

# Angio-Tc de arterias coronarias frente pruebas funcionales y/o coronariografía: la experiencia en nuestro hospital

David Murillo Povedano<sup>1</sup>, Paula García Lopez<sup>1</sup>, Paulo  
Valentín Francione<sup>1</sup>, Raquel Marchante Llopis<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hospital Arnau de Vilanova, Valencia

# Objetivo docente

*Resumir las características del estudio de angio-TC coronario así como el protocolo utilizado en nuestro hospital*

*Exponer los resultados obtenidos en un grupo de pacientes y la concordancia entre los hallazgos de la imagen y el resultado de las pruebas funcionales y/o la coronariografía*

## Angio-TC de arterias coronarias. Introducción

*El angio-TC coronario permite el estudio del corazón y las arterias coronarias gracias a la sincronización de la adquisición con el ECG del paciente*

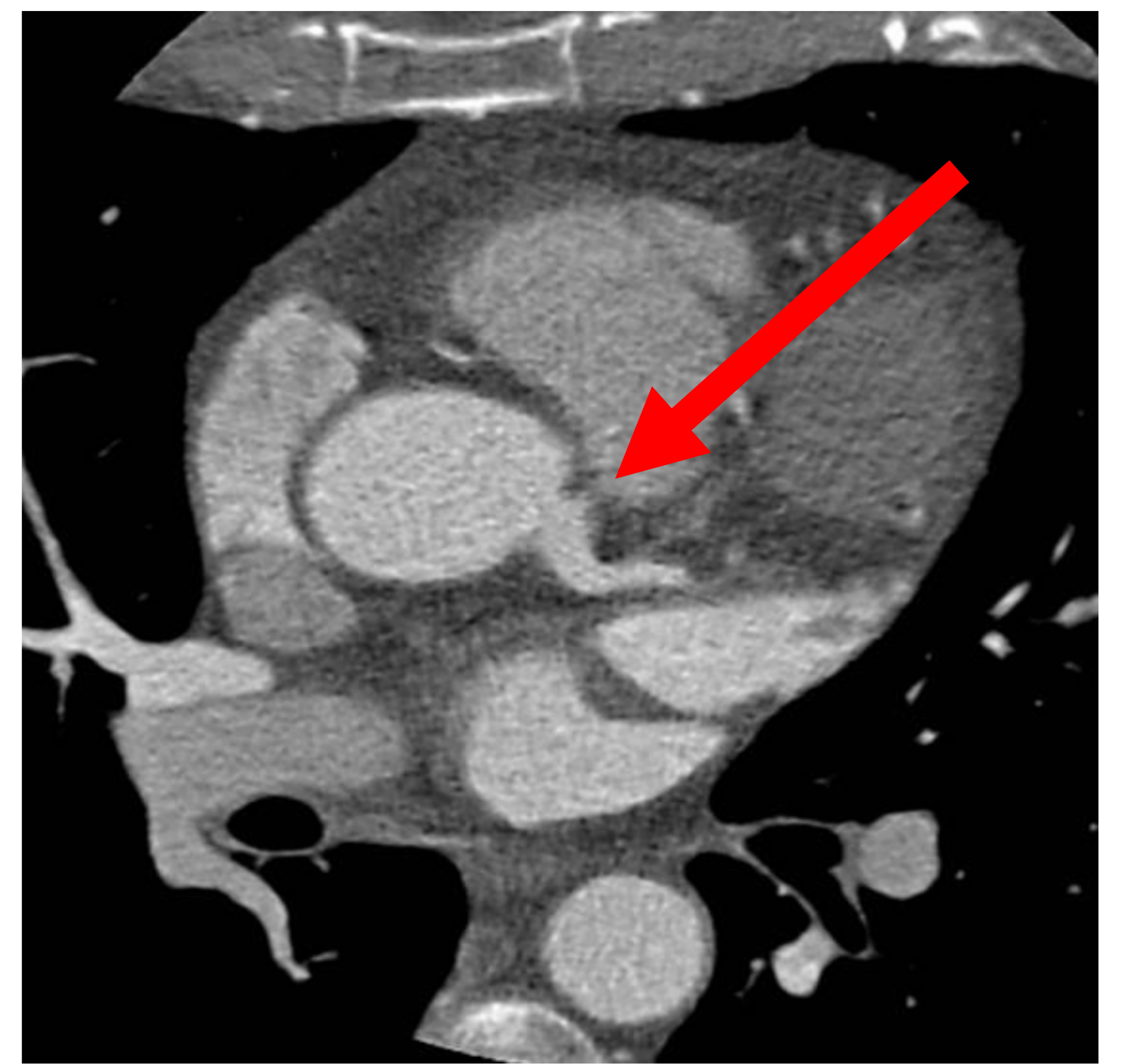


Fig.1. Angio-TC de coronarias. Corte axial donde se aprecia el origen del TCI

*El estudio del corazón mediante TC es posible gracias a la elevada resolución espacial y temporal que presenta, obteniendo imágenes con fino detalle anatómico de forma nítida, a pesar del continuo movimiento del corazón.*

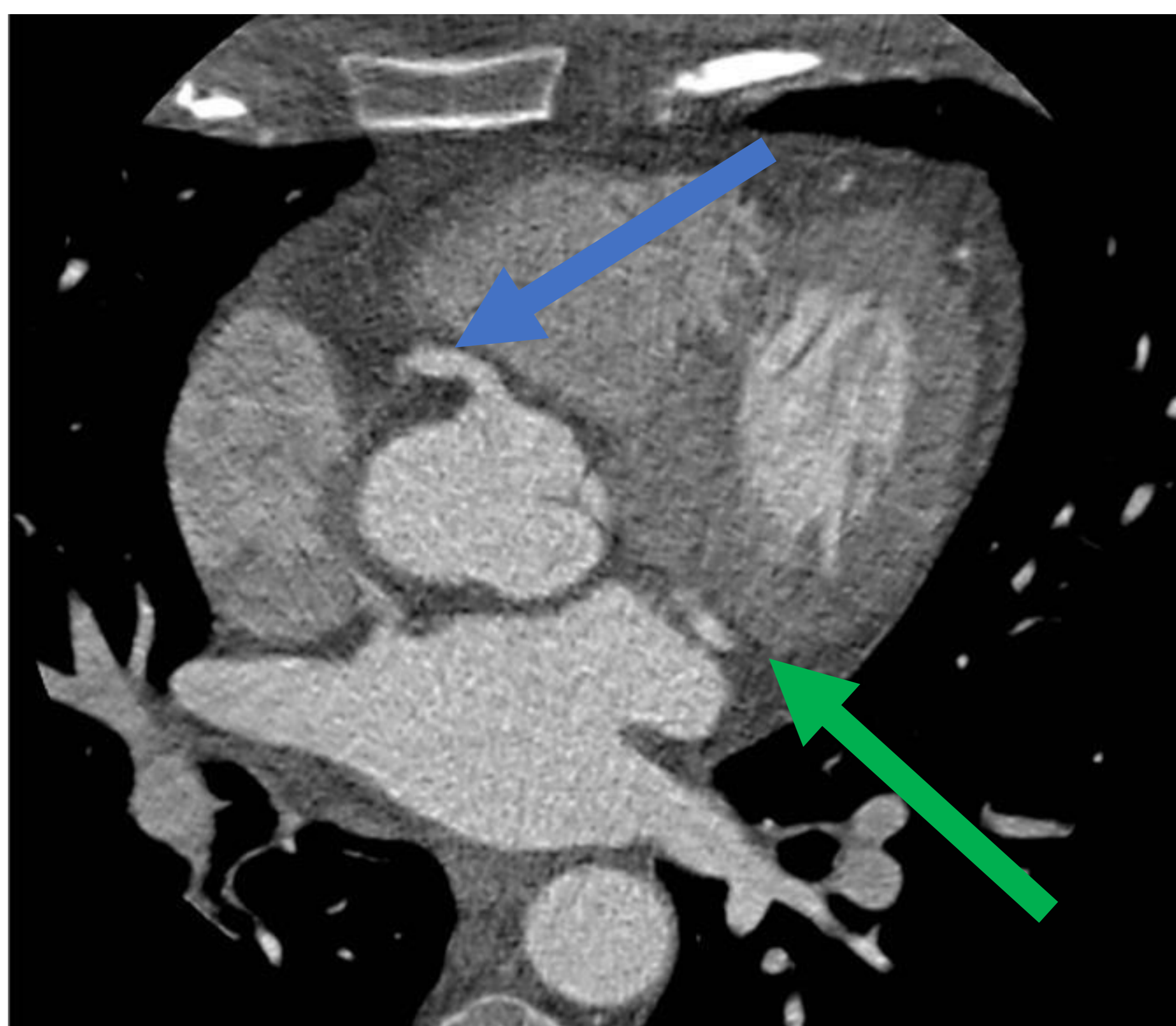
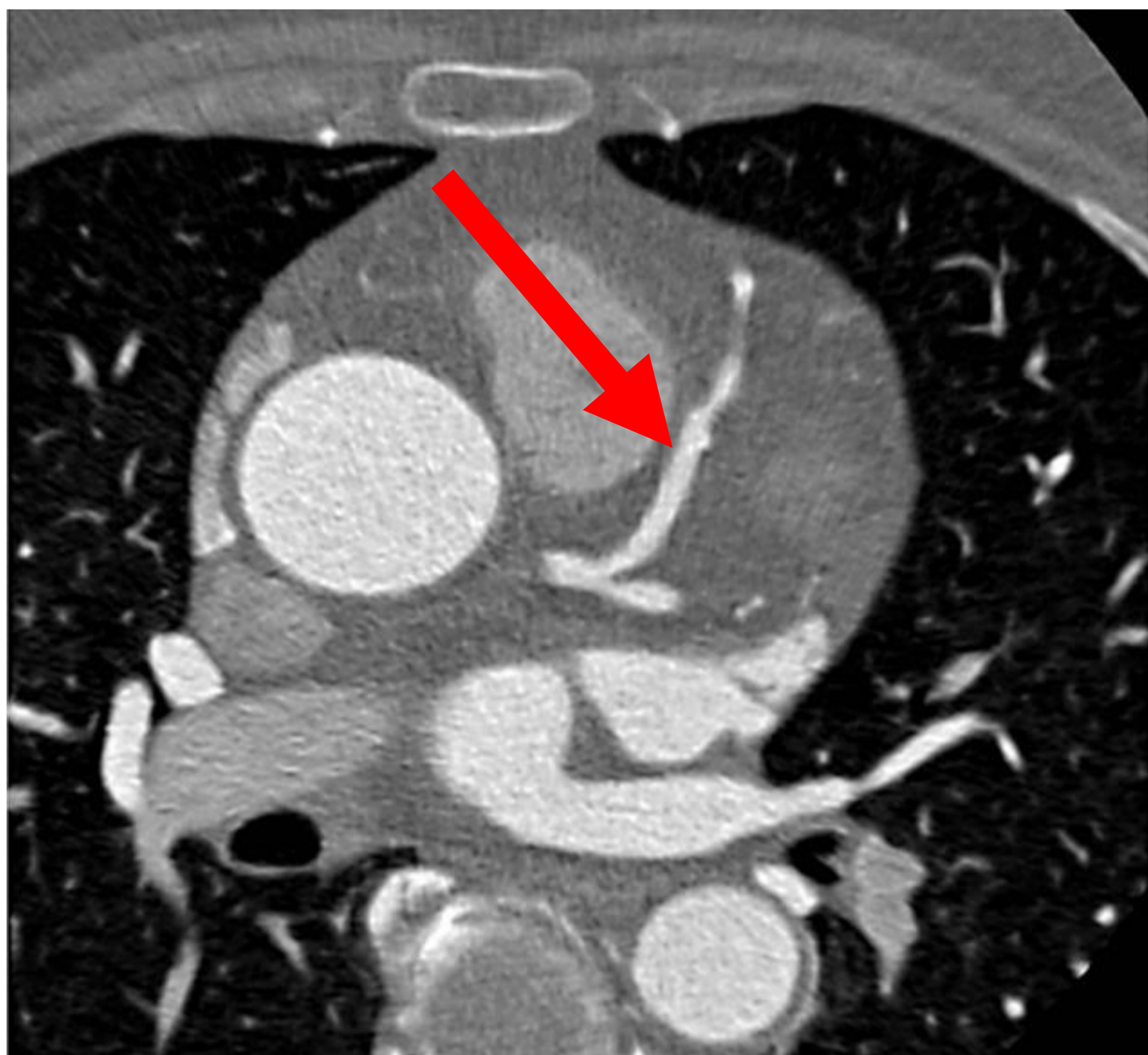


Fig.2. Angio-TC de coronarias. Corte axial donde se aprecia la arteria DA (flecha roja), coronaria derecha (flecha azul) y circunfleja (flecha verde)

# Angio-TC de arterias coronarias. Introducción

*La calidad del estudio viene determinada por 3 conceptos importantes*

Resolución temporal

Resolución espacial

Resolución de contraste

Resolución temporal

*Tiempo requerido para obtener los datos que permiten reconstruir una imagen. Una alta RT obtiene las imágenes a alta velocidad, permitiendo reducir los artefactos por movimientos*



64 Detectores: 165ms  
TC Energía Dual: 75ms

# Angio-TC de arterias coronarias. Introducción

***La calidad del estudio viene determinada  
por 3 conceptos importantes***

Resolución  
espacial

***Distancia mínima en mm que  
dos puntos se identifican como  
separados. A mayor RE, más  
preciso es el detalle anatómico,  
lo que permite evaluar vasos tan  
finos como las arterias  
coronarias***

***Capacidad de diferenciar la  
composición de diferentes  
tejidos. En TC, la RC es baja, por  
lo que es necesaria la  
administración de medios de  
contraste que realzan la luz de  
las estructuras vasculares***

Resolución de  
contraste

# Angio-TC de arterias coronarias. Introducción

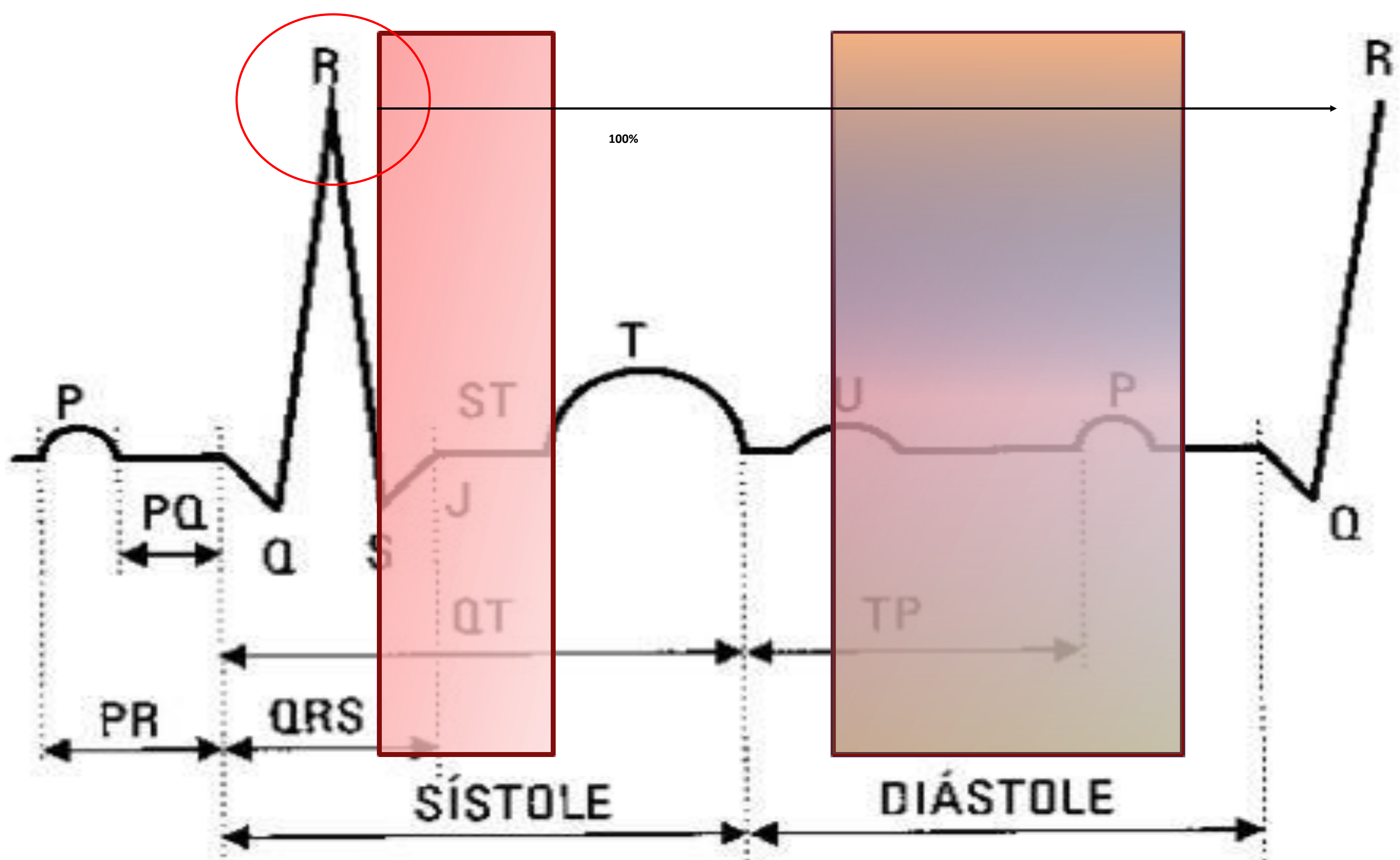
*Necesario un TC de 64 detectores o más*

*La adquisición de imágenes se realiza con un corte aprox. de 0.6 mm*

*Se debe sincronizar la adquisición con el momento del ciclo cardíaco estimado en el ECG, minimizando los artefactos por el latido*

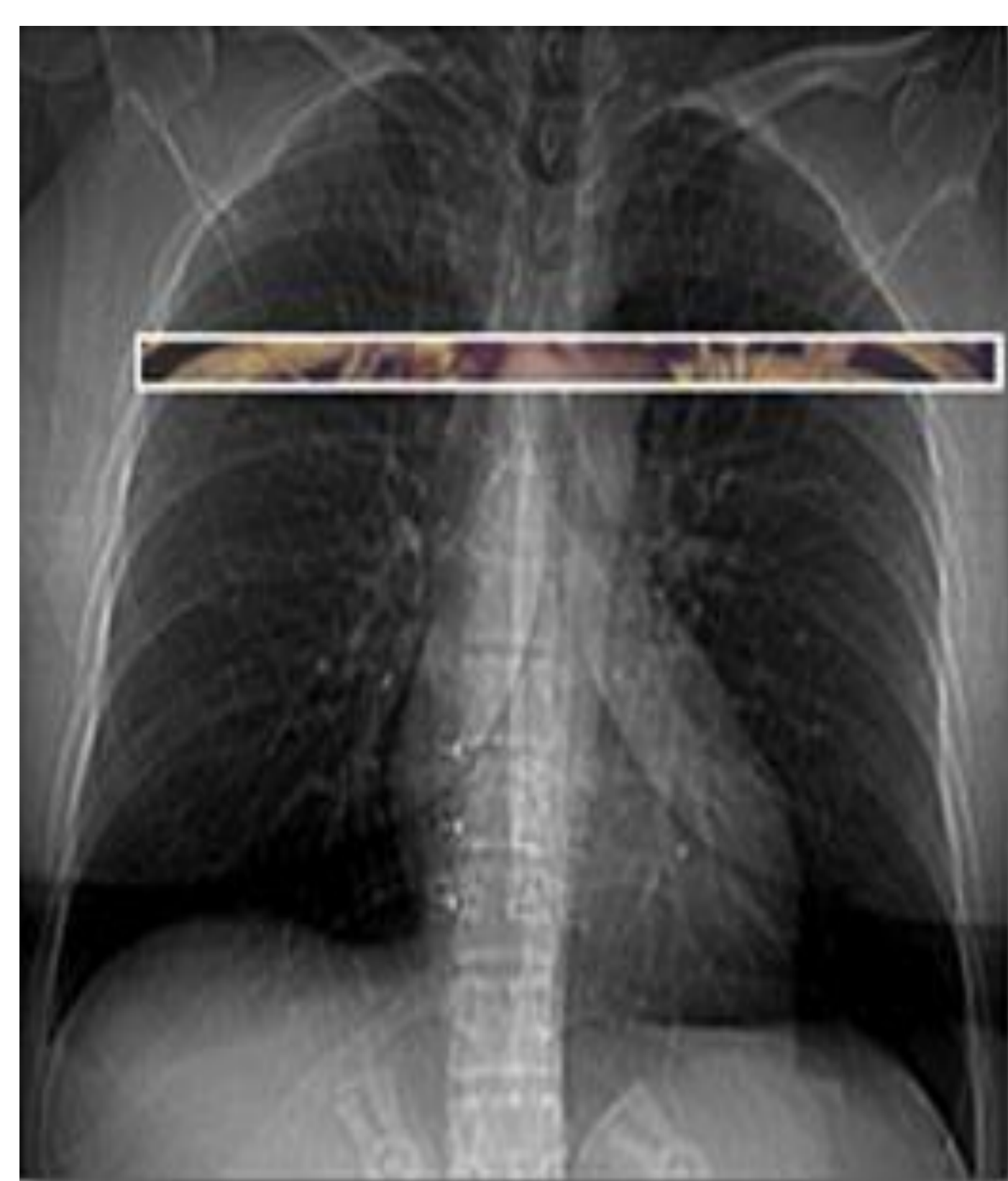
Mesosístole: 35-45%

Meso-Telediástole: 65-80%



# Angio-TC de arterias coronarias. Introducción

***Importancia del número de detectores:  
TC 64 detectores → necesarios 7-8 ciclos  
cardíacos para el estudio  
TC 320 detectores → adquisición en un  
único ciclo cardíaco (menor dependencia  
de FC)***



16 row MDCT  
1 cm detector  
20 SEC SCAN



64 row MDCT  
4 cm detector  
4-8 SEC SCAN



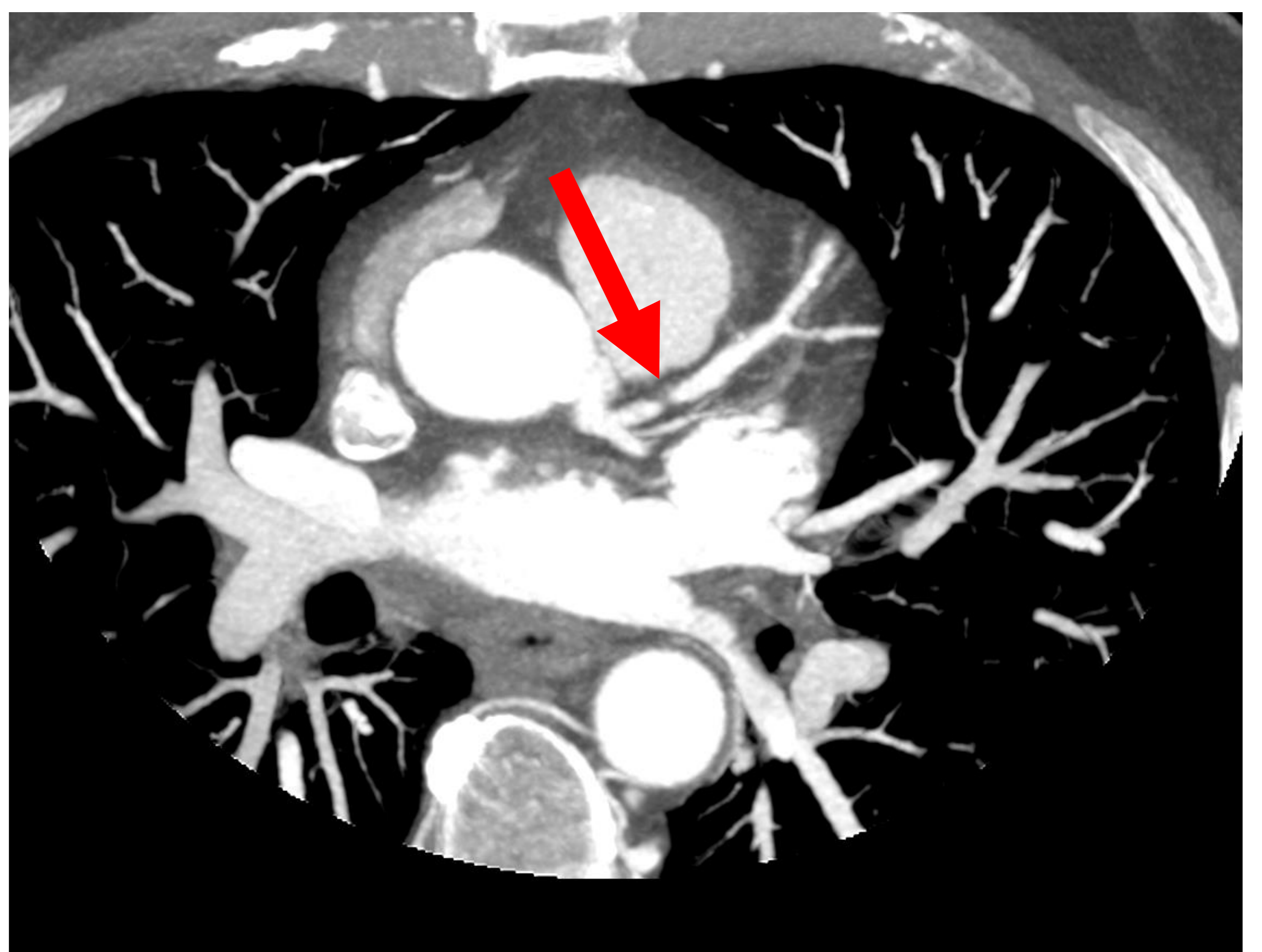
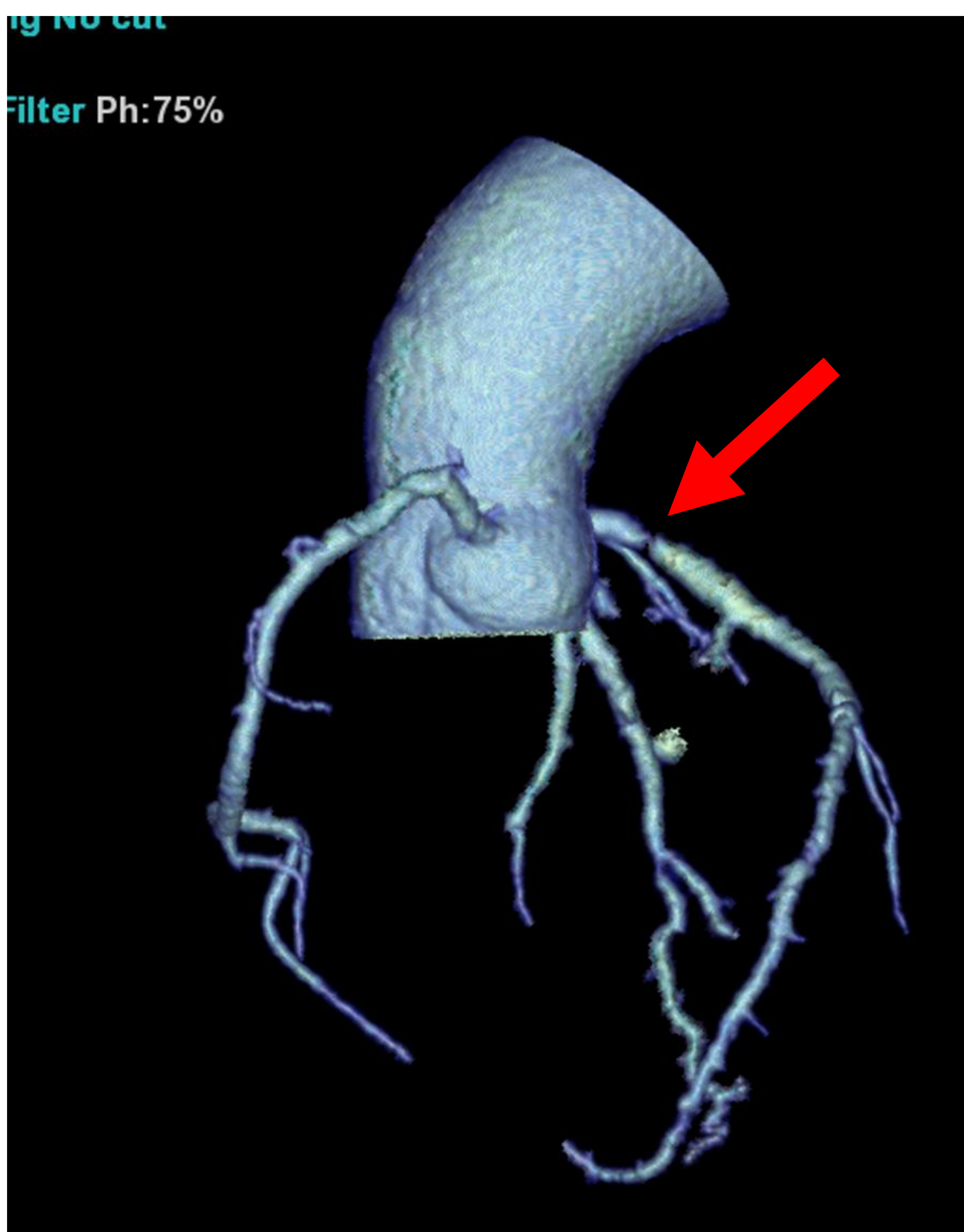
128 row MDCT  
8 cm detector  
2-4 SEC SCAN



320 row MDCT  
16 cm detector  
1-3 SEC SCAN

## Angio-TC de arterias coronarias. Introducción

*A partir del volumen obtenido, se pueden analizar las imágenes con reconstrucciones multiplanares (MPR), proyecciones de máxima intensidad (MIP) y de volumen (VR) que facilitan la interpretación del estudio y demuestran las estructuras de una manera más comprensible*



*Fig.3. Angio-TC de coronarias. Corte axial (arriba) donde se aprecia una placa blanda en DA proximal que condiciona una suboclusión (flecha roja). A la izquierda, reconstrucción VR donde se aprecia la suboclusión en DA.*

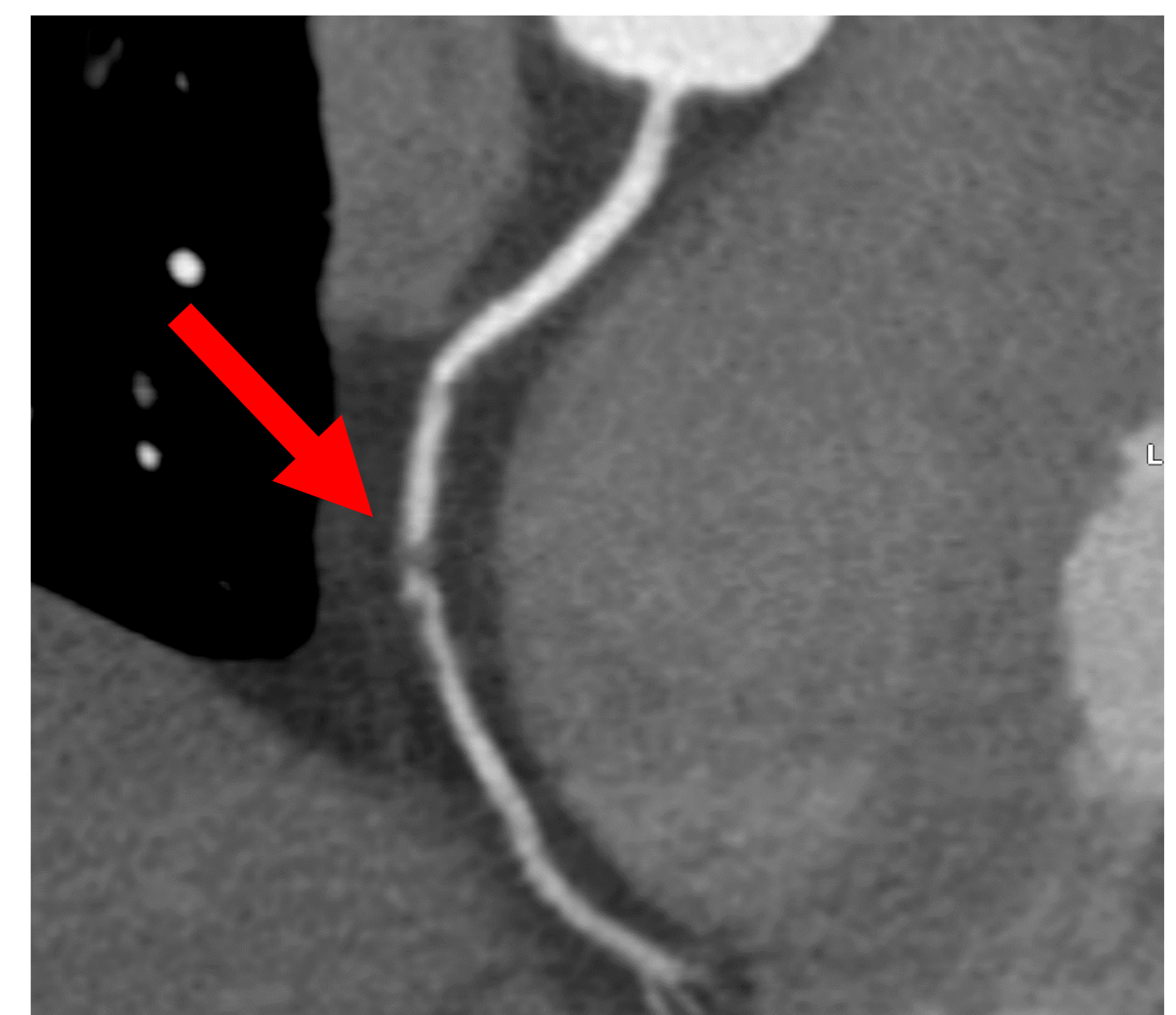


# Angio-TC de arterias coronarias. Introducción

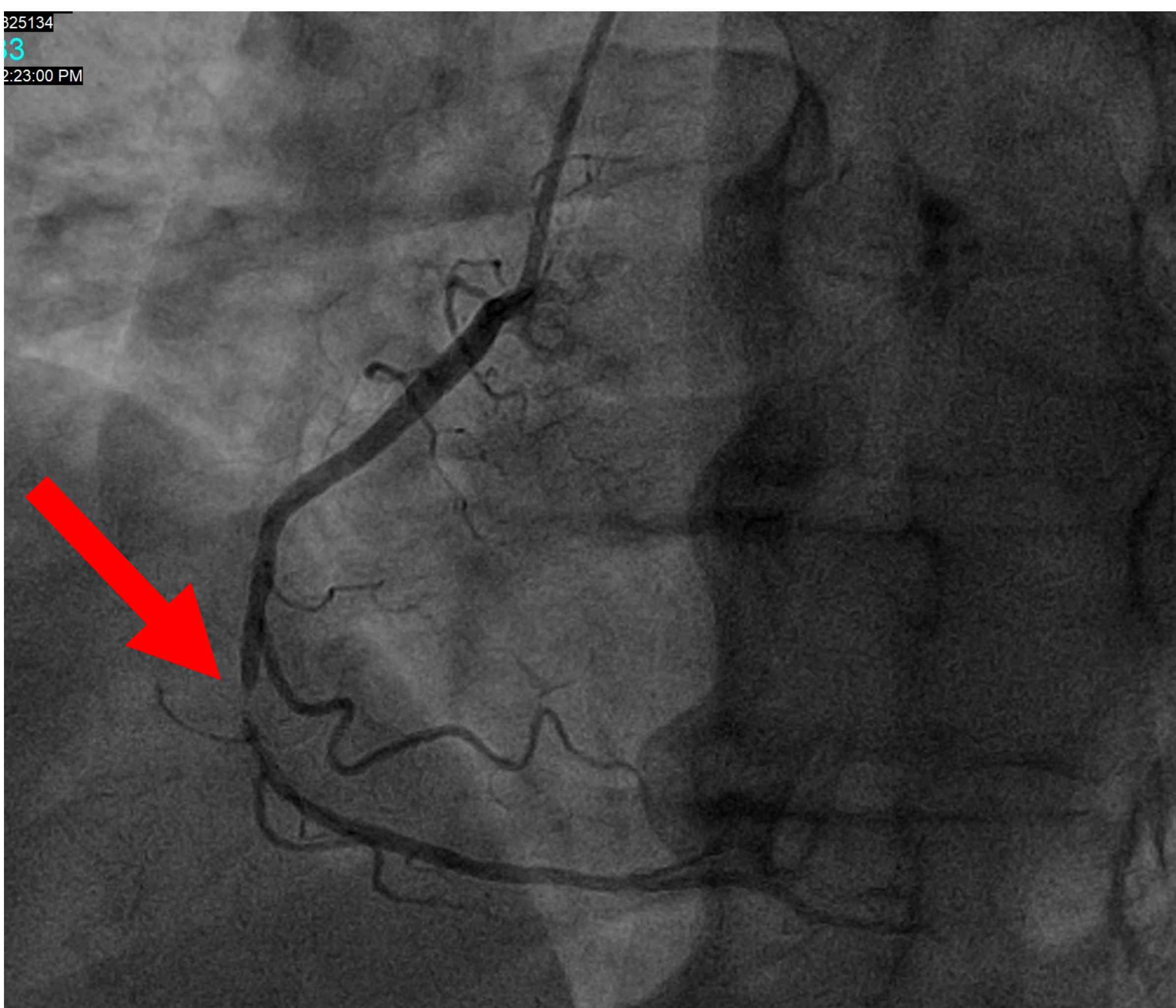
*A partir del volumen obtenido, se pueden analizar las imágenes con reconstrucciones multiplanares (MPR), proyecciones de máxima intensidad (MIP) y de volumen (VR) que facilitan la interpretación del estudio y demuestran las estructuras de una manera más comprensible*



*Fig.4. Angio-TC de coronarias. Reconstrucción multiplanar, corte coronal. Se aprecia una suboclusión en tercio medio de CD*



*Fig.5. Reconstrucción curvada de CD en mismo paciente que Fig. 4. Se observa la suboclusión en tercio medio*



*Fig.6. Coronariografía del mismo paciente que figuras 4 y 5. Se confirma la suboclusión de CD.*

# Angio-TC de arterias coronarias. Indicaciones

## Indicaciones

Detectar y cuantificar la enfermedad ateromatosa coronaria en pacientes sintomáticos con probabilidad baja/intermedia de tener enfermedad coronaria

Evaluación de cardiopatías congénitas

Evaluación de estructura y función cardíaca

Evaluación precirugía

Evaluación de permeabilidad de stents y bypass coronario

Triple estudio en dolor torácico

Calcio Score (cuantificación de calcio coronario)

# Angio-TC de arterias coronarias. Contraindicaciones

## Contraindicaciones

Contraindicación al uso de contraste

Falta de cooperación del paciente

Inestabilidad clínica

Calcio Score elevado

Alta frecuencia cardíaca y arritmias  
(contraindicación relativa)

# Angio-TC de arterias coronarias. Preparación del paciente

Ayuno de 4 horas previas (recomendado)  
Evitar sustancias excitantes (cafeína, bebidas energéticas...)

Toma de TA y FC  
Peso y altura (cálculo del IMC)  
Canalizar vía venosa 18G (capaz de soportar flujos de 5-6 ml/s) en brazo derecho  
Colocación de electrodos (ECG 3 derivaciones)

Control de la frecuencia cardíaca (betabloqueantes) para  $<65$  lpm  
Vasodilatación coronaria con NTG sublingual

# Angio-TC de arterias coronarias. $\beta$ bloqueantes

*Utilizados para disminuir la FC*  
*Objetivo  $\rightarrow$  FC <65 lpm*

*Pautados por  
cardiólogo días antes  
(administración oral)*

*Administrados antes de  
la prueba (vía iv)*

*Atenolol*

*Metoprolol*

*Alternativa  $\rightarrow$  ivabradina*

*Atenolol/metoprolol iv*

***Contraindicados***

Estenosis aortica severa  
Insuficiencia cardíaca descompensada  
Bloqueo AV de 2º/3º grado  
Asma  
EPOC grave  
Si FC <65 lpm

# Angio-TC de arterias coronarias. Nitroglicerina

## *Vasodilatación de arterias coronarias para mejor visualización*

1 puff aerosol sublingual NTG 0,4  
mg (solinitrina)  
Hasta 0,8 mg si la TA lo permite  
Administrar en decúbito supino  
Inicio efecto 1 min (aerosol)  
Fin efecto en 5 minutos  
Efecto secundario: cefalea, mareo



Fig.7. Angio-TC de coronarias.  
Reconstrucción MPR axial. Se observa la  
vasodilatación de arterias coronarias tras  
la toma de NTG.

### **Contraindicado**

Hipotensión <90/60 mmHg  
Toma de Sildenafil 24 horas antes  
(↑ los efectos hipotensores)  
Estenosis aórtica severa

Angio-TC de arterias coronarias.  
Principales modos de adquisición

***Dos modos principales de adquisición:  
retrospectivo o prospectivo***

Retrospectivo

***Cuando la FC es alta o irregular***

***Adquisición helicoidal (mesa en***

***movimiento durante la adquisición)***

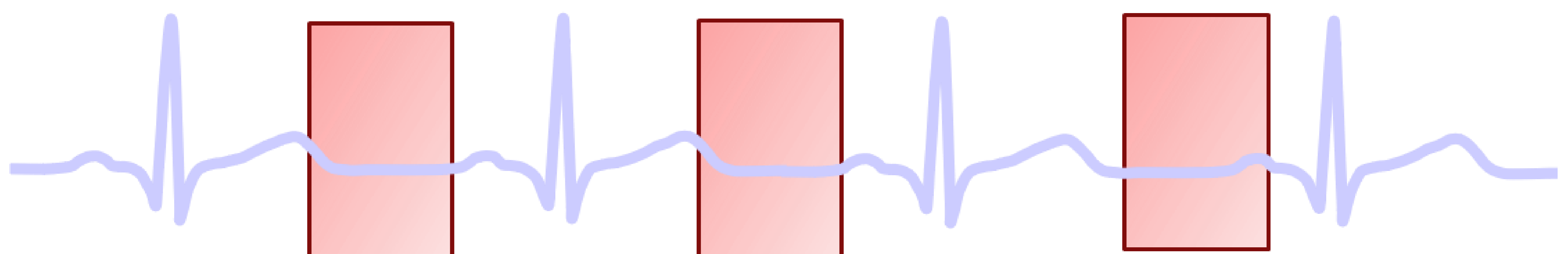
***La información se obtiene durante todo el***

***ciclo cardíaco***

***Permite obtener información de la***

***función ventricular o valvular***

***Mayor dosis de radiación***



## Angio-TC de arterias coronarias. Retrospectivo: modulación dosis

*En las fases óptimas del ciclo cardíaco (diástole generalmente) la corriente del tubo es máxima*

*En el resto de fases se reduce un 5-25% aprox.*

*Si la FC es elevada no hay tiempo para cambiar la corriente y se obtiene una menor reducción de dosis*

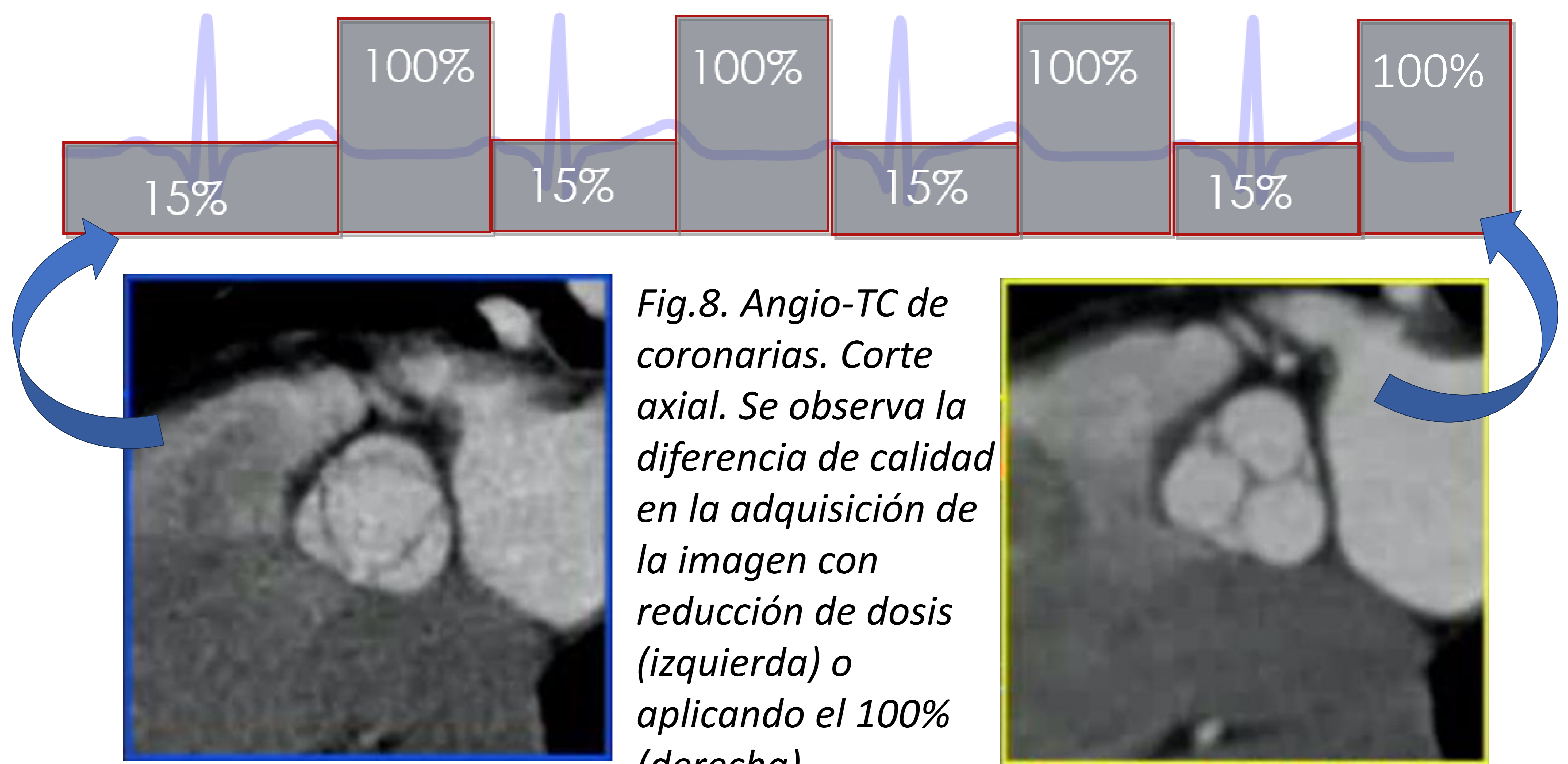


Fig.8. Angio-TC de coronarias. Corte axial. Se observa la diferencia de calidad en la adquisición de la imagen con reducción de dosis (izquierda) o aplicando el 100% (derecha)



# Angio-TC de arterias coronarias. Principales modos de adquisición

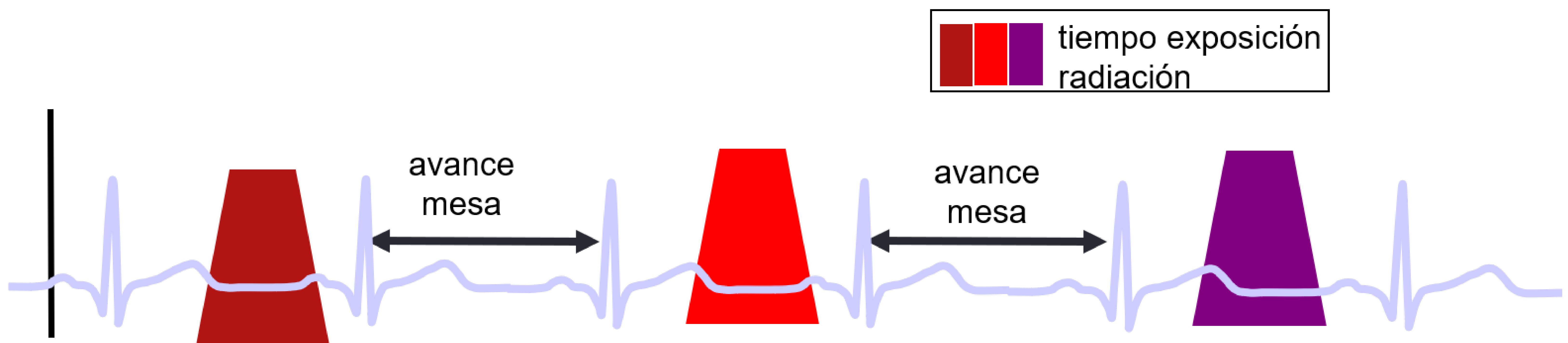
## Prospectivo

*Requiere FC bajas y estables (<65 lpm)*

*Adquisición secuencial*

*La información se obtiene en un solo período del ciclo cardíaco (diástole generalmente)*

*Mayor calidad mientras menor sea la FC*



*tubo de rayos X sólo activo durante una fase del ciclo → **reducción de dosis (hasta 83%)***

*Solo información anatómica (no función)*

*Si la fase del ciclo no es satisfactoria o se producen alteraciones en el ritmo el estudio no será diagnóstico*

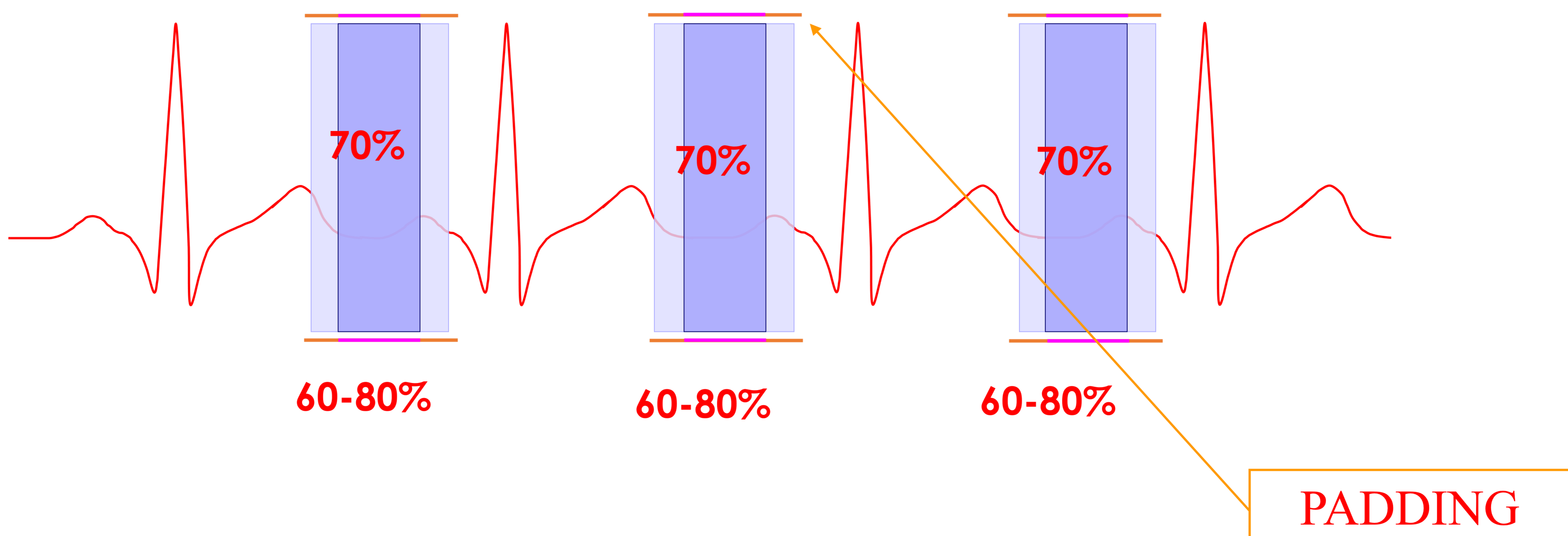
# Angio-TC de arterias coronarias. Prospectivo: padding

*Consiste en ampliar la ventana de adquisición*

*Proporciona información adicional a ambos lados de la fase "objetivo"*

*Puede resultar útil cuando la fase objetivo es subóptima*

*Permite una adaptación a pequeñas variaciones de la FC (<10 lpm)*



# Angio-TC de arterias coronarias. Retrospectivo/prospectivo

## Modo retrospectivo (helicoidal)

Más fases

Aporta información  
sobre la función

Más dosis (10-15 mSv)

Requiere menor  
restricción de la  
FC (>65 lpm)

## Modo prospectivo (secuencial)

Única fase (padding)

No aporta información  
sobre la función

Menos dosis (4-7 mSv)

Requiere mayor  
restricción de la  
FC (<65 lpm y estable)

# Angio-TC de arterias coronarias. Calcio Score

*El Calcio Score evalúa el depósito de calcio coronario  
Se utiliza el método de Agatston (genera una puntuación de  
la extensión de las calcificaciones coronarias de forma  
semiautomática)*

Score Calcio	Riesgo	Descripción
0	No identificado	Prueba negativa. Bajo riesgo de evento cardiovascular en 5 años.
1-10	Mínimo	Mínima aterosclerosis presente. Bajo riesgo de evento cardiovascular en 5 años.
11-100	Templado	Aterosclerosis coronaria leve. Probable que haya una estenosis coronaria leve o mínima. Riesgo leve de evento cardiovascular.
101-400	Moderado	Calcio moderado en coronarias, confirma la placa aterosclerótica. Riesgo moderado de evento cardiovascular.
>400	Alto	Riesgo significativo de sufrir evento cardiovascular en los próximos 5 años.

*Otros componentes de la placa aterosclerótica (lípidos, componentes fibróticos...) pueden estar presente incluso sin calcificaciones, por lo que un Score negativo no descarta la presencia de ateromatosis coronaria*

# Angio-TC de arterias coronarias. ¿Qué protocolo elegir?

Ritmo regular

FC <65 lpm

FC >65 lpm

Bajar FC con  
 $\beta$ bloqueantes

Prospectivo

Ritmo irregular

FC >65 lpm no controlable con  $\beta$ bloqueantes

Retrospectivo

# Angio-TC de arterias coronarias. Protocolo en nuestro servicio

*Recepción al paciente: toma de constantes, acceso venoso, monitorización ECG, explicación de la prueba*

*Administración de  $\beta$ bloqueantes (si precisa) y NTG*

*Kv:80-100 mAs:220-400*

*Contraste: 1ml/kg (concentración 350 Osm)  
Inyección 80-100 ml de civ + 40 ml de suero salino  
Flujo: 5 ml/s*

*SmartPrep: ROI en aorta ascendente  
Retraso: 6 segundos  
Grosor de corte: 0.6 mm*

# Angio-TC de arterias coronarias. Hallazgos

*El principal hallazgo lo constituyen las placas de ateroma en las arterias coronarias*

*En el informe hay que describir localización, morfología, composición y grado de estenosis que condicionan*

*La clasificación CAD-RADS realiza una valoración cuantitativa del grado de estenosis (0-100%), notificando la clínicamente más relevante*

*Otros posibles hallazgos son variantes de la normalidad en la localización o ramificaciones coronarias, alteraciones cardíacas, hallazgos pulmonares o torácicos incidentales..*

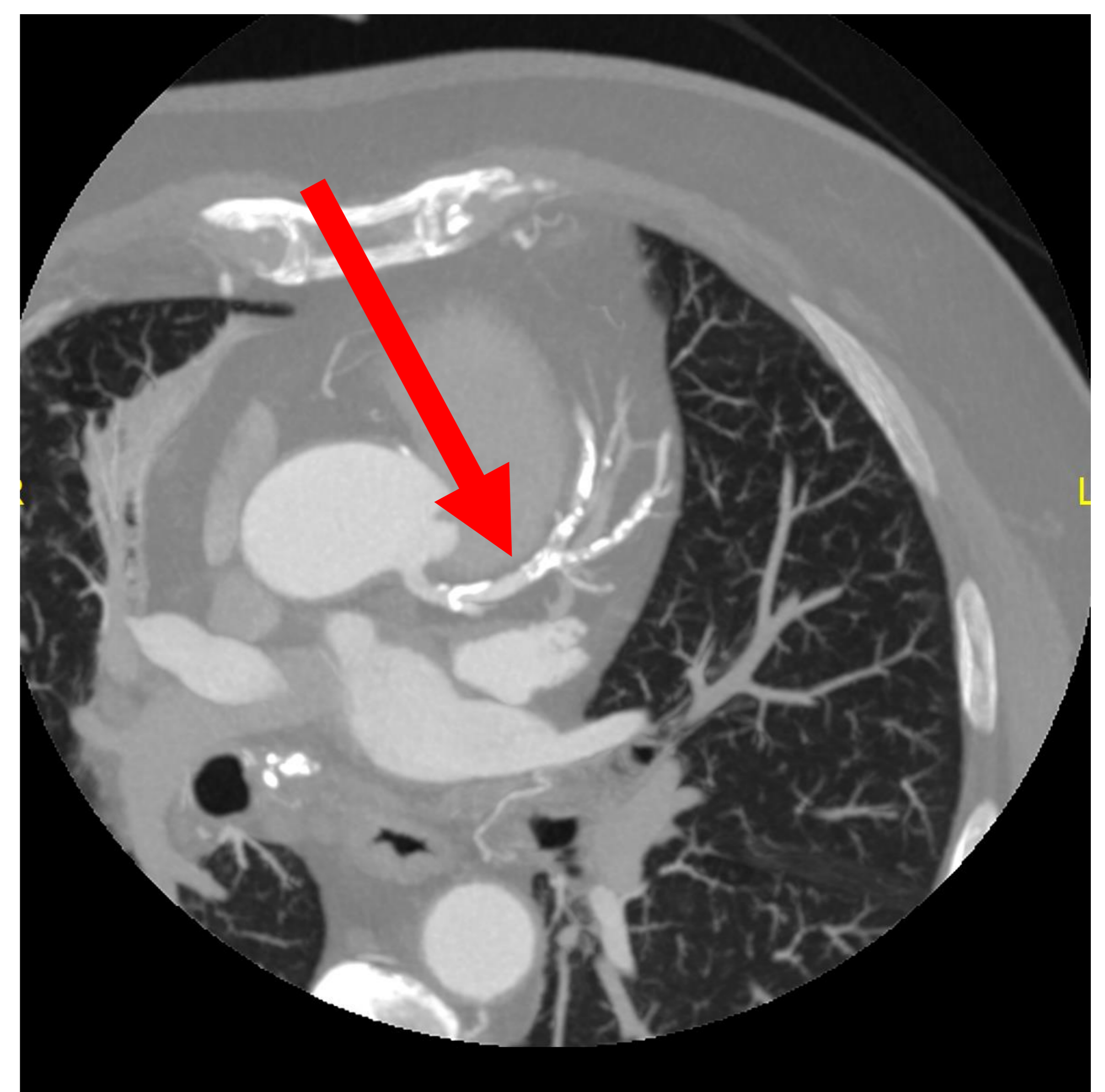
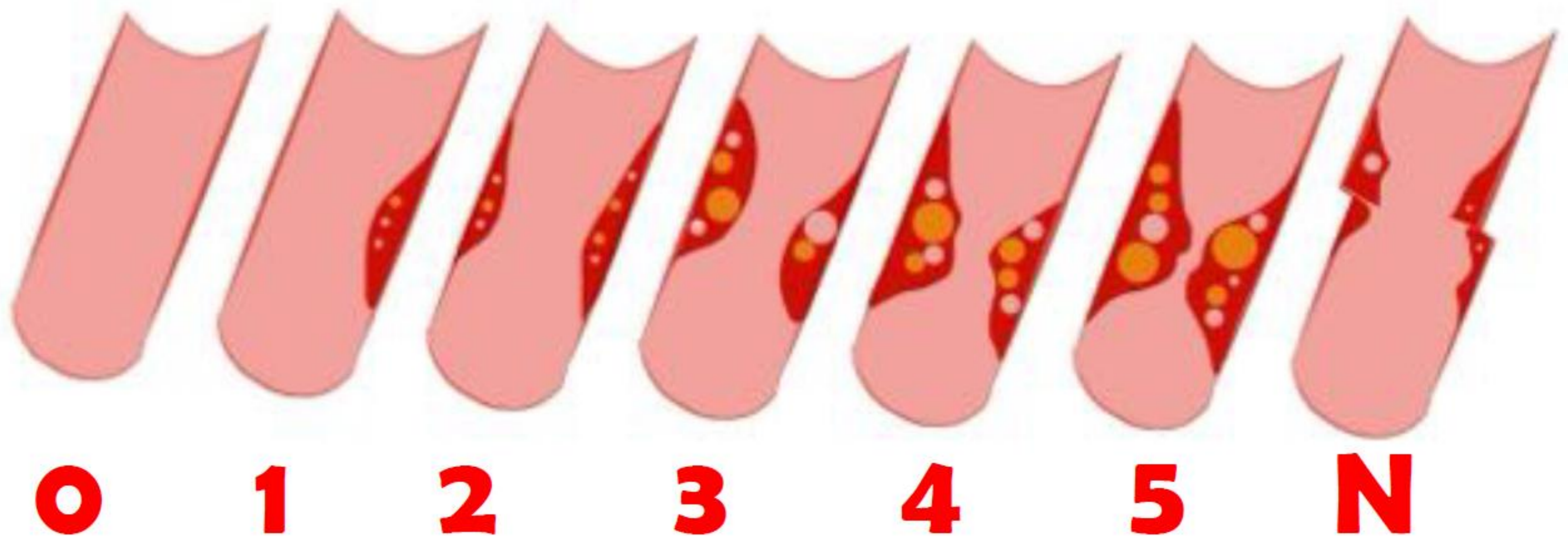


Fig.9 .Angio-TC de coronarias. Corte axial MIP. Placa mixta en TCI con estenosis del 75%. Placa mixta en DA proximal y media, con estenosis 50-70%

# Angio-TC de arterias coronarias. CAD-RADS



**CADRADS 0 : Ausencia de enfermedad coronaria**

**CADRADS 1: Afectación no obstructiva, estenosis 1-24%**

**CADRADS 2: Afectación leve no obstructiva, estenosis 25-49%**

**CADRADS 3: Estenosis moderada, 50-70%**

**CADRADS 4a: Estenosis severa, 70-99% en uno o dos vasos**

**CADRADS 4b: Estenosis severa, >50% TPI o >70% en 3 vasos**

**CADRADS 5: Oclusión total del 100%**

**CADRADS N: Estudio no diagnóstico**

**Se aplican modificadores según:**

**Presencia de stents (S)**

**Existencia de injertos (G)**

**Placas de elevado riesgo (HRP)**

**Isquemia (I)**

**Excepciones (E)**



# Angio-TC de arterias coronarias. CAD-RADS

CADRADS

CADRADS  
0/1/2

CADRADS 3

CADRADS  
4a/4b

CADRADS 5

Estenosis  
mínima/leve

Estenosis  
moderada

Estenosis  
grave

Obstrucción  
completa

No  
necesarias  
pruebas  
adicionales

Evaluación  
con test  
funcionales

Test  
funcional/cat  
eterismo

Cateterismo

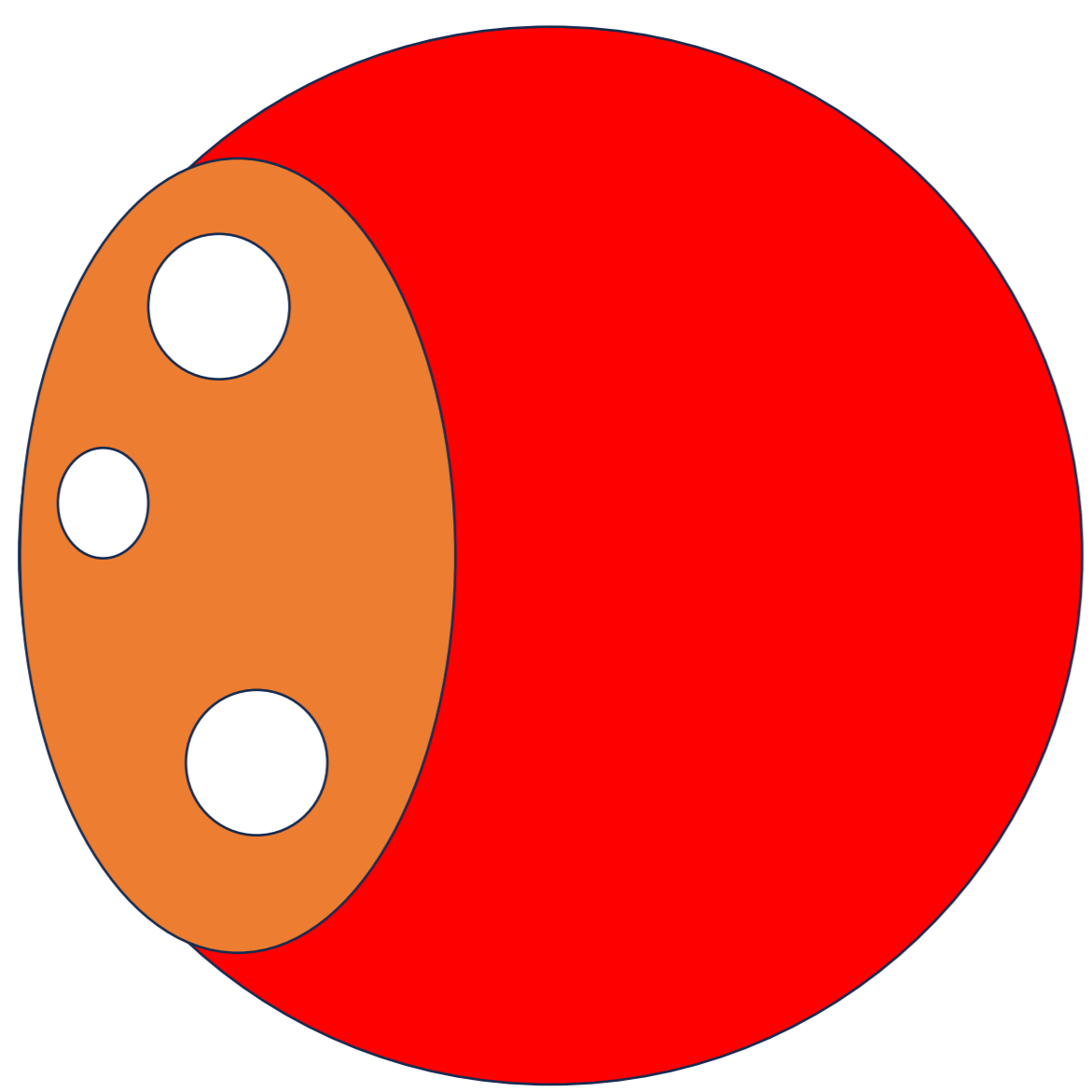
# Angio-TC de arterias coronarias. CAD-RADS

## Modificadores CAD-RADS

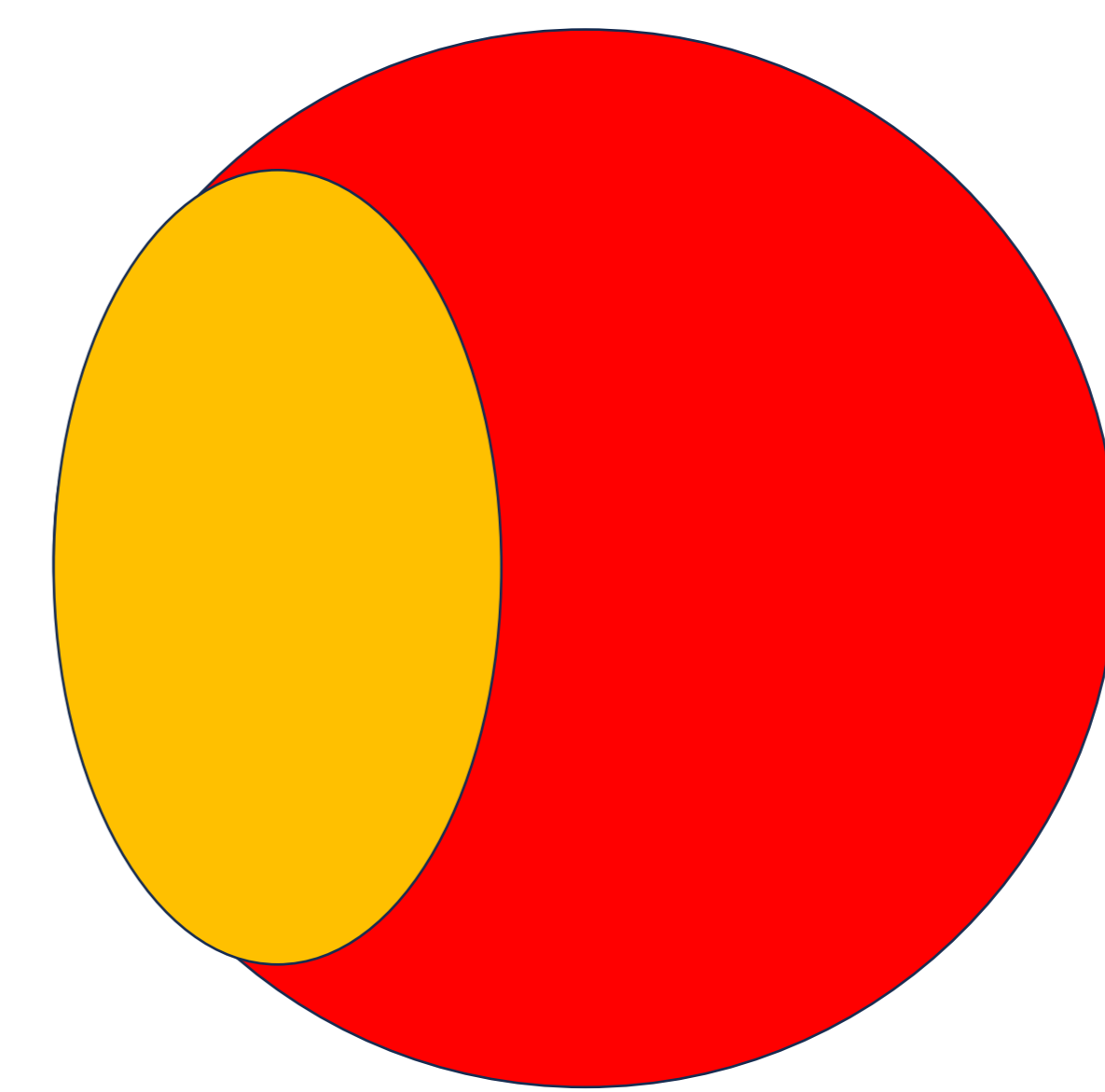
<b>Estudio no diagnóstico (N)</b>	Puede ser modificador (si la categoría es >3) o categoría propia. No se puede excluir SCA en un segmento coronario (o en todo el estudio si se utiliza como categoría)
<b>Stent (S)</b>	Valorables si tienen un diámetro >3 mm.
<b>Bypass/injerto (G)</b>	Se evalúa el grado de estenosis igual que en arterias nativas. No se evalúa estenosis nativa con bypass completamente permeable
<b>Placa de elevado riesgo (HRP)</b>	Presencia de al menos dos características de alto riesgo de placa vulnerable en la misma lesión
<b>Excepciones (E)</b>	Presencia de alteraciones no relacionadas con aterosclerosis (vasculitis, fistulas coronarias, malformaciones arteriovenosas...)

# Angio-TC de arterias coronarias. CAD-RADS

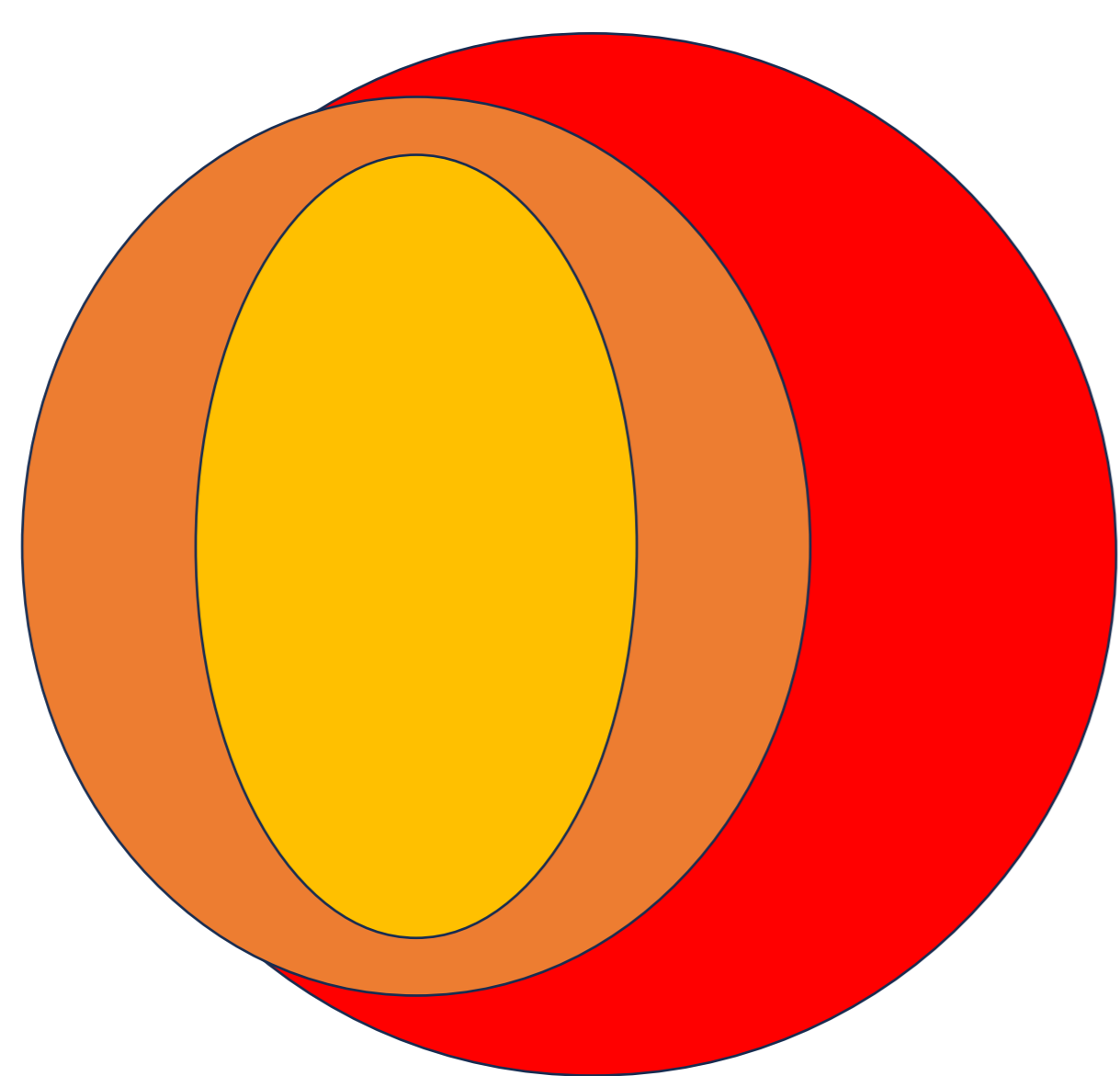
*Las características de placa de alto riesgo tienen una fuerte asociación con SCA*



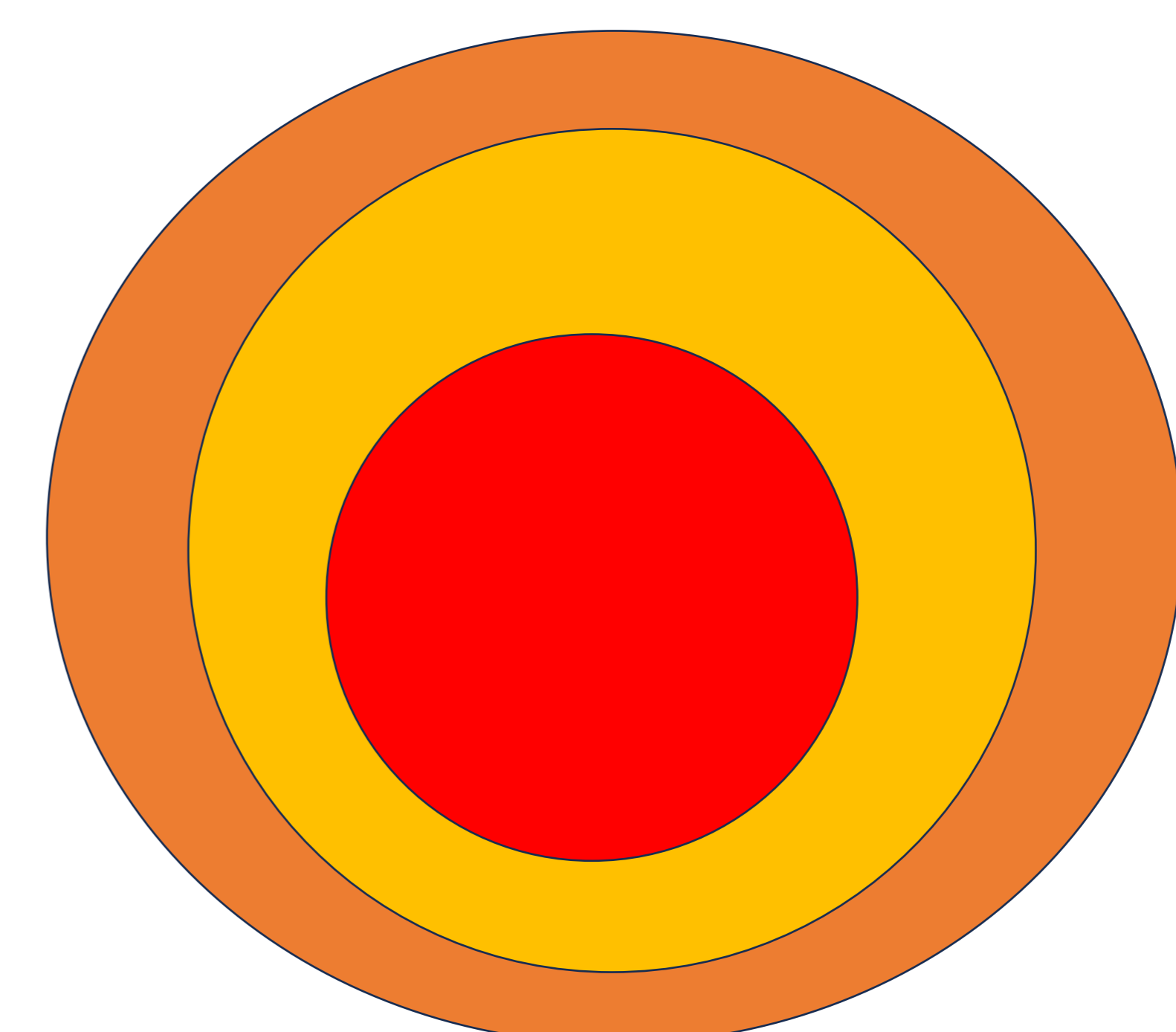
*Calcificación irregular (spotty calcification)*



*Placa de baja atenuación >30 UH*

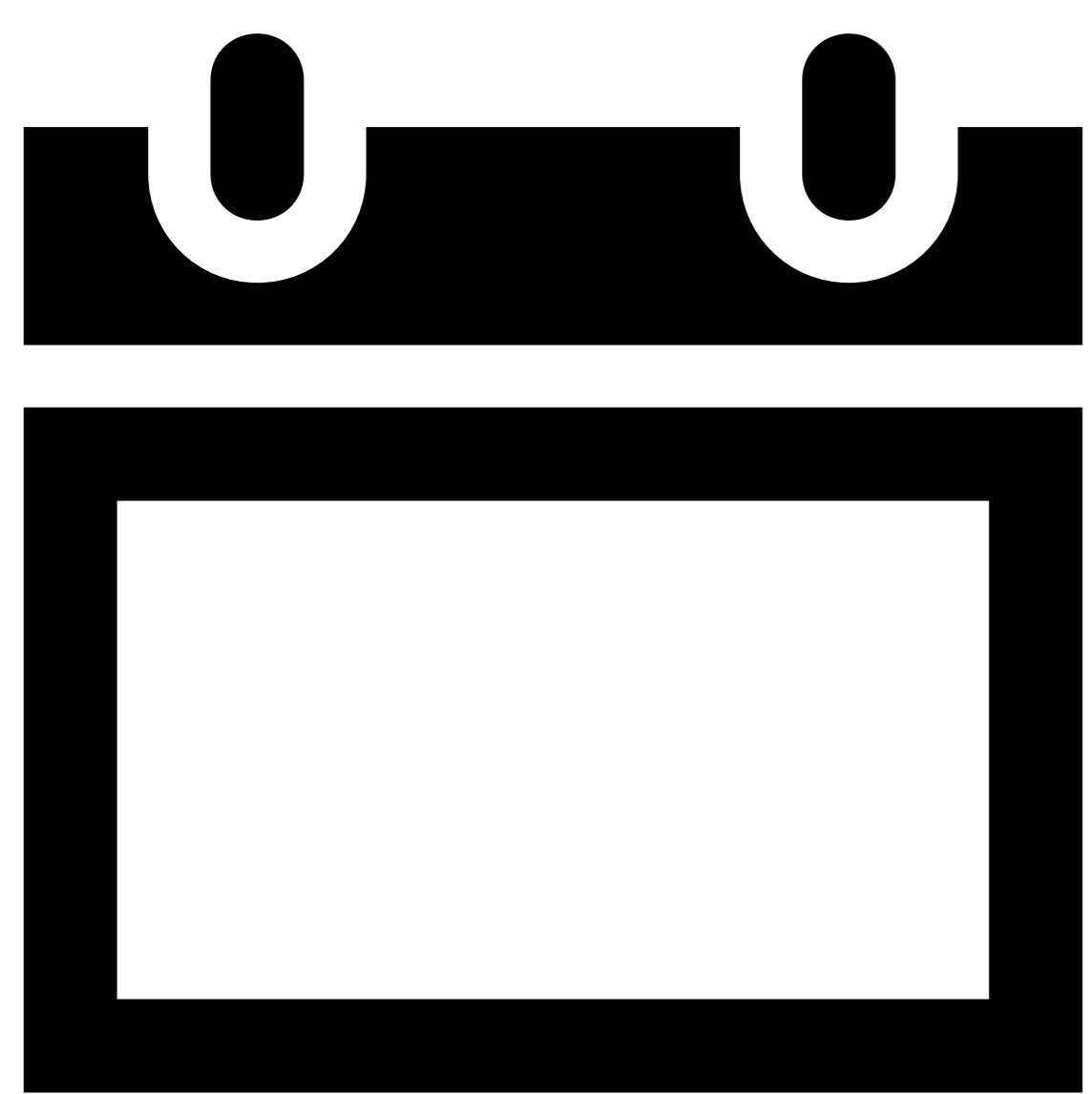


*Area central de baja atenuación con halo de alta atenuación (napkin-ring sign)*



*Remodelamiento positivo*

# Angio-TC de arterias coronarias. Resultados

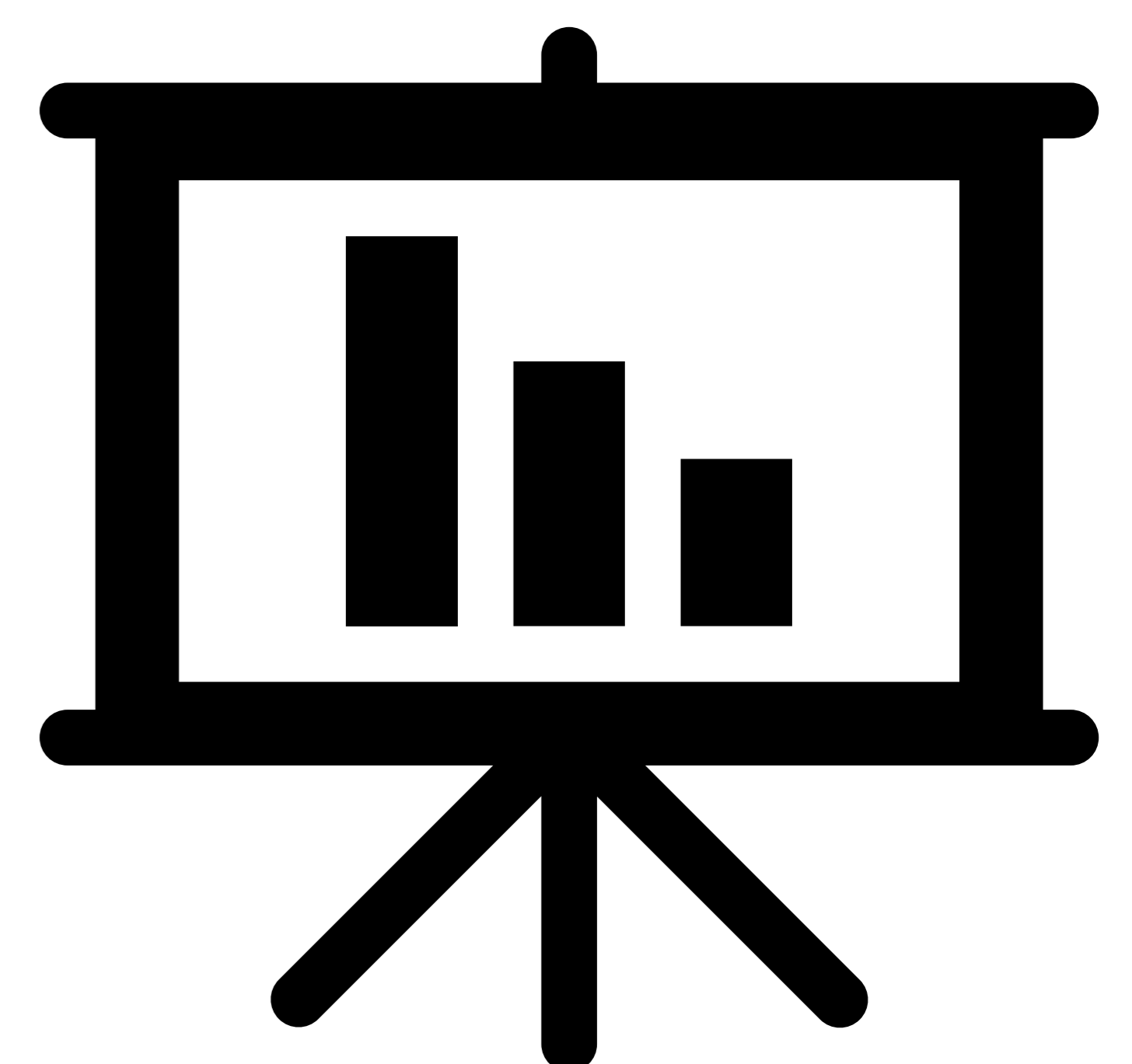


*De 01/07/19 al 31/07/23*

*N=832 pacientes*

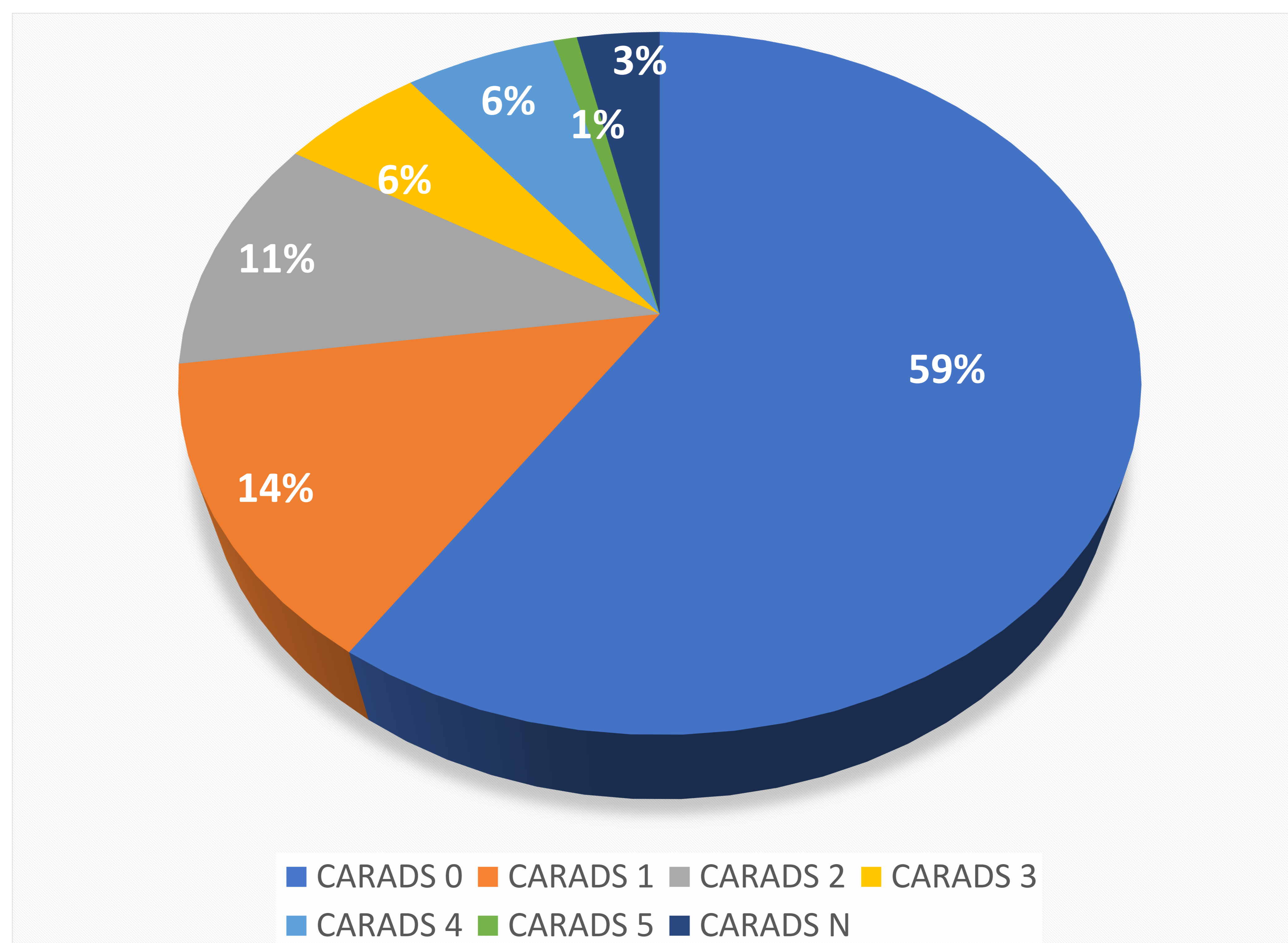
*Estudio descriptivo retrospectivo  
donde se analizan los resultados  
obtenidos en angio-TC de arterias  
coronarias realizados a pacientes  
de forma programada o  
ingresados.*

*Los pacientes presentaron clínica  
compatible con isquemia  
coronaria y una probabilidad  
preprueba baja/intermedia*



# Angio-TC de arterias coronarias. Resultados

Categoría CAD-RADS	Número de pacientes (N=832)
CADRADS 0	493 (59%)
CADRADS 1	112 (14%)
CADRADS 2	92 (11%)
CADRADS 3	48 (6%)
CADRADS 4	51 (6%)
CADRADS 5	8 (1%)
CADRADS N	28 (3%)



# Angio-TC de arterias coronarias. Resultados

***A los pacientes con categoría CADRADS 0-1-2  
no se les realizó más pruebas***

***Los pacientes CADRADS 3 fueron sometidos a  
test funcional para detección de isquemia (RM  
stress, ecocardio de stress, ergometría),  
seguimiento clínico o coronariografía***

***A los pacientes CADRADS 4 se les sometió a  
prueba funcional o coronariografía a criterio  
de cardiología***

***A los pacientes CADRADS 5 se les realizó  
coronariografía de forma preferente***

# Angio-TC de arterias coronarias. Resultados

*Los pacientes CADRADS 3 fueron sometidos a test funcional para detección de isquemia (RM stress, ecocardiograma de stress, ergometría), seguimiento clínico o coronariografía*

Pacientes CADRADS 3	48 en total
Ergometría	7
Ecocardiograma de stress	6
Rm de stress	4
Seguimiento clínico	10
Coronariografía	17
Pérdida de seguimiento	4

*El 71% de los pacientes con ergometría presentaron signos de isquemia*

*El 33% de los pacientes con ecocardiograma de stress presentaron signos de isquemia*

*El 50% de los pacientes con RM de stress presentaron signos de isquemia*

*En el 52% de los pacientes con coronariografía los hallazgos identificados en el angio-TC eran concordantes a los encontrados en la coronariografía*

# Angio-TC de arterias coronarias. Resultados

*A los pacientes CADRADS 4 se les sometió a prueba funcional o coronariografía a criterio de cardiología*

Pacientes CADRADS 4	51 en total
Coronariografía con hallazgos concordantes con angio-TC	37 (73%)
Coronariografía sin hallazgos concordantes con angio-TC	9 (17%)
No realización de coronariografía (test funcional)	5 (10%)

*En el 73% de los pacientes CADRADS 4 los hallazgos identificados en el angio-TC eran concordantes a los encontrados en la coronariografía*

*El 60% de los pacientes con test funcional presentaron signos de isquemia*



# Angio-TC de arterias coronarias. Resultados

*A los pacientes CADRADS 5 se les realizó  
coronariografía de forma preferente*

**Pacientes CADRADS 5**

**8 en total**

Coronariografía con hallazgos  
concordantes con angio-TC

7 (87%)

*En el 87% de los pacientes CADRADS 5 los  
hallazgos identificados en el angio-TC eran  
concordantes a los encontrados en la  
coronariografía*

# Angio-TC de arterias coronarias. Conclusiones

*Los avances tecnológicos que han tenido lugar en el TC han hecho posible la evaluación de estructuras pequeñas y en movimiento como las arterias coronarias*

*El angio-TC coronario aporta información anatómica y funcional del corazón, gracias a la elevada resolución espacial, temporal y la sincronización con el ritmo cardíaco*

*La principal indicación de este estudio es la detección de enfermedad coronaria en pacientes con clínica compatible y probabilidad baja/intermedia de isquemia coronaria. En este escenario, el VPN de la prueba es muy elevado*

*Son necesarias una buena preparación del paciente y una adecuada elección del protocolo a utilizar*

*En nuestro estudio se pudo constatar que los hallazgos observados presentan una gran concordancia con los resultados de las pruebas funcionales y/o coronariografía, aumentando a medida que subimos en la escala CAD-RADS*

# Referencias bibliográficas

- Marcus R, Ruff C, Burgstahler C et al. Evidencia científica reciente y avances técnicos en la tomografía computerizada cardiovascular. *Rev Esp Cardiol*. 2016;69(5):509-514
- Bitar P, Paolinelli P, Furnaro F. Tomografía computada cardíaca: estado actual. *Rev. Med. Clin. Condes* 2018;29(1): 33-43
- Martín Díaz, A., Cuesta López, E., Refoyo Salicio, E., Guzmán Martínez, G., Torres Sánchez, M. I., & Blázquez González, J. A. (2018). Angio-TC coronario:: Eficiencia y mejora de la calidad asistencial con respecto a la coronariografía invasiva. *Seram*. Recuperado a partir de <https://www.piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/1869>
- Begerano Fayos, D. M., Angulo Henao, D. D. M., López Celada, D. S., Rodríguez Fisac, D. B., Galant Herrero, D. J., & Sánchez Valverde, D. M. D. (2022). ¿Necesitamos CAD-RADS en la interpretación del Angio-TC coronario? . *Seram*, 1(1). Recuperado a partir de <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/9097>
- Guantes Del Vigo, M. B., Larrazabal Echevarria, E., Hernaiz Argudo, L., Insausti Jaca, N., & Aperribay Ulacia, M. (2018). Carcinoma de vesícula biliar:: revisión radiológica y epidemiológica. *Seram*. Recuperado a partir de <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/873>
- Schoepf U, Thilo C, Fernández M.J. et al. Angiografía por tomografía computerizada coronaria: indicaciones, adquisición de imágenes e interpretación. *Radiología* 2008;50(2):113-30