

EL ARTE DE RECONSTRUIR EL CORAZÓN PEDIÁTRICO:

Atlas Tomográfico 3D de Cardiopatías Congénitas
Pediátricas para el Diagnóstico y la Guía Clínica



Hildamari Atienza de García ¹, Irama Parra Santangelo ², Normaris Sánchez Argotte ³, Ángel Riera García ⁴, Andrea López Méndez ⁵, Nellys Campos Jordan ⁶, María Elena Savino Ramos ⁷.

Policlínica Metropolitana. Caracas. Venezuela.

Introducción

Las cardiopatías congénitas (CC) son las malformaciones congénitas más frecuentes al nacimiento y al menos un tercio de los pacientes requieren algún tipo de intervención antes del año de edad (1).

La importancia de un diagnóstico precoz y eficaz ayuda a que los pacientes reciban un tratamiento médico correcto con el fin de prevenir su deceso (2).

El éxito de la imagen tomográfica en CC requiere un profundo entendimiento de los fundamentos cardiológicos y radiológicos. La capacidad para realizar e interpretar una tomografía cardiovascular congénita de alta calidad en un contexto clínico determinado amerita emplear tiempo y esfuerzo a pesar de contar con un banco de imágenes previo (3).

Objetivos

1. Describir el protocolo de adquisición tomográfica y los hallazgos encontrados en las principales cardiopatías congénitas pediátricas en nuestro centro.
 2. Demostrar la utilidad de la reconstrucción tridimensional (3D) y proyección de máxima intensidad (MIP).
 3. Clasificar los tipos de cardiopatías congénitas.
 4. Describir los hallazgos de tomografía computarizada (TC) característicos de cada tipo de las anomalías congénitas cardíacas.
 5. Elaborar un atlas digital descriptivo que facilite su lectura sistemática.
-

Material y Método

Tipo de estudio:

- Retrospectivo descriptivo.
 - Revisión sistemática de 48 angiotomografías (angioTC) cardíacas, en pacientes desde recién nacidos hasta los 17 años de edad.
 - Fechas: 2023-2025.
 - El análisis se centró en identificar y documentar en imágenes tridimensionales (3D) los hallazgos anatómicos claves para el diagnóstico y confirmación de cada entidad.
-

Parámetros

Voltaje (Kv)	80 kV
mAs	Smart mA con reducción de dosis en fases
Pitch	Alto (>1.5)
Sincronización cardíaca	Retrospectivo con modulación de dosis
Contraste	Concentración 350-370 mg/mL
Inyección	Dosis: 2 cc/Kg Caudal: 1.2-1.5 mL/s; PSI 150.
Post-procesamiento	Reconstrucciones en estación de trabajo: Proyecciones multiplanar (MPR), Proyecciones de múltiple intensidad (MIP) y Volumen Rendering (VR).

“Protocolos adaptados según el principio ALARA (As Low As Reasonably Achievable) para protección radiológica pediátrica”

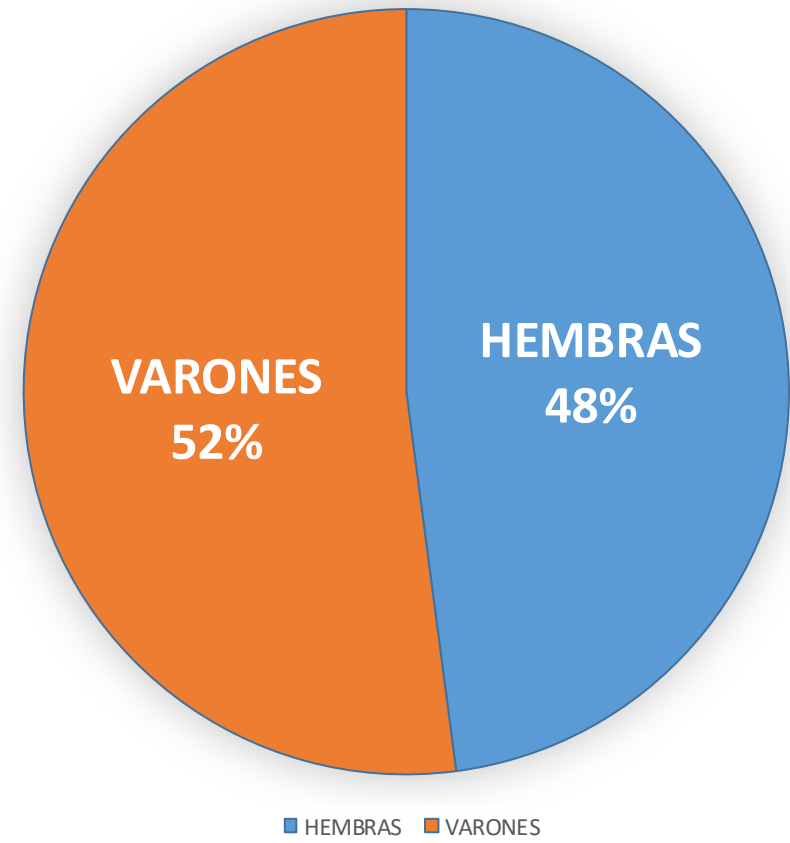
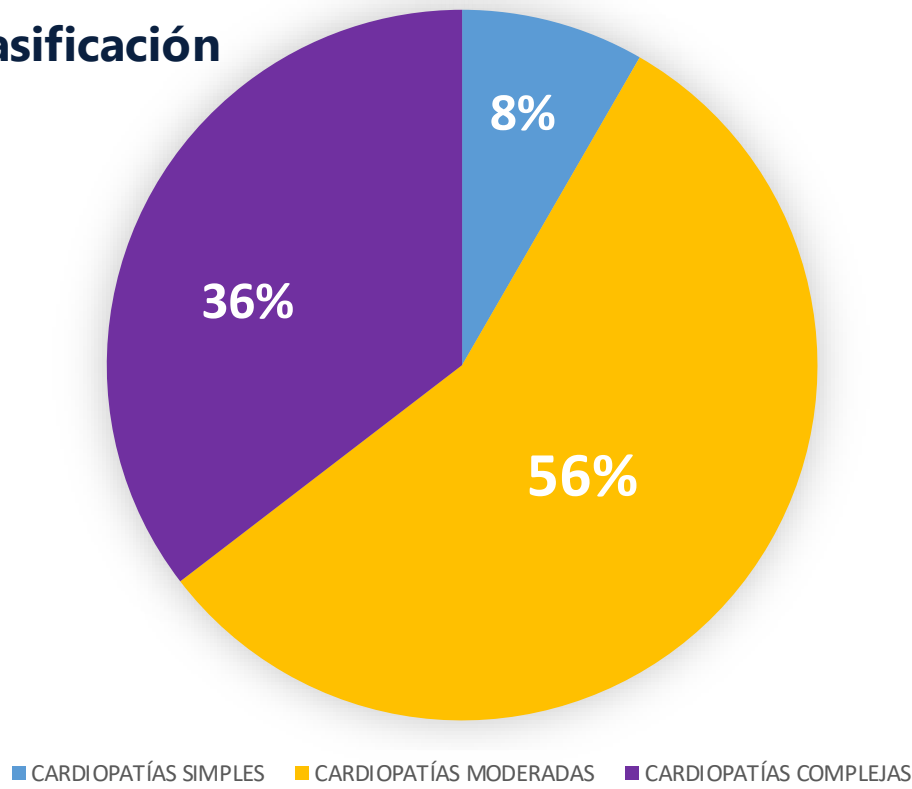
Clasificación (de acuerdo con la alteración anatómica)

I: Simple.	II: Moderada complejidad.	III: Gran complejidad.
• Ostium secundum. • CIV (comunicación interventricular). • Ductus arterioso persistente (DAP). • Estenosis pulmonar.	• Anomalías del origen de las coronarias. • Drenaje venoso anómalo parcial o total. • Canal aurículo ventricular (parcial o total). • Valvulopatías congénitas. • Coartación aórtica. • Cor triatriatum sinistrum. • Anomalía de Ebstein. • Estenosis periférica de la arteria pulmonar. • Defecto del seno venoso. • Estenosis subvalvular y supravalvular aórtica. • Tetralogía de Fallot. • Anillo vascular.	• Doble salida ventricular. • Arco aórtico interrumpido. • Atresia pulmonar. • Ventrículo único. • Tronco arterioso.



RESULTADOS

Clasificación





Simple: Comunicación interauricular tipo ostium secundum

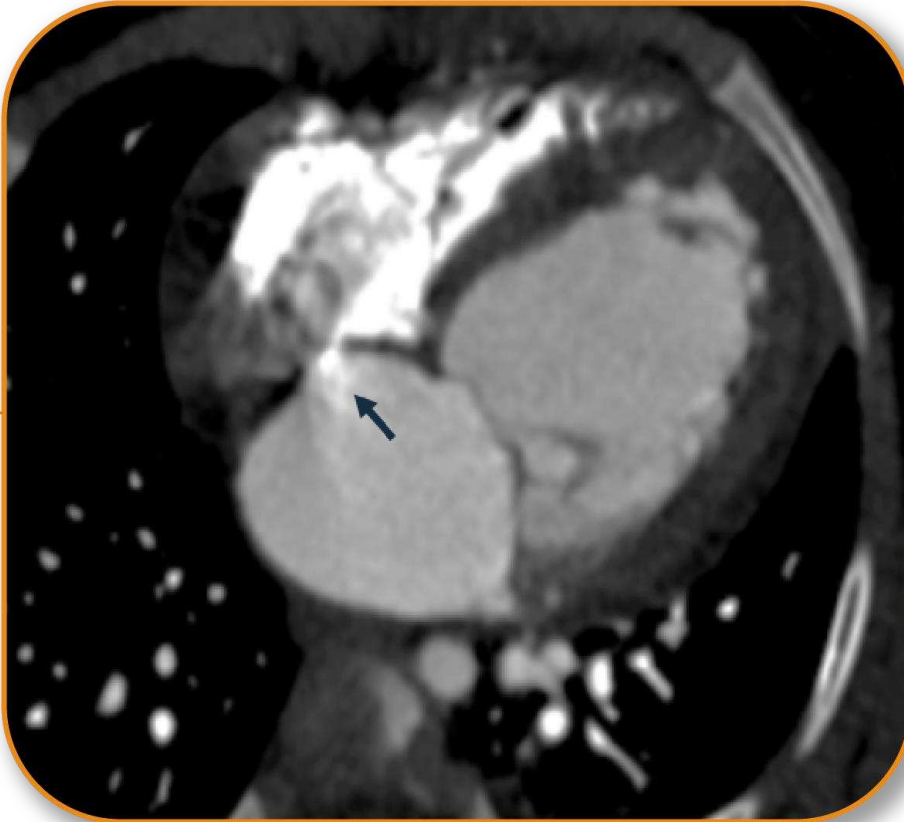


Figura 1. CIA tipo ostium secundum: TC cardíaca axial cuatro cámaras: defecto del tabique interauricular medio de 7.2 mm (flecha negra) en paciente masculino de 3 años de edad.

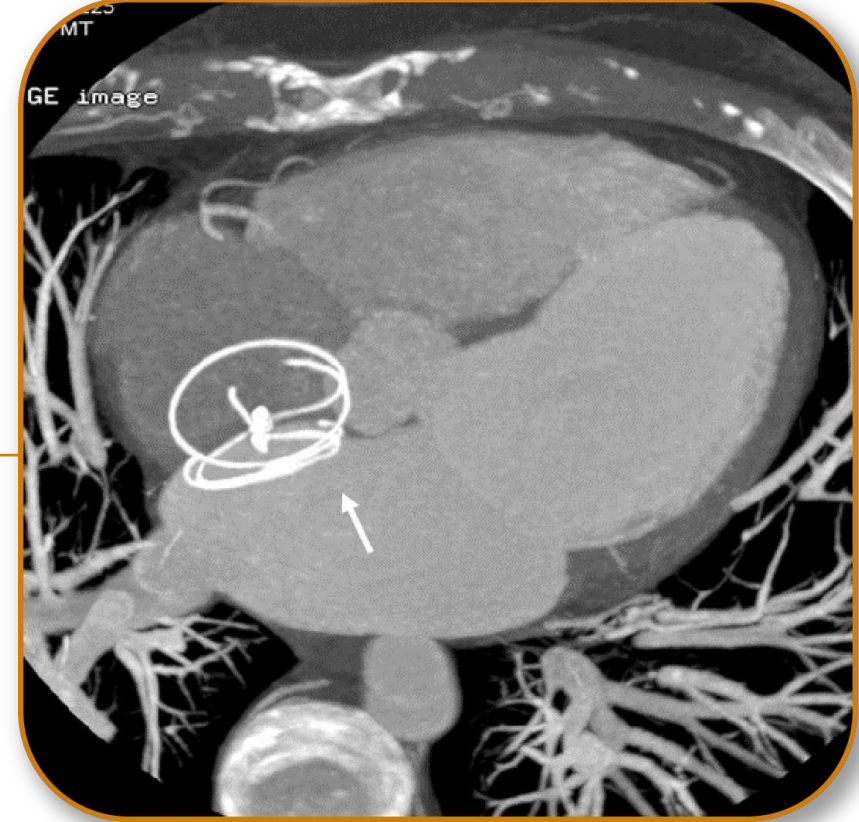


Figura 2. CIA tipo ostium secundum: reconstrucción MIP con cierre de CIA con ocluser septal (flecha blanca).

Simples: Comunicación interauricular tipo ostium secundum

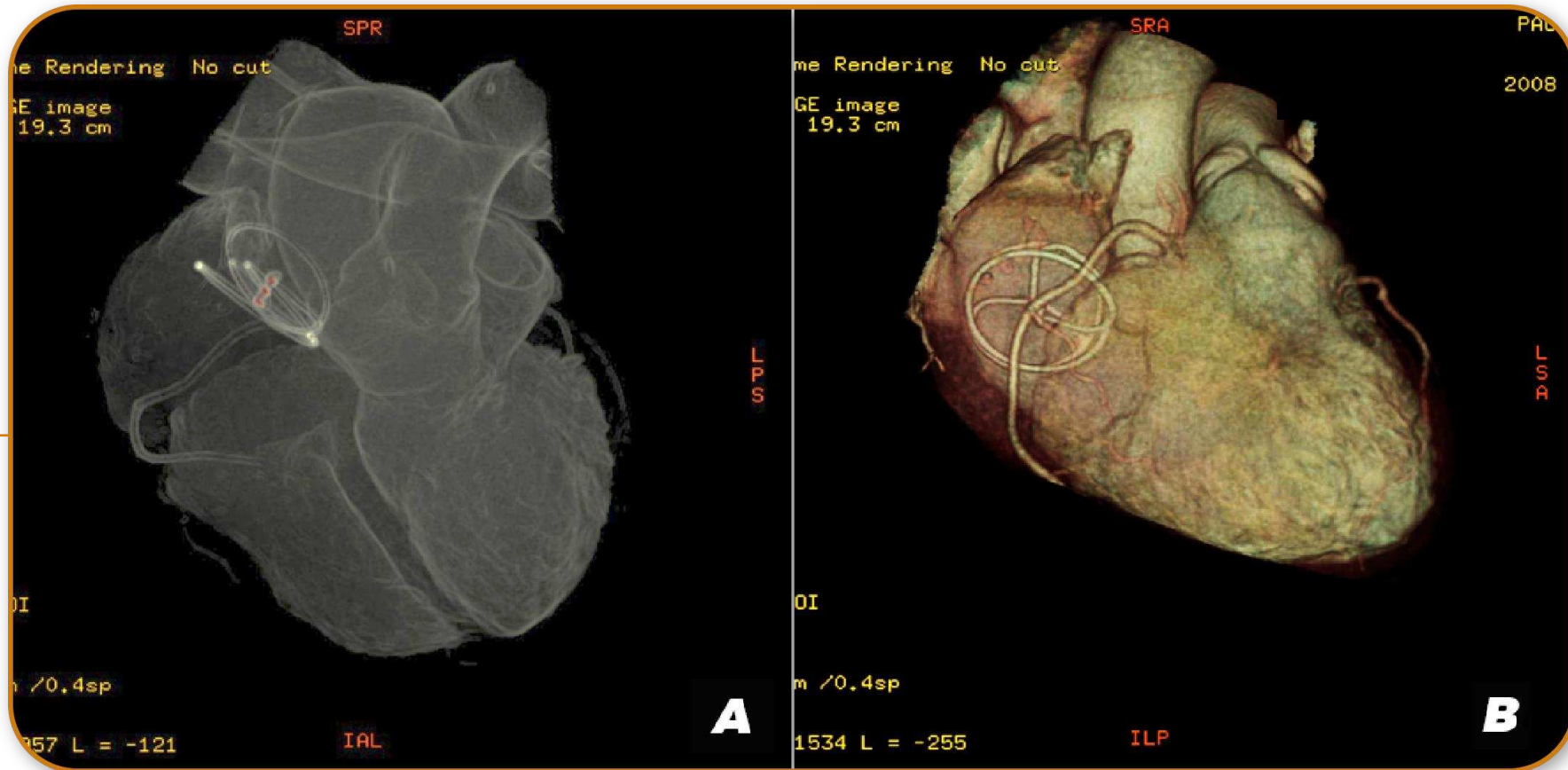


Figura 2 (continuación). Reconstrucciones 3D mostrando el ocluser septal. (A) 3D transparente, (B) VR.

Simples: Comunicación interventricular

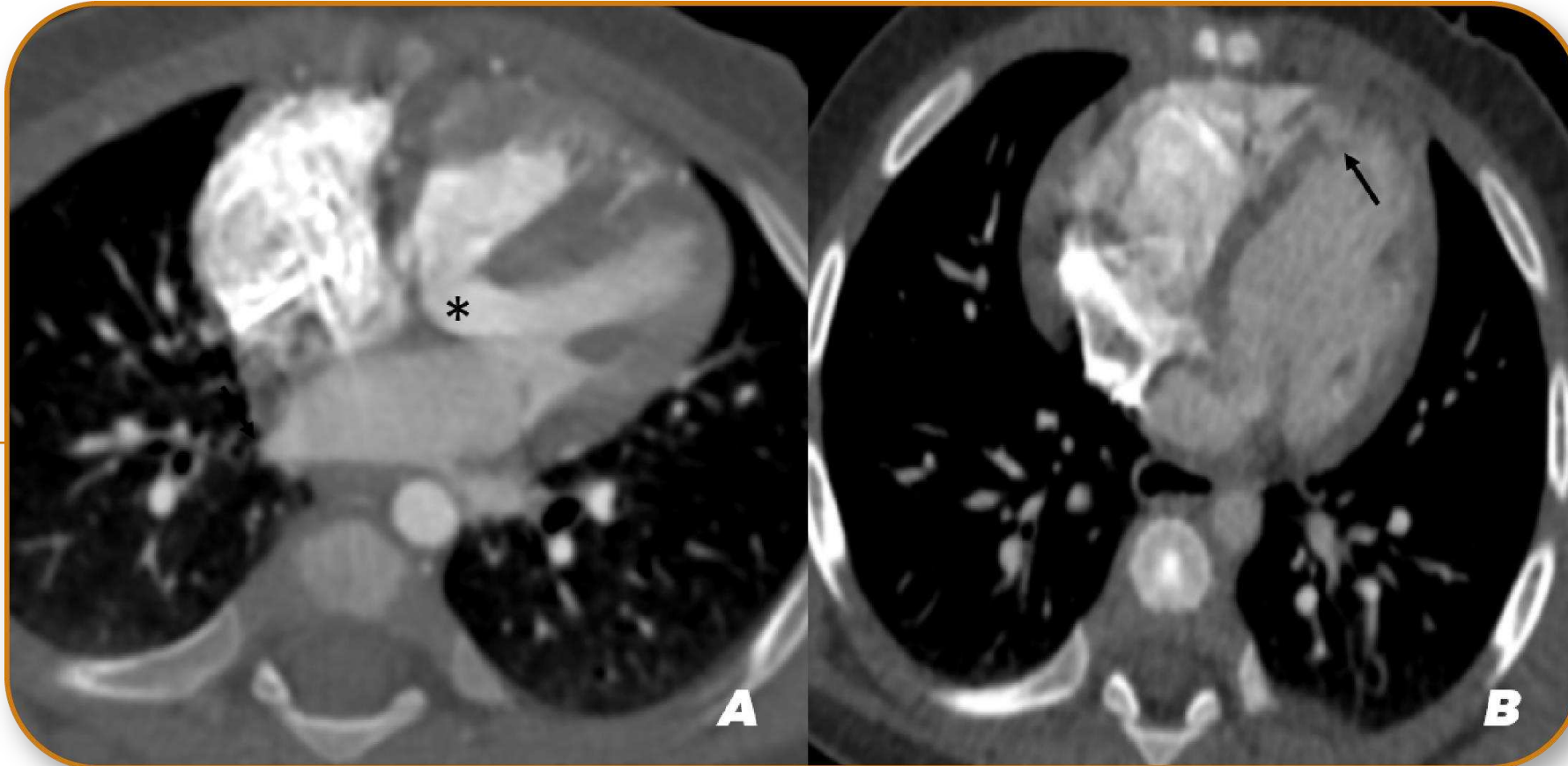


Figura 3 . TC cardíaca en plano axial 4 cámaras muestra en imagen (A) defecto del septum interventricular en porción membranosa (asterisco) y (B) porción muscular a nivel del ápex (flecha).

Simples: Ductus arterioso persistente (DAP)

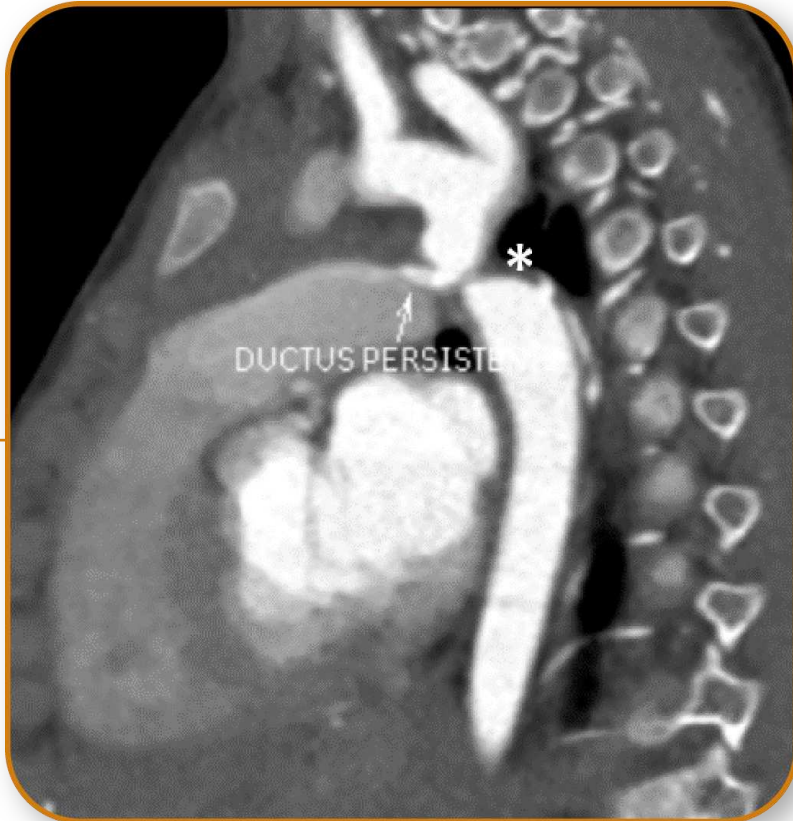


Figura 4. DAP tipo A con coartación aortica (asterisco). TC cardíaca, plano sagital oblicuo muestra conexión entre la aorta y la arteria pulmonar, conforme con estrechez a nivel pulmonar.

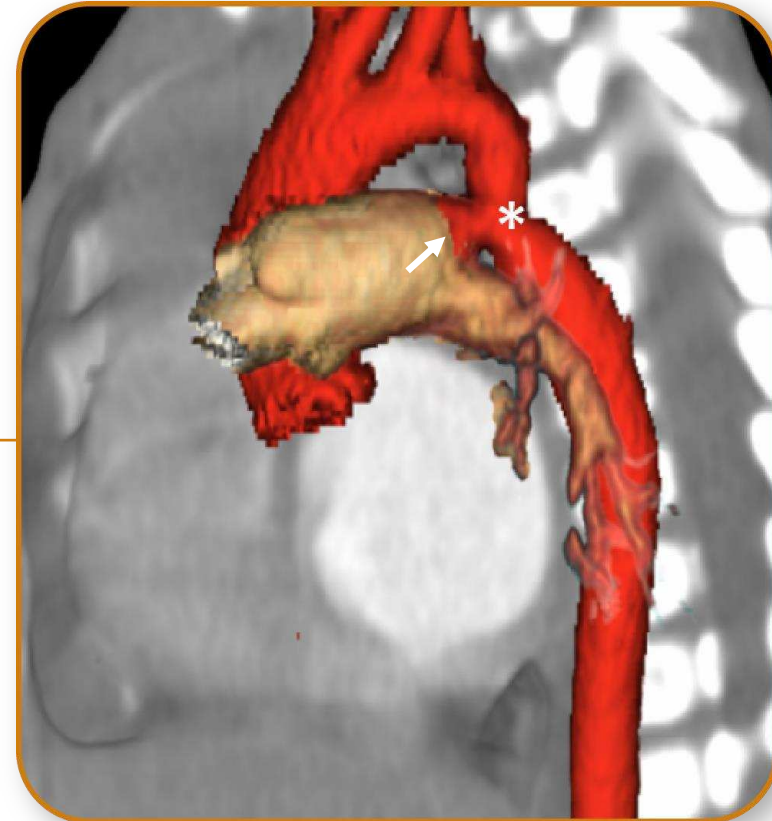


Figura 5. DAP tipo B (flecha blanca) con coartación aórtica (asterisco). Reconstrucción 3D muestra conexión corta entre la aorta y arteria pulmonar con diámetro más estrecho en la aorta.

Simples: Ductus arterioso persistente (DAP)

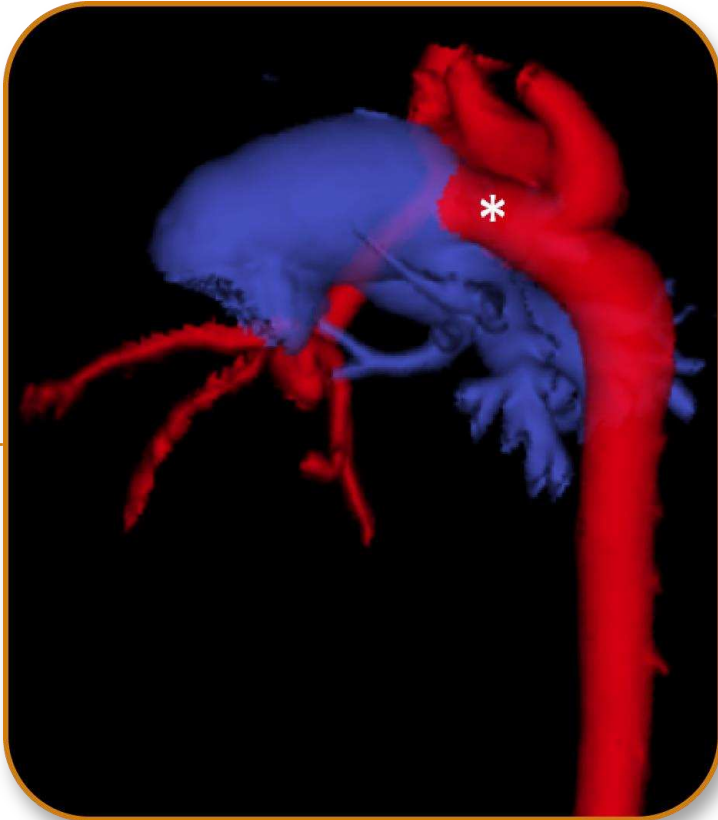


Figura 6. DAP tipo C (asterisco). Reconstrucción 3D. Conexión entre la aorta y arteria pulmonar de diámetro uniforme.

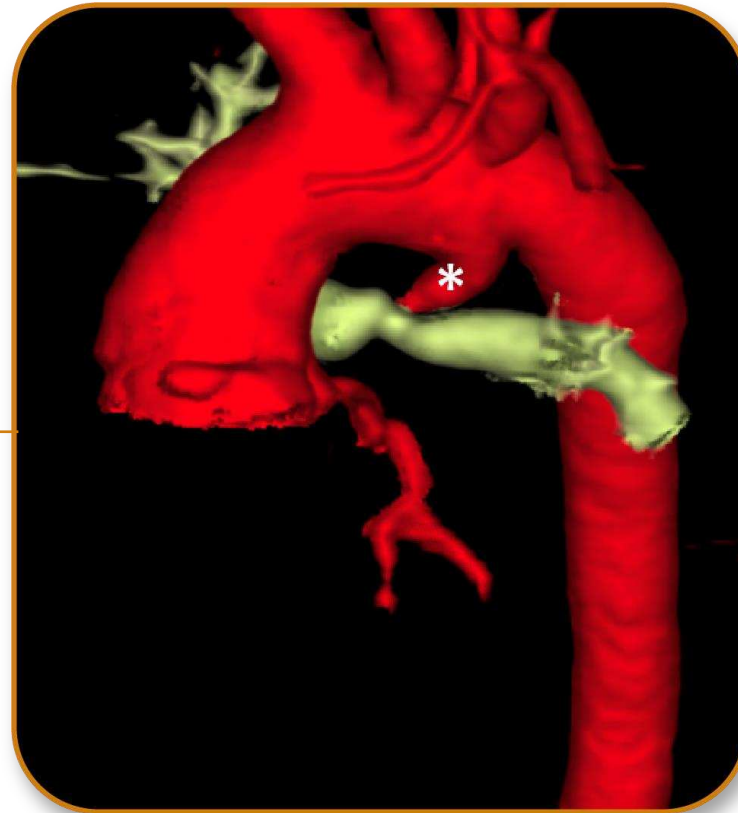


Figura 7. DAP tipo E (asterisco). Reconstrucción 3D. Conexión aorto-pulmonar de trayecto largo, estrecho con entrada distante en la arteria pulmonar.

Moderada complejidad: CIA tipo ostium primum y CIA tipo seno venoso

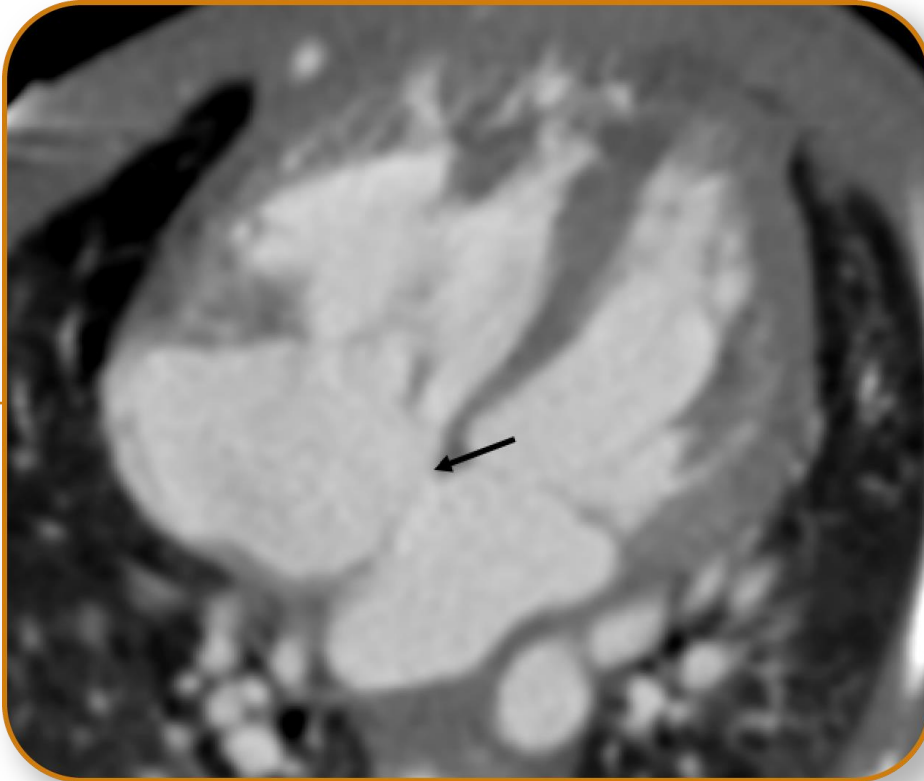


Figura 8. CIA tipo ostium primum. TC cardíaca axial de cuatro cámaras muestra defecto del tabique interauricular (flecha) en la zona más inferior por encima de las válvulas auriculoventriculares. (AV)

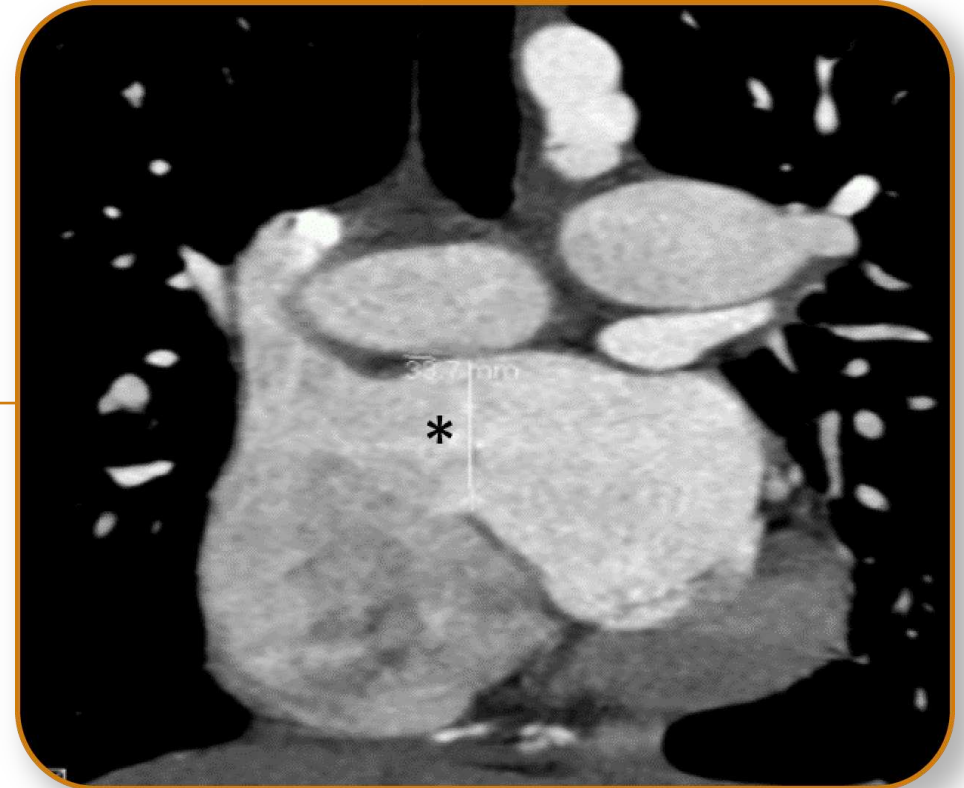


Figura 9. CIA tipo seno venoso: TC cardíaca en plano coronal muestra defecto interauricular de 3.3 cm en su aspecto superior junto a la desembocadura de la vena cava superior (asterisco).

Moderada complejidad: **Anomalía de las coronarias**

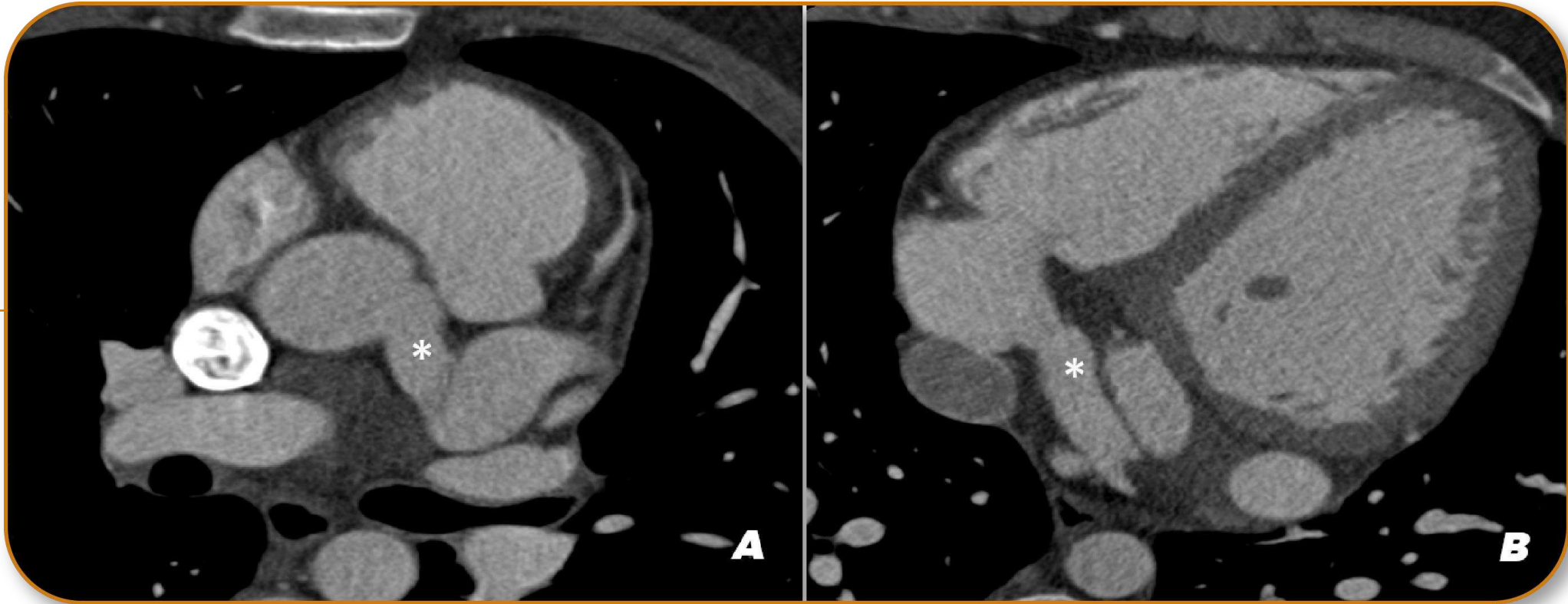


Figura 10. TC cardíaca, plano axial (A) origen y (B) terminación (asterisco). Anomalía de la arteria circunfleja caracterizada por dilatación y tortuosidad que finaliza en seno coronario.



Moderada complejidad: **Anomalía de las coronarias**

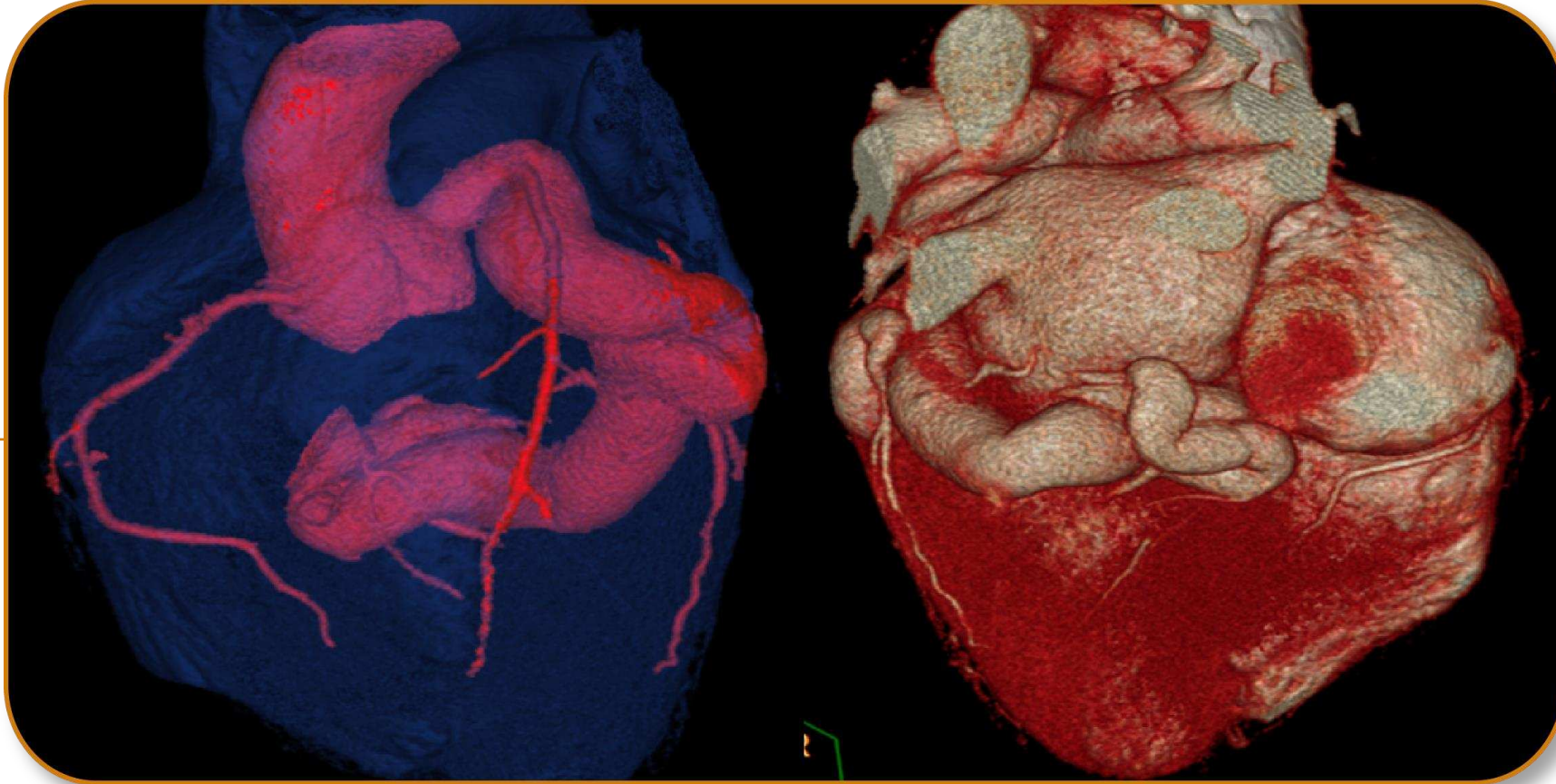


Figura 10 (continuación). Reconstrucción 3D. Fístula de la arteria circunfleja que termina en seno coronario.



Moderada complejidad: Arteria coronaria izquierda con origen anómalo desde arteria pulmonar (ALCAPA)

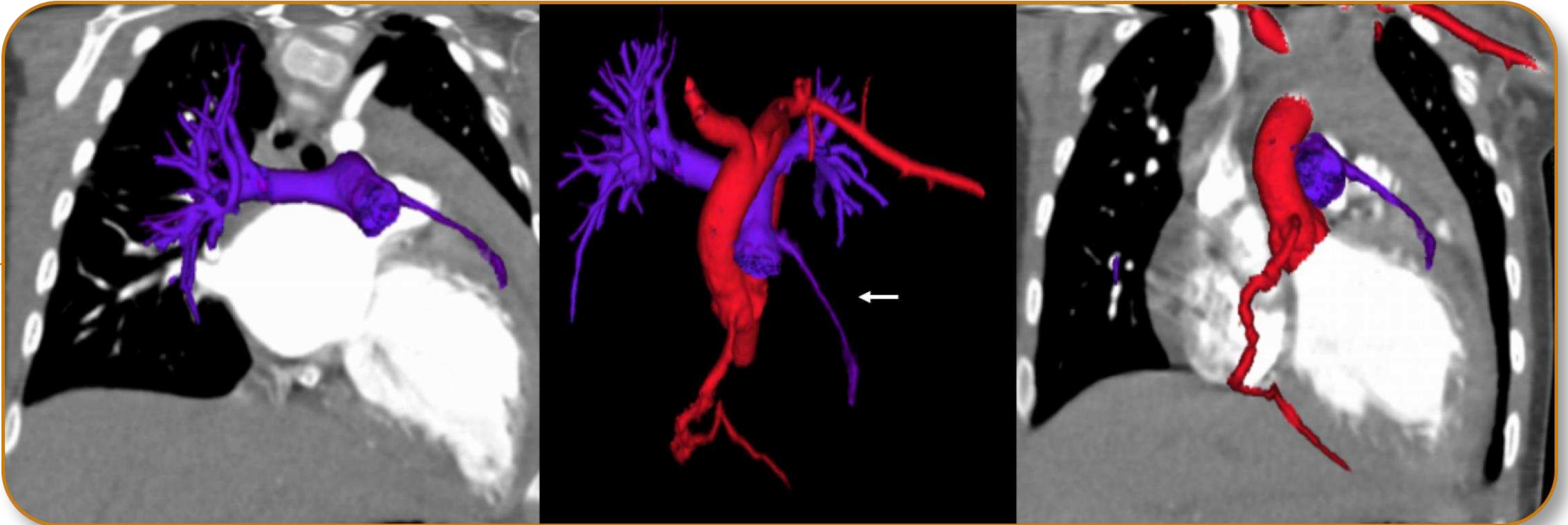


Figura 11. Paciente femenino de 2 años de edad. TC cardíaca con reconstrucción 3D. Arteria coronaria izquierda con origen anómalo desde el tronco de la arteria pulmonar, ALCAPA (flecha blanca). Arteria coronaria derecha de origen normal.



Moderada complejidad: CIA de tipo seno venoso y drenaje venoso anómalo parcial

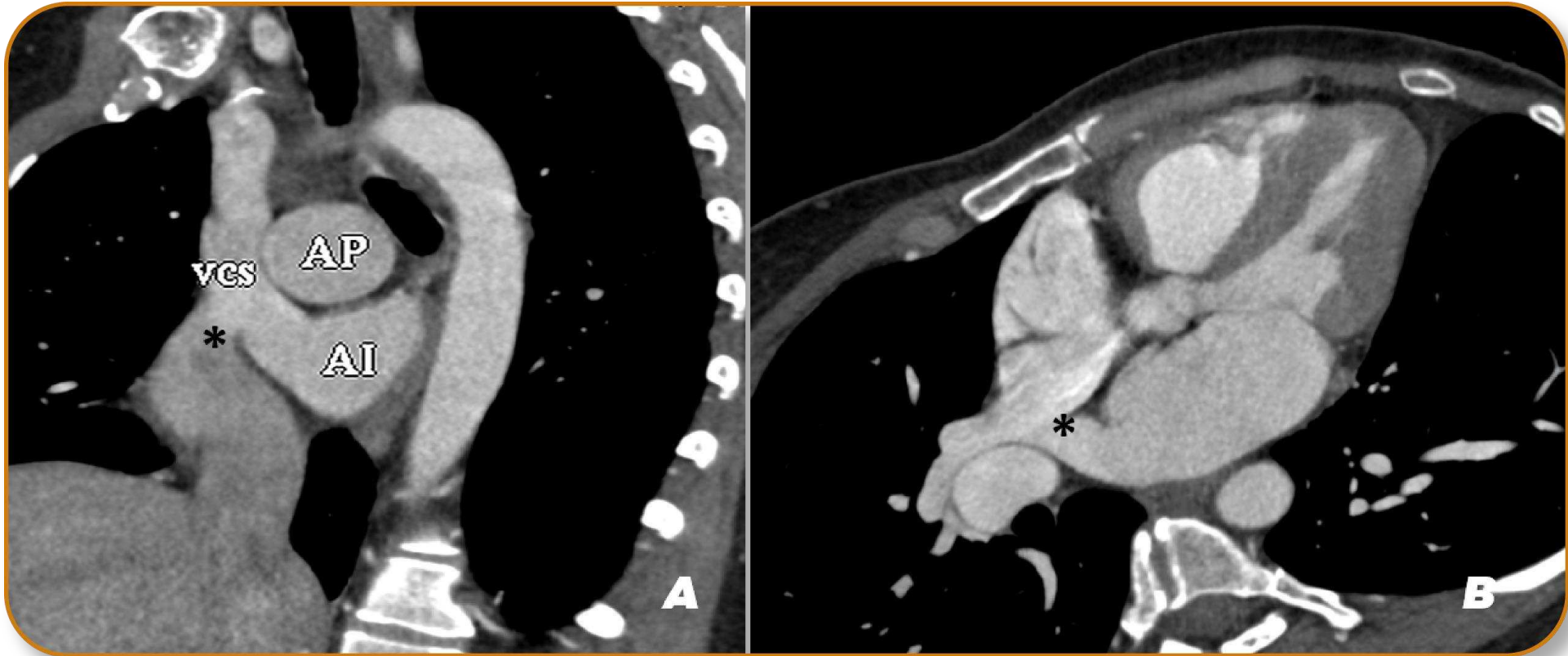


Figura 12 . TC cardíaca CIA tipo seno venoso alto (asterisco) en plano coronal (A) y axial oblicuo (B). Defecto entre la porción posterior del septum interauricular y su unión a la pared posterior de la vena cava superior (VCS). Dilatación de cavidades derechas y arteria pulmonar (AP).



Moderada complejidad: CIA de tipo seno venoso y drenaje venoso anómalo parcial

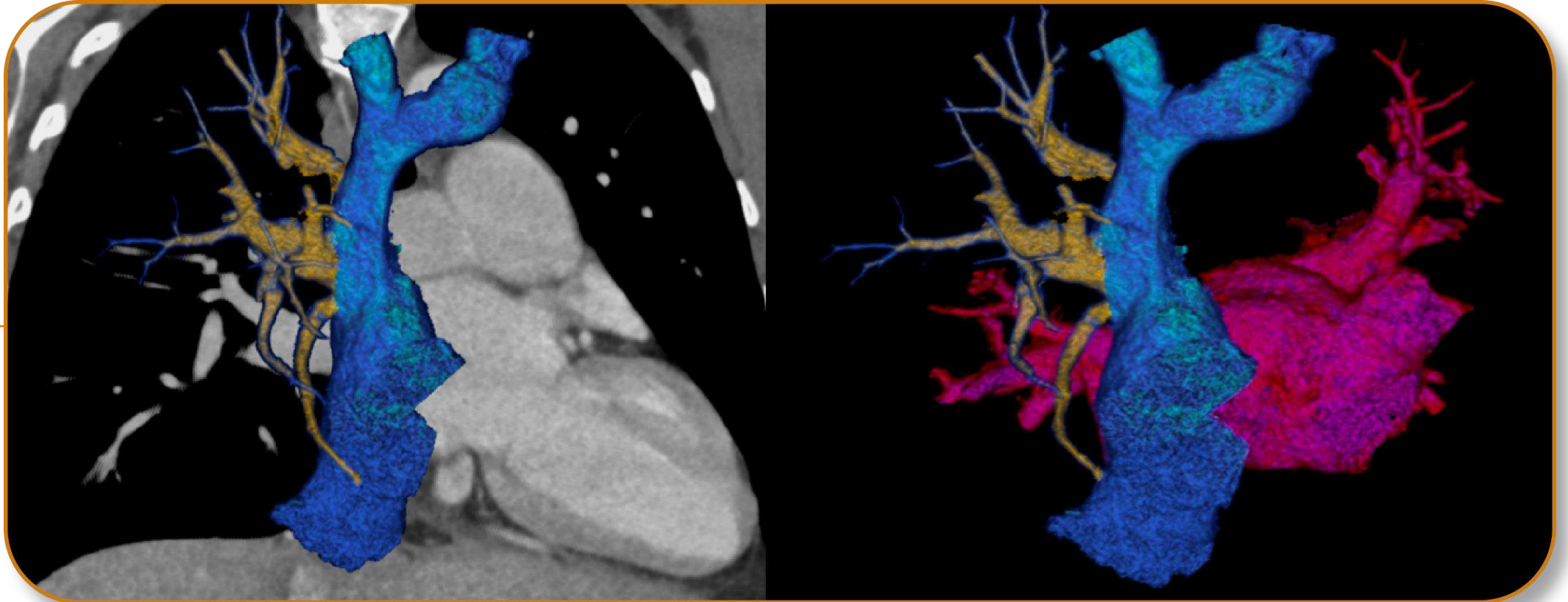


Figura 12 (continuación). Reconstrucción 3D. Drenaje venoso pulmonar anómalo parcial derecho, visualizando drenaje independiente de las venas pulmonares superiores derechas (representadas en color amarillo) a la vena cava superior (representadas en color azul).

Moderada complejidad: Drenaje venoso anómalo parcial

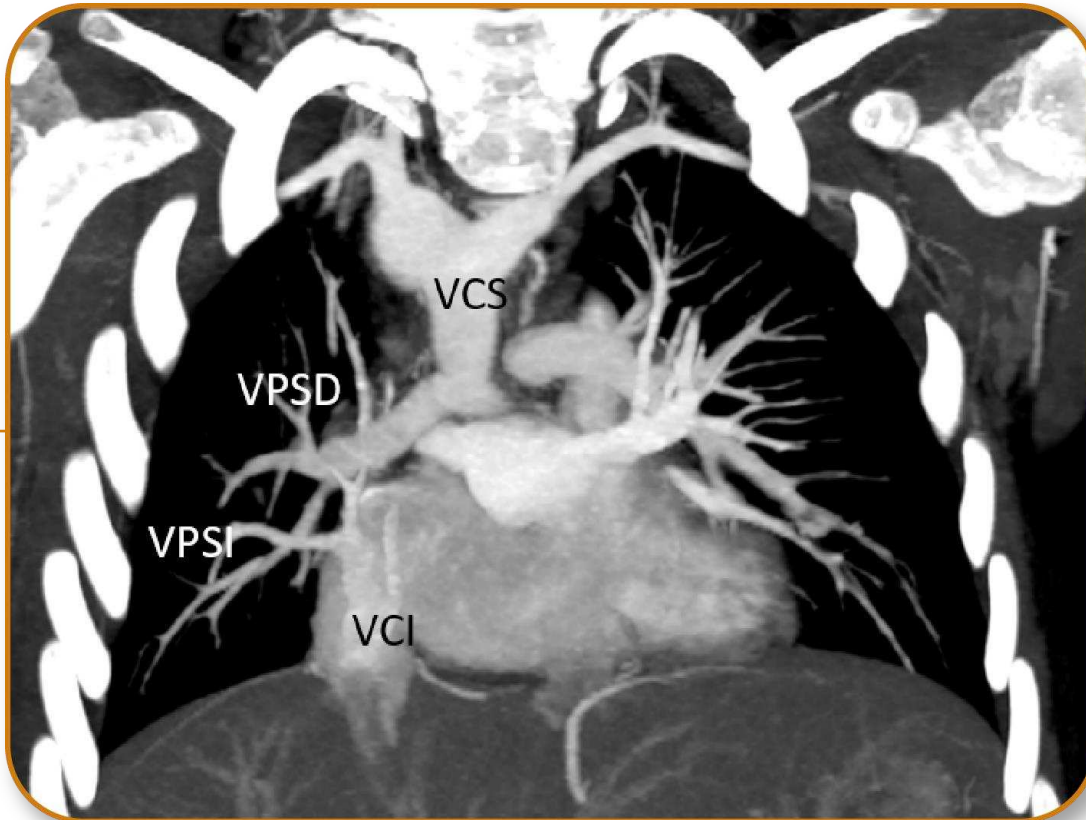


Figura 13. Reconstrucción MIP en plano coronal: drenaje venoso anómalo parcial drenando la vena pulmonar superior derecha (VPSD) en la vena cava superior (VCS) y la vena pulmonar inferior derecha (VPID) drenando en la vena cava inferior (VCI).

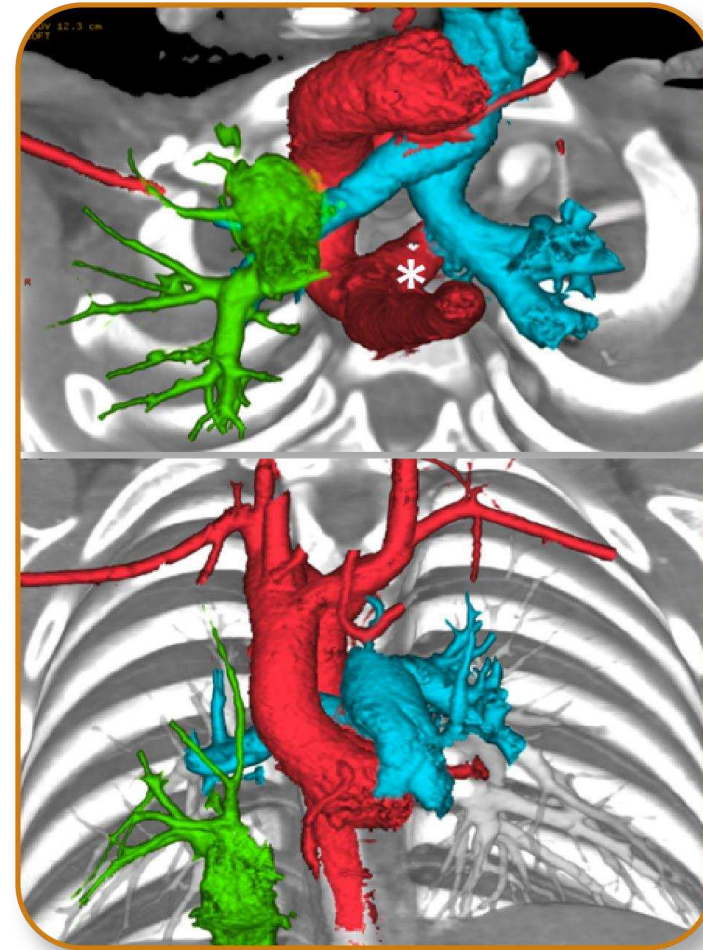


Figura 14. Reconstrucción 3D. Arco aórtico a la derecha (rojo) con arteria subclavia derecha aberrante (asterisco). Drenaje venoso pulmonar anómalo parcial de la VPID en VCI (verde).

Moderada complejidad: **Drenaje venoso anómalo parcial**

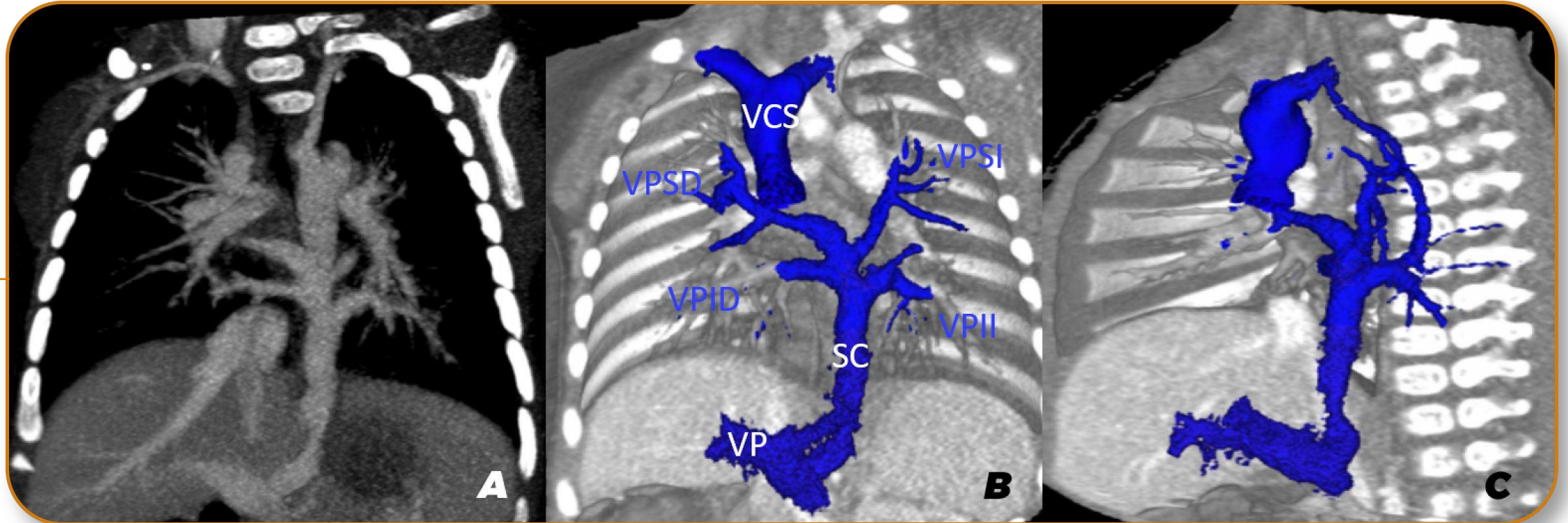


Figura 15. TC cardíaca reconstrucción MIP y 3D. Drenaje venoso pulmonar anómalo total tipo IV mixto según Darling, (A) MIP coronal, (B y C) 3D. Vena pulmonar vertical derecha que conecta con la vena cava superior (VCS) y desciende caudalmente en sentido posterior con trayecto retrocardíaco uniéndose con la vena vertical descendente (saco colector SC) al cual se le unen las venas pulmonares inferiores derecha e izquierda y la vena pulmonar superior izquierda, este saco colector drena en el tronco principal de la vena porta.

Moderada complejidad: Coartación aórtica

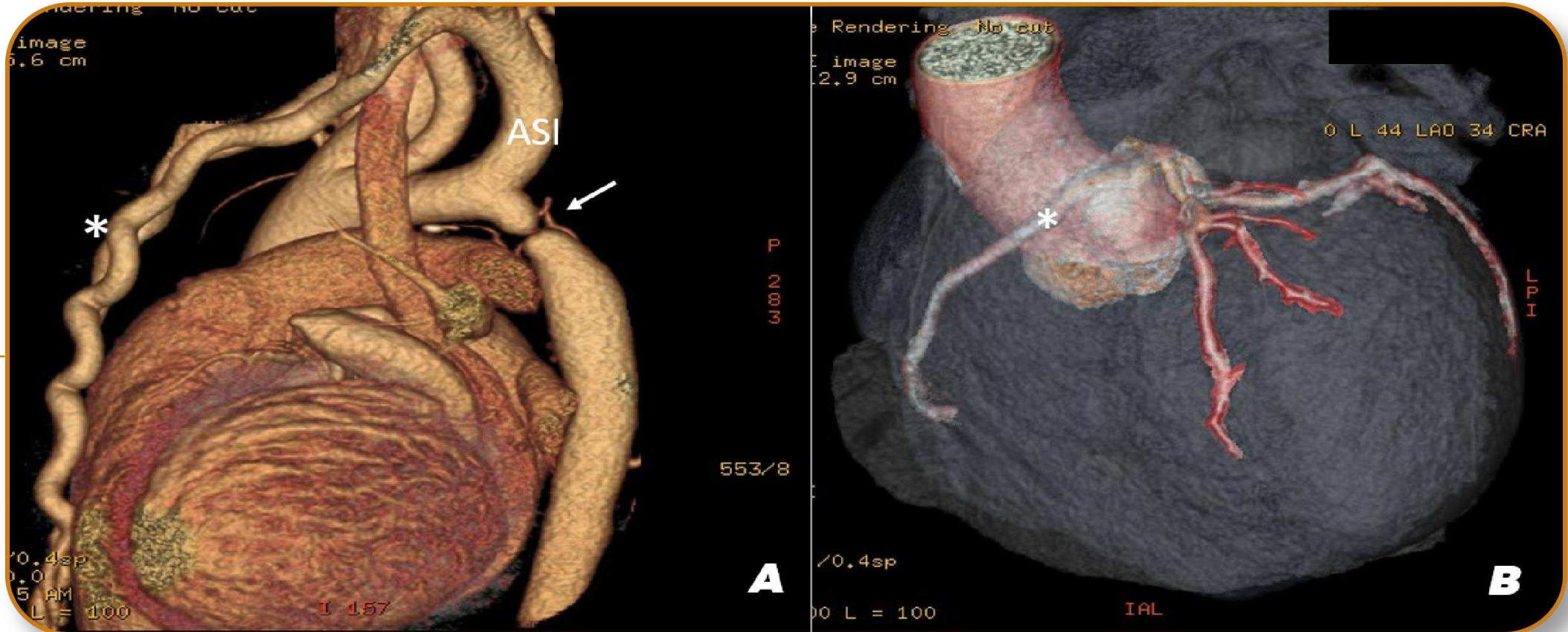
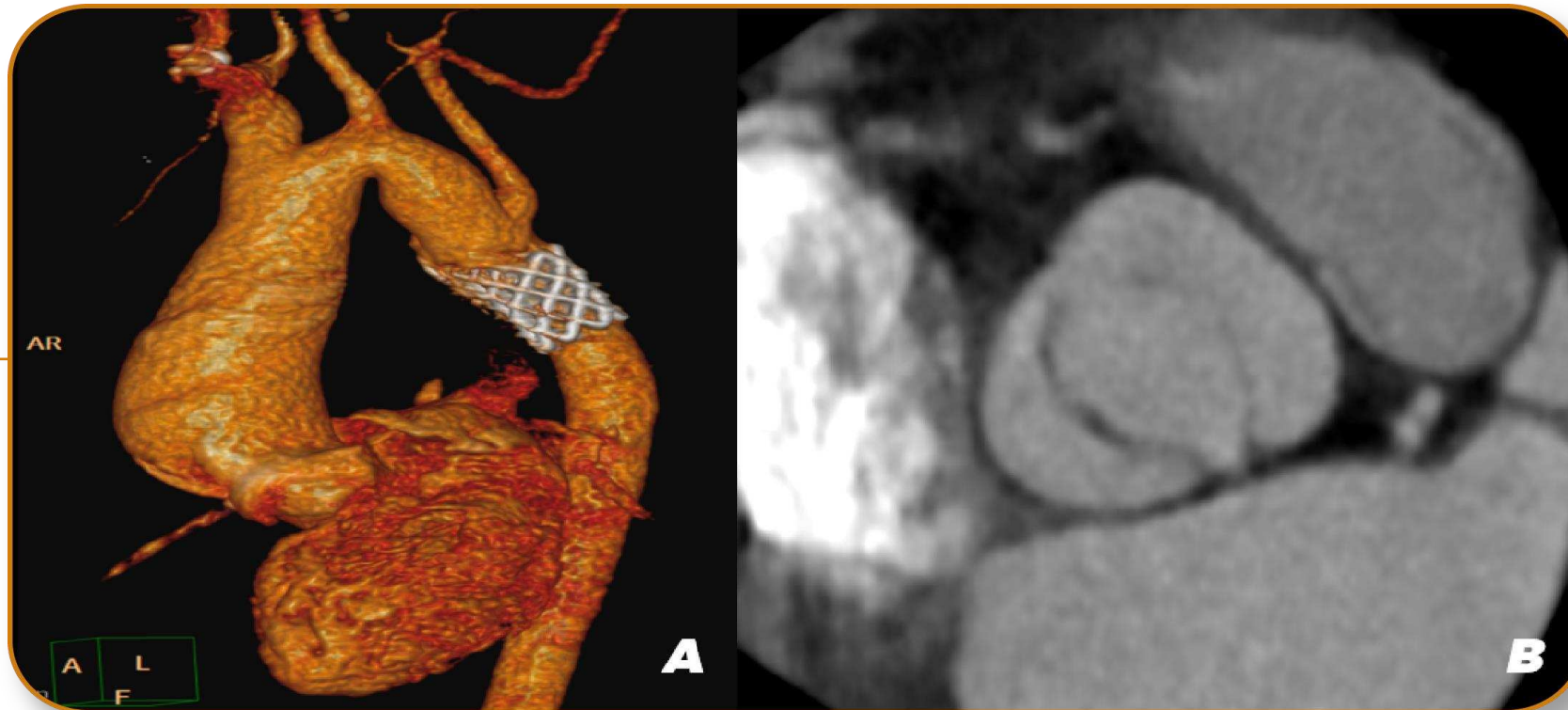


Figura 16. (A) Reconstrucción 3D. Coartación yuxtaductal (flecha), hipertrofia de las arterias mamarias (asterisco) y de arteria subclavia izquierda (ASI). (B) Emergencia anómala de la arteria coronaria derecha en seno coronario izquierdo con trayecto interarterial (asterisco).

Moderada complejidad: Coartación aórtica corregida



● **Figura 17.** (A) Reconstrucción 3D. (B) axial. Paciente femenino de 15 años con corrección de coartación aórtica a través de colocación de stent por coartación aórtica, con dilatación de aorta ascendente por válvula aórtica bivalva. Arco aórtico tipo III con morfología gótica (triangular) con emergencia baja y posterolateral de la arteria subclavia izquierda con divertículo de Kommerell.

Moderada complejidad: Estenosis aórtica



Figura 18. TC cardíaca con reconstrucción 3D (A), coronal oblicuo (B) y navegación (C) muestra estenosis supravalvular aórtica (asterisco) con membrana supravalvular (flecha negra) y dilatación de la aorta ascendente (punta de flecha) en paciente femenino de 5 meses.

Moderada complejidad: **Hipoplasia de la aorta**

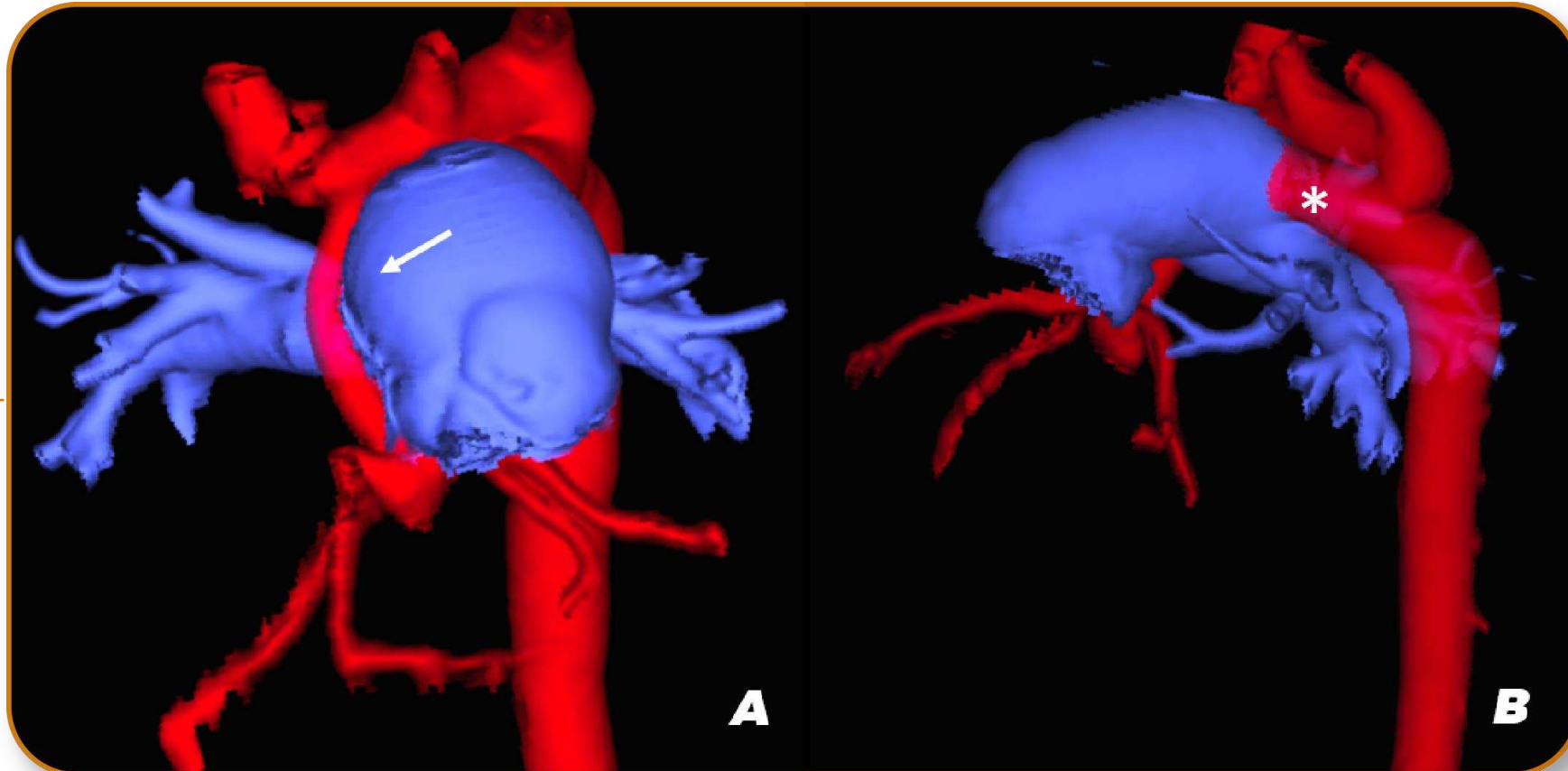


Figura 19. TC cardíaca, reconstrucción 3D (A) y (B). Hipoplasia de la raíz aortica (flecha) en paciente masculino de 1 mes de edad con ductus arterioso persistente tipo C según Krichenko (asterisco).

Moderada complejidad: Anillo vascular aórtico

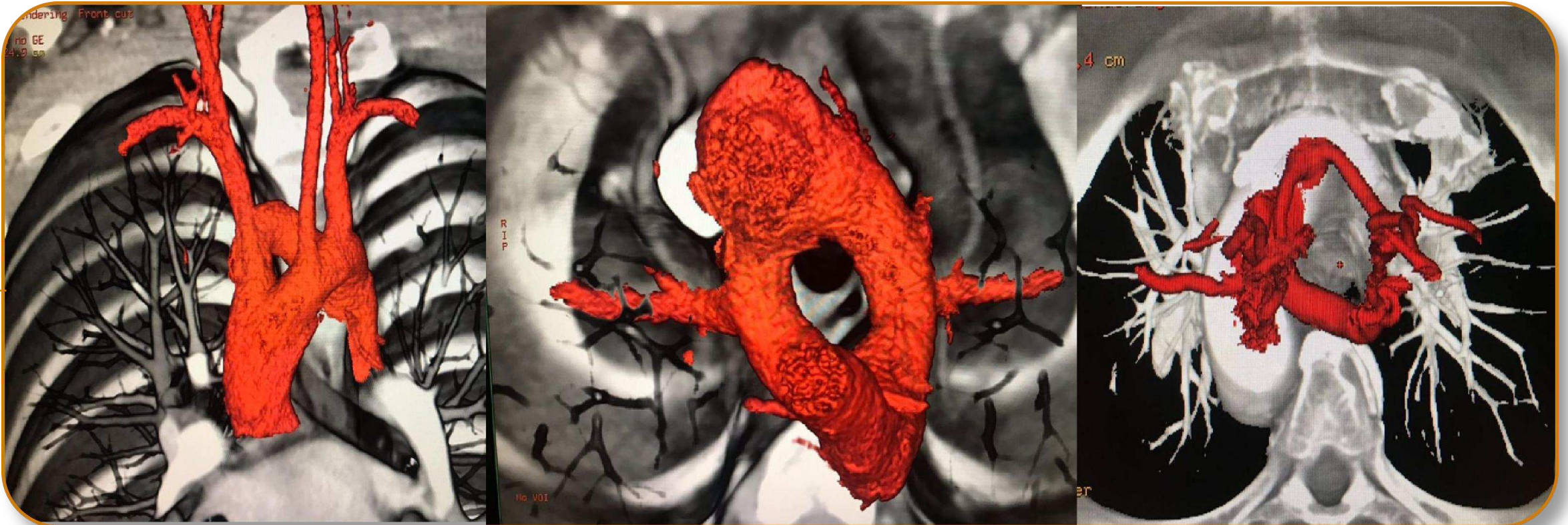
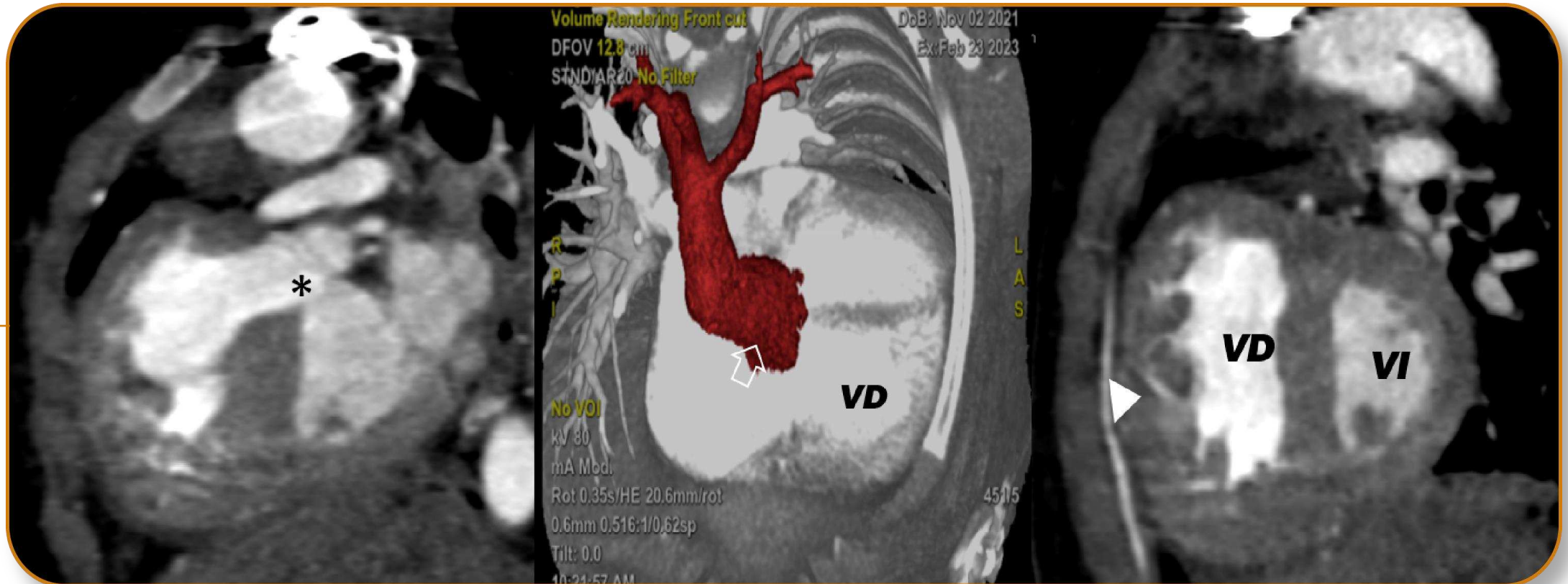


Figura 20. Reconstrucción 3D. Arteria lusoria que conforma anillo vascular.

Gran complejidad: **Tetralogía de Fallot**



● **Figura 21.** TC cardíaca con hallazgos de tetralogía de Fallot de diferentes pacientes. CIV de tipo membranosa (asterisco) y cabalgamiento de la aorta (flecha). Hipertrofia del VD (punta de flecha).

Gran complejidad: **Tetralogía de Fallot**

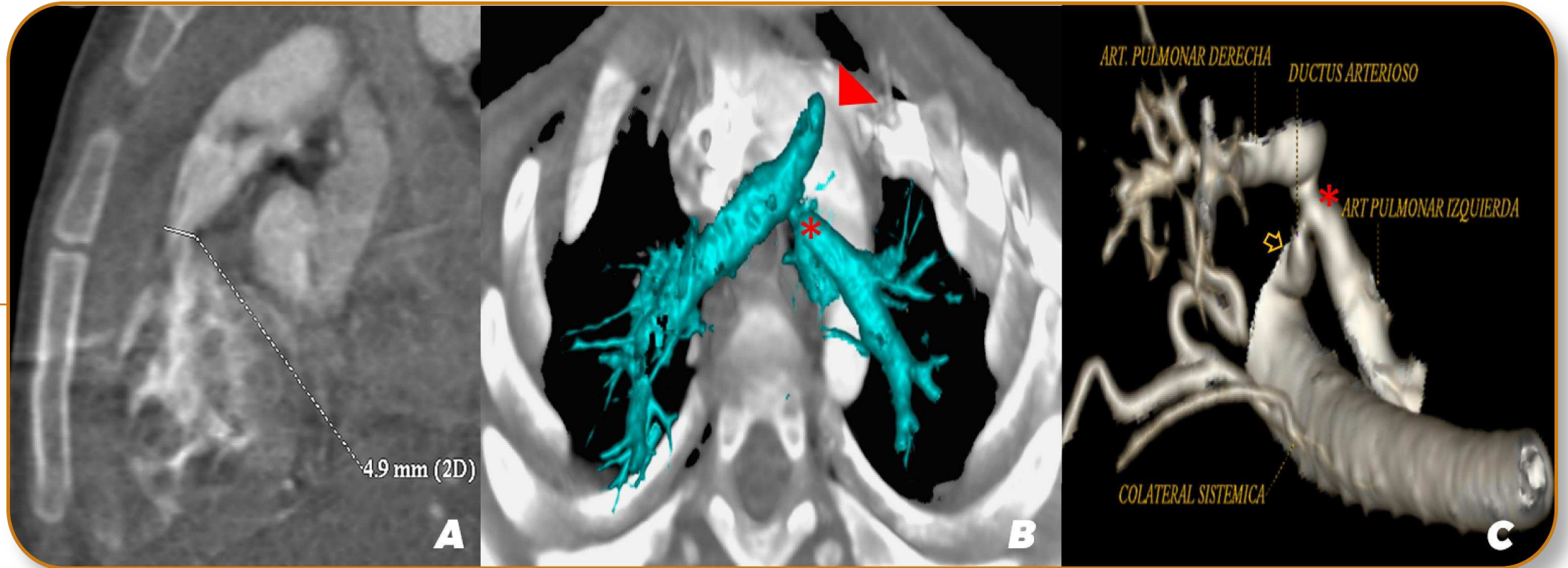


Figura 22. TC cardíaca con hallazgos de tetralogía de Fallot extrema. (A) Estenosis infundibular del tracto de salida del VD de 4.9mm (B y C) atresia valvular de la arteria pulmonar (punta de flecha) estenosis de la rama izquierda (asterisco) y ductus arterioso persistente (flecha amarilla), arterias colaterales aorto-pulmonares mayores (MAPCA).

Gran complejidad: **Canal auriculoventricular completo**

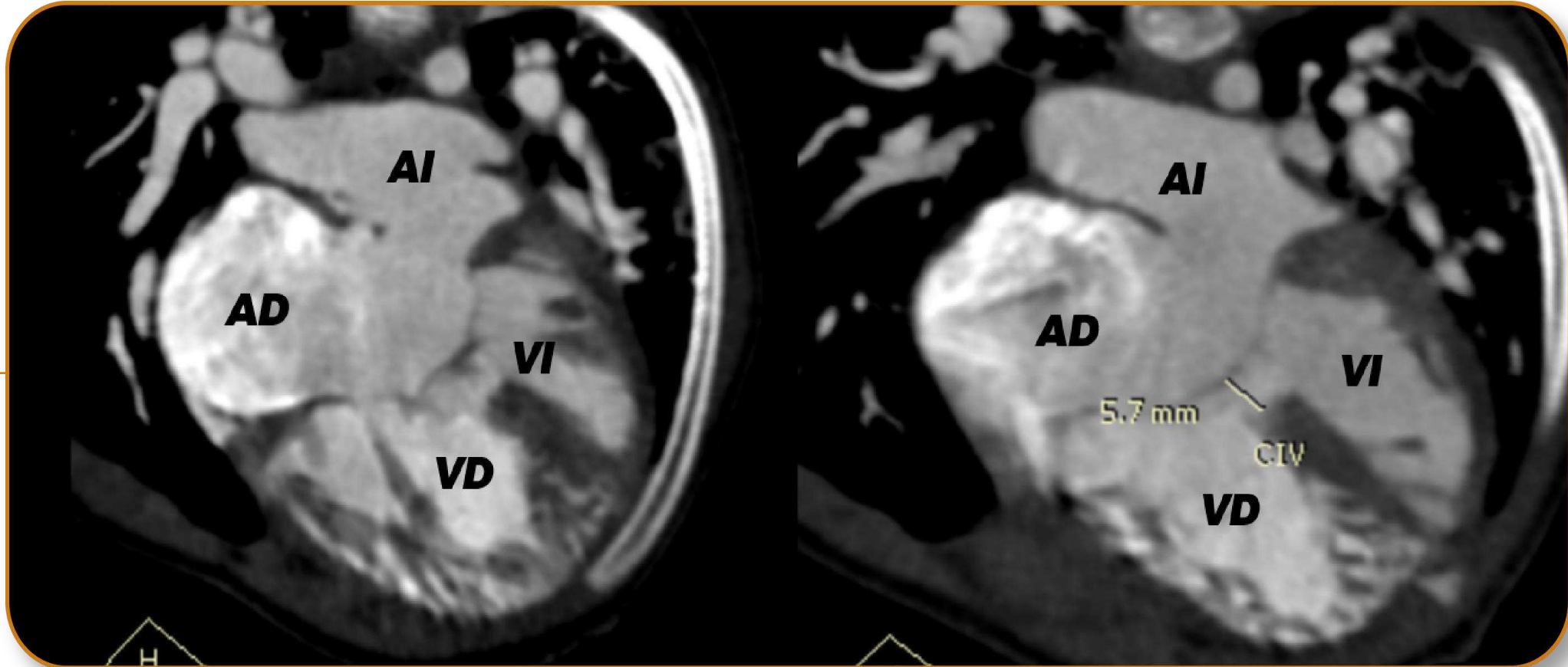


Figura 23. Canal AV completo. Ausencia del tabique interauricular con válvula auriculoventricular única. Comunicación interventricular (CIV) de tipo membranoso. Aurícula derecha (AD), aurícula izquierda (AI), ventrículo derecho (VD), ventrículo izquierdo (VI).

Gran complejidad: **Ventrículo único**

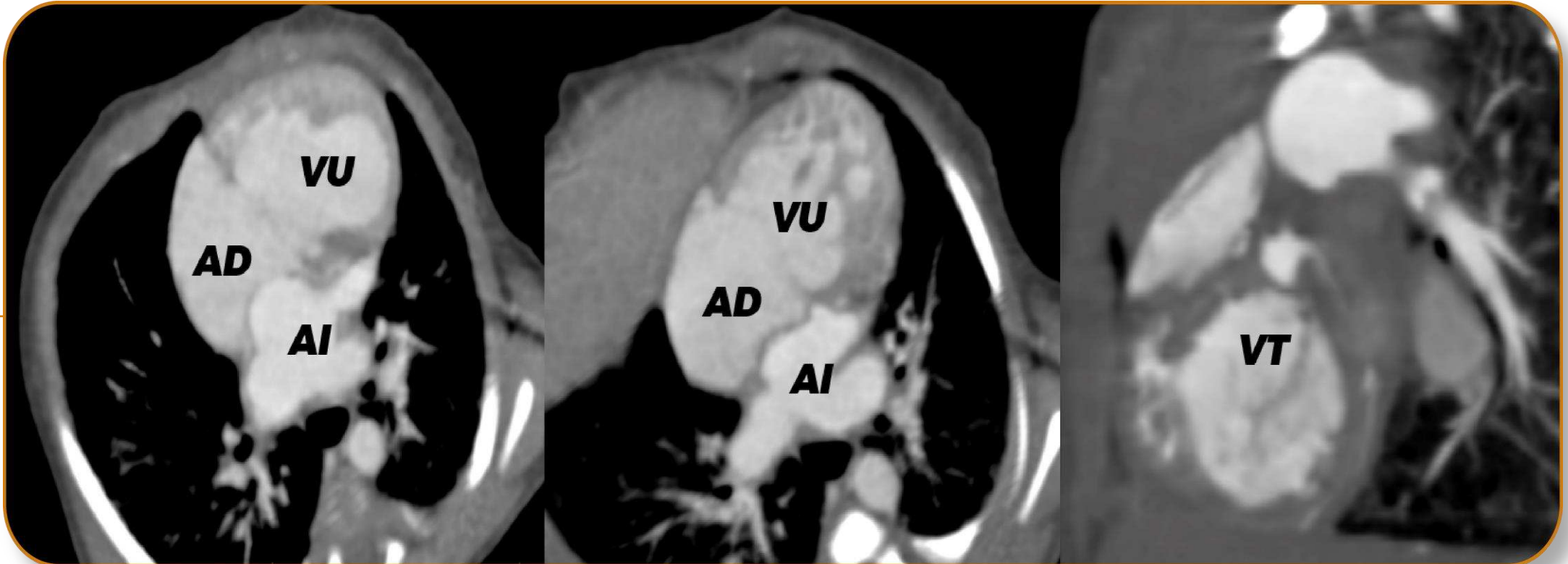


Figura 24. TC cardíaca en plano axial, cavidad ventricular única (VU), dilatada con morfología derecha y única válvula aurículo-ventricular de morfología tricuspídea (VT).

Gran complejidad: Tronco arterioso

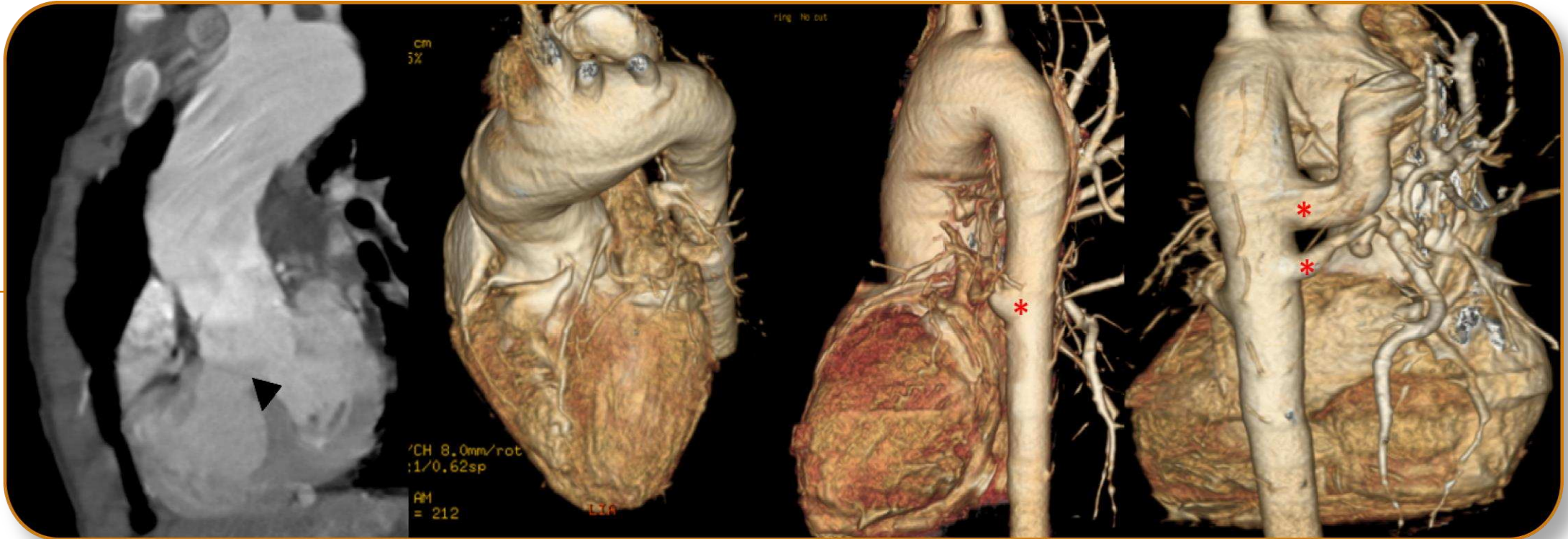


Figura 25. TC cardíaca plano coronal oblicuo y 3D. Tronco arterioso tipo IV según Collett y Edwards. Ausencia de arteria pulmonar con un único tronco arterial que cabalga el defecto interventricular (punta de flecha). Origen de las arterias colaterales aorto-pulmonares mayores en aorta descendente (MAPCAS).

Gran complejidad: D-transposición de grandes arterias

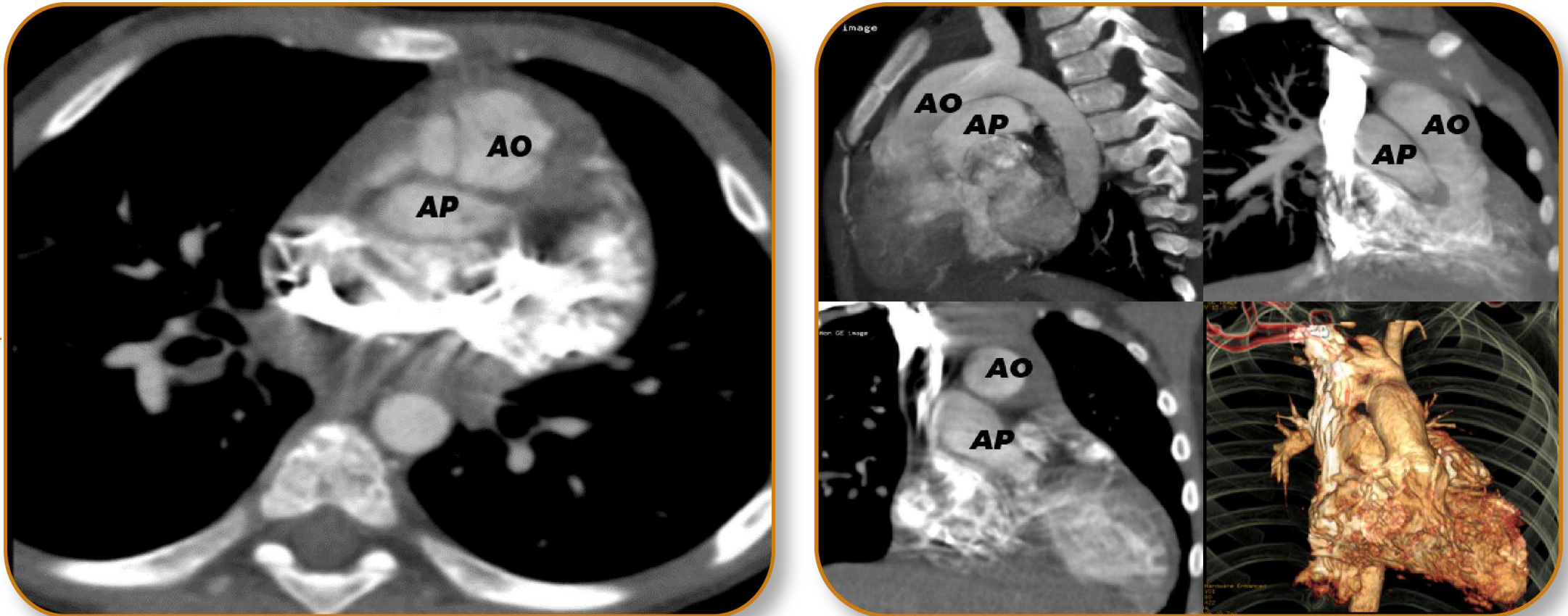


Figura 26. TC cardíaca en planos axial, sagital y coronal MIP, 3D. D-transposición de grandes arterias. Aorta en posición anterior e izquierda, que emerge del VD. Arteria pulmonar posterior y a la derecha que cabalga sobre el tracto de salida del VI en un 40%. Dilatación del tronco principal de la arteria pulmonar.

Gran complejidad: **Situs inversus**



● **Figura 27.** TC cardíaca en plano coronal (A) y axial (B). Situs inversus totalis con vena cava superior izquierda persistente (VCSIP), aurícula única y CIV de tipo membranoso.

Gran complejidad: **Situs ambiguo-asplenia**

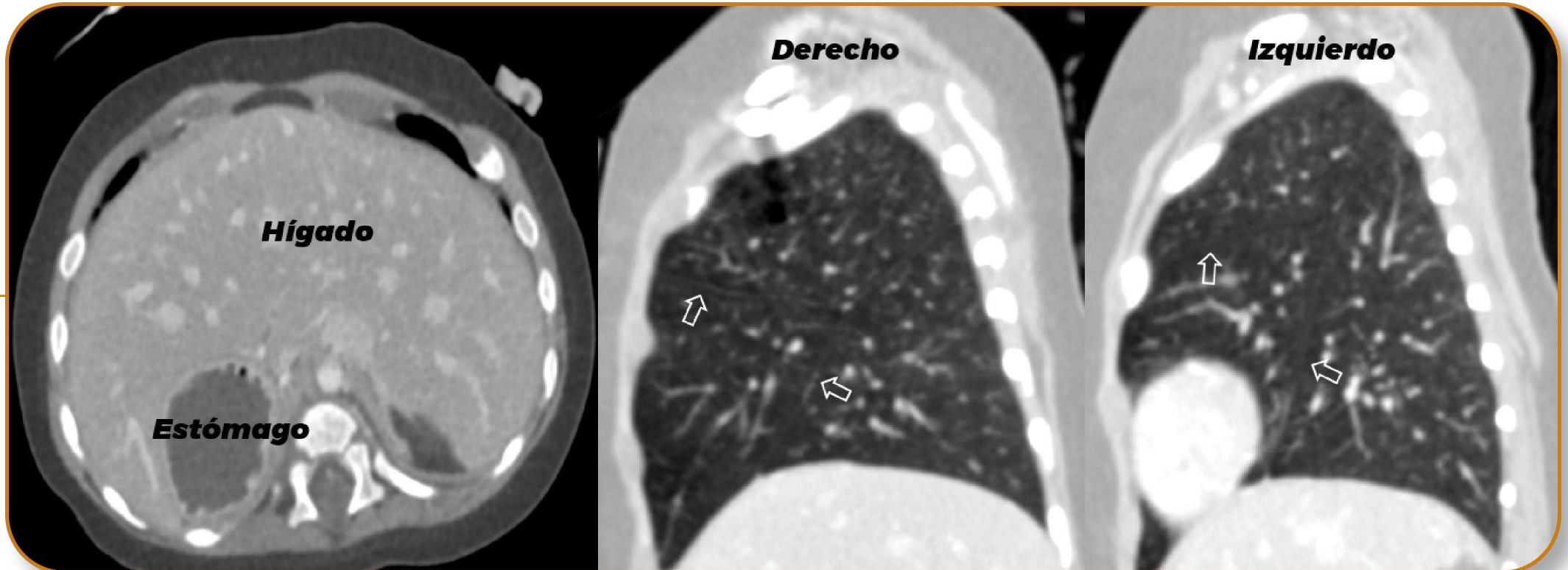


Figura 28. TC cardíaca en plano axial y sagital. Paciente masculino de 8 meses con cardiopatía congénita compleja, situs ambiguo con estómago a la derecha, asplenia y ambos pulmones con morfología derecha (3 cisuras, flechas blancas).

Gran complejidad: **Situs ambiguo-asplenia**

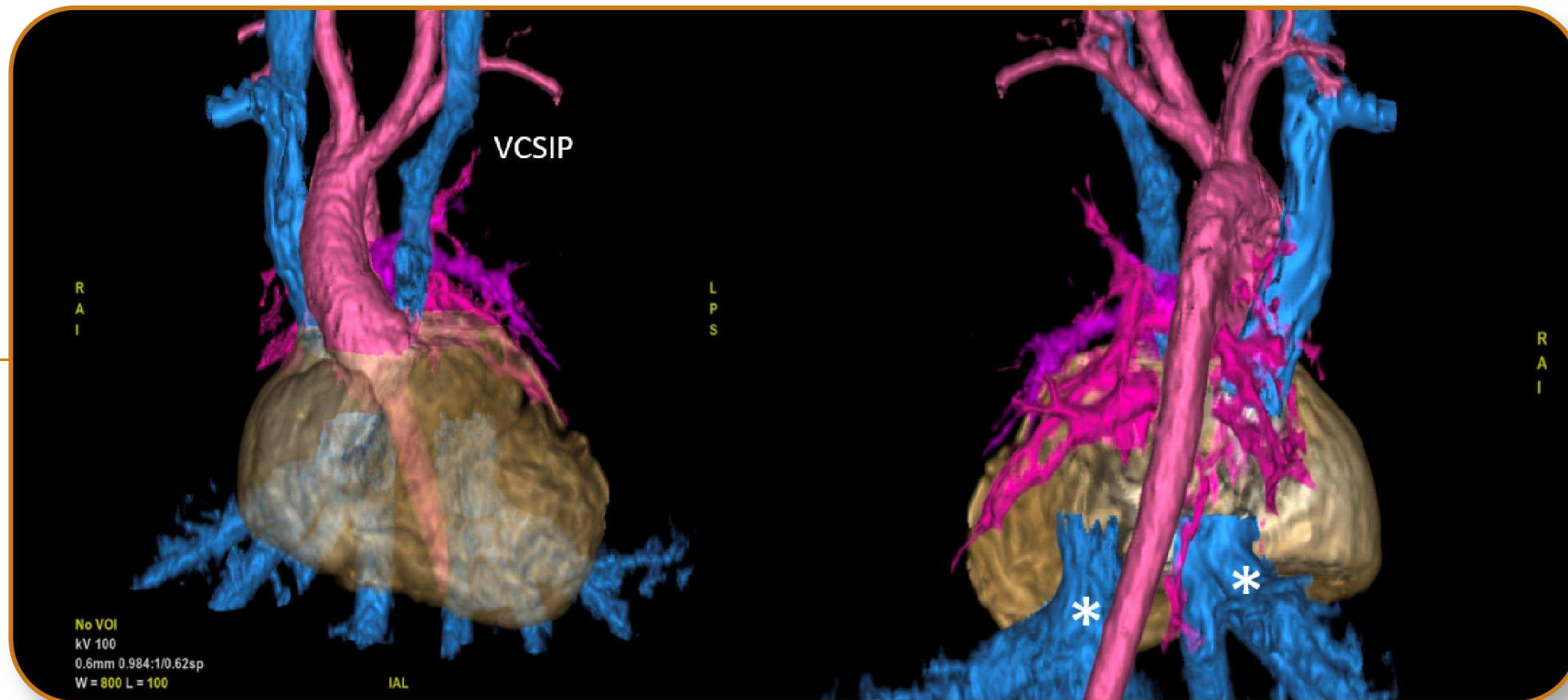


Figura 28 continuación. TC cardíaca 3D, paciente anterior con vena cava superior izquierda persistente (VCSIP), arco aórtico a la derecha y doble vena cava inferior (asterisco), ambas con drenaje en aurícula izquierda.

Gran complejidad: Corrección de anomalías congénitas

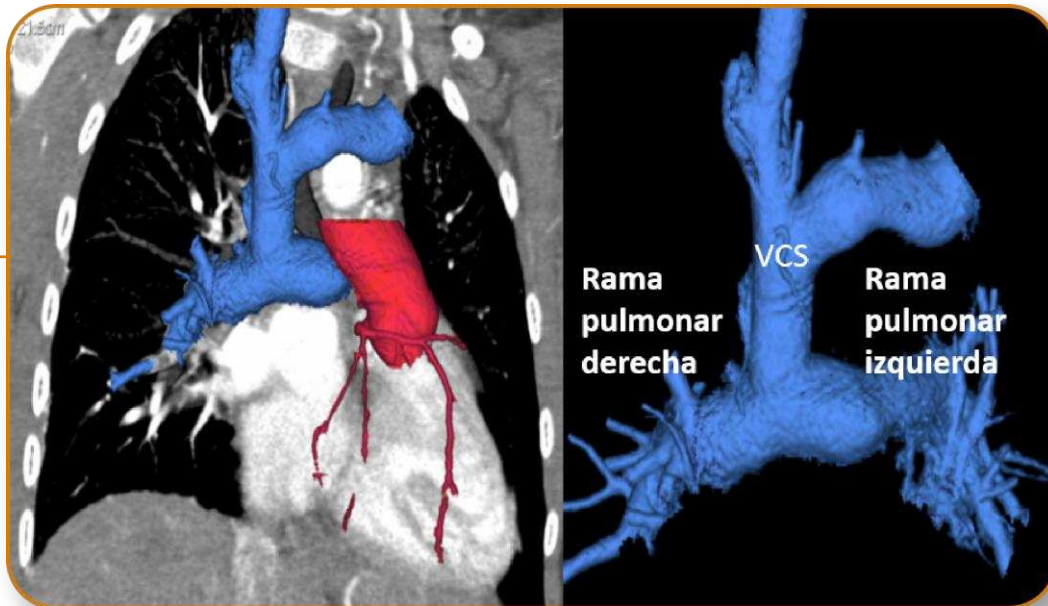


Figura 29. TC cardíaca, reconstrucción 3D, post-operatorio de cirugía de Glenn, anastomosis vascular de la vena cava superior con las ramas principales de la arteria pulmonar en paciente femenino de 6 años de edad con ventrículo único.



Figura 30. TC cardíaca 3D y sagital oblicuo en paciente masculino de 14 años con tronco arterioso corregido a través de la colocación de conducto valvulado Contegra. Se observa tubo valvulado permeable con calcificaciones murales y área de estenosis focal en extremo distal del conducto y proximal a las ramas de las arterias pulmonares (punta de flecha).

Discusión

- La angiotomografía con la obtención de imágenes isotrópicas, permite reconstrucción 3D y MIP convirtiéndola en un método de primera línea para mejorar la comprensión de la patología (5,6). Gracias a su rapidez, la sedación en muchos casos puede ser omitida (7). Los tomógrafos de alta gama han reducido las dosis de radiación, manteniendo una información diagnóstica adecuada (8).
 - Consideramos que la visualización de 48 casos reales a través de un atlas es de gran apoyo para aprender a identificar una gran variedad de estas anomalías, así como a ayudar a los radiólogos con el protocolo y las técnicas de reconstrucción tanto MIP como 3D. Los hallazgos morfológicos y la variedad de patologías mostradas en MPR y 3D, confieren a este documento un gran valor educativo.
-

Conclusión

- La angiotomografía cardíaca es la técnica de elección para la evaluación de las cardiopatías congénitas pediátricas por su rapidez, alta resolución temporal y espacial, que permite la evaluación precisa de la anatomía del corazón, las arterias coronarias y los grandes vasos extracardíacos.
 - Este atlas digital será mas que una recopilación de casos, convirtiéndose en un mapa anatómico gracias a las reconstrucciones MPR y 3D ofreciendo una visión espacial al cirujano cardiovascular y una guía para los radiólogos que hacen imágenes cardíacas.
-

Referencias

1. Peña R, Corona C, Medina M, et al. Presentación y manejo de las cardiopatías congénitas en el primer año de edad. *Arch Cardiol Mex.* 2021;91(3):337-346.
2. Márquez R, Ramírez J, Ruiz M. Métodos para la detección de cardiopatías congénitas en neonatos. *Rev Cuba Inf Cienc Salud.* 2023;34:e2180.
3. Han B, Rigsby C, Hlavack A, et al. Computed Tomography Imaging in Patients with Congenital Heart Disease Part I. *J Cardiovasc Comput Tomogr.* 2015;9(6):475-92.
4. Gurvitz M, Krieger EV, Fuller S, Davis LL, Kittleson MM, Abounlhon JA, et al. 2025 ACC/AHA/HRS/ISACHD/SCAI Guideline for the Management of Adults Withs Congenital Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol.* 2025; [Epub ahead of print].
5. Han BK, Rigsby CK, Hlavacek A, et al. Tomografía computarizada en pacientes con cardiopatías congénitas. Parte I. Fundamento y utilidad: un documento de consenso de expertos de la Sociedad de Tomografía Computarizada Cardiovascular (SCCT), avalado por la Sociedad de Radiología Pediátrica (SPR) y la Sociedad Norteamericana de Imagen Cardíaca (NASCI). *J Cardiovasc Comput Tomogr.* 2015;9(6):475-92.
6. DiGeorge NW, El-Ali AM, White AM, Harris MA, Biko DM. TC y RMN cardíaca pediátrica: Consideraciones para el radiólogo general. *AJR Am J Roentgenol.* 2020;215(6):1464-73.
7. Han BK, Rigsby CK, Hlavacek A, et al. Computed Tomography Imaging in Patients with Congenital Heart Disease, Part I: Rationale and Utility. An Expert Consensus Document of the Society of Cardiovascular Computed Tomography (SCCT). *J Cardiovasc Comput Tomogr.* 2015;9(6):475-92.
8. Malone LJ, Morin CE, Browne LP. Angiografía coronaria por tomografía computarizada en niños. *Pediatr Radiol.* 2022;52(12):2498-509. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00247-021-05209-2>