

ESTUDIO MEDIANTE ANGIO-TC DE LA VÁLVULA AÓRTICA Y SUS VARIANTES CONGÉNITAS

Laura Sesé Lacámara¹, Miguel Costa Lorente¹, Carlota María Belo Franco¹, Juan Ramón y Cajal Calvo¹, Leticia Moreno Caballero¹, David Ibáñez Muñoz¹

¹Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa,
Zaragoza.

lauraseslac@gmail.com

OBJETIVO DOCENTE

- Explicar el protocolo de adquisición de angio-TC torácica para evaluación de válvula aórtica.
- Repasar la anatomía radiológica de la válvula aórtica y sus variantes congénitas.

REVISIÓN DEL TEMA

ANATOMÍA DE LA VÁLVULA AÓRTICA

La RAÍZ AÓRTICA es la zona de unión entre el tracto de salida del ventrículo izquierdo y la aorta ascendente. Se extiende **desde el anillo aórtico** hasta la **unión sinotubular**. A pesar de su aparente simplicidad es una estructura compleja formada por diferentes componentes:

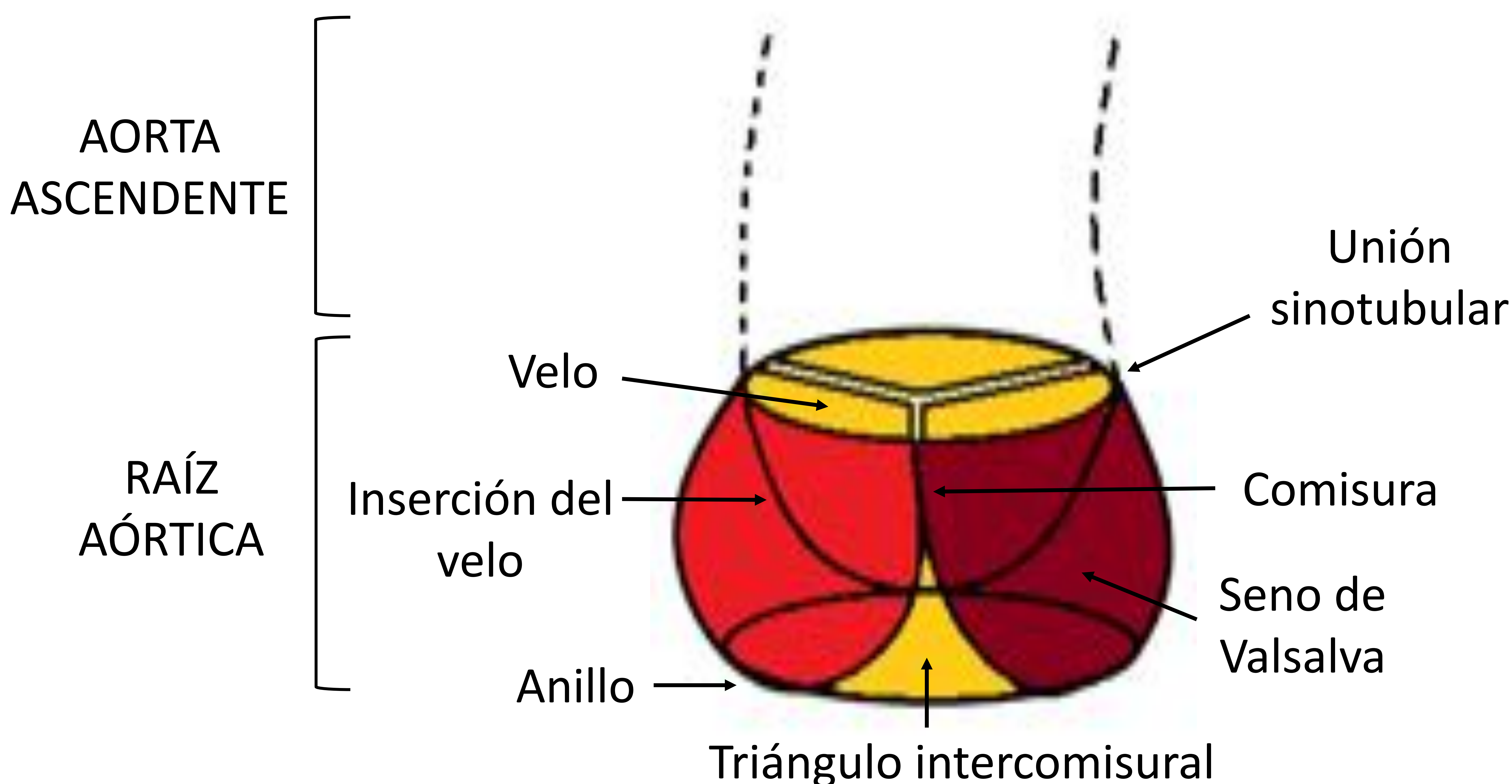


Figura 1. Anatomía de la raíz aórtica.

- La válvula aórtica es una válvula semilunar formada por TRES VELOS delgados (1mm de espesor), que constituyen la frontera física entre el VI y la aorta. Se dividen en tres partes: la *inserción o borde anular*, porción más basal de unión al anillo, el *cuerpo*, y el *borde libre*, que presenta una zona engrosada denominada nódulo de Arancio, que coapta con el velo contiguo. El área normal varía de 2,5 a 4 cm².

- El anillo aórtico no es una estructura anatómica real, se utiliza para definir un anillo virtual formado por los puntos de inserción más bajos de los velos de la válvula en la pared aórtica.
- Los senos coronarios o de Valsalva se localizan en el lado aórtico de las cúspides, quedan delimitados medialmente por los velos y, lateralmente, por la pared aórtica. Llevan el nombre de las arterias coronarias que se originan en ellos:
 - Derecho: del que surge la **arteria coronaria derecha**.
 - Izquierdo: donde se origina el **tronco común izquierdo**.
 - Posterior o no coronario: ninguna coronaria se origina de este.

Con la apertura de la válvula, proporcionan un espacio detrás de las valvas para evitar que estas obstruyan los ostium coronarios.

- Los ostium coronarios surgen de la pared de la raíz aórtica, justo por encima de los senos de Valsalva.
- La unión sinotubular: separa los senos de Valsalva y la aorta ascendente. Puede identificarse en reconstrucciones coronales y sagitales como un área de angulación y cambio abrupto de calibre.

PRUEBAS DIAGNÓSTICAS

➤ ECOCARDIOGRAFÍA

La ecocardiografía permite caracterizar la **estructura** y la **función valvular**; sin embargo, al ser una técnica de imagen bidimensional, tiende a subestimar el diámetro del anillo valvular, lo que disminuye su utilidad en el estudio preoperatorio.

- La ECOCARDIOGRAFÍA TRANSTORÁCICA (ETT) es la prueba diagnóstica **inicial** en la valoración de la válvula aórtica.
- Cuando la ventana acústica no es la adecuada (ej. pacientes obesos o enfisema), la ECOCARDIOGRAFÍA TRANSESOFÁGICA (ETE) proporciona una **mejor resolución** espacial. Sin embargo, se trata de un procedimiento **invasivo** no siempre bien tolerado y que conlleva una serie de riesgos.

Para optimizar la valoración de las dimensiones valvulares y realizar un estudio más completo, disponemos de la TCMD y la RESONANCIA CARDIACA; **pruebas no invasivas** que, a su vez, aportan información sobre la **función del ventrículo izquierdo** y las **estructuras adyacentes** a la válvula, aspectos útiles en el manejo de la enfermedad valvular aórtica.

➤ RESONANCIA CARDIACA

Proporciona buena información de la anatomía y permite medir el volumen de flujo y la función del ventrículo izquierdo.

➤ TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA MULTIDECTOR

Técnica más precisa para la valoración de la **calcificación** valvular y de la pared de la aorta y para medir las **dimensiones del anillo** aórtico; datos importantes en la planificación quirúrgica.

La resolución baja y la incapacidad de medir la velocidad del flujo transvalvular son las principales limitaciones de la TCMD actual.

PROTOCOLO DE ADQUISICIÓN

- Se decidirá según:
 - La información preoperatoria requerida.
 - La situación del paciente.
 - La necesidad de reducir la cantidad de contraste (función renal deprimida).
- Rango anatómico: desde la **carina** hasta el **vértice cardiaco**.
En pacientes con insuficiencia renal puede limitarse a la raíz aórtica, con el fin de reducir la cantidad requerida de contraste.
- Grosor de sección aproximado de **0,5 mm** para obtener imágenes de alta resolución.
- Voltaje aproximado de **120Kv**.
- Sin contraste: para valorar la calcificación de la válvula aórtica y de la aorta.

- Con contraste:
 - Catéter IV periférico de calibre 18 en brazo derecho.
 - Inyección en **bolo** a **5 ml/s**.
 - Volumen variable:
 - Mínimo de 50ml, permite opacificar únicamente las cavidades cardiacas izquierdas y la aorta.
 - Para evaluar cavidades derechas e izquierdas se calcula el volumen basándose en el peso del paciente, generalmente se aproxima a **120 ml**.
 - Software de seguimiento del bolo para activar la adquisición de imagen cuando alcanza la aorta ascendente.
 - Imágenes de cine para valorar la movilidad y la coaptación valvular.

- ESTUDIO PRE-TAVI

Se realiza un examen, con registro electrocardiográfico, de la **raíz aórtica** y de las **arterias coronarias**; con una segunda adquisición, tras un segundo bolo de contraste intravenoso, de **aorta abdominal** hasta **arterias femorales**, sin sincronismo ECG.

La fibrilación auricular es un factor de riesgo para el desarrollo de trombos auriculares. La presencia de trombos en la AI contraindica el procedimiento y asocia un mayor riesgo de ACV peri y postprocedimiento.

Con el fin de obtener imágenes de alta resolución temporal y reducir los artefactos del movimiento, disponemos de dos métodos de adquisición de imágenes mediante la sincronización con el ECG:

- Activación PROSPECTIVA de ECG. El escáner monitoriza el ECG y adquiere imágenes durante un punto preseleccionado del ciclo cardiaco, generalmente la diástole cardiaca (fase en la que el corazón presenta menos movimiento), y espera en el resto del ciclo para volver a disparar en la siguiente fase diastólica y escanear la siguiente sección del corazón. Los equipos actuales de doble fuente suponen una ventaja al poder adquirir el estudio en un único latido.

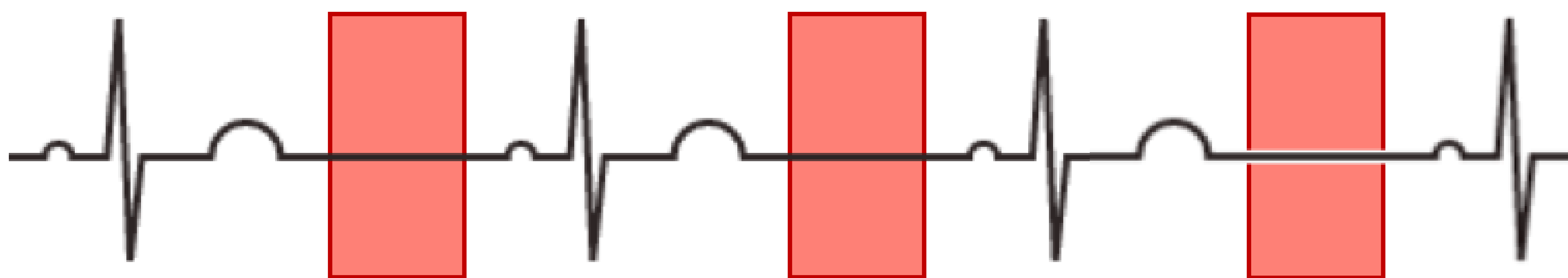


Figura 3. Esquema de la activación prospectiva del ECG. Los rectángulos rojos representan los momentos del ciclo cardiaco en los que dispara el escáner (fase diastólica).

El ritmo cardiaco tiene una gran influencia en la TC cardiaca. A frecuencias más rápidas, disminuye el tiempo de la diástole, siendo esta fase la que más varía para ajustar la frecuencia cardiaca. Este tipo de activación requiere, por lo tanto, un ritmo cardiaco regular y lento (<70 latidos por minuto y <10% de variabilidad entre latidos) para evitar artefactos y lograr una mejor calidad de imagen.

- Activación RETROSPECTIVA del ECG: adquiere imágenes durante todo el ciclo y reconstruye la imagen con las partes del escaneo de la fase deseada, que en el caso del estudio pre-TAVI, será el 30% del R-R'.
Mediante esta técnica se pueden reconstruir imágenes en sístole, diástole o puntos intermedios.

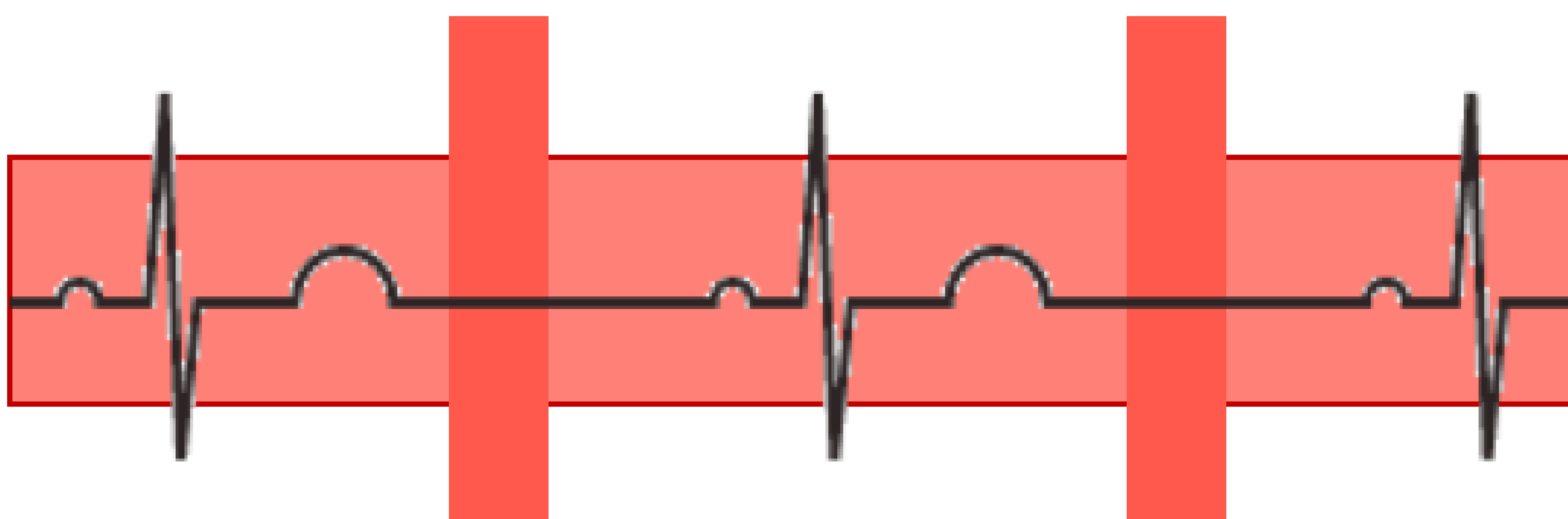


Figura 4. Esquema de la activación retrospectiva del ECG. Los rectángulos rojos representan los momentos del ciclo cardíaco en los que dispara el escáner (fase diastólica).

La activación retrospectiva permite realizar una evaluación funcional, valorar el movimiento de la válvula y de la pared del ventrículo izquierdo.

El principal inconveniente de esta técnica es la alta exposición a la radiación.

INTERPRETACIÓN DEL TCMD

En la valoración dimensiones de la raíz aórtica y la morfología valvular.

- Dimensiones de la raíz aórtica

Se miden en tres niveles: el **anillo**, el **punto medio de los senos de Valsalva** y la **unión sinotubular**.

Para ello, se realiza una reconstrucción oblicua sagital “optimizada” del tracto de salida del ventrículo izquierdo (LVOT), en fase diastólica media, siguiendo los siguientes pasos:

- Inicialmente, se realiza una reconstrucción de un plano coronal LVOT, trazando una línea que corta el punto medio de la válvula aórtica y el LVOT.
- Posteriormente, se selecciona un plano que corta el LVOT y el vértice del ventrículo izquierdo, obteniendo así una imagen oblicua sagital “desplazada”.
- Alineamos el punto medio de válvula aórtica, la válvula mitral y el vértice del VI para obtener, finalmente, la imagen oblicua sagital “optimizada”.
- En esta vista, trazando una línea perpendicular a los senos de Valsalva, obtenemos un plano de sección transversal que se considera el más reproducible para la medición de las dimensiones de la raíz aórtica.



Figura 5. TC con CIV. Pasos para obtener una reconstrucción oblicua sagital “optimizada”. **a.** Corte axial a nivel de la válvula aórtica. Se selecciona un plano que corta la válvula aórtica y el tracto de salida del ventrículo izquierdo (línea roja). **b.** Plano oblicuo coronal del LVOT. Se selecciona un plano que corta la válvula y el LVOT (línea azul). **c.** Reconstrucción oblicua sagital optimizada. Las líneas granates demuestran la zona más indicada para valorar las dimensiones de la raíz aórtica. **d.** Sección transversal en el plano de la válvula aórtica; muestra una válvula tricúspide normal.

	♂	♀
Anillo	3,1	2,6
Punto medio de los senos de valsalva	4	3,6
Unión sinotubular	3,6	3,2

Tabla 1. Valores normales de las dimensiones de la válvula aórtica según el sexo.

- Morfología valvular: El número de folíolos, la presencia y el grado de calcificación valvular y el engrosamiento del borde libre.
- Evaluación de las arterias coronarias.

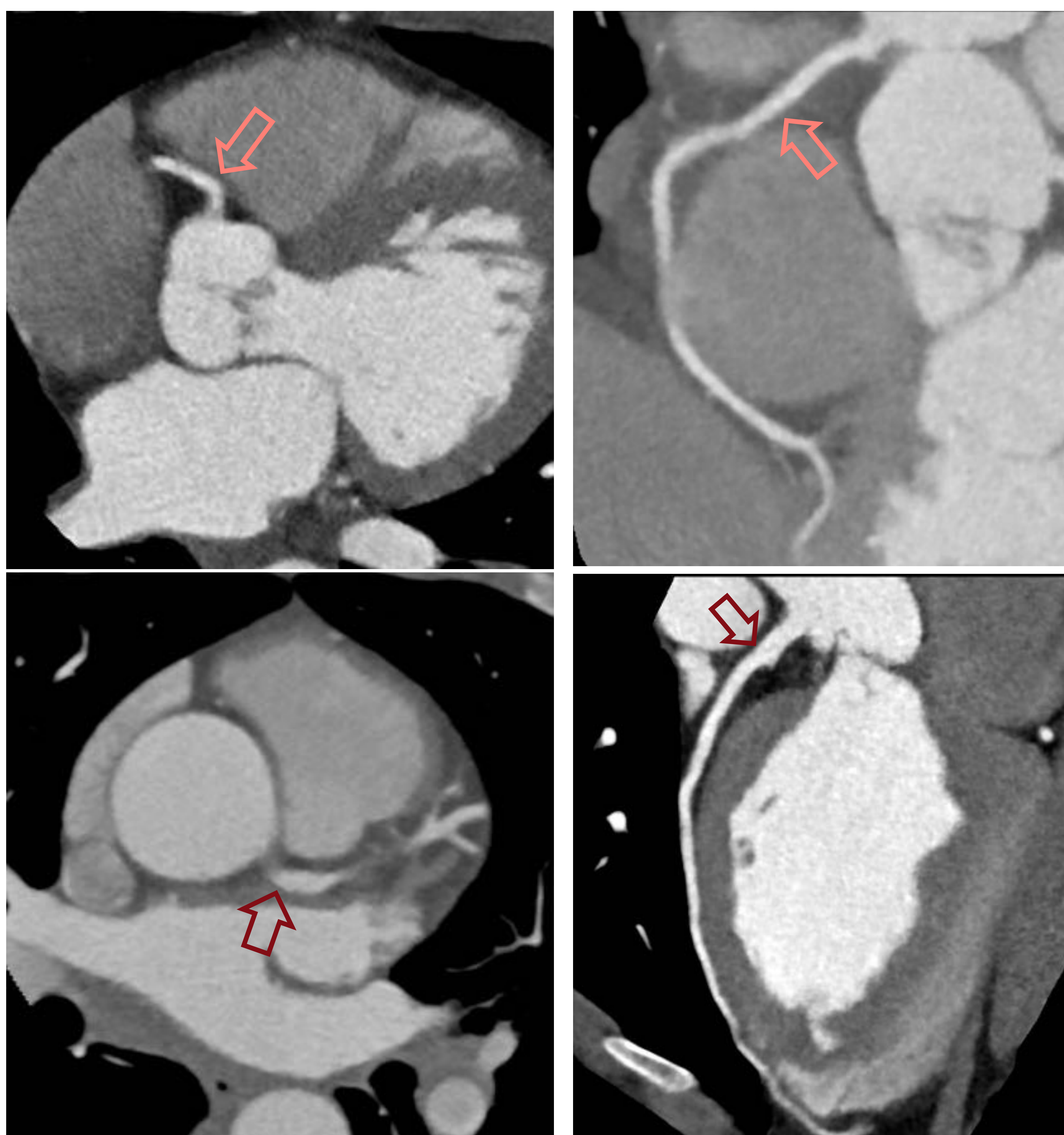


Figura 6. Estudio de las arterias coronarias. TC con CIV, cortes axiales y sagitales. a y b. Arteria coronaria derecha. c y d. Arteria coronaria izquierda.

- Estudio del VI:
 - Medición del grosor parietal: 12mm dentro del tabique y 8mm pared lateral.
 - Dimensión de la cavidad en fase diastólica: <6cm.
- Fracción de eyección: solo es posible medirlo mediante un método de sincronización retrospectivo.
- Finalmente, las dimensiones de la aorta torácica, en todos sus segmentos (ascendente, arco aórtico y descendente).

VARIANTES CONGÉNITAS DE LA VÁLVULA AÓRTICA

➤ VÁLVULA BICÚSPIDE

Es la **anomalía cardiaca congénita más común**, con una prevalencia del 1-2% de la población. La valvulopatía aórtica bicúspide (BAV) representa una alteración genética de herencia autosómico dominante, penetrancia incompleta y claro predominio en el género masculino (3: 1).

Comprende las anomalías congénitas en las que la válvula aórtica tiene solo dos cúspides en lugar de tres; que, habitualmente, son de distinto tamaño. La cúspide más grande suele ser resultado de una fusión congénita de una de las comisuras, conocida como rafe; puede visualizarse en TCMD como una línea de fusión. Si no se identifica esta línea de fusión se denomina BAV puro.

El patrón de fusión, en orden de frecuencia, es:

- **Izquierda y derecha** (70%). A menudo asociado a estenosis valvular y coartación aórtica.
- Derecha y no coronaria (28%). Asocia estenosis y regurgitación.
- Izquierda y no coronaria (2%)

Las clasificación de Sievers es la más utilizada El criterio principal para la descripción clínica es el número de rafes: tipo 0 (sin rafe), tipo 1 (1 rafe), tipo 2 (2 rafes).

A su vez, distingue dos subcategorías: la primera, determinada por la posición de las cúspides (tipo 0) y los rafes (tipos I y II); y la segunda, determinada por la función valvular.

La válvula bicúspide se asocia con otras malformaciones como la coartación aórtica (presente en el 25% de los pacientes) y con una mayor incidencia de complicaciones como:

- **Estenosis**
- **Regurgitación.**
 - * Es la causa más común de estenosis aórtica y regurgitación en menores de 65 años.
- **Dilatación de la aorta ascendente.** En pacientes asintomáticos, un diámetro de 4-5cm (dependiendo también de otras variables) es indicación de intervención.
- Endocarditis
- Disección aórtica.

Se ha demostrado que la TCMD obtiene resultados comparables a RM y ETT, con mayor precisión en válvulas calcificadas; la calcificación suele predominar a lo largo de la línea de fusión y la base de unión entre las valvas.

Se visualiza mejor en la sístole, con apariencia de “**boca de pez**”: orificio de forma elíptica a diferencia de la válvula tricúspide normal cuyo orificio es triangular.

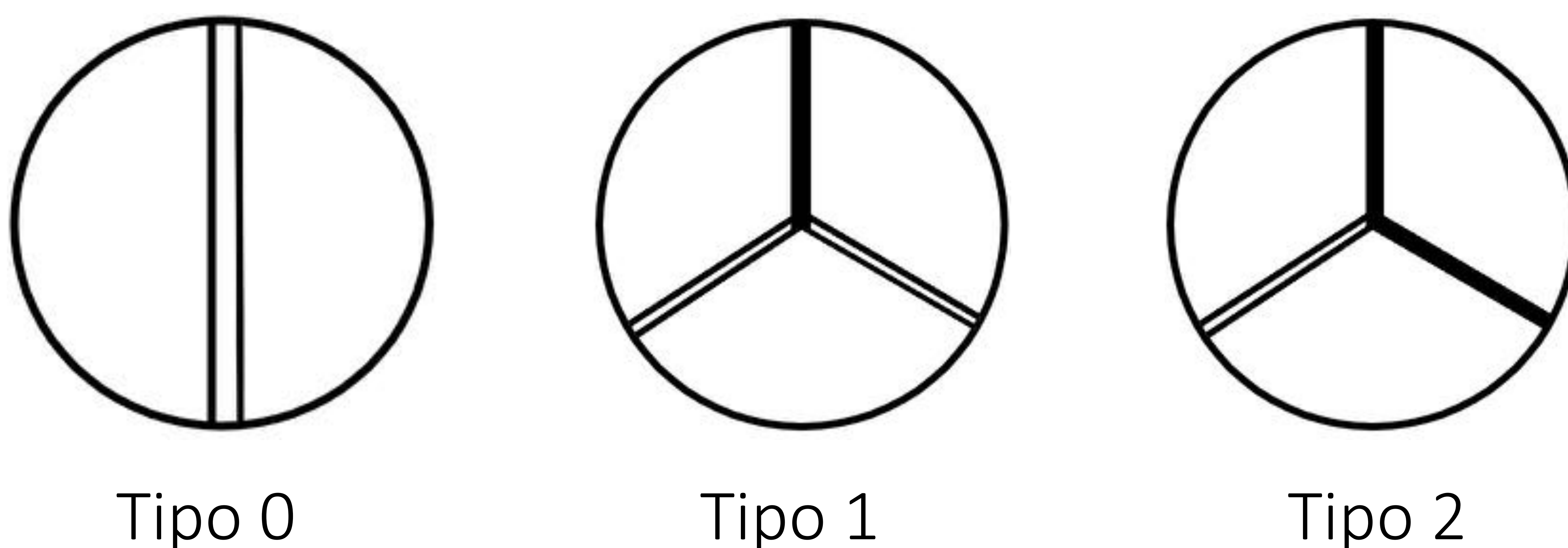


Figura 7. Clasificación de Sievers.

- Tipo 0 (7%): Dos cúspides iguales, no tiene rafe. A su vez, se puede subdividir en: lateral (con cúspides derecha e izquierda) y anteroposterior (con cúspides anterior y posterior).
- Tipo 1 (más frecuente - 88%): Dos cúspides y un rafe. Se subdivide en tres: el más común es el subtipo a, con fusión de las cúspides derecha e izquierda. El subtipo b corresponde a la fusión de la cúspide derecha y no coronárica; y el tipo c a la izquierda y no coronárica.
- Tipo 2 (5%): Dos cúspides y dos rafe.

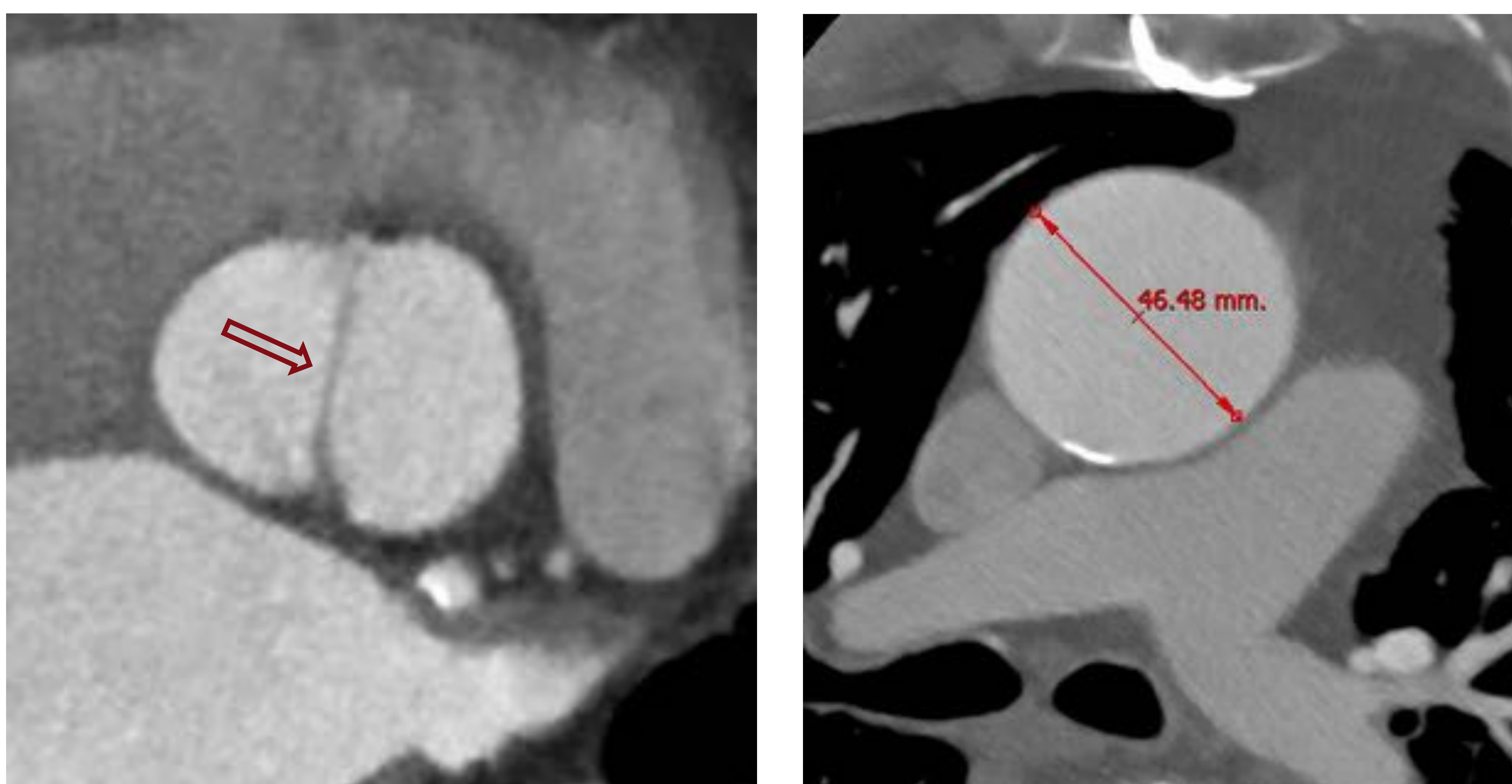


Figura 8. Válvula aórtica bicúspide con fusión del seno coronario derecho y no coronárico (tipo 1b). a. Corte transversal de TC a través del plano de la válvula aórtica en fase diastólica que muestra una única línea de fusión (flecha). c. Asocia dilatación de la aorta ascendente (46mm).

➤ VÁLVULA CUADRICÚSPIDE

La válvula aórtica cuatricúspide (4 valvas) es una anomalía congénita rara. Con frecuencia se diagnostica y precisa tratamiento en la quinta-sexta década de la vida.

Se asocia con valvulopatía y aortopatía a una edad más temprana que en pacientes con válvula bicúspide. Están muy relacionadas con la **regurgitación aórtica** (75%), en lugar de estenosis. Aproximadamente un 20% de los pacientes afectados tiene anomalías coronarias congénitas coexistentes (con mayor frecuencia una arteria coronaria única).

Existen dos clasificaciones de utilidad:

- La clasificación de **Hurwitz y Roberts**, distingue 7 tipos (de la A a la G), basándose en el tamaño y simetría de las cúspides. Los grupos A, B y C representan más del 85% de los casos.



Figura 9. Grupos A, B y C de la clasificación de Hurwitz y Roberts. a. Cuatro cúspides iguales. **b.** Tres cúspides iguales y una más pequeña. **c.** Dos cúspides grandes iguales y dos cúspides pequeñas iguales.

- La clasificación de **Nakamura**, distingue 4 tipos, basándose en la posición de la cúspide supranumeraria.

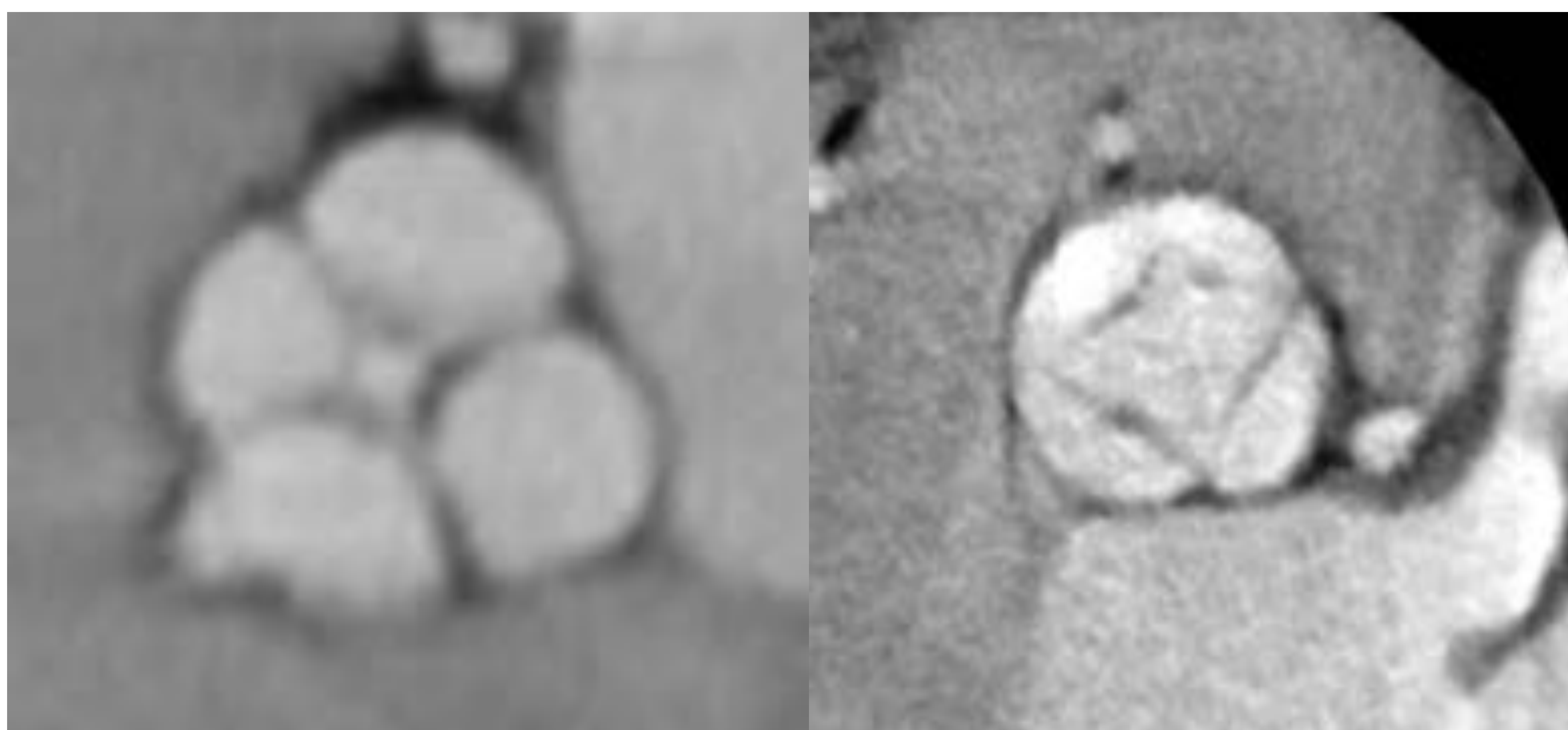


Figura 10. Válvula aórtica quadricúspide. Corte transversal de TC a través del plano de la válvula aórtica **a.** Fase diastólica. Muestra una válvula aórtica cerrada con cuatro cúspides **b.** Fase sistólica. Muestra la válvula aórtica abierta.

➤ VÁLVULA AÓRTICA UNICÚSPIDE

Es también una anomalía rara, con una incidencia de aproximadamente 0.02 %. Se caracteriza por una única comisura, más comúnmente en posición posterior izquierda. Asocia estenosis aórtica precoz y dilatación aneurismática de la aorta ascendente. Con frecuencia, los pacientes, requieren reemplazo valvular en la tercera a la quinta décadas de la vida.

CONCLUSIONES

- La válvula aórtica puede verse afectada por una amplia variedad de enfermedades congénitas y adquiridas. Los radiólogos deben estar familiarizados con el papel de la TCMD, conocer sus indicaciones, ventajas y limitaciones, y así aconsejar y dirigir una estrategia de imagen adecuada según la pregunta clínica.
- La valoración del anillo aórtico mediante TC permite delimitar de forma más precisa la anatomía valvular y perivalvular, detectar variantes anatómicas y realizar una medición más exacta del anillo aórtico, previo al reemplazo valvular aórtico transcatóter (TAVI).

REFERENCIAS

- Hoey ET, Ganeshan A. Multi-detector CT angiography of the aortic valve-Part 1: anatomy, technique and systematic approach to interpretation. *Quant Imaging Med Surg.* 2014;4(4):265–272.
- Hoey ET, Ganeshan A. Multi-detector CT angiography of the aortic valve-Part 2: disease specific findings. *Quant Imaging Med Surg.* 2014;4(4):273–281.
- Bennett C, Maleszewski J, Araoz P. CT and MR Imaging of the Aortic Valve: Radiologic-Pathologic Correlation. *RadioGraphics.* 2012;32(5):1399-1420.
- Salgado R, Leipsic J, Shivalkar B, Ardies L, Van Herck P, Op de Beeck B et al. Preprocedural CT Evaluation of Transcatheter Aortic Valve Replacement: What the Radiologist Needs to Know. *RadioGraphics.* 2014;34(6):1491-1514.
- Chen J, Manning M, Frazier A, Jeudy J, White C. CT Angiography of the Cardiac Valves: Normal, Diseased, and Postoperative Appearances. *RadioGraphics.* 2009;29(5):1393-1412.
- Guillén M, Ros L, Angulo E, Yagüe D, Núñez M. Evaluación de los pacientes candidatos a implante transcatóter de válvula aórtica mediante tomografía computarizada multidetector. *Radiología.* 2018;60(1):24-38.