

VENAS PULMONARES. LO QUE EL RADIÓLOGO DEBE SABER.

Jaime Hernando Alvarez Cuenca¹, Iñigo Zubiaguirre Tellería¹, Cristian Rodríguez Robles¹, Ana de Miguel Álvarez-Vieitez¹, Martha Milagros Uribe Mancilla¹, Wilmar Antonio Ocampo Toro¹, Begoña Suarez Aliaga¹, Ana Priscila Santos Salas¹.

¹Hospital Universitario Severo Ochoa Leganés, Madrid.

OBJETIVO DOCENTE:

- Describir la anatomía radiológica de las venas pulmonares evaluadas por TC multidetector (TCMD).
- Reconocer anomalías congénitas y variantes anatómicas en la evaluación de pacientes con fibrilación auricular que son candidatos a la ablación e identificar diversas enfermedades que afectan a las venas pulmonares.
- Identificar la principales manifestaciones radiológicas de las complicaciones tras el tratamiento de la ablación de venas pulmonares.

REVISIÓN DEL TEMA:

Las venas pulmonares deben evaluarse cuidadosamente mediante TCMD, herramienta diagnóstica útil y altamente disponible, que permite conocer la anatomía de las venas pulmonares, en ocasiones bastante compleja, así como sus variantes anatómicas en la evaluación de pacientes con fibrilación auricular refractaria candidatos a ser tratados mediante ablación por radiofrecuencia.

La existencia de defectos congénitos, que incluye principalmente anomalías en el número o diámetro de las venas pulmonares, conexiones anómalas con el árbol arterial pulmonar y drenajes venosos anómalos, este último hallazgo de gran importancia en la valoración de los pacientes que se estudian por hipertensión pulmonar.

Así mismo las venas pulmonares deben estudiarse sistemáticamente en los casos que exista enfermedad adquirida, que incluye patología tumoral, en la enfermedad tromboembólica, estenosis u obstrucción e hipertensión. Por último, identificar las lesiones más comunes observadas después de la ablación de la vena pulmonar que incluyen estenosis de la vena pulmonar, lesión del nervio frénico derecho y complicaciones relacionadas con el sitio del acceso vascular.

TECNICA E INFORME RADIOLÓGICO.

El estudio de las venas pulmonares se realiza con TC helicoidal multidetector con más de 16 detectores con o sin sincronización ECG, no obstante, la sincronización cardíaca proporciona imágenes de mayor calidad, lo que permite una mejor evaluación de los ostium de las venas pulmonares. Para un paciente varón adulto de tamaño promedio, la dosis de radiación efectiva para una exploración realizada sin sincronización de ECG es de aproximadamente 10 mSv. [1-4].

Se emplean 100 cc de contraste intravenoso administrados a través de una vía venosa periférica, generalmente antecubital, con alto flujo (4 cc/seg). Se utiliza la técnica del bolus-tracker colocando el ROI en la aurícula izquierda con un umbral de 120 UH y un retraso de 6 segundos.

Una vez adquiridas las imágenes se procede a su análisis mediante planos axiales, reconstrucciones 3D o de máxima intensidad. En el informe radiológico estructurado es necesario reseñar las siguientes medidas y características del complejo aurícula izquierda-venas pulmonares. [1-4].

1. Anatomía normal y variantes anatómicas de las venas pulmonares (Presencia de venas pulmonares accesorias o supernumerarias, anomalías mayores, como un ostium común a las venas superior e inferior o retorno venoso pulmonar anómalo, etc.).
2. Diámetros ostiales de cada vena y distancia a la rama de primer orden.
3. Morfología de la aurícula y orejuela izquierda, y presencia o no de trombos.
4. Curso anatómico del esófago en relación con la pared posterior de la aurícula izquierda y las venas pulmonares.
5. Revisar todas las imágenes del parénquima pulmonar y tejidos blandos para identificar cualquier hallazgo incidental potencialmente significativo.

ANATOMÍA NORMAL DE LAS VENAS PULMONARES.

En la mayoría de los casos (70% de la población), hay cuatro venas pulmonares, dos superiores y dos inferiores, derechas e izquierdas respectivamente. La vena superior derecha suele drenar el lóbulo superior derecho y lóbulo medio. La vena superior izquierda drena el lóbulo superior izquierdo, incluida la llingula. Las venas inferiores drenan sus respectivos lóbulos inferiores. (Fig. 1). [1-4].

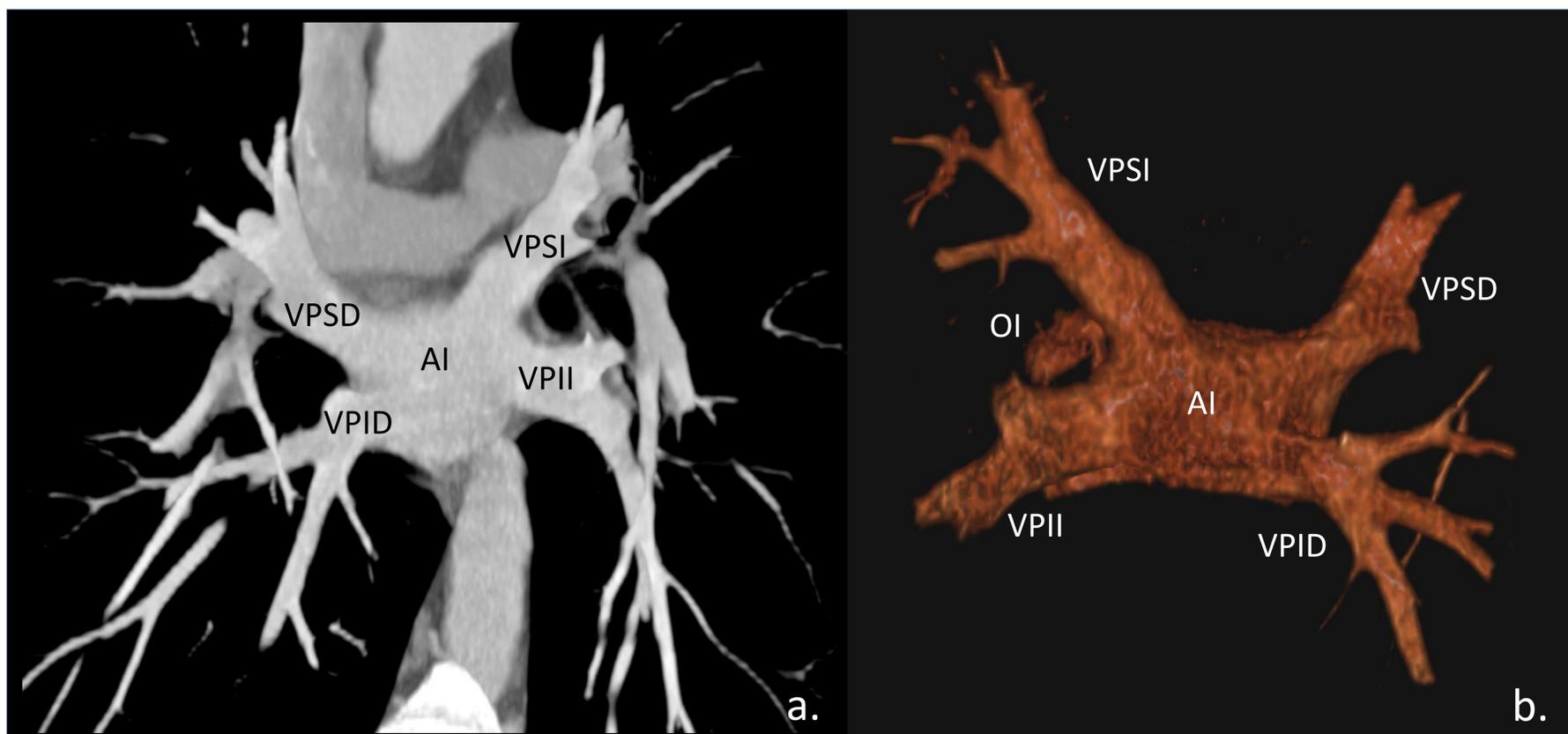


Fig.1. Angiografía TC de tórax en plano coronal oblicuo con reconstrucción MIP (a) y reconstrucción 3D de la cara posterior (b). Hombre de 39 años que muestra la disposición más común de las venas pulmonares: VPSD, vena pulmonar superior derecha; VPID, vena pulmonar inferior derecha; VPSI, vena pulmonar superior izquierda; VPIL, vena pulmonar inferior izquierda; AI aurícula izquierda; OI orejuela izquierda.

Las venas pulmonares están separadas de los haces arteriales y bronquiales, presentando curso diferente. La vena pulmonar superiores suelen ser más grandes entran en la cara mas superior de la aurícula. Las venas inferiores toman un curso más directo y horizontal para entrar en la cara más inferolateral de la AI, dichas venas se encuentran en un plano considerablemente posterior. [1-4].

Los ostium venosos suelen estar separados entre sí por el tejido de la aurícula izquierda, aunque en ocasiones se encuentran ostium separados que no tienen una pared auricular que los separe, entidad que puede ser y difícil diferenciar con un ostium común donde las venas pulmonares convergen entre sí antes de llegar a la aurícula izquierda.

Para diferenciarlos un método útil es extrapolar la forma de la AI a medida que se acerca a los orificios venosos, para determinar la ubicación de la unión venoauricular. Si las paredes de las venas pulmonares entran en contacto con esta forma hipotética, se pueden considerar como orificios; si no están en esta línea, entonces se debe considerar un ostium común (fig. 2). Los ostium comunes se informan a la izquierda en 10% a 20% de las personas. [1-4].

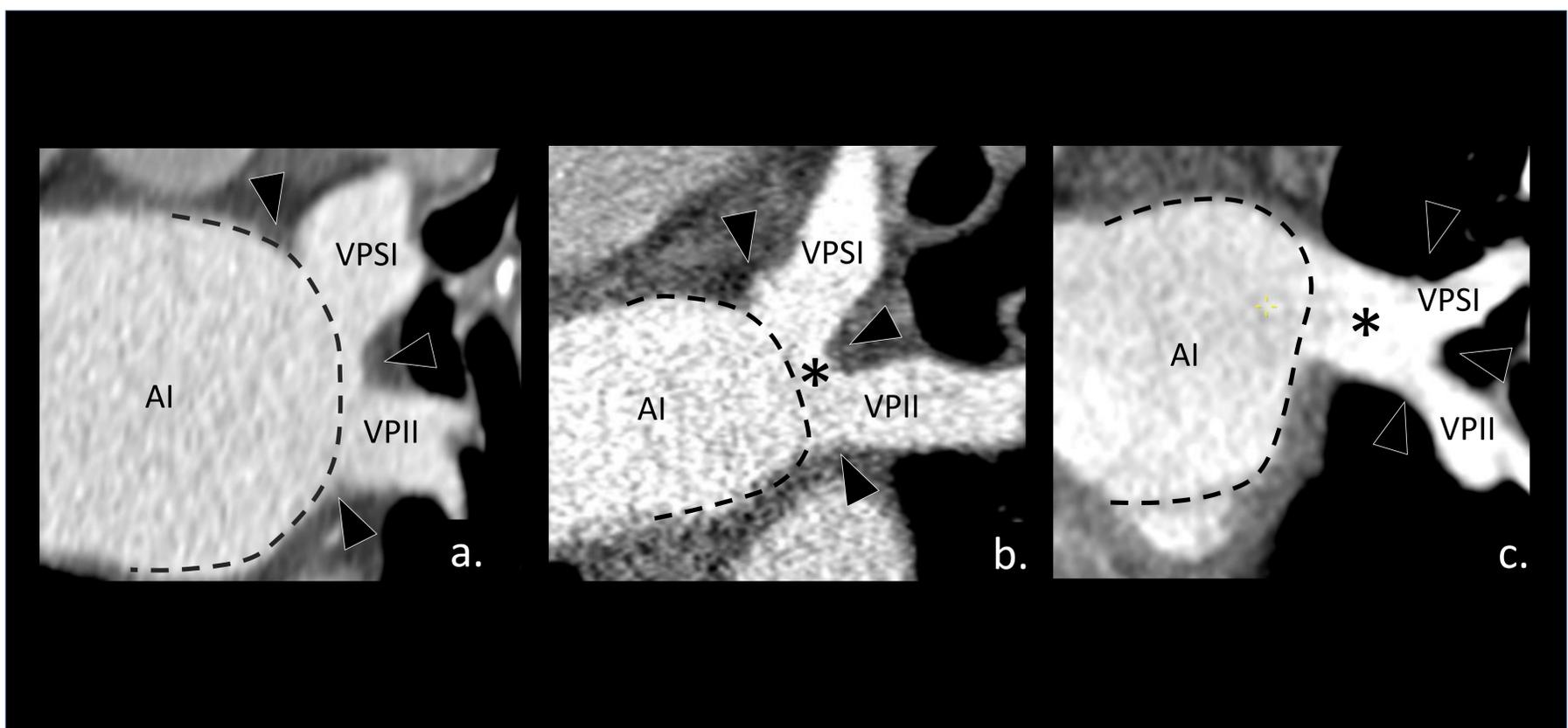


Fig.2. Angiografía TC de tórax en plano coronal oblicuo con reconstrucción MIP. Extrapolación del contorno de la aurícula izquierda (línea discontinua) útil para establecer la ubicación de los ostium venosos. (a) Si las paredes de las venas pulmonares tocan el contorno de la aurícula izquierda (puntas de flecha), entonces estos orificios se pueden considerar como ostium separados como se muestra en este hombre de 39 años. Si las paredes de las venas pulmonares no entran en contacto con la línea de la pared de la aurícula izquierda (puntas de flecha), entonces existe un ostium común. El ostium común (*) puede ser corto (b) , como se muestra en este hombre de 64 años, o puede ser largo (c) , como se muestra en este hombre de 57 años.

DIÁMETROS DE LAS VENAS PULMONARES.

Es importante informar el diámetro del ostium y del tronco venoso de cada vena pulmonar valores que influyen en la selección del diámetro del catéter de radiofrecuencia para la realización de la ablación pulmonar. Esta información se obtiene de imágenes con reconstrucciones multiplanares, se recomienda la medición de los diámetros de las venas superiores en plano coronal y de las inferiores en plano axial.

El tronco venoso pulmonar se define como la distancia desde el ostium hasta la rama de primer orden, la medida de su diámetro se debe realizar aproximadamente a 1 cm del ostium, aunque con frecuencia se puede encontrar ramificación temprana de la vena pulmonar (< 1 cm). [2,3].

Los orificios de las venas superiores son más grandes (17-20 mm) que los orificios de las venas inferiores (14-17 mm), y las venas pulmonares superiores tienden a tener un tronco más largo ($21,6 \pm 7,5$ mm) que las venas pulmonares inferiores ($14,0 \pm 6,2$ mm) (Fig. 3). No obstante, los límites del tamaño de las venas pulmonares no estándar debido a varios factores: (a) los orificios son ovalados y no redondos; (b) las venas son distensibles y cambian de forma durante el ciclo cardíaco; y (c) reaccionan a la presión externa de las estructuras adyacentes normales (p. ej., columna vertebral, aorta, corazón). [2,3].

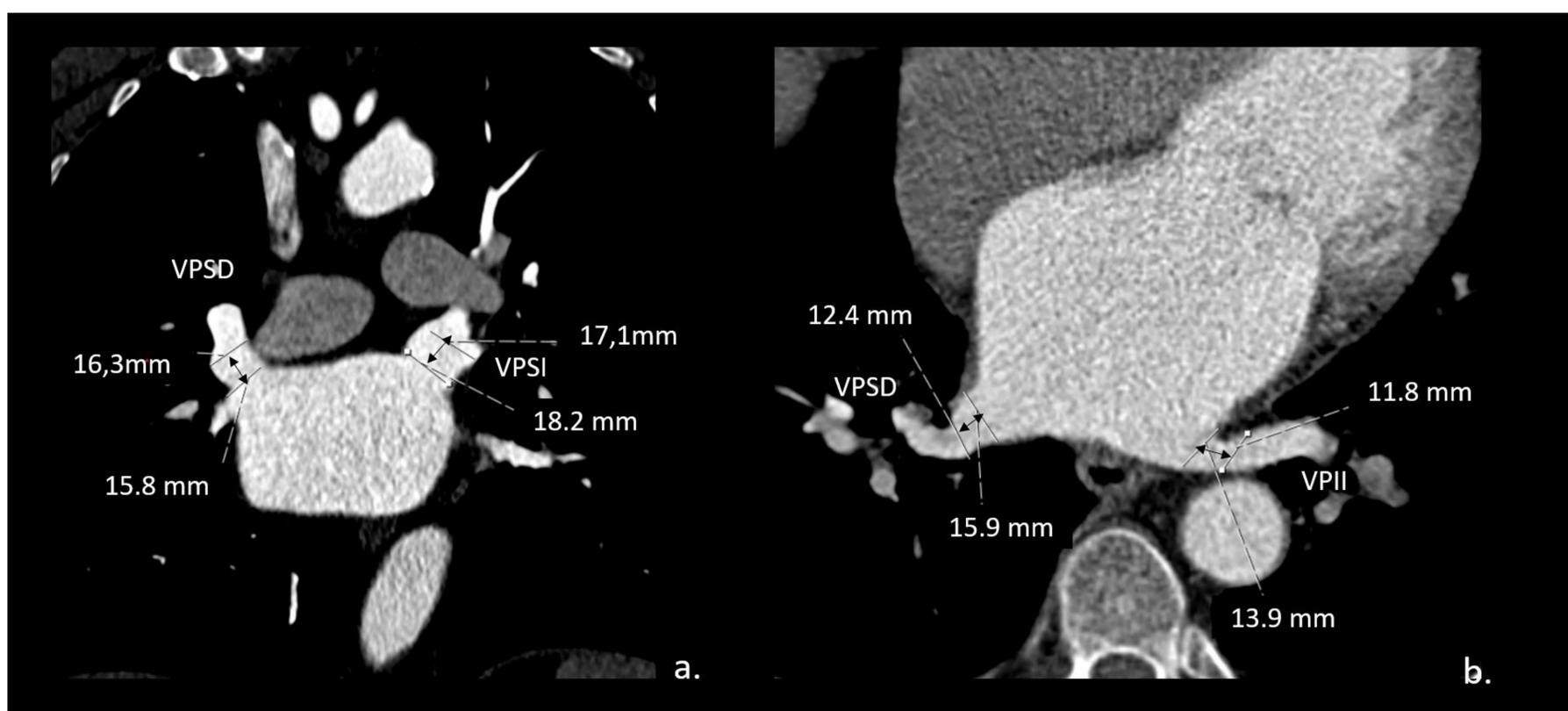


Fig.3. Hombre de 56 años con fibrilación auricular. Angiografía TC de tórax reconstrucción multiplanar para medición de los diámetro del ostium y del tronco venoso hasta la rama de primer orden (a 1 cm del ostium), de las venas pulmonares en plano coronal (a) venas superiores VPSD y VPSI y en plano axial (b) venas inferiores VPID y VPIL.

VARIANTES ANATÓMICAS DE LA VENA PULMONAR.

La anatomía de la vena pulmonar es más variable que la anatomía de la arteria pulmonar y las anomalías del desarrollo son comunes. Entre las anomalías más frecuentes encontramos el tronco común izquierdo, venas supernumerarias o accesorias, vórice de vena pulmonar, malformación arteriovenosa pulmonar y el drenaje venoso anómalo.

Tronco común

Las variantes anatómicas del lado izquierdo son relativamente sencillas y consisten básicamente en la convergencia de las venas pulmonares izquierdas en un tronco común que desemboca en la aurícula izquierda (Fig. 4). Se producen dos subtipos de esta variante: un tronco común izquierdo corto o largo. El tronco común izquierdo corto es el segundo patrón anatómico normal más común y ocurre en el 15% de la población. [1,7].

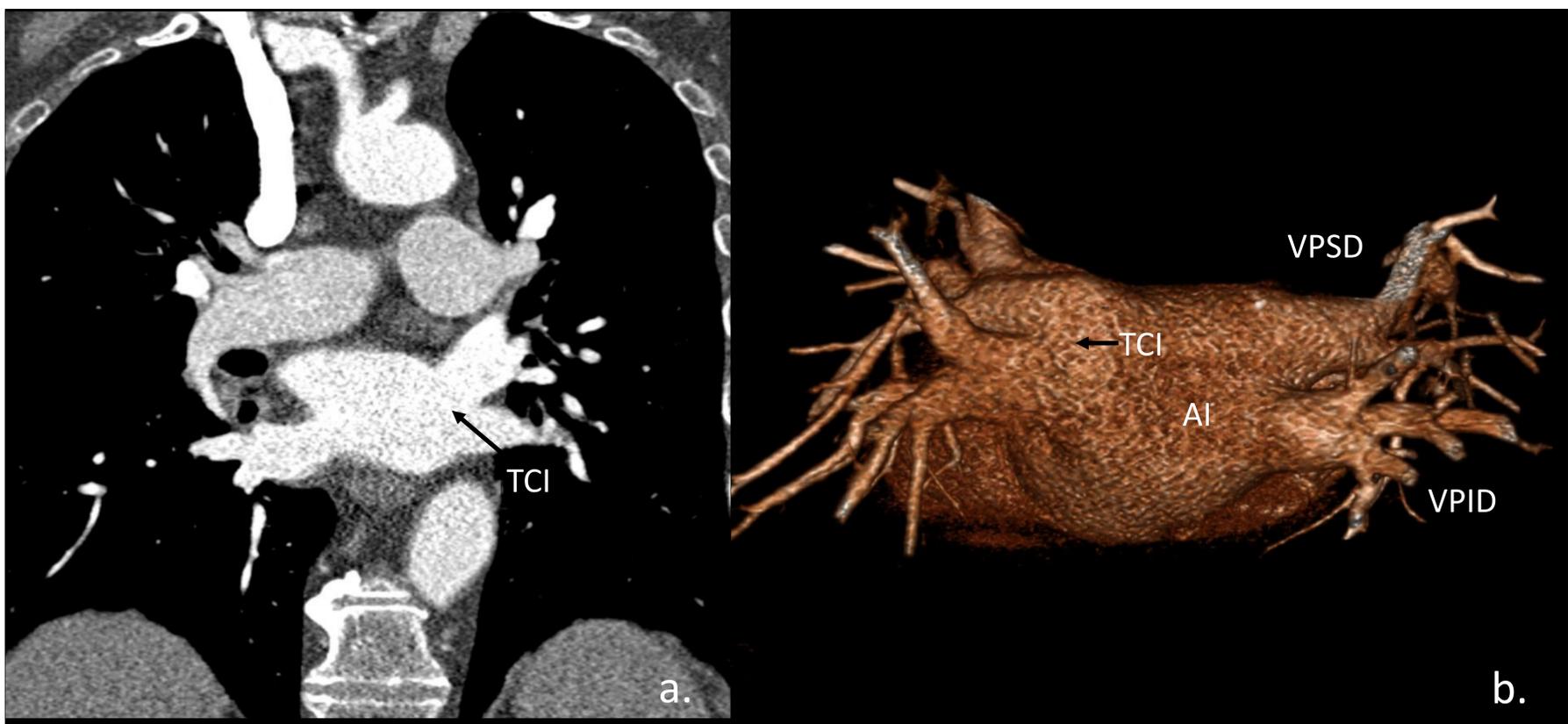


Fig.4. Angiografía TC de tórax en plano coronal oblicuo con reconstrucción MIP (a) y reconstrucción 3D de la cara posterior (b). Hombre de 70 años con fibrilación auricular. Se muestra el tronco común izquierdo (TCI - flecha). VPSD, vena pulmonar superior derecha; VPID, vena pulmonar inferior derecha; AI aurícula izquierda.

Venas supernumerarias o accesorias.

Las variantes anatómicas del lado derecho son menos comunes y tienden a ser más complejas, básicamente secundarias a venas pulmonares supernumerarias o accesorias que tienen sus propias conexiones con la aurícula izquierda independientemente de las venas pulmonares superior e inferior. [1,3-7].

La incidencia de venas pulmonares supernumerarias varía considerablemente. Estas variantes incluyen principalmente la vena pulmonar media derecha accesoria (Fig. 5), una vena pulmonar superior derecha accesoria (Fig. 6) o la trifurcación de la vena (Fig. 7).

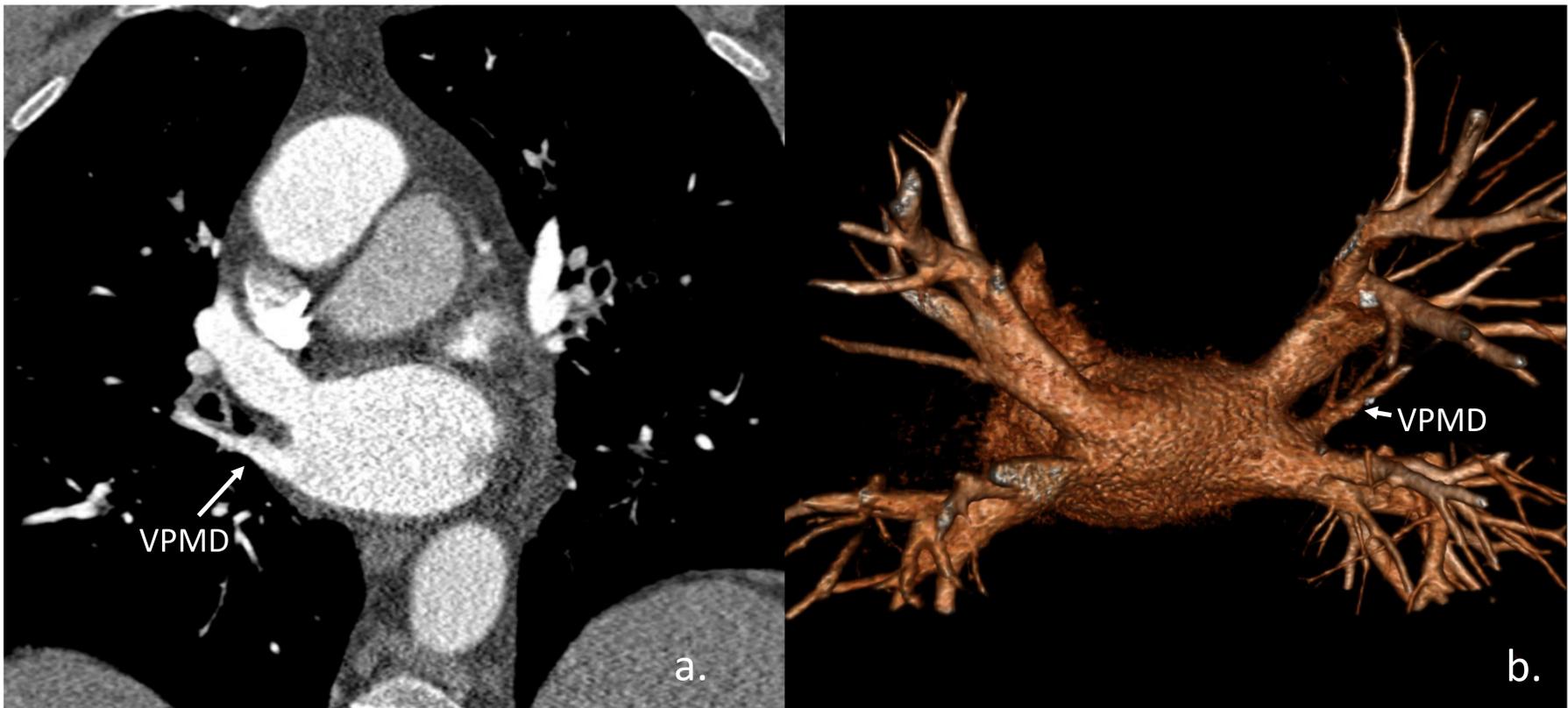


Fig.5. Angiografía TC de tórax en plano coronal oblicuo con reconstrucción MIP (a) y reconstrucción 3D de la cara posterior (b). Hombre de 63 años con fibrilación auricular. Se muestra vena pulmonar supernumeraria media derecha (flecha - VPMD), que drena independientemente en la aurícula izquierda.

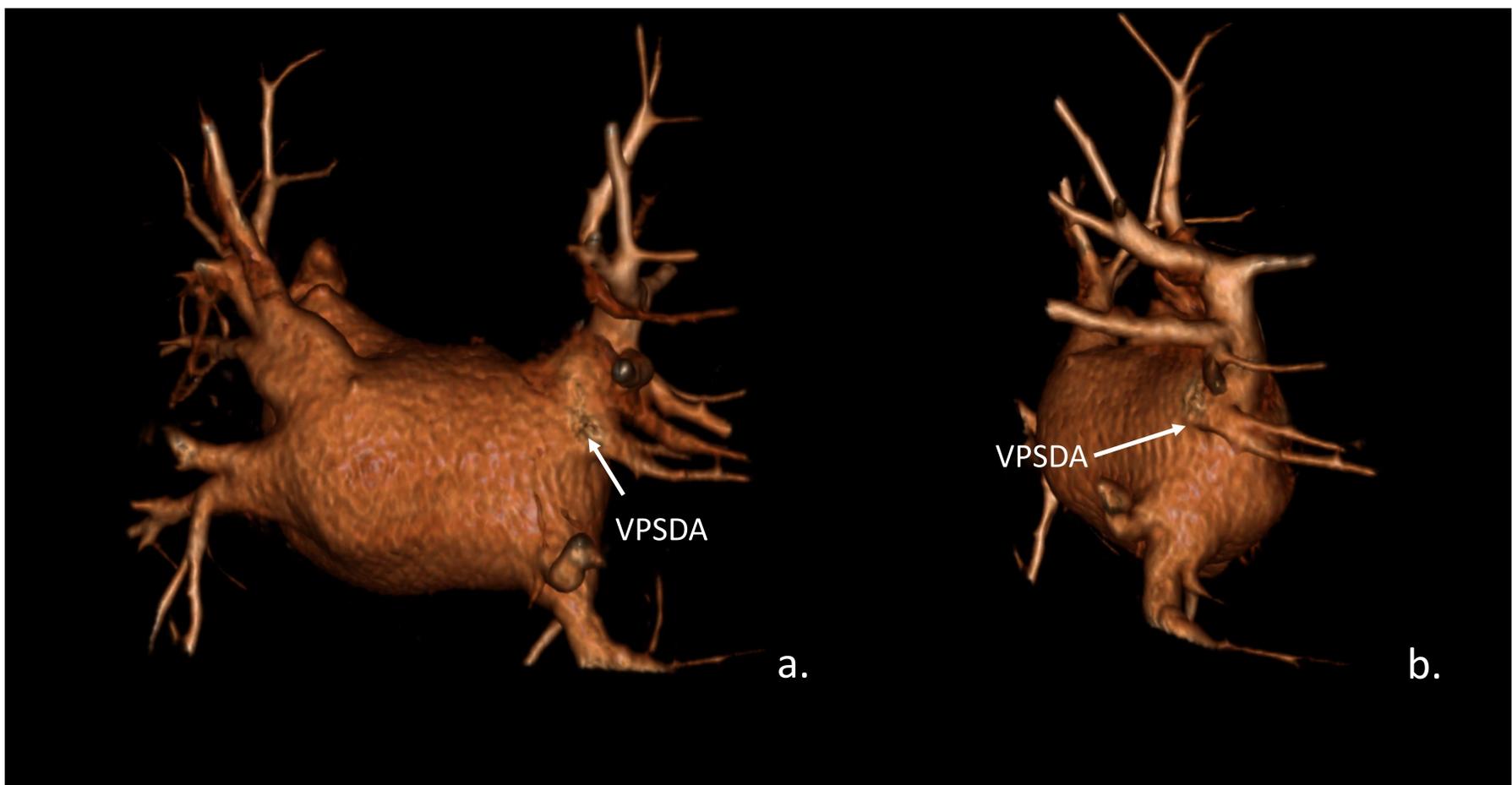


Fig.6. Angiografía TC de tórax reconstrucción 3D de la cara posterior en plano coronal (a) y sagital (b). Hombre de 64 años con fibrilación auricular. Se muestra vena pulmonar superior derecha accesoria (VPSDA - Flecha blanca), que se inserta medial e inferior a la vena pulmonar superior derecha (VPSD).

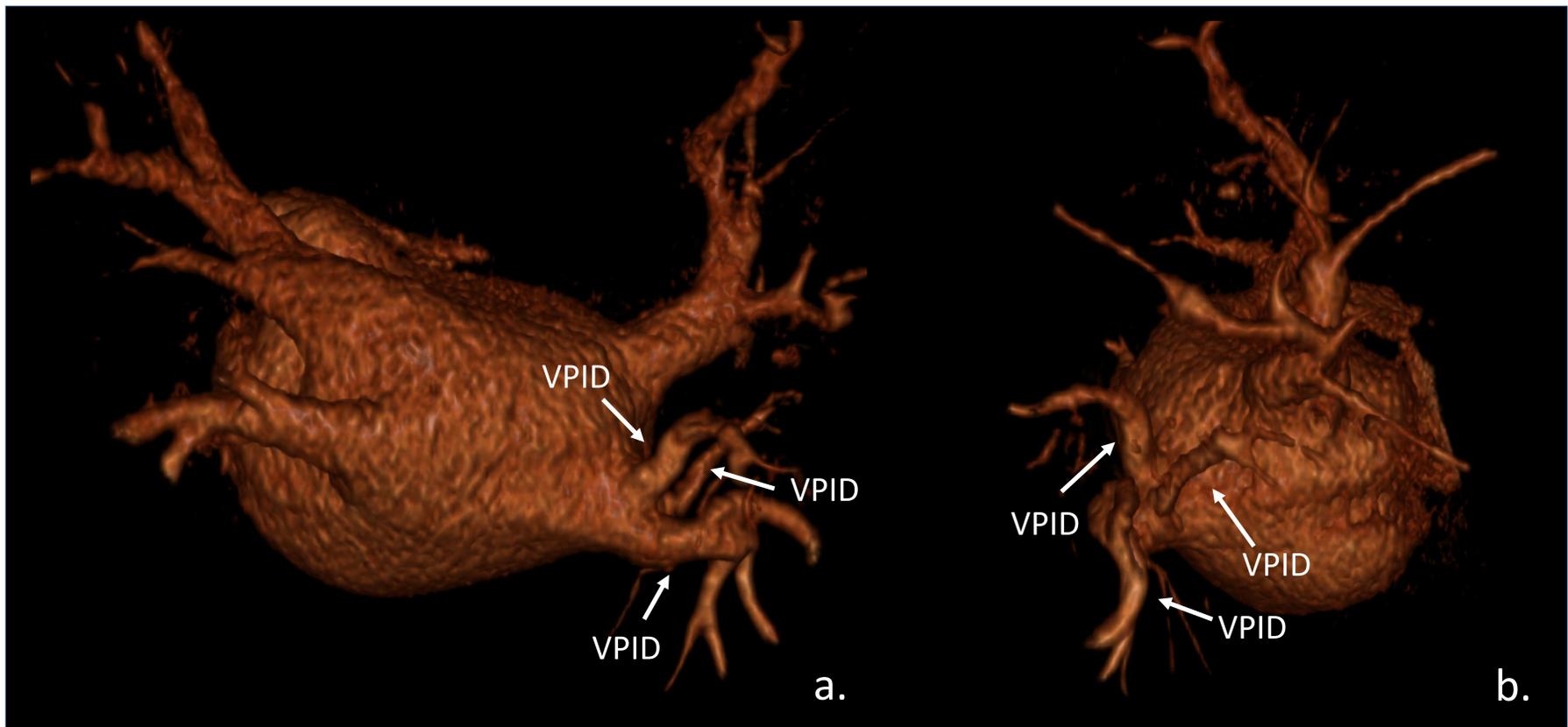


Fig.7. Angiografía TC de tórax reconstrucción 3D de la cara posterior en plano coronal (a) y sagital (b). Mujer de 58 años con fibrilación auricular. Se muestra tres venas pulmonares inferiores derechas. (VPID - Flechas blancas).

Cualquier vena pulmonar supernumeraria tiene importancia en la planificación preoperatoria para la ablación dirigida por catéter o la cirugía cardiotorácica. Las venas pulmonares supernumerarias deben identificarse en todos los casos de planificación preablación, ya que pueden ser fuentes de fibrilación auricular.

Várice de vena pulmonar

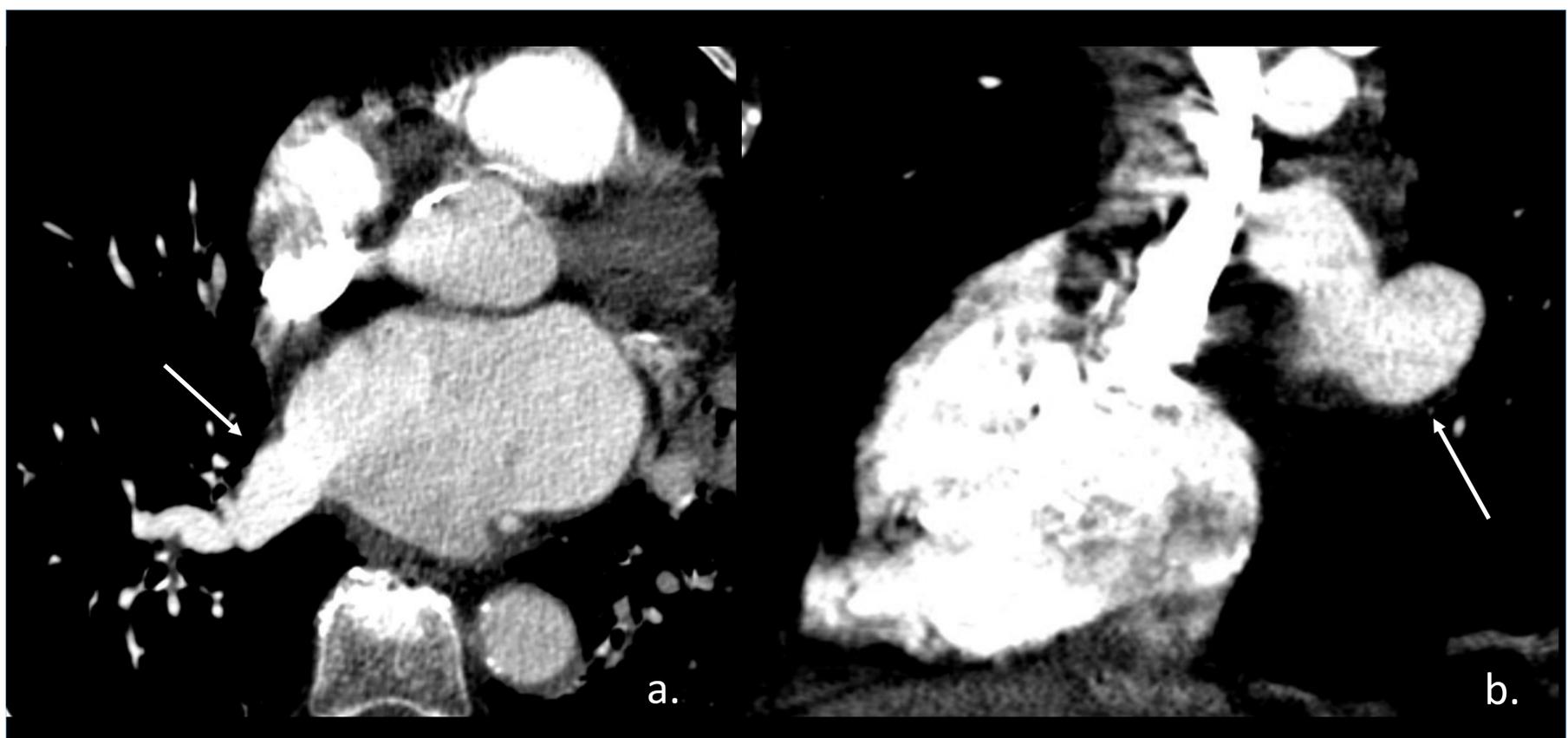


Fig. 8. Angiografía TC de tórax en plano axial (a) y sagital (b). Mujer de 69 años que muestra várice en la vena pulmonar superior derecha (flecha).

La várice de la vena pulmonar es una dilatación focal de un segmento de la vena pulmonar que no tiene una conexión arterial, y la dilatación generalmente ocurre cerca de la entrada de la vena en la aurícula izquierda. Puede ser congénita o adquirida. Su apariencia puede simular un nódulo pulmonar en las imágenes de radiografía de tórax o en la TC de tórax con contraste (Fig. 8). Los pacientes suelen estar asintomáticos, pero se ha descrito hemoptisis por rotura o enfermedad tromboembólica.

Estenosis o atresia congénita de la vena pulmonar

La estenosis o atresia unilateral congénita de las venas pulmonares consiste en la obliteración total o parcial de las venas pulmonares de un lado, que resulta de la incorporación fallida de la vena pulmonar común a la aurícula izquierda durante el desarrollo embriológico. afectan venas únicas (Fig. 9) o múltiples, puede ser focal o involucrar un segmento largo de la vena pulmonar. [3-8].

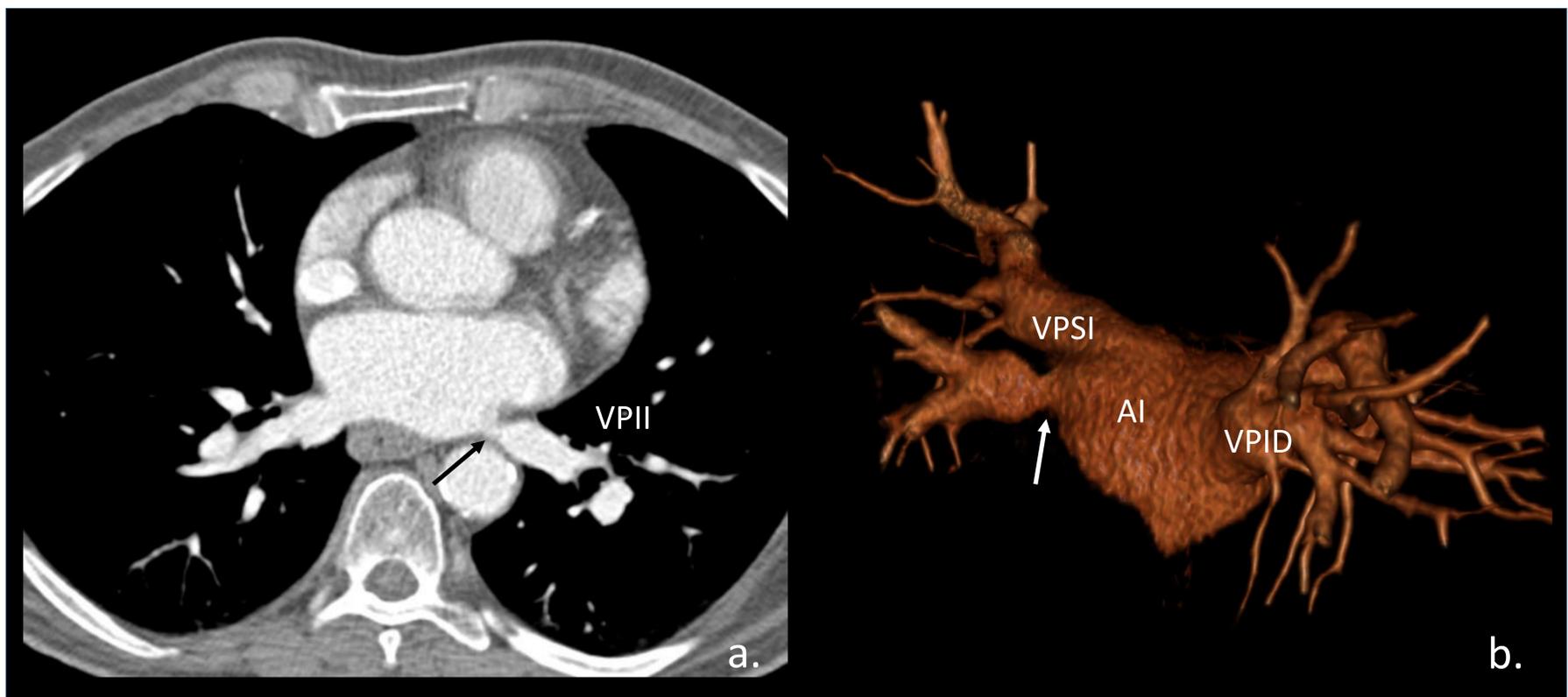


Fig.9. Angiografía TC de tórax en plano axial (a) y reconstrucción 3D de la cara posterior (b). Mujer de 48 años con fibrilación auricular que muestra estenosis menores en la región superior izquierda e izquierda muestra estenosis (flecha) de la vena pulmonar inferior izquierda (VPII) severa que necesito inserción de un stent.

En la afectación múltiple el pronóstico es malo y, por lo tanto, las estenosis congénitas se observan en la población pediátrica más que en la adulta debutando con síntomas pulmonares durante los primeros 3 años de vida y asociada a cardiopatía congénita en aproximadamente el 50% de los pacientes. Eventualmente se pueden observar estenosis focales o difusas no significativas (<50 % de estenosis) en los estudios de TC previos al procedimiento.

Drenaje venoso pulmonar anómalo.

Existe una variedad de conexiones pulmonares y sistémicas anómalas. puede ser parcial o total. El drenaje venoso pulmonar anómalo parcial es la anomalía congénita en la que una o más venas pulmonares drenan a una vena sistémica en lugar de drenar que drena hacia la aurícula izquierda, lo que produce un cortocircuito de izquierda a derecha. La prevalencia de aproximadamente 0,5 %. [3-8].

En el retorno venoso pulmonar anómalo total no existe conexión directa de ninguna de las venas pulmonares con la aurícula izquierda. Todas las venas pulmonares se conectan con la aurícula derecha o con alguna de sus tributarias, existiendo una comunicación interauricular obligatoria a través de un defecto del tabique interauricular o un foramen oval permeable. Comprenden un amplio espectro de cardiopatías.

Malformación arteriovenosa pulmonar

En la malformación arteriovenosa pulmonar, también conocida como fístula arteriovenosa, presenta una comunicación directa anormal entre una arteria y una vena pulmonar sin red capilar, hallazgo resultante de un defecto del desarrollo embrionario de los capilares pulmonares. [3-7].

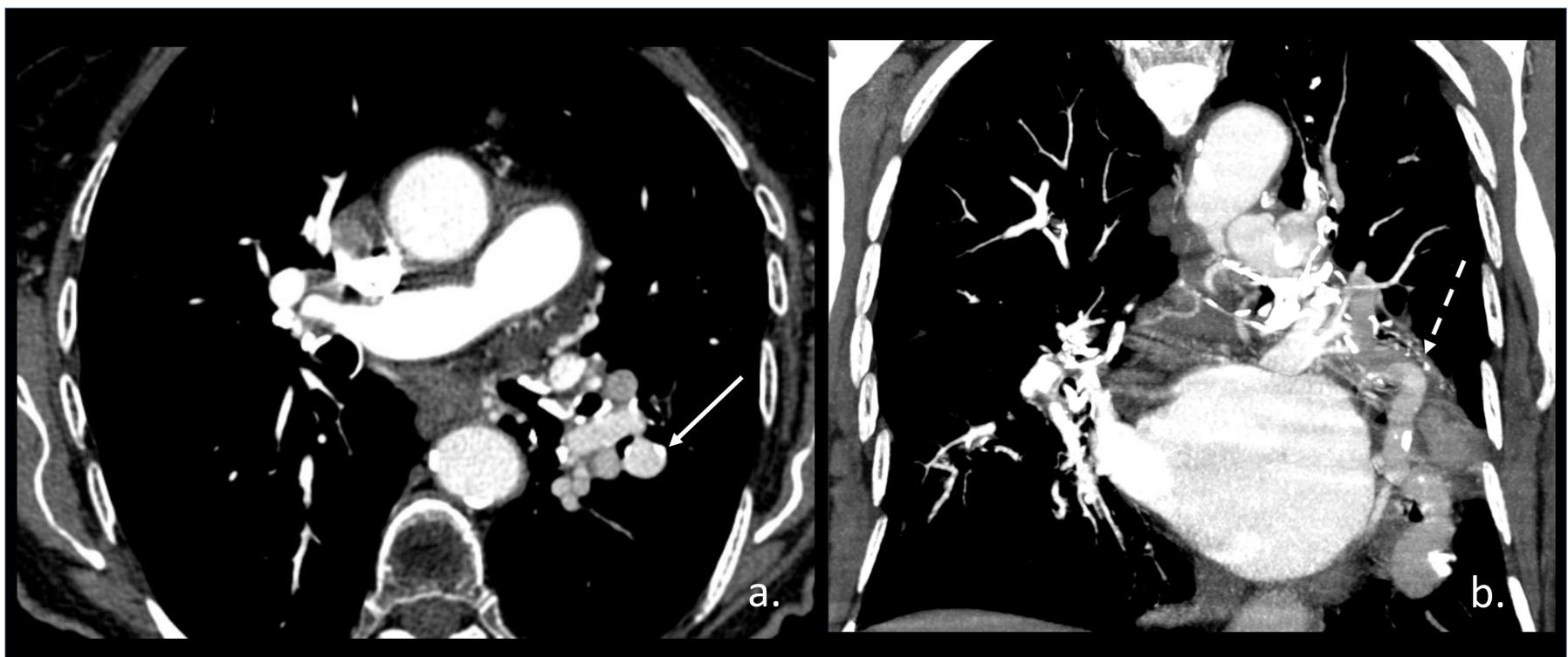


Fig. 10. Angiografía TC de tórax con reconstrucciones MIP en plano axial (a) y coronal (b). Mujer de 69 años con fibrilación auricular muestra malformación vascular tipo fístula arteriovenosa en LII con aporte arterial (flecha), procedente de la arteria pulmonar izquierda. Drenaje venoso (flecha discontinua) hacia vena pulmonar inferior derecha.

La forma congénita es la más común, pero la malformación arteriovenosa pulmonar adquirida puede desarrollarse en pacientes después de cirugía por cardiopatías congénitas cianóticas, tuberculosis o actinomicosis. La TC multidetector permite detectar y evaluar la angioarquitectura, el tamaño de la lesión y es útil en el seguimiento postratamiento. La malformación arteriovenosa pulmonar requiere tratamiento cuando la lesión mide más de 2-3 cm, siendo la embolización percutánea transcatéter es el tratamiento de elección. (Fig. 10).

MORFOLOGÍA DE LA OREJUELA IZQUIERDA

La orejuela izquierda (OI) es una estructura anatómica compleja distinta del resto de la aurícula izquierda (AI), con características embriológicas, anatómicas y fisiopatológicas diferentes. Aproximadamente un tercio de las embolias se originan a nivel cardíaco. En pacientes con FA no valvular, el 90% de los eventos son atribuidos a trombos que se originan en la OI. Esto motivó el uso de distintos dispositivos por vía endovascular o quirúrgica para ocluir la OI con el objetivo de reducir el riesgo de embolia en estos pacientes.

La morfología de la OI se clasifica en 4 tipos: a) ala de pollo, b) cactus (Fig. 11); c) manga de viento, y d) coliflor (Fig. 12). La morfología de la OI constituye un parámetro adicional a los ya establecidos en las escalas de riesgo de embolia en FA. [9].

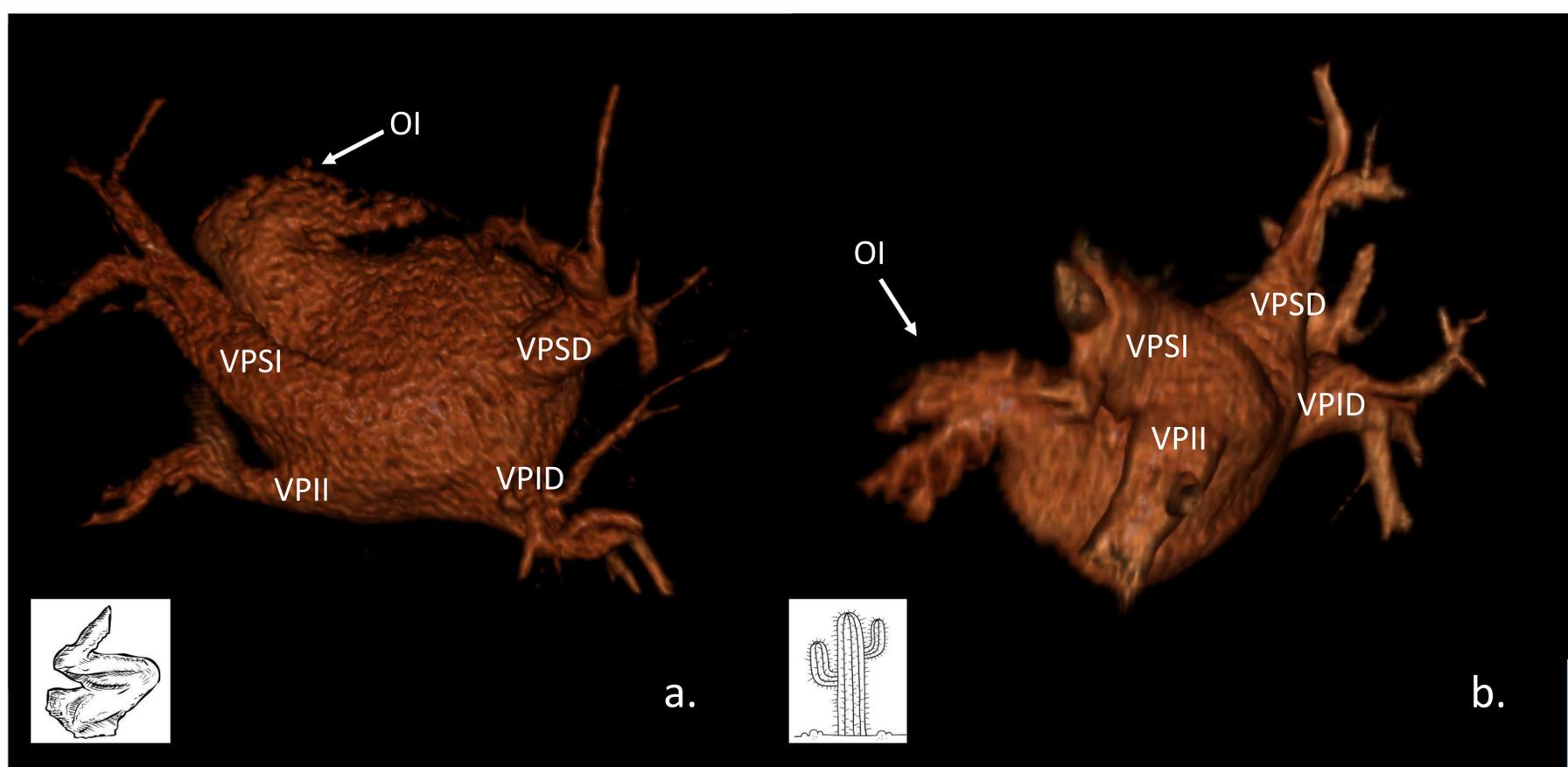


Fig. 11. Morfología de la orejuela de la aurícula izquierda (OI). Angiografía TC de tórax con reconstrucción 3D de la cara posterior. (a) Morfología tipo ala de pollo. Plano sagital (b) Morfología tipo cactus.

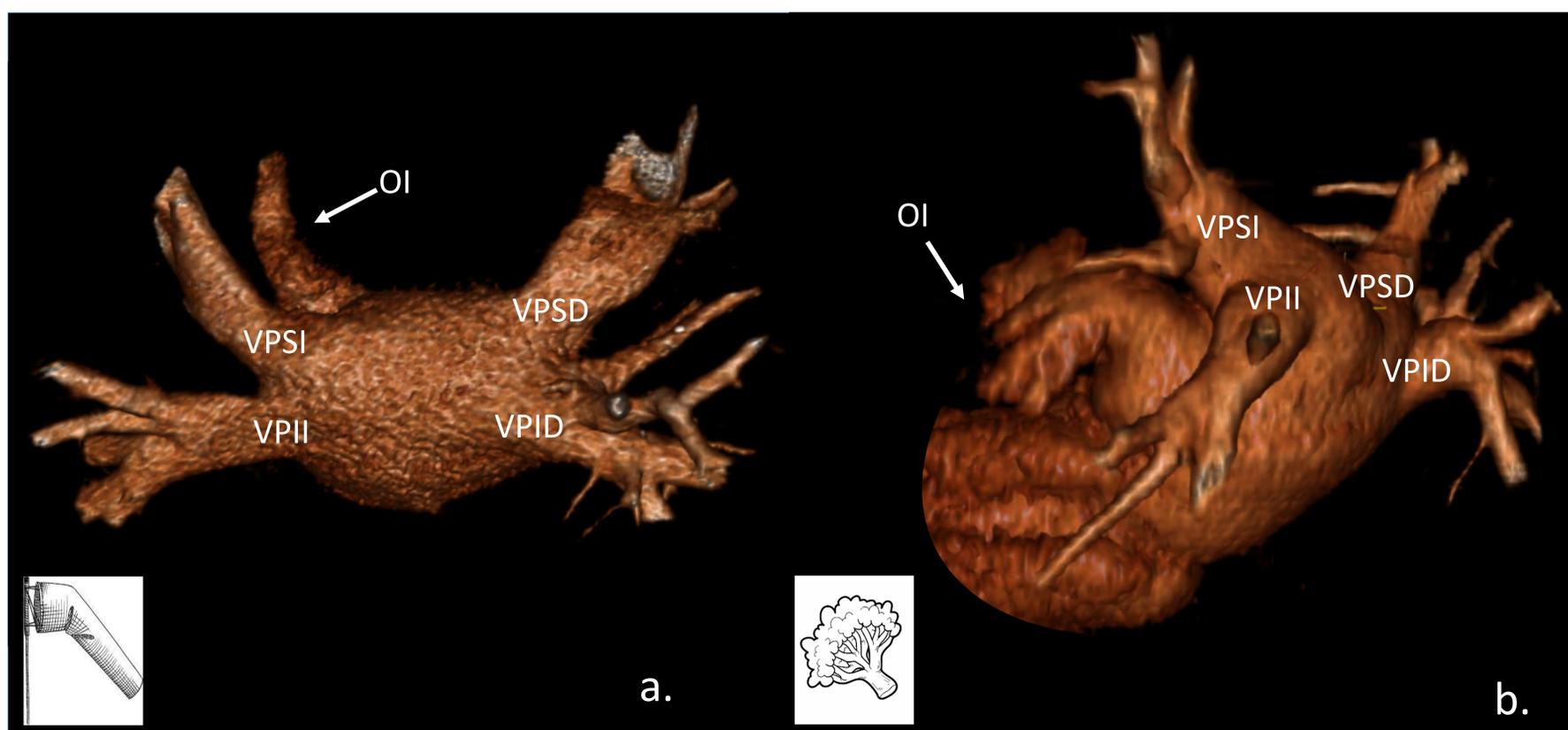


Fig. 12. Morfología de la orejuela de la aurícula izquierda (OI). Angiografía TC reconstrucción 3D de la cara posterior. (a) Morfología tipo cono de viento. (b) Morfología tipo coliflor.

Los pacientes con OI en forma de ala de pollo tenían menor riesgo de embolia en comparación con las otras morfologías, por lo que postulan que este parámetro podría ser de utilidad para cuantificar el riesgo. En pacientes con FA la presencia de infartos cerebrales silentes se asoció a un mayor tamaño de la OI y a la presencia de morfologías complejas, como manga de viento o coliflor, así como a la presencia de trombos en la OI.

Se debe evaluar la presencia de trombo en la OI, ya que la ablación de la aurícula izquierda no debe realizarse en presencia de un trombo auricular conocido (Fig. 13). [9].

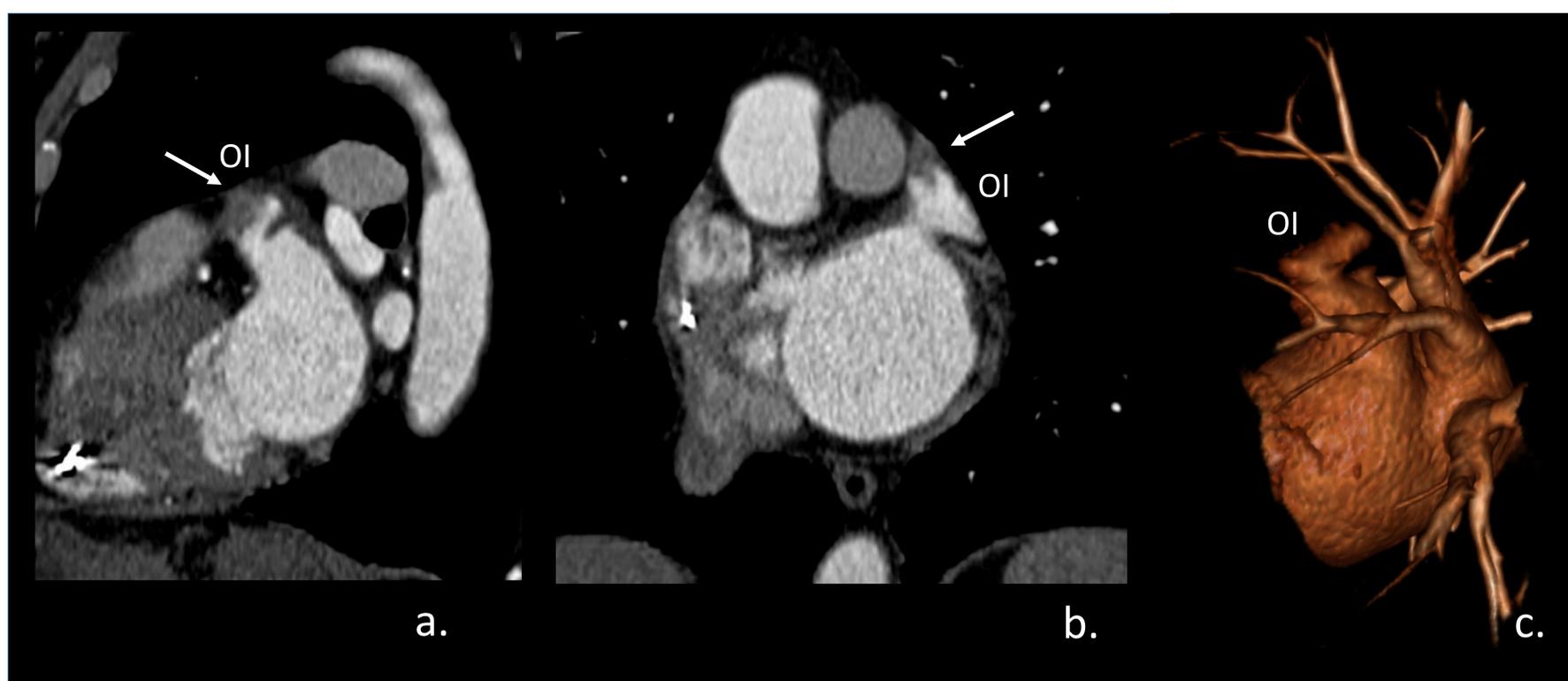


Fig. 13. Angiografía TC de tórax con reconstrucción MIP en plano sagital (a), axial (b) y reconstrucción 3D de la cara posterior (c). Hombre de 67 años con fibrilación auricular. Se muestra orejuela izquierda (OI) morfología en ala de pollo y defecto de repleción compatible con trombo (flecha).

COMPLICACIONES DESPUÉS DE LA ABLACIÓN.

Las lesiones relativamente más comunes observadas después de la ablación de la vena pulmonar incluyen estenosis de la vena pulmonar, lesión del nervio frénico derecho y complicaciones relacionadas con el sitio del acceso vascular.

Estenosis de la vena pulmonar

La ablación por radiofrecuencia es una causa principal de estenosis de la vena pulmonar y se postula que es el resultado de una respuesta vascular e inflamatoria a la energía de radiofrecuencia que induce la cicatrización y el depósito de colágeno. La incidencia oscila entre el 0 % y el 38 %. Algunos estudios sugieren una correlación directa con el aumento de la energía de radiofrecuencia y el grado de estenosis de la vena pulmonar. Si bien la mayoría de los casos de estenosis de la vena pulmonar son estenosis leves sin consecuencia clínica, una minoría de estos casos resulta en estenosis severa definida como una reducción $>70\%$ del diámetro de una vena pulmonar (Fig. 14). [4,10].

La estenosis grave puede provocar infarto pulmonar, enfermedad venooclusiva pulmonar o hipertensión arterial pulmonar, que pueden requerir dilatación con balón y colocación de stent.

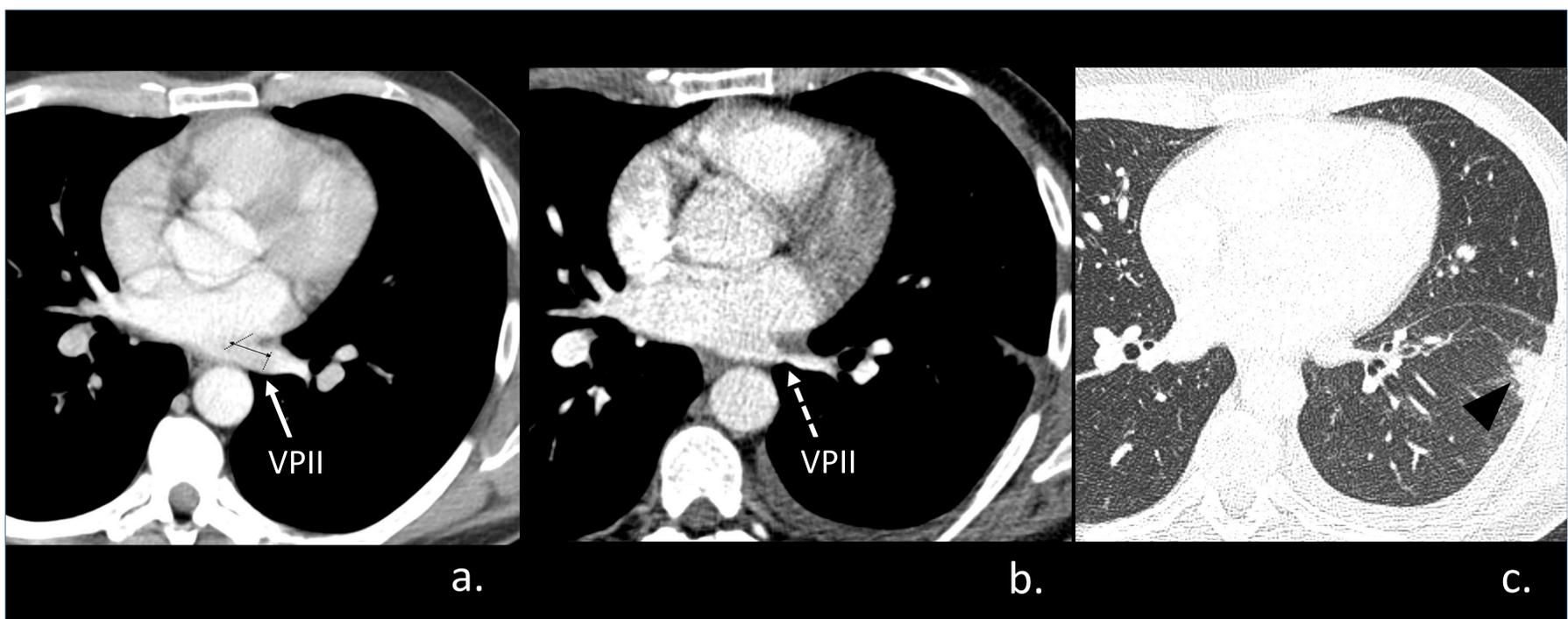


Fig. 14. Hombre de 57 años dos días después de la ablación que presenta disnea y dolor torácico. Angiografía TC de tórax en plano axial estudio preablación (a) vena pulmonar inferior izquierda (VPII) con diámetros en rangos de normalidad (flecha). TCMD post ablación en plano axial (b) muestra estenosis de la VPII. (flecha discontinua) Corte axial en ventana de pulmón (c) Imagen subpleural compatible con infarto pulmonar (punta de flecha).

Lesión esofágica y del nervio frénico derecho

Una complicación rara de la ablación por radiofrecuencia es la lesión del nervio frénico derecho y la fístula entre el esófago y la pared posterior de la aurícula izquierda. Es importante en el estudio TC preablación definir la relación del esófago con la pared posterior de la aurícula izquierda antes de la ablación. (Fig. 15). [10].

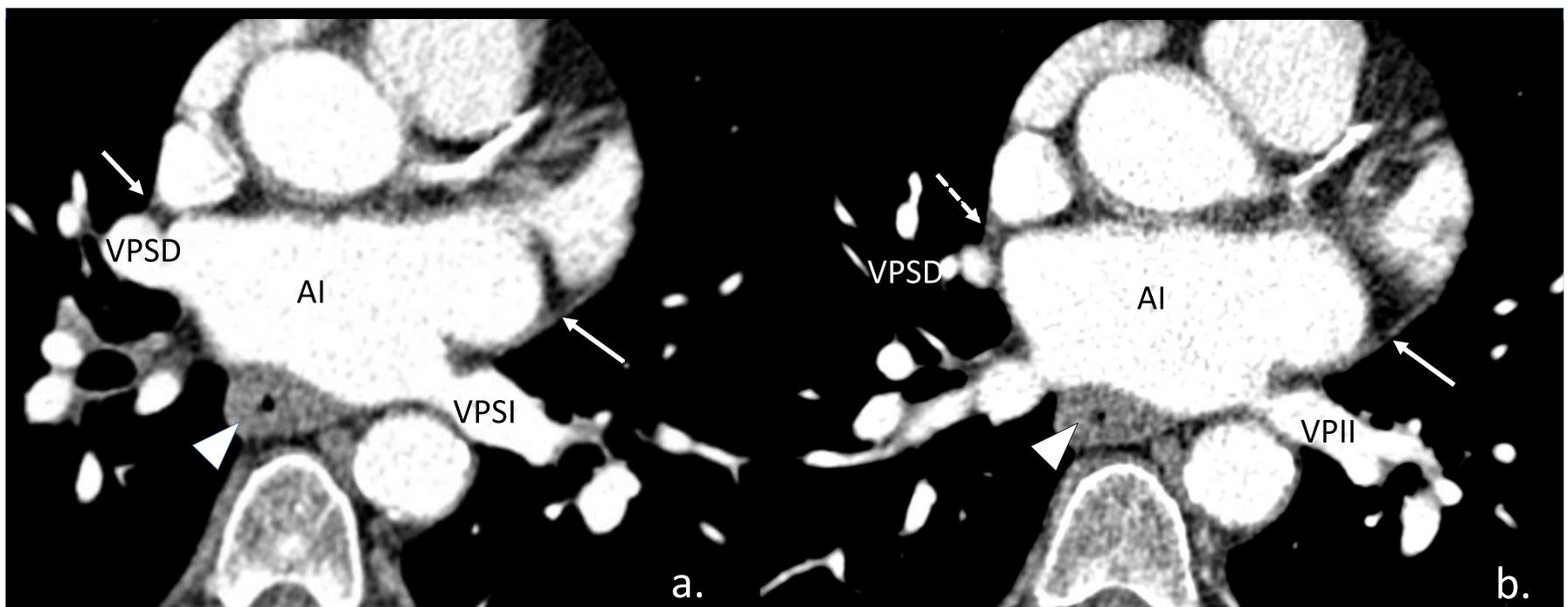


Fig. 15. Angiografía TC de tórax en plano axial (a) y (b). hombre de 68 años previo a ablación muestran la proximidad de las estructuras a los orificios de la vena pulmonar (VP). Esófago (punta de flecha curva, b) suele discurrir a lo largo de la cara posterior de la VPSD, la pared posterior de la aurícula izquierda y la VPID. El nervio frénico derecho (flecha discontinua, b) está muy cerca de la cara anterior del ostium de la VPSD. Los reflejos pericárdicos (flechas continuas) se insertan muy cerca de las venas pulmonares izquierda y derecha.

La lesión térmica directa del nervio frénico derecho se puede observar con radiofrecuencia o con crioablación. El nervio frénico derecho es susceptible de lesionarse, ya que corre posterior a la vena subclavia y cruza anteriormente sobre la raíz del pulmón derecho en el origen de las venas pulmonares. Puede ser asintomática o manifestarse como disnea, hipo, atelectasia, tos y dolor torácico. En la radiografía convencional, una elevación del hemidiafragma derecho reciente después de la ablación debe hacer sospechar una lesión del nervio frénico derecho. [10].

La proximidad del esófago a la pared posterior de la aurícula izquierda lo hace muy susceptible a lesiones, térmicas o mecánicas, durante el procedimiento de ablación con catéter. Se han informado ulceraciones esofágicas, perforaciones y fístulas atrioesofágicas.

Perforación cardíaca y taponamiento.

Se ha estimado que la incidencia de perforación y taponamiento cardíaco después de la ablación de la vena pulmonar es del 0,5% al 4%. (Fig. 16) Las causas más comunes de perforación cardíaca y taponamiento resultan de punciones transeptales mal dirigidas (salida a través de las aurículas derecha o izquierda), traumatismo mecánico directo y sobrecalentamiento durante la administración de energía de radiofrecuencia. [10].

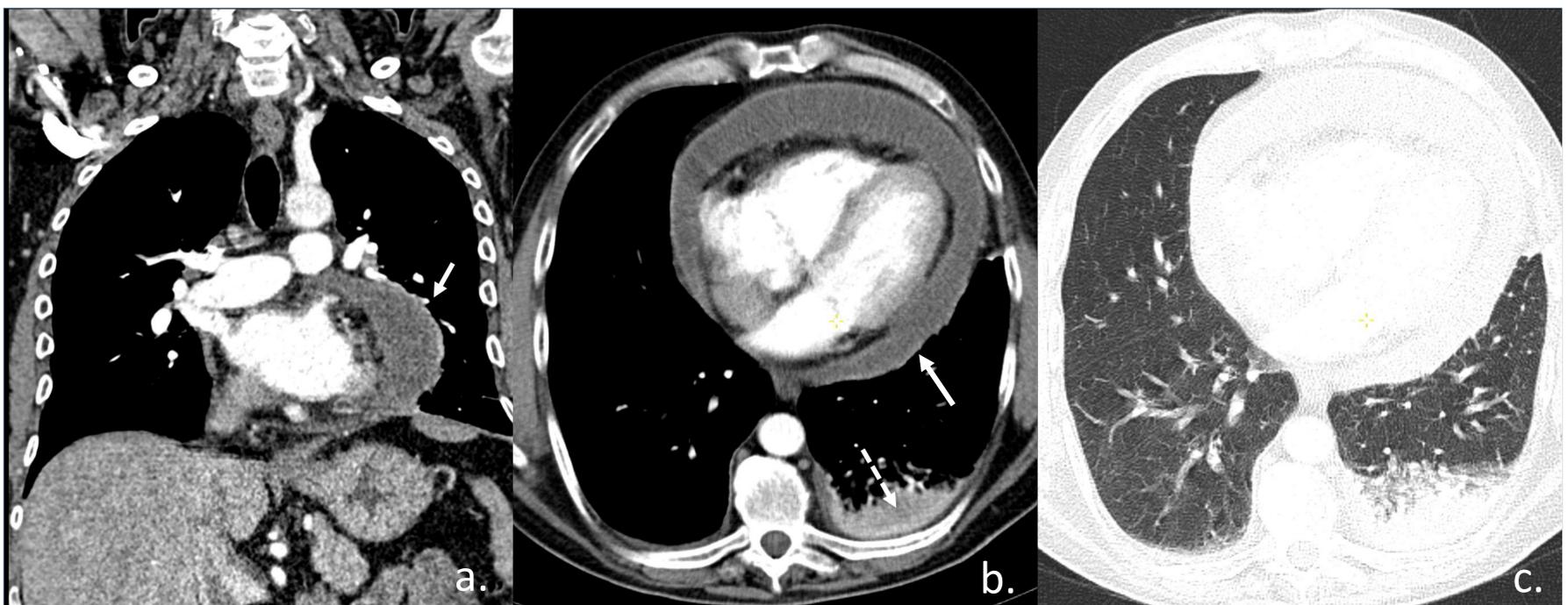


Fig. 16. Hombre de 50 años con hipotenso brusca durante procedimiento de ablación con ecocardiograma que demostró taponamiento cardíaco. Angiografía TC de tórax ventana de mediastino plano coronal (a) y axial (b), y ventana de pulmón (c) después de su procedimiento que muestra derrame pericárdico, realce pericardio (flecha) y pequeño derrame pleural izquierdo (flecha discontinua). Características del taponamiento cardíaco temprano.

Las complicaciones vasculares, principalmente en el sitio de acceso femoral, son comunes, con una incidencia de 0% a 13%. Los hematomas inguinales son la complicación más frecuente, aunque se han descrito casos de pseudoaneurismas arteriales, fístulas arteriovenosas femorales y hemorragia retroperitoneal. (Fig. 17).

Estas complicaciones están relacionadas con el número y tamaño de los catéteres utilizados, así como con el estado de anticoagulación de los pacientes. También se ha informado que ocurren lesiones vasculares en la vecindad del sitio de ablación. Tales posibles complicaciones incluyen hemotórax, hematoma subclavio y perforación extrapericárdica de la vena pulmonar. [10].

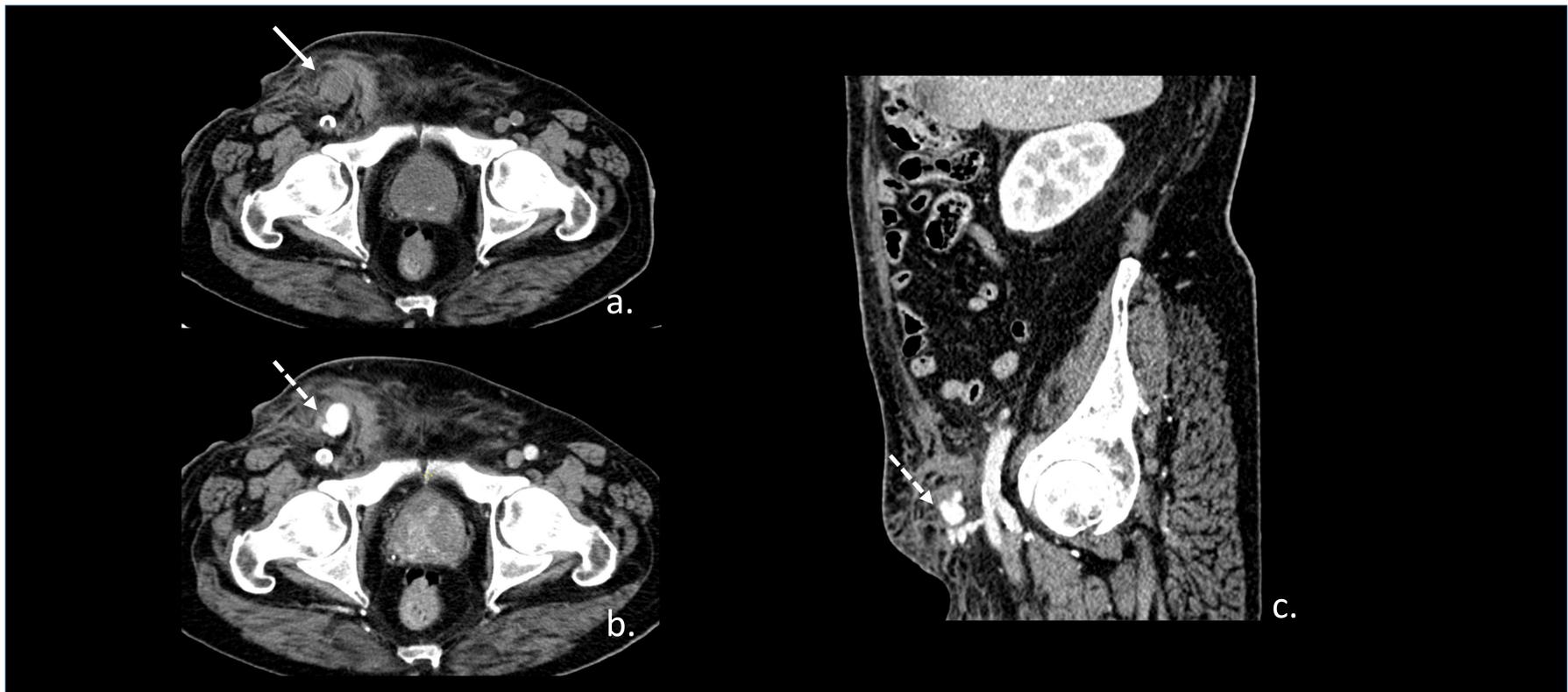
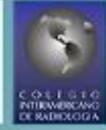


Fig.17. Hombre de 76 años post ablación reciente con anemia progresiva. TC abdominopélvico sin civ axial (a) y con civ en fase arterial axial (b) y sagital (c). Colección inguinal derecha (flecha) que se rellena de contraste en fase arterial dependiente de arteria femoral superficial, en relación con pseudoaneurisma. (Flecha discontinua).



CONCLUSIONES:

El estudio mediante TCMD de las venas pulmonares el radiólogo debe habituarse a reconocer su anatomía, fundamental en determinadas situaciones clínicas, como en la evaluación de pacientes con fibrilación auricular que son candidatos a la ablación por radiofrecuencia, identificando anomalías congénitas y variantes anatómicas. Así mismo identificar diversas enfermedades que afectan las venas pulmonares y en el estudio posterior al tratamiento ablativo identificar posibles complicaciones.

REFERENCIAS:

1. Varona Porres D et al. Learning from the Pulmonary Veins. *RadioGraphics* 2013; 33:999–1022. Published online 10.1148/rg.334125043.
2. Cameron hassani, Farhood Saremi. Comprehensive Cross-sectional Imaging of the Pulmonary Veins. *RadioGraphics* 2017. Volume: 37 Issue: 7 pp. 1928-1954.
3. Kim YH, Marom EM, Herndon JE 2nd, McAdams HP. Pulmonary vein diameter, cross-sectional area, and shape: CT analysis. *Radiology*. 2005 Apr;235(1):43-9; discussion 49-50. doi: 10.1148/radiol.2351032106. Epub 2005 Feb 24. PMID: 15731371.
4. Paul Cronin et al. MDCT of the Left Atrium and Pulmonary Veins in Planning Radiofrequency Ablation for Atrial Fibrillation: A How-To Guide. *American Journal of Roentgenology* 2004 183:3, 767-778.
5. Dillman JR et al. Imaging of Pulmonary Venous Developmental Anomalies. *American Journal of Roentgenology* 2009 192:5, 1272-1285.
6. Lyen, S., Wijesuriya, S., E. et al. Anomalous pulmonary venous drainage: a pictorial essay with a CT focus. *J Congenit Heart Dis* 1,7 (2017). <https://doi.org/10.1186/s40949-017-0008-4>.
7. Cronin, Paul, & Kelly, Aine M. SA. Pulmonary venous abnormalities encountered on pre-radiofrequency ablation mapping multidetector computed tomography. *Journal of Radiology*, 21(1), (2017).
8. Saremi F, Krishnan S. Cardiac conduction system: anatomic landmarks relevant to interventional electrophysiologic techniques demonstrated with 64-detector CT. *Radiographics*. 2007;27(6):1539-65. doi: 10.1148/rg.276075003. PMID: 18025502.
9. Zurrú M.C., Fernández G., et al. Morfología de la orejuela auricular izquierda y accidente cerebrovascular cardioembólico. *Neurología Argentina*. Vol. 10. Núm. 4. 218-224 (2018). DOI: 10.1016/j.neuarg.2018.07.004.
10. Saad H, Myers DT, Song TK, Nadig J. Radiologic Manifestations of Pulmonary Vein Ablation Complications: A Pictorial Review. *J Thorac Imaging*. 2021 Sep 1;36(5): W89-W95. doi: 10.1097/RTI.0000000000000561. PMID: 32960836.