

PERFUSIÓN MIOCÁRDICA POR TC: ¿CÓMO LO HAGO?

~ PRINCIPIOS BÁSICOS Y APLICACIONES CLÍNICAS ~

Carmen Mbongo Habimana¹, Manuel Rafael López de la Torre Carretero¹, Miguel Barrio Piqueras¹, César Urtasun Iriarte¹, Pablo del Nido Recio¹, Gorka Bastarrika Alemañ¹, Ana Ezponda Casajús¹

¹Clínica Universidad de Navarra, Pamplona



OBJETIVOS DOCENTES



Revisión del **papel actual** e **indicaciones** de la TC de perfusión miocárdica (PTC) de estrés



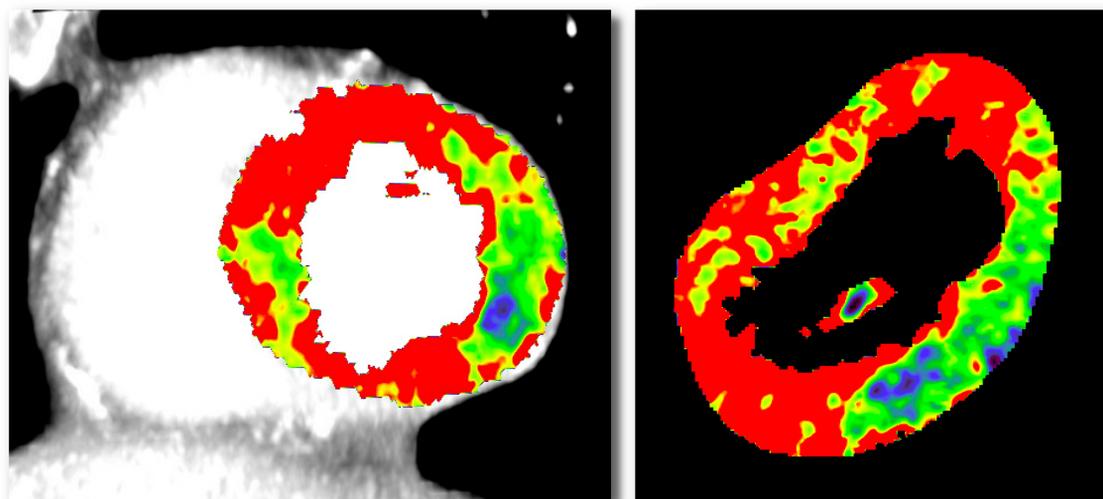
Revisar las **modalidades** de la PTC



Describir los **pasos** para una adecuada realización de la PTC dinámica de estrés



Ilustración mediante **casos clínicos** de sus principales aplicaciones en la práctica diaria



REVISIÓN DEL TEMA

INTRODUCCIÓN

La **enfermedad isquémica** constituye la **primera causa de mortalidad a nivel mundial**, siendo responsable de 8,9 millones de muertes en 2020. En **España**, las enfermedades vasculares constituyen también una de las principales causas de **morbimortalidad**, con un elevado coste sociosanitario asociado.

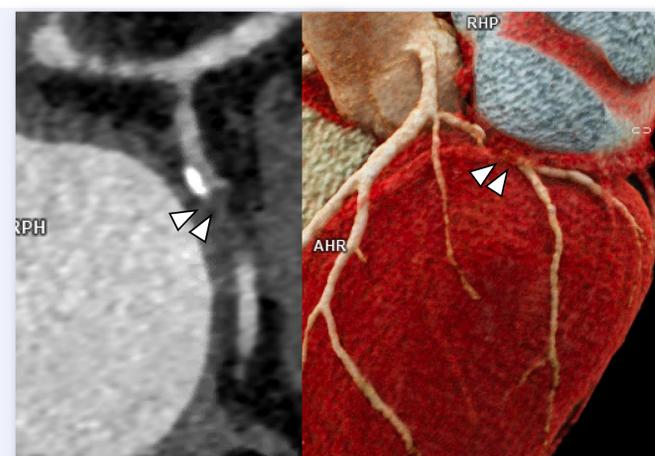


La **enfermedad coronaria (EC)** se define por la estenosis u oclusión de las arterias coronarias, generalmente secundaria a la presencia de arteriosclerosis. La cardiopatía isquémica representa un amplio espectro de alteraciones histopatológicas en el tejido miocárdico, en relación con la severidad y duración del insulto isquémico y de los mecanismos compensadores puestos en marcha.

Si bien la **coronariografía invasiva (CI)** se considera el estándar de referencia para la evaluación y tratamiento de la enfermedad coronaria, no es una técnica exenta de riesgos y complicaciones, aunque se continúa realizando en un número considerable de pacientes que no la requieren (en torno al 60% no muestran estenosis significativas).

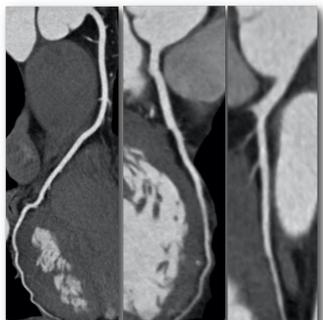
Los progresivos avances tecnológicos en **tomografía computarizada (TC)** están permitiendo un crecimiento en el número de pruebas diagnósticas no invasivas en el estudio de pacientes con dolor torácico y enfermedad coronaria.

La **coronariografía por TC (CTC)** es la técnica de imagen más fiable para la valoración no invasiva del árbol coronario (origen, trayecto, morfología, presencia de placas y grado de estenosis). Algunas de las indicaciones de la CTC se resumen en la **figura 1**.

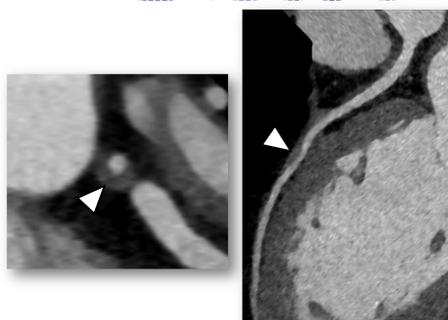


INDICACIONES Y LIMITACIONES DE LA CTC

DESCARTAR ENFERMEDAD CORONARIA



CARACTERIZAR LA PLACA DE ATEROMA



VALORAR PERMEABILIDAD STENTS



CTC EN VASOS NATIVOS

- Primera línea para la evaluación de pacientes con/sin **dolor torácico crónico** o equivalente anginoso.
- Primera línea para detección de **anomalías coronarias** o previo a cirugía de **bypass**.
- Apropiado tras un test funcional inconcluyente.

CTC POST-REVASCULARIZACIÓN

- Apropiado para la evaluación de **pacientes sintomáticos con stents** ≥ 3 mm de diámetro.
- Apropiado para pacientes previo a cirugía de **bypass**.

CTC EN OTRAS SITUACIONES

- Apropiado para excluir pacientes con sospecha de **miocardiopatía no isquémica**.
- Apropiado para evaluación coronaria previa a **cirugía cardíaca no coronaria** (en pacientes con riesgo bajo/intermedio de EC).

Figura 1. Indicaciones de la CTC. La CTC presenta una recomendación grado I para la evaluación coronaria en pacientes sintomáticos con síndrome coronario crónico y con dolor torácico agudo y riesgo intermedio-bajo (ESC 2019 y ACR 2020)

Sin embargo, la presencia de estenosis coronaria no siempre traduce isquemia miocárdica (especialmente en lesiones intermedias), motivo por el cual la CTC resulta limitada a la hora de predecir la **repercusión hemodinámica de las estenosis detectadas**. Esta limitación es más acusada en pacientes con riesgo moderado-alto de EC, ya que con frecuencia presentan placas arterioscleróticas **calcificadas** o **stents** coronarios, aspectos que reducen la especificidad de la CTC.

La **CTC**, con tendencia a sobreestimar las estenosis coronarias, se considera una técnica **con alta sensibilidad, pero relativa baja especificidad y valor predictivo positivo (tabla 1)**.

Diagnostic performance of cardiac imaging methods to diagnose ischaemia-causing coronary artery disease when directly compared with fractional flow reserve as a reference standard: a meta-analysis

European Heart Journal (2017) 38, 991–998
doi:10.1093/eurheartj/ehw095

META-ANALYSIS
Imaging

Index test	N ^o	Sensitivity	Specificity	PLR	NLR	DOR
Patient-based analysis						
CCTA	694	0.90 (0.86–0.93)	0.39 (0.34–0.44)	1.54 (1.25–1.90)	0.22 (0.10–0.50)	6.91 (2.80–17.03)
SE	115	0.77 (0.61–0.88)	0.75 (0.63–0.85)	3.00 (1.94–4.65)	0.34 (0.17–0.66)	9.51 (3.87–23.38)
FFR _{CT}	609	0.90 (0.85–0.93)	0.71 (0.65–0.75)	3.34 (1.78–6.25)	0.16 (0.11–0.23)	21.94 (9.07–53.07)
ICA	954	0.69 (0.65–0.75)	0.67 (0.63–0.71)	2.54 (1.25–5.13)	0.46 (0.39–0.55)	5.46 (2.54–11.76)
MRI	70	0.90 (0.75–0.97)	0.94 (0.79–0.99)	10.31 (3.14–33.88)	0.12 (0.05–0.30)	92.15 (16.35–519.42)
SPECT	110	0.70 (0.59–0.80)	0.78 (0.68–0.87)	3.40 (1.04–11.08)	0.40 (0.19–0.83)	9.06 (1.48–55.54)
Vessel-based analysis						
CCTA	2085	0.91 (0.88–0.93)	0.58 (0.55–0.61)	2.09 (1.74–2.49)	0.17 (0.12–0.24)	13.15 (8.47–20.41)
SE	NA	–	–	–	–	–
FFR _{CT}	1050	0.83 (0.78–0.87)	0.78 (0.78–0.81)	4.02 (1.84–8.80)	0.22 (0.13–0.35)	19.15 (5.73–63.95)
ICA	3196	0.71 (0.69–0.74)	0.66 (0.64–0.68)	2.26 (1.71–2.99)	0.45 (0.36–0.56)	5.34 (3.38–8.45)
MRI	371	0.91 (0.84–0.95)	0.85 (0.79–0.89)	6.16 (2.10–18.02)	0.11 (0.06–0.20)	73.53 (22.17–243.82)
SPECT	470	0.57 (0.49–0.64)	0.75 (0.69–0.80)	2.34 (1.61–3.42)	0.55 (0.44–0.69)	4.72 (2.99–7.45)

PLR, positive likelihood ratio; NLR, negative likelihood ratio; DOR, diagnostic odds ratio; NA, not available. Other abbreviations are as in Figure 1.

Tabla 1. Precisión diagnóstica de la CTC y otras pruebas de imagen, invasivas y no invasivas. Destaca la relativa baja especificidad de la prueba, tanto en el análisis por vaso como por paciente

PERFUSIÓN MIOCÁRDICA POR TC

INDICACIONES DE LA PTC: VENTAJAS Y LIMITACIONES

Similar a la reserva fraccional de flujo por TC (FFR-TC), la **perfusión miocárdica por TC (PTC)** proporciona información **funcional** de las estenosis detectadas de manera no invasiva (**figura 2**). Además, la inducción de **estrés miocárdico** tras la administración intravenosa de fármacos vasodilatadores permite la simular situaciones de mayor demanda miocárdica y favorece una estimación más precisa del riesgo cardiovascular del paciente. De esta manera, resulta más precisa la **caracterización de las lesiones coronarias hemodinámicamente significativas, aumentando la especificidad**, el valor predictivo positivo y la **precisión diagnóstica** de la CTC.

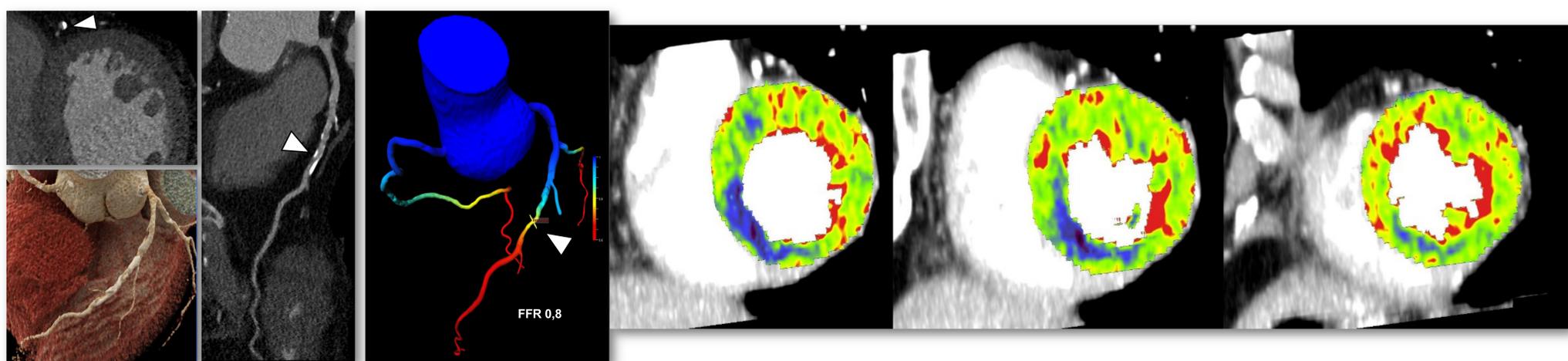


Figura 2. Técnicas no invasivas para la evaluación del significado funcional de las estenosis coronarias (FFR-TC y perfusión por TC)

De manera similar a otras técnicas de imagen no invasiva (RMC de estrés o SPECT miocárdico), es posible emplear la TC para evaluar la **atenuación miocárdica durante la hiperemia farmacológica** y así detectar la repercusión funcional de la estenosis coronaria. A diferencia de las técnicas de detección de isquemia clásicas, la **PTC** ofrece la posibilidad de combinar la **información anatómica y funcional de manera integrada, en una única exploración**. Las áreas miocárdicas de menor atenuación representan regiones hipoperfundidas.

INDICACIONES DE LA PTC: VENTAJAS Y LIMITACIONES

Diversos estudios han demostrado que la **adición de la PTC a la CTC incrementa la precisión diagnóstica** de la misma (con áreas bajo la curva, AUC, para detectar estenosis con repercusión hemodinámica de hasta el 0,93). En pacientes con **dolor torácico crónico**, la combinación de CTC y PTC dinámica en sujetos con estenosis $\geq 50\%$ es una alternativa eficaz a las pruebas de detección de isquemia tradicionales (estudio CRESCENT-II). En pacientes con **dolor torácico agudo** y probabilidad pre-test intermedia de EC sometidos a CTC y perfusión-TC de estrés se observan resultados similares, con menor número de CI innecesarias realizadas y sin incrementar los eventos cardiovasculares durante el seguimiento.

	Recomendación (clase I, nivel B)
Pruebas de imagen funcionales no invasivas en síndromes coronarios crónicos	<ul style="list-style-type: none"> • Se considera apropiada la realización de estas pruebas cuando no se puede descartar enfermedad coronaria en pacientes sintomáticos • Se considera también apropiada su realización si la CTC resulta inconcluyente (no diagnóstica) o muestra lesiones con repercusión hemodinámica incierta

Tabla 2. Indicaciones de las pruebas de imagen funcionales no invasivas en pacientes con dolor torácico crónico. Guías de la Sociedad Europea de Cardiología (ESC, 2019)

PTC O FFR-CT

- Apropriados para evaluar el significado funcional de estenosis intermedias (30-90%) detectadas en CTC.
- Para aumentar la especificidad, valor predictivo positivo (VPP) y precisión diagnóstica de la CTC
- Aunque la PTC y FFR-CT muestran precisión diagnóstica similar, la PCT es útil cuando la FFR-CT es técnicamente difícil, por CTC de calidad subóptima o revascularización previa

Figura 3. Indicaciones de las pruebas de imagen funcionales en pacientes con dolor torácico crónico. Consenso de los expertos de la Sociedad de Tomografía Computarizada Cardíaca (SSCT 2021)

INDICACIONES DE LA PTC: CRITERIOS DE SELECCIÓN DE PACIENTES CANDIDATOS

DOLOR TORÁCICO AGUDO



Detección de isquemia miocárdica en pacientes **sintomáticos** previamente **revascularizados** en los que no se puede descartar enfermedad coronaria obstructiva por **pruebas previas inconcluyentes**



Detección de isquemia miocárdica en pacientes con **riesgo bajo-intermedio** de síndrome coronario agudo sometidos a CTC que presentan:



Estenosis coronaria
intermedia
(CAD-RADS 3)



Estudio coronario
inconcluyente
(CAD-RADS N)



Presencia de placa
de alto riesgo en
CAD-RADS 2

DOLOR TORÁCICO CRÓNICO



Determinación del **significado funcional** de **estenosis** coronarias comprendidas entre **30-90%** del diámetro del vaso, especialmente en pacientes con **enfermedad multivaso**, como guía al tratamiento de revascularización



Pacientes sin enfermedad coronaria conocida, **claustrofóbicos** o con **dispositivos no compatibles** con resonancia magnética

MODALIDADES DE LA PTC

De manera similar a otras técnicas de imagen no invasiva (RMC de estrés o SPECT miocárdico), es posible emplear la TC para evaluar la atenuación miocárdica durante la hiperemia farmacológica y así detectar la repercusión funcional de la estenosis coronaria. A diferencia de las técnicas de detección de isquemia clásicas, la TC perfusión (PTC) ofrece la posibilidad de combinar la información anatómica y funcional de manera integrada, en una única exploración. Las áreas miocárdicas de menor atenuación representan regiones hipoperfundidas.

Actualmente, la PTC de estrés se puede adquirir de tres maneras: de forma **estática**, en un momento puntual tras la hiperemia farmacológica (PTC estática), **estática con doble energía** (DE, empleando rayos X a distinto kilovoltaje) o **dinámica** (adquiriendo imágenes de manera repetida a lo largo del tiempo para crear curvas de atenuación-tiempo [CAT]) (figura 4).

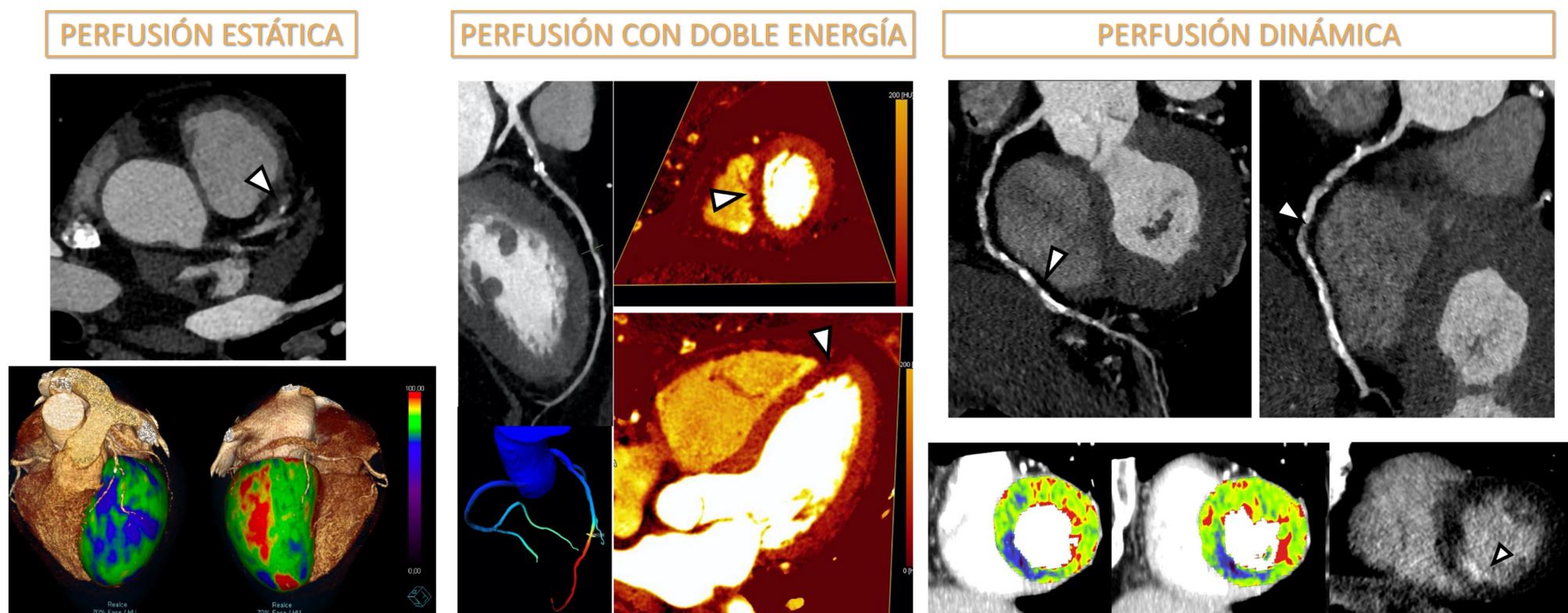


Figura 4. La PTC miocárdica de estrés se puede adquirir de forma estática o dinámica. En la modalidad **estática**, la adquisición estacionaria de las imágenes durante la hiperemia farmacológica solo permite un **análisis visual** de la perfusión. La perfusión **dinámica** permite **cuantificar** el flujo sanguíneo miocárdico gracias a la adquisición de múltiples volúmenes miocárdicos a lo largo del tiempo. La **perfusión estática con doble energía** ofrece un análisis **semicuantitativo** con los mapas de yodo del miocardio

MODALIDADES DE LA PTC

Cualquier CTC se considera un estudio de perfusión miocárdica estática de reposo. Tras la administración del fármaco vasodilatador y, alcanzada la hiperemia, se puede realizar una única **adquisición estacionaria** mientras el contraste atraviesa el miocardio para evaluar la perfusión de estrés. Se trata de una perfusión estática monoenergética que únicamente permite el análisis visual de las imágenes. La misma adquisición se puede realizar con técnica de DE. Proporciona, además del visual, un **análisis semicuantitativo** de las imágenes, al evaluar la distribución y concentración del yodo en el miocardio. La **PTC dinámica**, detallada más adelante, obtiene **imágenes secuenciales (“shuttle mode”) a lo largo de un período de tiempo** [32-35 s]: desde la adquisición sin contraste (basales) hasta el lavado parcial del mismo, con normalización progresiva de la atenuación miocárdica.

MODALIDAD	DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Perfusión estática	Imagen estática adquirida en el pico de estrés farmacológico (visualización de hipoatenuación)	Técnicamente sencilla Menor dosis de radiación (1-7 mSv, dependiendo del equipo)	Susceptible a artefactos Momento de adquisición crítico Análisis exclusivamente visual
Perfusión dinámica	Obtención de imágenes de manera repetida a lo largo del tiempo para crear curvas de atenuación-tiempo (CAT)	Permite cuantificación del flujo miocárdico y detección de isquemia microvascular	Susceptible a artefactos Mayor dosis de radiación Mayor tiempo de apnea
Perfusión con doble energía	Separación de los rayos X en función de su energía (voltaje) para diferenciar el miocardio y la atenuación del contraste	Permite corrección de artefacto de endurecimiento de haz Permite cuantificar densidad de yodo miocárdico	Requiere equipos de TC avanzados y softwares específicos para el post-procesado (dosis entre 4,2-9,7 mSv)

Tabla 3. Breve descripción, ventajas y desventajas de las diferentes modalidades de perfusión miocárdica por TC



REQUISITOS TÉCNICOS Y PREPARACIÓN DEL PACIENTE



Se requiere el empleo de **equipos de alta resolución temporal**, preferiblemente TC multidetector de doble fuente de segunda o tercera generación

Tras la administración del fármaco vasodilatador se incrementa la frecuencia cardíaca (unos 10-20 lpm). Se requiere el empleo de equipos con alta resolución temporal, que “capturen” en el menor tiempo posible objetos que se mueven rápido (resoluciones temporales menores de 83 ms). Se necesita, además, una amplia cobertura garantizada por el número de detectores.



Explicar al paciente el objetivo y funcionamiento de la prueba, para facilitar su **colaboración**



Se requiere **abstención de cafeína** (o similares) durante al menos las 12h previas al estudio*

*En caso de que se conozca previamente que se va a realizar PTC

Protocolo reposo-estrés



Se recomienda dar **betabloqueante** oral (metoprolol) 1h antes a pacientes con FC >65 lpm



Se deben canular **dos vías venosas periféricas**, preferiblemente en la región antecubital



La adquisición se realiza con **sincronización ECG** y **monitorización periódica de constantes**

Como fármacos vasodilatadores se suelen emplear regadenosón o adenosina. Regadenosón es un agonista más selectivo de los receptores de adenosina, con una posología cómoda y bien tolerado

CONTRASTE YODADO

50-70 mL
5 mL/seg

REGADENOSÓN

Bolo único (400 mcg, 5 mL)
Inyección directa, 10 seg

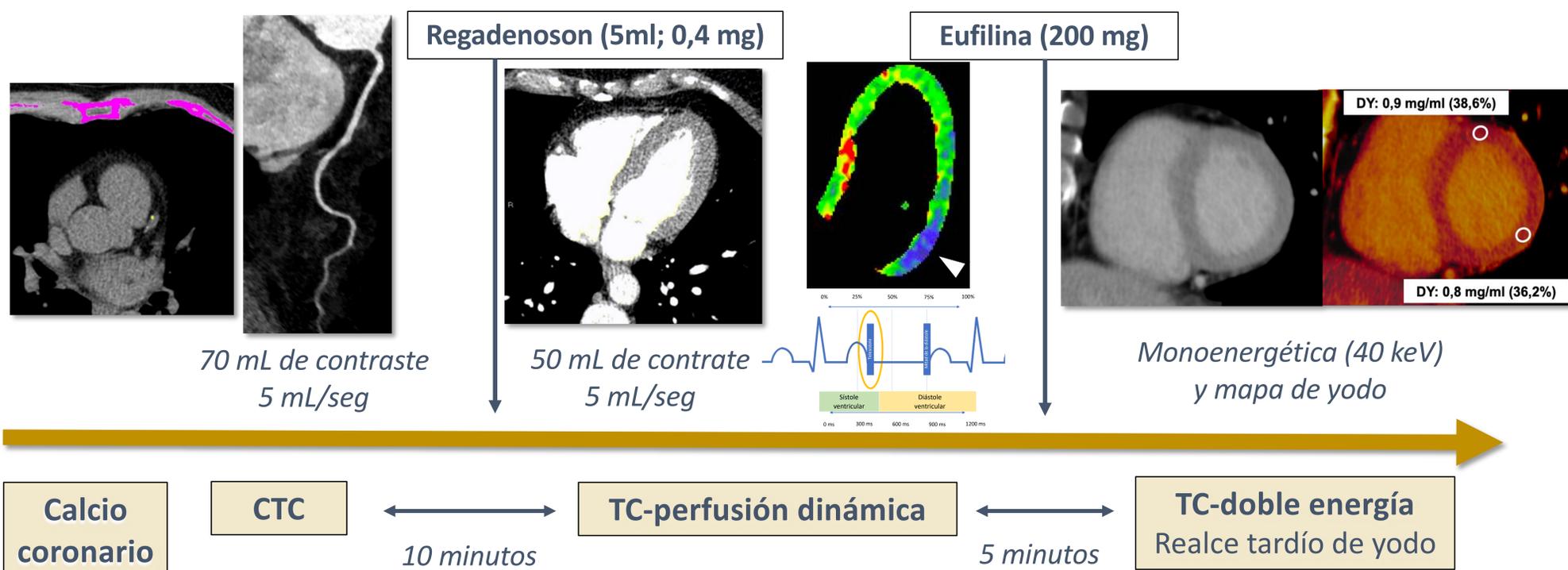


PROTOCOLOS DE PTC: ¿ANTES O DESPUÉS DE LA CTC?

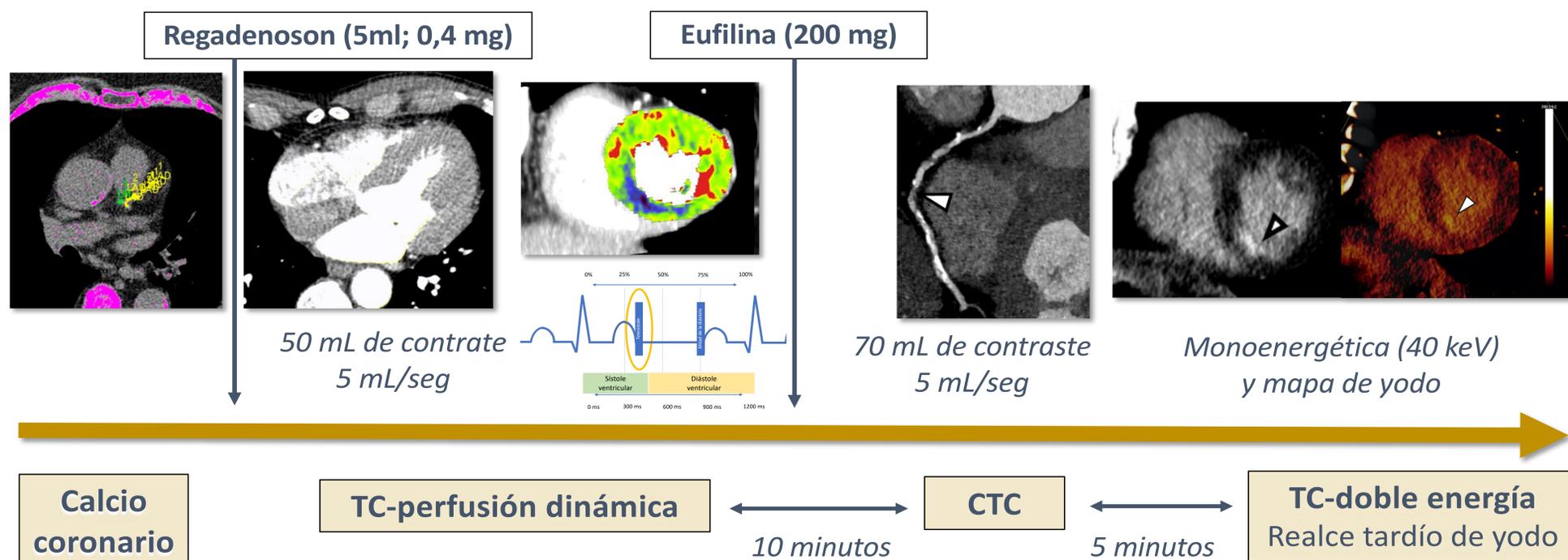
A continuación se muestran los esquemas respectivos de los protocolos de reposo-estrés y estrés-reposo para la estrategia combinada de CTC y PTC de estrés, obtenida con adquisición dinámica y empleando Regadenosón como agente vasodilatador. El inicio con la PTC de estrés (estática o dinámica) se reserva para pacientes con extensa calcificación coronaria o con enfermedad coronaria ya conocida y (revascularizada).

REPOSO-ESTRÉS

(Se recomienda **esperar 10-15 min** para facilitar el lavado del contraste)



ESTRÉS-REPOSO



TÉCNICA Y PROTOCOLO DE LA PTC DINÁMICA DE ESTRÉS

ADQUISICIÓN

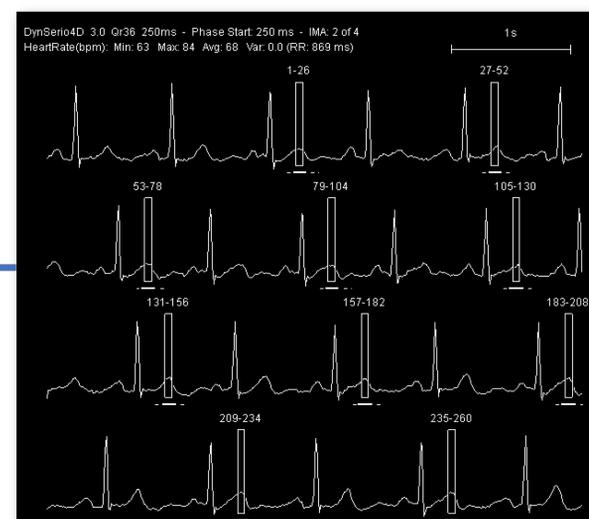
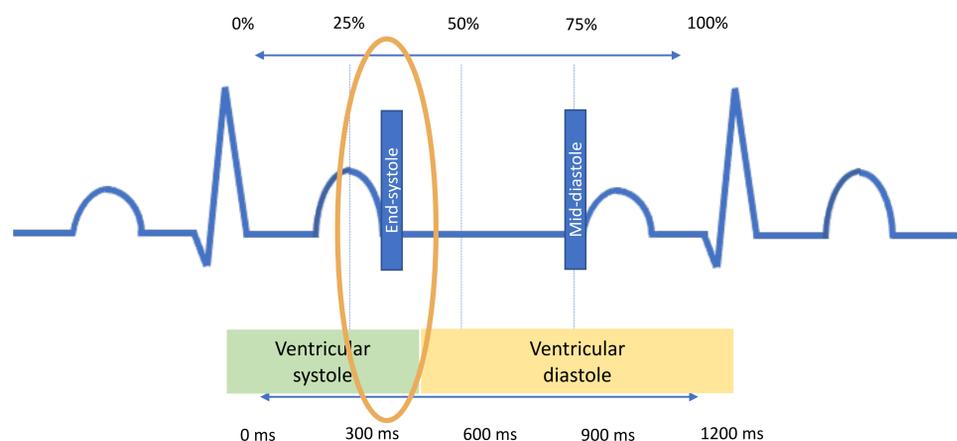
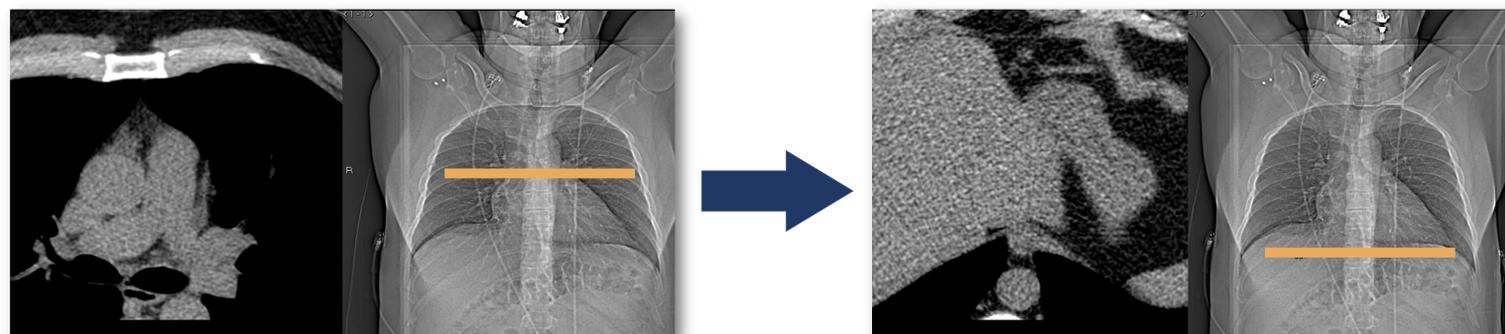
COBERTURA DEL MIOCARDIO ENTERO
(8 - 10 cm)

TIEMPO DE TRÁNSITO
(APNEA): 30-35 seg

SINCRONIZACIÓN ECG

ADQUISICIÓN EN TELESÍSTOLE

SHUTTLE MODE
(DOBLE FUENTE)

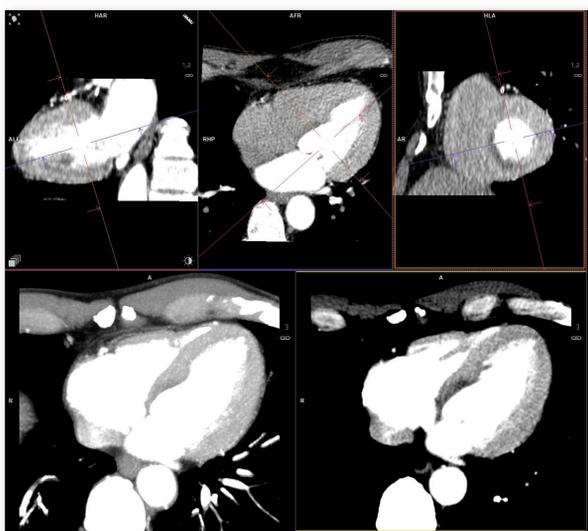


- ✓ Con los equipos de doble fuente, se emplean **posiciones alternantes de la mesa** para cubrir el miocardio de forma completa. La adquisición de imágenes se realiza con **sincronización ECG durante la telesístole**.
- ✓ En cada una de las imágenes se obtiene información de la atenuación en el ventrículo izquierdo (cavidad ventricular y miocardio) y en la aorta descendente.
- ✓ Para poder realizar correctamente el **cálculo de las curvas de atenuación-tiempo**, se requiere un tránsito completo del contraste a través del miocardio, con imágenes pre-contraste, de pico y de lavado de contraste. Su post-procesado requiere el uso de softwares específicos.

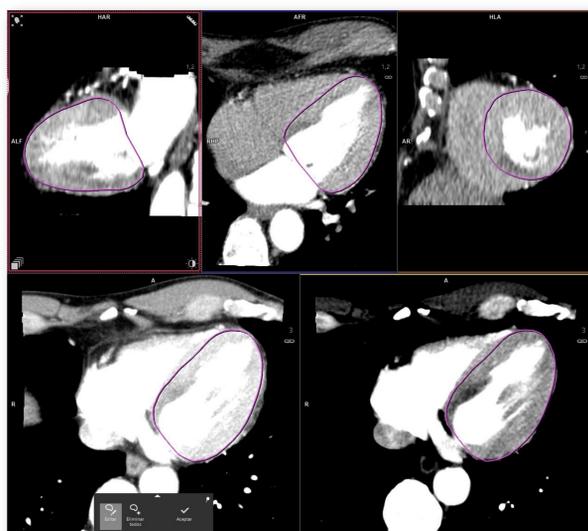
TÉCNICA Y PROTOCOLO DE LA PTC DINÁMICA DE ESTRÉS

POST-PROCESADO

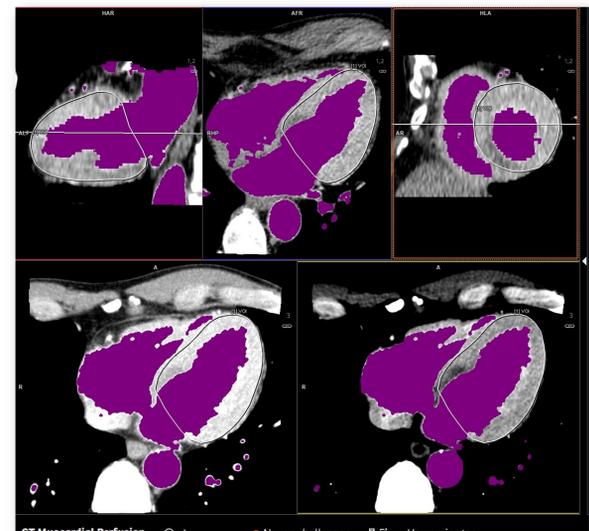
CORRECCIÓN DEL MOVIMIENTO



SEGMENTACIÓN MIOCÁRDICA

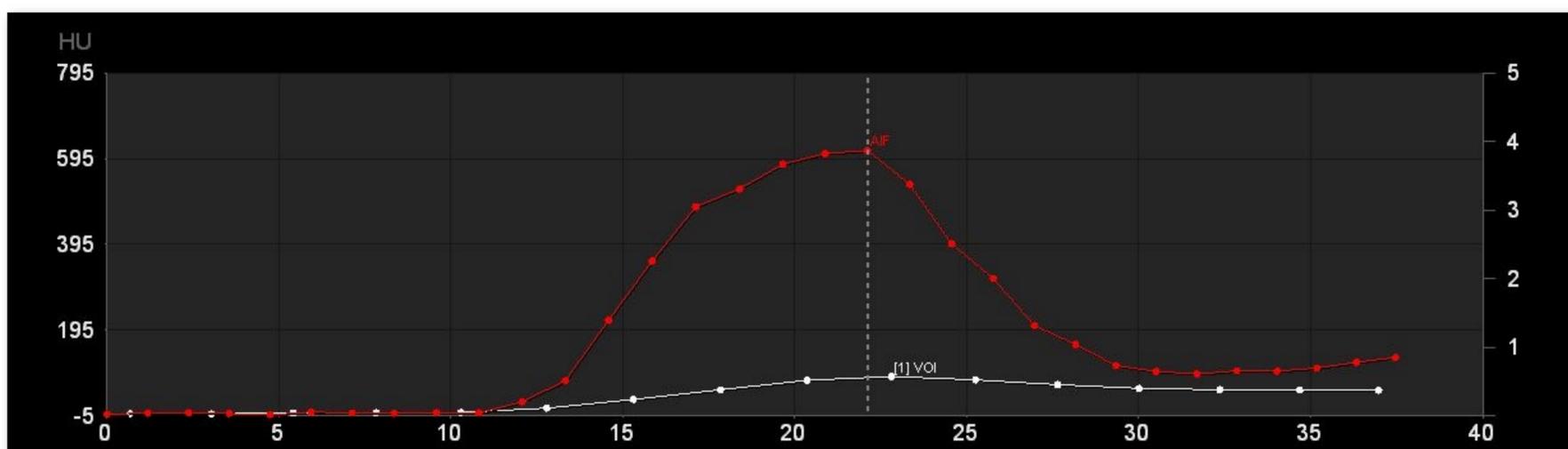


DEFINICIÓN VASCULAR



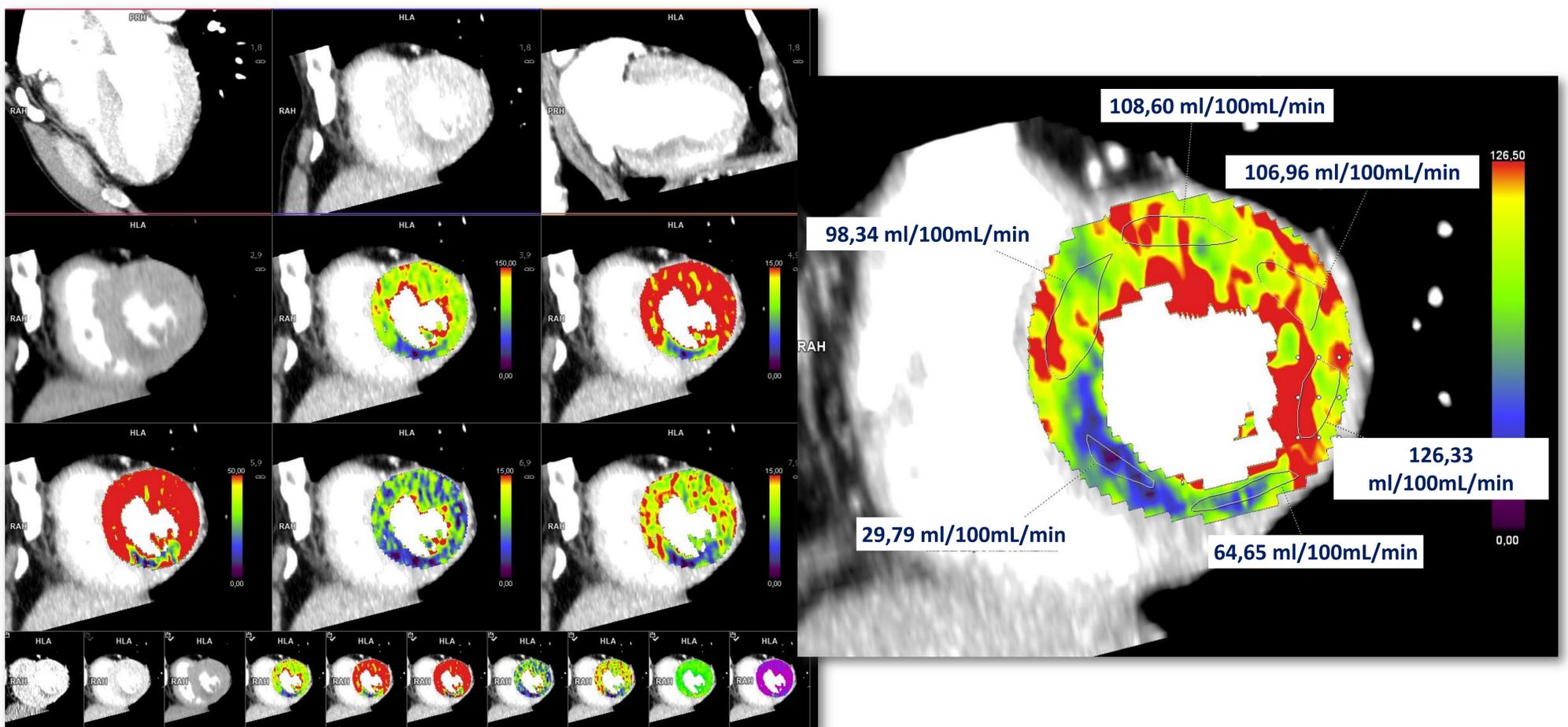
Adquiridas las imágenes a lo largo del tiempo, se requiere su **procesamiento en softwares específicos**. En primer lugar, es necesario **corregir los posibles artefactos** por movimiento respiratorio. Los propios softwares proporcionan una segmentación automática del contorno epicárdico del ventrículo izquierdo, que se puede corregir manualmente. Del mismo modo, es necesario **incluir en la reconstrucción la aorta descendente**. La columna de contraste incluida en el volumen aórtico se emplea para definir el “input” arterial. De manera similar a los estudios de perfusión en otros órganos, el “**arterial input function**” (AIF) en el tiempo se emplea para **calcular el flujo sanguíneo en cada segmento miocárdico**.

CURVA DE ATENUACIÓN TIEMPO (CAT)



TÉCNICA Y PROTOCOLO DE LA PTC DINÁMICA DE ESTRÉS

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS



Los **defectos de perfusión** son definidos como **áreas de reducción del flujo sanguíneo miocárdico (FSM)** o del volumen sanguíneo miocárdico que son consistentes con una **localización y causa isquémicas** y no parecen corresponder con artefactos. Sin embargo, no existe un consenso en el modo de evaluar los defectos de perfusión ni en los puntos de corte de FSM para distinguir el miocardio normal del isquémico.

Estudios sugieren que el FSM relativo constituye una medida más adecuada que los valores absolutos.

Algunas publicaciones consideran como positivo un **FSM <0,85** respecto al miocardio remoto o un FSM <0,75 respecto al FSM de referencia. Además, la perfusión dinámica permite identificar **isquemia**

balanceada o sugerir la presencia de **enfermedad microvascular**.

ESTUDIO DE LA VIABILIDAD MIOCÁRDICA: REALCE TARDÍO DE YODO

REALCE TARDÍO DE YODO

El **realce tardío de yodo evaluado por TC** se realiza a los 5 minutos tras la administración intravenosa del contraste. En estos casos, lo ideal es realizar la adquisición de las imágenes con una dosis de contraste superior a la habitual (120 mL), generalmente administrada tras la realización de CTC y PTC. Se emplea la técnica de doble energía, con sincronización ECG, generalmente prospectiva. Las imágenes de post-procesado se pueden interpretar con las reconstrucciones monoenergéticas a baja energía (40 keV) o con los mapas de yodo. En estos últimos es posible cuantificar la cantidad de yodo retenida por el miocardio normal y con realce.

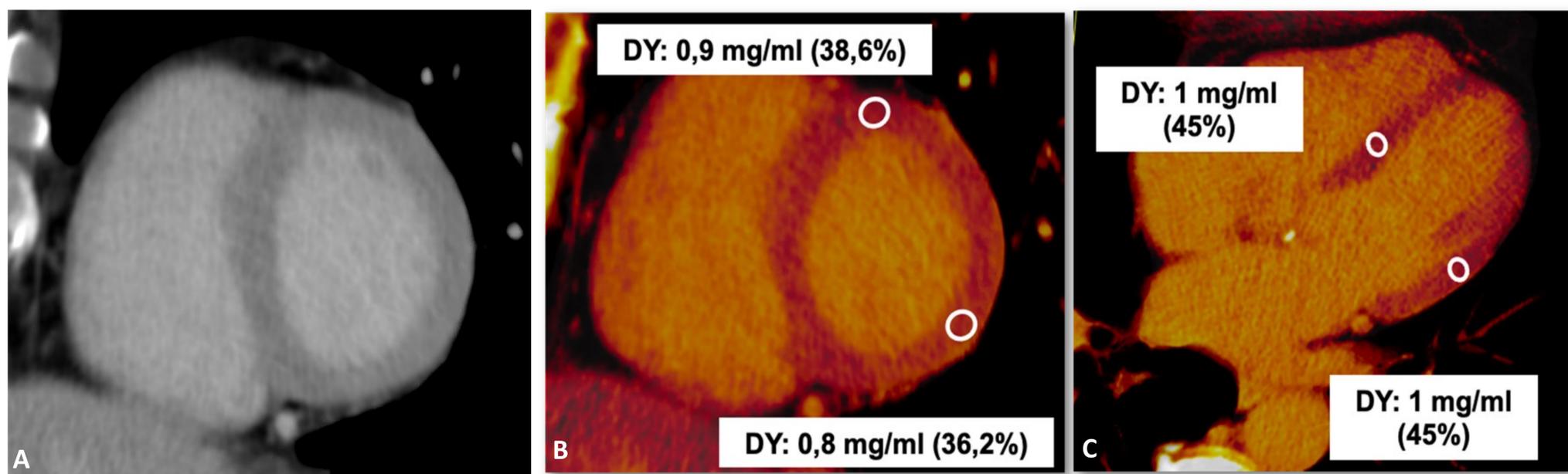
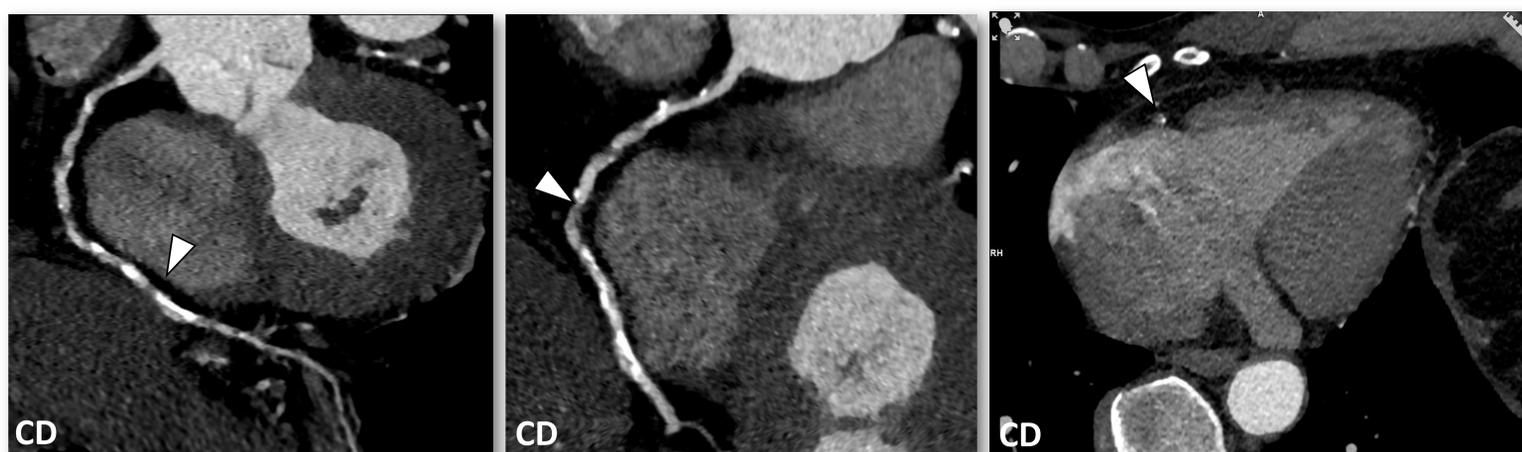


Figura 5. Imágenes monoenergéticas a bajo kilovoltaje (A) y de mapa de yodo (B-C) que descartan la presencia de fibrosis o necrosis miocárdica.

CASO CLÍNICO (I)

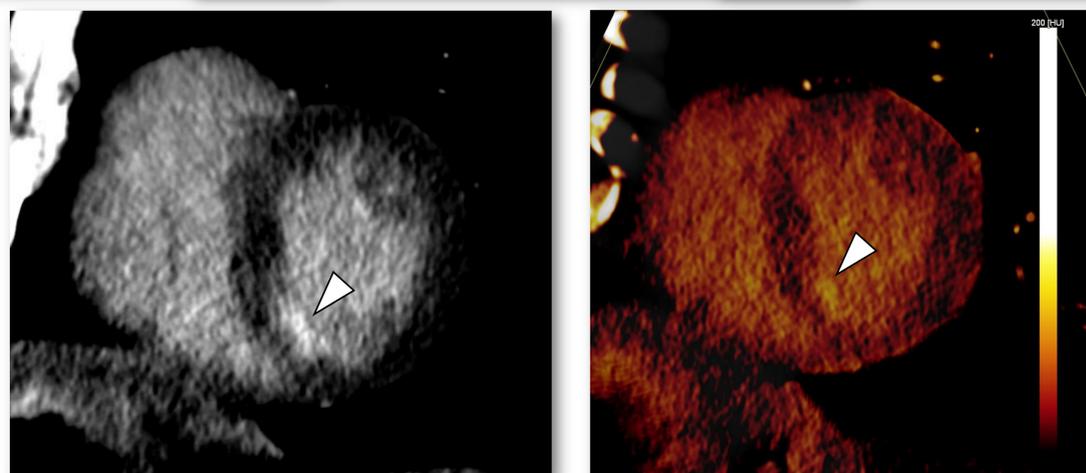
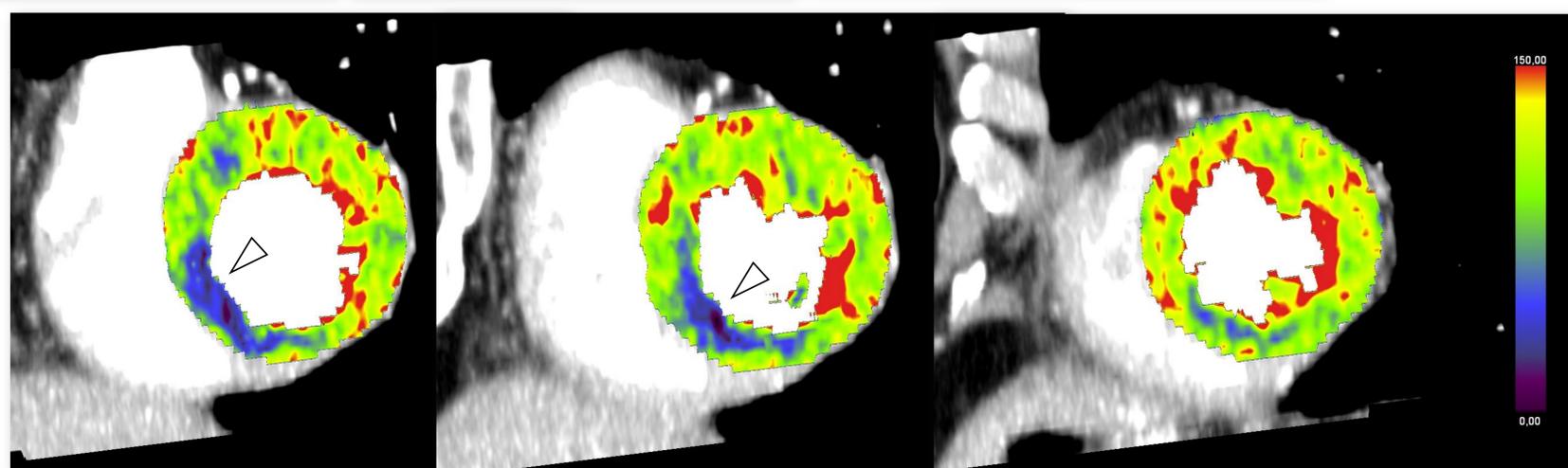
- ✓ Varón de 60 años con tabaquismo activo e hipercolesterolemia como factores de riesgo cardiovascular.
- ✓ Episodios de dolor retroesternal opresivo y disnea de esfuerzo desencadenados con el ejercicio físico.



ENFERMEDAD CORONARIA DIFUSA

AGATSTON SCORE: 705

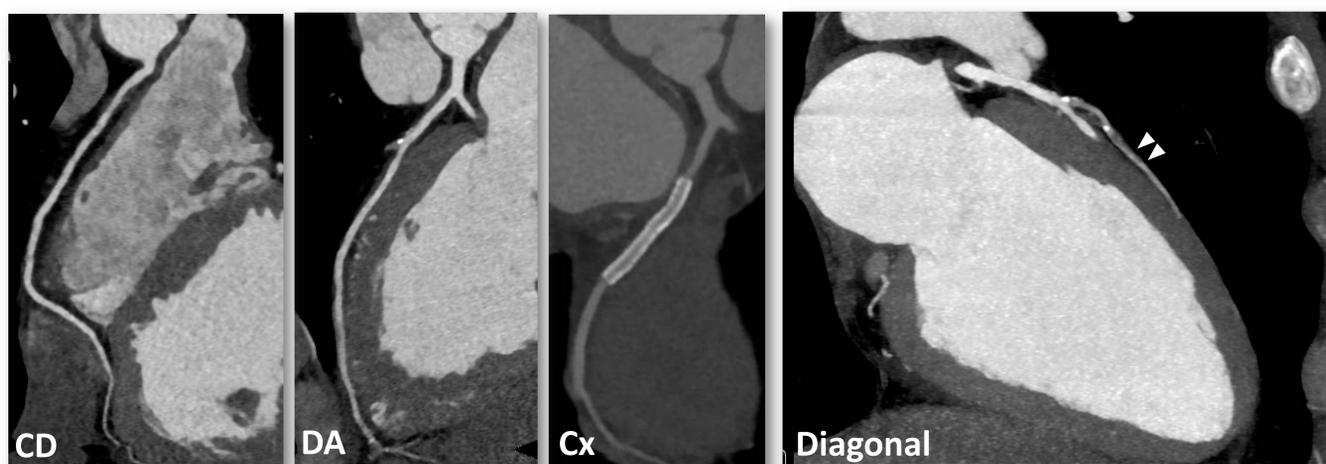
ESTENOSIS 70-99% EN SEGMENTO MEDIO DE A. CORONARIA DCHA (CAD-RADS 4A/P4/I+)



- ✓ **Hipoperfusión relativa** de segmentos inferoseptal-inferior basal, inferoseptal-inferior medio e inferior apical.
- ✓ **Realce tardío de yodo subendocárdico** (<50% del espesor miocárdico) en los segmentos inferoseptal e inferior basal; e inferoseptal medio, secundario a infarto.
- ✓ **Estudio de estrés positivo** para **isquemia miocárdica periinfarto** en el territorio de la coronaria derecha.

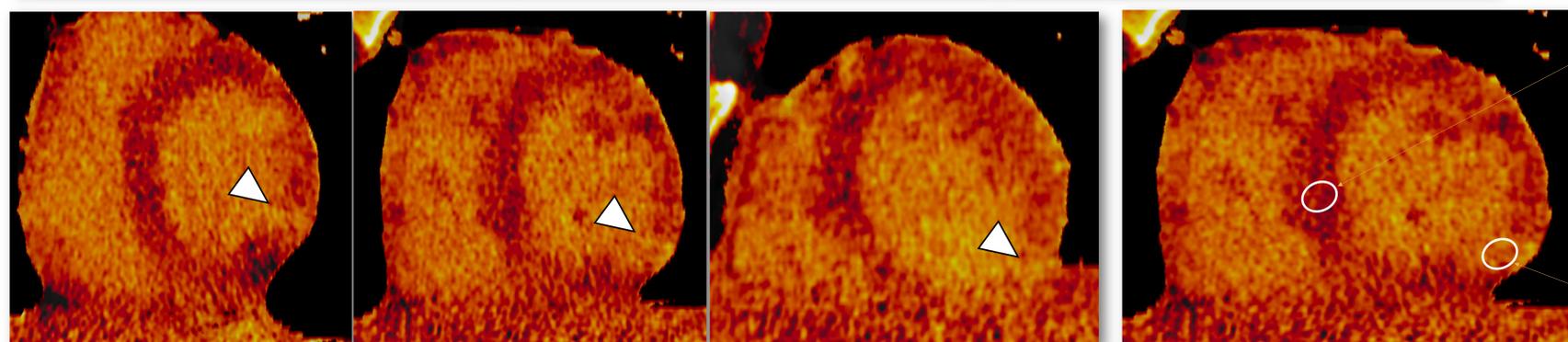
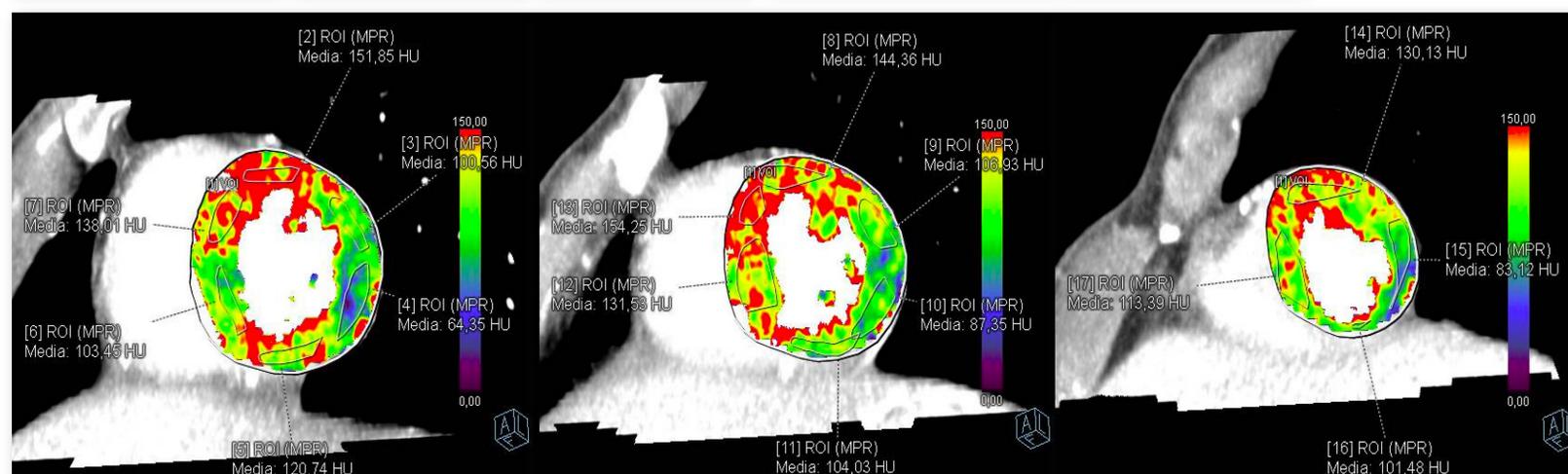
CASO CLÍNICO (II)

- ✓ Varón de 40 años con antecedentes de tabaquismo y diabetes mellitus como factores de riesgo cardiovascular.
- ✓ En noviembre de 2021 tuvo un episodio de SCACEST revascularizado mediante stent en circunfleja proximal.



STENT PERMEABLE EN SEGMENTO MEDIO DE LA ARTERIA CIRCUNFLEJA

ESTENOSIS DEL 70-99% EN SEGMENTO PROXIMAL DE LA SEGUNDA RAMA DIAGONAL (CAD-RADS 4A/P4/S/I+)



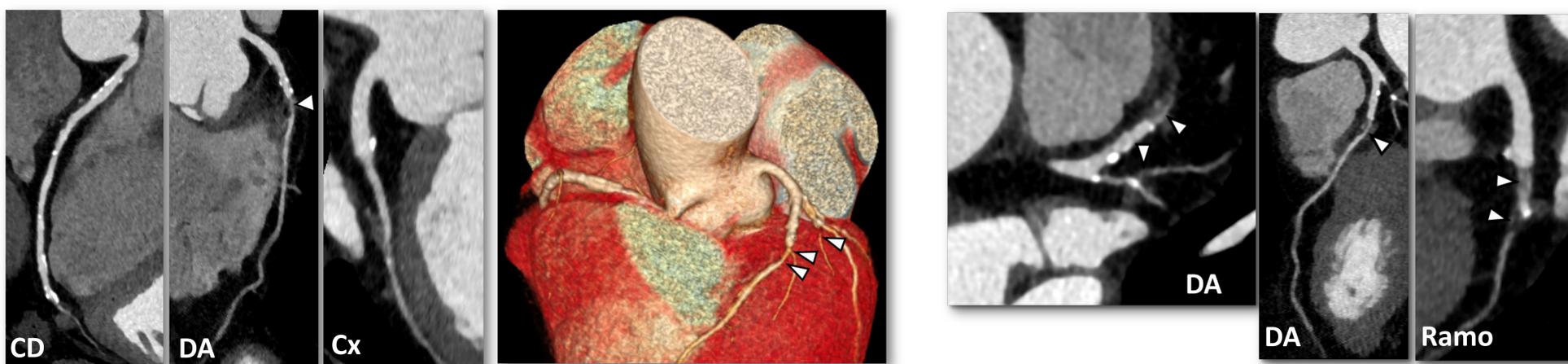
DY: 0,8 mg/mL (39,2%)

DY: 1,7 mg/mL (81,8%)

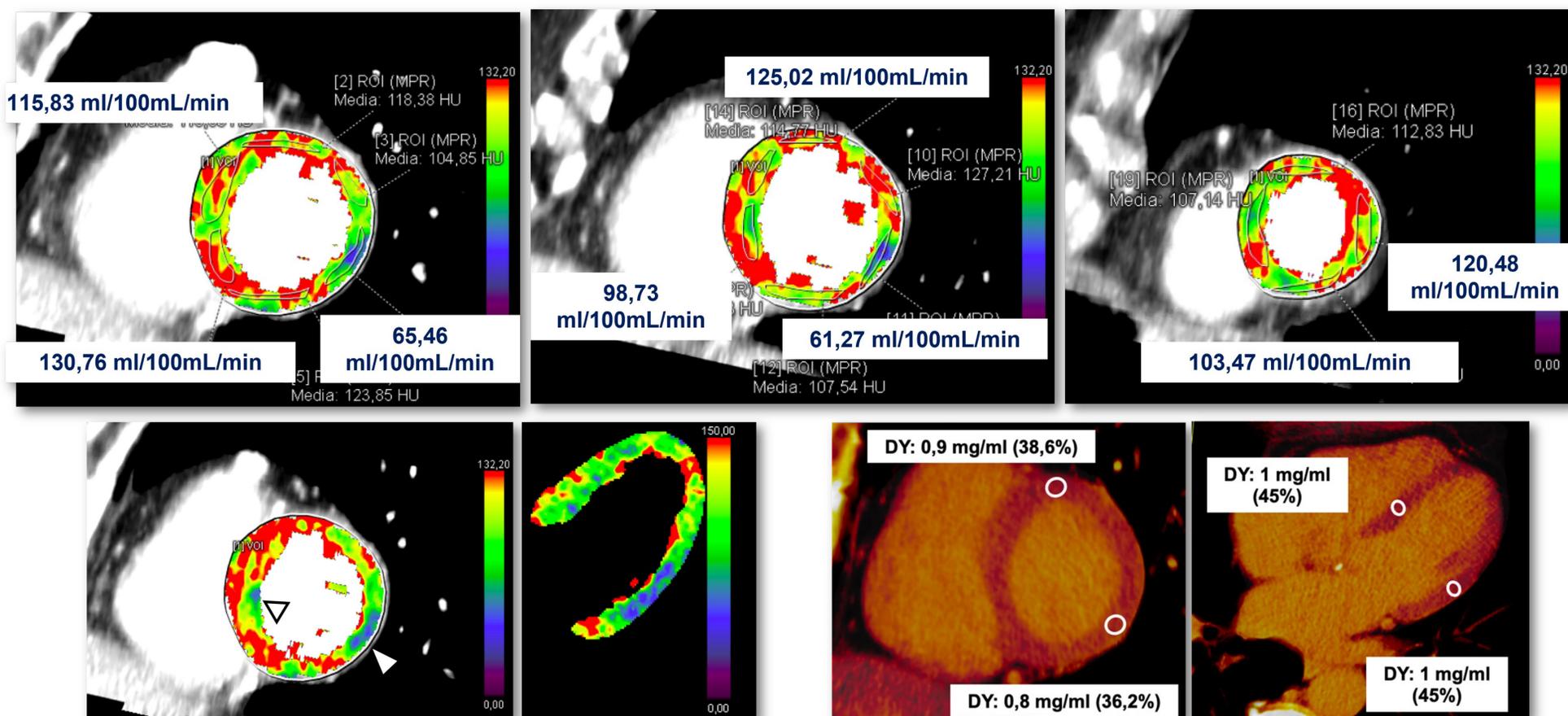
- ✓ **Hipoperfusión relativa** de los segmentos anterolateral e inferolateral basal y medio; y lateral apical.
- ✓ **Realce tardío de yodo transmural** (<50% del espesor miocárdico) en los segmentos inferolateral basal y medio; y focal en lateral apical, en relación con infarto.
- ✓ **Estudio de perfusión positivo para isquemia miocárdica periinfarto en cara lateral del ventrículo izquierdo.**

CASO CLÍNICO (III)

- ✓ Varón de 72 años, exfumador con HTA e hipercolesterolemia como factores de riesgo cardiovascular.
- ✓ Episodio de dolor precordial irradiado a mandíbula, autolimitado (10 min) por el que acudió a Urgencias.
- ✓ Analítica, electrocardiograma y ecocardiograma de estrés sin alteraciones destacables.



ESTENOSIS DEL 70-99% EN SEGMENTO PROXIMAL DE LA DESCENDENTE ANTERIOR, RAMO INTERMEDIO Y CIRCUNFLEJA (CAD-RADS 4B/P3(I+))



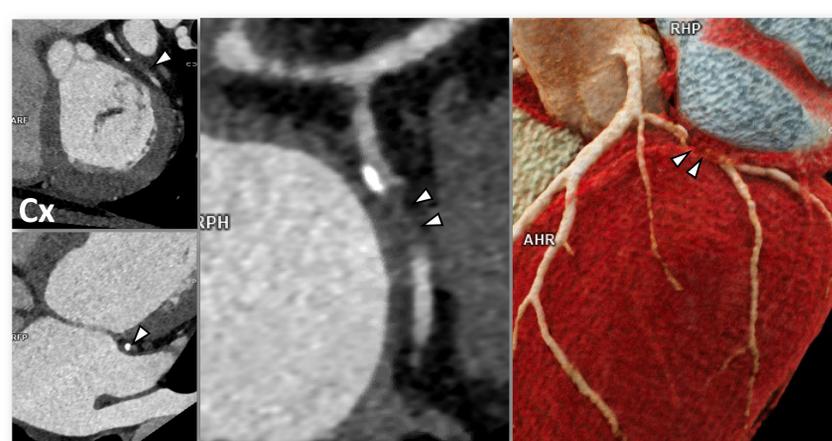
- ✓ Estudio de perfusión positivo para isquemia miocárdica en los segmentos anterolateral e inferolateral basal, anteroseptal, anteroseptal, anterolateral e inferolateral medio; y anterior, septal y lateral apical (territorio coronaria izquierda). **No se observa realce tardío de yodo.** Se revascularizaron la DA y ramo.

CASO CLÍNICO (IV)

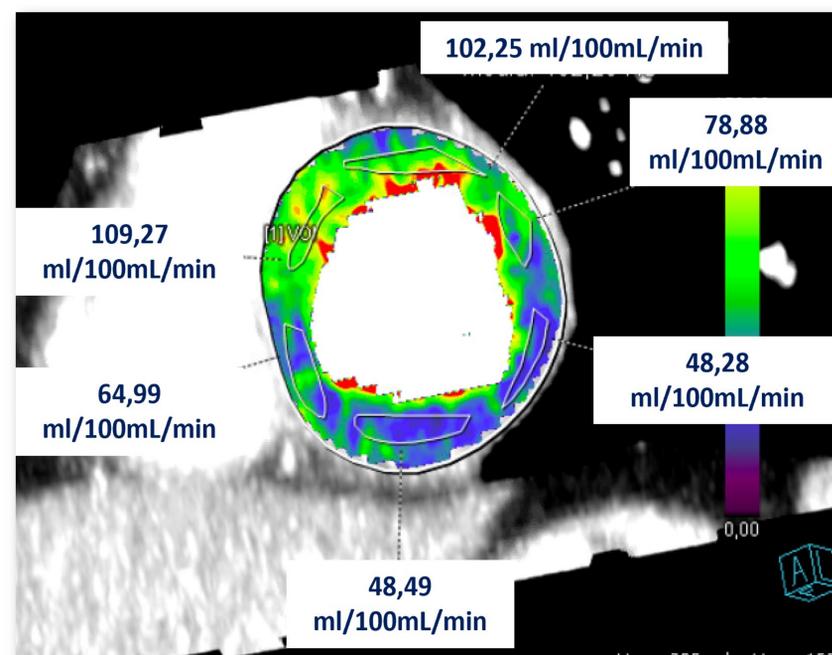
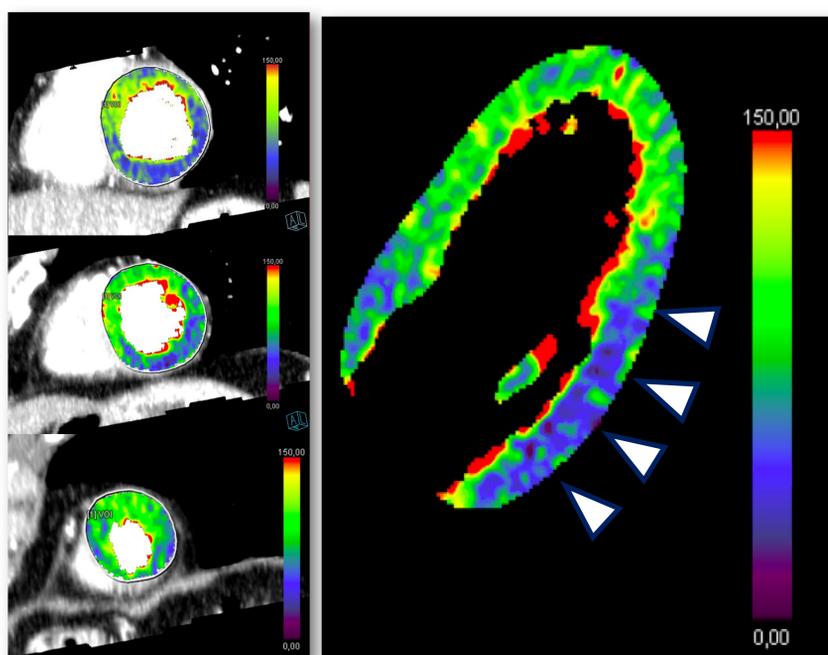
- ✓ Varón de 51 años, fumador desde hace 30 años como principal factor de riesgo cardiovascular.
- ✓ Episodio de dolor epigástrico irradiado a brazo izquierdo, con sensación nauseosa asociada.
- ✓ ECG muestra rectificación del ST en DIII y aVF; analítica muestra troponina de 709 ng/L.



ESTENOSIS DEL 70-99% EN SEGMENTO MEDIO DE LA ARTERIA CORONARIA DERECHA



OCCLUSIÓN DEL SEGMENTO PROXIMAL DE LA CORONARIA CIRCUNFLEJA (CAD-RADS 5/P4/I+)

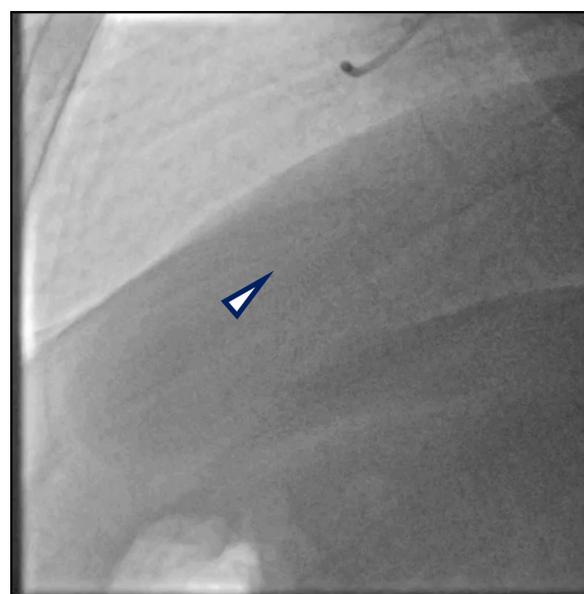
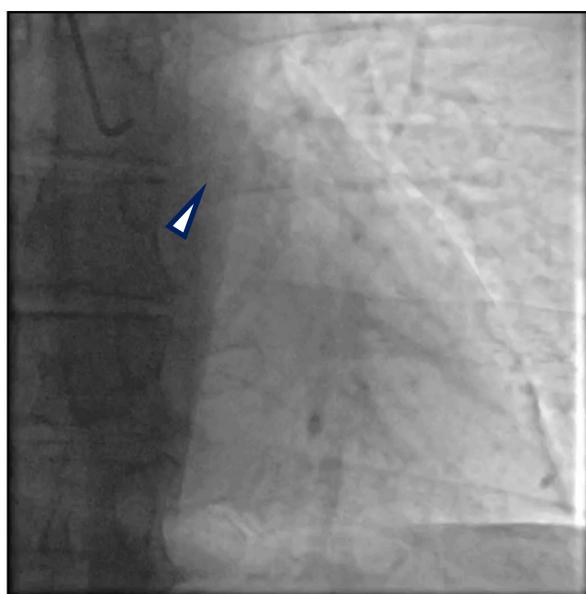
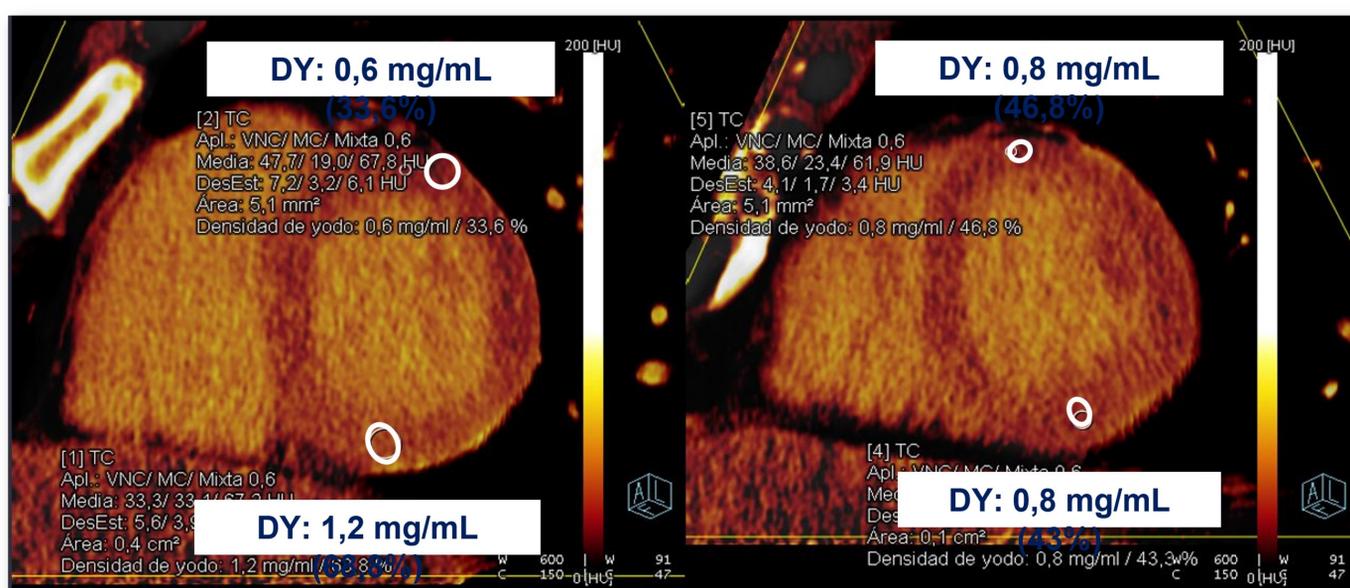


- ✓ **Hipoperfusión relativa** de los segmentos anterolateral, inferolateral, inferior e inferoseptal basal; inferolateral, inferior e inferoseptal medio; y en los segmentos lateral e inferior apical.
- ✓ **Estudio de perfusión positivo para isquemia miocárdica en territorios de las arterias coronaria derecha y circunfleja.**

CASO CLÍNICO (IV)

CONTINUACIÓN

- ✓ Varón de 51 años, fumador desde hace 30 años como principal factor de riesgo cardiovascular.
- ✓ Episodio de dolor epigástrico irradiado a brazo izquierdo, con sensación nauseosa asociada.
- ✓ ECG muestra rectificación del ST en DIII y aVF; analítica muestra troponina de 709 ng/L.



- ✓ **Realce tardío de yodo transmural** (>50% del espesor miocárdico) en el segmento inferior basal, secundario a infarto.
- ✓ **Coronariografía invasiva** confirma la existencia de una lesión del 95% del tercio medio de la coronaria derecha y oclusión en el origen del tercio medio de la arteria coronaria circunfleja.

CONCLUSIONES



La **perfusión miocárdica** de estrés se perfila como una técnica **segura** y de **gran utilidad** en la valoración de pacientes con enfermedad coronaria.



Su combinación con la CTC proporciona información **anatómica y funcional** de gran valor para la estratificación del riesgo cardiovascular



El **incremento** en la **precisión diagnóstica** que aporta la adición de la PTC a la CTC se traduce en mejor caracterización pronóstica y manejo terapéutico de los pacientes con enfermedad coronaria



La PTC de estrés se puede realizar con distintos fármacos vasodilatadores. Existen varias **modalidades** de adquisición: estática monoenergética, estática con doble energía y dinámica. La perfusión dinámica permite cuantificar el flujo sanguíneo en cada segmento miocárdico



BIBLIOGRAFÍA

- [1] Khan MA, Hashim MJ, Mustafa H, Baniyas MY, Al Suwaidi SKBM, AlKatheeri R, Alblooshi FMK, Almatrooshi MEAH, Alzaabi MEH, Al Darmaki RS, Lootah SNAH. **Global Epidemiology of Ischemic Heart Disease: Results from the Global Burden of Disease Study.** Cureus. 2020 Jul 23;12(7):e9349. <https://doi.org/10.7759/cureus.9349>
- [2] Nieman K, Balla S. **Dynamic CT myocardial perfusion imaging.** J Cardiovasc Comput Tomogr. 2020 Jul-Aug;14(4):303-306. <https://doi.org/10.1016/j.jcct.2019.09.003>
- [3] Seitun S, Castiglione Morelli M, Budaj I, Boccacini S, Galletto Pregliasco A, Valbusa A, Cademartiri F, Ferro C. **Stress Computed Tomography Myocardial Perfusion Imaging: A New Topic in Cardiology.** Rev Esp Cardiol (Engl Ed). 2016 Feb;69(2):188-200. <https://doi.org/10.1016/j.rec.2015.10.018>
- [4] Villines TC, Al'Aref SJ, Andreini D, Chen MY, Choi AD, De Cecco CN, Dey D, Earls JP, Ferencik M, Gransar H, Hecht H, Leipsic JA, Lu MT, Marwan M, Maurovich-Horvat P, Nicol E, Pontone G, Weir-McCall J, Whelton SP, Williams MC, Arbab-Zadeh A, Feuchtner GM. **The Journal of Cardiovascular Computed Tomography: 2020 Year in review.** J Cardiovasc Comput Tomogr. 2021 Mar-Apr;15(2):180-189. <https://doi.org/10.1016/j.jcct.2021.02.004>
- [5] A. Ezponda, F.M. Caballeros Lam and G. Bastarrika Alemañ. **TC-perfusión y FFR-TC en la valoración de la enfermedad coronaria.** Radiología, <https://doi.org/10.1016/j.rx.2024.01.006>
- [6] C. Delgado, M. Vázquez, R. Oca, M. Vilar, C. Trinidad, M. Sanmartin. **Evaluación de la isquemia miocárdica con tomografía computarizada de doble fuente: comparación con la resonancia magnética.** Rev Esp Cardiol. 2013; 66(11):864-870. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2013.05.026>

