

Tomografía Computarizada en el Implante Transcatéter de la Válvula Aórtica: Antes y Después

Susana A. Otero Muinelo

Unidad de Radiología Cardiorádica. Hospital Universitario de A Coruña, A Coruña.

La autora no posee conflictos de interés.

Objetivo docente

1. Explicar qué es la TAVI y para qué se utiliza.
 2. Exponer el papel de la TC en la evaluación del paciente candidato al implante y las implicaciones de los hallazgos de cara al procedimiento.
 3. Enumerar las indicaciones para realizar una TC post-implante.
-

Revisión del tema

TAVI/TAVR: implante o reemplazo transcatéter de la válvula aórtica

- Introducción de una válvula bioprotésica a través de un catéter
 - Vía retrógrada transarterial: acceso femoral, subclavio, transcarotídeo, transaórtico...
 - Vía anterógrada transapical
 - Tratamiento de la estenosis aórtica
 - Valvulopatía primaria más frecuente en países desarrollados y que más frecuentemente necesita intervención. Prevalencia global del 5% y del 2-3% en mayores de 75 años
 - Obstrucción del tracto de salida del VI (TSVI) a nivel valvular o supravalvular
 - Enfermedad progresiva hacia la calcificación masiva de los velos, que los hace inmóviles
 - Clínica: disnea e insuficiencia cardíaca
 - En estadio final la supervivencia a dos años es del 50% o menor
-

Revisión del tema

TAVI/TAVR: implante o reemplazo transcatóter de la válvula aórtica

- Diagnóstico con ecocardiografía
 - Velocidad pico del flujo transvalvular >4 ml/s
 - Gradiente >40 mmHg
 - Área valvular ≤ 1 cm²
 - Indicaciones
 - Sintomáticos
 - >75 años, esperanza de vida >1 año
 - Alto riesgo para sustitución quirúrgica
 - Ejes vasculares válidos
-

La TC pre-TAVI

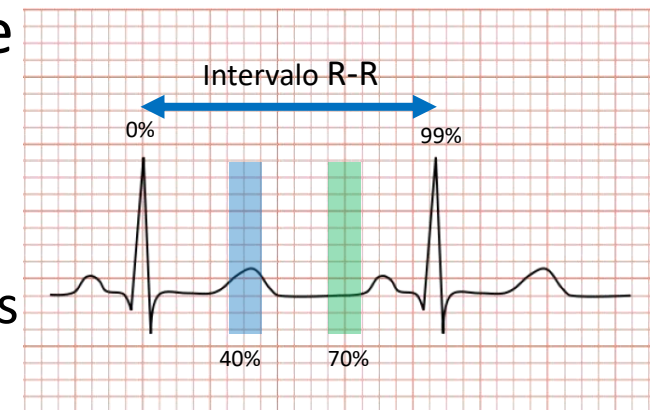
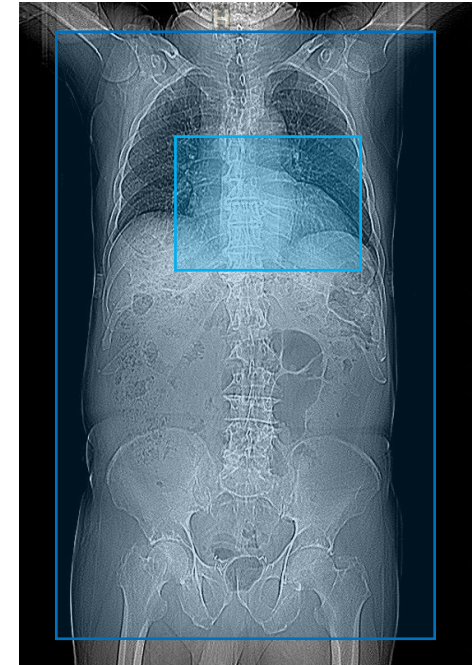
La TC es la técnica no invasiva de elección en la valoración de los pacientes candidatos a TAVI. Nos permite valorar:

- Anatomía de la válvula aórtica
 - Extensión y distribución de las calcificaciones valvulares y vasculares
 - Tamaño y morfología de la raíz aórtica
 - Riesgo de oclusión de los *ostia* coronarios
 - Proyecciones fluoroscópicas óptimas para la liberación de la prótesis
 - Viabilidad del acceso vascular
 - Hallazgos extraaórticos que condicionen la ejecución del procedimiento
-

La TC pre-TAVI

Consideraciones técnicas y protocolo

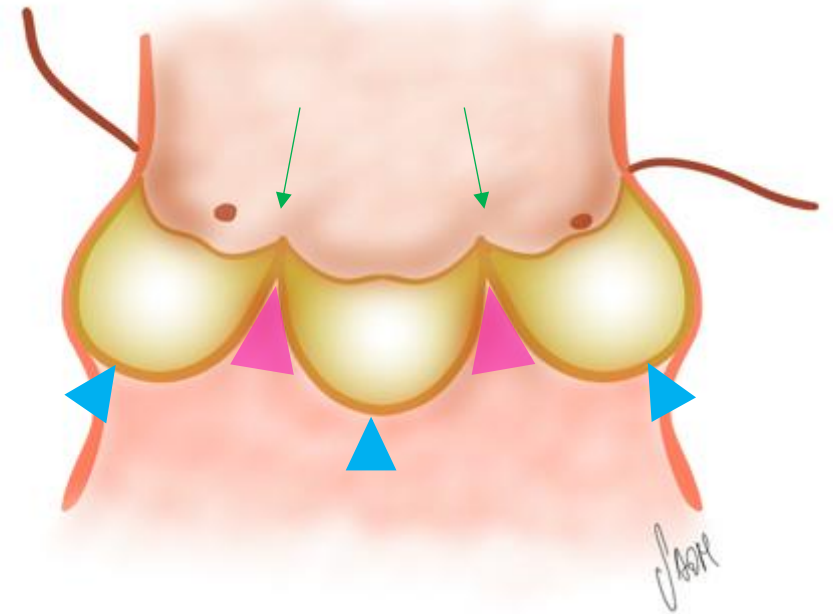
- TC multidetector de al menos 64 filas de detectores
- Volumen con sincronismo de la raíz aórtica/corazón completo
 - Sístole para valoración del anillo aórtico (≈ 40 R-R)
 - Diástole para valoración de arterias coronarias ($\approx 70\%$ R-R)
- Hélice sin sincronismo en fase arterial para valoración de accesos vasculares
- Principio ALARA
 - Dosis de radiación y volumen de contraste
 - La nitroglicerina está contraindicada en pacientes con estenosis aórtica



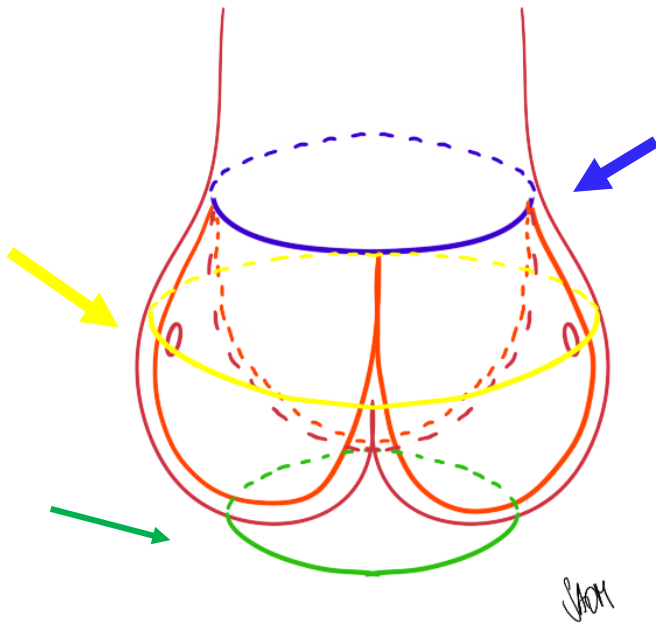
Anatomía de la raíz aórtica

La raíz aórtica es una continuación del TSVI que va desde la inserción basal de los velos valvulares aórticos en el ventrículo izquierdo hasta la unión sinotubular.

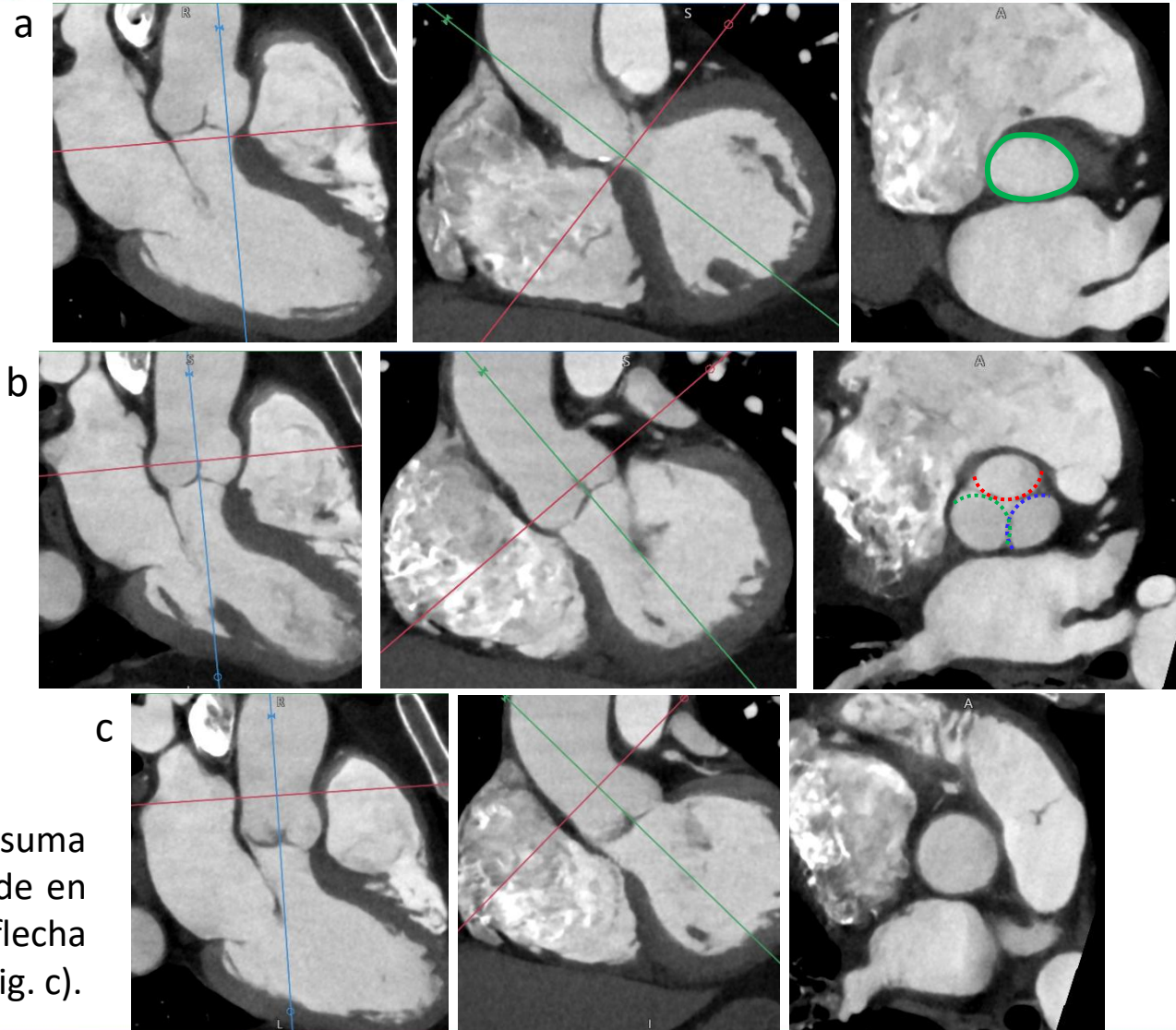
La conforman los senos de Valsalva (en azul), los triángulos fibrosos intercomisurales (en rosa) y las comisuras propiamente dichas (flechas verdes).



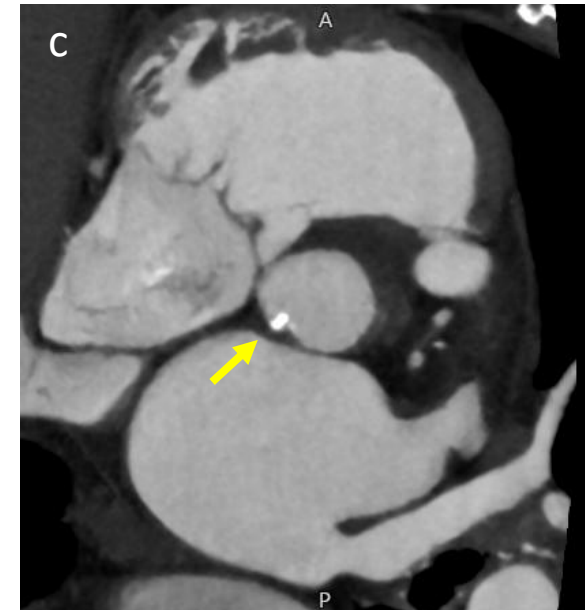
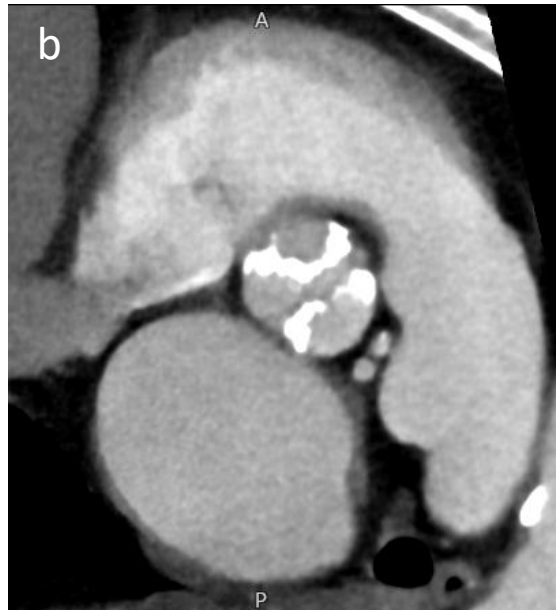
Raíz aórtica



La raíz aórtica consta de tres estructuras de suma relevancia en la TAVI: el anillo valvular (flecha verde en el esquema, fig. a), los senos de Valsalva (flecha amarilla, fig. b) y la unión sinotubular (flecha azul, fig. c).



Anatomía de la válvula, severidad y distribución de las calcificaciones



El lugar de anclaje de la prótesis comprende las cúspides valvulares, el anillo aórtico y el TSVI.

La calcificación severa del TSVI y de la válvula aórtica se relaciona con incremento del riesgo de regurgitación paravalvular cuando el calcio protruye en el TSVI, sobre todo la calcificación en la vertiente de la cúspide no coronariana. Describiremos subjetivamente la entidad de las calcificaciones y su protrusión en el anillo.

Fig. a: válvula trivalva. Fig. b: válvula bicúspide. Fig. c: calcificación del TSVI en la cúspide no coronariana (flecha).

Anillo valvular



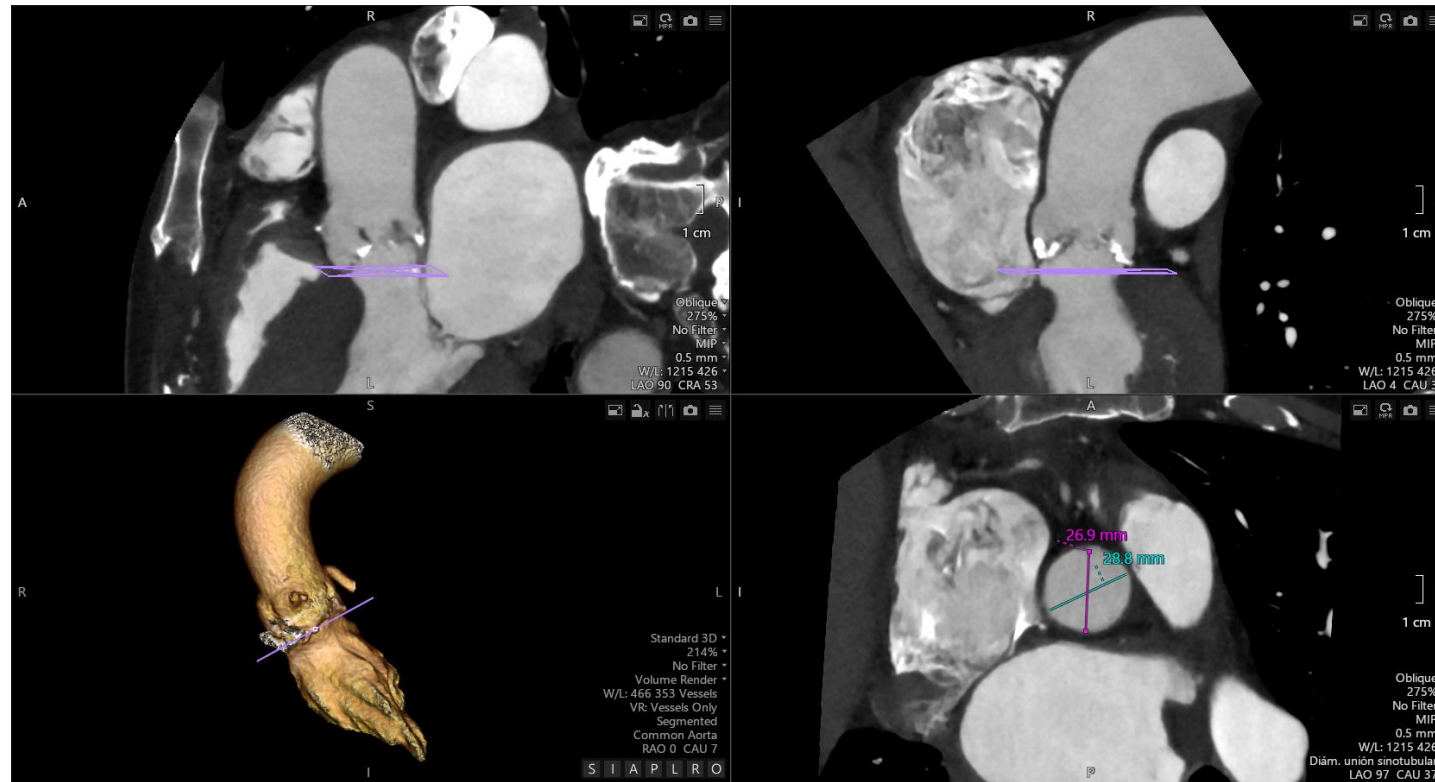
Se conoce como anillo valvular o plano anular a un anillo virtual que une los puntos más bajos de inserción de los velos aórticos [Figs. a, b y c: punto rojo (seno coronariano derecho), punto verde (seno no coronariano) y punto azul (seno coronariano izquierdo) en las figuras a, b, c y e]. Se localiza en la pared del VI, ligeramente por debajo de la unión ventrículo-aórtica. En ese punto, el perímetro es ligeramente ovalado (fig. d) y alcanza su mayor dimensión durante la sístole. Aquí la TC presenta una clara ventaja respecto a las técnicas de imagen en 2D (como la ecografía transtorácica o transesofágica), que visualizan frecuentemente el diámetro menor del anillo y al suponerlo circular, terminan por infraestimar su tamaño.

Anchura de los senos de Valsalva



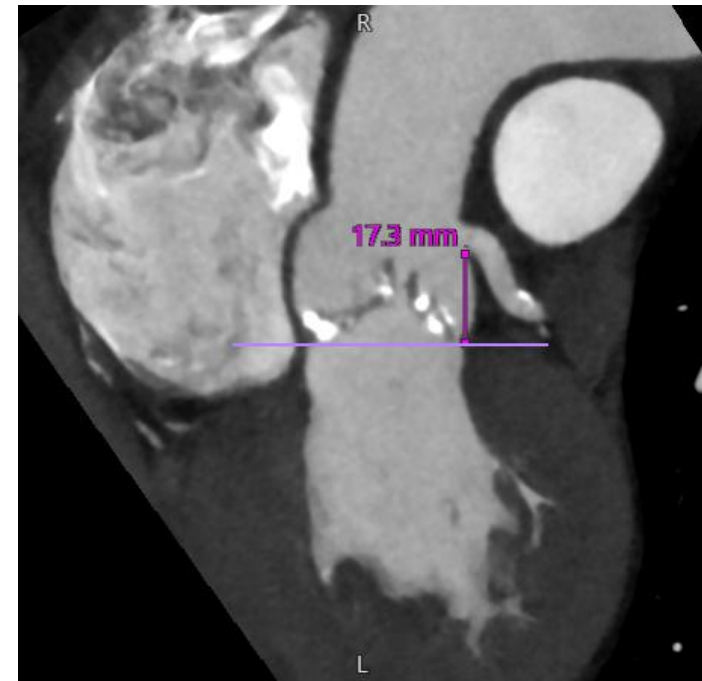
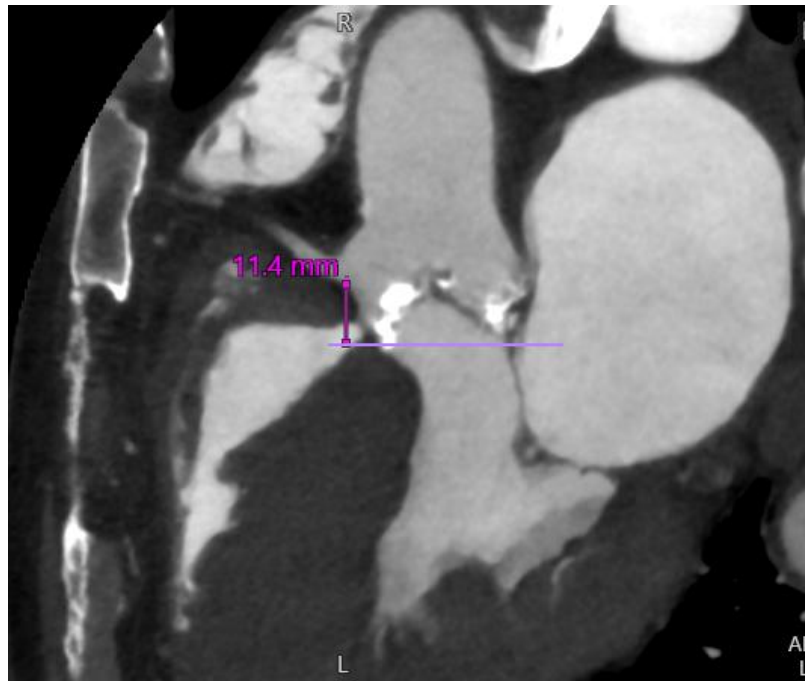
Se dan tres medidas de las distancias cúspide a comisura opuesta en el mismo plano que el anillo valvular (sin modificar la orientación de los ejes), dado que la prótesis TAVI es cilíndrica y no describirá curvatura una vez abierta en su zona de anclaje.

Unión sinotubular



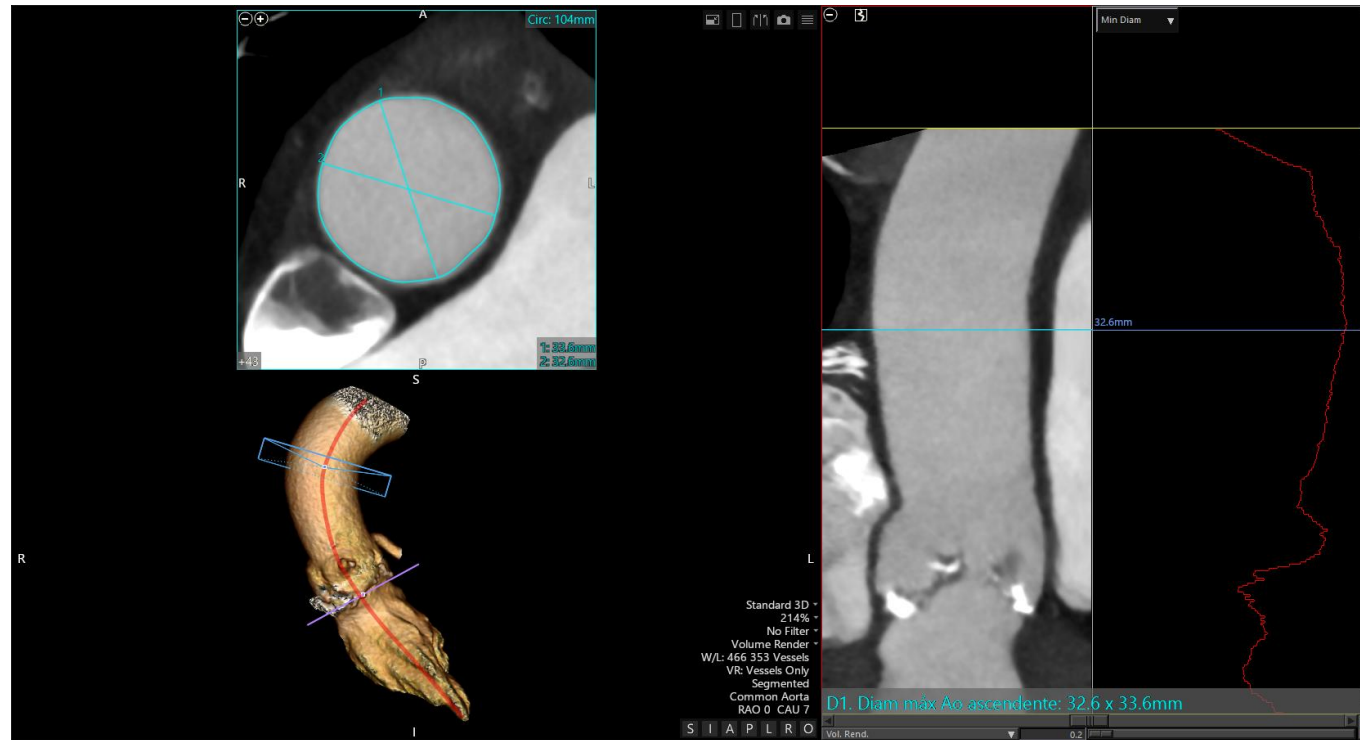
Se incluirá en el informe el diámetro de la unión sinotubular.

Distancia a los *ostia* coronarios



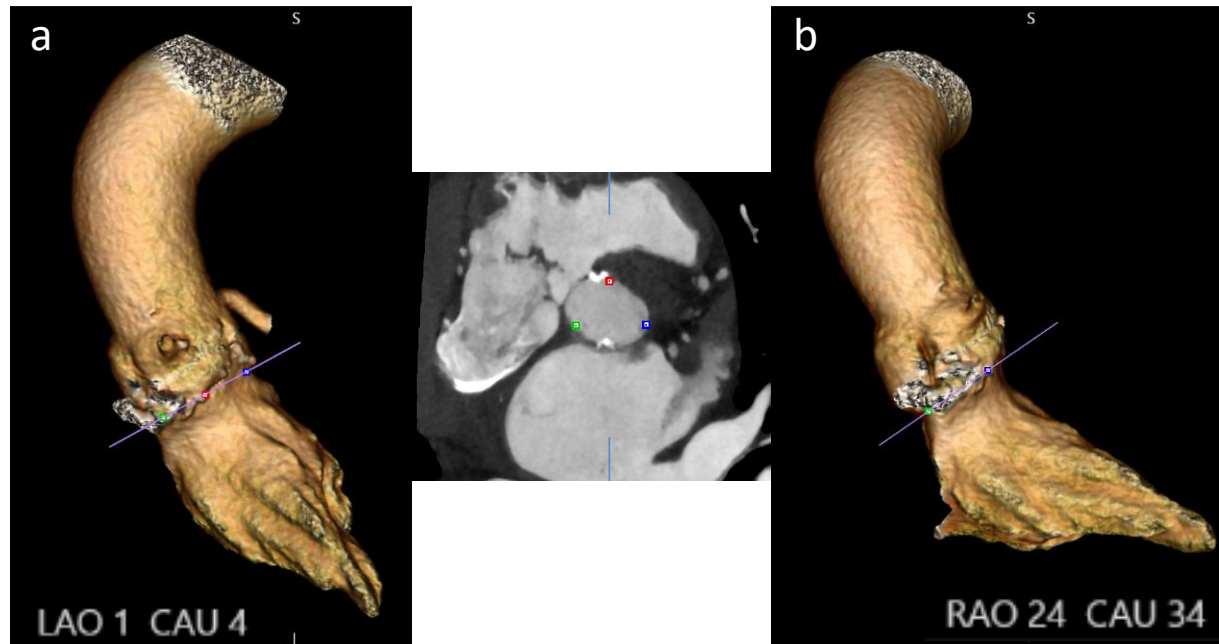
La distancia del plano valvular a los *ostia* coronarios es de gran relevancia por el riesgo de oclusión coronaria en el despliegue de la prótesis. Se considera que la distancia mínima para llevar a cabo el procedimiento con seguridad es de 10 mm.

Aorta ascendente



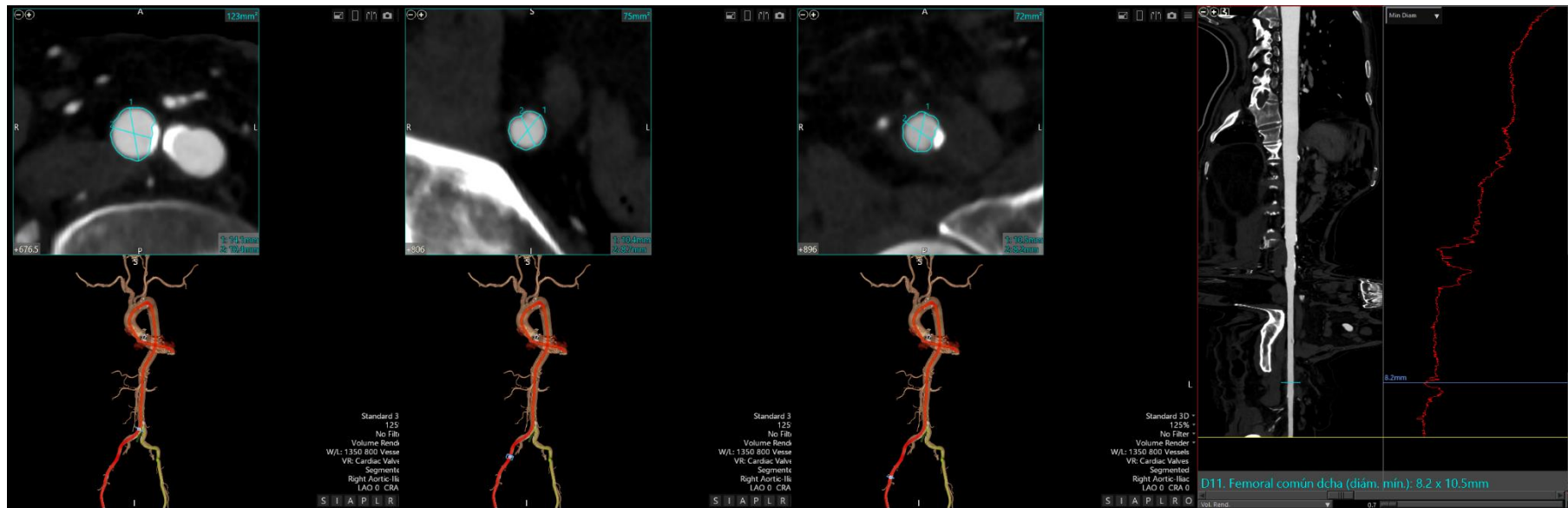
Se aportará información sobre el diámetro máximo de la aorta ascendente.

Proyecciones fluoroscópicas



Aportando información acerca de la angulación del tubo de fluoroscopia, pretendemos ayudar al hemodinamista a localizar el plano valvular en la sala y así acortar el tiempo de escopia y el volumen de contraste administrado. La **proyección de trabajo** (fig. a) es aquella paralela al plano valvular en que las tres cúspides aparecen alineadas y equidistantes, con la cúspide coronariana derecha en el centro. La proyección de superposición de cúspides o **“cusps overlap”** (fig. b), también es paralela al plano valvular, pero rotando el tubo de forma que las cúspides coronarianas aparecen superpuestas dejando “aislada” a la cúspide no coronariana (punto verde).

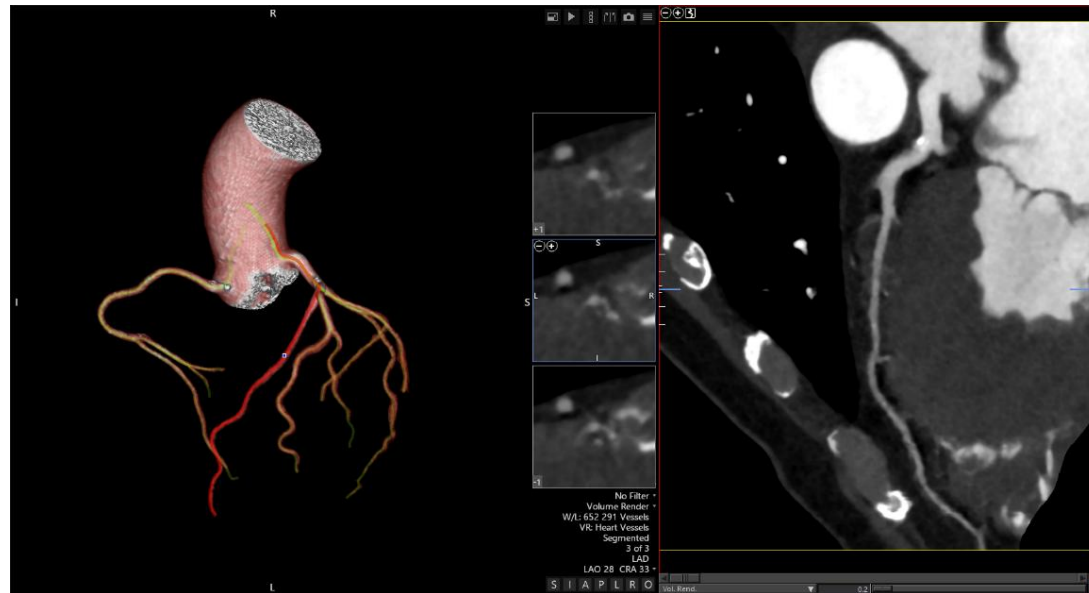
Evaluación de los accesos



Dado que el acceso más frecuentemente empleado para la TAVI es el transfemoral, valoraremos el diámetro de los ejes iliofemorales y aportaremos información sobre las calcificaciones vasculares y la tortuosidad de los vasos. Se considera mínimo el diámetro de 6 mm para asegurar la validez de los accesos femorales, dado que la mayoría de dispositivos TAVI utilizan un sistema de calibre 18F.

En caso de que los ejes iliofemorales no sean válidos (por su diámetro, presencia de disecciones, aneurismas, bifurcación femoral precoz...) analizaremos las arterias subclavas y carótidas comunes.

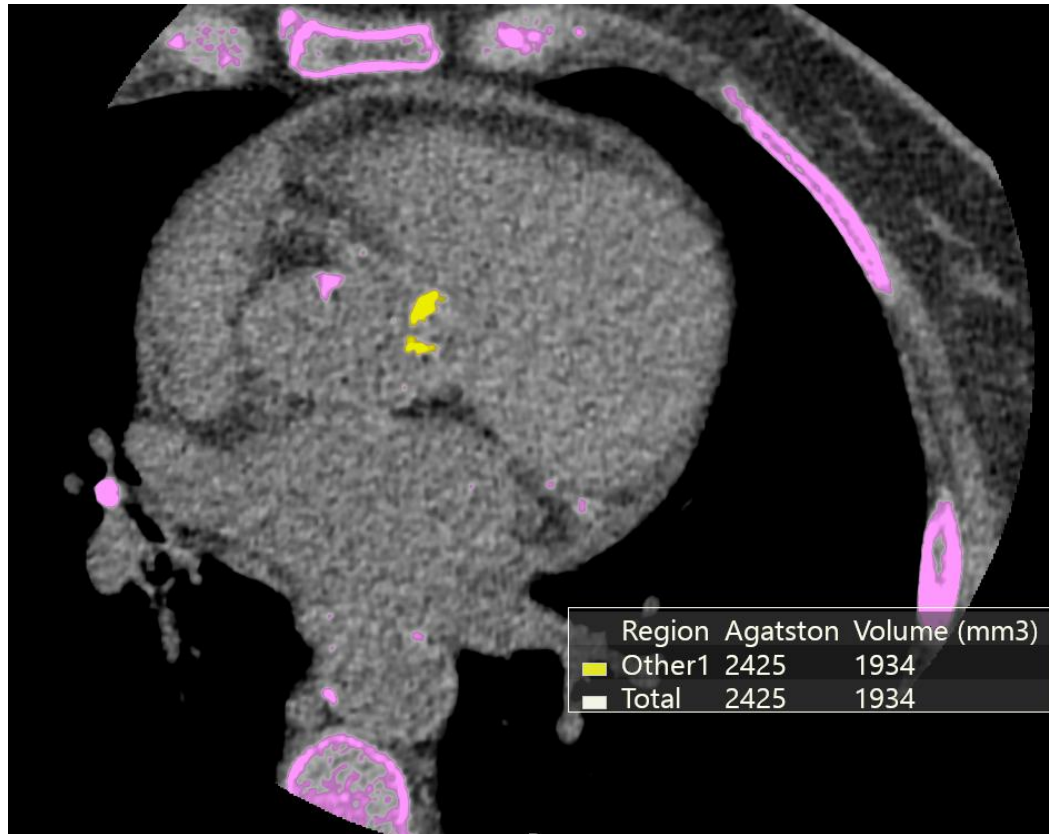
Valoración de las arterias coronarias



La administración de nitroglicerina sublingual está contraindicada en los pacientes con estenosis aórtica, ya que son incapaces de aumentar el volumen sistólico ante la disminución de la precarga y responder a la hipotensión provocada por la vasodilatación periférica, que puede ser mortal.

Tradicionalmente, todos los pacientes programados para tratamiento con TAVI eran valorados con angiografía para identificar la presencia de estenosis coronaria que precisase angioplastia previa al implante. Actualmente, incluyendo en la adquisición fases diastólicas, podemos valorar en el mismo estudio los segmentos coronarios proximales, con la ventaja que eso supone para pacientes de edad avanzada en los que debemos preservar la función renal y para optimizar la ocupación de las salas de hemodinámica.

Score CA



En casos de severidad dudosa de la estenosis aórtica valorada mediante ecocardiografía, el score de calcio obtenido con TC puede ayudar a la estratificación

- **Probabilidad de EA severa (Unidades Agatston)**

- **Varones**

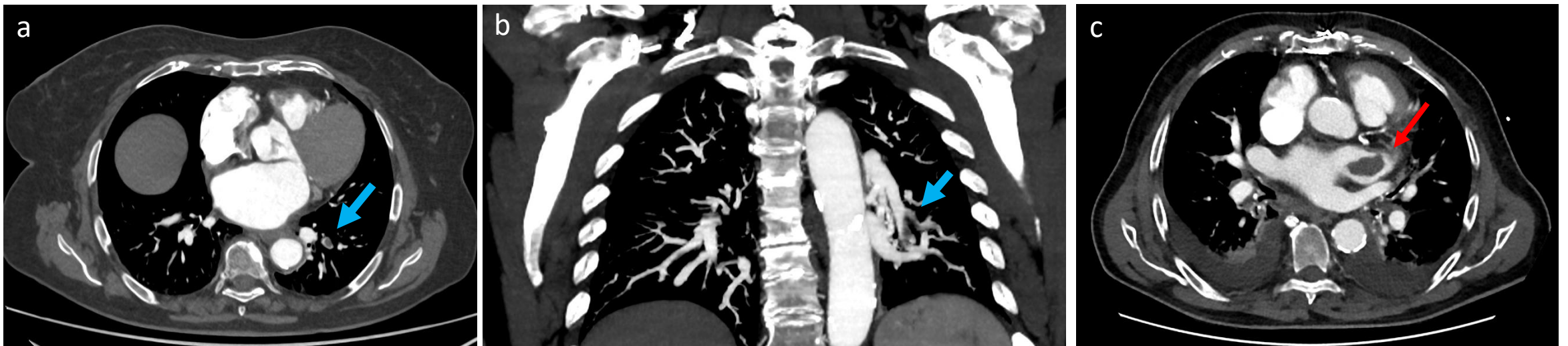
- > 3000: muy probable
- > 2000: probable
- < 1200: improbable

- **Mujeres**

- >1600: muy probable
- >1200: probable
- <800: improbable

Otros hallazgos

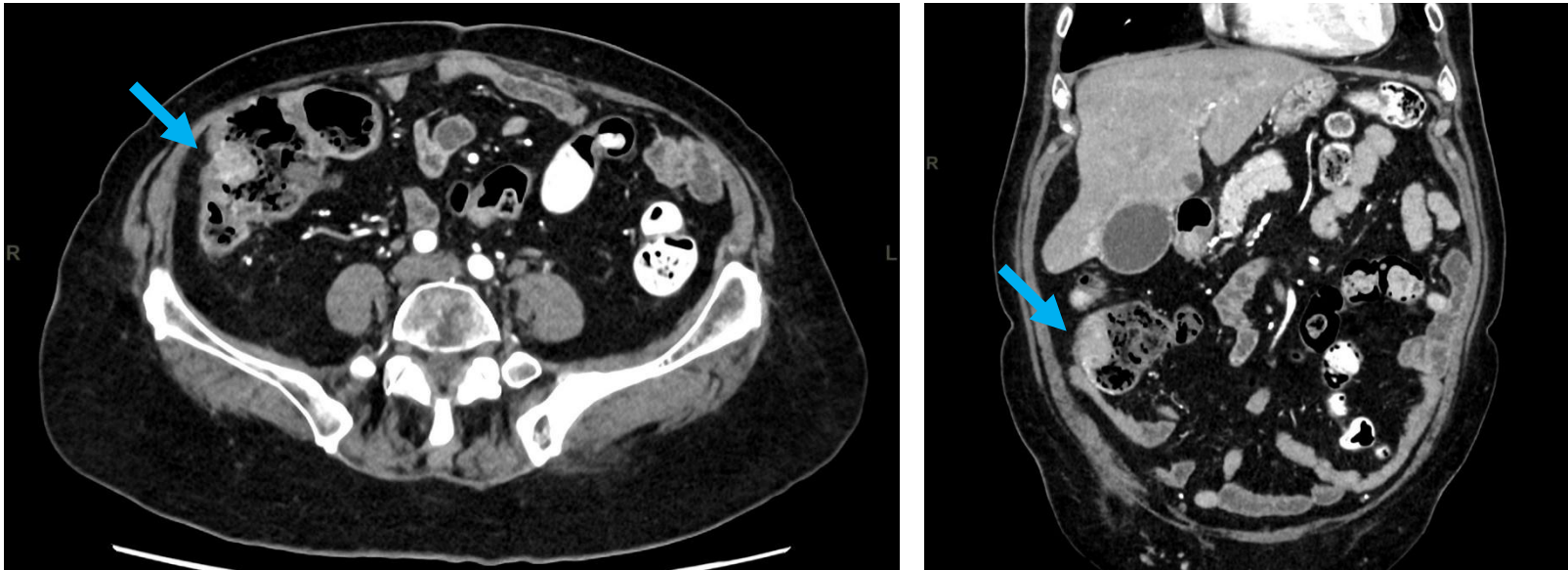
Existen hallazgos intra y extracardíacos que condicionan la realización del procedimiento, retrasándolo, contraindicándolo o excluyendo al paciente de su candidatura a intervención.



En las figs. a y b, las flechas azules señalan un defecto de repleción en una rama arterial pulmonar en relación con un tromboembolismo.

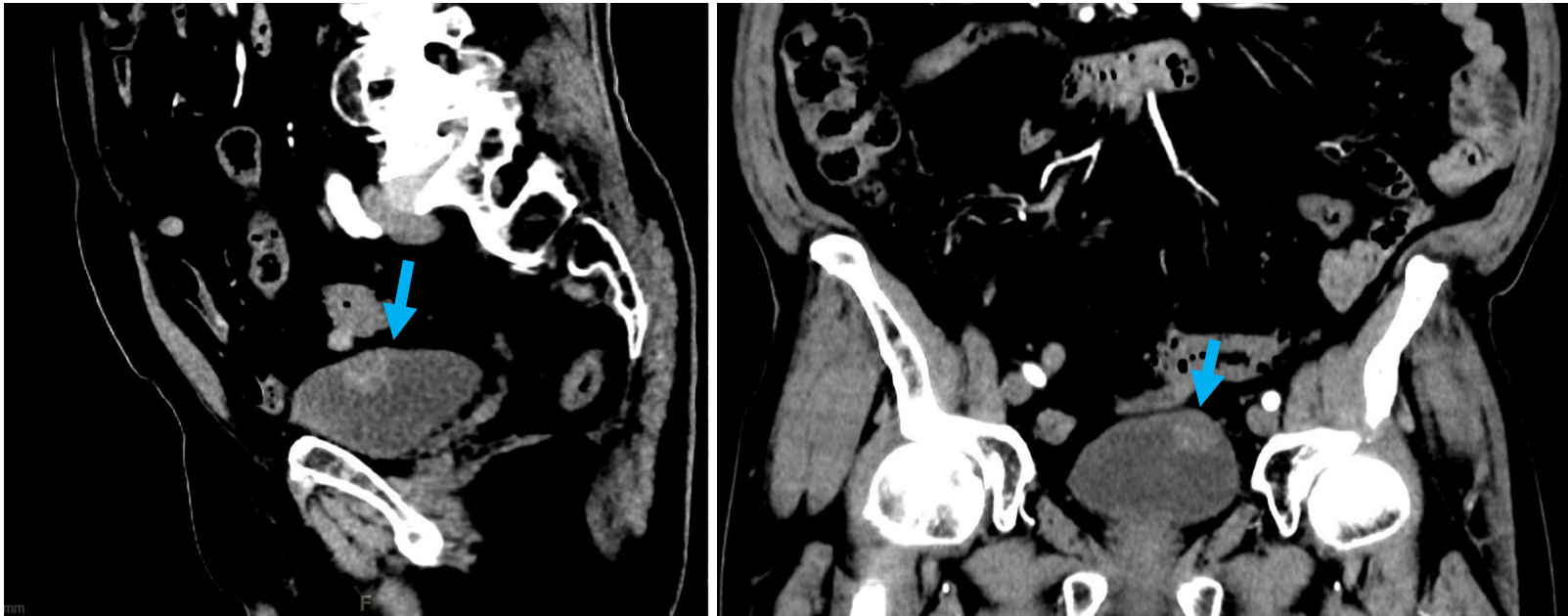
En la fig. c, la flecha roja señala un gran trombo en la aurícula y orejuela izquierda.

Otros hallazgos



La población candidata a TAVI es, en general, de edad avanzada, por lo que el riesgo neoplásico es relativamente alto y no es excepcional encontrar incidentalmente lesiones cancerosas. Es el caso de este paciente, en que se halló una lesión mural neoplásica en colon ascendente (flechas azules).

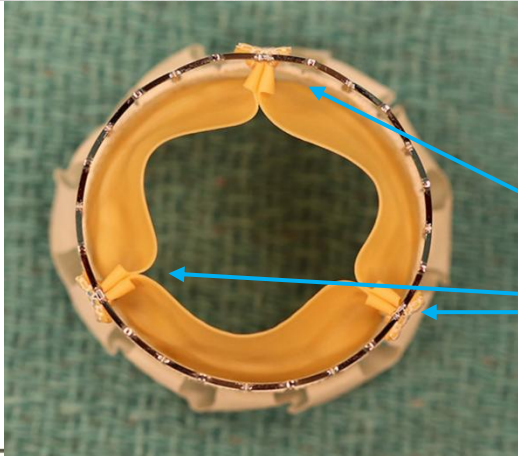
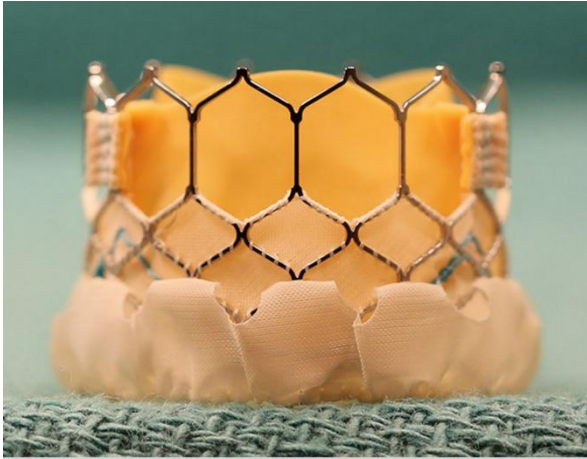
Otros hallazgos



En este paciente, se halló una tumoración vesical (flechas azules).

En estos casos, la estimación de supervivencia debe ser valorada previa a la TAVI, ya que sólo los pacientes con una esperanza de vida superior a un año serán candidatos al implante.

Dispositivos



Sapien S3 (Edwards Lifesciences)
Stent de cromo-cobalto y velos de
pericardio.

Expansible con balón.

Ø 18F

Tamaños disponibles:

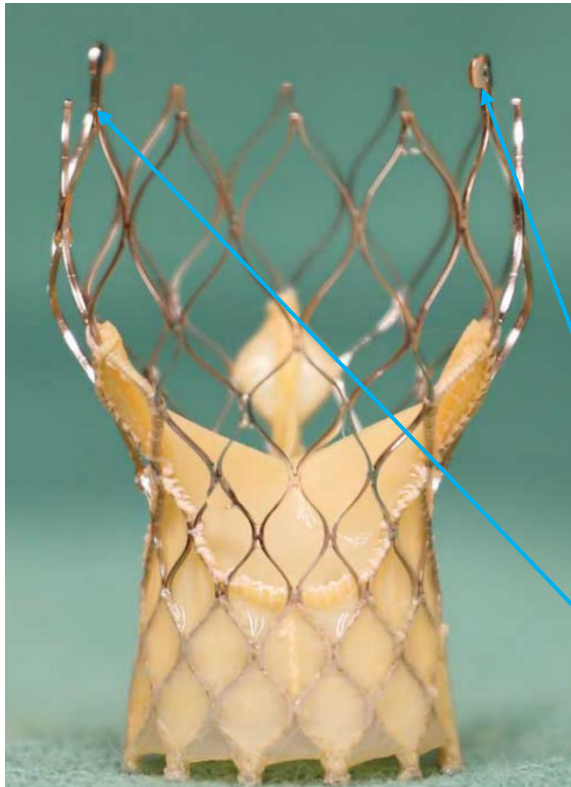
20. A: 15,5 mm, Ø16,5-19 mm

23. A: 18 mm, Ø 18,5-22 mm

26. A: 20 mm Ø 21-25 mm

29. A: 22,5 mm, Ø 25-28,5 mm

Postes comisurales



Marcas radiopacas

Evolut (Medtronic)

Stent de nitinol y velos de pericardio porcino. Autoexpansible.

Ø 18F

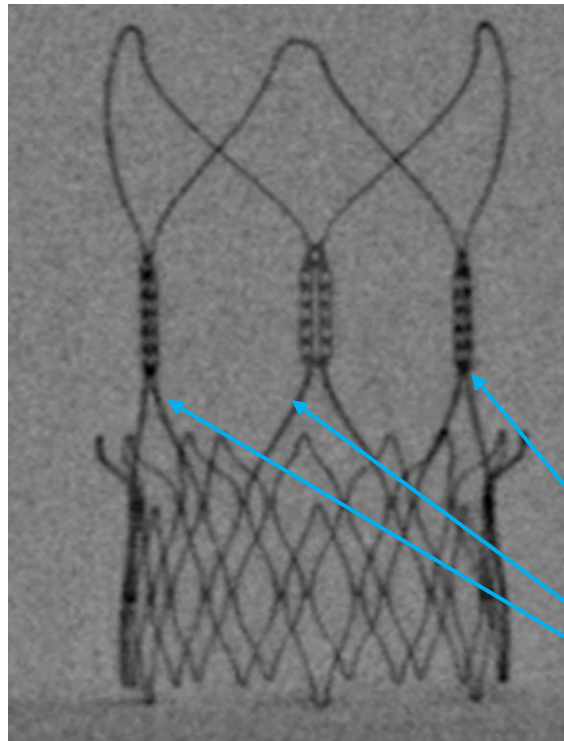
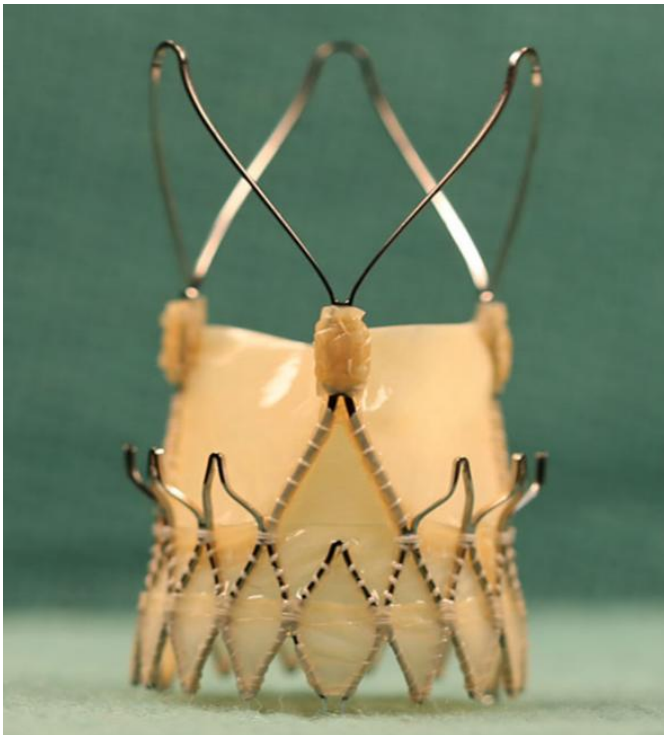
Tamaños disponibles

23. A: 45 mm, Ø17/18-20 mm

26. A: 45 mm, Ø20-23 mm

29. A: 45 mm, Ø23-26 mm

34. A: 46 mm, Ø26-30 mm



Acurate NEO (Boston Scientific)
Stent de nitinol y velos de pericardio
Autoexpansible

Ø 18F

Disponible en 3 tamaños:

S. A: 48 mm, Ø21-23 mm

M. A: 49 mm, Ø23-25 mm

L. A: 51 mm, Ø25-27 mm

Postes comisurales

La TC post-TAVI

La ecocardiografía es la técnica empleada de rutina

La TC cardíaca con sincronismo permite valorar:

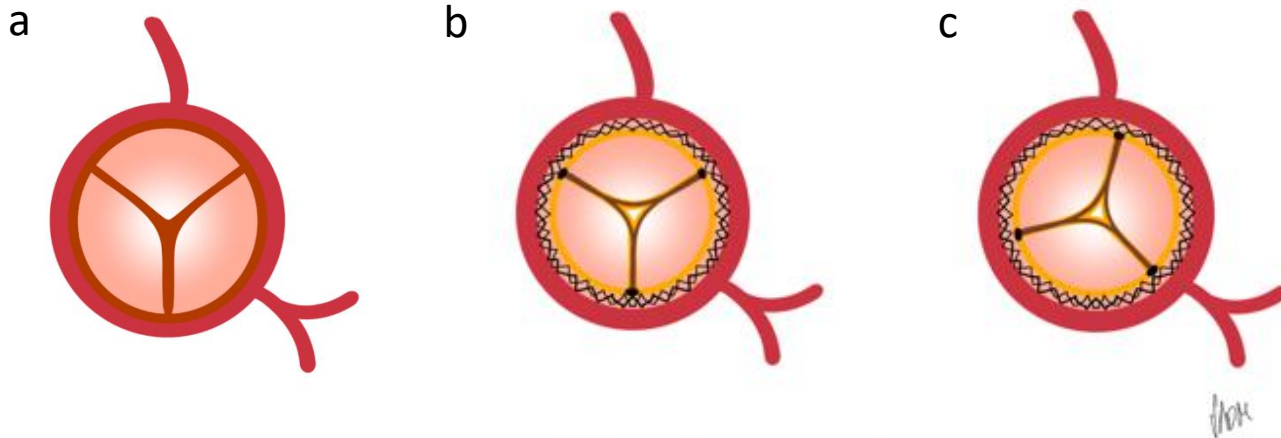
- Alineamiento comisural
- Trombosis de los velos
- Endocarditis
- Degeneración estructural

Otros protocolos de TC

- Según la sospecha diagnóstica
-

Alineamiento comisural

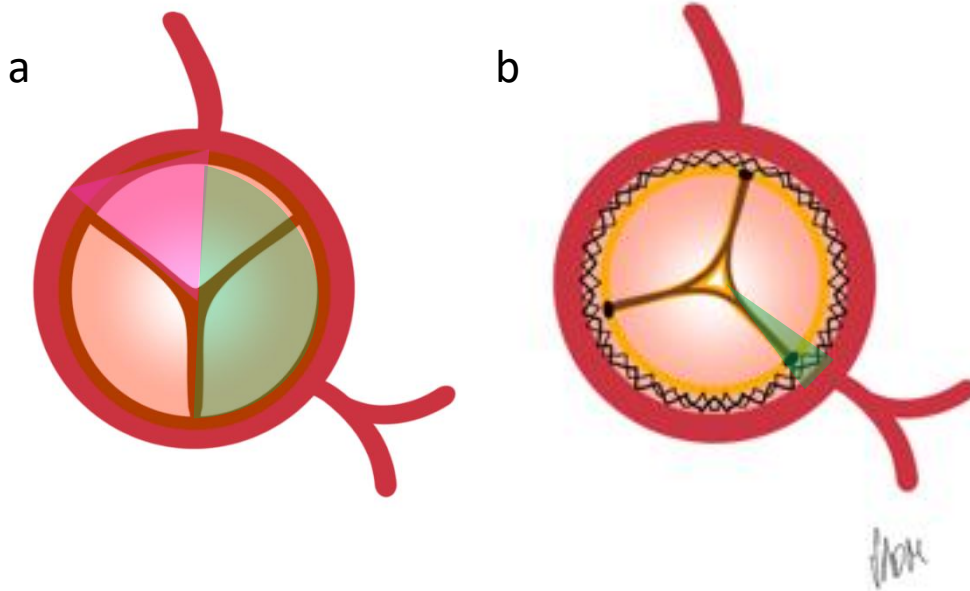
- Las TAVIs se liberan con una rotación aleatoria en la luz de la raíz aórtica, a diferencia de la sustitución valvular quirúrgica, en la que se suturan las neocomisuras a las comisuras nativas.
- Existen dispositivos de rotación del catéter en desarrollo para la planificación de la rotación de la válvula transcathéter y la alineación de los postes comisurales con la posición que ocupaban las comisuras nativas



En el esquema de la izquierda se muestra una válvula con sus comisuras nativas (a), una TAVI implantada con correcto alineamiento comisural, donde los postes coinciden con la posición de las comisuras nativas (b) y un caso de mal alineamiento comisural (c).

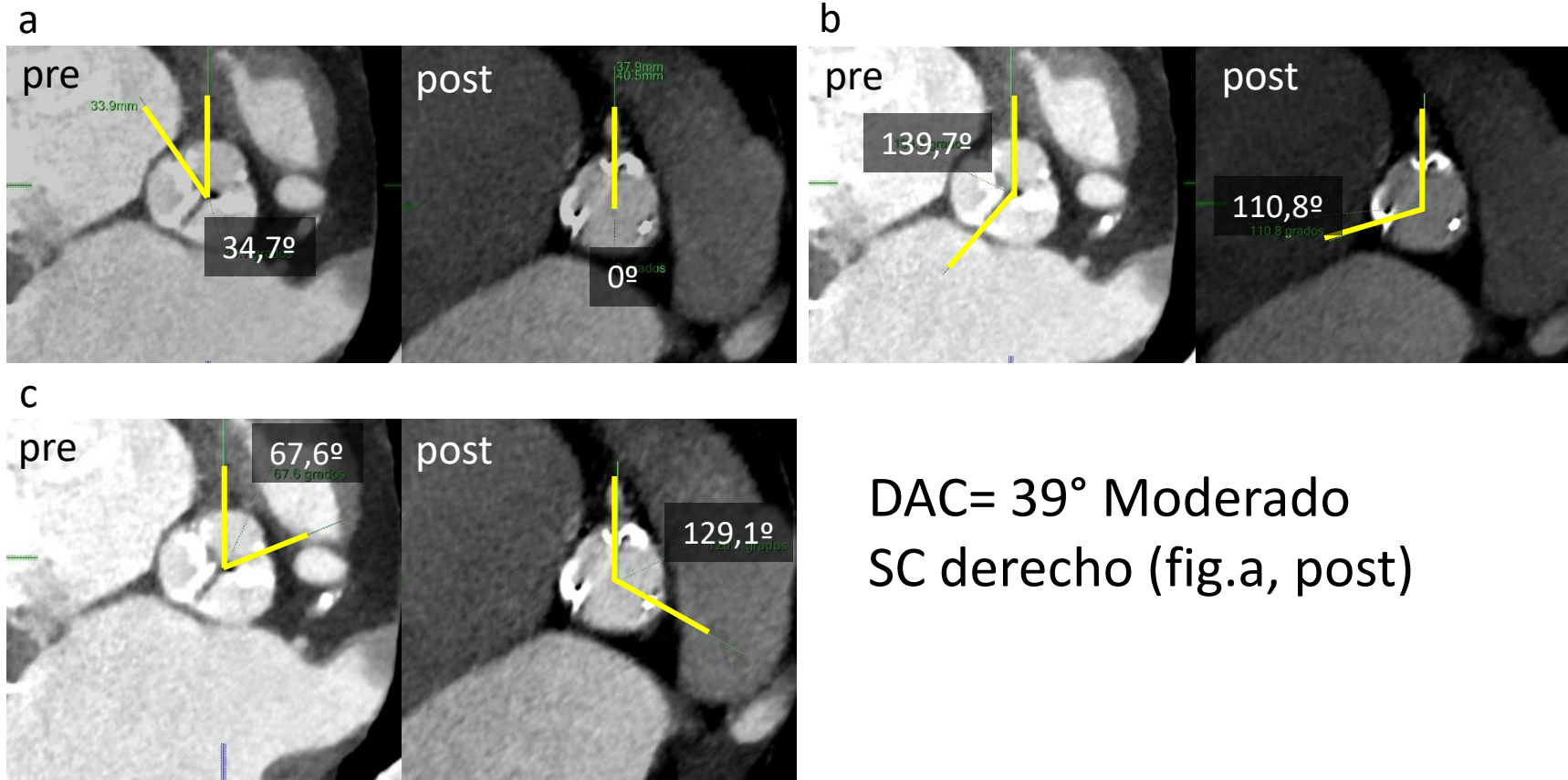
Defecto medio de alineamiento comisural

Solapamiento coronario



- **DAC.** Se calcula el ángulo que forma cada comisura nativa con la coronaria derecha (como referencia) en la TC pre-TAVI y a cada uno de esos valores se le resta el ángulo que forma en la TC post-TAVI la coronaria derecha con el poste comisural equivalente; obteniendo tres valores de los que se halla el promedio, a lo que se llama defecto medio de alineamiento.
 - 0-15°: alineado
 - 15-30°: DAC leve
 - 30-45°: DAC moderado
 - 45-60°: DAC grave
- **Solapamiento coronario**
 - <20° entre el poste comisural y el ostium coronario (fig. b).

Defecto medio de alineamiento comisural Solapamiento coronario



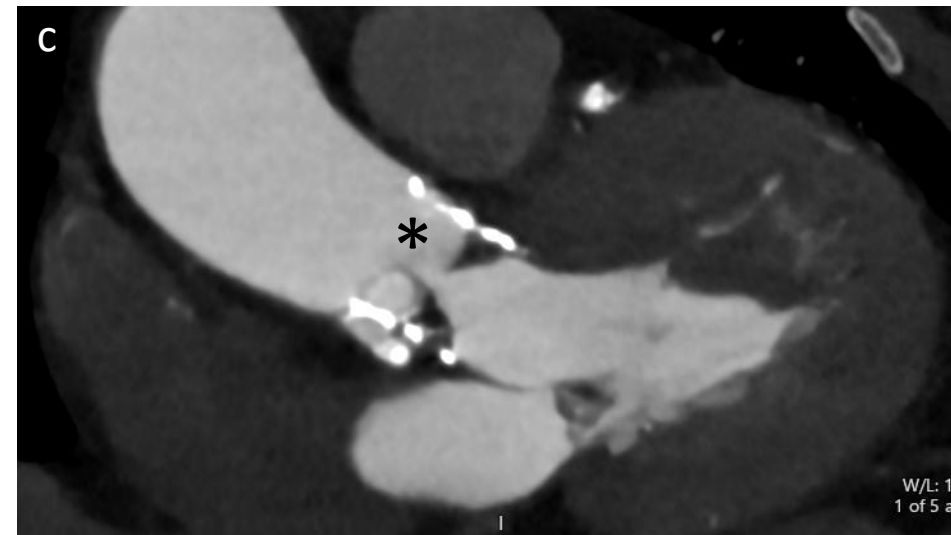
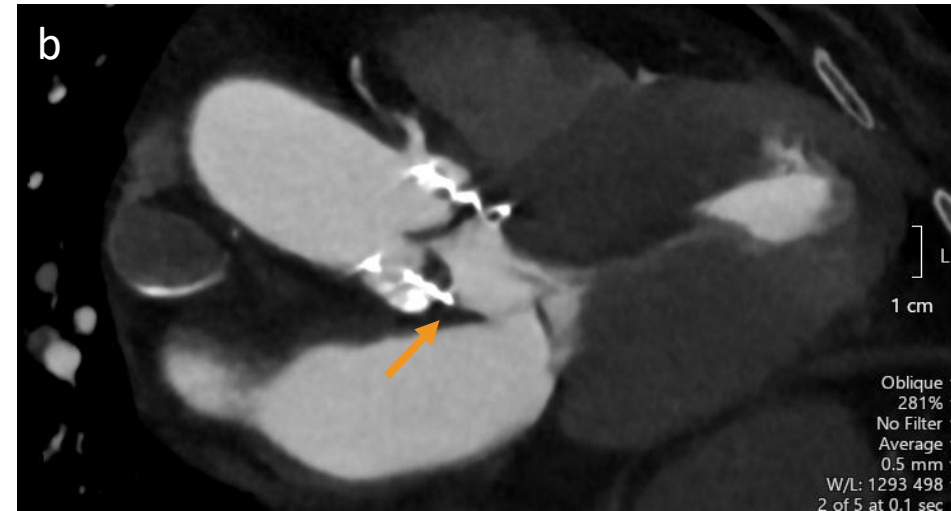
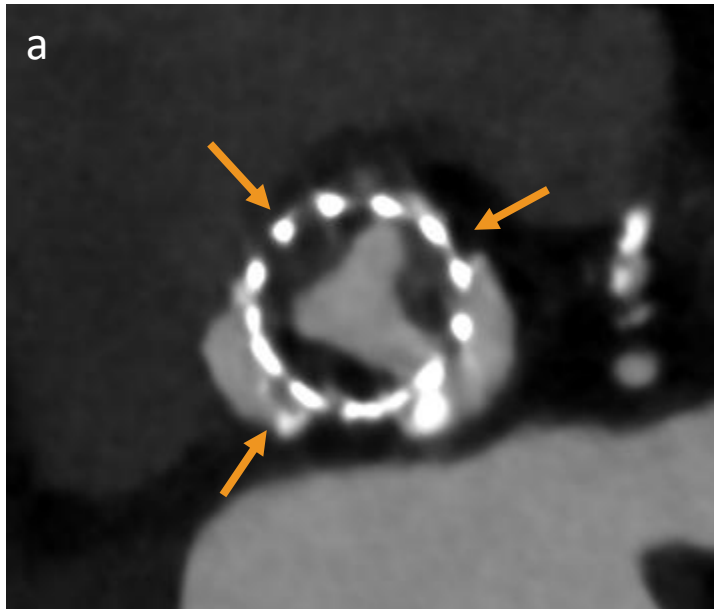
Trombosis de los velos: HALT y HAM

Existen signos radiológicos que sugieren trombosis de los velos del implante:

- Engrosamiento hipodenso de los velos o *“Hypoattenuated leaflet thickening”* (HALT)
- Hipodensidad que afecta a la motilidad o *“Hypoattenuation affecting motion”* (HAM)

La TC post-TAVI confirma la sospecha detectada ecocardiográficamente ante el incremento del gradiente transvalvular.

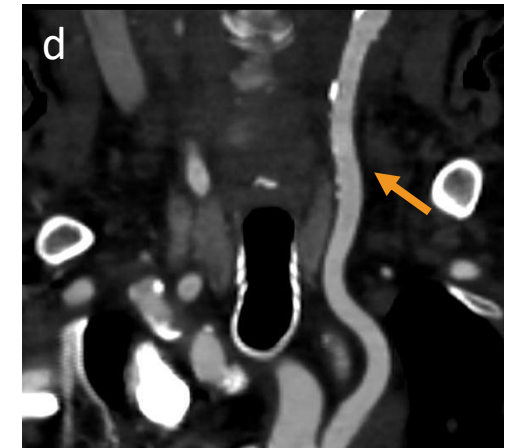
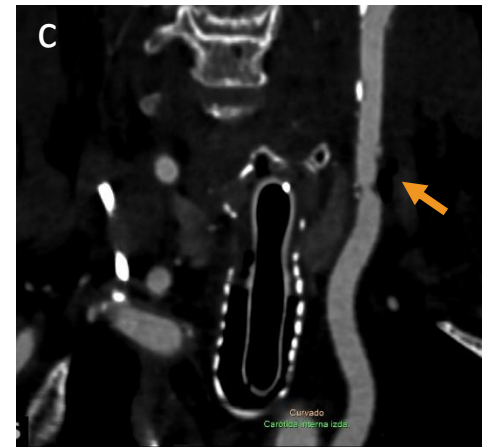
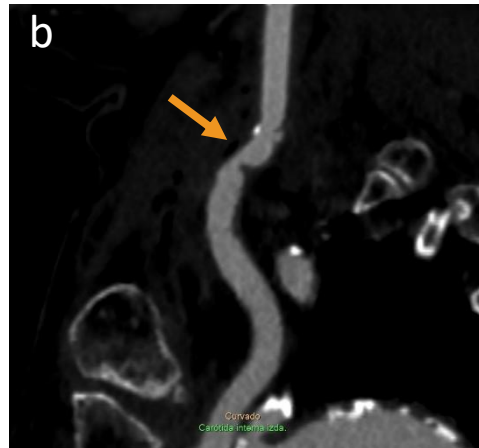
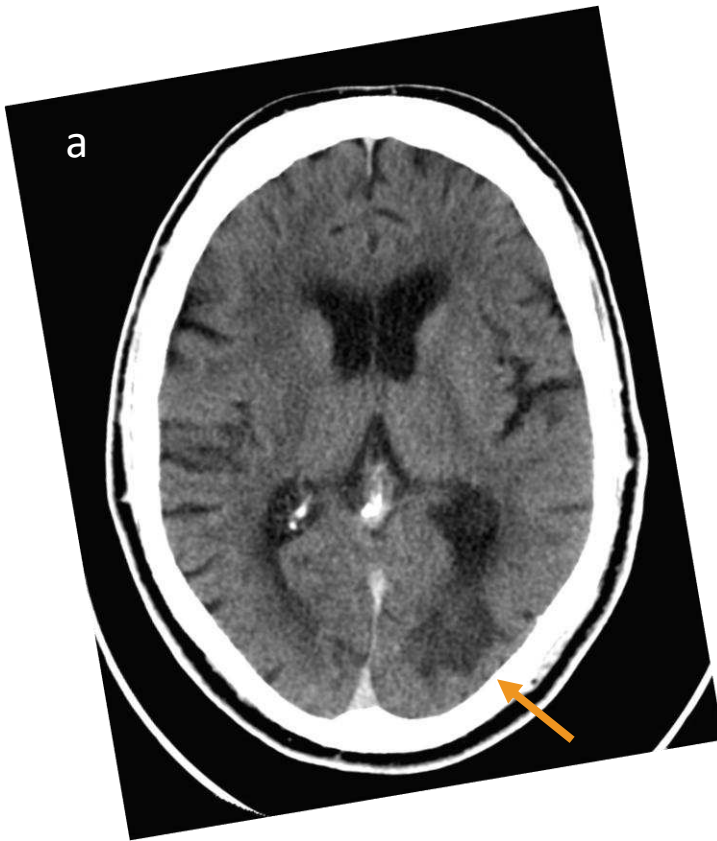
Utilizaremos un protocolo retrospectivo que abarque todo (o casi todo) el ciclo cardíaco para valorar la motilidad de los velos de la prótesis.



En las figs. a y b (esta última en diástole), es evidente el engrosamiento hipodenso de los velos de la prótesis (HALT), con la clásica morfología en menisco (flechas), en relación con trombosis de los velos.

Al obtener imágenes a lo largo de todo el ciclo cardíaco demostramos, además, que existe una limitación a la apertura de los velos (HAM), como señala el asterisco en la fig. c, que corresponde a la sístole.

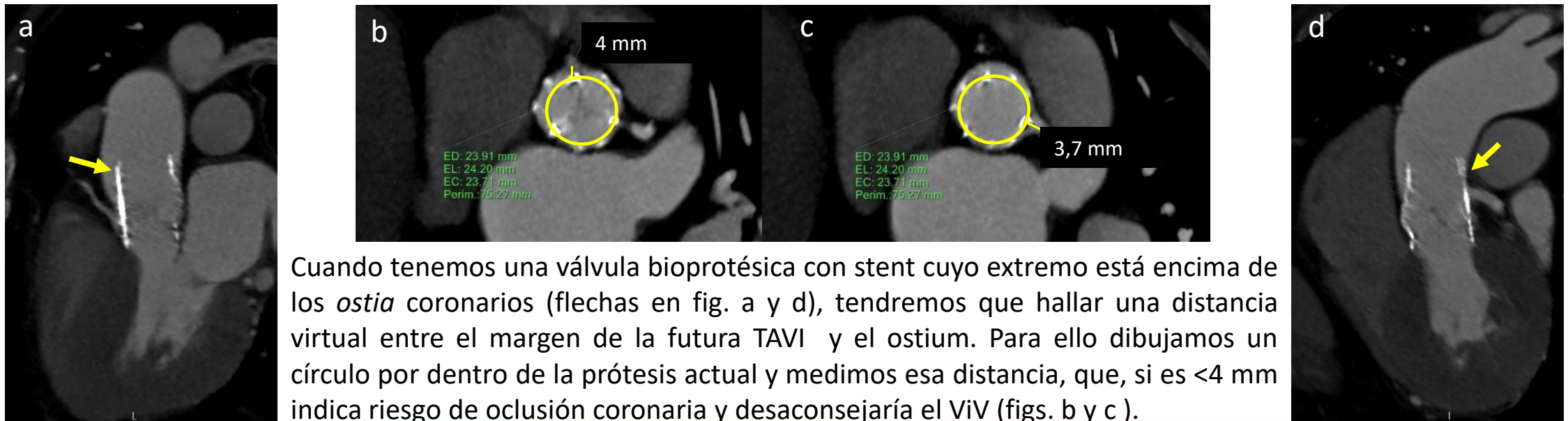
Otras complicaciones



En este paciente el abordaje para TAVI fue transcarotídeo izquierdo con importante complejidad intraprocedimiento. Ante una clínica de ictus del despertar, la TC reveló un infarto occipital (fig. a, flecha) y la angio-TC de troncos supraaórticos identificó una disección carotídea izquierda (flechas en figs. b y c), ausente en la TC pre-TAVI (fig. d).

Valve-in-Valve (ViV)

- Tratamiento con TAVI de pacientes previamente intervenidos quirúrgicamente en que la válvula bioprotésica ha fallado
- Mayor riesgo de oclusión coronaria que al colocar una TAVI sobre una válvula nativa
- El tamaño del anillo viene dado por el de la bioprótesis



Conclusiones

La TC con protocolo específico es la técnica de elección en la valoración pre-TAVI.

Además de las dimensiones de la raíz aórtica y los accesos vasculares, aporta información sobre la distribución de las calcificaciones, el riesgo de oclusión de los *ostia* coronarios, proyecciones angiográficas y hallazgos extraaórticos.

Tras el implante, es útil en la valoración de la alineación comisural, en la sospecha de trombosis de velos, valoración de otras complicaciones y en la planificación de otros procedimientos.

Referencias

- Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*. 2022;43:561-632.
 - Blanke P, Weir-McCall JR, Achenbach S, et al. Computed Tomography Imaging in the Context of Transcatheter Aortic Valve Implantation (TAVI)/Transcatheter Aortic Valve Replacement (TAVR): An Expert Consensus Document of the Society of Cardiovascular Computed Tomography. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019;12:1-24.
 - Salgado RA, Leipsic JA, Shivalkar B, et al. Preprocedural CT evaluation of transcatheter aortic valve replacement: what the radiologist needs to know. *Radiographics*. 2014;34:1491-1514.
 - Redondo A, Valencia-Serrano F, Santos-Martínez S, et al. Accurate commissural alignment during ACURATE neo TAVI procedure. Proof of concept. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2022;75:203-212.
 - Bieliauskas G, Wong I, Bajoras V, et al. Patient-Specific Implantation Technique to Obtain Neo-Commissural Alignment With Self-Expanding Transcatheter Aortic Valves. *JACC Cardiovasc Interv*. 2021;14:2097-2108.
-