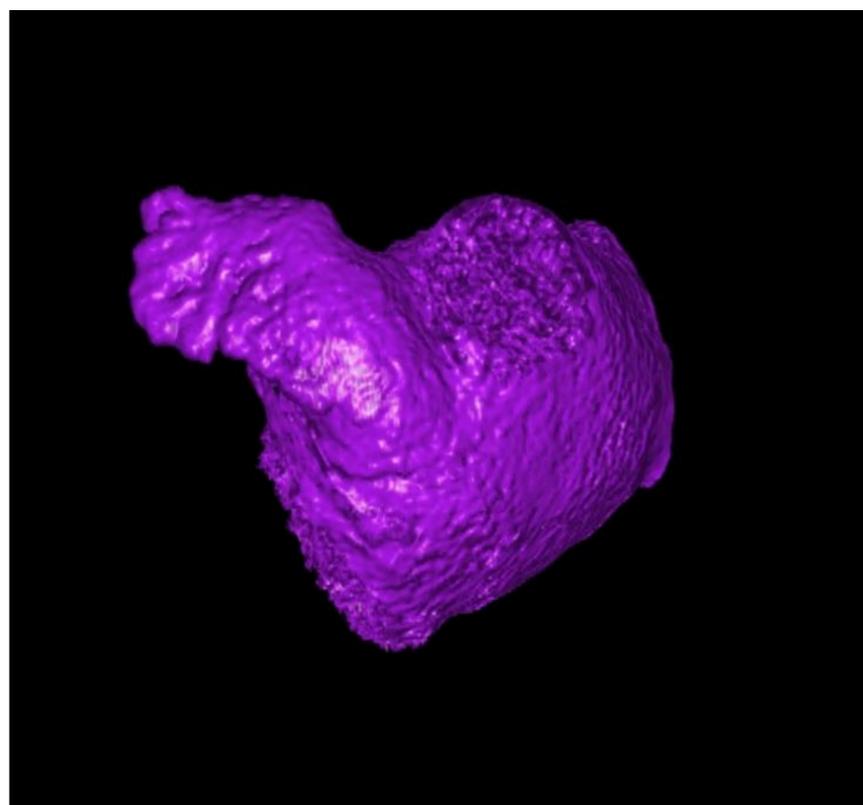


Estudio por imagen del cierre percutáneo de la orejuela izquierda: que no cunda el pánico



Objetivos docentes:

- Revisar el protocolo de estudio mediante tomografía computarizada (TC) con sincronización cardíaca empleado en nuestro hospital para el estudio de la orejuela izquierda (OI)
- Describir los hallazgos relevantes en el informe radiológico prequirúrgico así como las posibles complicaciones tras el cierre percutáneo de la OI

Introducción

La fibrilación auricular de origen no valvular (FANV) es la arritmia más frecuente en nuestro medio, siendo el accidente cerebrovascular de origen cardioembólico la complicación más grave, dada su alta tasa de morbilidad y discapacidad. Los anticoagulantes orales (ACO) son el tratamiento estándar, pero debido al riesgo de hemorragia, el cierre percutáneo de la OI es una opción terapéutica cada vez más utilizada con resultados satisfactorios [6].

La OI es un remanente del desarrollo embrionario de la aurícula izquierda y su principal función es el control de la volemia. En los pacientes con FANV el 91% de los trombos están localizados en la OI, [1] debido a que esta pierde su capacidad contráctil favoreciendo el estasis sanguíneo, con el consecuente aumento del riesgo de trombosis [7]. Tiene tres regiones: el ostium, el cuello; y el cuerpo. Posee uno o más lóbulos originados de las evaginaciones del cuerpo principal [2].

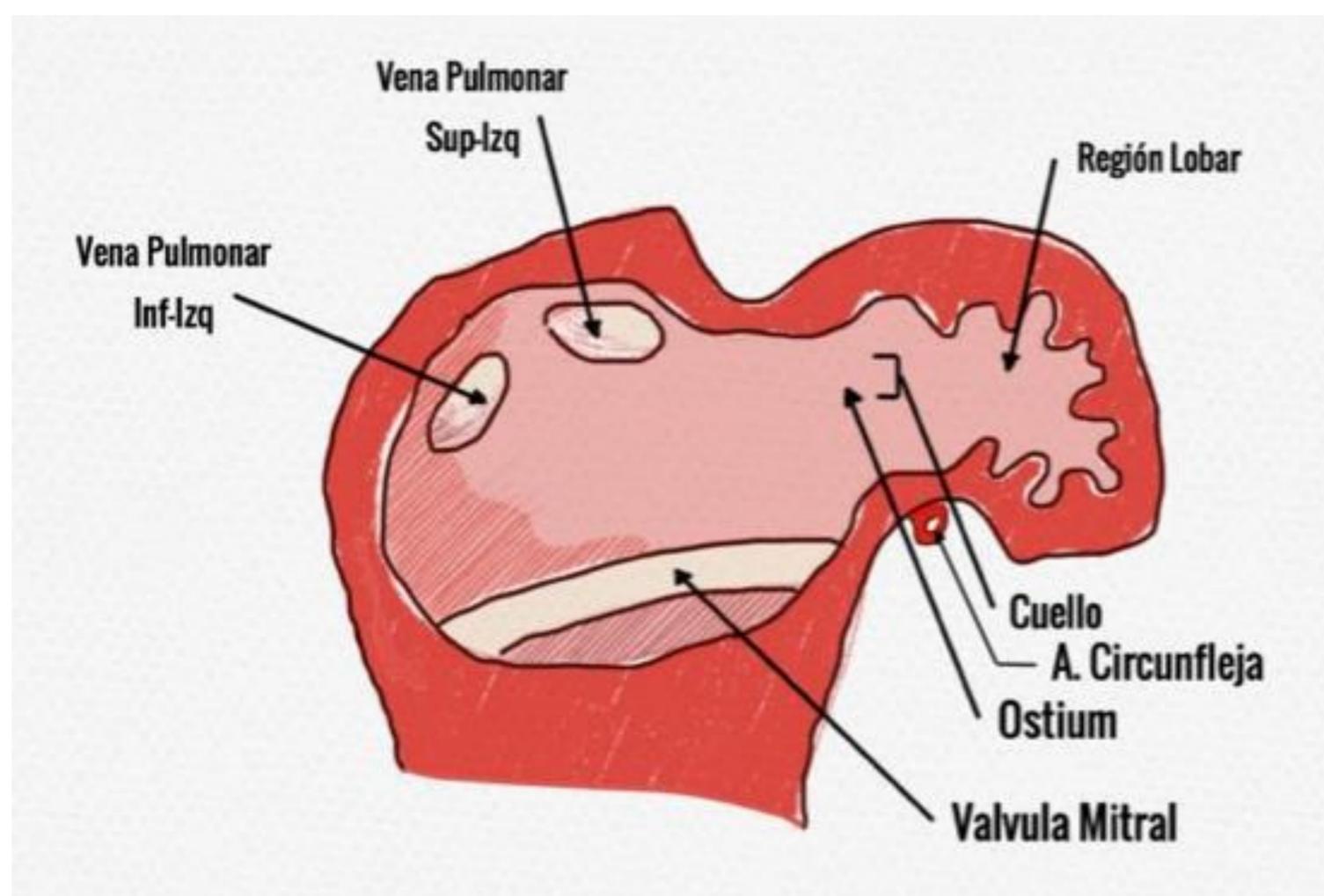


Fig.1. Representación ilustrativa de la anatomía de la OI

Revisión del tema

Se describen diferentes morfologías de la OI y su relación con los eventos cardioembólicos [3], siendo las más frecuentes: (Fig. 2)

1. Ala de pollo 45%
2. Manga de viento 22%
3. Coliflor 12%
4. Cactus 21 %

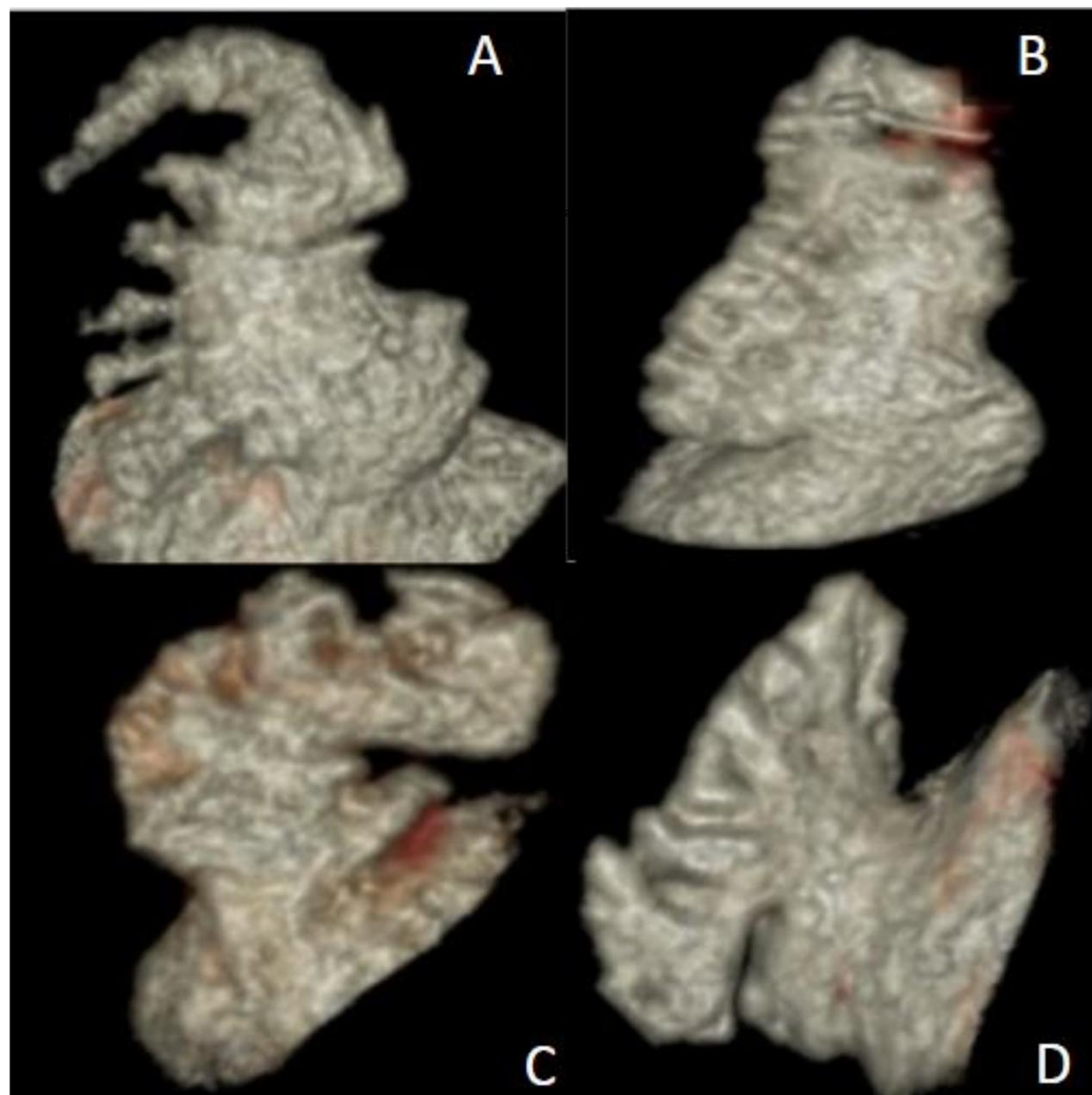


Fig. 2 Principales morfologías de OI. Reconstrucciones 3D: A Cactus, B Manga de viento, C Ala de pollo y D Coliflor.

Dispositivos para el cierre de la OI

Existen diversos dispositivos disponibles [1,4,8]. En nuestro centro los dispositivos más utilizados son los de abordaje endocárdico (Fig.3).

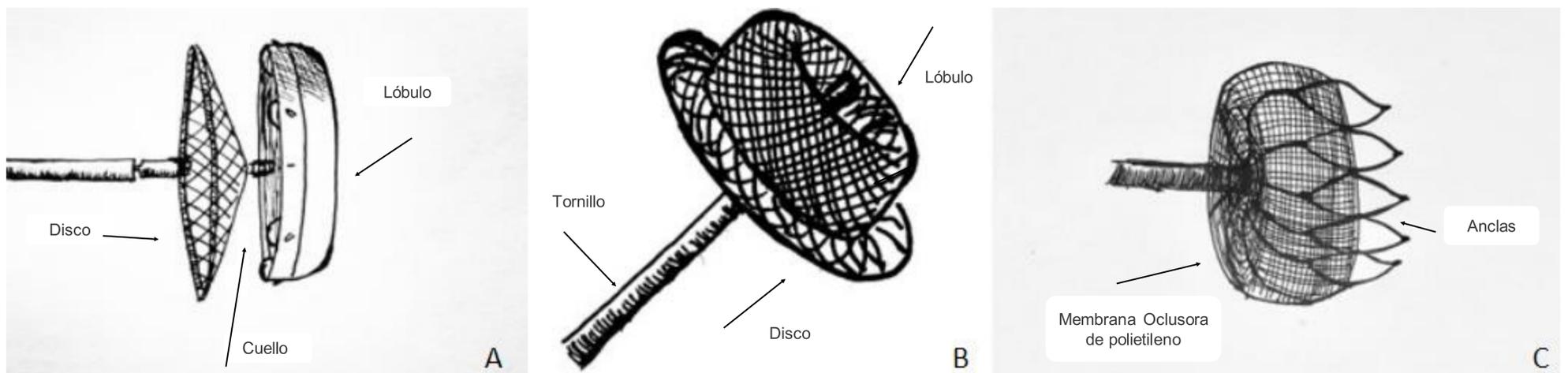


Fig.3 Principales dispositivos implantados en nuestro centro: A Lambre, B Amulet y C Watchman.

El dispositivo se implanta por vía transeptal a través de la vena femoral que cierra y excluye completamente la OI [1]. Se realiza una punción inferior y posterior al septum para un abordaje más directo a la zona de interés (Fig.4).

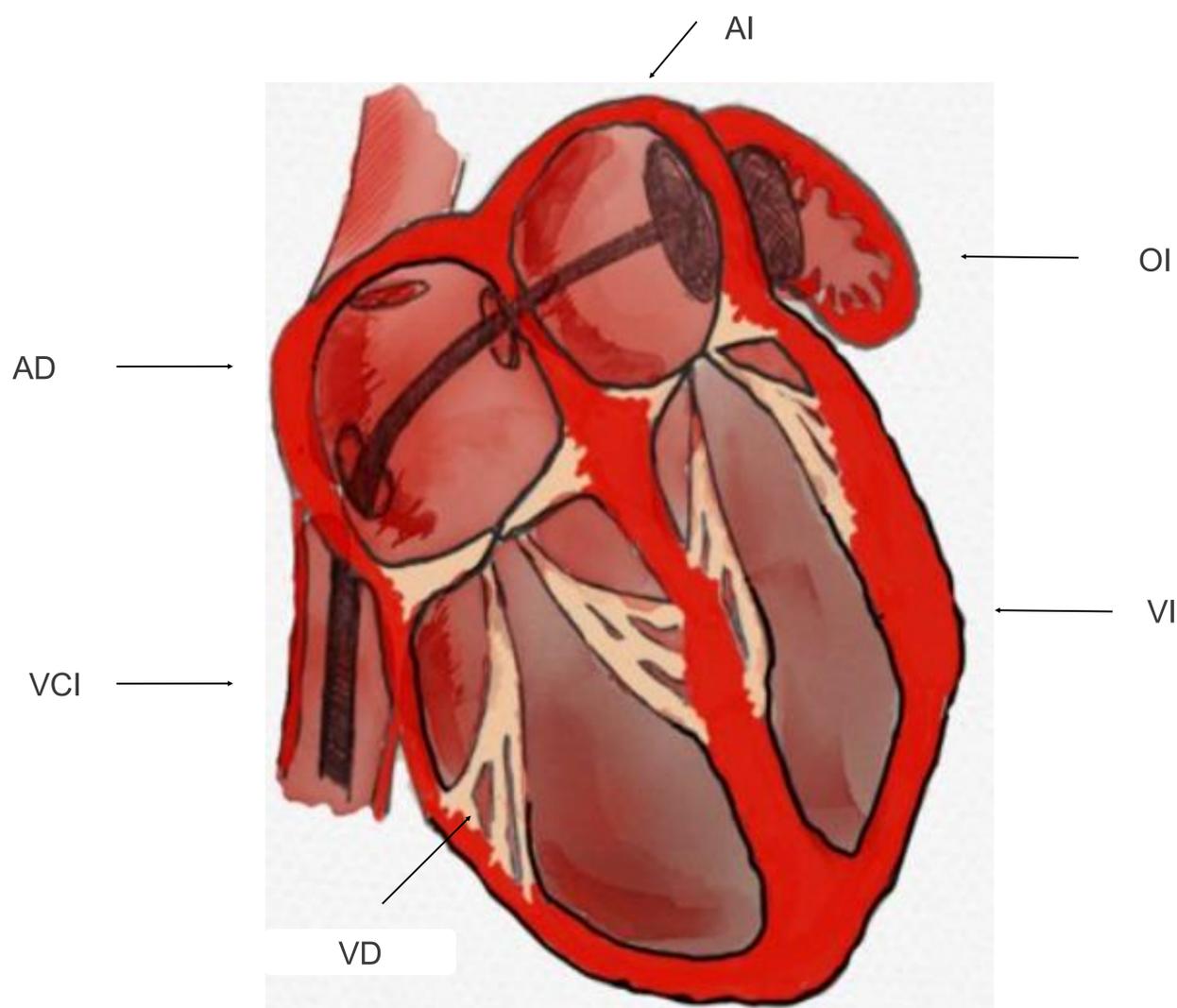


Fig. 4 Abordaje transeptal. Se introduce la guía por vena femoral derecha y se avanza hacia la AD, por medio de la punción transeptal se alcanza la OI y se coloca el dispositivo bajo guía fluoroscópica y ecográfica.

Papel de la imagen en el cierre percutáneo de la OI

La ecografía transesofágica es la modalidad de imagen estándar más utilizada para evaluar la OI [1,5] (Tabla 1), no obstante la TC debido su alta resolución espacial y capacidad multiplanar se ha convertido en una alternativa menos invasiva para la planificación del procedimiento (Fig. 5).

VENTAJAS DE LA ECOGRAFÍA TRANSESOFÁGICA

- Mayor disponibilidad y experiencia
- Evaluación completa: estructura y flujos
- Medición 2D y 3D

POSIBLE GUIADO INTRAPROCEDIMIENTO EN TIEMPO REAL

Tabla 1 Ventajas de la ecografía transesofágica en el estudio de la OI.

La TC proporciona información anatómica más detallada sobre la morfología y medidas de la OI para una adecuada selección del dispositivo y un abordaje transeptal óptimo, excluye la presencia de trombos y permite una mejor valoración de la anatomía cardíaca y extracardíaca. Además, es una técnica rápida y no invasiva que no requiere sedación [1] (Tabla 2).

Ventajas y desventajas de la TC

Ventajas

- . No Invasiva
- . Medición 2D y 3D
- . Mayor resolución espacial
- . Mejor definición de la anatomía cardíaca y extracardíaca
- . No operador dependiente

Desventajas

- . Precisa radiación
- . Uso de medios de contraste
- . Posible guiado anatómico intraprocedimiento (no en tiempo real)

Tabla 2 Ventajas y desventajas de la TC



Fig. 5 Imágenes de TC con reconstrucciones MPR y 3D para el cierre percutáneo de OI previo al procedimiento.

Actualmente existen sistemas de fusión estática de imágenes TC 3D con las imágenes fluoroscópicas, con un gran potencial para la monitorización intraprocedimiento que sirva de guía para la intervención (Fig. 6)

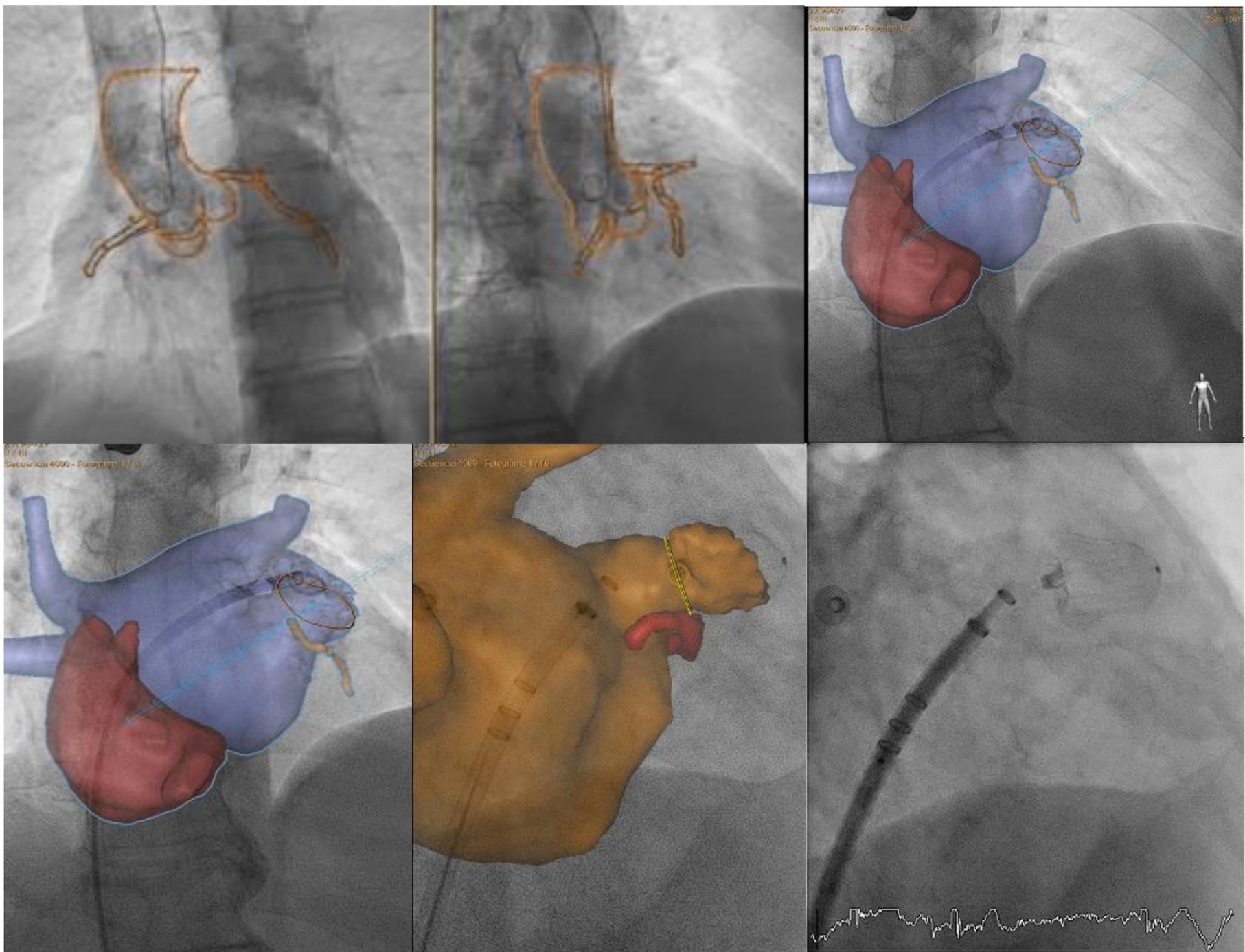


Fig. 6 Imágenes de fusión del TC con las imágenes fluoroscópicas.

Protocolo de estudio para el cierre percutáneo de la OI mediante TC

En nuestro centro contamos con una TC Siemens Somatom Drive, doble tubo de 128 detectores.

Se indica a los pacientes que continúen con su medicación y que acudan preferiblemente en ayunas (aprox. 6h) pero manteniendo su ingesta de líquidos (agua) habitual.

Se utiliza un protocolo con sincronización cardíaca prospectiva si las condiciones del paciente son óptimas: ritmo sinusal, FA con respuesta ventricular estable y una FC < 70 lpm (Fig. 7).

Se realiza un estudio bifásico, obteniendo imágenes en fase arterial con 4 seg. de retraso y adquisición sistólica (30% R-R), para que la aurícula izquierda y la OI estén en volumen máximo, y una fase venosa (retardo de 60seg) para comprobar/descartar la presencia de trombos. Se administra un volumen total de 70 ml contraste yodado (Ultravist 370mg/ml) y 60ml de suero fisiológico dividido en 2 inyecciones: 20ml previo a la administración de CIV y 40 ml posterior a la misma.

Protocolo con sincronización cardíaca prospectiva



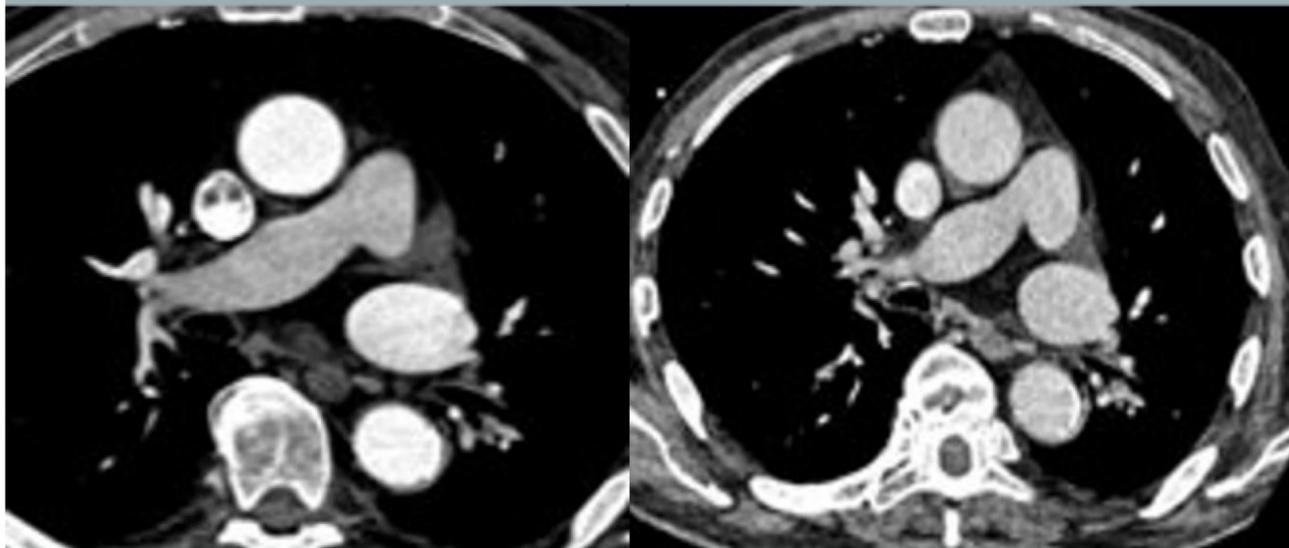
Adquisición de la imagen:
desde la carina hasta
el diafragma.



ROI en AI

Se realiza un estudio bifásico.

Volumen de Contraste
y suero utilizado



VENAS PULMONARES 370

	ml/s	ml	mm:ss
B	4,0	20	00:05
↳ Inyección de prueba			
A	4,0	70	00:18
B	4,0	40	00:10

1. Fase arterial: 4 seg
de retraso (en sístole 30%
R-R)

2. Fase venosa:
60 seg. de retraso

Fig. 7 Protocolo de TC para el estudio de la OI.

Parámetros a evaluar en los estudios de imagen

Contraindicaciones	Morfología y medidas de la OI	Aurícula izquierda	Hallazgos adicionales
<ul style="list-style-type: none"> . Informar la presencia de trombos en la OI (diferenciarlo del flujo lento) 	<ul style="list-style-type: none"> . Morfología de la OI: ala de pollo, cactus, coliflor, manga de viento . La presencia de lóbulos adicionales proximales . Medidas: Ostium, Landing Zone, profundidad 	<ul style="list-style-type: none"> . Diámetros . Volumen . Área . Aspectos anatómicos relevantes: aneurisma del septo interauricular, FOP, hipertrofia lipomatosa del septo, CIA u otras alteraciones anatómicas 	<ul style="list-style-type: none"> . Derrame pericárdico y otras complicaciones . Anatomía y presencia / ausencia de enfermedad coronaria . Anatomía y calcificación valvular

Tabla 3 Parámetros a evaluar en el estudio prequirúrgico de la OI. Foramen oval permeable(FOV) Comunicación interauricular (CIA)

1. Presencia de trombos:

Contraindicación absoluta, visualizándose como un defecto de repleción en la OI en fase arterial y tardía, lo que lo diferencia del flujo lento/estasis sanguíneo que solo se ve en fase arterial [2] (Fig. 8 y 9).

2. Morfología de la OI:

Se debe evaluar la morfología y la presencia de lóbulos proximales adicionales. En las morfologías de alas de pollo, se debe informar la distancia entre el ostium y la primera curvatura [1, 2] Fig.10.

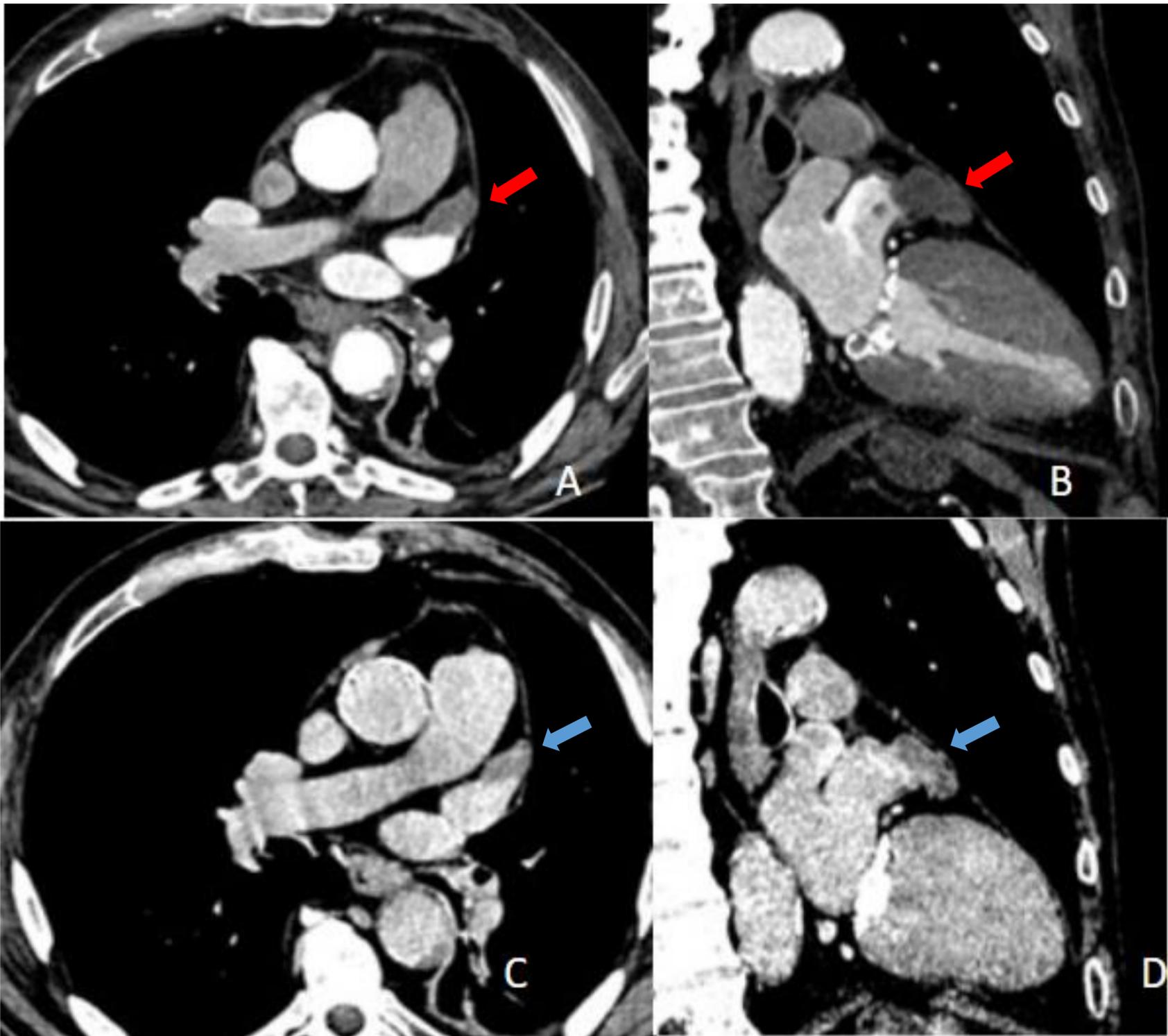


Fig.8 Trombo en OI: Defecto de repleción en fase arterial (figuras A y B) (flecha roja) que persiste en fase venosa (fig. C y D) (flecha azul)

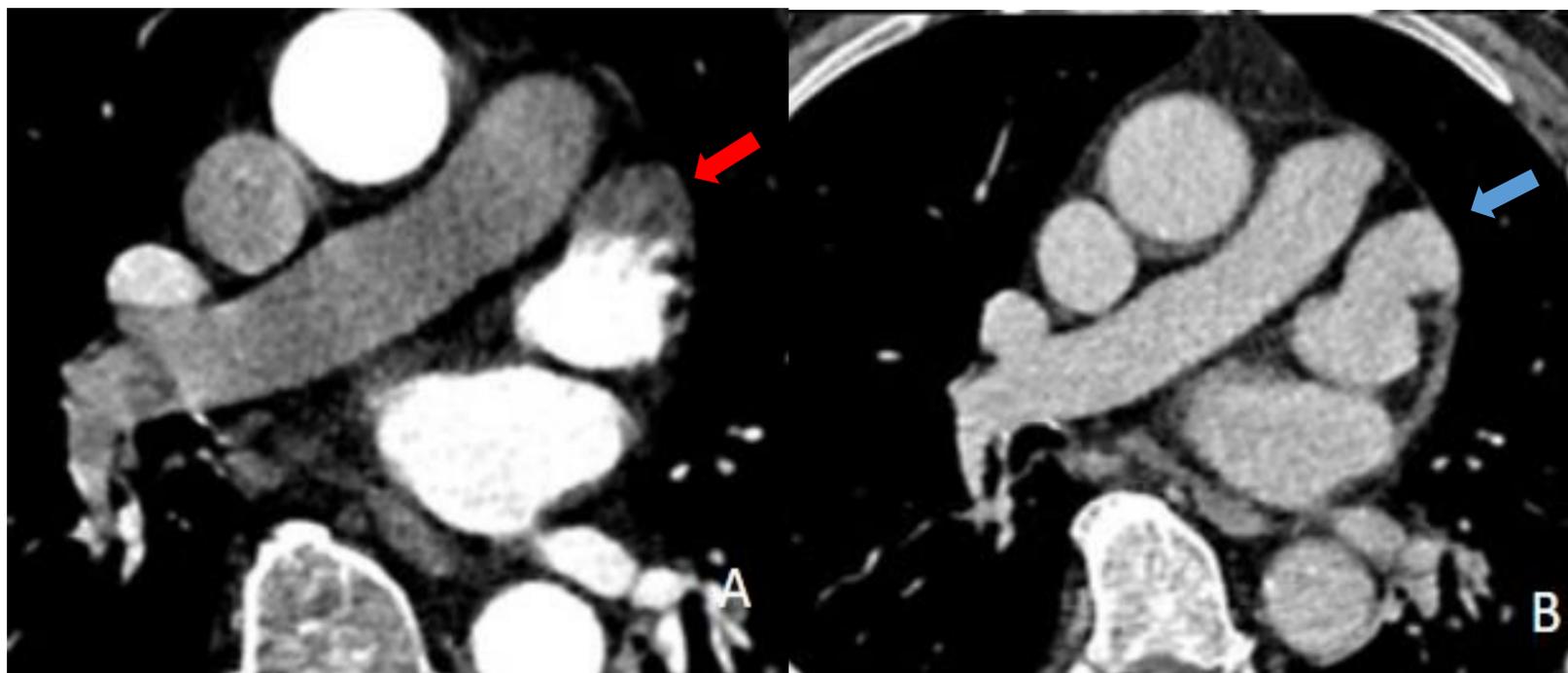


Fig. 9 Estasis venoso/Flujo lento: Defecto de repleción en fase arterial (Fig. A) (flecha roja) que desaparece en fase venosa (Fig. B) (flecha azul).

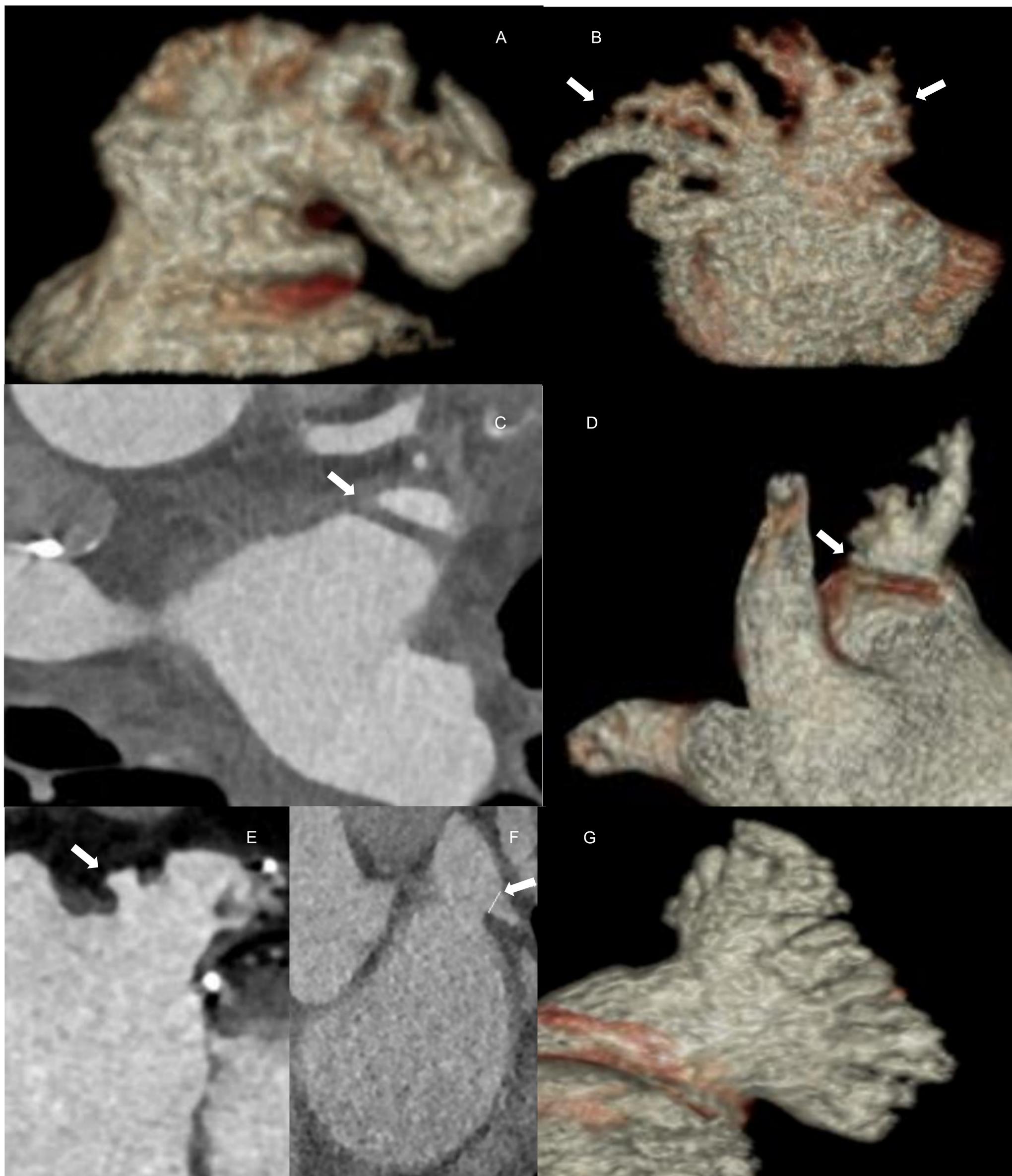


Fig. 10 Variantes en la OI: A Morfología ala de pollo invertida. B Morfología del dos lóbulos. C y D: Falso tendón sobre OI. Reconstrucciones MPR axial y 3D. E y F Lóbulo accesorios y G Reconstrucción 3D de OI con morfología en cola de ballena.

3. Medidas de la OI:

- **Ostium:** Se miden los diámetros de su plano, tomando como referencia la posición de la arteria circunfleja [1] (Fig. 11).
- **Zona de despliegue del dispositivo** (Landing Zone): aunque son específicas para cada dispositivo se realiza el mismo procedimiento para identificarla, partiendo desde el eje largo dos cámaras del VI, se mide el diámetro, perímetro y el área. [1,2]
 - Dispositivos Amulet se sitúa a 10-15 mm hacia el interior de la OI desde el ostium y perpendicular a la pared de OI (Fig. 12).
 - Dispositivos Whatchman la zona de despliegue se sitúa aproximadamente entre 10 y 20 mm desde el ostium hacia el punto donde está localizada la arteria circunfleja. Con este tipo de dispositivo no se cubre el ostium de la OI (Fig. 13).
- **Longitud/Profundidad de la OI:** Se requiere una longitud mínima para garantizar que el extremo auricular del dispositivo no se extienda a la cavidad. Un tamaño insuficiente aumenta el riesgo de embolización y derrame pericárdico [1,2].
 - Dispositivos Amulet se mide la distancia desde el ostium hasta el techo/pared posterior de la OI por medio de una línea perpendicular desde el ostium. Fig.12
 - Dispositivos Whatchman la longitud es distancia desde la zona de despliegue hasta el ápex de la OI (Fig. 13).

4. Aurícula izquierda:

Indicar sus diámetros, volumen, área, así como describir alteraciones y variantes anatómicas [2] (Fig. 14 y 15).

5. Hallazgos adicionales:

Anatomía de las venas pulmonares, la presencia de derrame pericárdico y otras complicaciones, anatomía y presencia/ausencia de enfermedad coronaria, anatomía y calcificación valvular [2]. (Fig. 16,17 y 18).

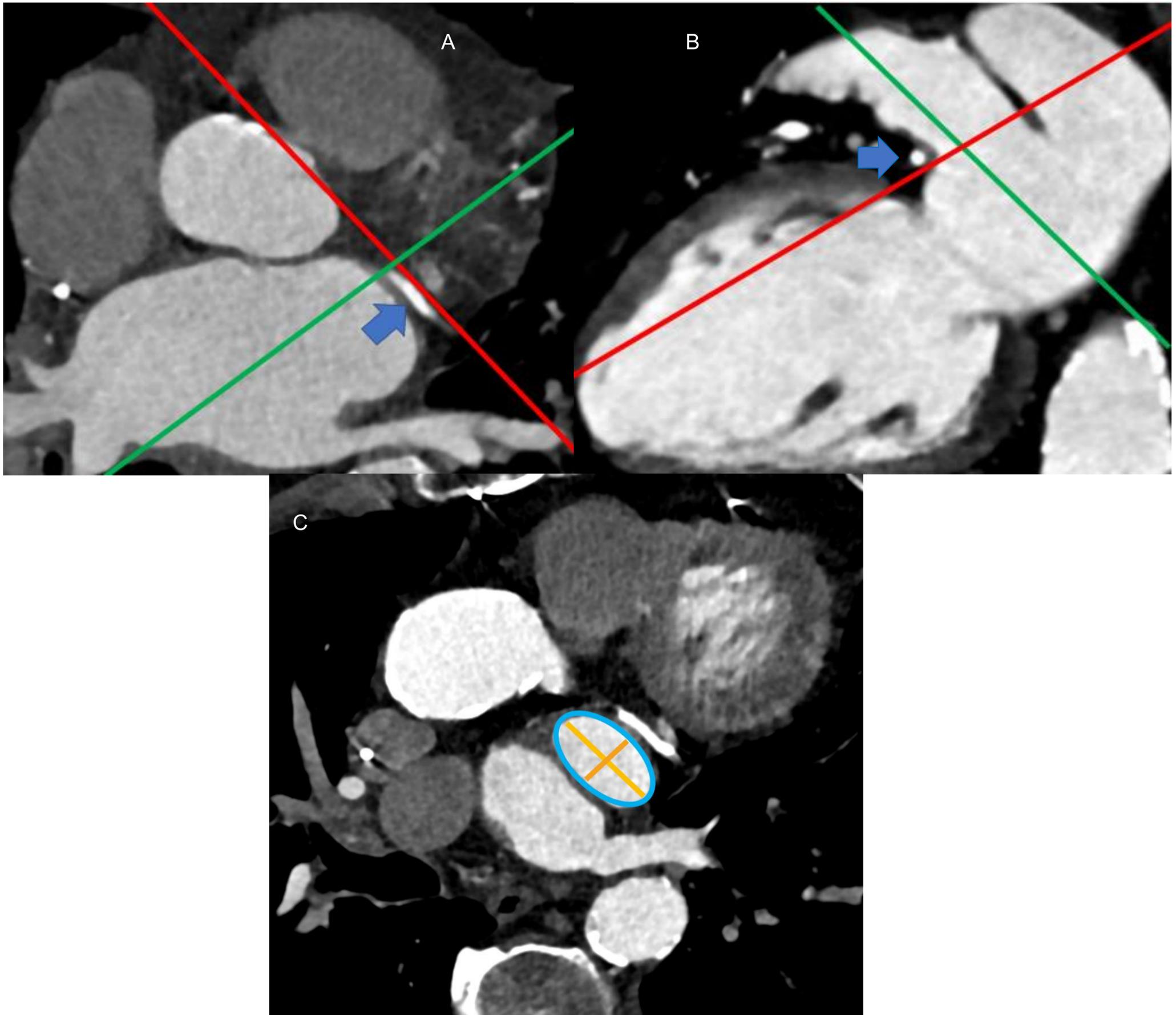


Fig. 11 Medición del ostium: A Plano axial: obtenemos un eje largo dos cámaras del VI a través de un plano perpendicular a la arteria circunfleja (flecha azul). B En el plano 2C del VI identificamos la base de la OI y alineamos los ejes de la vena lobar superior izquierda con la arteria circunfleja, obteniendo una vista frontal del del ostium. C Vista frontal del ostium donde se miden sus diámetros el perímetro y el área.

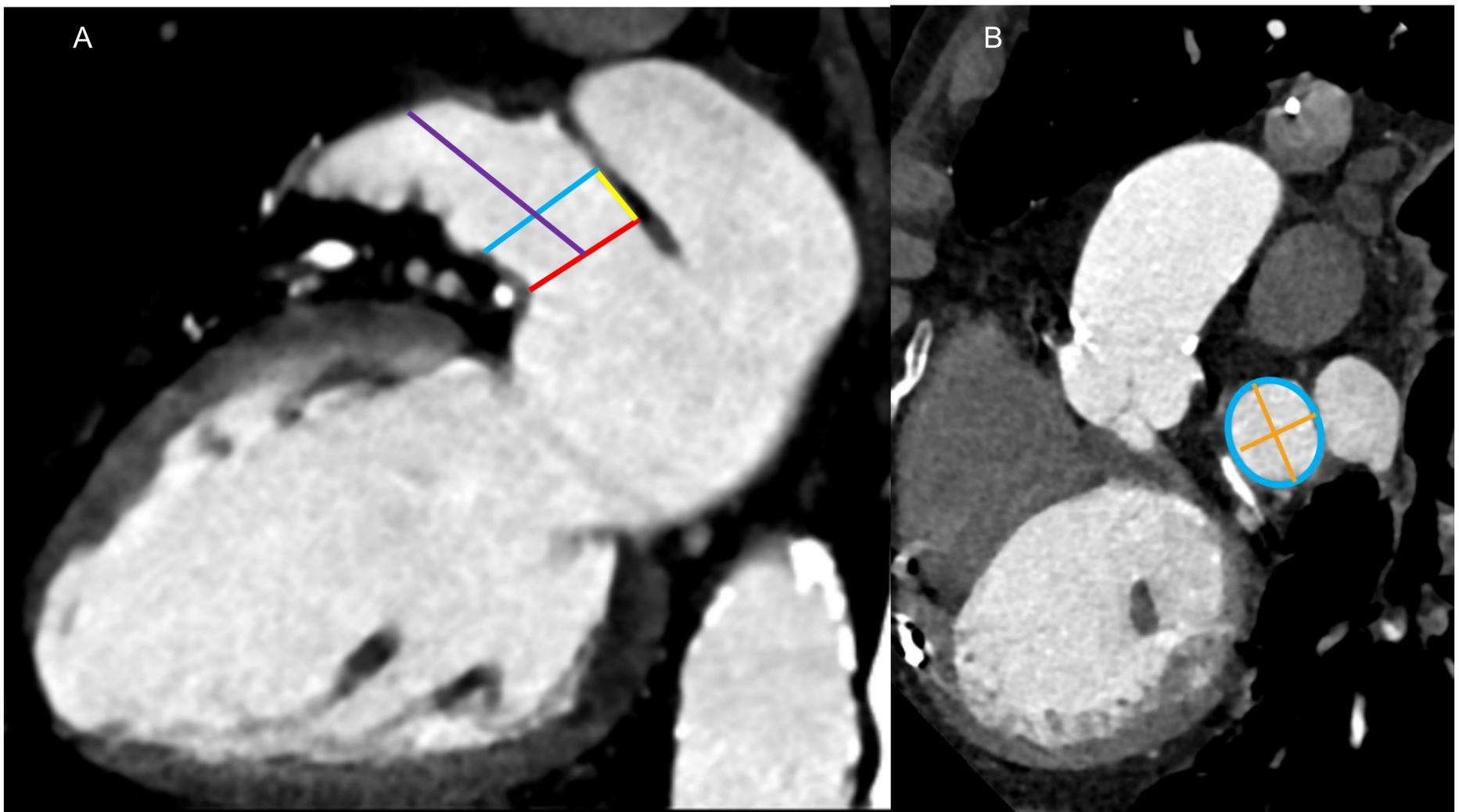


Fig. 12 LZ y profundidad para dispositivos Amulet. A eje largo 2C del VI. Profundidad de la OI (línea violeta) se mide como una línea perpendicular desde el centro del ostium de la OI (línea roja) al techo del OI. LZ : 12-15 mm hacia el interior de la OI (línea amarilla) desde ostium perpendicular a la pared posterior de la OI (línea azul). B imagen del LZ (óvalo azul) indicando sus diámetros, área y perímetro.

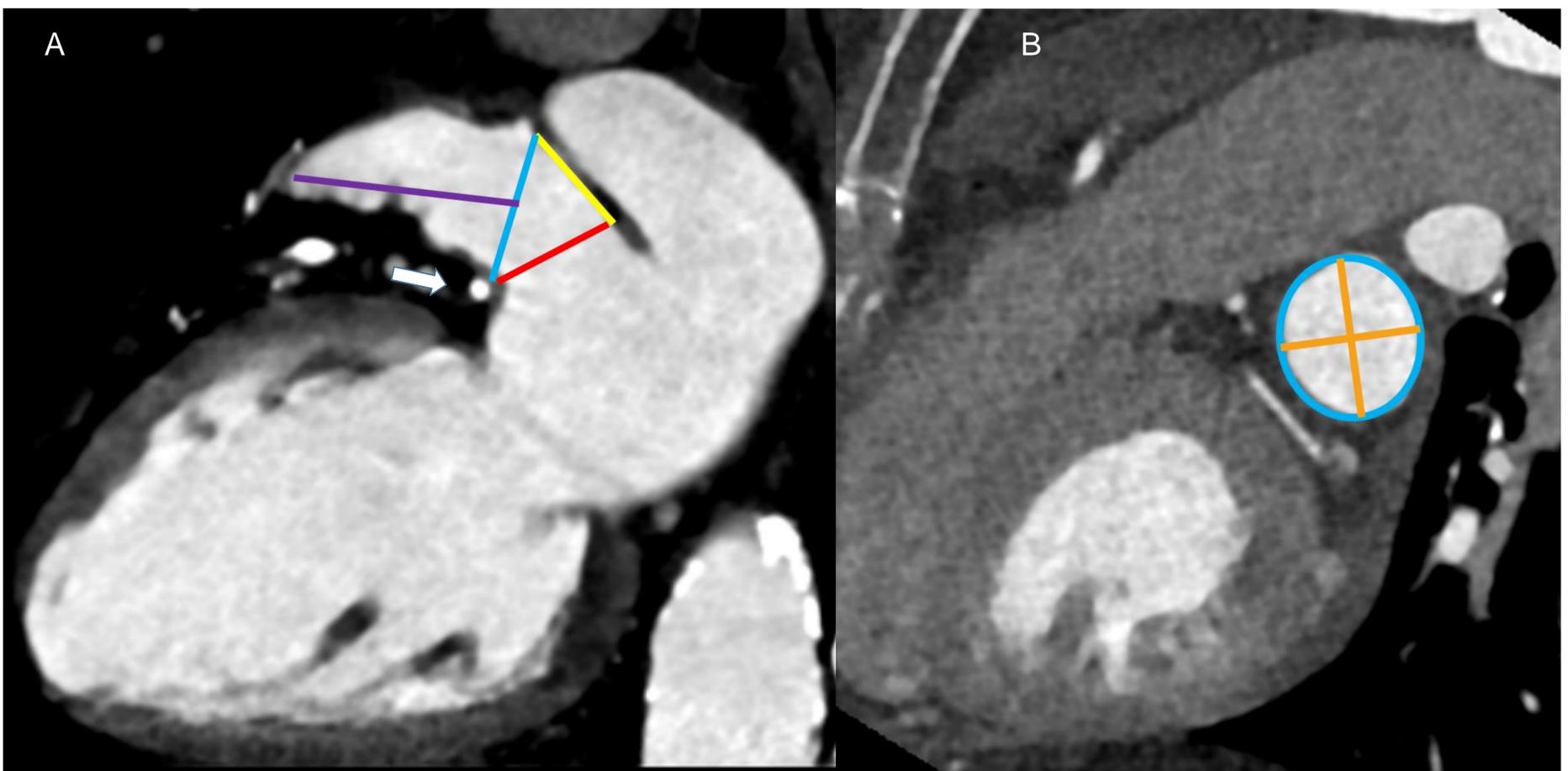


Fig. 13 LZ y profundidad de OI para dispositivos Watchman. A LZ (línea azul) entre 10 y 20 mm (línea amarilla) desde el ostium (línea roja) hacia el punto donde está localizada la arteria circunfleja (flecha) B. Vista frontal de la LZ donde se miden sus diámetros, área y perímetro.

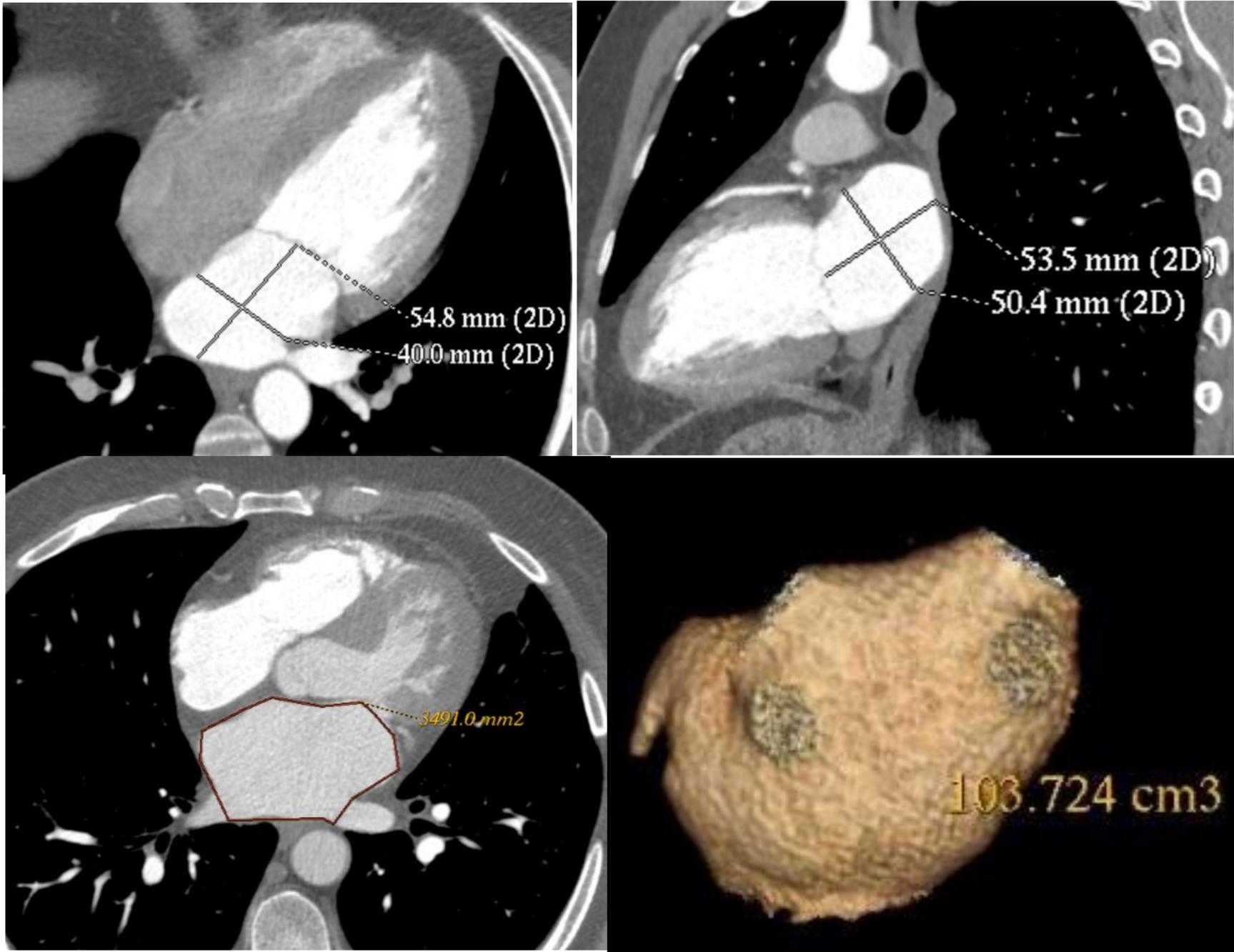


Fig.14 Aurícula izquierda. Medidas. Diámetros, área y volumen.

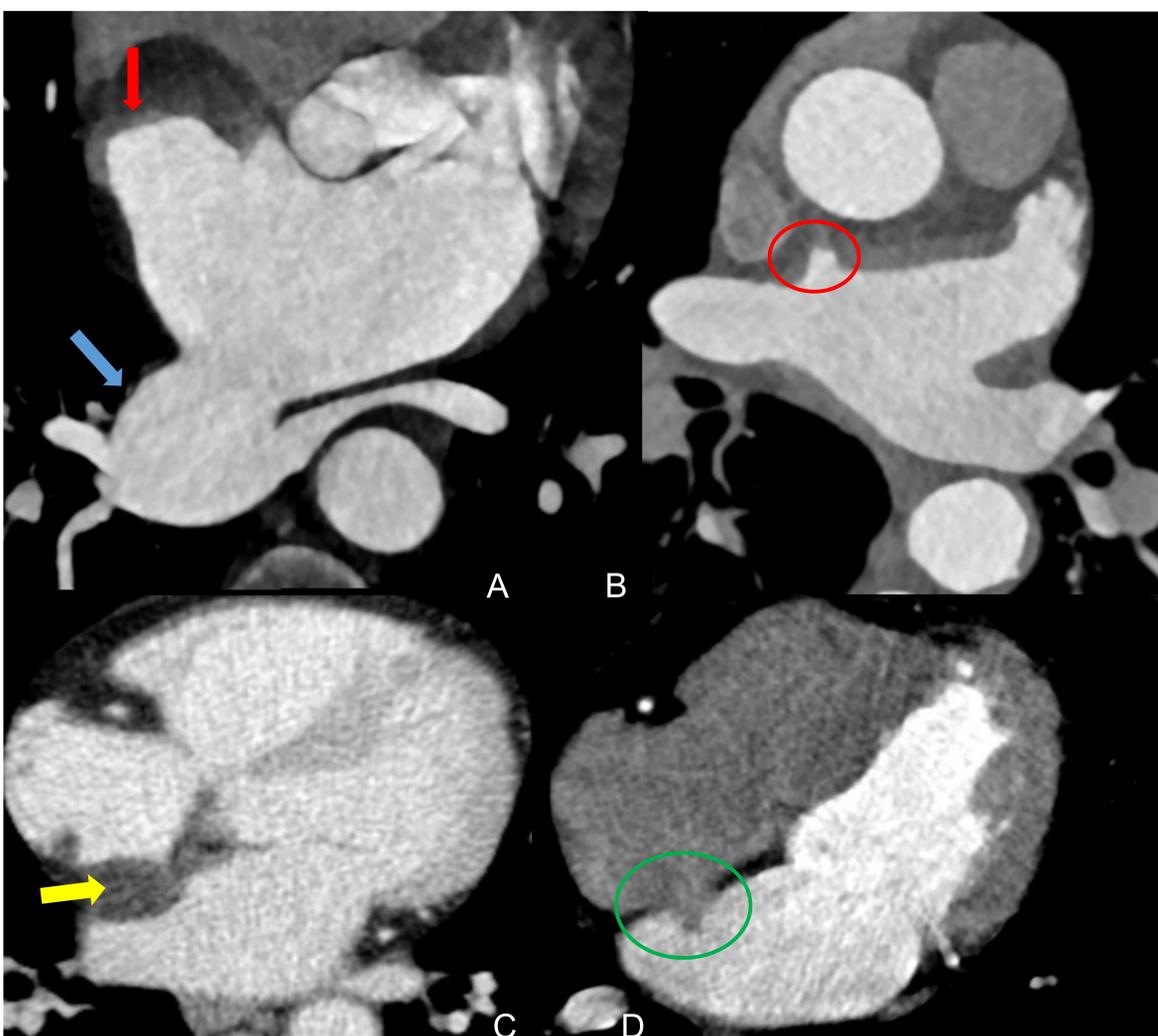


Fig.15 Aurícula izquierda. Alteraciones anatómicas.

A. Aneurisma gigante de la pared posterior de AI donde desembocan las venas pulmonares inferiores (flecha azul) y aneurisma del septo interauricular (flecha roja). B. Atrial septal punch (óvalo rojo)

C. Hipertrofia lipomatosa del septum interauricular (flecha amarilla).

D. Pequeño aneurisma sobre el foramen oval en la AD que protruye hacia la AI (óvalo verde).

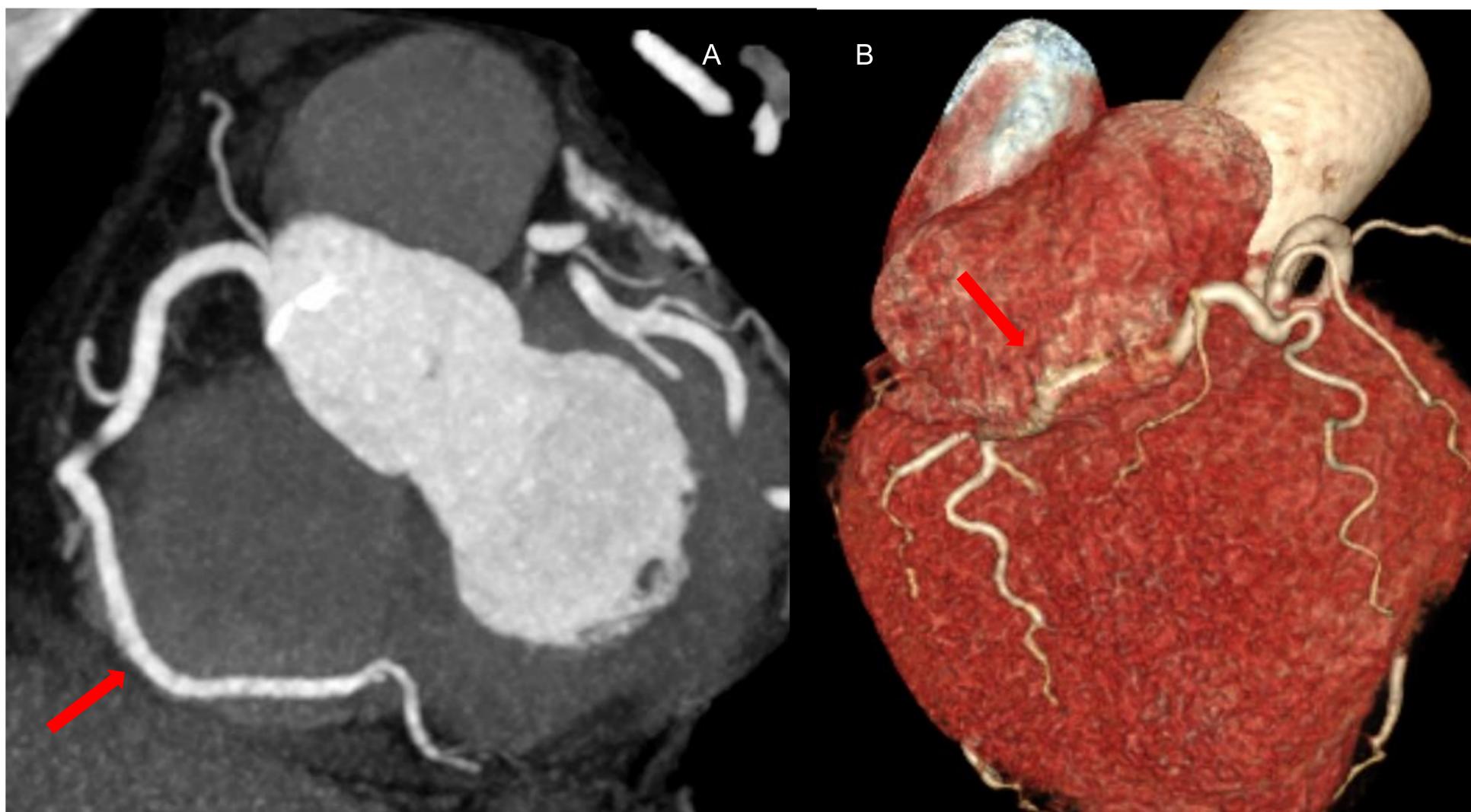


Fig. 16 Trayecto intra-auricular de la coronaria derecha. Reconstrucciones coronal (A) y 3D (B)

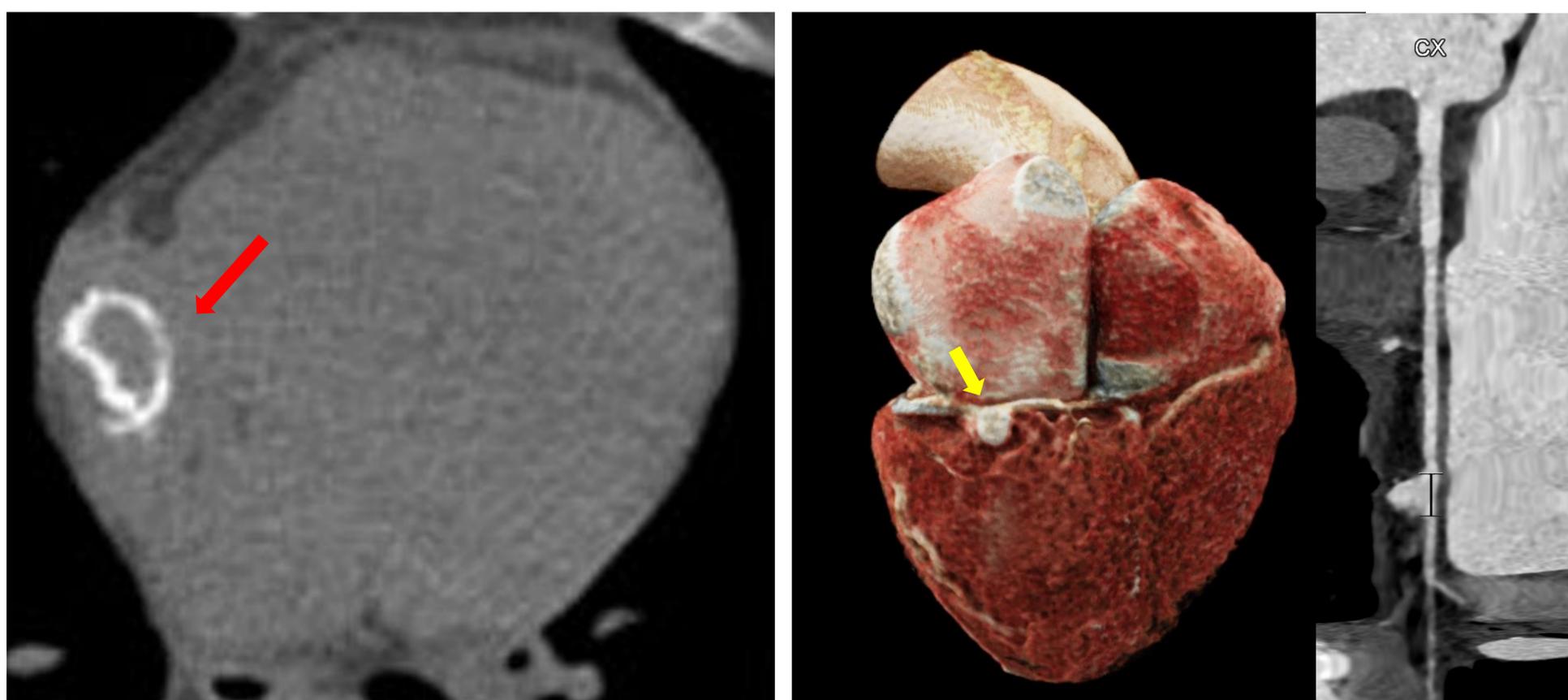


Fig. 17 Imagen axial de hombro calcificado en AD.

Fig. 18 A Reconstrucción 3D de aneurisma de la arteria circunfleja distal (flecha amarilla). B MPR fina aplanada donde se identifica el aneurisma.

Estudio con TC posprocedimiento

1.

Aproximadamente 45 días después de la implantación del dispositivo se realiza un TC de control para evaluar el grado de oclusión de la OI, la adecuada posición del dispositivo así como la presencia de complicaciones [4]. Se emplea el mismo protocolo utilizado para el estudio inicial. Posteriormente se realiza seguimiento a los 6-12 y 24 meses por eco y/o TC.

Se considera oclusión completa:

- Dispositivo y OI trombosados.
- Que el dispositivo este bien expandido y adosado a las paredes de la orejuela.
- Que todos los lóbulos accesorios de la OI se encuentren excluidos.
- Ausencia de flujo peridispositivo (Leak) o en todo caso inferior a 5 mm.

Adecuado posicionamiento del dispositivo: (Fig. 19, 20 y 21)

- Amulet: el lóbulo de anclaje debe situarse perpendicular al cuello de la OI, procurando que dos tercios de su aspecto medial queden distales a la arteria circunfleja y el disco debe cubrir por completo el ostium de la OI. Que el disco no interfiera con estructuras vecinas como la válvula mitral o las venas pulmonares izquierdas [9].
- Whatchman: orientación coaxial al ostium y que el borde superior no sobresalga más de 5 mm tomando como referencia la arteria circunfleja [4].

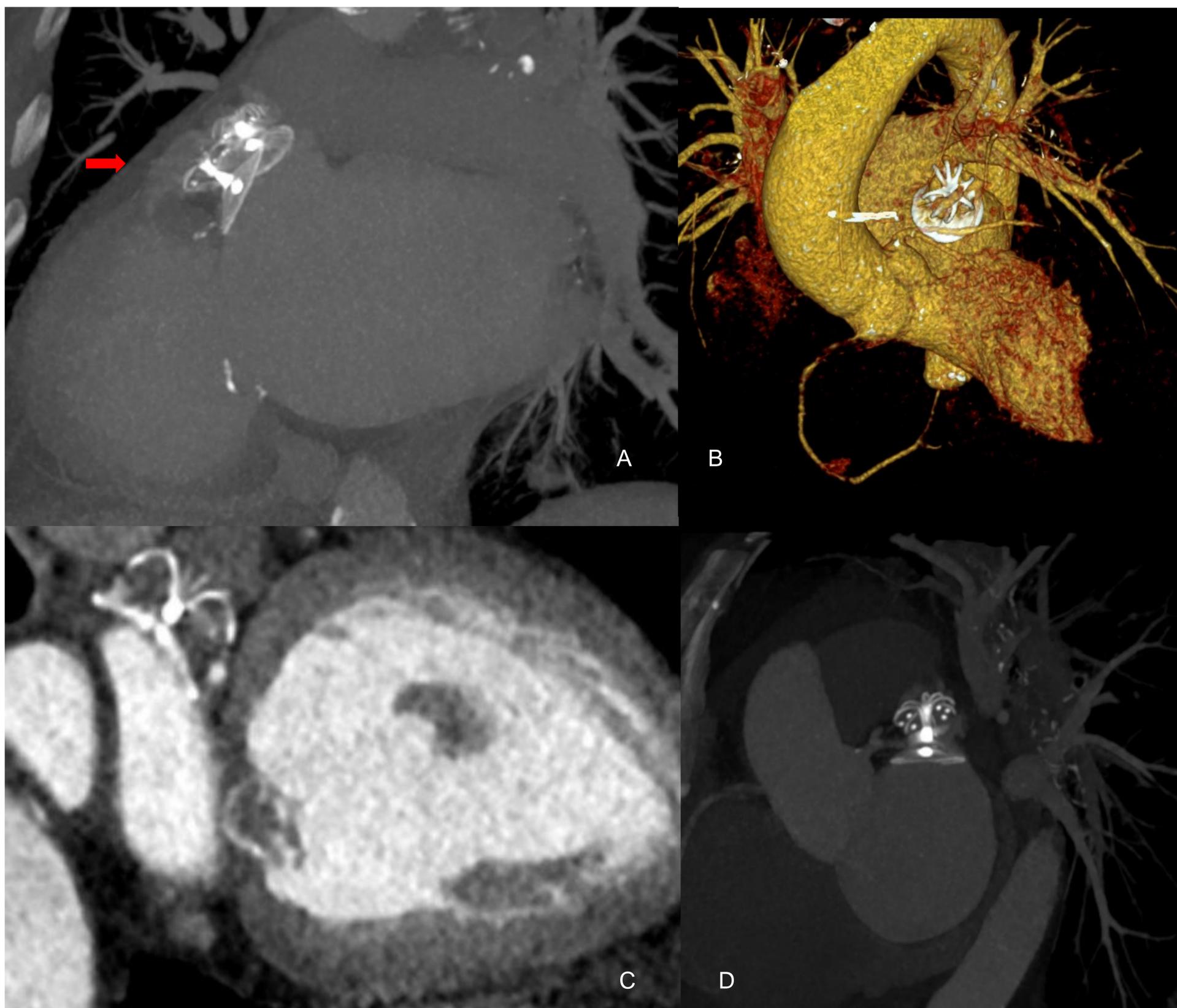


Fig.19 Dispositivo Lambre bien posicionado: A OI con morfología de dos lóbulos con dos dispositivos. Se observa paso distal de CIV a la OI sin evidencia de leaks peridispositivo (flecha roja) B Reconstrucción 3D: Lambre único bien posicionado. C Eje largo 2C del VI: dispositivo sin malposición. D reconstrucción MIP coronal oblicuo de dispositivo bien posicionado.

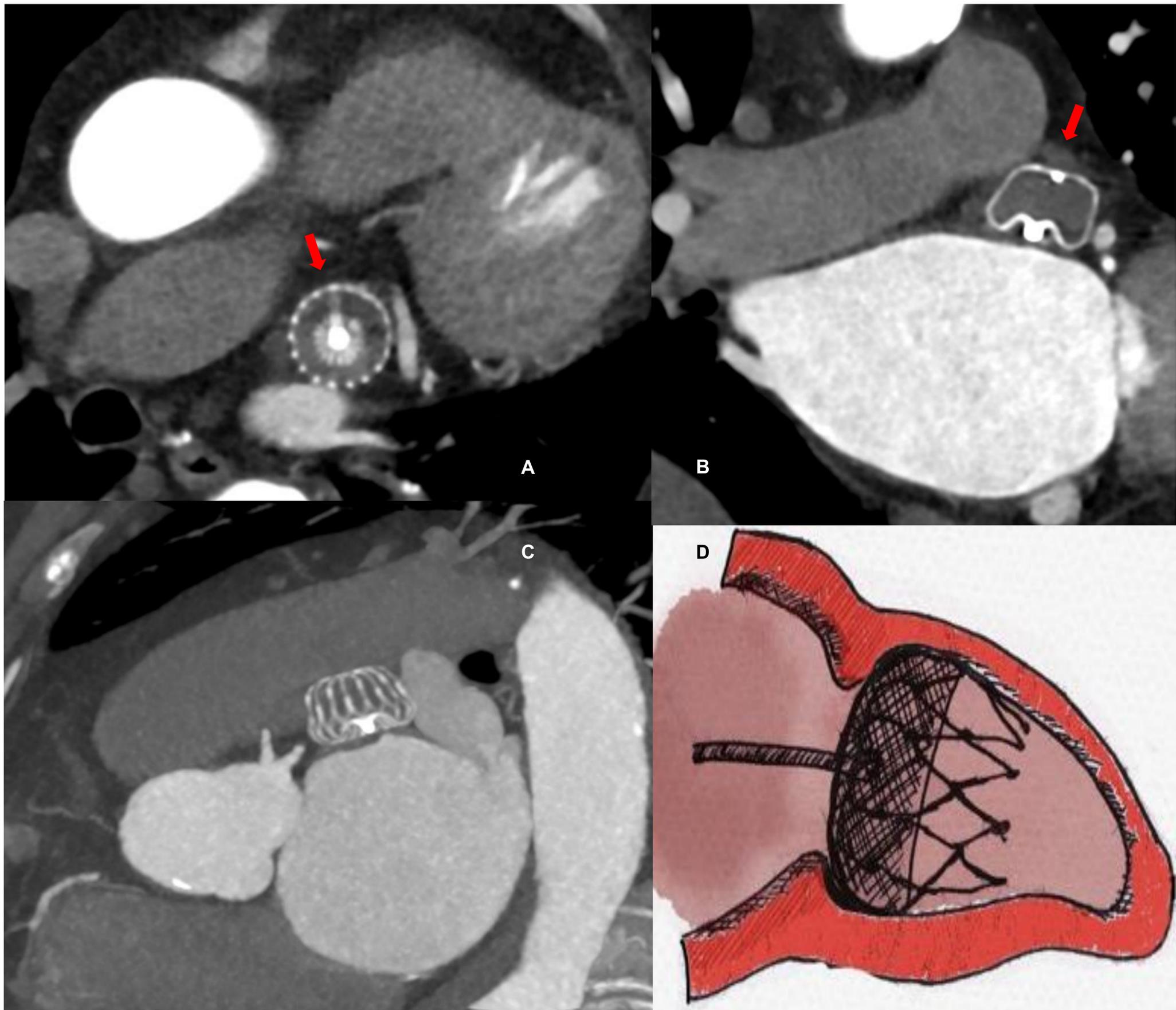


Fig. 20 Dispositivo Watchman: A y B. Dispositivo normoposicionado con oclusión completa de la orejuela izquierda, sin paso de contraste en fase precoz. Cuerpo de dispositivo trombosado y orejuela izquierda trombosados (flechas rojas)
 C. Dispositivo Whatchman, Reconstrucciones MIP sagital oblicuo bien posicionado. D Representación ilustrativa de Watchman bien posicionado.

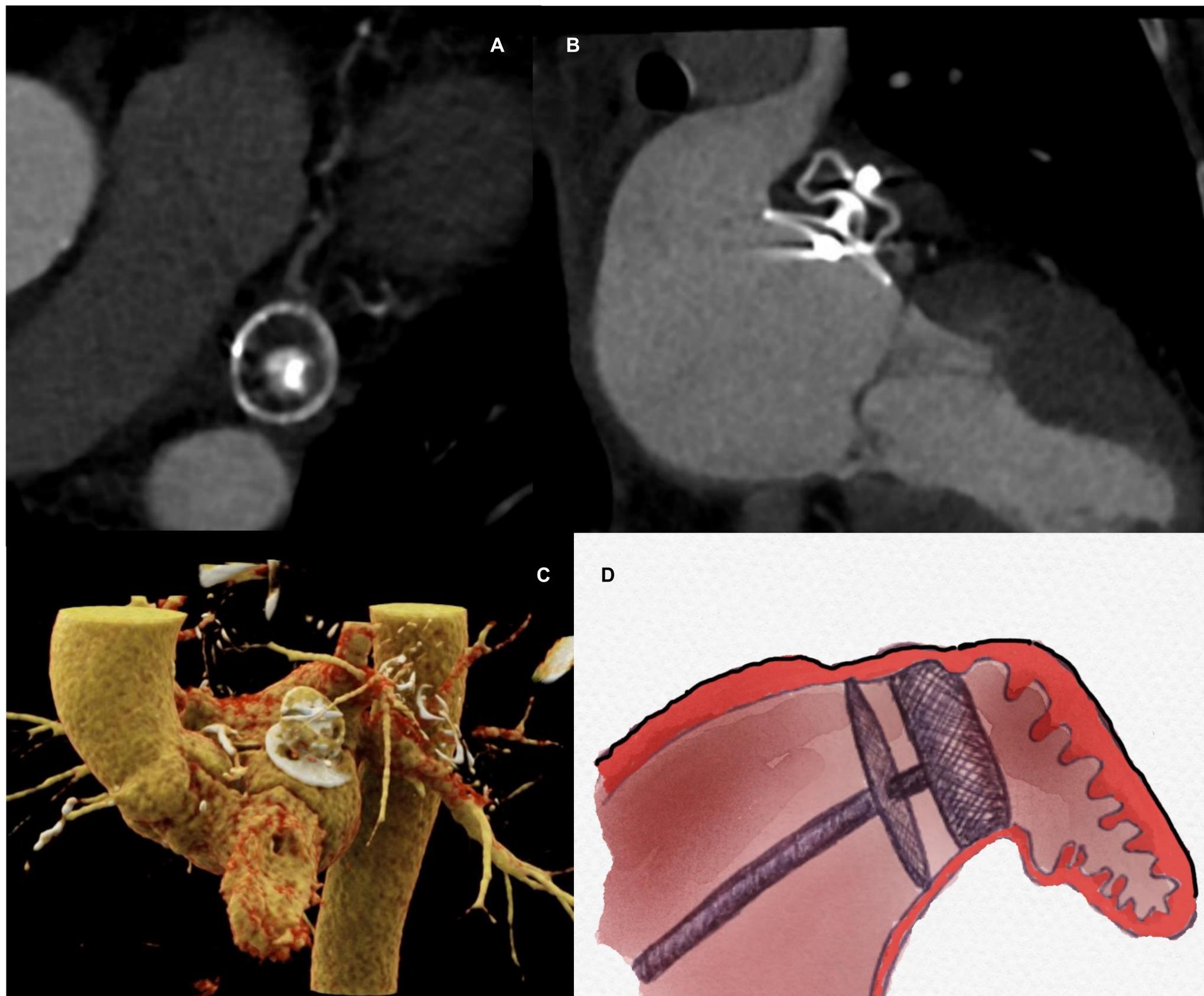


Fig. 21 Dispositivo Amulet bien posicionado A MPR axial oblicuo, B Eje largo 2C del VI y C reconstrucción 3D donde se observa oclusión completa de la OI, sin paso de contraste en fase precoz. D Representación ilustrativa del dispositivo Amulet bien posicionado.

Complicaciones posprocedimiento

Las complicaciones inmediatas al procedimiento son las relacionadas con el acceso vascular y la punción transeptal (taponamiento cardíaco, perforación aórtica, entre otras).

- **Derrame pericárdico:** 90% de los casos ocurren pasadas las 24h del procedimiento [1] (Fig. 23). Una alta atenuación de líquido pericardio indica complicación (hemopericardio). Entre otras de los hallazgos poco frecuentes podemos encontrar defectos del tabique interauricular en la zona de punción con CIA residuales la mayoría de ellas no significativas (Fig. 22)
- **Embolización del dispositivo:** es una complicación rara (1% a 2%), ocurre generalmente durante el procedimiento y suele ser por sobre o infradimensión del dispositivo, alineación no coaxial y colocación poco profunda.
- **Trombos asociados al dispositivo:** entre los factores de riesgo encontramos: oclusión incompleta de la OI, implantación profunda del dispositivo, OI de gran tamaño. En el TC se identifica como una lesión hipodensa en la superficie auricular del dispositivo [9] (Fig. 24 y 25)
- **Leaks peridispositivos:** se define como la presencia de contraste adyacente al dispositivo, entre las causas más comunes se encuentran el sellado incompleto, la dislocación o malposición del dispositivo (Fig. 26 a 31)

Clasificación de los LEAKS [1]

- Mínima (<1 mm)
 - Leve (1–3 mm)
 - Moderada (4-5 mm)
 - Severo (>5 mm)
-
- **Cierre incompleto de la OI:** se considera cuando se evidencia una fuga peridispositivo mayor de 5 mm. Los Leaks inferiores a 5 mm pueden resolverse espontáneamente. La TC es mucho más sensible que el ETE para la detección de fugas peridispositivo [1].
 - **Ausencia de endotelización del dispositivo:** paso distal de contraste a la OI sin Leak identificable. Aproximadamente entre 45 días y 6 meses es el tiempo que tarda en endotelizarse el dispositivo, visualizándose como una trombosis total del mismo y la OI. Estudios recientes indican que solo el 27% de los pacientes [1] muestran una trombosis total del dispositivo.

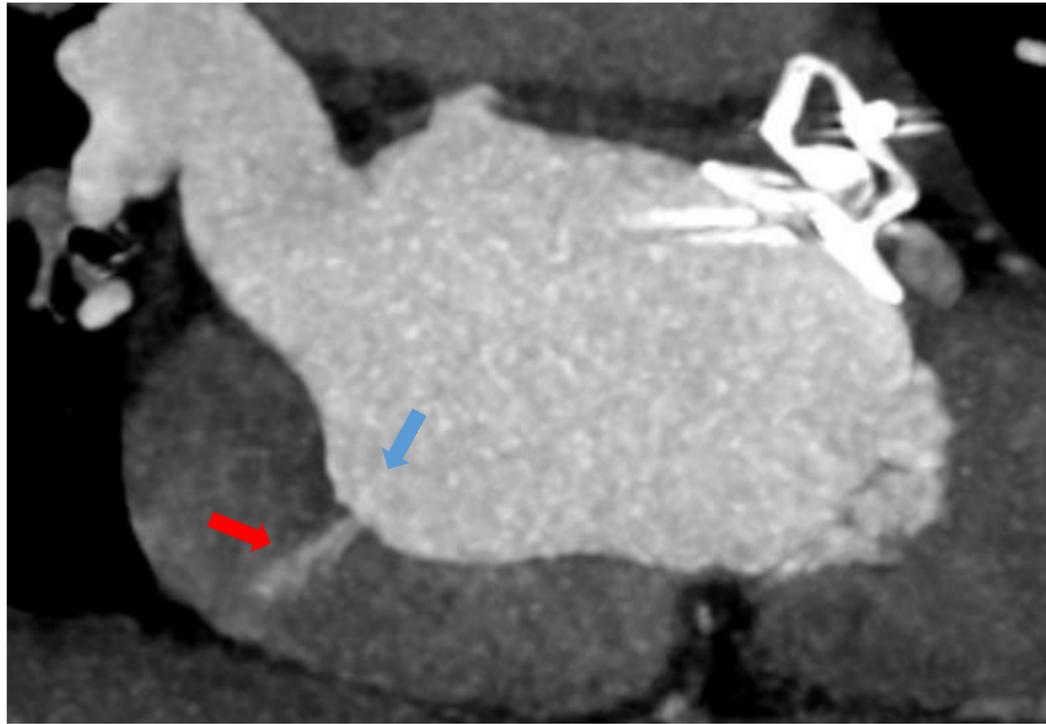


Fig. 22 Defecto de 2-3 mm en el septo interauricular en la zona de punción (flecha azul) con paso de contraste a la aurícula derecha (flecha roja).

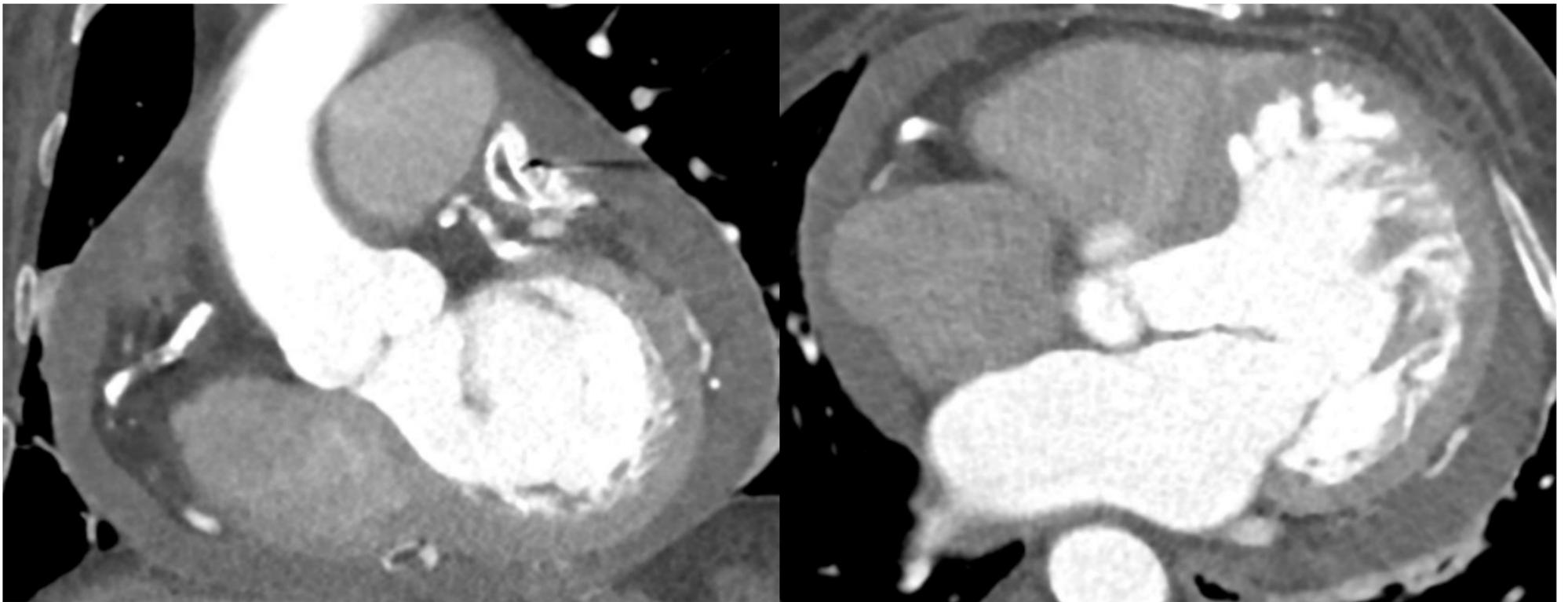


Fig. 23 Hemopericardio.

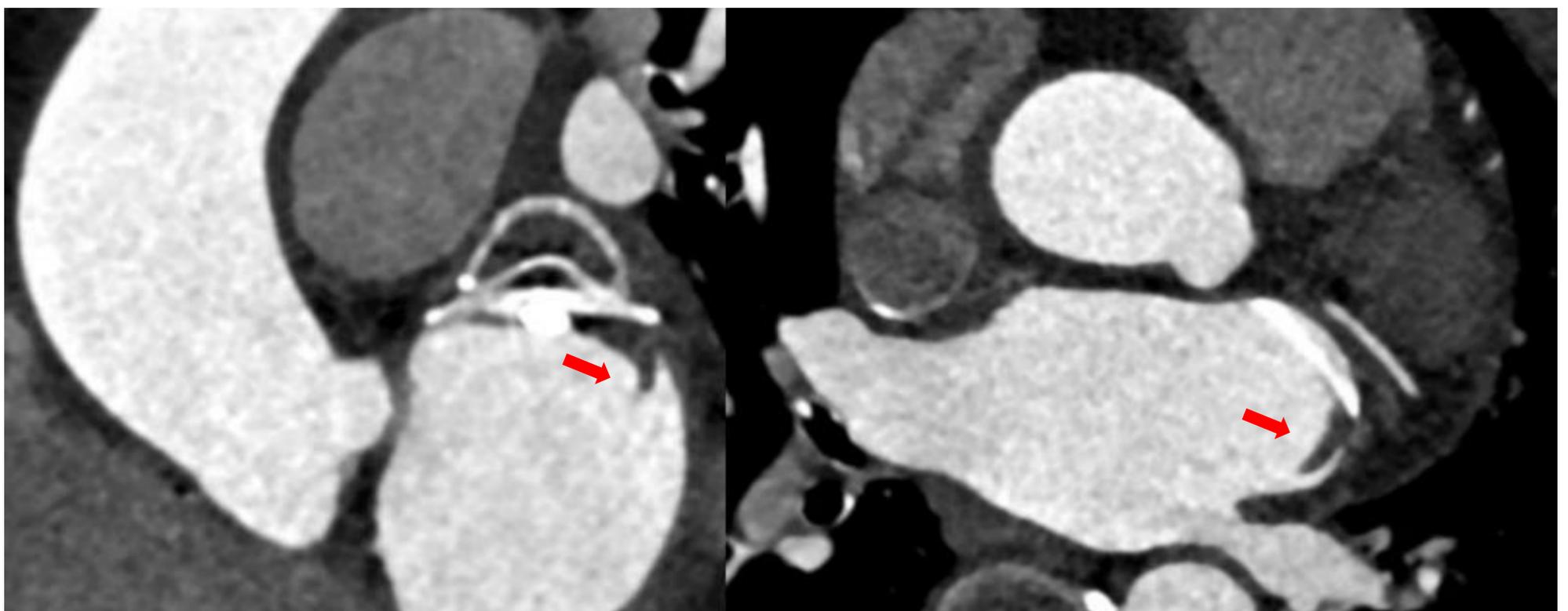


Fig. 24 Trombo filiforme sobre dispositivo Amulet (flechas rojas). Reconstrucciones MPR Coronal (A) y axial (B).

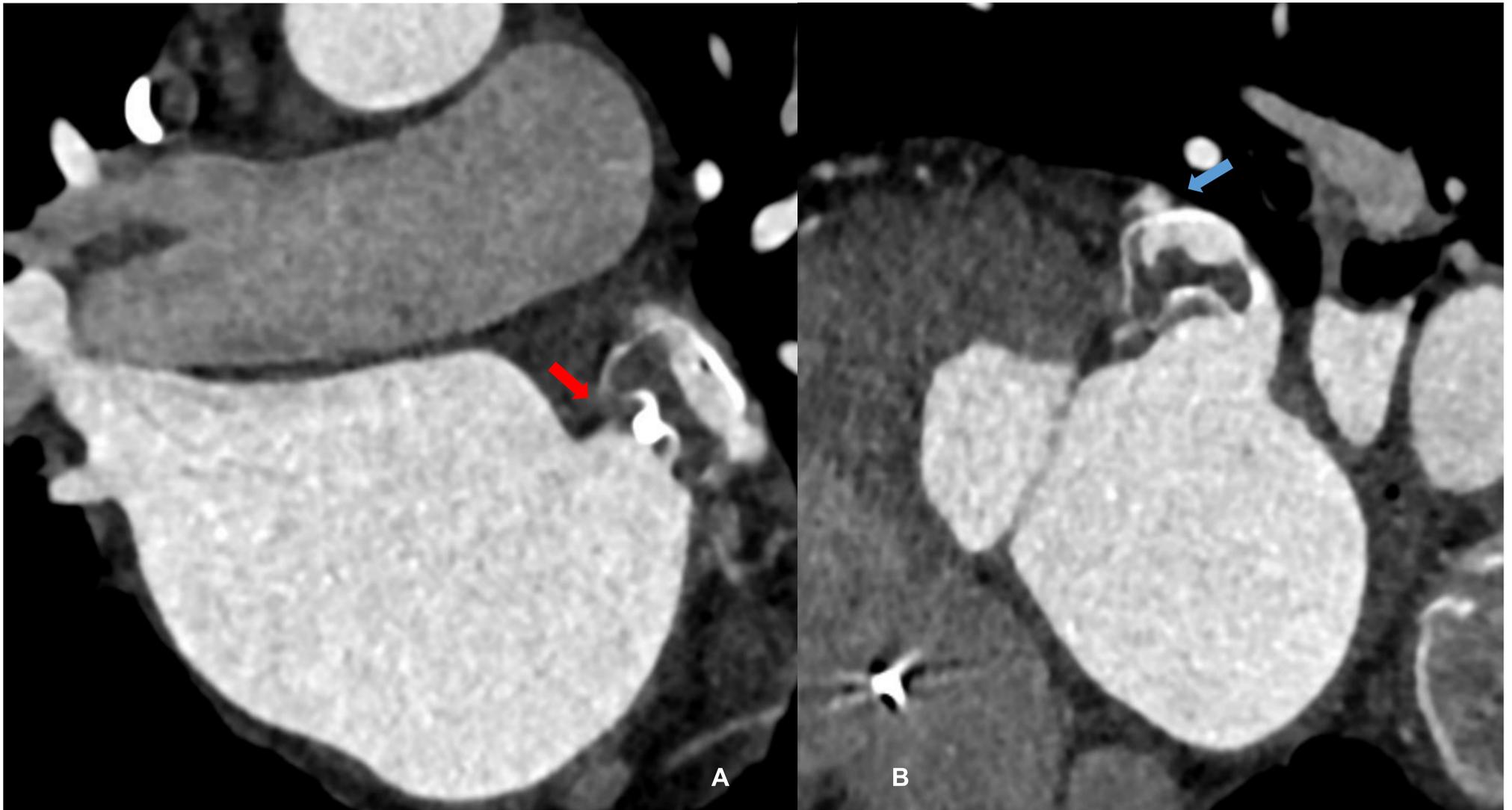


Fig. 25 Defecto de repleción en la superficie auricular del dispositivo en relación con trombo (flecha roja). B mismo paciente con Leak posterior y paso distal de contraste a la OI (flecha azul)

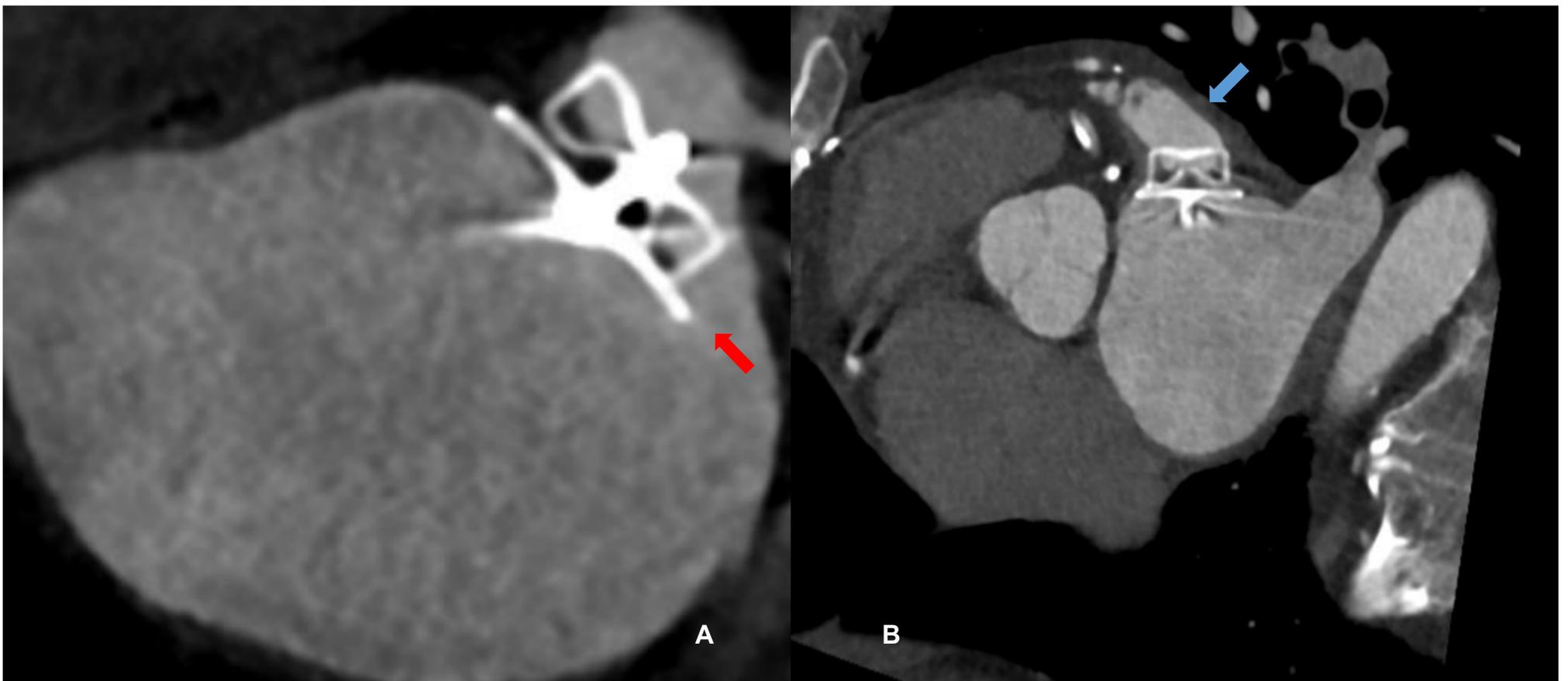


Fig. 26 Amulet con malposición A MPR coronal donde se observa el aspecto posterior del dispositivo por fuera del LZ nativo (flecha roja). B paso distal de contraste en fase arterial (flecha azul)

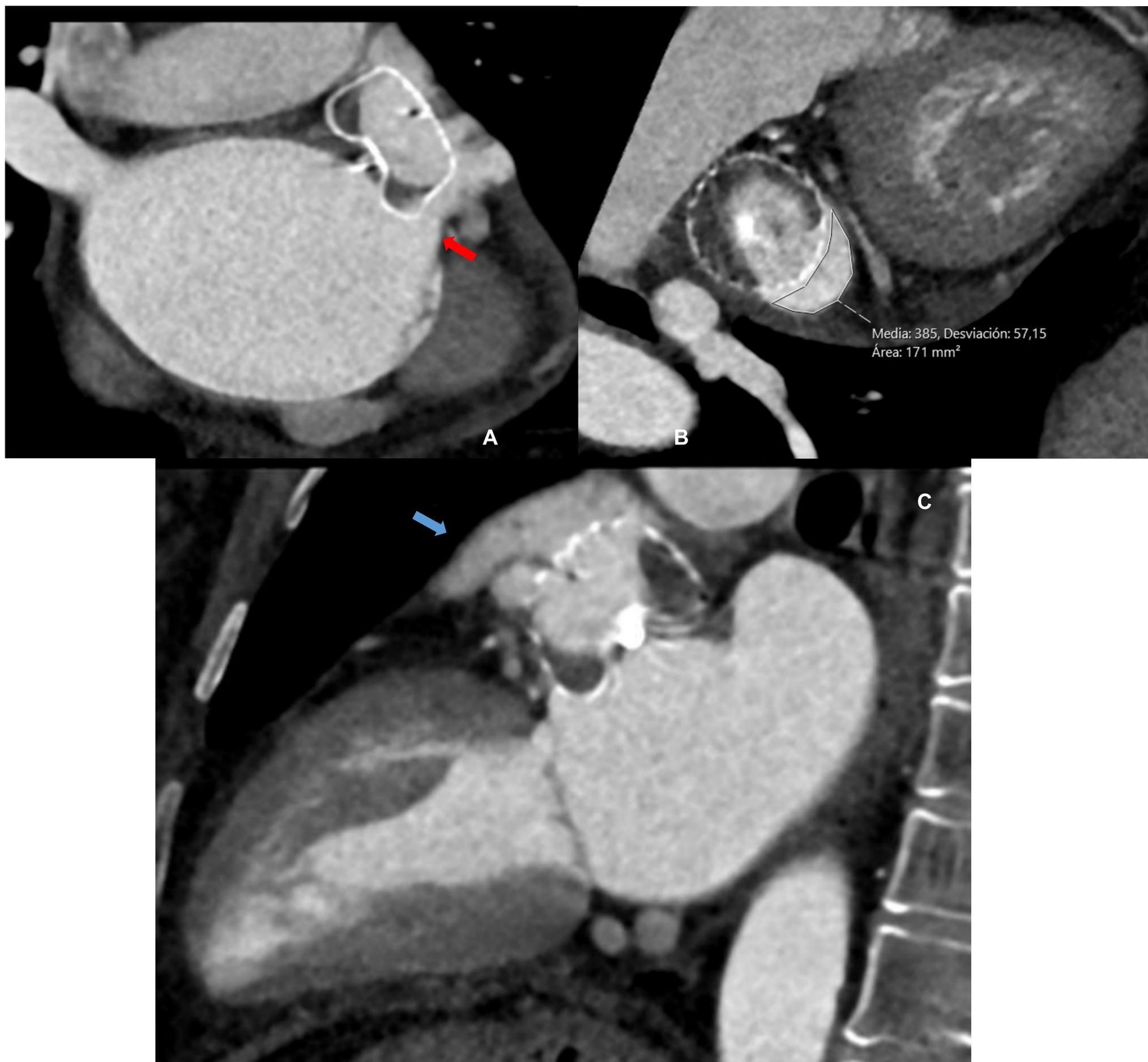


Fig. 27 Dispositivo Watchman con malposición. A MPR plano coronal posición no coaxial al ostium de la OI con parte del dispositivo en un lóbulo y otro sin cubrir (flecha roja). No se visualizan trombos peridispositivo. B Leak peridispositivo semilunar. C Eje largo 2C del VI donde se identifica paso de contraste a la OI en fase arterial (flecha azul).

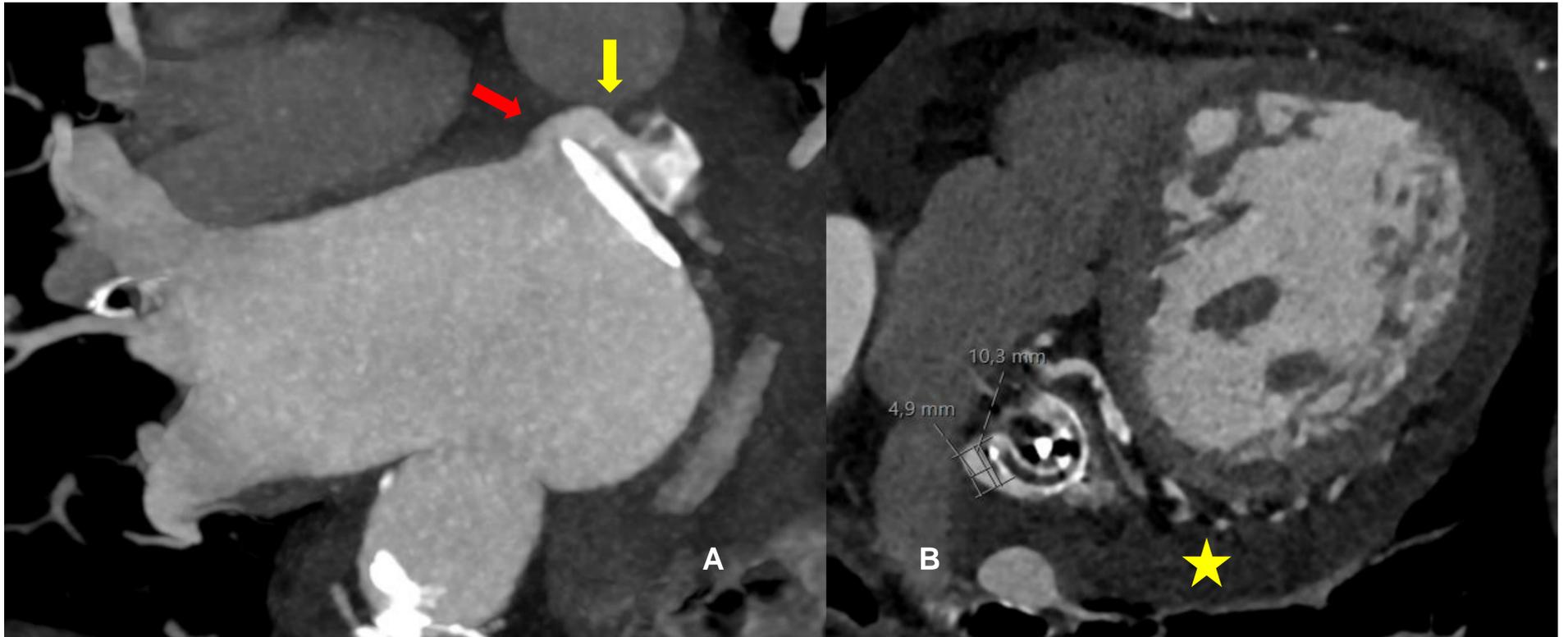


Fig. 28 Dispositivo Amulet. A Defecto de aposición del disco en el aspecto posterior (flecha roja) y B Axial oblicuo donde se identifica Leak peridispositivo en semiluna. Obsérvese el paso distal de CIV a la OI (flecha amarilla) y el derrame pericárdico (estrella).

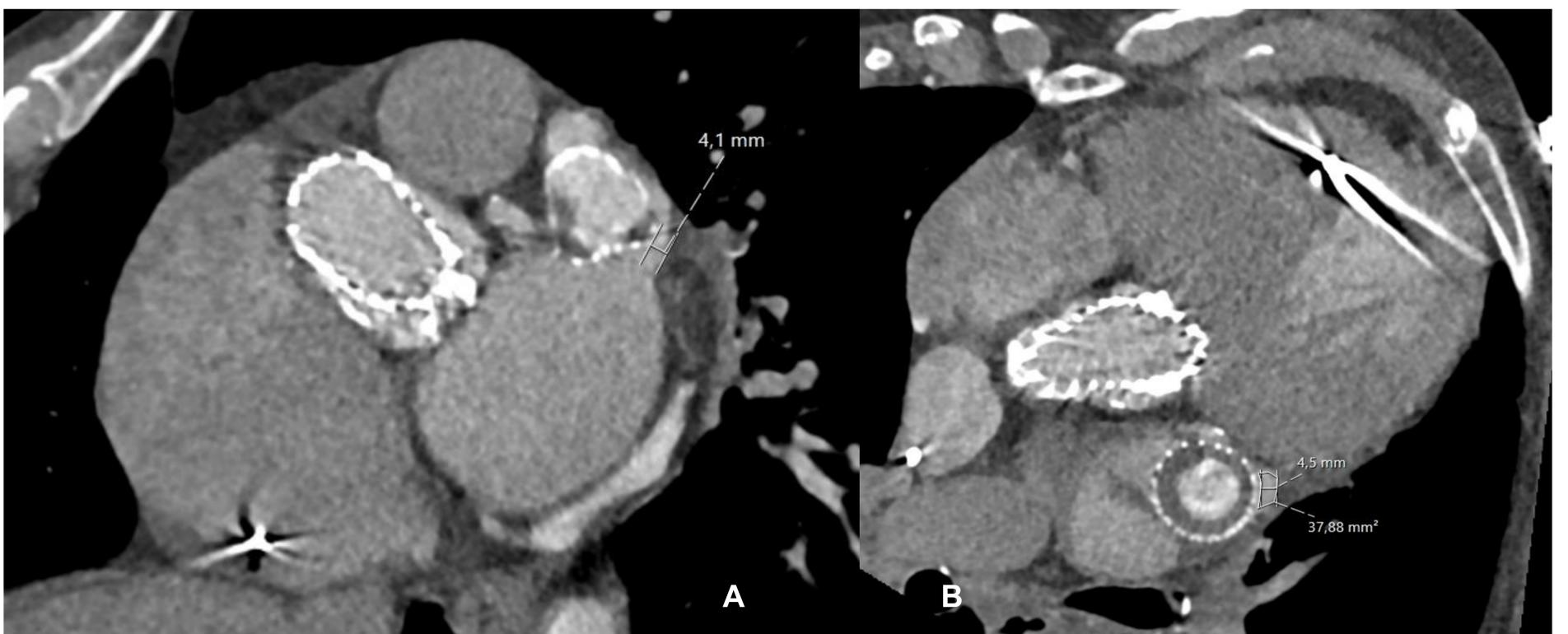


Fig. 29 Dispositivo Watchman A Reconstrucción coronal oblicua en la que se observa malposición del dispositivo en el aspecto supero-anterior. Sin trombo sobre dispositivo. Paso distal de contraste en fase arterial, dispositivo no trombosado y B Leak peridispositivo identificable (4x7mm, área 30mm²) en aspecto posterior del ocluser.

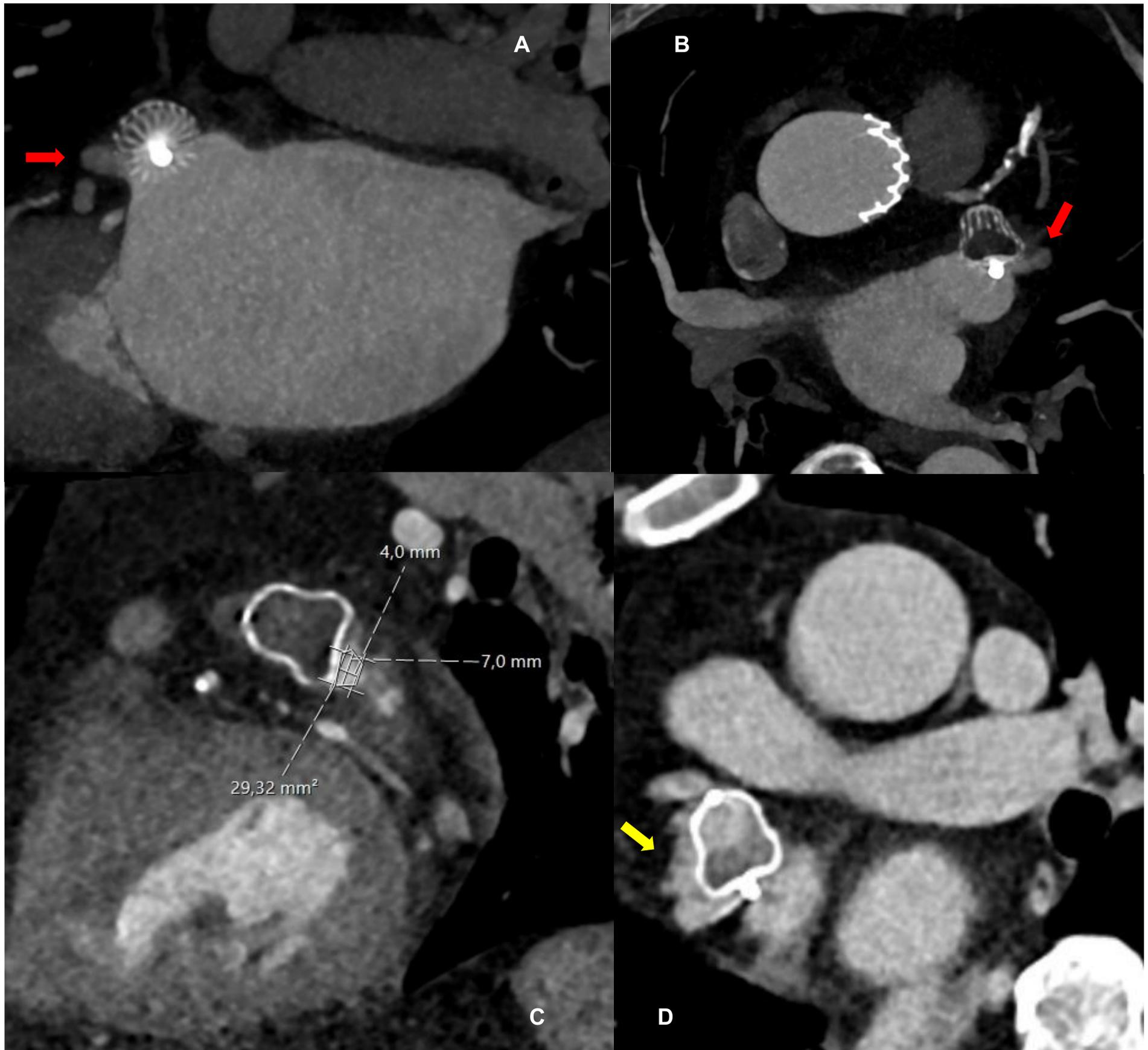


Fig. 30 Dispositivo Whatchman A plano coronal oblicuo y B axial oblicuo en el que se identifica pequeño lóbulo proximal no cubierto (flechas rojas). C Leak peridispositivo identificable de 4x7 mm y área de 29,32 mm². D MPR oblicuo de la OI en la que se observa paso de contraste en fase venosa (flecha amarilla)

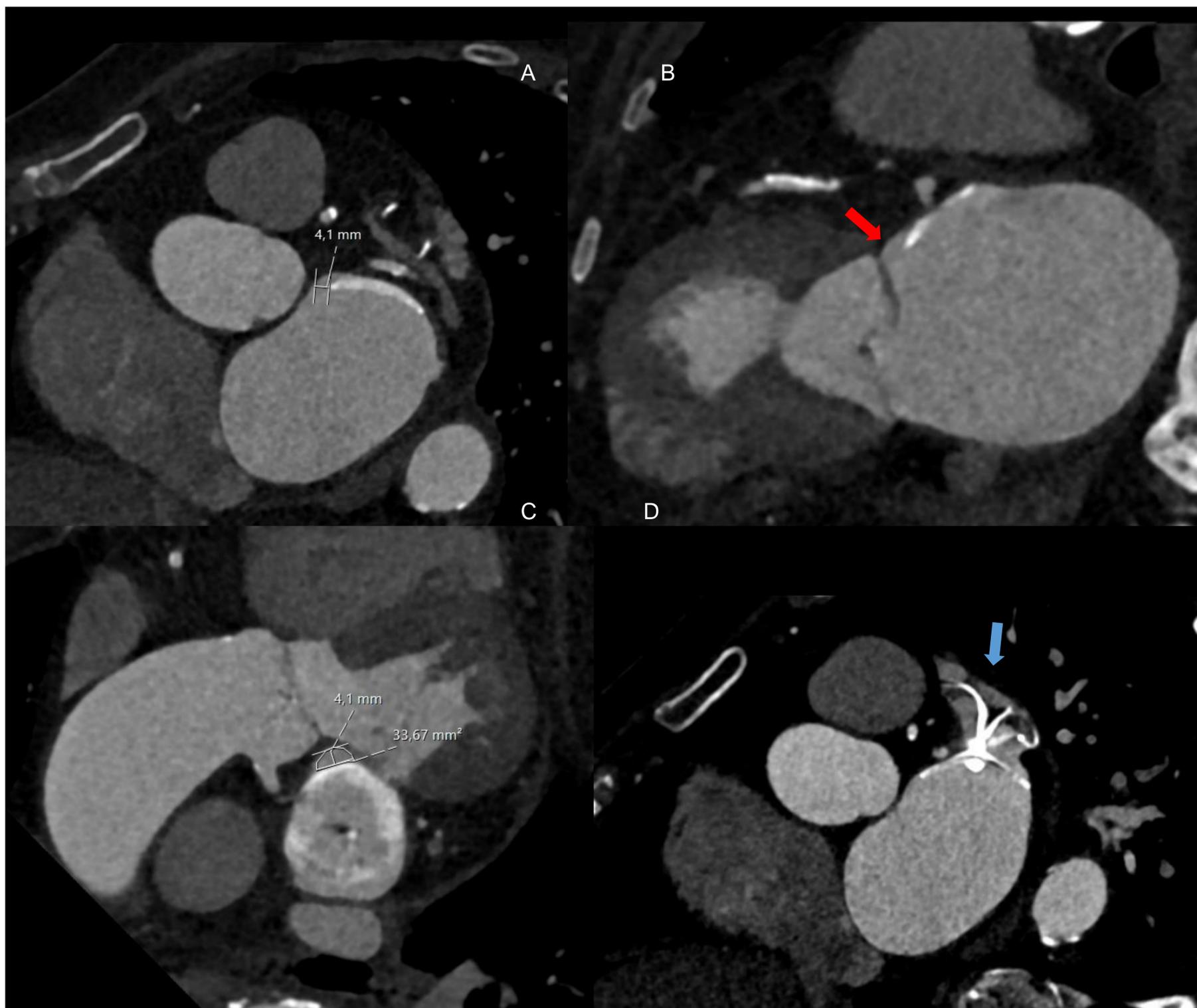


Fig. 31 Dispositivo Lumbrel. A MPR axial oblicuo y B. Eje largo 2C del VI donde se observa falta de aposición del disco sin contacto en su aspecto anterosuperior (flecha roja). C Leak peridispositivo identificable de 4,1 mm y paso distal de contraste en fase arterial (flecha azul)

Informe Radiológico tras el implante

Tipo de dispositivo y tiempo desde el implante

Identificar la presencia de trombos, malposición del dispositivo, Leak peridispositivo describiendo el mecanismo e indicando las medidas (diámetros y área)

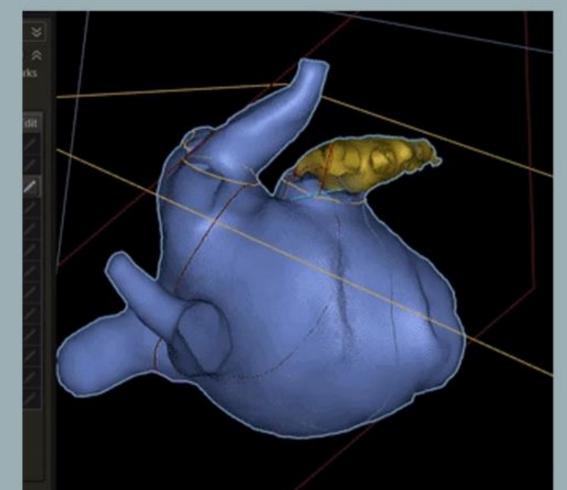
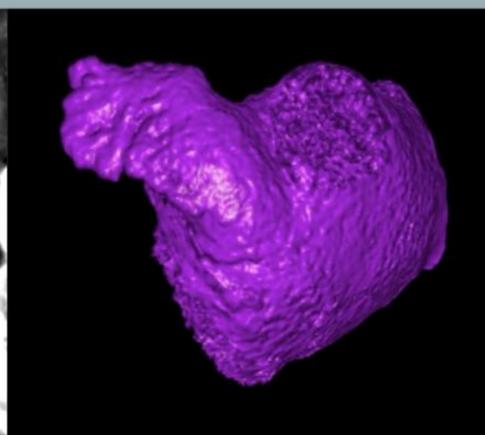
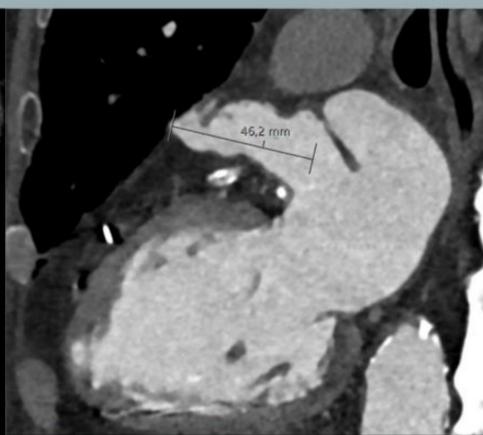
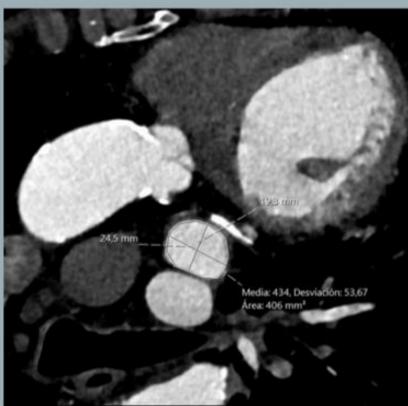
Describir la presencia de otras complicaciones: derrame pericárdico, hemopericardio, taponamiento, CIA significativa

Paso distal de contraste sin Leak identificable (ausencia de endotelización del dispositivo): se informa pero no tiene relevancia en el pronóstico

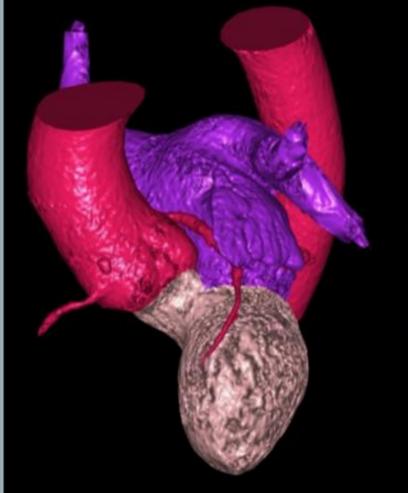
Ventajas de la TC para la planificación prequirúrgica

Mejor definición anatómica 2d y 3D

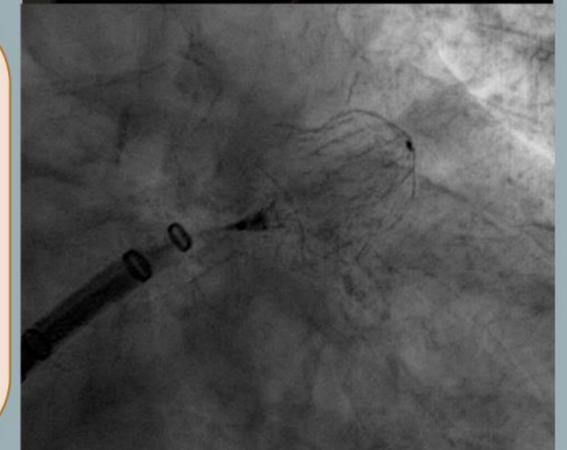
Potencial para la fusión de imágenes



Planificación para la punción transeptal



Rápida, no invasiva, alta resolución espacial, posibilidad de impresión 3D para anatomías complejas



Conclusiones:

- El cierre percutáneo de la OI es una técnica cada vez más empleada para la prevención de ICTUS en pacientes con fibrilación auricular no valvular con contraindicación para el uso de anticoagulantes orales
- La TC es una técnica no invasiva alternativa al ETE que proporciona la información necesaria para la evaluación anatómica prequirúrgica de la OI, detectar contraindicaciones antes del procedimiento y al mismo tiempo proporciona una excelente información para el diagnóstico de posibles complicaciones post implante

Bibliografía

1. Rajiah P, Alkhouli M, Thaden J, Foley T, Williamson E, Ranganath P. Pre- and postprocedural CT of transcatheter left atrial appendage closure devices. *Radiographics*. 2021; 41(3): 680–98.
2. Freixa X, Martín-Yuste V. Cierre percutáneo de la orejuela izquierda. *Rev. Esp Cardiol* 2013; 66 (12): 919–22.
3. Di Biase L, Santangeli P, Anselmino M, Mohanty P, Salvetti I, Gili S, et al. Does the left atrial appendage morphology correlate with the risk of stroke in patients with atrial fibrillation? Results from a multicenter study. *J Am Coll Cardiol* 2012; 60 (6): 531–8.
4. Kaafarani M, Saw J, Daniels M, Song T, Rollet M, Kesinovic S, et al. Role of CT imaging in left atrial appendage occlusion for the WATCHMAN™ device. *Cardiovasc Diagn Therapy* 2020; 10 (1): 45–58.
5. Korsholm K, Berti S, Iriart X, Saw J, Wang DD, Cochet H, et al. Expert recommendations on cardiac computed tomography for planning transcatheter left atrial appendage occlusion. *JACC Cardiovasc Interv*. 2020; 13 (3): 277–92.
6. Caballero Jambrina I, Pérez Guerrero A, Ruiz Aranjuelo A, Aured Guallar C, Lapuente Gonzalez P, Calvo Galiano N, Galache Osuna G, Moreno Esteban E. Papel del ecocardiograma transesofágico en el cierre percutáneo de la Orejuela izquierda. *Revista Aragonesa de Cardiología*. 2017 (20 N°2) 27-34.
7. Banga S, Osman M, Sengupta PP, Benjamin MM, Shrestha S, Challa A, et al. CT assessment of the left atrial appendage post-transcatheter occlusion - A systematic review and meta analysis. *J Cardiovasc Comput Tomogr [Internet]*. 2021;15 (4): 348–55.
8. Korsholm K, Jensen JM, Nørgaard BL, Nielsen-Kudsk JE. Detection of Device-Related Thrombosis Following Left Atrial Appendage Occlusion. *Circulation: Cardiovascular Interventions*. 2019.
9. Alberto Clemente, Francesco Avogliero, Sergio Berti, Umberto Paradossi, Giuli Jamagidze, Marco Rezzaghi, Daniele Della Latta, Dante Chiappino, Multimodality imaging in preoperative assessment of left atrial appendage transcatheter occlusion with the Amplatzer Cardiac Plug, *Eur Heart J Cardiovascular Imaging*, 2015; 16, (11), 1276–1287.