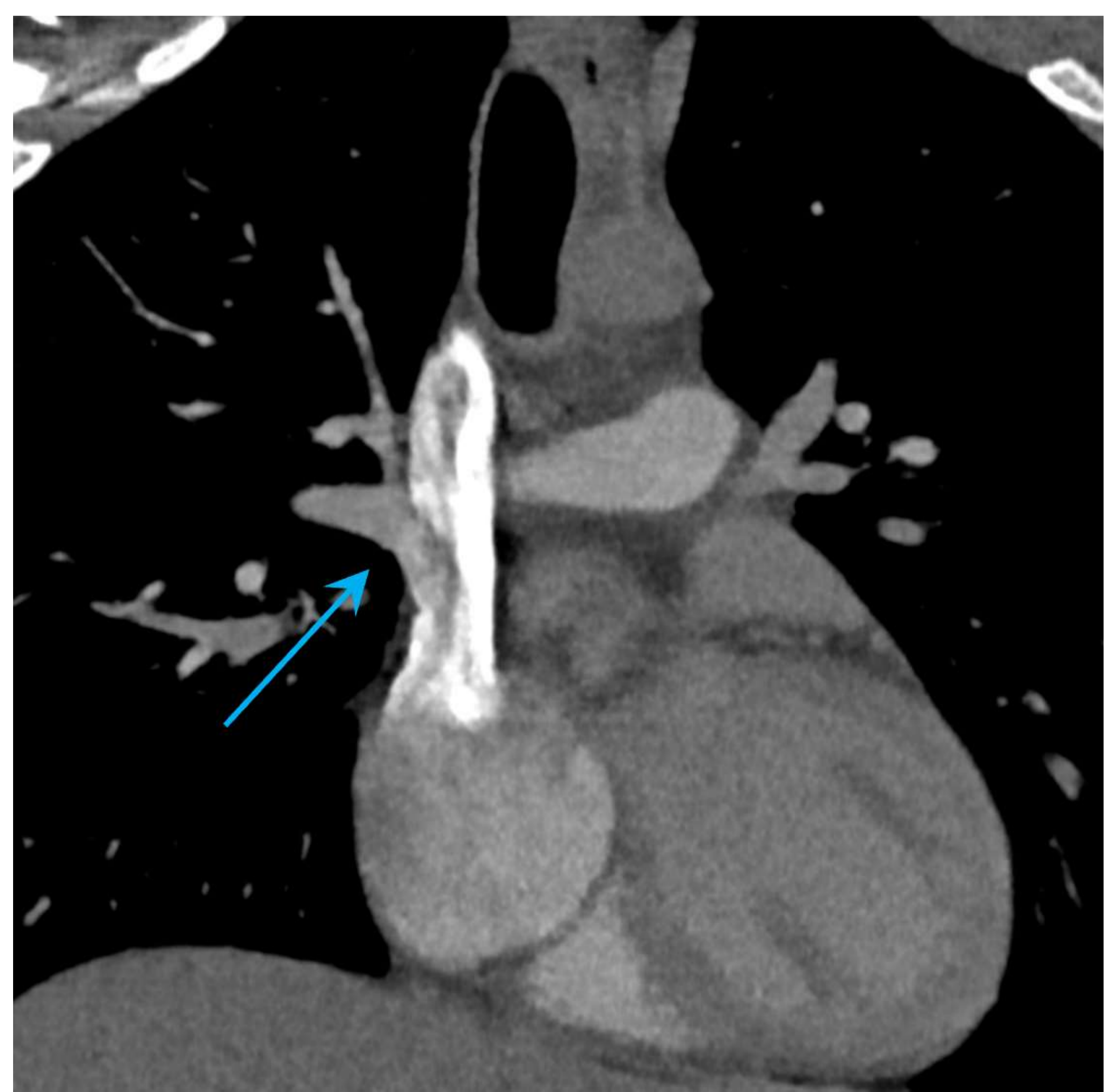
(Vena porta o ductus venoso; VCI)



Fig. 5; 6.

DVPAP supra-cardiaco:

- A la vena cava superior
- A la vena innominada izquierda



3. PLANIFICACIÓN PRE-ABALACIÓN

3.2. VARIANTES ANATÓMICAS

Distancia entre el esófago y la aurícula izquierda

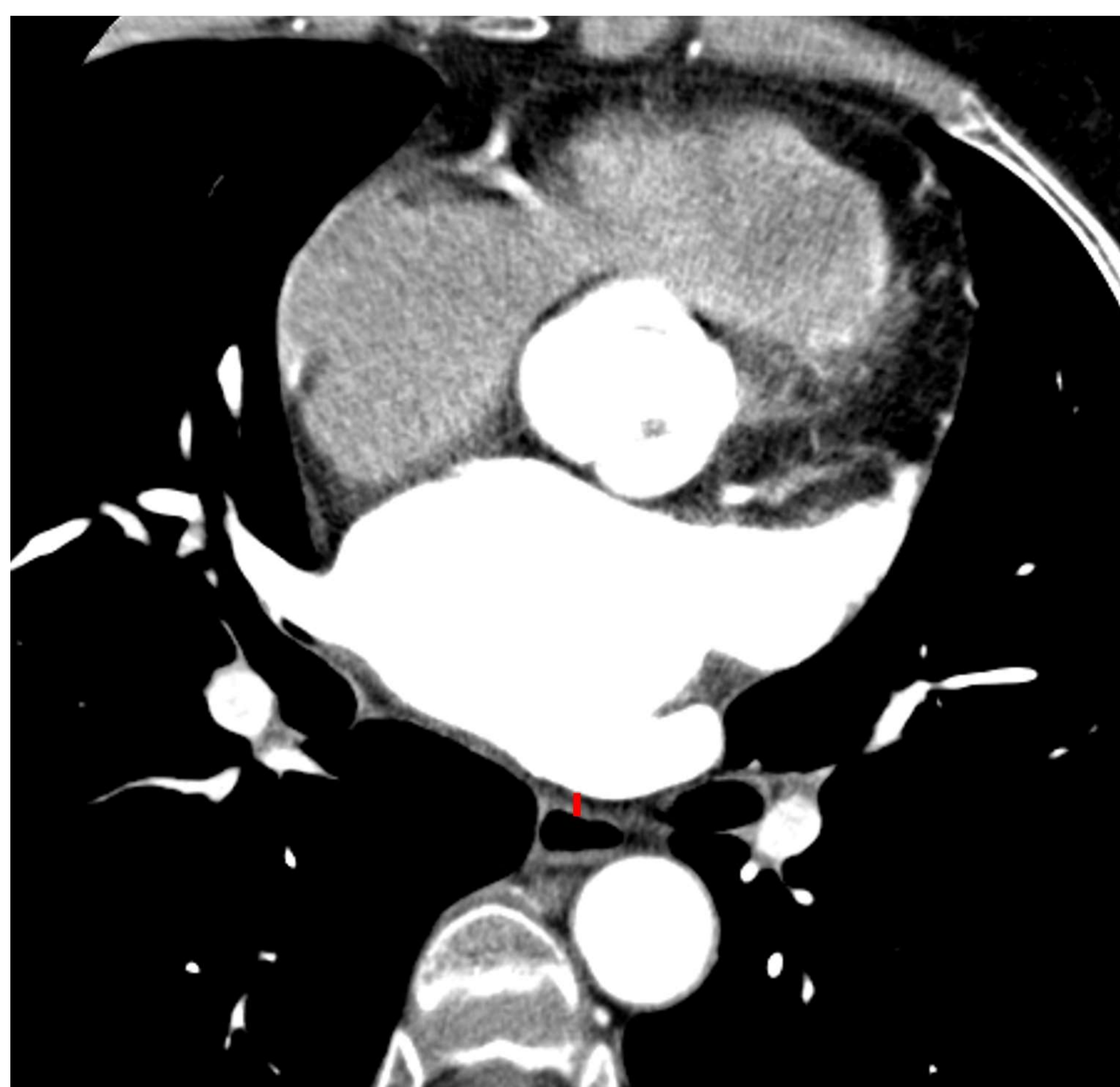
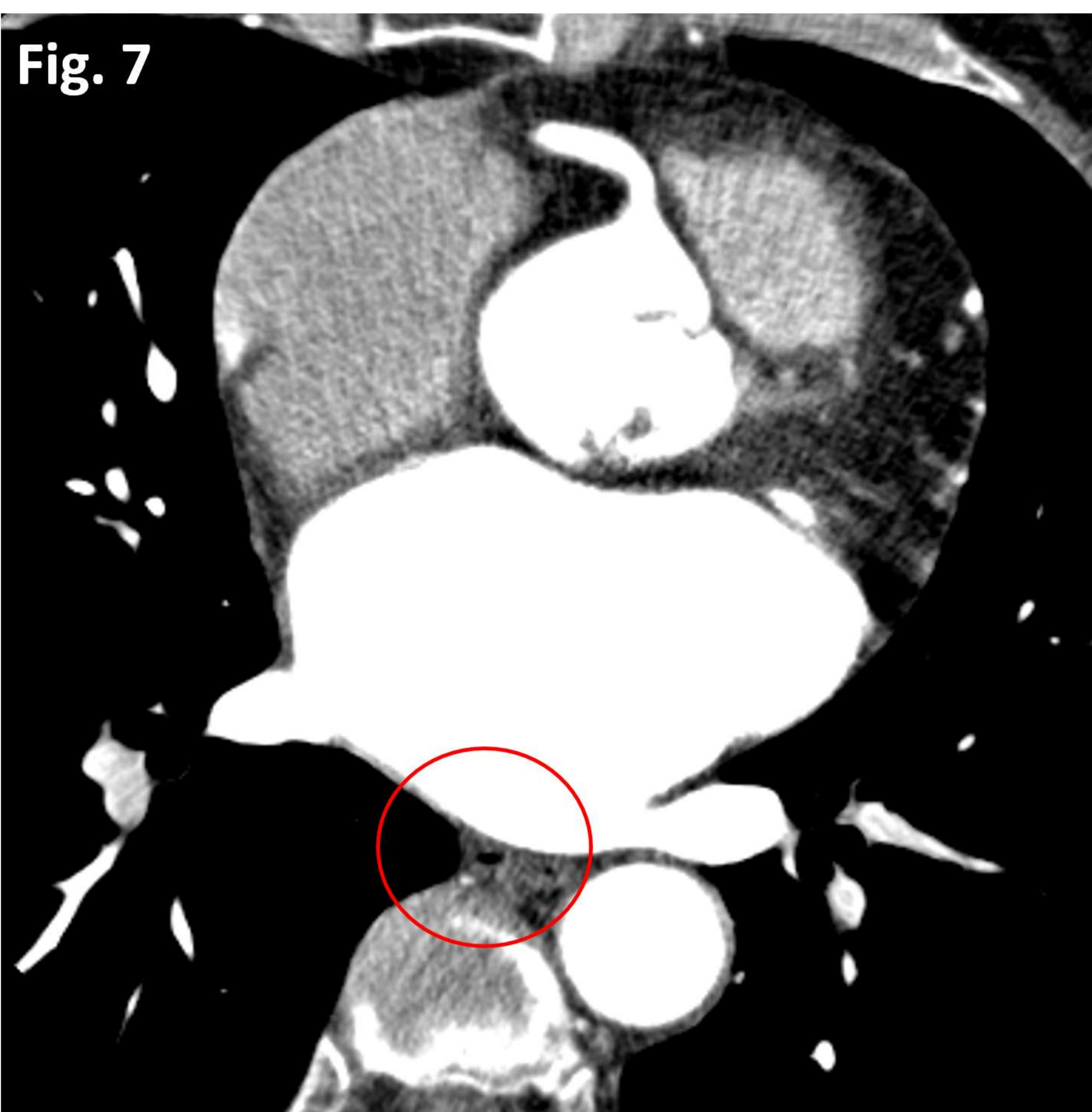


Fig. 7. Es importante valorar el punto de menor distancia entre el esófago y la pared posterior de la aurícula izquierda (PPAI), ya que se asocia al riesgo de desarrollo de lesión térmica esofágica.

Una distancia < 4.5 mm está asociada con un mayor riesgo de lesión térmica esofágica.

3. PLANIFICACIÓN PRE-ABALACIÓN

3.3. TROMBO en OREJUELA IZQUIERDA

- ✓ Los pacientes con FA presentan un mayor riesgo embolígeno debido a la formación de trombos en la aurícula izquierda (típicamente en la orejuela).
- ✓ Es importante asegurar que no existe trombo en la orejuela en los estudios de planificación RFA, ya que constituye una contraindicación del procedimiento.
- ✓ Puede ser evaluado realizando una fase tardía en los casos que se observe un defecto de llenado de la orejuela en la primera fase adquirida (ya que éste puede ser hemodinámico por tiempo insuficiente para el llenado).

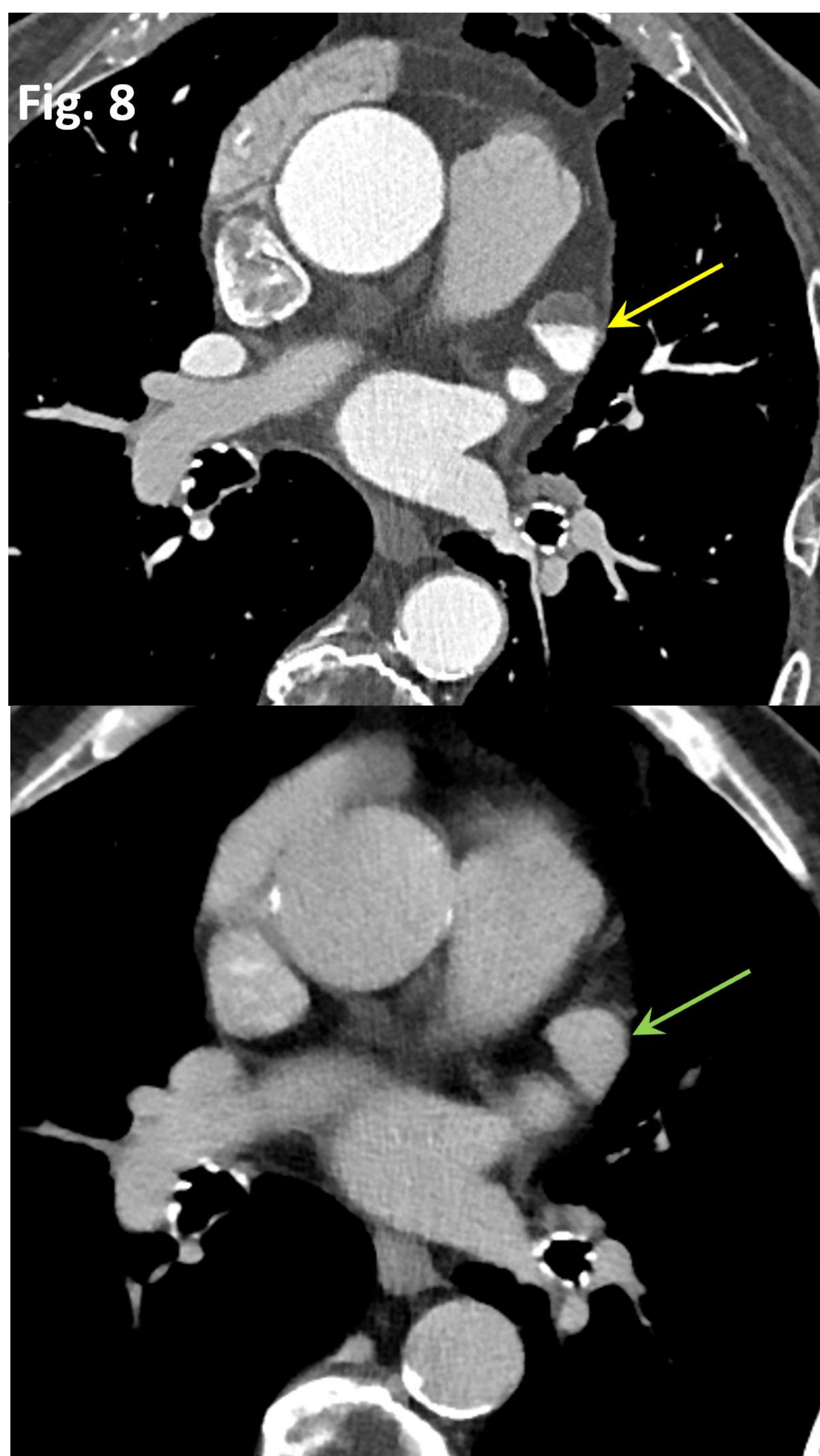


Fig. 8.
Defecto de repleción en la orejuela izquierda.
Fase tardía muestra **relleno completo** de la misma; descartando trombosis.



Fig. 9.
Defecto de repleción en la orejuela izquierda.
Fase tardía muestra **persistencia del defecto de llenado**; en relación con trombosis.

3. PLANIFICACIÓN PRE-ABALACIÓN

¿QUÉ NECESITA SABER CARDIOLOGÍA?

- 1) ¿Trombo? — En casos dudosos → fase tardía

- 2) ¿Anatomía normal? —
 - Colector común
 - Drenaje venoso pulmonar anómalo — ¿Dónde drena?
 - Venas accesorias — Diámetro y distancia hasta la primera rama

- 3) Diámetro ostial de cada vena y distancia hasta la primera rama — Condiciona la elección del diámetro del catéter utilizado

- 4) Otras anomalías mayores (distancia esófago – PPAI...)

4. COMPLICACIONES

Pleuropulmonares

Neumotórax

Derrame pleural

Hemorragia alveolar

Cardíacas

Derrame pericárdico

Hemopericardio

Pericarditis

Taponamiento cardíaco

Venas pulmonares

Estenosis

Trombosis

Órganos adyacentes

Perforación esofágica

Fístula atrio-esofágica

Lesión del nervio frénico derecho

Acceso vascular

Hematoma

Fístula arteriovenosa

Pseudoaneurisma

4. COMPLICACIONES

4.1. PLEUROPULMONARES

Derrame pleural

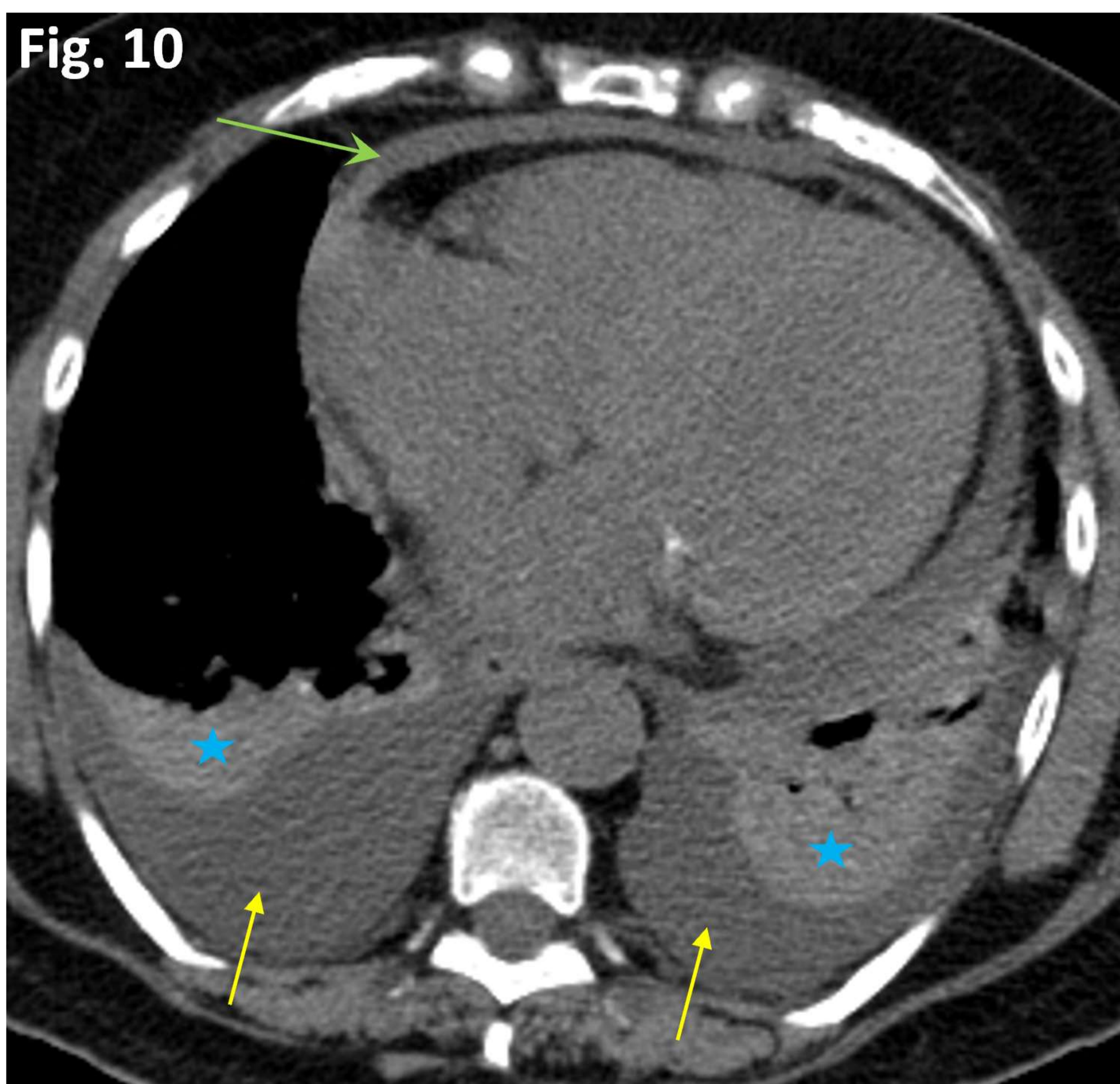


Fig. 10. Paciente pocas horas tras RFA de venas pulmonares.

Derrame pleural bilateral y **atelectasia** pasiva del pulmón subyacente. **Derrame pericárdico.**

Hemorragia alveolar

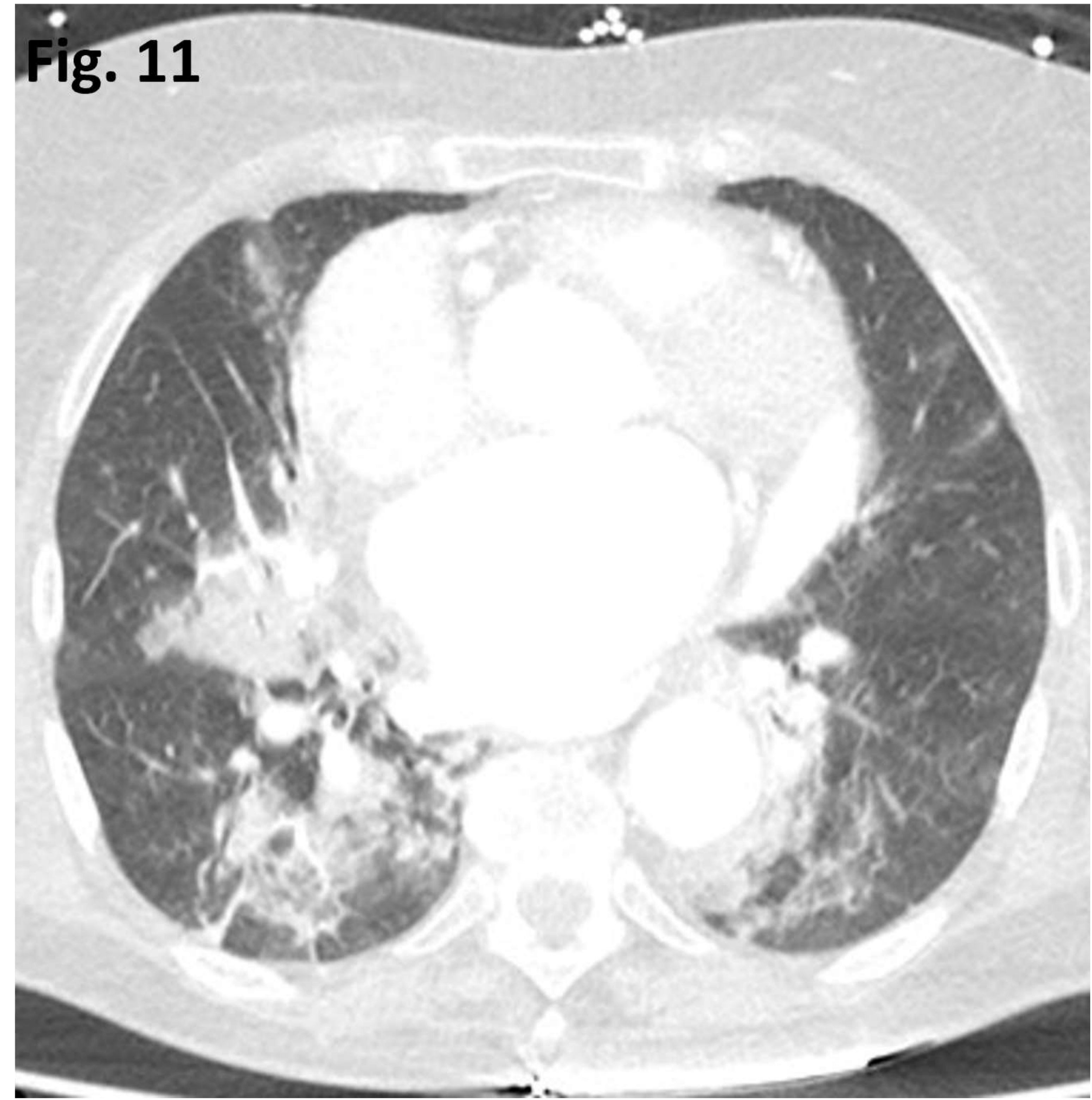


Fig. 11. Opacidades bilaterales en vidrio deslustrado y focos de consolidación (que en el contexto clínico y antecedente de ablación de venas pulmonares), es compatible con **hemorragia alveolar.**

*Ambas complicaciones son típicamente tempranas tras el procedimiento

4. COMPLICACIONES

4.2. CARDIACAS

Derrame pericárdico /
taponamiento cardíaco

Fig. 12

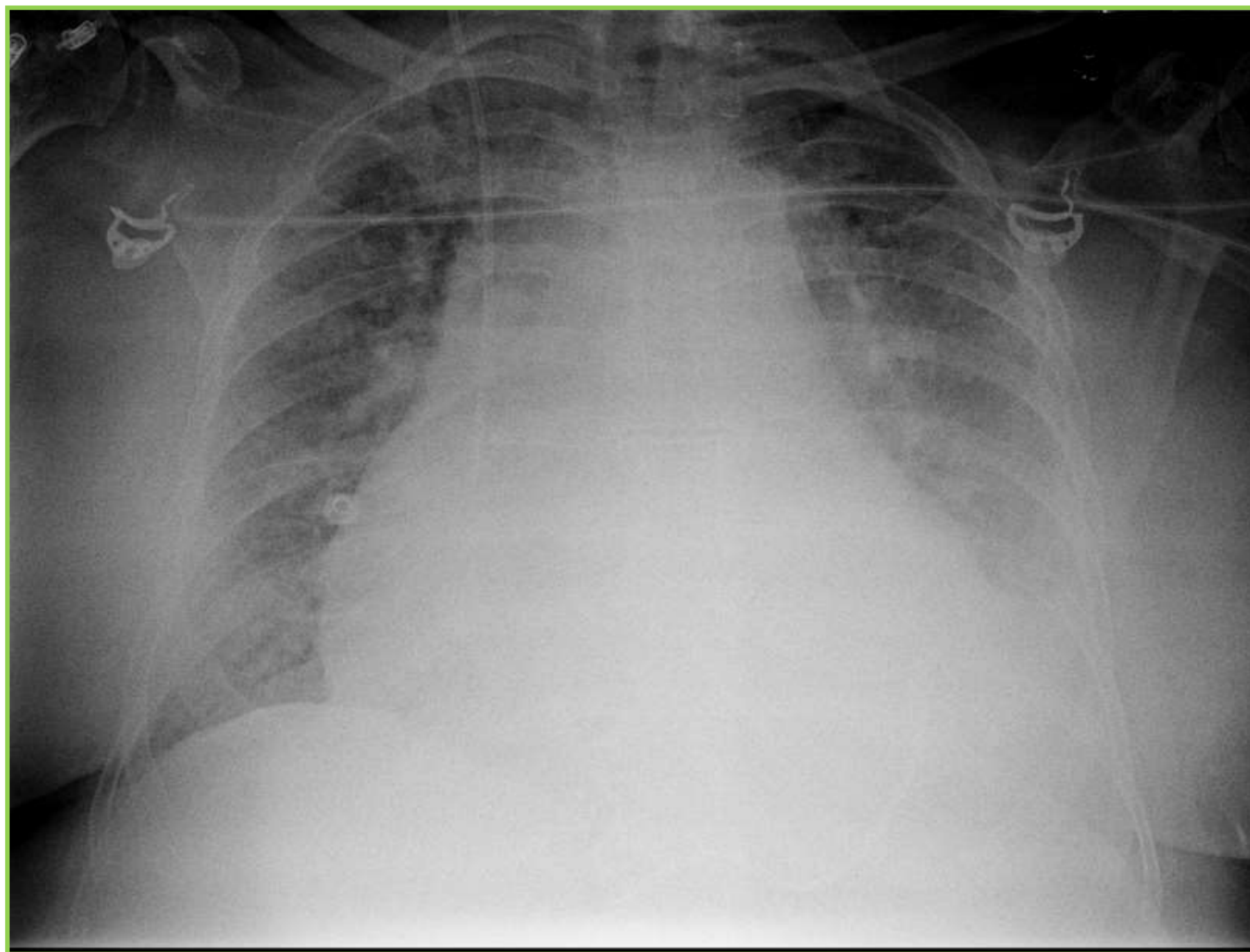


Fig. 13

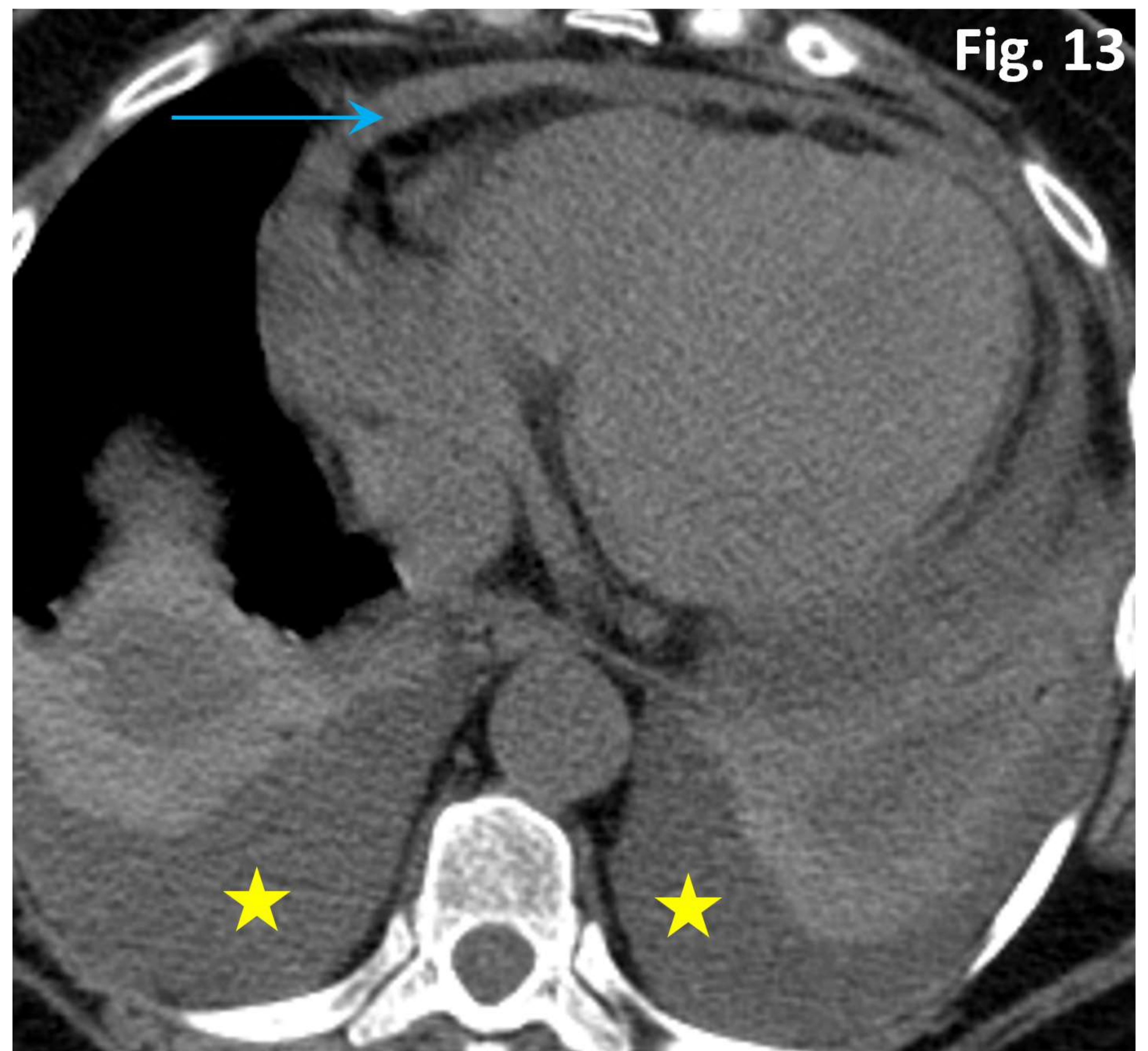


Fig. 12, 13. Mujer de 66 años tratada con RFA.

Radiografía simple de tórax realizada inmediatamente tras el procedimiento (descrito como complicado y no exitoso). **Ensanchamiento de la silueta cardiaca** en relación con derrame pericárdico grave y clínica de taponamiento, realizándose pericardiocentesis urgente. CT de control muestra **leve derrame pericárdico** y **moderado derrame pleural bilateral**.

4. COMPLICACIONES

4.3. VENAS PULMONARES

Trombosis

- ✓ Complicación infrecuente en el periodo temprano (los pacientes reciben anticoagulación los siguientes 3 meses al procedimiento).
- ✓ Clínica: dolor torácico, disnea, hemoptisis.
- ✓ Hallazgos TC: defecto de opacificación de una vena pulmonar (fase venosa). Engrosamiento del intersticio peribroncovascular, adenopatías congestivas ipsilaterales.

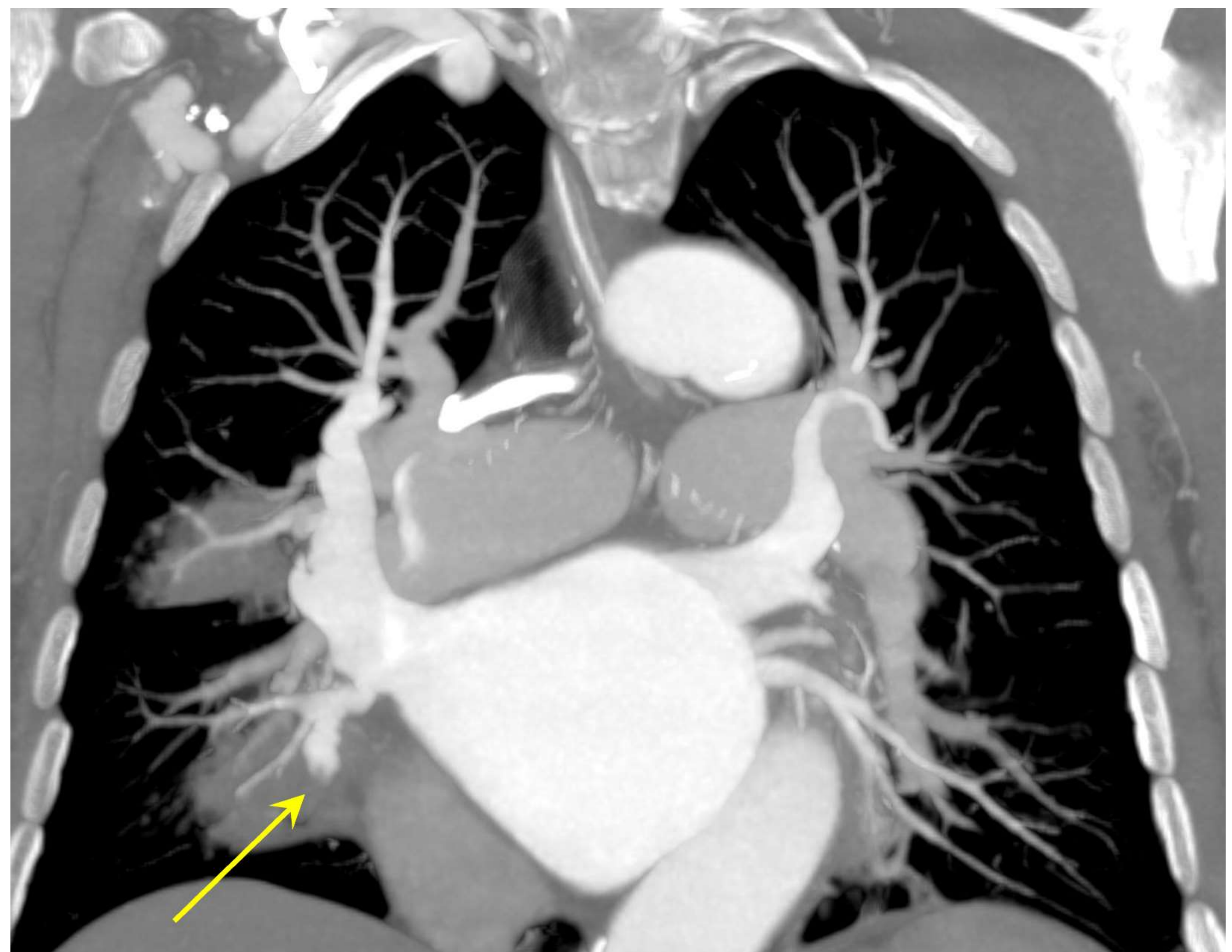
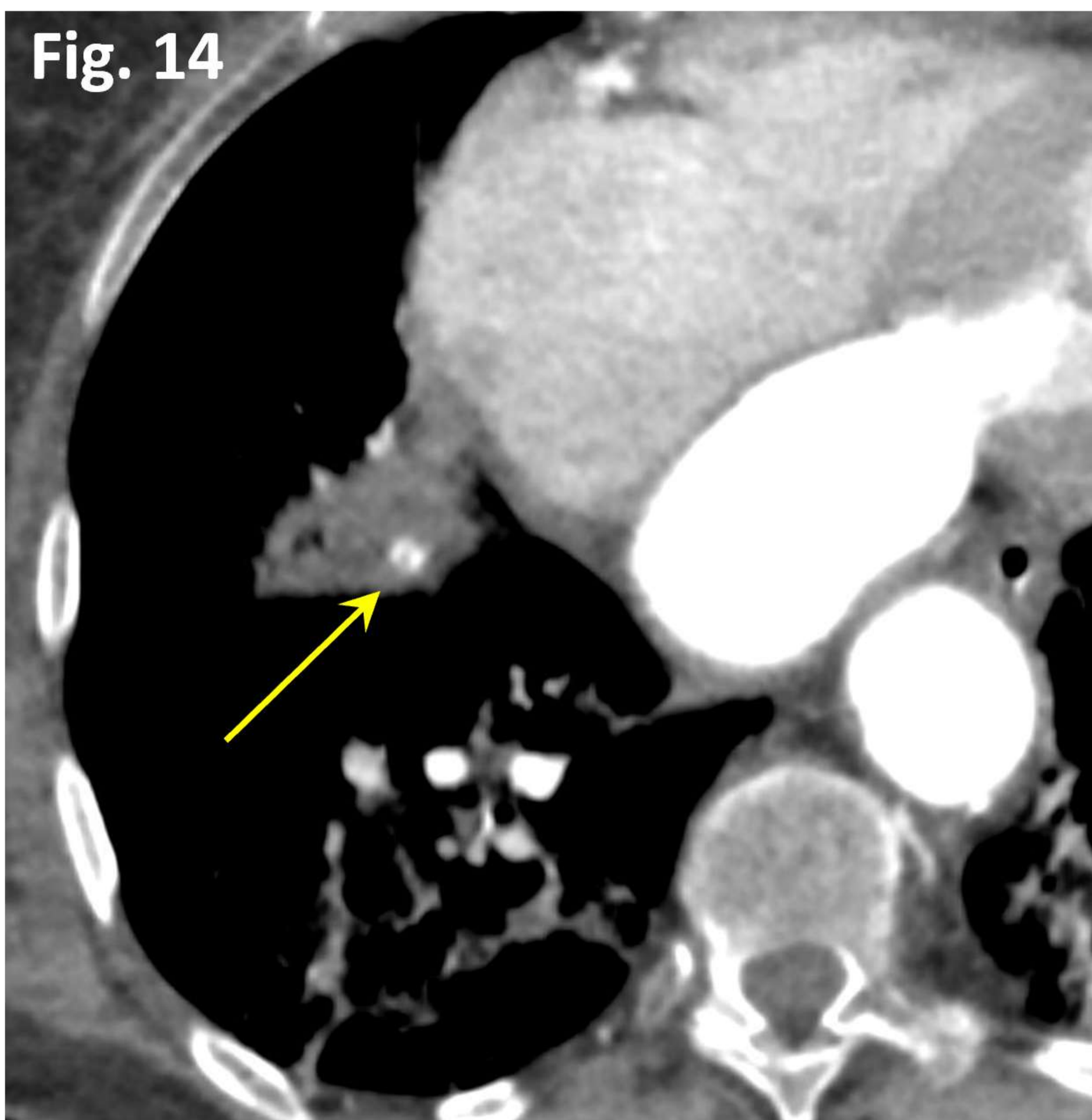
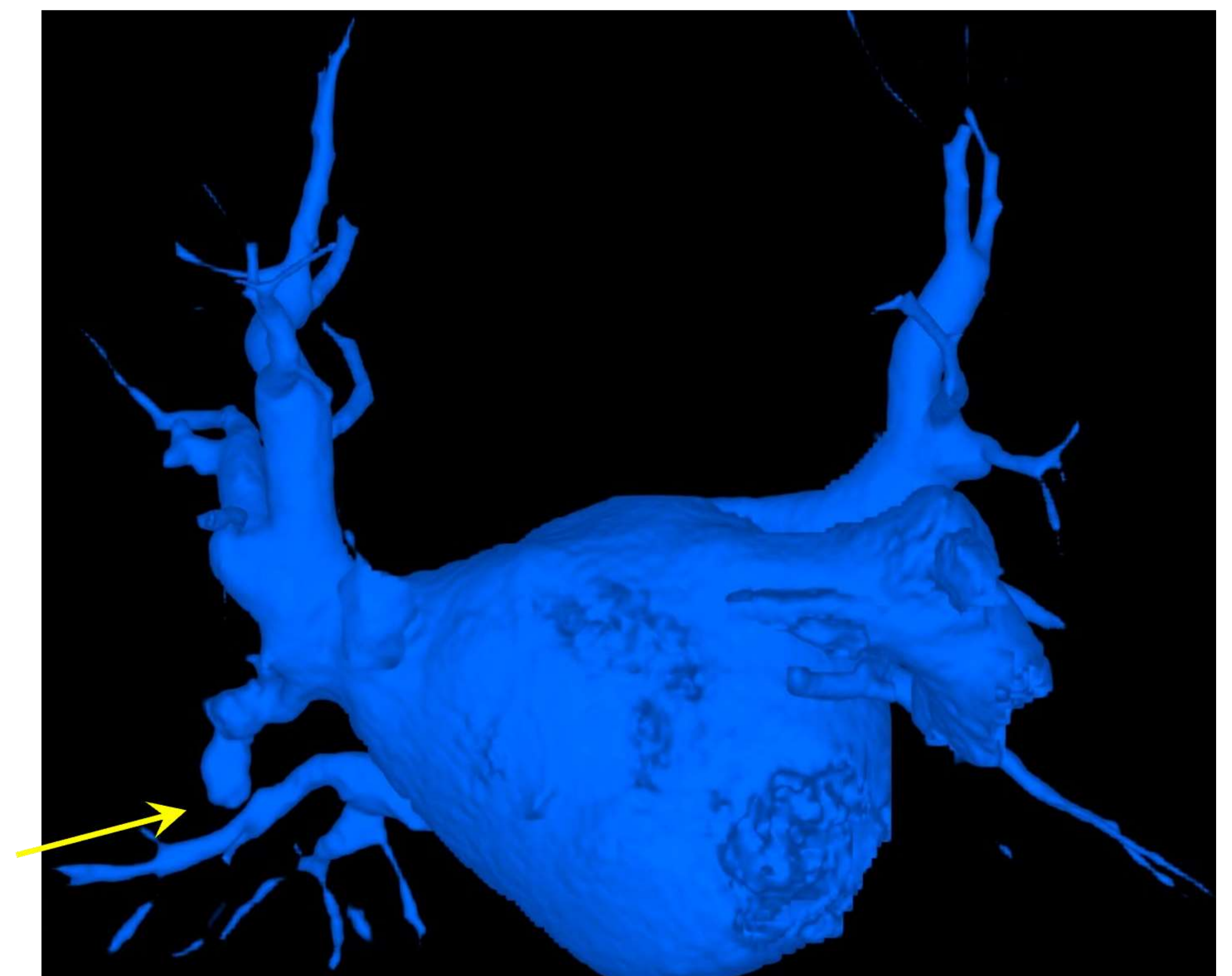


Fig. 14. Paciente de 69 años, 4 meses tras el tratamiento de RFA de venas pulmonares. CT de control muestra **defecto de opacificación** de la vena pulmonar inferior derecha consistente con **trombosis**.



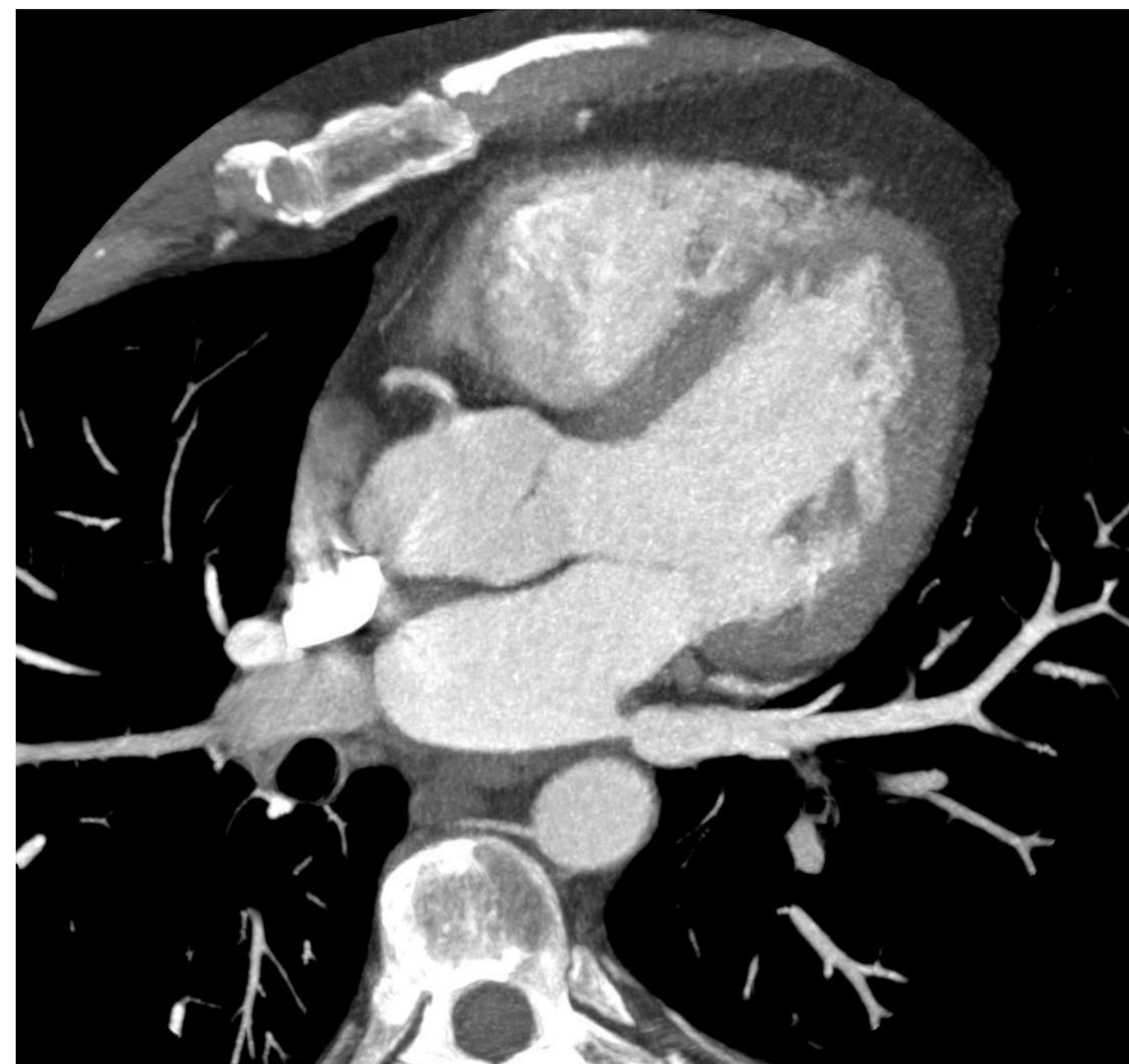
4. COMPLICACIONES

4.3. VENAS PULMONARES

Estenosis

- ✓ Se considera significativa cuando la reducción del diámetro es **> 70%**.
- ✓ Frecuencia **< 10%** de los pacientes post-ablación.

- ✓ El **riesgo de estenosis** tras la ablación no depende del tamaño inicial de la vena pulmonar ni de la duración total de la aplicación de energía de radiofrecuencia en la vena, sino por la posición del catéter (cuanto más alejado esté el catéter del ostium, mayor será el grado de estenosis).
- ✓ La **vena pulmonar inferior izquierda** es la más afectada debido a la ubicación más medial y posterior del *ostium* (por lo tanto, localizada dentro de la silueta cardiaca en las proyecciones fluoroscópicas y de imágenes estándar). En consecuencia, puede administrarse más energía en el interior de la vena distal al *ostium*.



El **manejo** depende del % de estenosis:

- 50-70% → seguimiento en 6 meses.
- 75% → seguimiento en 3 meses.
- 90% (mayor riesgo de oclusión en las siguientes semanas) → tratamiento endovascular (angioplastia +/- stent).

4. COMPLICACIONES

4.3. VENAS PULMONARES

Estenosis

Fig. 15

Varón de 53 años con FA.

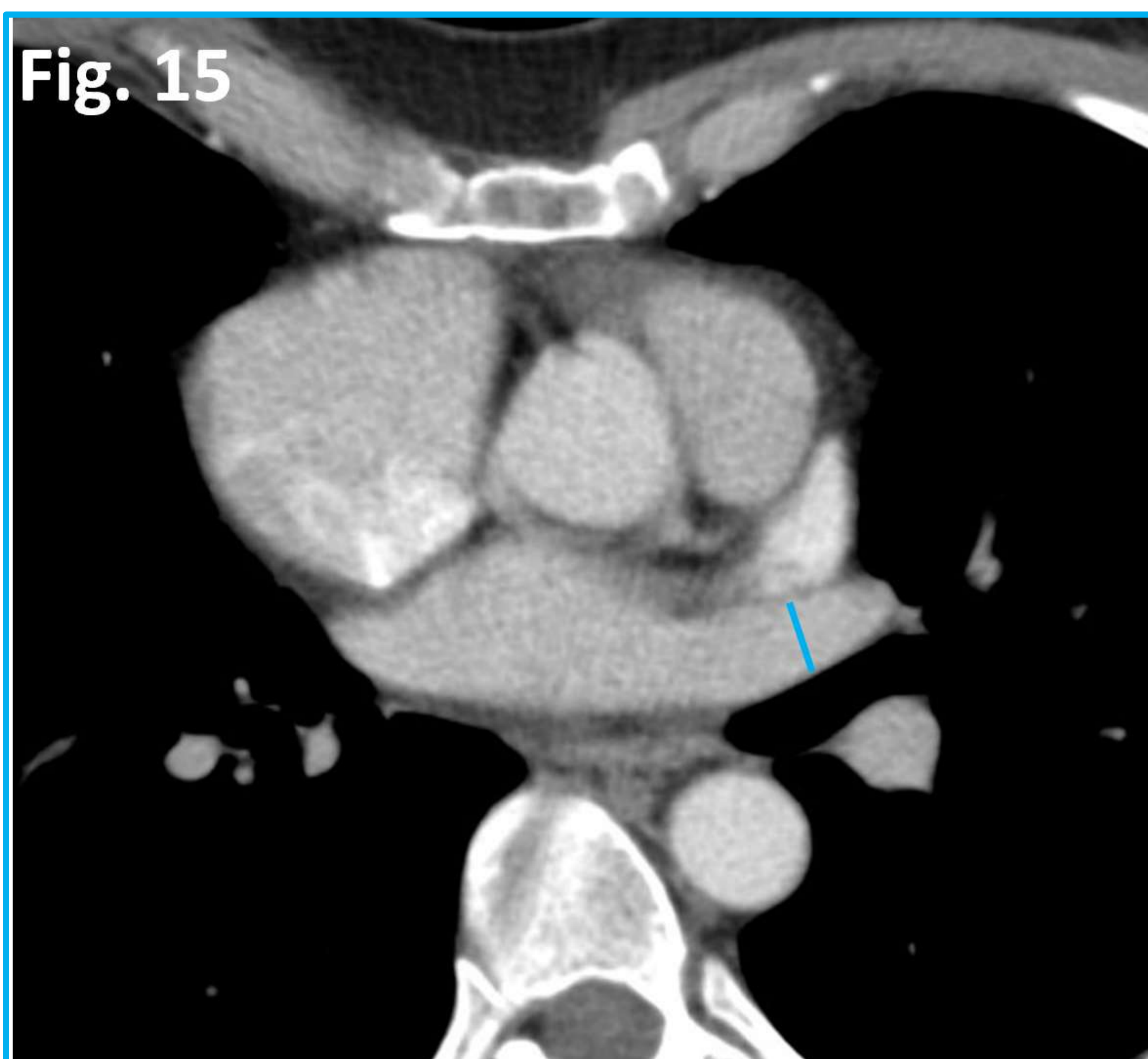


Fig. 15



Estudio TC pre-ablación, diámetro normal del *ostium*.

TC de control 1 mes tras el procedimiento. Estenosis focal cerca del *ostium* de la vena pulmonar superior izquierda.

TC después del tratamiento (angioplastia e implantación de *stent*) muestra adecuada normalización del calibre vascular.



4. COMPLICACIONES

4.3. VENAS PULMONARES

Estenosis

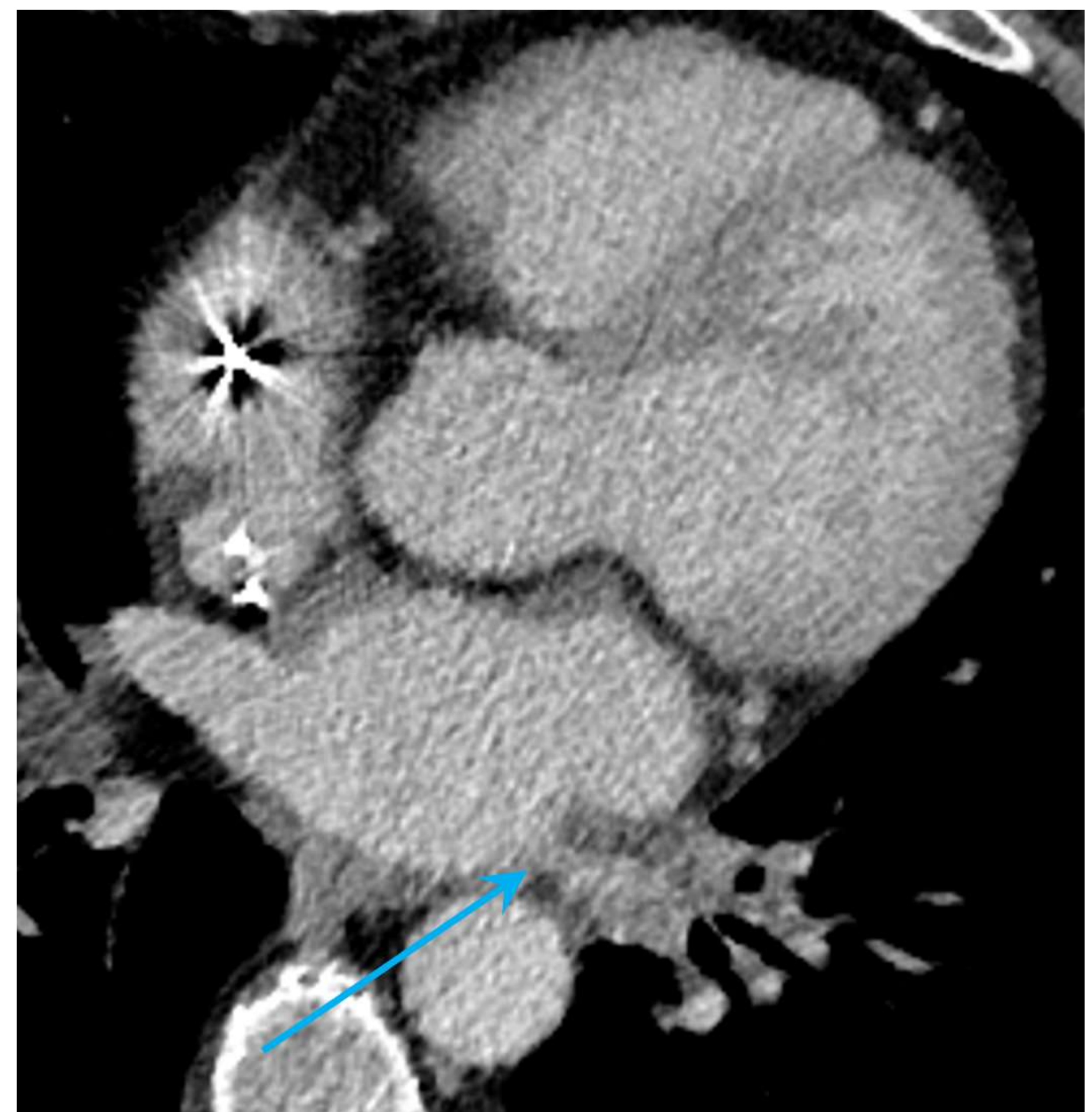
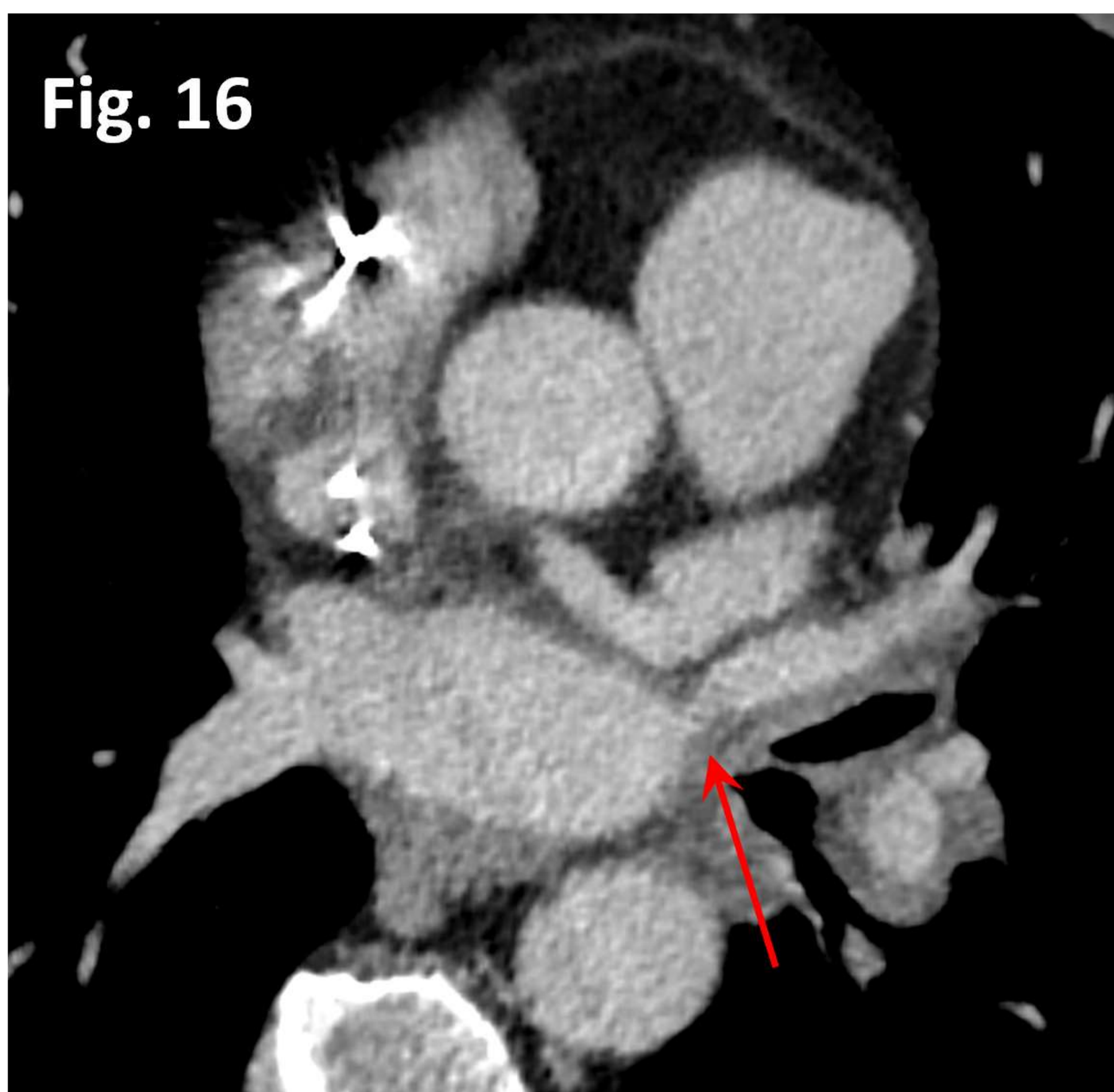


Fig. 16. Varón de 57 años tratado previamente mediante ablación de venas pulmonares. Varios meses tras el procedimiento desarrolla **estenosis** de las venas pulmonares **superior** e **inferior** izquierdas.

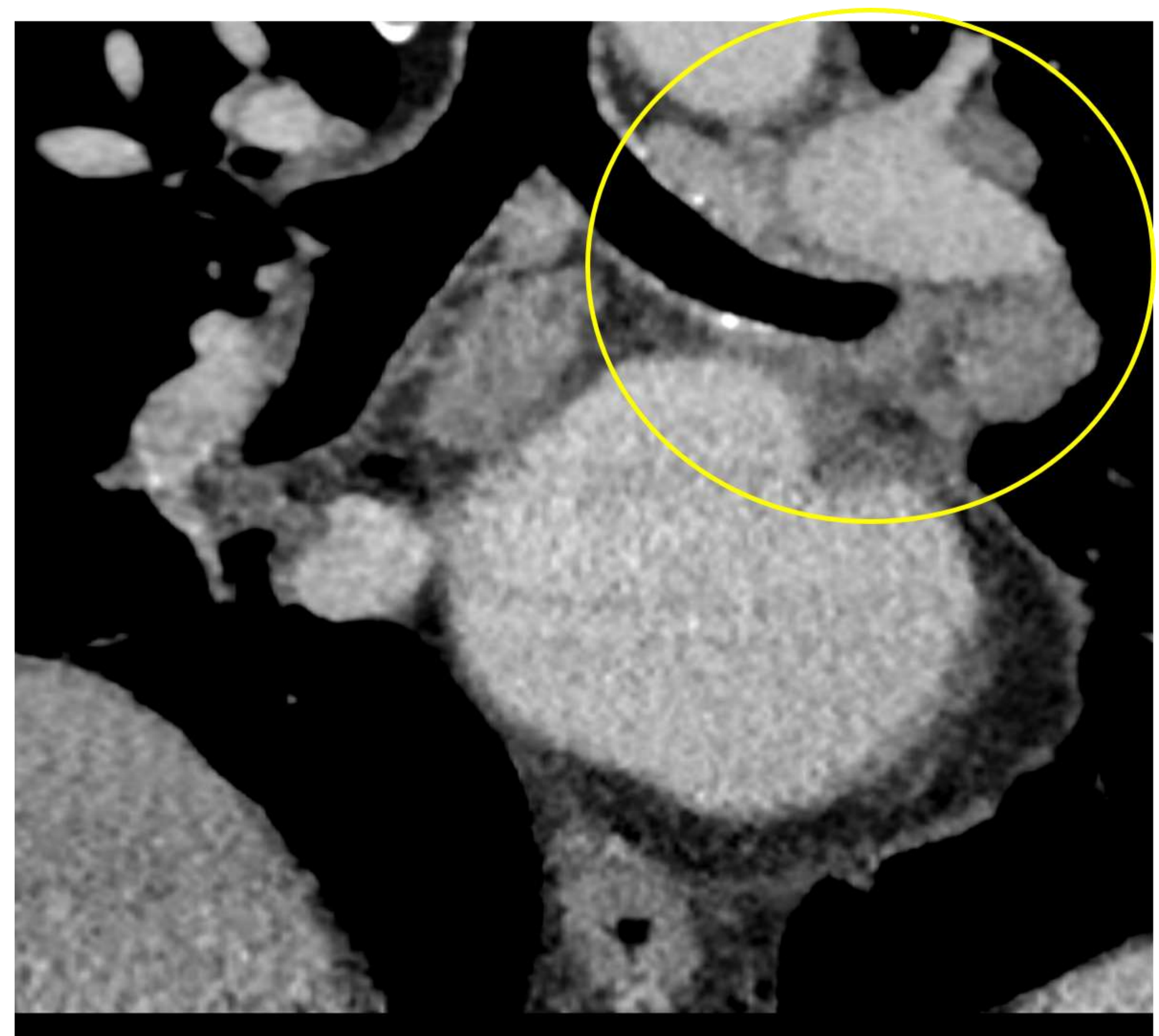
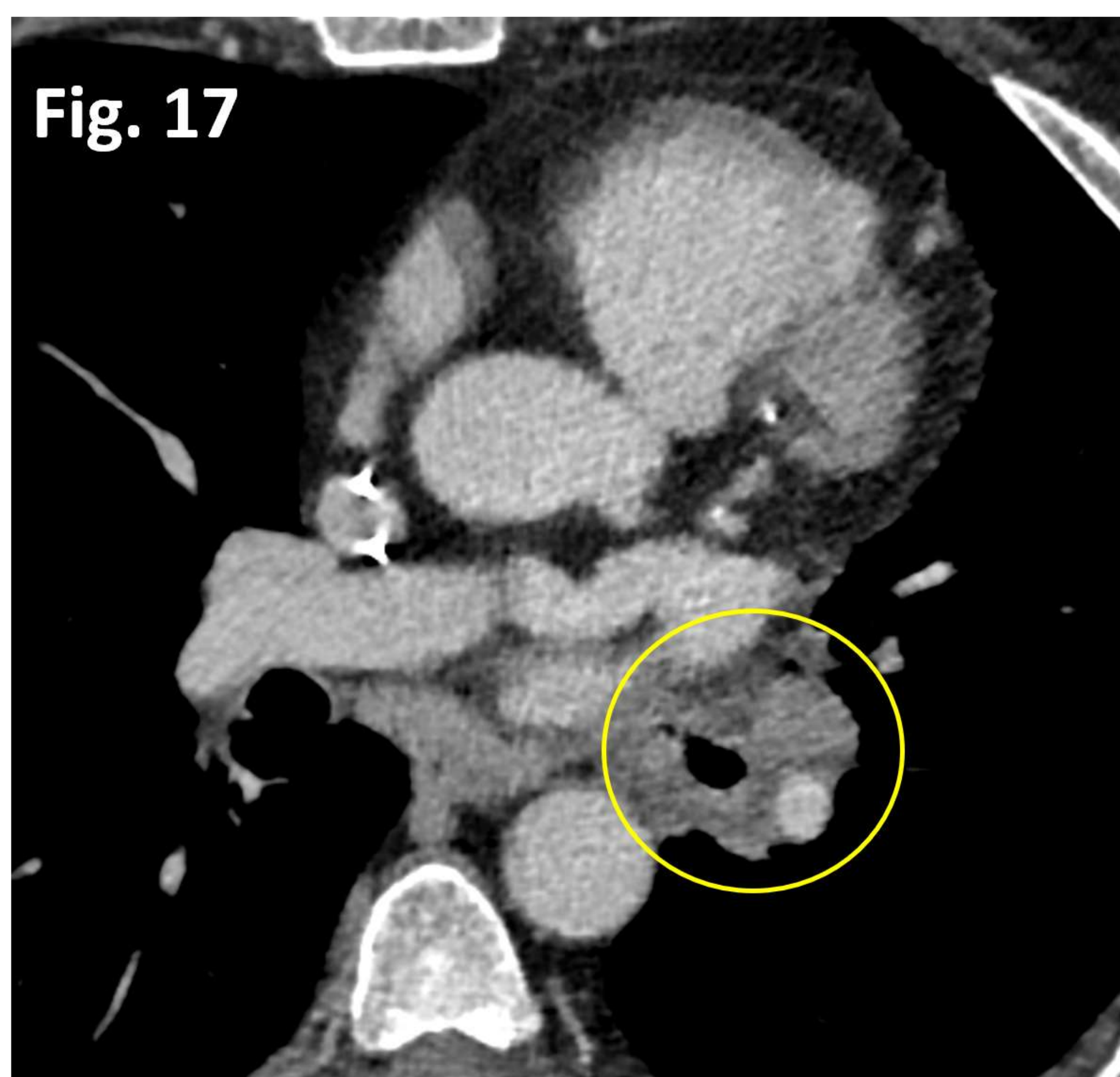


Fig. 17. Asocia **engrosamiento peribroncovascular** y **adenopatías** a nivel del hilio izquierdo, secundario a la congestión de dicho pulmón.

4. COMPLICACIONES

4.4. ESOFÁGICAS

Fístula atrio-esofágica

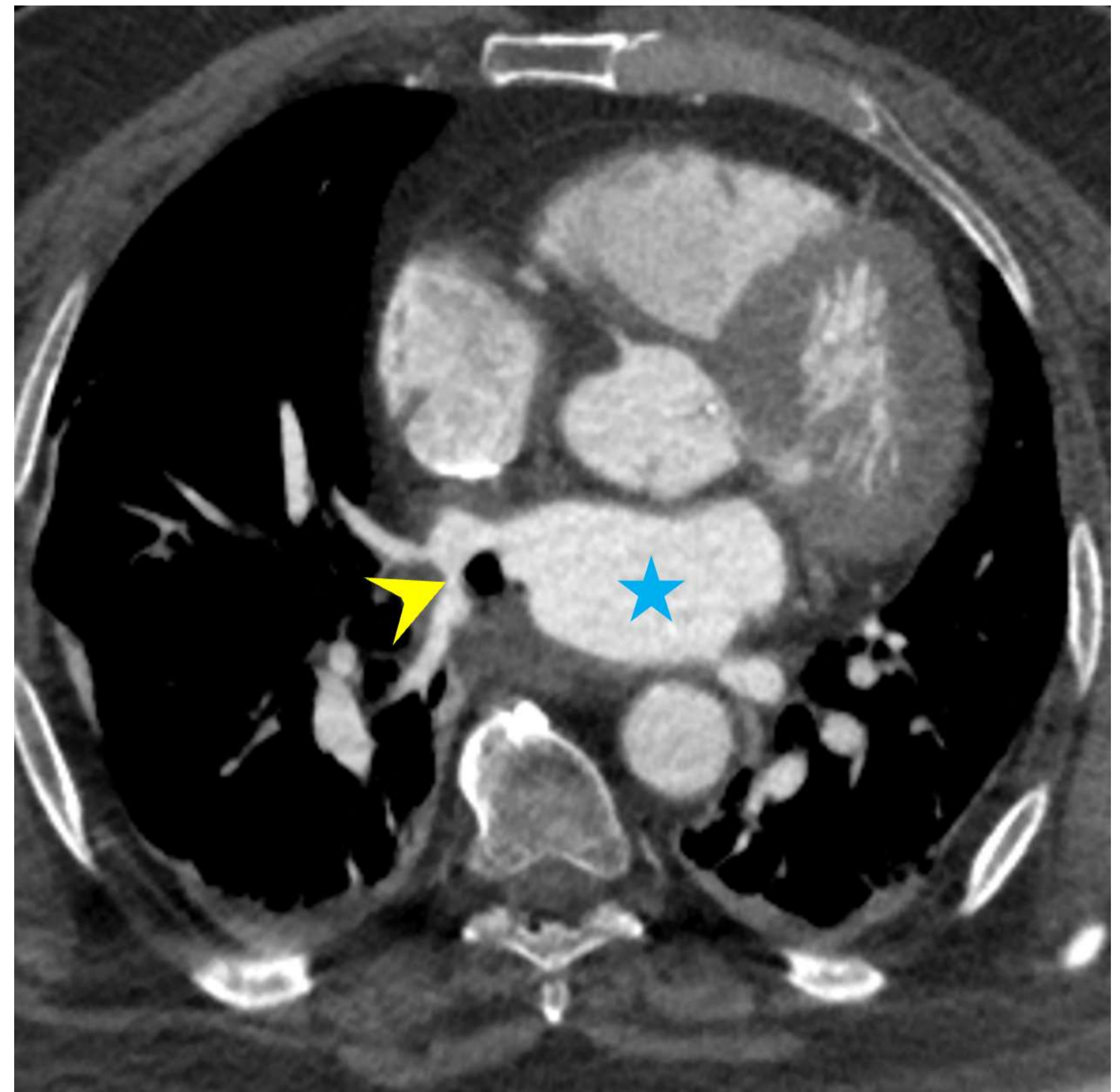
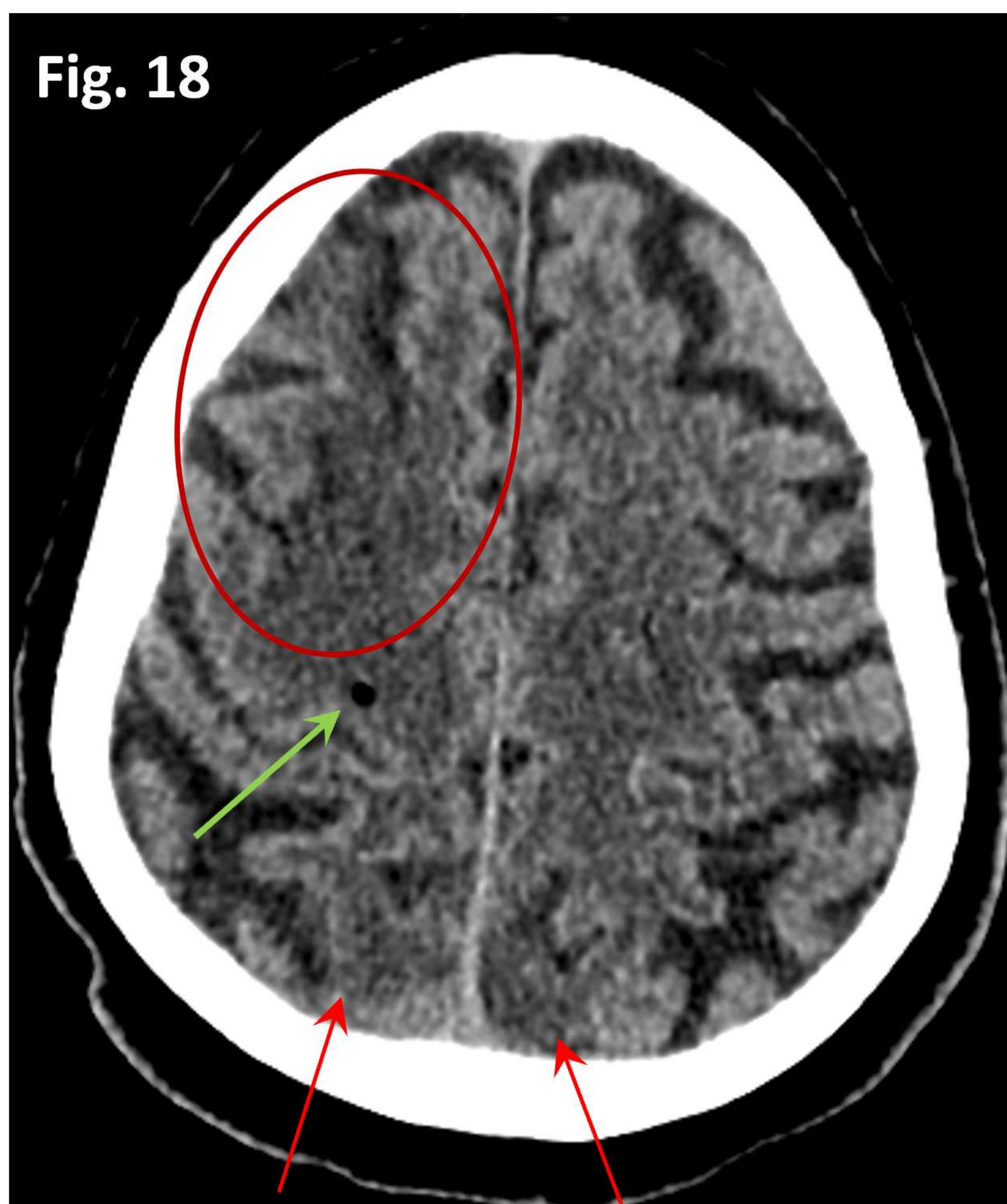
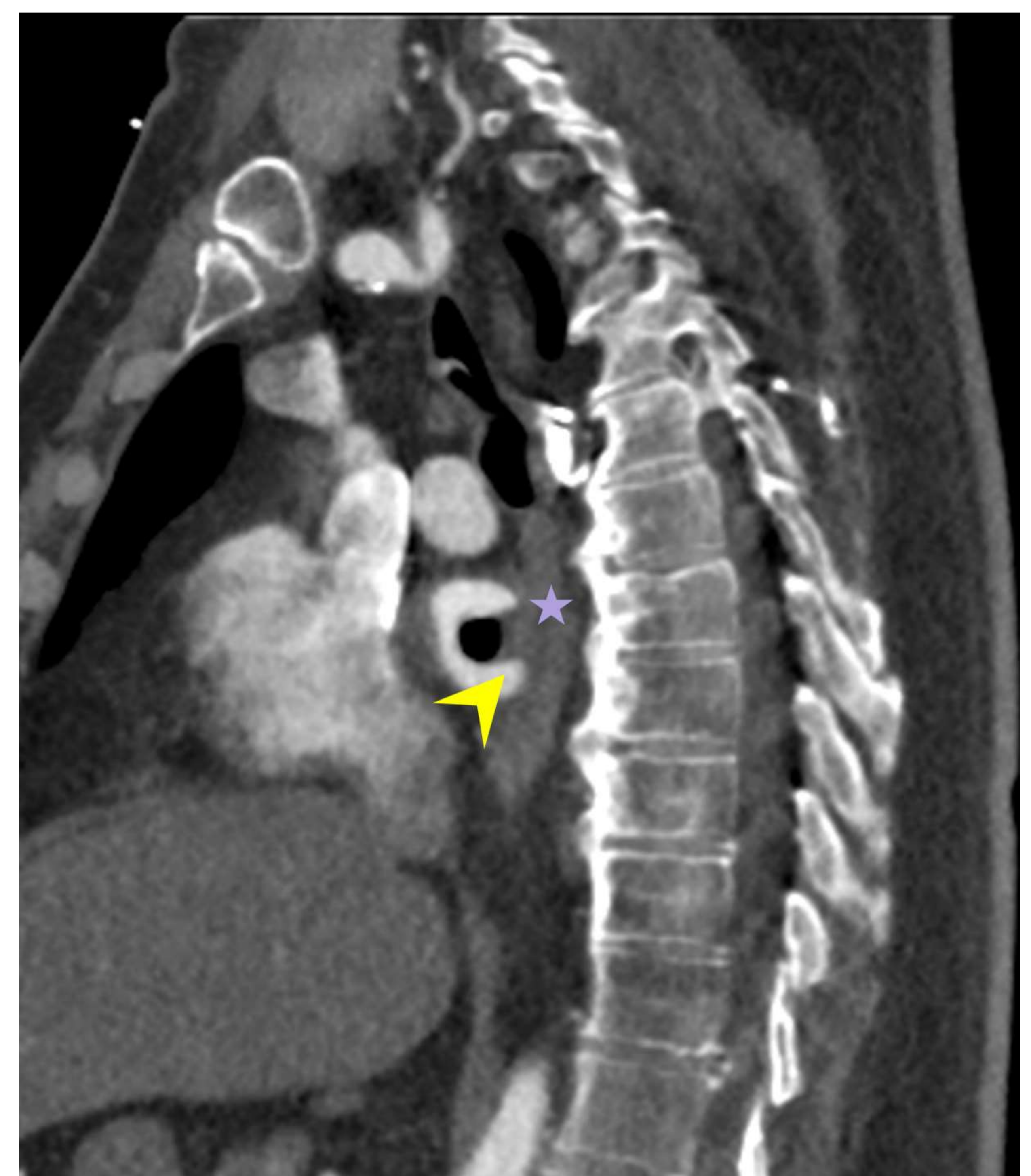


Fig. 18. Varón de 72 años, 1 mes tras la ablación de venas pulmonares. Sospecha de ictus secundario al procedimiento.

TC de cráneo basal muestra **pérdida de la diferenciación sustancia gris-blanca** en territorio frontera consistente con **isquemia**. **Burbuja de gas** en el parénquima afecto en relación con **embolismo gaseoso** (más burbujas no incluidas en la imagen).

TC de tórax muestra **defecto de opacificación focal con gas** en la pared posterior de la **aurícula izquierda**, adyacente al **esófago**, compatible con **fistula atrioesofágica**.



4. COMPLICACIONES

4.4. ESOFÁGICAS

Fístula atrio-esofágica

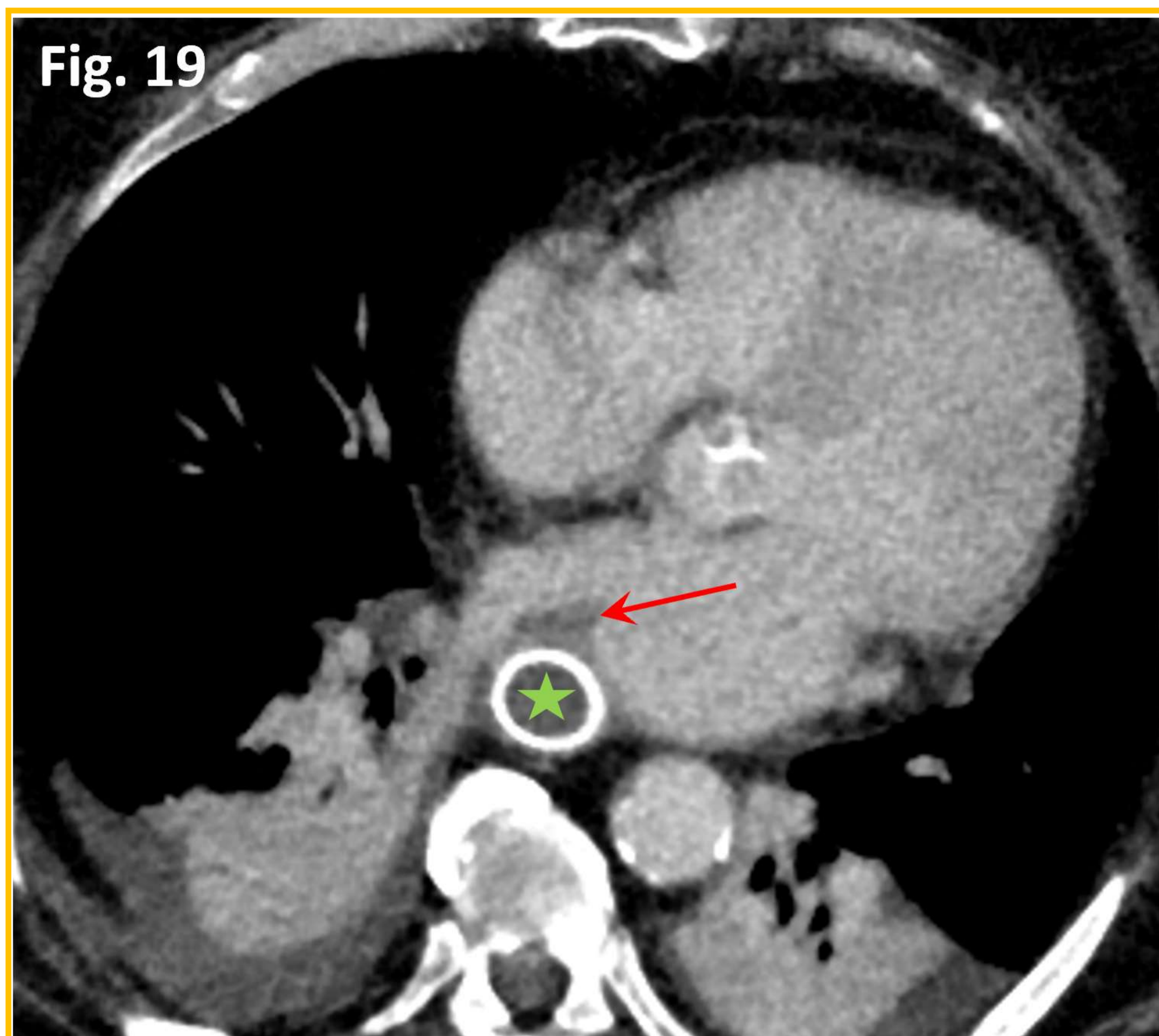
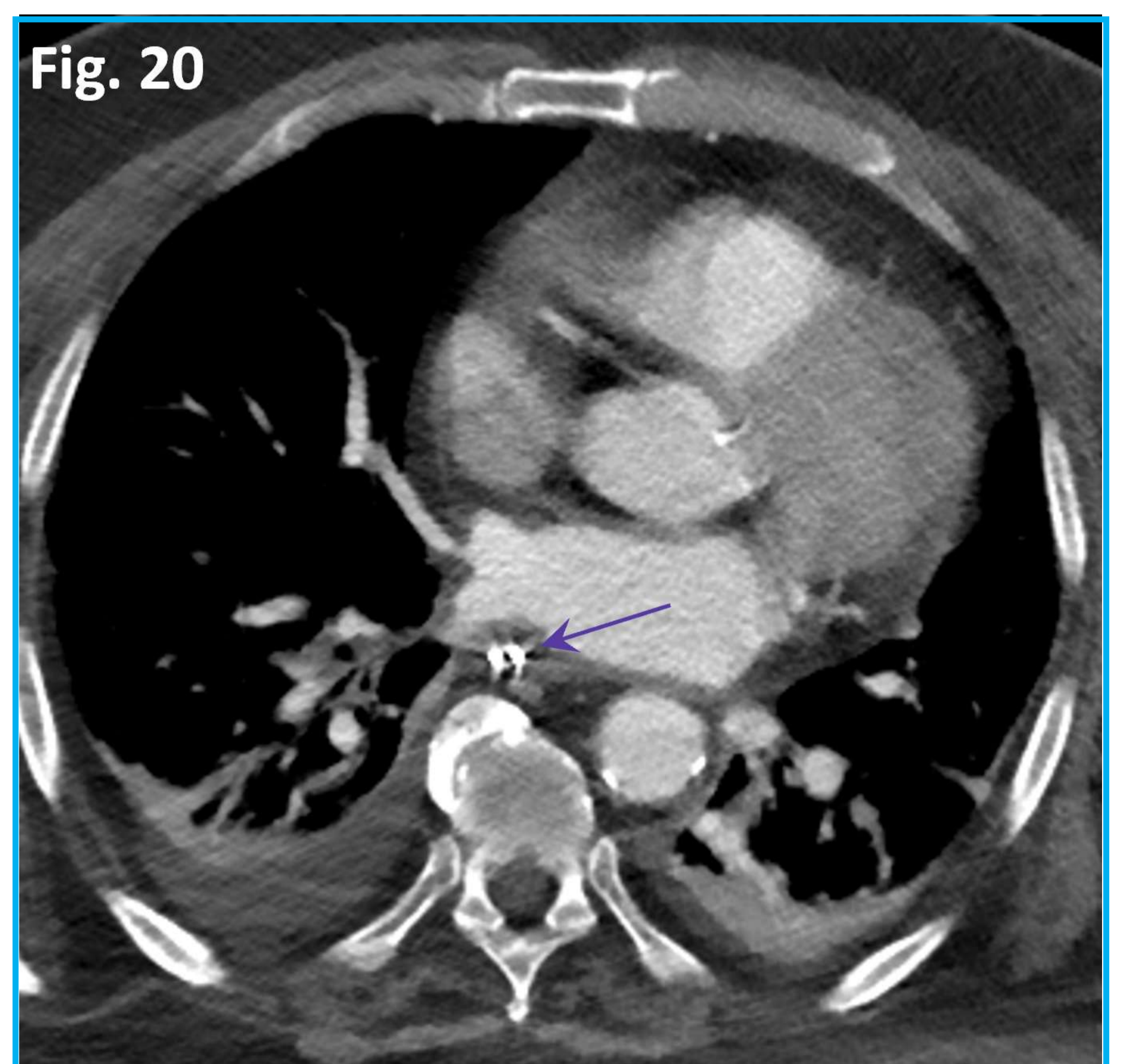


Fig. 19. El mismo paciente fue **tratado de forma urgente** con implantación de **endoprótesis esofágica**. Tras el tratamiento persiste componente de **trombo** adyacente al punto de fistula previamente presente.

Fig. 20. **Un mes después**, se retiró la prótesis (sin evidencia de fuga durante el procedimiento), dejándose algunos **clips** en su lugar por la presencia de una pequeña úlcera mucosa secundaria al decúbito de la prótesis.



4. COMPLICACIONES

4.5. ACCESO VASCULAR

Hematoma

Pseudoaneurisma

Fig. 21

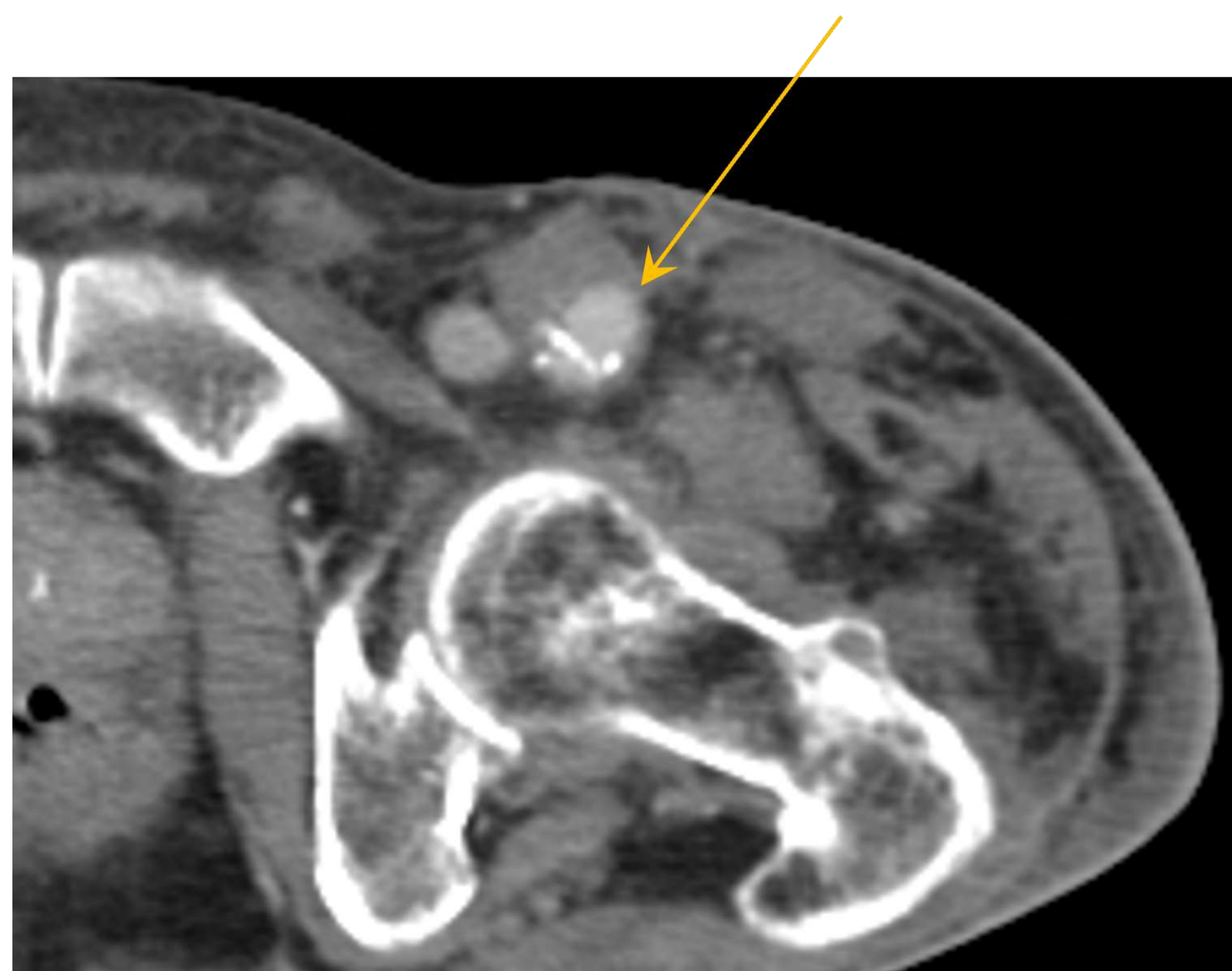
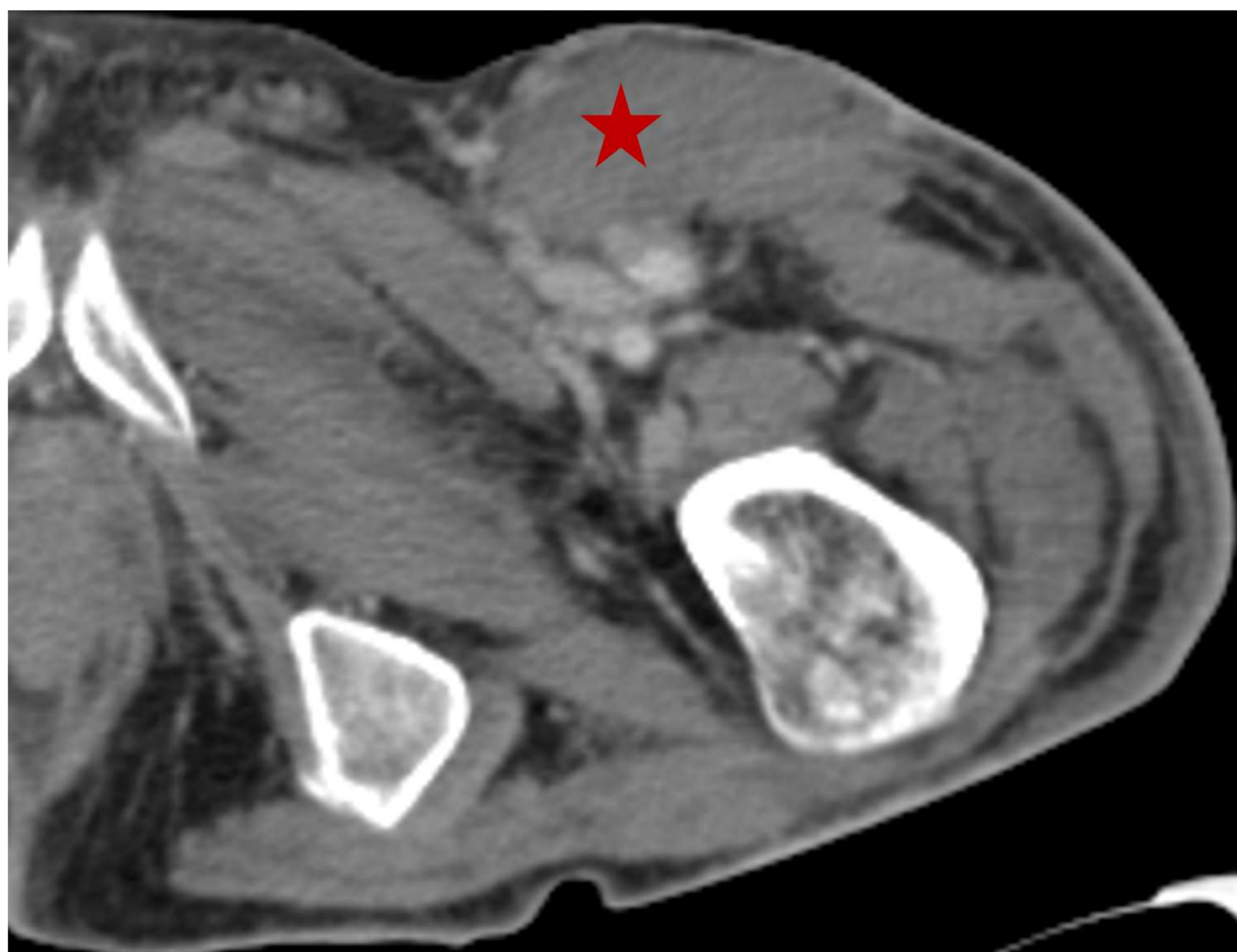
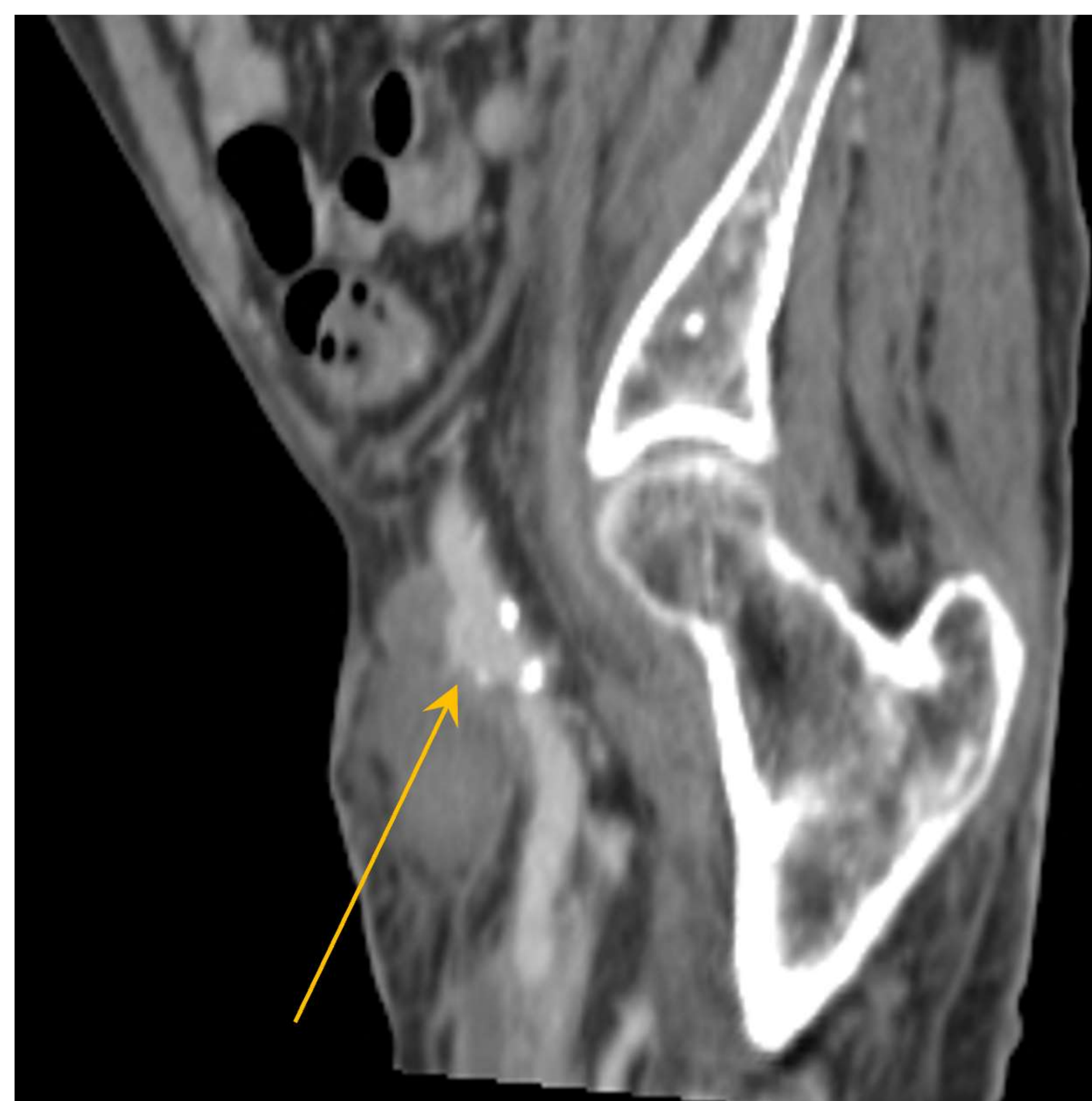


Fig 21. Hematoma en la región del acceso vascular (arteria iliaca externa izquierda) en contexto de formación de un **pseudoaneurisma** secundaria a la punción vascular.



Conclusiones

- Es importante conocer las razones por las que se realizan estudios TC de planificación para la ablación de venas pulmonares, así como las variantes anatómicas y otros hallazgos relevantes para el procedimiento.
- La presencia de trombo en la orejuela, la distancia entre la pared posterior de la aurícula izquierda y el esófago, variantes como el tronco común izquierdo y la vena independiente del lóbulo medio son algunos de los hallazgos de interés que se deben notificar en una tomografía computarizada previa a la ablación, para asegurar un tratamiento adecuado.
- Conocer las principales complicaciones relacionadas con la RFA de las venas pulmonares, tanto tempranas como tardías, así como del resto de estructuras implicadas; para permitir un tratamiento precoz y eficaz.

Bibliografía

- Hannan Saad, Daniel T. Myers, Thomas K. Song and Jeffrey Nadig. Radiologic Manifestations of Pulmonary Vein Ablation Complications: A Pictorial Review. J Thorac Imaging 2020.
- Paul Cronin, Michael B. Sneider, Ella A. Kazerooni. MDCT of the Left Atrium and Pulmonary Veins in Planning Radiofrequency Ablation for Atrial Fibrillation: A How-To Guide. AJR 2004;183:767–778.
- J.M. Madrid Pérez, P.M. García Barquína, A.J. Villanueva Marcos. Complicaciones asociadas a la ablación mediante radiofrecuencia de venas pulmonares. Radiología. 2016;58(6):444-453.
- Yuki Ishidoya, MD, Eugene Kwan, BS, Derek J. Dossall, PhD et al. J Cardiovasc Electrophysiol. 2022 July ; 33(7): 1460–1471. doi:10.1111/jce.15554