

Cardio-TC para planificación previa a implante TAVI y ablación de venas pulmonares. Nuestra experiencia.

Alberto Díaz Herrero¹, Sergio Torondel Calaforra², Andreu Palacios Martínez³,
Eduardo Millán Soriano⁴, Madalina Doinita Scurt⁵, Francisco Alzueta Carrión⁶
^{1,2,3,4,5,6}Hospital Clínico Universitario de Valencia, Valencia (España).

OBJETIVOS DOCENTES

- Conocer las indicaciones, técnicas y riesgos de la TAVI y ablación de venas pulmonares
 - Analizar los diferentes items a evaluar en la planificación previa a dichos procedimientos
 - Revisar las consideraciones técnicas y de adquisición de estos estudios preoperatorios
 - Proporcionar una guía de referencia de las medidas y reconstrucciones más relevantes a incluir en el informe radiológico
 - Valorar las posibles vías de acceso vascular para cada procedimiento
 - Conocer las posibles complicaciones y que datos pueden ser relevantes para anticiparse a las mismas
-

INTERVENCIONISMO CARDIACO: UNA NUEVA ERA

Auge de procedimientos mínimamente invasivos

Transición revolucionaria desde la cirugía abierta tradicional hacia técnicas percutáneas mínimamente invasivas que reducen riesgos y tiempos de recuperación.

TAVI

Tratamiento de la estenosis aórtica severa que evita la necesidad de cirugía a corazón abierto, especialmente beneficioso en pacientes de alto riesgo.

Ablación de Venas Pulmonares

Procedimiento indicado para el control definitivo de la fibrilación auricular en pacientes refractarios/intolerantes a fármacos antiarrítmicos y otros casos seleccionados.

Avances en las técnicas de imagen

El acceso vascular guiado y la imagen preoperatoria avanzada son fundamentales para el éxito y seguridad de ambos procedimientos.

Planificación de TAVI

Estudio cardiaco y vascular

El protocolo de adquisición estándar en nuestro centro para la planificación de TAVI consiste en:

- Estudio de TC basal con sincronización cardiaca centrado en la válvula aórtica desde carina hasta el diafragma (120 kV/ Auto mAs)
- Estudio de AngioTC sincronizado con una adquisición volumétrica que abarque todo el corazón
- Estudio de AngioTC no sincronizado de toda la aorta, incluyendo origen de TSA y arterias femorales, con adquisición helicoidal de la imagen, inmediatamente posterior al primero
- Reconstrucciones en ventana mediastino y pulmón a 0.5mm

Bolus tracking: ROI en aorta descendente

Protocolo contraste:

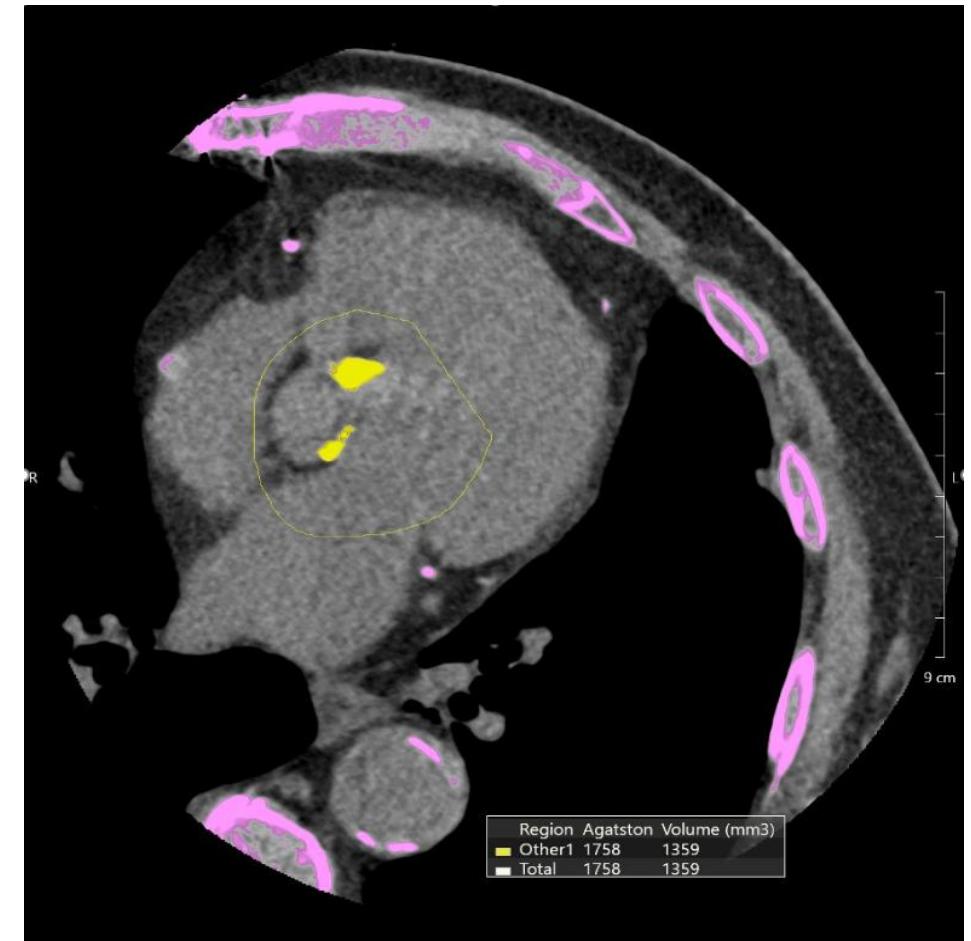
1. Suero 30 ml - 5 ml/s
2. Contraste 80 ml - 5 ml/s
3. Contraste 40 ml - 4 ml/s
4. Suero 40 ml - 5 ml/s

Calcio Score Valvular: Rol en la Planificación de TAVI

Impacto clínico

El calcio score valvular es una herramienta indispensable para la planificación previa de la TAVI:

1. Confirma la severidad de la estenosis aórtica en casos complejos
2. Optimiza la selección de la prótesis y el enfoque del procedimiento
3. Anticipa y permite la gestión de riesgos pre e intra-procedimiento
4. Personaliza las estrategias preventivas para mejorar la seguridad del paciente
5. Condiciona la durabilidad y el funcionamiento hemodinámico final de la prótesis



Calcio Score Valvular: Rol en la Planificación de TAVI

Umbrales y estratificación de riesgo

El calcio score valvular, evaluado mediante tomografía computarizada (TC), permite:

- Confirmar estenosis aórtica severa en escenarios de bajo flujo-bajo gradiente.
- Respalda la indicación de TAVI cuando el gradiente ecocardiográfico es ambiguo.

Umbrales de Calcio Score (Unidades Agatston):

- Mujeres: $>1,300$ AU $\rightarrow$ estenosis aórtica severa
- Hombres: $>2,000$ AU $\rightarrow$ estenosis aórtica severa

Protocolo de TC para TAVI en nuestro centro:

- kV: 120-140
- mAs: 30-80 según peso del paciente
- Adquisición: Espiral o volumétrica
- Reconstrucción: 60%-80% del intervalo R-R
- Grosor de corte: 3 mm

Calcio Score Valvular: Rol en la Planificación de TAVI

Selección de la prótesis y planificación de estrategias

Selección del tamaño y tipo de prótesis

El grado y distribución del calcio valvular influye

- Expansión simétrica o asimétrica de la prótesis.
- Dispositivos autoexpandibles vs balón-expandibles.
- El calcio excéntrico predispone a la malposición de la válvula.
- Coaptación óptima de la prótesis y su funcionalidad.

Planificación de estrategias personalizadas

Con el objetivo de anticipar y mitigar los riesgos

- Post-dilatación para un sellado adecuado
- Prótesis con menor fuerza radial en casos de alto riesgo.
- Ajuste de la profundidad de implante para reducir riesgos de bloqueo AV.
- Valvuloplastia previa para preparar el anillo

Calcio Score Valvular: Rol en la Planificación de TAVI

Complicaciones

Un calcio score valvular elevado aumenta significativamente la tasa de eventos adversos

Fuga paravalvular

Las calcificaciones nodulares pueden impedir un sellado uniforme, generando fugas residuales.

Rotura del anillo

Mayor riesgo asociado a calcio en el tracto de salida del ventrículo izquierdo (LVOT) y cúspides rígidas.

Obstrucción coronaria

Riesgo de obstrucción de ostium coronario, requiriendo protección pre-procedimiento

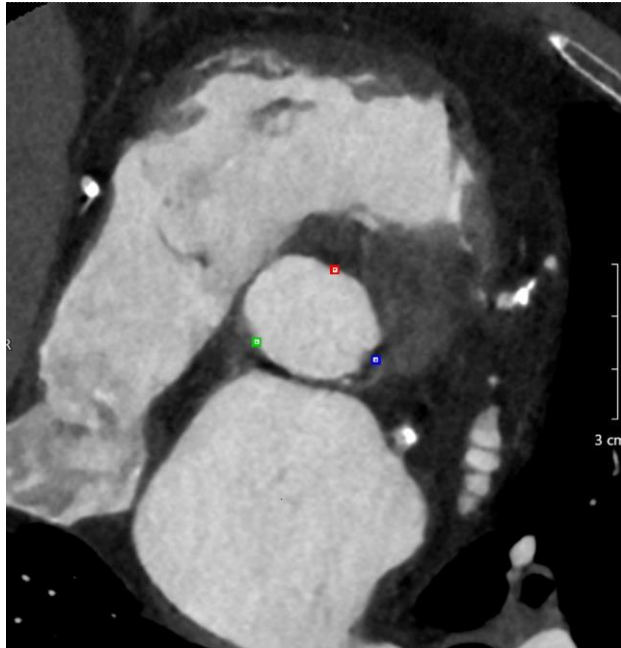
Bloqueo AV

El calcio en el TSVI aumenta el riesgo de bloqueo auriculoventricular en ocasiones requiriendo marcapasos.

Mediciones clave en la planificación de TAVI

Plano valvular

Define la posición de la válvula nativa, crucial para la profundidad de implante protésico



Diámetro del anillo valvular

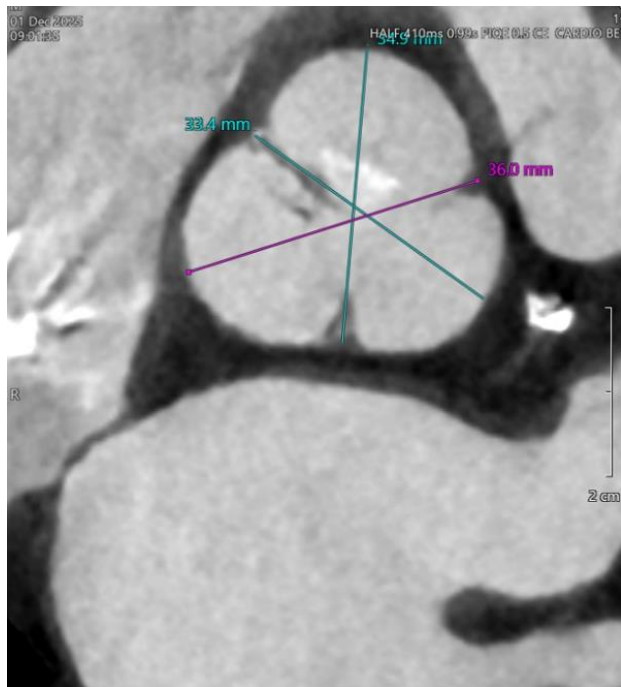
La medida más importante para seleccionar el tamaño adecuado de la prótesis, minimizando el riesgo de fuga paravalvular o rotura anular



Mediciones clave en la planificación de TAVI

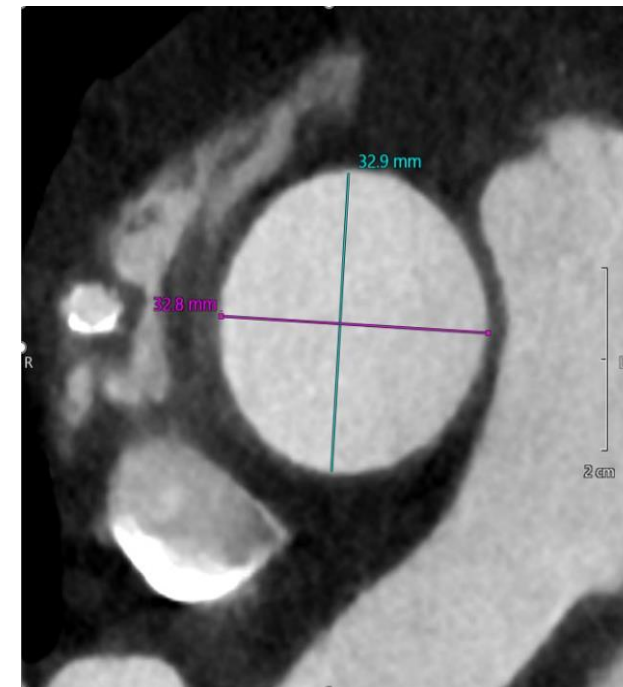
Diámetro de los senos de Valsalva

Determinar si la válvula nativa es tricúspide.
Valorar el del calibre de los ostium coronarios



Diámetro máximo de la Ao Ascendente

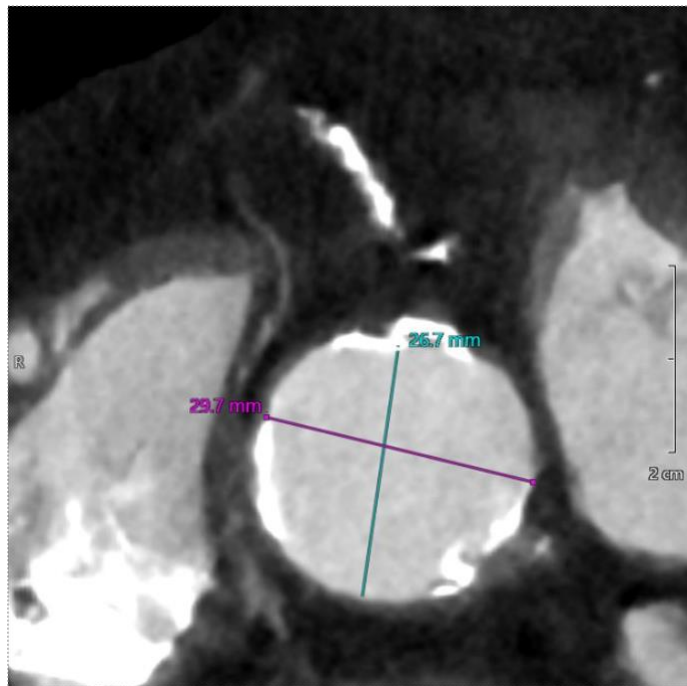
Valorar acceso vascular y evitar complicaciones aórticas



Mediciones clave en la planificación de TAVI

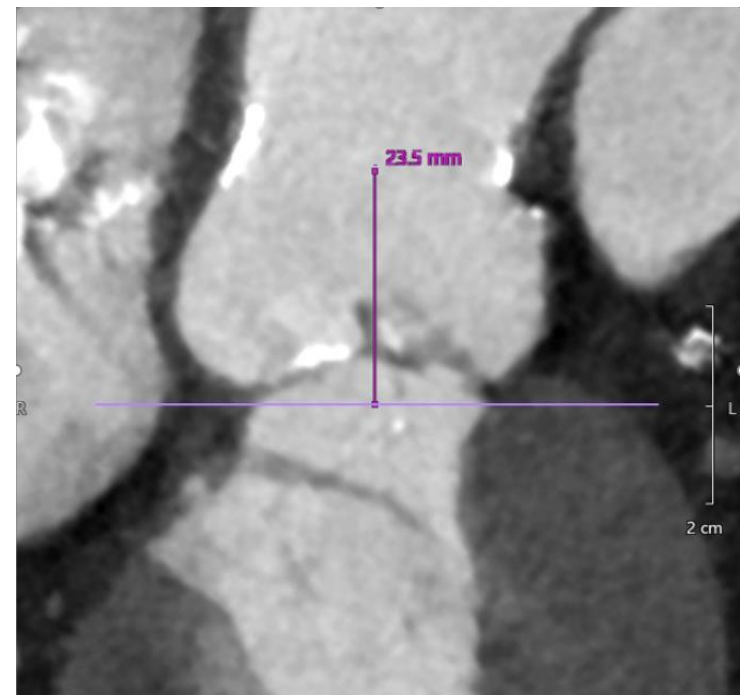
Diámetro de la unión sinotubular

Valorar la fijación y estabilidad, especialmente en prótesis autoexpandibles



Altura de la unión sinotubular

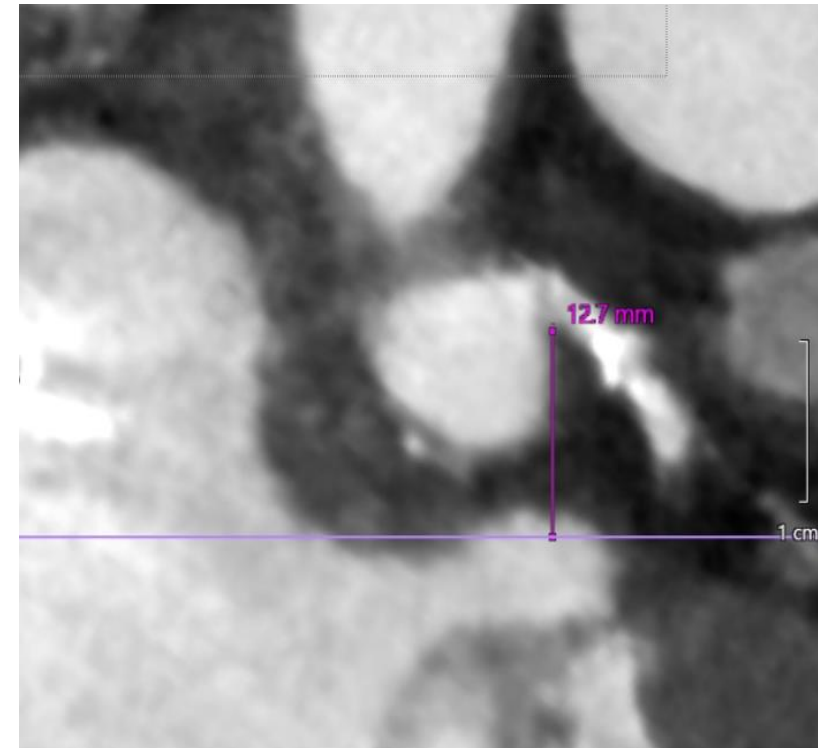
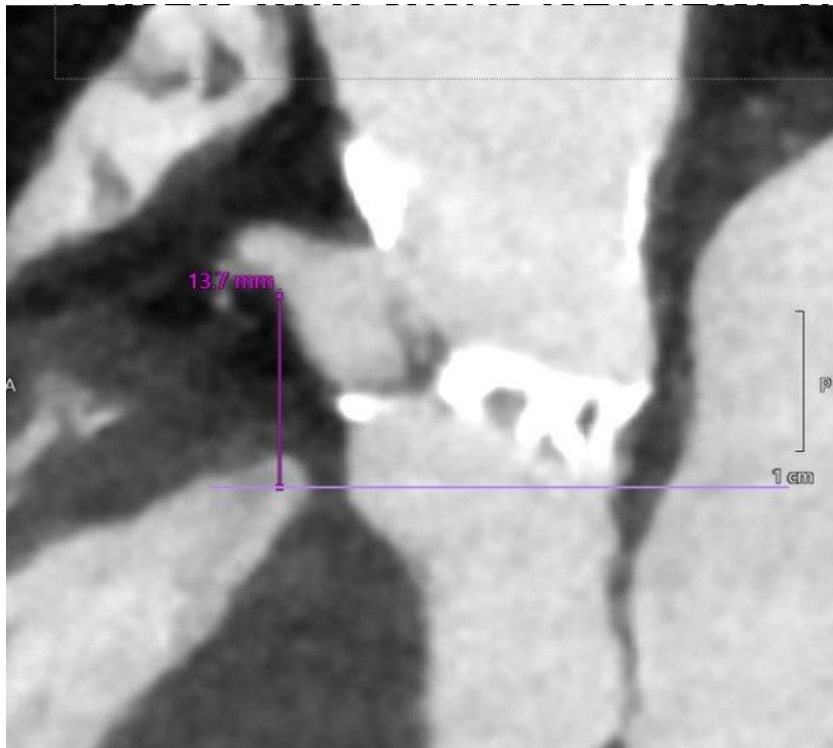
Evalúa el espacio disponible para el despliegue de la prótesis



Mediciones clave en la planificación de TAVI

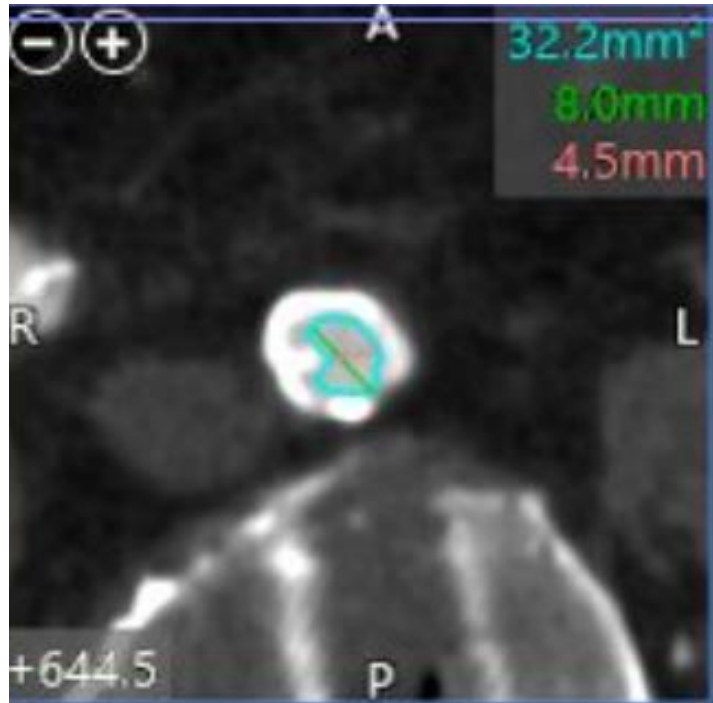
Distancia a arterias coronarias derecha e izquierda (tronco)

Evitar la oclusión de las mismas por la prótesis, especialmente si la distancia es $< 1\text{cm}$



Técnica y accesos vasculares

Diámetros mínimos para la introducción de la prótesis



- ≥ 5.5 -6mm para TAVI convencional
- Diámetros < 5 mm contraindican acceso femoral. Crítico para el paso del sistema de introducción.
- Diámetros menores requieren accesos alternativos (transcarotídeo/transapical)
- La tortuosidad severa puede reducir el diámetro funcional e impedir el paso del sistema incluso con diámetros adecuados

Técnica estándar:

- Acceso femoral
- Guía ecográfica
- (Cierre percutáneo)

Técnica y accesos vasculares

Selección de acceso

La selección del acceso vascular depende principalmente de los diámetros mínimos disponibles. Estos determinan:

- Viabilidad del acceso femoral
- Selección del tamaño del introductor
- Necesidad de accesos alternativos
- Riesgo de complicaciones vasculares

Estudio vascular estándar:

- Aorta abdominal
- Arterias ilíacas comunes y externas
- Arterias femorales comunes



Ablación de Venas Pulmonares (VP)

Indicaciones clínicas y tecnologías disponibles

- La indicación principal de esta técnica es el tratamiento de la fibrilación auricular (FA), especialmente tras el fracaso/intolerancia a fármacos antiarrítmicos o tras otra ablación inefectiva
- El fundamento del procedimiento es la lesión selectiva y aislamiento eléctrico de las venas pulmonares con el fin de bloquear las señales que originan y perpetúan la FA

Ablación por radiofrecuencia (RF)

- Se basa en el uso de energía térmica y lesión por calor
- Permite control preciso de temperatura y tiempo

Crioablación

- Aplicación de bajas temperaturas y lesión por congelación
- Buena tolerancia en anatomías complejas

Ablación por campo eléctrico pulsado (PFA)

- Tecnología emergente
- Ablación sin daño térmico
- Tiempos cortos

Planificación de ablación de Venas Pulmonares

Estudio cardiaco

El protocolo de adquisición estándar en nuestro centro para la planificación de ablación de Venas Pulmonares consiste en:

- Estudio de AngioTC sincronizado con una adquisición volumétrica que abarque todo el corazón, desde carina hasta el diafragma (120 kV/ Auto mAs)
- Reconstrucciones en ventana mediastino y pulmón a 0.5mm

Bolus tracking: ROI en aurícula izquierda

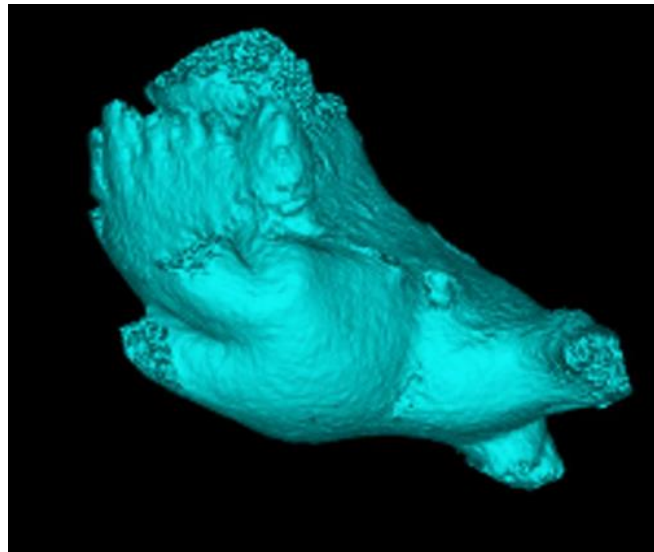
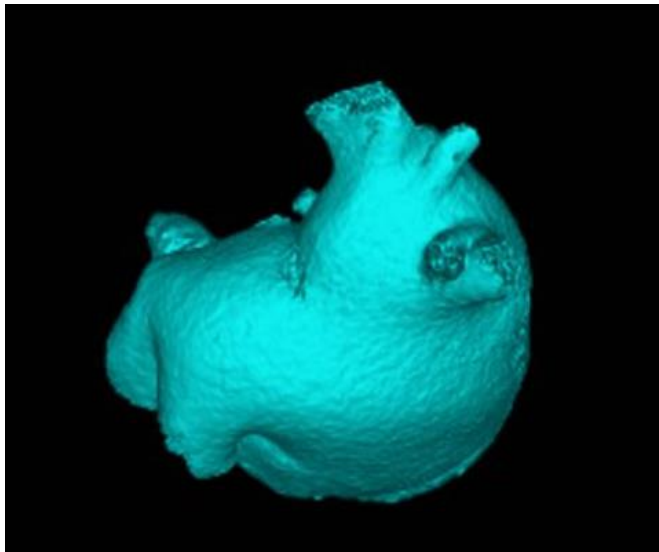
Protocolo contraste:

1. Suero 30 ml - 5 ml/s
2. Contraste 80 ml - 5 ml/s
3. Contraste 40 ml - 4 ml/s
4. Suero 40 ml - 5 ml/s

Medidas clave para la ablación de Venas Pulmonares

Anatomía y volumen de la aurícula izquierda

La reconstrucción 3D y la evaluación del volumen de la aurícula izquierda son fundamentales para comprender la complejidad anatómica individual y planificar el abordaje del catéter.



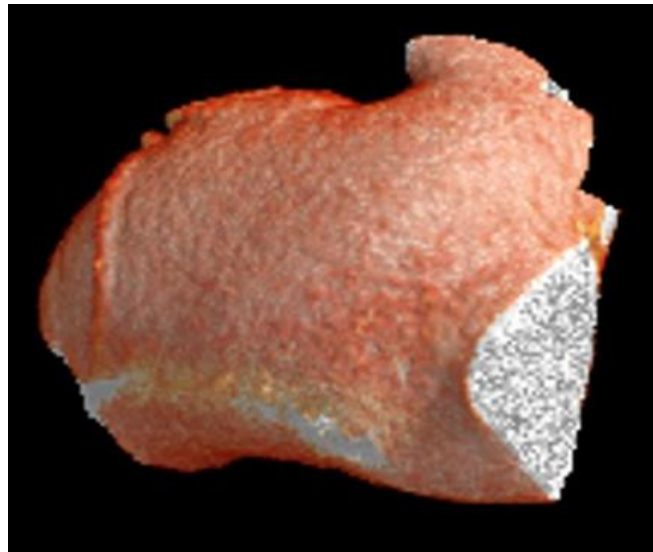
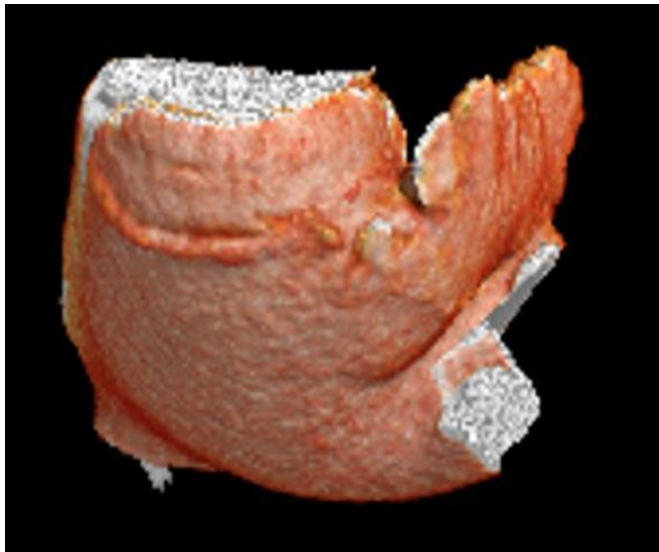
RECONSTRUCCIÓN 3D

**CON VENAS
PULMONARES**

Medidas clave para la ablación de Venas Pulmonares

Anatomía y volumen de la aurícula izquierda

La reconstrucción 3D y la evaluación del volumen de la aurícula izquierda son fundamentales para comprender la complejidad anatómica individual y planificar el abordaje del catéter.



RECONSTRUCCIÓN 3D

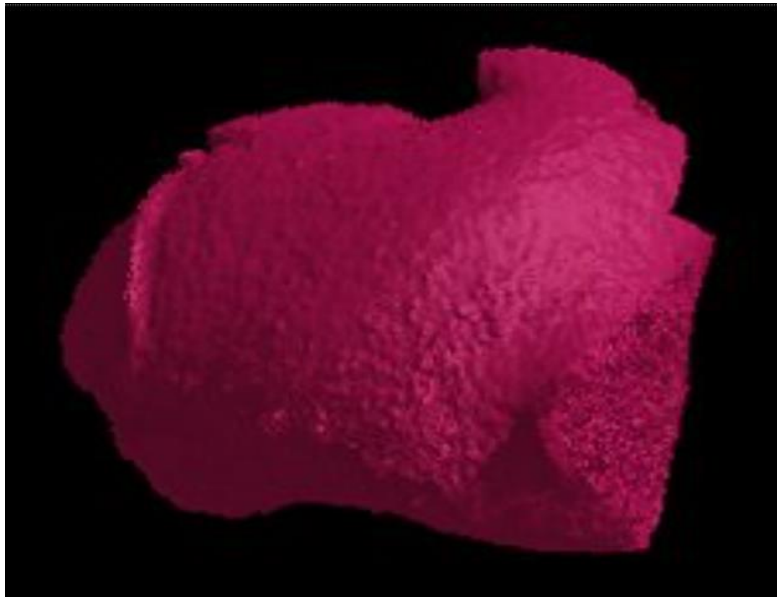
**SIN VENAS
PULMONARES**

Medidas clave para la ablación de Venas Pulmonares

Anatomía y volumen de la aurícula izquierda

El volumen de la aurícula izquierda se correlaciona con la duración y el éxito a largo plazo de la ablación

Factor pronóstico importante



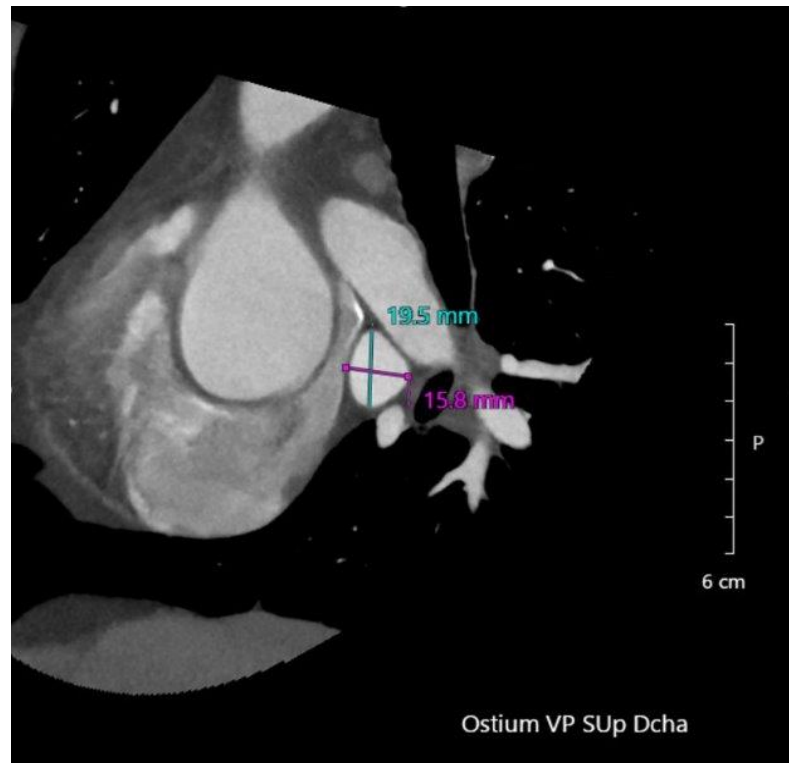
Region	Volume (ml)	Mean HU
 AI	117.67	420.7 ± 117.0

Consideraciones

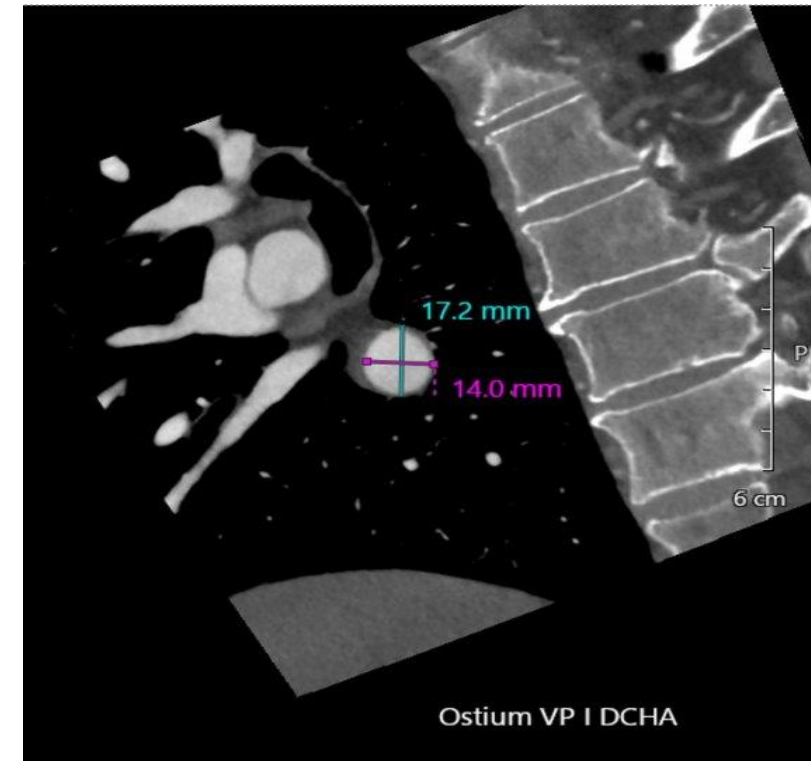
- Medición en fase diastólica
- Excluir venas pulmonares
- Mantener orejuela

Medidas clave para la ablación de Venas Pulmonares

Ostium de VPSD

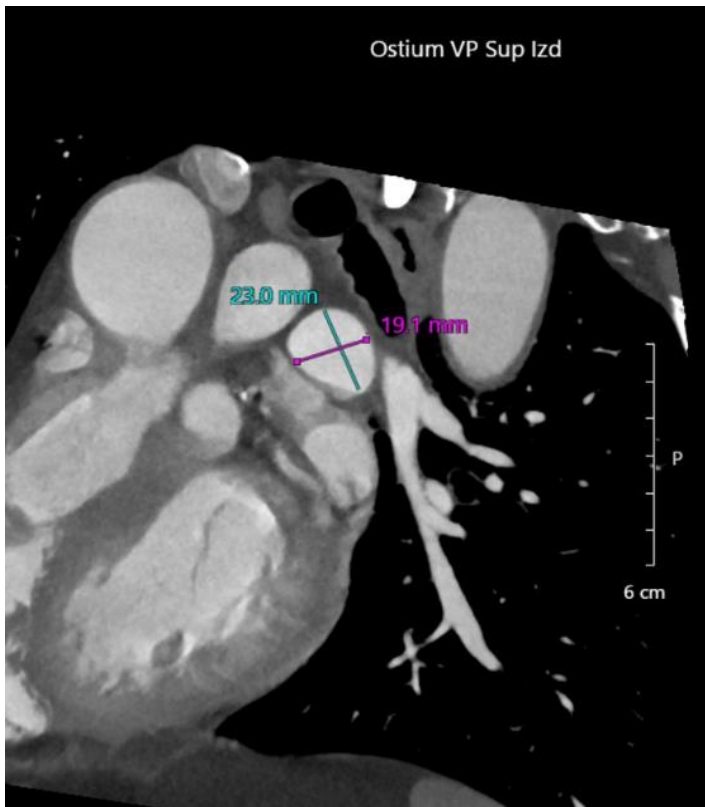


Ostium de VPID



Medidas clave para la ablación de Venas Pulmonares

Ostium de VPSI

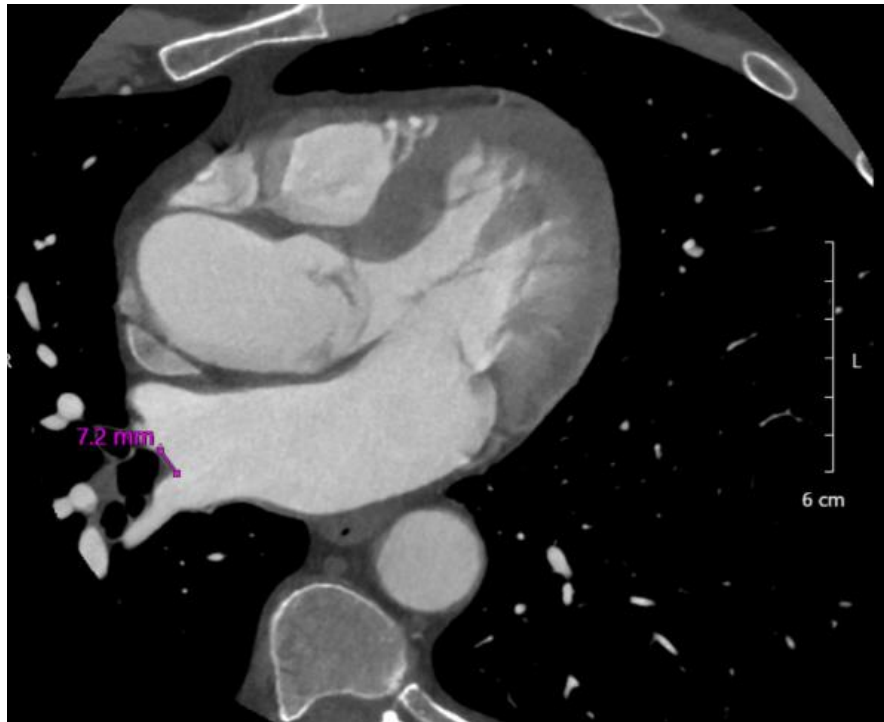


Ostium de VP II

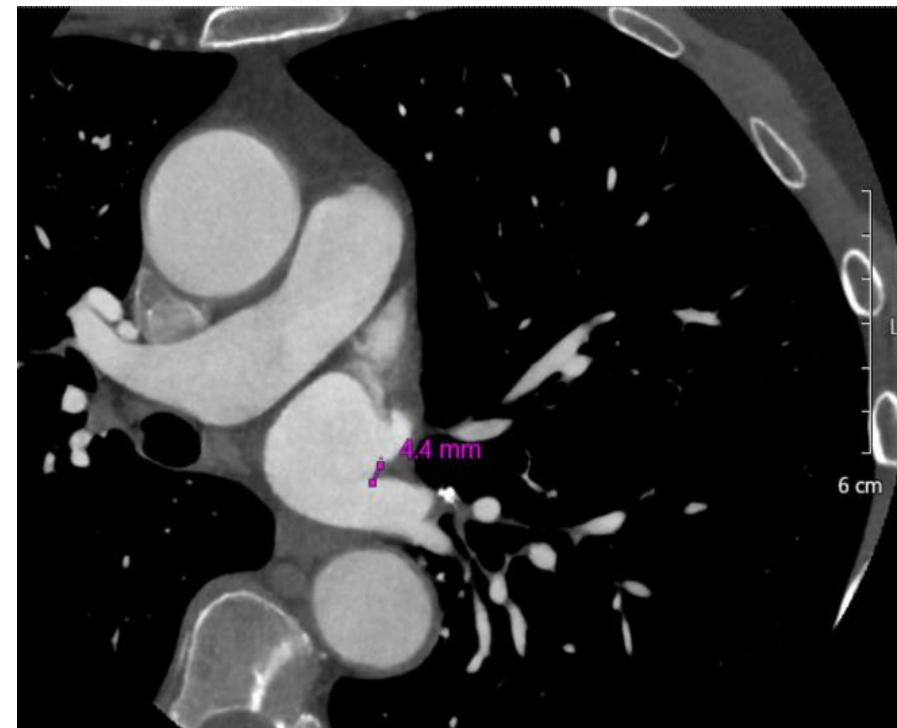


Medidas clave para la ablación de Venas Pulmonares

Carina interlobar derecha



Carina interlobar izquierda



Técnica y resultados

- Terapia de anticoagulación durante al menos 2-3 meses post procedimiento
- La tasa de complicaciones graves es inferior al 5%
 - Estenosis venosa pulmonar
 - Hematoma post-punción
 - Embolia
 - Taponamiento cardiaco
- Tasas de éxito en torno al 70 – 90%
- Posibilidad de repetir el procedimiento

Técnica estándar:

- Acceso venoso femoral
- Guía ecográfica
- Navegación hasta AI mediante punción transeptal
- Creación de lesiones (diferentes tecnologías)

CONCLUSIÓN

- La TAVI y la ablación de venas pulmonares han transformado radicalmente la calidad y expectativa de vida en pacientes complejos que antes no tenían opciones terapéuticas efectivas
 - Una planificación rigurosa con mediciones precisas en estudios preoperatorios es fundamental para el éxito del procedimiento. Permite anticipar complicaciones e individualizar la selección de dispositivos según la anatomía de cada sujeto
 - La actualización continua y la valoración de cada procedimiento en equipos multidisciplinares es clave para la optimización de los resultados y la minimización de riesgos
-

BIBLIOGRAFÍA

- Tops LF, Wood DA, Delgado V, et al. Noninvasive evaluation of the aortic root for transcatheter aortic valve replacement. Curr Probl Cardiol. 2012;37(10):392-417.
 - Crestanello JA, Khera A, Vahanian A. Multidetector computed tomography in the evaluation of the aortic root for transcatheter aortic valve replacement. Semin Thorac Cardiovasc Surg. 2014;26(1):16-24.
 - Mohan B, Bansal R, Dogra S, et al. Role of Cardiac Computed Tomography in Atrial Fibrillation Ablation. Curr Cardiol Rev. 2021;17(4):e230421193306.
 - Patterson MS, Gurevich S, Palkhiwala G, et al. CT evaluation of the pulmonary veins before radiofrequency ablation of atrial fibrillation. Radiology. 2005;235(3):1043-1049.
 - Blanke P, Leipsic JA. Cardiac CT for procedure planning in TAVR. Radiol Clin North Am. 2015;53(4):783-793.
 - Achenbach S, Delgado V, Hausleiter J, et al. SCCT expert consensus document on computed tomography imaging before transcatheter aortic valve implantation (TAVI)/transcatheter aortic valve replacement (TAVR). J Cardiovasc Comput Tomogr. 2012;6(6):366-375.
-