

# TC cardíaco para la evaluación de prótesis valvulares:

## Fundamentos técnicos y principales complicaciones

Eduardo Baettig, Ana Calderwood Hlawaczek, Fabián Andrés Castrillo, Jose Luis Reyes-Juarez, Albert Roque Pérez, Hug Cuéllar-Calabria

Àrea d'Imatge Cardiovascular

Diagnòstic per la Imatge - Hospital Universitari Vall d'Hebron (Barcelona)

# Objetivo docente

- Conocer y optimizar los protocolos de adquisición de TC cardíaco para la valoración de prótesis valvulares, adaptándolos a cada escenario clínico.
  - Identificar los hallazgos anatómicos y funcionales normales según el diseño específico de la válvula protésica implantada.
  - Diferenciar las principales complicaciones de las válvulas protésicas cardíacas, así como reconocer las ventajas y limitaciones del TC para su valoración.
-

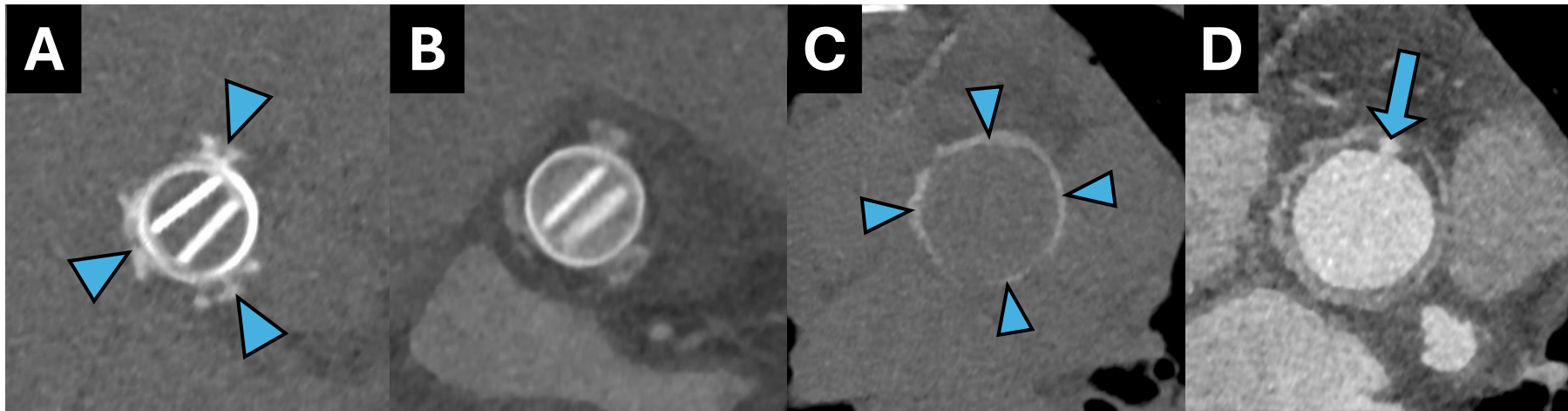
# Técnica de adquisición

- **Sincronización ECG retrospectiva:** Modalidad de elección en estos estudios. Al adquirir todo el ciclo cardíaco permite una evaluación completa de la dinámica de la apertura y cierre valvular.
  - **Ajuste de Kilovoltaje (kV) según el tipo de válvula:**
    - Prótesis mecánicas: Alto kV ( $\geq 120$  kV) para mejorar la penetración del haz y disminuir el artefacto metálico.
    - Prótesis biológicas: habitualmente con kV estándar o bajo ( $\leq 100$  kV) para maximizar el realce de yodo minimizando la dosis de radiación.
-

# Protocolo de contraste

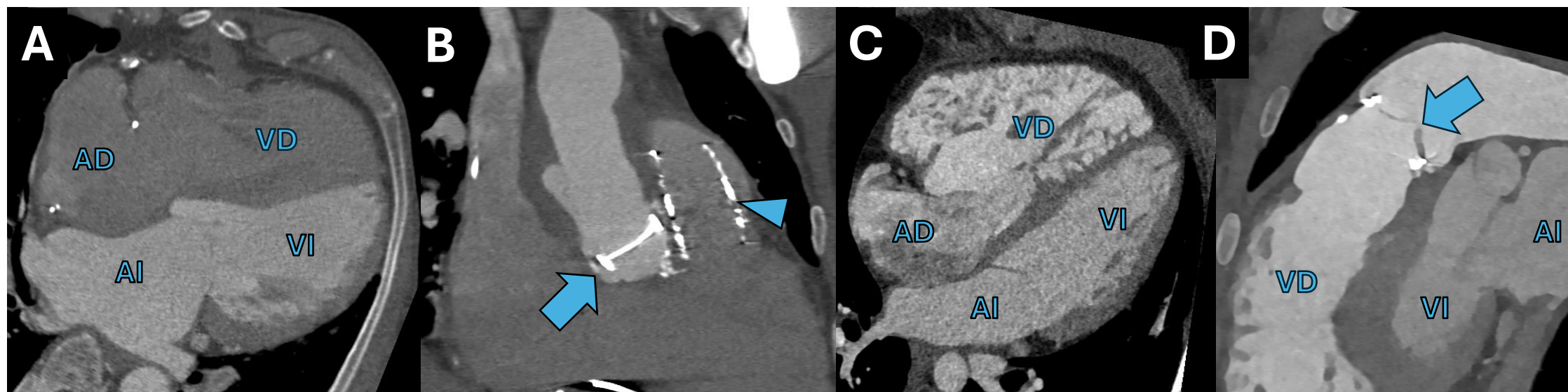
- **Fase basal (sin contraste):** Tiene como objetivo principal la evaluación de calcificaciones, hematomas, valoración de anillo protésico y del material de sutura.
  - **Fase arterial (fase diagnóstica principal):** Tiene como objetivo la valoración anatómica y la movilidad de los velos/discos, adaptando siempre el protocolo de inyección (caudal, volumen, timing y mezcla de contraste) de acuerdo a la posición de la válvula a estudio (cavidades izquierdas vs. derechas).
  - **Fase tardía (opcional):** Mejora la detección de abscesos si hay sospecha de infección (realce periférico) y permite diferenciar un trombo real del éstasis sanguíneo por flujo lento, especialmente en orejuela izquierda.
-

# Protocolo de contraste



**Figura 1. Utilidad de la fase basal en un paciente con prótesis mecánica aórtica y sustitución de aorta ascendente con tubo de Dacron.** (A) y (B) TC en el plano valvular aórtico. (A) Fase sin contraste que permite identificar el material de sutura hiperdenso en el anillo protésico (cabezas de flecha), evitando que en la fase con contraste (B) se interprete erróneamente como una fuga paravalvular o un pseudoaneurisma. (C) y (D) Corte craneal al de las imágenes A y B, al nivel de la sutura del tubo de Dacron con la raíz aórtica nativa. La comparación entre la fase basal (C) y la arterial (D) permite discriminar los puntos de sutura (cabezas de flecha) de un pequeño pseudoaneurisma sacular real (flecha).

# Protocolo de contraste



**Figura 2. Importancia de la optimización del contraste en la valoración valvular por TC.** (A y B) Caso 1 (Optimización para cavidades izquierdas): Plano de 4 cámaras (A) y plano valvular (B). La opacificación selectiva de cavidades izquierdas (ventrículo izquierdo: VI, aurícula izquierda: AI) permite la valoración de la prótesis aórtica (flecha). Sin embargo, la ausencia de realce en cavidades derechas (ventrículo derecho: VD, aurícula derecha: AD) impide la evaluación diagnóstica adecuada de la prótesis pulmonar (cabeza de flecha). (C y D) Caso 2 (Optimización para cavidades derechas): Plano de 4 cámaras (C) e imagen del tracto de salida del ventrículo derecho (D). Mediante un protocolo optimizado para valoración de cavidades derechas (VD y AD) se alcanza la atenuación necesaria para el estudio de la válvula pulmonar (flecha), manteniendo un realce anatómico complementario en las cavidades izquierdas (VI y AI).

# Tipos de válvulas protésicas

## Prótesis mecánicas:

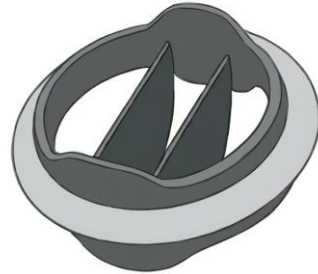
- A. Bidisco: Diseño estándar actual. Es fundamental valorar sus ángulos de apertura/cierre según el fabricante para evaluar movilidad.
- B. Monodisco y *Caged-ball* (Bola). Diseños históricos presentes en pacientes con prótesis antiguas funcionantes.

## Prótesis biológicas:

- A. Con soporte (stented): Poseen un armazón rígido y un anillo de sutura radioopaco.
  - B. Sin soporte: Tejido biológico con apariencia similar a válvula nativa por TC, siendo posible solo ver sus puntos de sutura como pequeñas densidades lineales.
  - C. Sin sutura (sutureless, ej: Perceval): Stent autoexpandible de nitinol, de implantación quirúrgica, se identifica por su estructura metálica sin anillo de sutura.
  - D. Transcatéter (ej: TAVI): Implante percutáneo. Estructura metálica variable según modelo (autoexpandible o expandible por balón).
-

# Tipos de válvulas protésicas

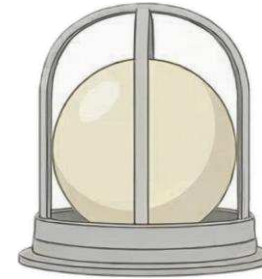
## Mecánicas



Bidisco

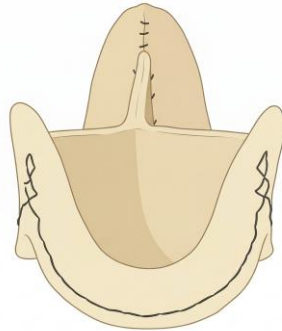


Unidisco



*Caged-ball*

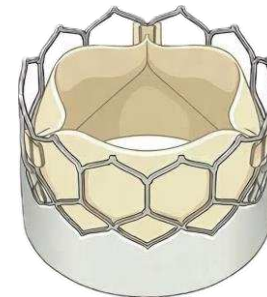
## Biológicas



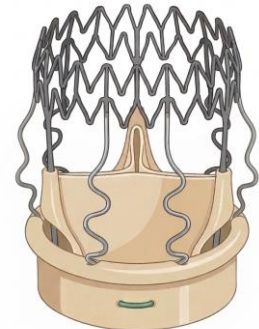
Sin soporte



Con soporte

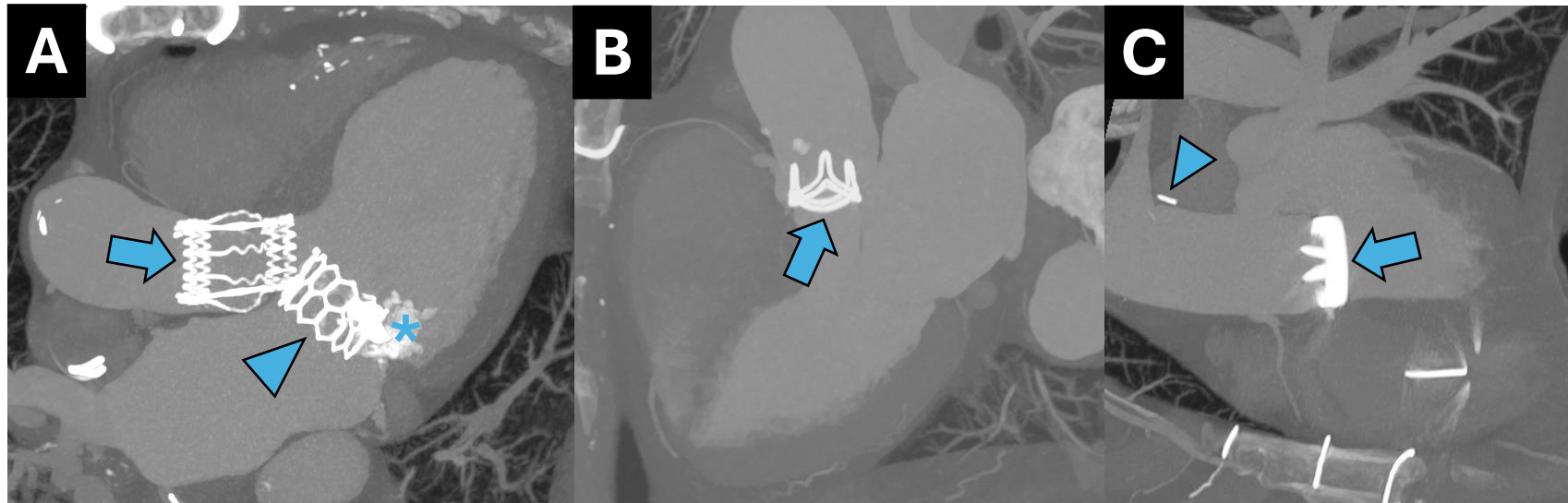


Transcatéter



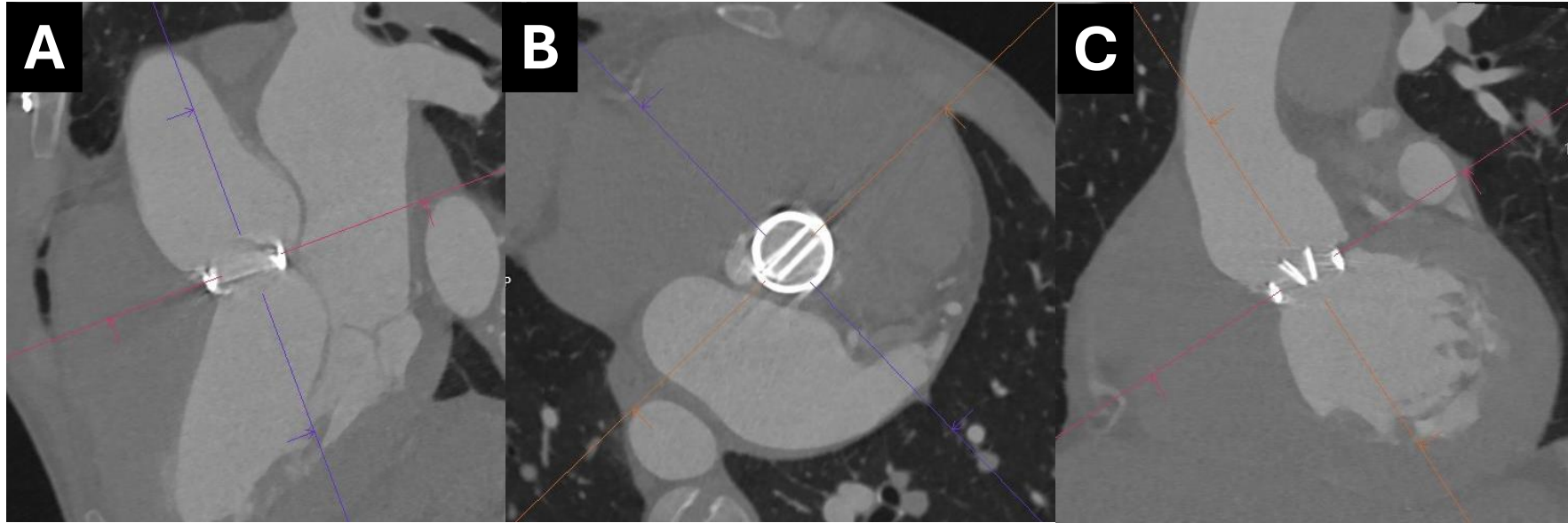
Sin sutura

# Tipos de válvulas protésicas



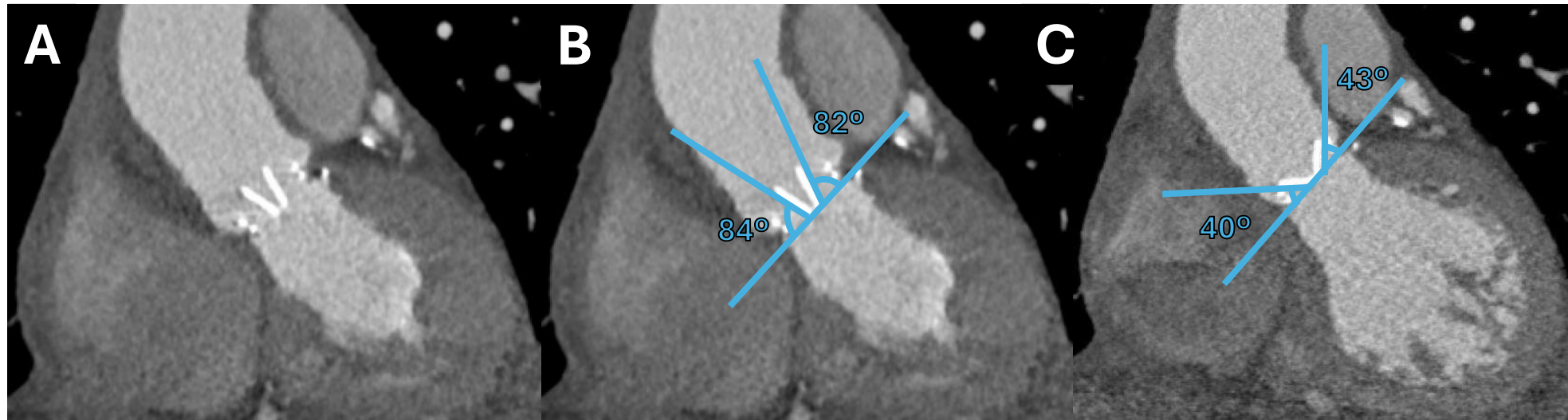
**Figura 3. Reconstrucciones MIP de TC cardíacos con diferentes tipos de válvulas protésicas.** (A) Prótesis aórtica biológica sin sutura Perceval (flecha) y prótesis biológica transcatéter mitral (punta de flecha). Nótese las calcificaciones desplazadas hacia lateral de la válvula mitral nativa (asterisco). (B) Prótesis aórtica biológica con soporte Carpentier-Edwards Magna Ease (flecha). (C) Conducto valvulado compuesto Carboseal (cirugía de Bentall). Válvula mecánica bidisco (flecha) y punto de sutura del tubo con la aorta nativa (cabeza de flecha).

# Valoración de las válvulas mecánicas bidisco



**Figura 4. Posicionamiento para la valoración de prótesis bidisco.** (A) Orientación del plano del anillo: Reconstrucción longitudinal donde se traza una línea de corte (línea roja) que atraviesa el diámetro máximo del anillo de lado a lado. (B) Alineación paralela a los discos: Sobre el eje corto obtenido en A, el plano se sitúa paralelo al eje de apertura y pasando por el centro de la prótesis (línea naranja). (C) Plano de visualización final: Imagen ortogonal resultante que permite evaluar de forma simétrica la apertura y el cierre de ambos discos.

# Movimiento normal de válvulas mecánicas bidisco



**Figura 5. TC cardíaco con imagen a través del plano valvular aórtico en paciente con prótesis mecánica aórtica On-X normofuncionante.** (A) Imagen del 20% del ciclo cardíaco (sistólica) (B) Medición de los ángulos normales de apertura de la imagen A. (C) Imagen del 75% del ciclo cardíaco (diastólica) con los ángulos normales de cierre en ambos discos.

Es importante recordar que las válvulas tricúspide y mitral, a diferencia de la aórtica y pulmonar, se abren en diástole y se cierran en sístole. Es fundamental usar como referencia los ángulos de apertura y cierre recomendados por el fabricante para cada modelo (los ángulos habituales de apertura suelen ser de 75°-90° y los de cierre entre 25-40°).

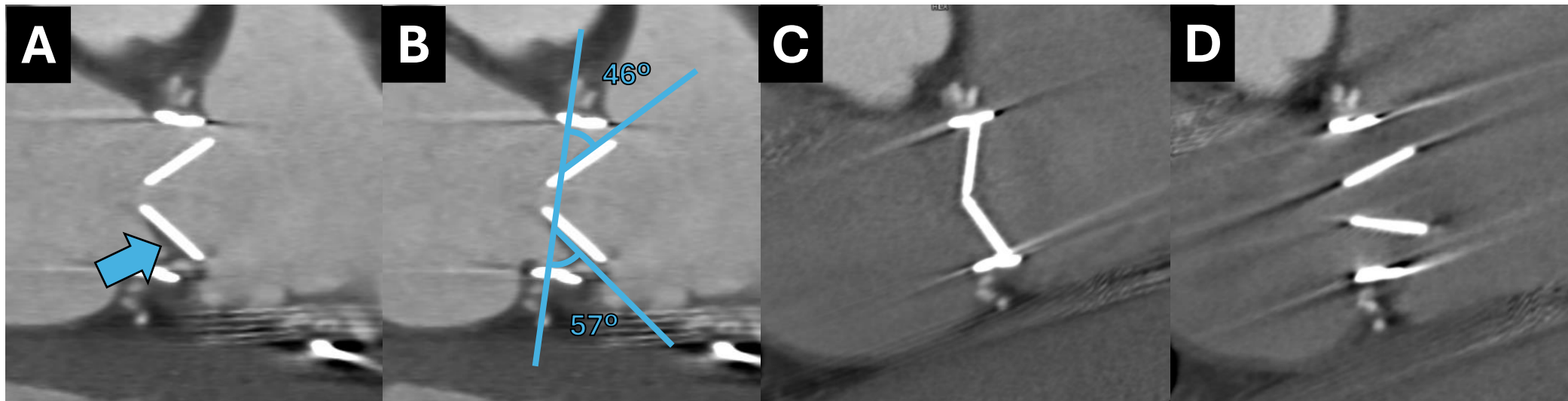
# Patologías de Válvulas Protésicas

- Trombo
  - *Pannus*
  - Trombosis subclínica de velos (HALT y HAM)
  - Discrepancia paciente-prótesis
  - Degeneración protésica
  - Endocarditis y otras complicaciones asociadas
-

# Trombo

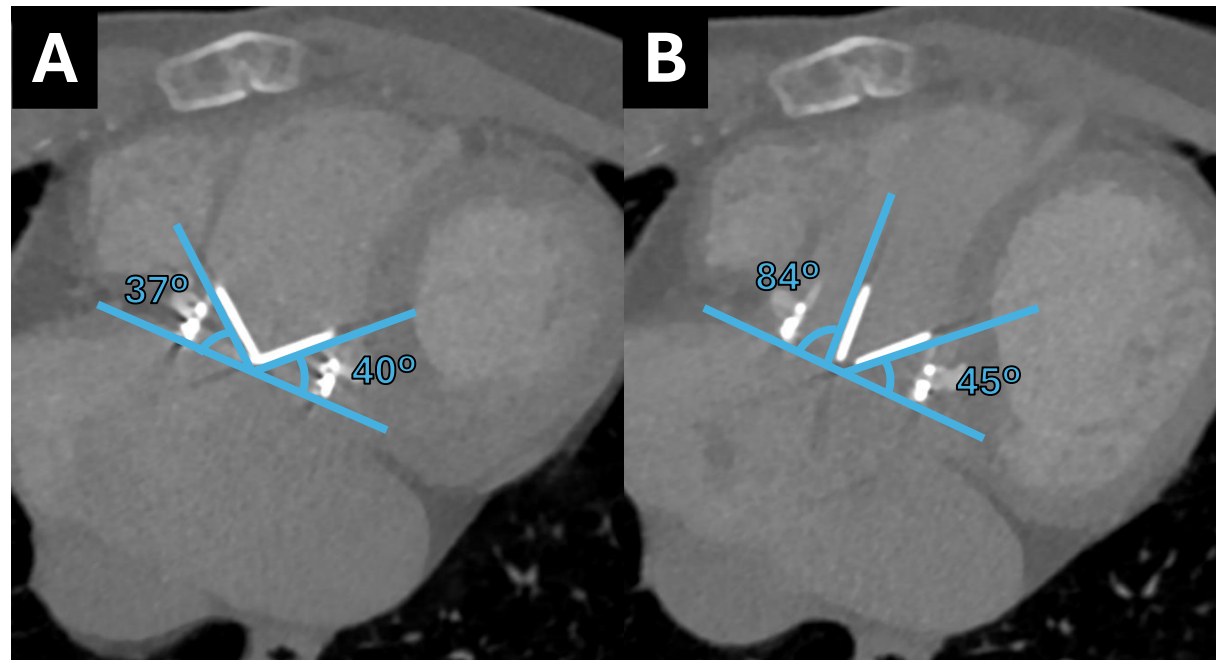
- **Contexto clínico:** Complicación típicamente <1 año después de la implantación de prótesis mecánicas y/o con anticoagulación subóptima.
  - **Hallazgos por TC:** Puede haber una restricción a la movilidad de los discos como único hallazgo por TC. En caso de ser visible el trombo, suele corresponder a una imagen hipodensa irregular, habitualmente localizada en la cara auricular (válvula mitral, tricúspide) o en los senos de Valsalva (válvula aórtica, pulmonar).
  - **Aportación clave del TC:** Permite confirmar la restricción de movilidad de los discos y visualizar el trombo cuando la ecocardiografía no es concluyente por artefactos. Útil también para monitorizar la respuesta al tratamiento anticoagulante o trombolítico en controles evolutivos.
-

# Trombo



**Figura 6. Trombosis de prótesis mecánica tricuspídea con bloqueo completo.** (A) TC cardíaco en fase diastólica: Se identifica una imagen hipodensa (flecha) adherida a la cara auricular del disco inferior de la prótesis, compatible con trombo. (B) Medición de ángulos en diástole: Misma imagen que A. Se observa una apertura insuficiente de los discos ( $46^\circ$  y  $57^\circ$ ), cuyos ángulos permanecieron fijos e invariables durante todo el ciclo cardíaco (incluyendo la sístole), confirmando un bloqueo mecánico completo. (C) y (D) Control post-tratamiento: Tras anticoagulación, se observa una recuperación de la movilidad normal: cierre completo en sístole (C) y apertura total en diástole (D).

# Trombo

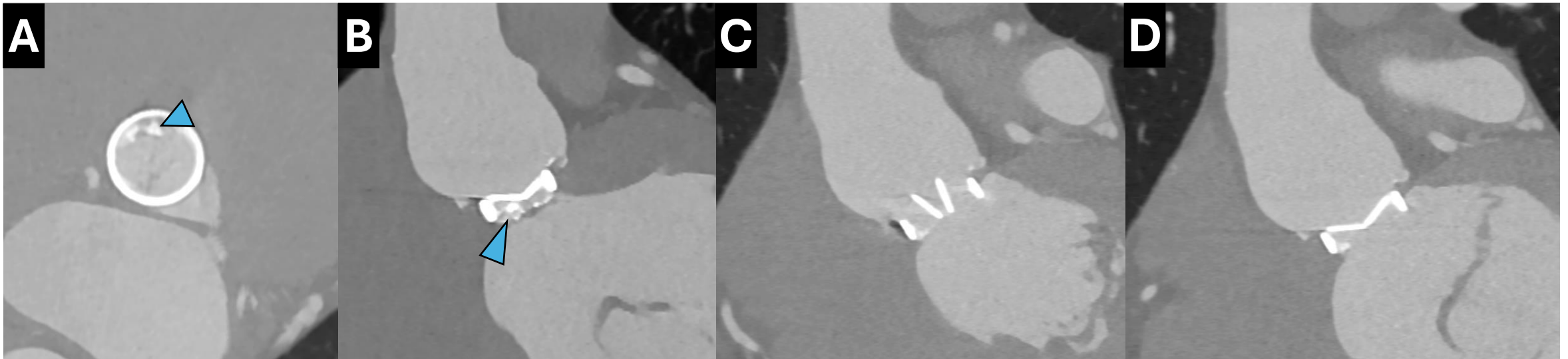


**Figura 7. TC de disfunción de prótesis mecánica bidisco On-X en posición tricuspídea (Paciente con anomalía de Ebstein).** (A) Fase sistólica: Cierre simétrico de ambos discos (ángulos: 37°/40°). No se identifican hipodensidades perivalvulares. (B) Fase diastólica: Restricción significativa en la apertura de uno de los discos (45° vs 84°). Punto clave: En el contexto de una prótesis mecánica, la alteración de la cinética valvular es diagnóstica de presunción de trombosis, incluso ante la ausencia de visualización directa del trombo por TC.

# *Pannus*

- **Contexto clínico:** Complicación tardía (habitualmente >5 años post-implante) por proliferación fibrosa desde el anillo de sutura hacia los elementos móviles de la prótesis.
  - **Hallazgos por TC:** Tejido hipodenso de morfología circunferencial o en semiluna en posición subvalvular, con atenuación típicamente elevada (>145 HU) (>145 HU). Puede presentar calcificaciones y coexistir con trombo en hasta el 50% de los casos.
  - **Aportación clave del TC:** Diferenciación con trombo mediante localización, morfología y atenuación, con implicaciones terapéuticas directas: el trombo se trata con anticoagulación, mientras que el pannus con obstrucción clínicamente significativa puede requerir reintervención quirúrgica.
-

# *Pannus*



**Figura 8. *Pannus* en paciente con prótesis mecánica aórtica y elevación de gradientes por ecocardiografía.** (A) y (B) TC cardiaco con contraste (imagen a través del plano valvular y en el plano valvular, respectivamente). Se identifica tejido periprotésico en posición subvalvular, con focos de calcificación (puntas de flecha), sugestivo de pannus. (C) y (D) A pesar de la reducción del área del orificio efectivo, se observa excursión completa de ambos discos, con apertura normal en sístole (C) y cierre normal en diástole (D).

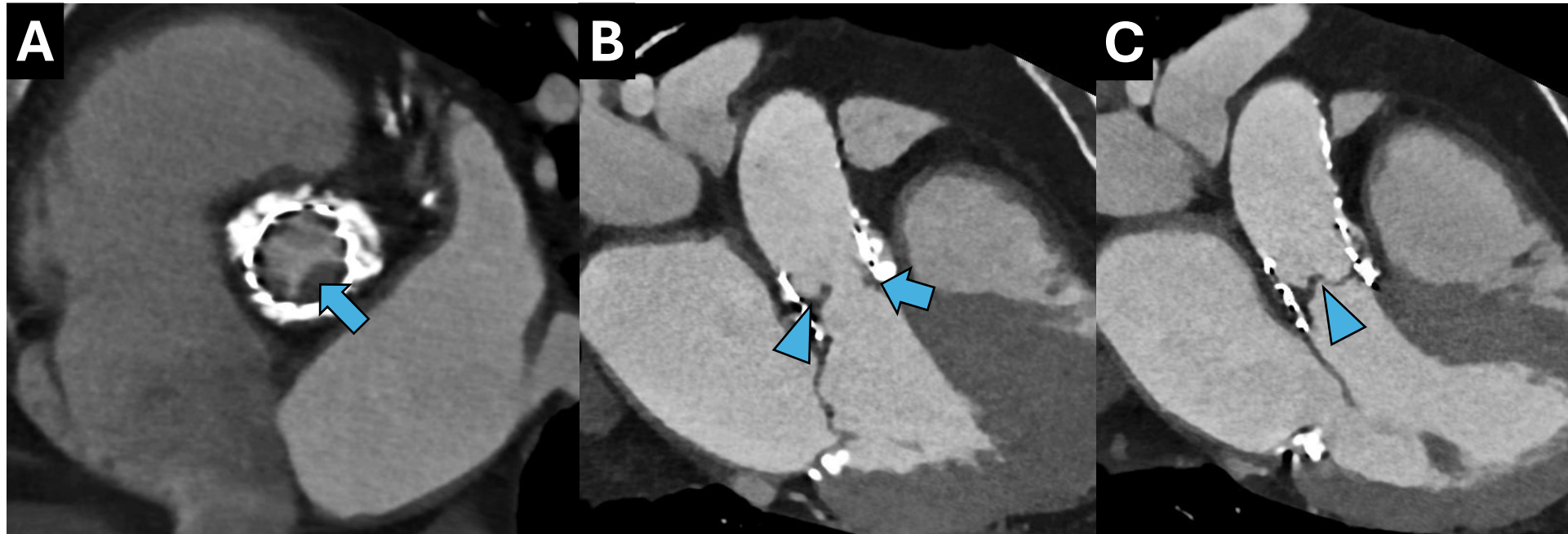
# Diagnóstico diferencial: Trombo vs *Pannus*

| Característica      | Trombo                                                                  | Pannus                                      |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Tiempo de aparición | Típicamente <1 año, o en cualquier momento si anticoagulación subóptima | Típicamente >5 años                         |
| Localización        | Cara auricular / senos de Valsalva                                      | Subvalvular, desde el anillo de sutura      |
| Morfología          | Irregular                                                               | Circunferencial / semiluna                  |
| Atenuación TC       | Hipodensa                                                               | Típicamente >145 UH                         |
| Calcificación       | Infrecuente                                                             | Frecuente                                   |
| Movilidad discos    | Frecuentemente restringida                                              | Variable                                    |
| Coexistencia        | Pueden coexistir en ~50%                                                | Pueden coexistir en ~50%                    |
| Tratamiento         | Anticoagulación / trombólisis                                           | Reintervención si obstrucción significativa |

# Trombosis subclínica de velos (HALT y HAM)

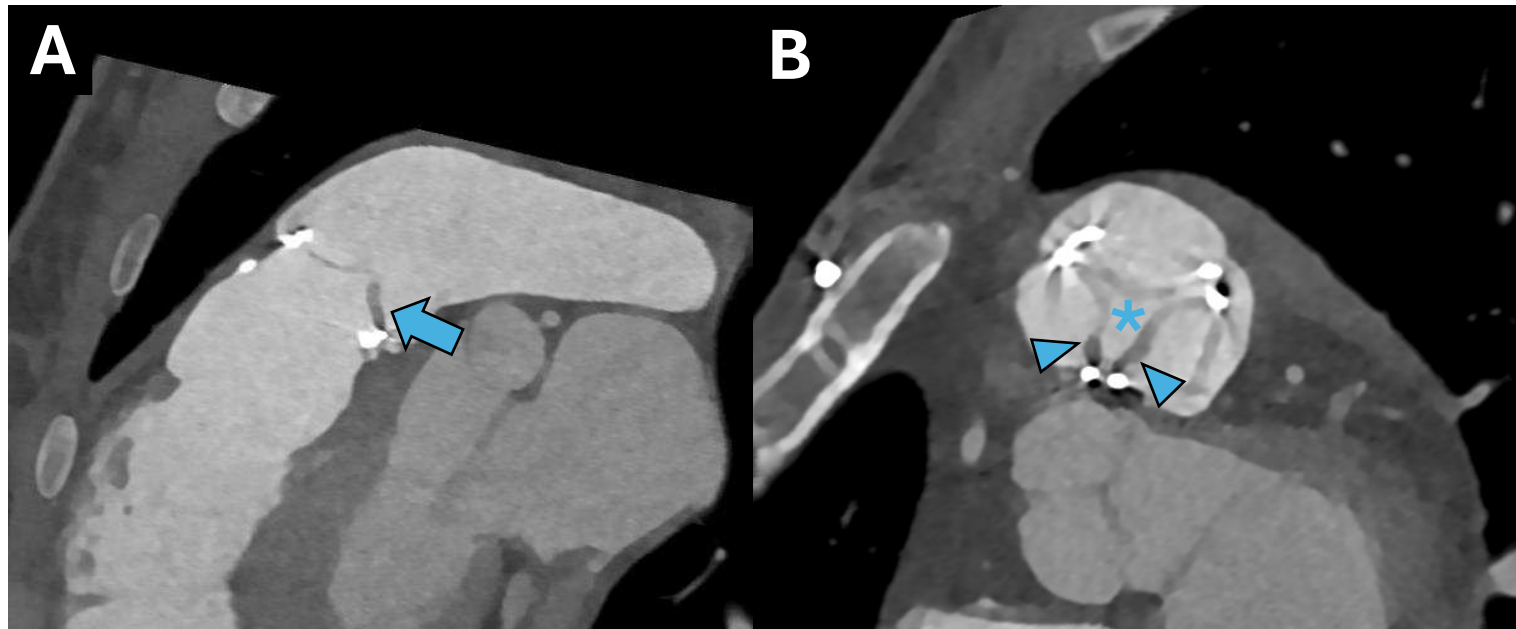
- **Contexto clínico:** Entidad altamente característica de las prótesis biológicas (quirúrgicas y percutáneas).
- **Hallazgos por TC:**
  - **HALT** (*Hypoattenuated Leaflet Thickening*): Engrosamiento hipodenso de los velos, correspondiente a una trombosis subclínica. Presenta una morfología típica en menisco que se extiende desde la base de implantación hacia los bordes libres.
  - **HAM** (*Hypoattenuation Affecting Motion*): Alteración de la movilidad valvular secundaria a HALT.
- **Perla diagnóstica:** Entidad frecuentemente incidental y silente. La TC cardíaca es el gold estándar para su detección, ya que la ecocardiografía presenta una sensibilidad muy limitada por la sombra acústica generada por el *stent* o el anillo protésico.

# Trombosis subclínica de velos (HALT y HAM)



**Figura 9. Disfunción de TAVI por trombosis subclínica (HALT/HAM).** Paciente con elevación de gradientes transvalvulares en ecocardiografía. (A) TC a través del plano valvular: Engrosamiento hipodenso semilunar en los velos (HALT), con mayor afectación en el velo no coronariano (flecha). (B) TC en el plano valvular en fase sistólica (35%): Restricción de apertura en el velo más engrosado (cabeza de flecha), confirmando HAM. El velo contralateral con menor afectación por HALT (flecha) presenta apertura preservada. (C) Fase diastólica (75%) de imagen B: Cierre valvular completo (punta de flecha), sin defectos de coaptación.

# Trombosis subclínica de velos (HALT y HAM)

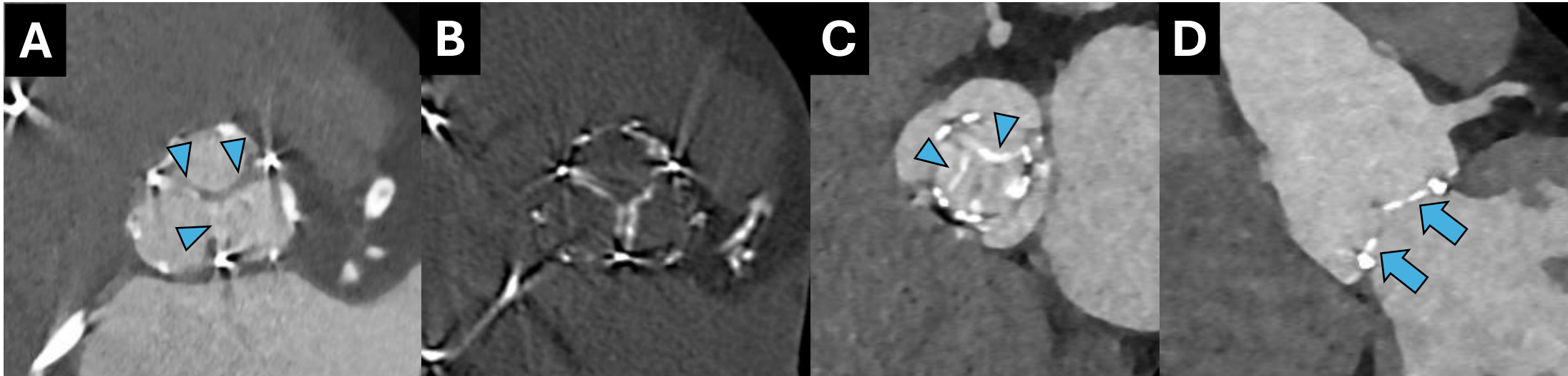


**Figura 10. TC cardiaco con contraste de paciente con bioprótesis pulmonar con HALT y HAM.** (A) Reconstrucción de tracto de salida de ventrículo derecho (TSVD): Se aprecia un engrosamiento hipodenso de un velo de la bioprótesis pulmonar, hallazgo compatible con HALT. (B) Reconstrucción en plano de válvula pulmonar (Fase diastólica): Se observa el engrosamiento de velos (flechas) y un área central con ausencia de coaptación (asterisco), concordante con fuga intraprotésica (insuficiencia) descrita en ecografía previa, secundaria a la restricción funcional por HAM.

# Degeneración protésica

- **Contexto clínico:** Exclusiva de prótesis biológicas. Proceso irreversible que suele aparecer a los 5-8 años del implante, con incremento marcado tras los 10 años.
  - **Hallazgos por TC:**
    - **Fase sin contraste:** Calcificaciones de los velos, desde focos aislados hasta calcificación difusa en estadios avanzados.
    - **Fase con contraste:** Engrosamiento y rigidez de los velos con restricción de apertura.
  - **Aportación clave del TC:** Diagnóstico morfológico de los cambios estructurales y para planificación de la reintervención.
-

# Degeneración protésica



**Figura 11. Degeneración estructural de bioprótesis aórticas.** (A) TC con contraste: Estudio solicitado por aumento de gradientes en ecocardiografía. Se aprecia un engrosamiento de los velos valvulares con presencia de focos de calcificación asociados (puntas de flecha). (B) TC sin contraste (mismo paciente de A): Esta fase permite delimitar con mayor precisión la extensión y distribución de las calcificaciones secundarias a la degeneración protésica. (C) TC cardíaco (otro paciente): Se observa una degeneración predominantemente calcificada de la bioprótesis (puntas de flecha). (D) Reconstrucción coronal del paciente de imagen C: se objetiva que la calcificación afecta a la práctica totalidad de los velos (flechas), extendiéndose longitudinalmente desde la base de inserción hasta el borde libre.

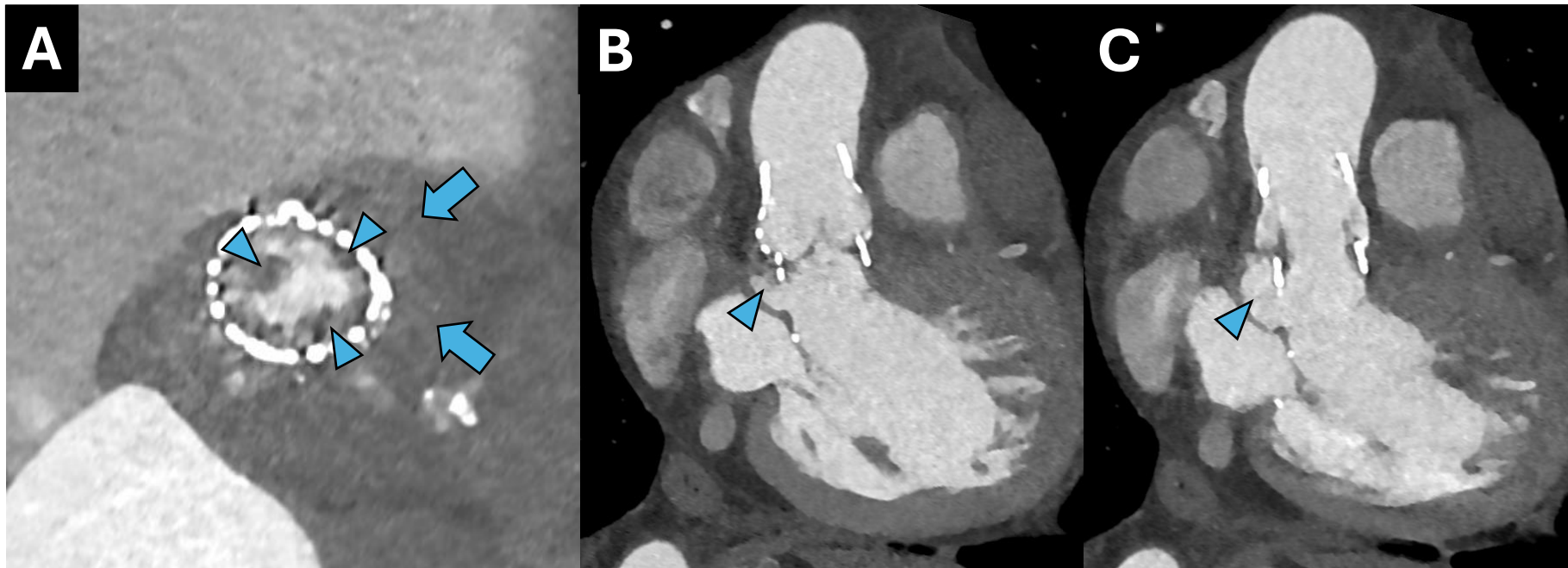
# Discrepancia Paciente-Prótesis (*Mismatch*)

- **Contexto clínico:** Situación en que una prótesis normofuncionante es pequeña en relación a la superficie corporal del paciente, manifestándose por gradientes elevados en ecocardiografía.
  - **Hallazgos por TC:** Válvula morfológicamente normal, con velos finos y movilidad conservada, sin evidencia de trombos, pannus ni calcificaciones.
  - **Aportación clave del TC:** Diagnóstico de exclusión de causas estructurales de obstrucción (*ej: pannus, trombo, degeneración*).
-

# Endocarditis

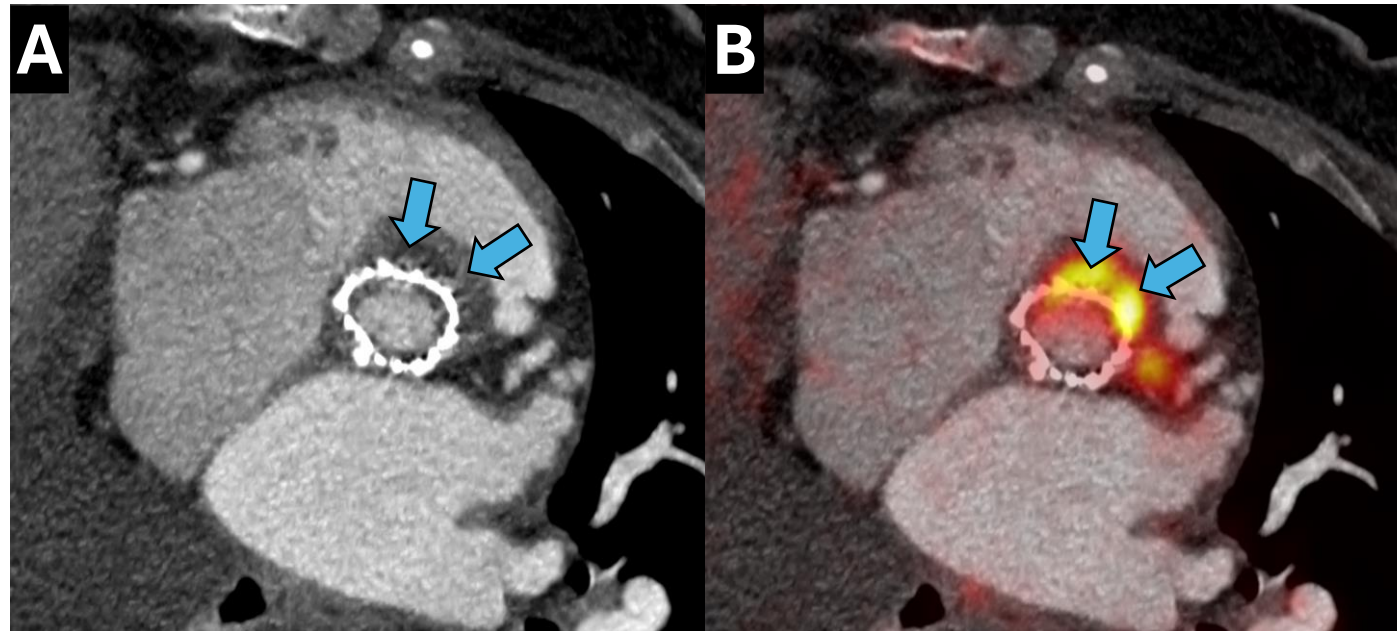
- **Contexto clínico:** Puede afectar a cualquier tipo de válvula protésica, con mayor riesgo durante el primer año post-cirugía.
  - **Hallazgos por TC:** Vegetaciones y abscesos como complicación. Otras complicaciones (no exclusivas de endocarditis): pseudoaneurismas, fístulas y fugas paravalvulares.
  - **Ventaja técnica de TC:** Es superior al ecocardiograma para detectar la extensión perivalvular (abscesos y pseudoaneurismas).
  - **Rol del PET/TC (18F-FDG):** Elevada sensibilidad para detectar actividad metabólica periprotésica (frente a su utilidad limitada en válvulas nativas), siendo un criterio mayor de endocarditis en las guías de la ESC, incluso en ausencia de hallazgos estructurales evidentes por TC convencional o ecografía.
-

# Endocarditis



**Figura 12. Endocarditis protésica sobre bioprótesis aórtica con soporte y sutureless (modelo Perceval).** (A) TC cardíaco: Corte obtenido en el plano valvular. Defectos de repleción hipodensos en los velos, concordantes con vegetaciones (cabezas de flecha) asociados a un absceso-flemón periprotésico (flechas)(B) Reconstrucción del tracto de salida del ventrículo izquierdo (fase diastólica): Se aprecia lesión sacular compatible con pseudoaneurisma inmediatamente por debajo del anclaje inferior de la prótesis (cabeza de flecha). (C) Fase sistólica de imagen B. Significativo aumento de tamaño del pseudoaneurisma , reflejando su pulsatilidad dinámica durante el ciclo cardíaco (cabeza de flecha).

# Endocarditis

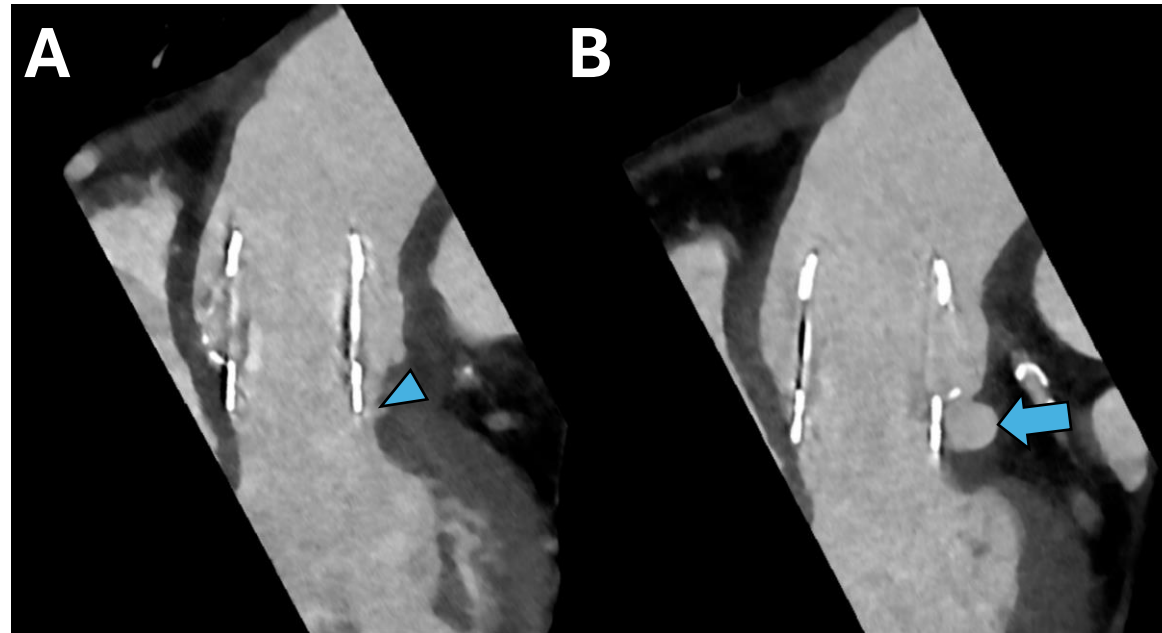


**Figura 13. Endocarditis sobre bioprótesis aórtica con soporte y sin sutura (Perceval) por *Streptococcus mitis*.** (A) TC cardíaco con contraste: Marcado engrosamiento de partes blandas periprotésico con un foco hipodenso central, sugestivo de necrosis tisular/absceso en formación (flechas). (B) Fusión 18F-FDG-PET/TC : Intenso hipermetabolismo focal en el área descrita (SUVmax 8,2) que confirma que los hallazgos descritos corresponden a un absceso periprotésico activo (flechas).

# Fuga paravalvular

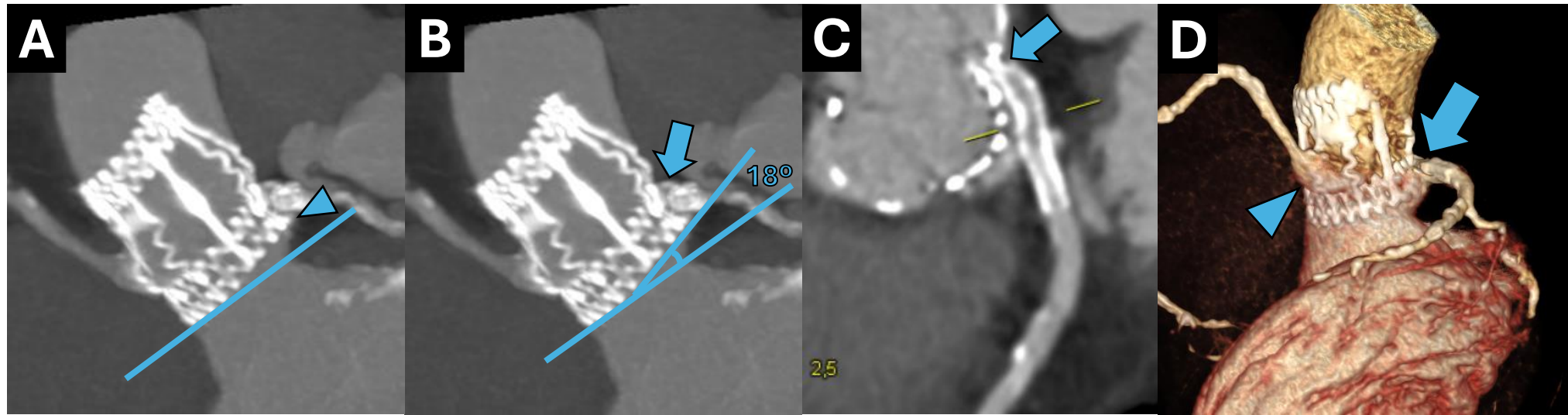
- **Contexto clínico:** *Precoz:* Relacionada con la técnica quirúrgica o la anatomía del paciente (ej. calcificación severa del anillo nativo). *Tardía:* Frecuentemente secundaria a endocarditis infecciosa.
  - **Hallazgos por TC:** Presencia de un trayecto o canal extranular con contraste, localizado por fuera del anillo de sutura, que comunica de forma anómala las cavidades o vasos adyacentes.
  - **Diagnóstico diferencial clave:** Identificar material de sutura en la fase basal, ya que es inherentemente hiperdenso en el estudio basal y puede simular fugas de contraste.
-

# Endocarditis protésica complicada



**Figura 14. Complicaciones perianulares de endocarditis en prótesis biológica Perceval. (A)** Reconstrucción en eje largo valvular aórtico (Fase arterial): Se identifica una fuga paravalvular definida por la extravasación de contraste por fuera del stent protésico, a nivel del Anillo (punta de flecha). **(B)** Plano paralelo adyacente: Se observa la cavidad de un pseudoaneurisma perianular (flecha). La comunicación entre la aorta y esta cavidad es la que origina la imagen de fuga paravalvular observada en el corte previo.

# Dislocación de prótesis con compromiso de ostium de arteria coronaria izquierda



**Figura 15. Migración de prótesis Perceval aórtica con compromiso del tronco coronario izquierdo (TCL).** (A) Migración craneal del borde inferior izquierdo de la prótesis (punta de flecha) respecto al anillo nativo (línea azul). (B) Angulación de 18° de la prótesis respecto al anillo nativo, con protrusión del borde inferior izquierdo hacia el seno de Valsalva izquierdo afectando al origen del TCL (flecha). (C) Estenosis extrínseca ostial del TCL por compresión de la prótesis migrada. Se implantó un stent de rescate en el ostium del TCL que presenta expansión incompleta por la presión del borde protésico adyacente desplazado (flecha). (D) Reconstrucción 3D: compromiso del origen del TCL por el borde protésico migrado (flecha) con salida normal de la coronaria derecha (cabeza de flecha).

# Ventajas y limitaciones del TC

- **Ventajas:** Excelente resolución espacial para evaluar la anatomía perivalvular, superioridad en la detección de complicaciones extra y perivalvulares en comparación con la ecocardiografía. Adecuada resolución temporal para valoración de movilidad de velos/discos valvulares.
  - **Limitaciones:** Artefactos metálicos que pueden ocultar vegetaciones pequeñas o sutiles, exposición a radiación ionizante y necesidad de contraste yodado para una adecuada valoración.
-

# Conclusiones

- La TC cardíaca es una técnica muy útil para la evaluación anatómica y funcional de las válvulas protésicas gracias a su elevada resolución espacial y adecuada resolución temporal.
  - Es fundamental que el radiólogo domine los protocolos de adquisición y conozca el aspecto normal de las prótesis valvulares para identificar adecuadamente sus potenciales complicaciones.
  - La diferenciación precisa de las patologías valvulares protésicas como la trombosis, el pannus o la degeneración protésica es determinante para establecer un manejo clínico adecuado según el contexto del paciente.
-

# Referencias

1. Budde RPJ, Faure ME, Abbara S, et al. Cardiac computed tomography for prosthetic heart valve assessment: an expert consensus document of the SCCT, ACC, ESCR, NASCI, RSNA, SCAI and STS. *Radiol Cardiothorac Imaging*. 2025;7(3):e250231.
  2. Lancellotti P, Pibarot P, Chambers J, et al. Recommendations for the imaging assessment of prosthetic heart valves: a report from the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2016;17(6):589-590.
  3. Andrews JPM, Cartlidge TRG, Dweck MR, Moss AJ. Cardiac CT in prosthetic aortic valve complications. *Br J Radiol*. 2019;92(1093):20180237.
  4. Verma M, Pandey NN, Kumar S, Ramakrishnan S. Imaging spectrum of valvular and paravalvular complications of prosthetic heart valve at CT angiography. *Radiol Cardiothorac Imaging*. 2021;3(4):e210159.
  5. Zoghbi WA, Jone PN, Chamsi-Pasha MA, et al. Guidelines for the evaluation of prosthetic valve function with cardiovascular imaging: a report from the ASE. *J Am Soc Echocardiogr*. 2024;37(1):2-63.
  6. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*. 2021;62(19):727-800.
-