

37 Congreso
Nacional
CENTRO DE
CONVENCIONES
INTERNACIONALES

Barcelona
22/25
MAYO 2024

seram
Sociedad Española de Radiología Médica

FERM
FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE RADIOLOGÍA MÉDICA

RC | RADIOLEGS
DE CATALUNYA

REALCE TARDÍO EN TC ESPECTRAL CARDIACA: NUESTRA EXPERIENCIA.



Pedro Torres Rubio, María Ángeles Fernández Méndez, Almudena Gil Boronat,
Ana García de Vicente, Juan Manuel Monteagudo Ruiz, Jesús Javier Martín
Pinacho, Álvaro Arribas Marcos, José Javier Alarcón Rodríguez.

**Departamento de Radiología
Hospital Universitario Ramón y Cajal
Madrid**

CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno

GLOSARIO

- **IV:** intravenoso
- **RT:** realce tardío.
- **MCI:** miocardiopatía isquémica.
- **MCNI:** miocardiopatía no isquémica.
- **ETT:** cocardiograma transtorácico.
- **ME:** monoenergético
- **ROI:** región de interés
- **2C/ 4C / 3C:** 2-cámaras / 4-cámaras / 3-cámaras

PUNTOS CLAVES

- A.** CONOCER el papel del RT en la TC cardiaca espectral.
- B.** MOSTRAR el protocolo de la exploración en nuestro hospital.
- C.** PRESENTAR casos ilustrativos y su correlación con la RM (técnica de referencia).

ÍNDICE DE CONTENIDO

- 1. CONTEXTO.**
 - Revisión de la farmacocinética y utilidad del realce tardío en estudios cardiológicos (TC y RM).
- 2. TC ESPECTRAL Y PROTOCOLO** de adquisición en nuestro centro.
- 3. CASOS** ilustrativos y su correlación con la RM
- 4. CONCLUSIÓN**
- 5. BIBLIOGRAFÍA**

1. CONTEXTO. REALCE TARDÍO EN ESTUDIOS CARDIACOS

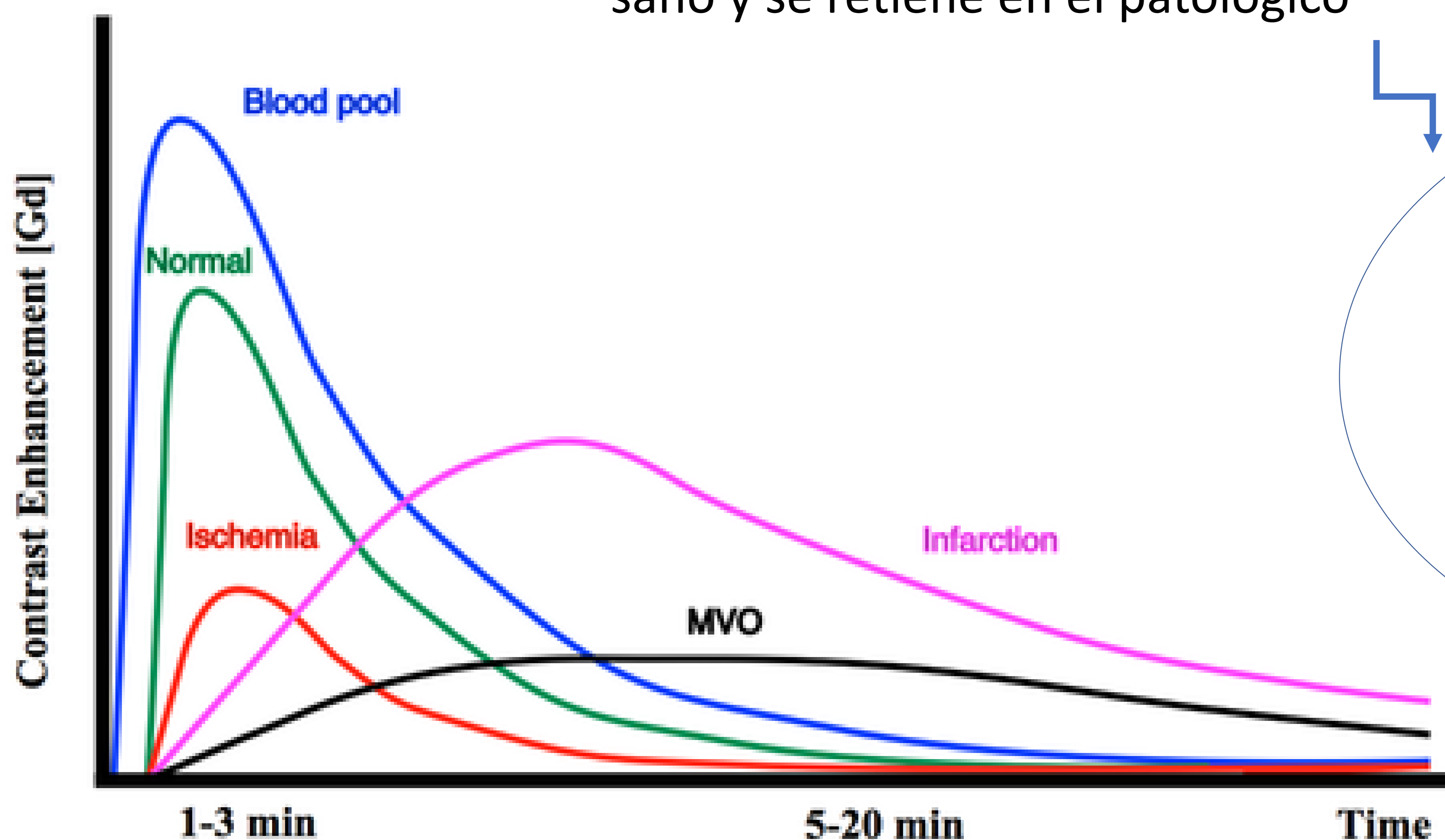
El RT tras la administración de contraste iv es la **técnica más importante de caracterización tisular** en RM

Se basa en las diferencias regionales del volumen extracelular del miocardio

Diferente patrón de distribución
(isquémico o no isquémico)

Según diferencias en la cinética del contraste
(gadolinio) entre miocardio sano y patológico

- En la **fase precoz** (1-3 minutos), el contraste se localiza en el lecho vascular y el miocardio normal
- En **fase tardía** (5-20 minutos), el contraste se lava del miocardio sano y se retiene en el patológico



En fase tardía, se demuestra contraste en áreas de **necrosis, fibrosis, infiltración e inflamación** por el aumento del **volumen extracelular** y cinética alterada con el **lavado tardío**.

1. CONTEXTO. REALCE TARDÍO EN ESTUDIOS CARDIACOS

El RT tras la administración de contraste iv es la **técnica más importante de caracterización tisular** en RM

Se basa en las diferencias regionales del volumen extracelular del miocardio

Diferente patrón de distribución (isquémico o no isquémico)

RECUERDO ANATÓMICO-REGIONAL

Los segmentos miocárdicos están asignados según los territorios vasculares de las **3 arterias coronarias principales**

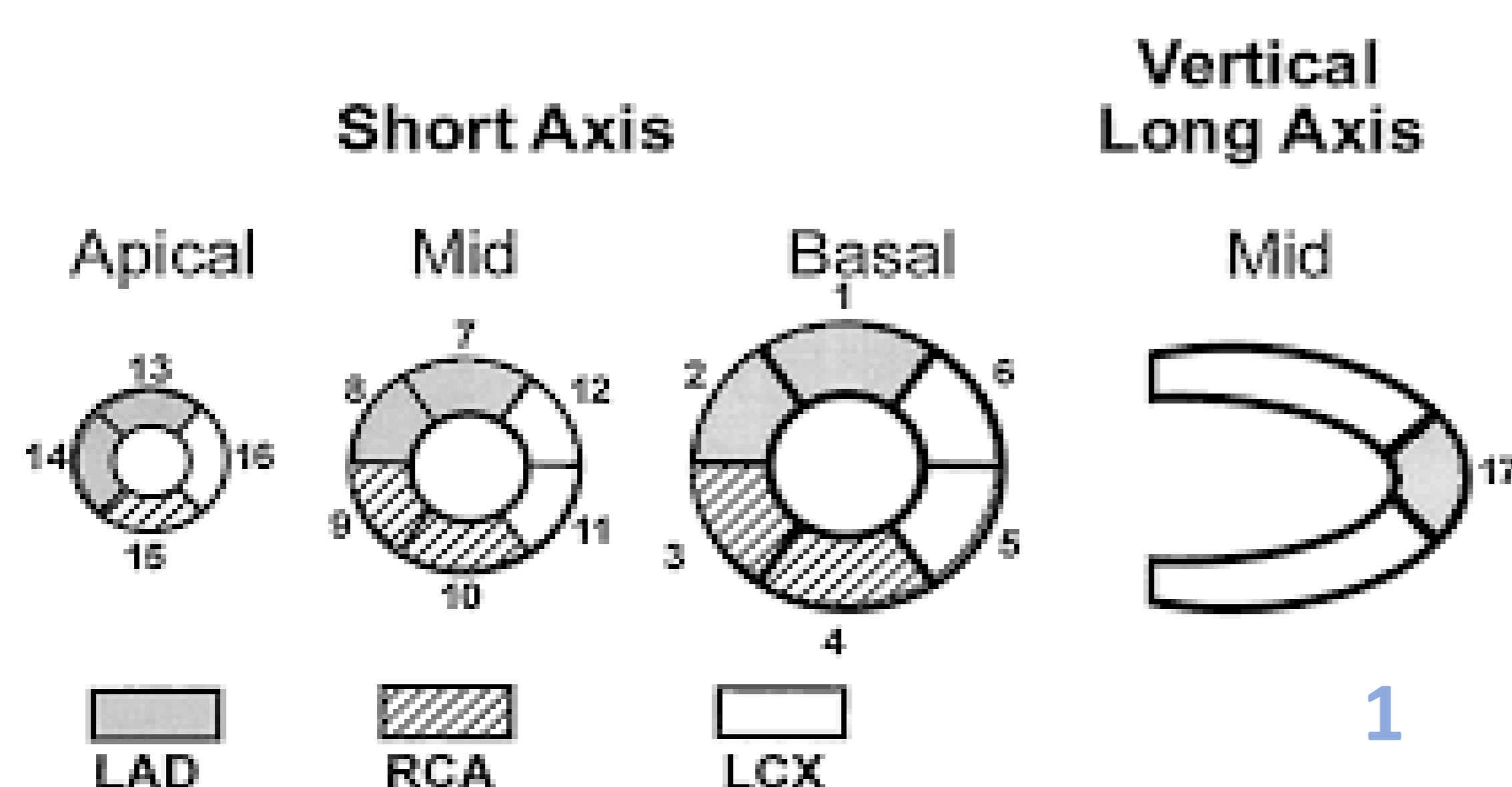


Figura 1: segmentación miocárdica estándar.

American Heart Association Writing Group on Myocardial Segmentation and Registration for Cardiac Imaging (1).

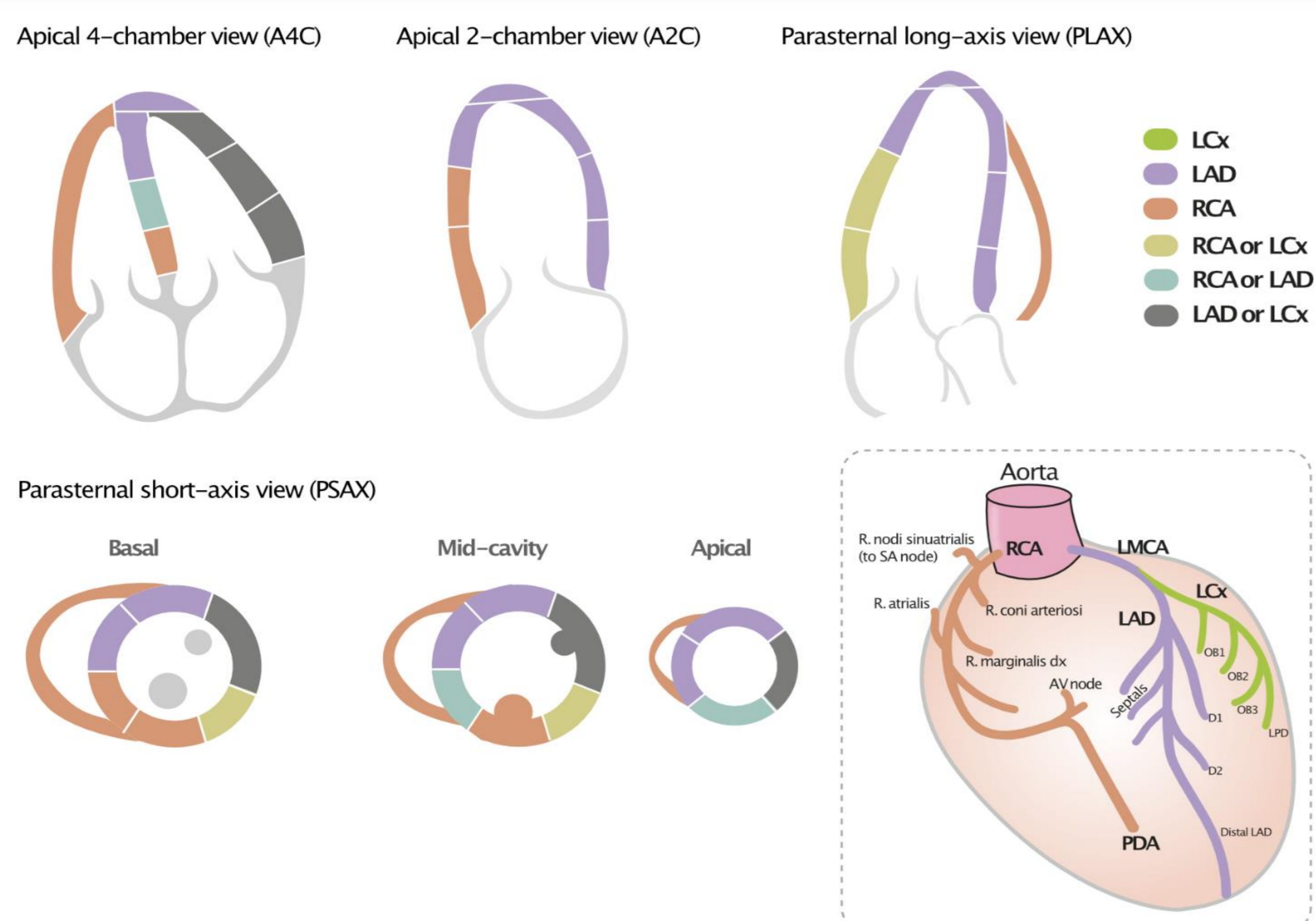


Figure 2: representación de los 17 segmentos miocárdicos de los territorios vasculares de la descendente anterior (DA), coronaria derecha (CD) y circunfleja (Cx).

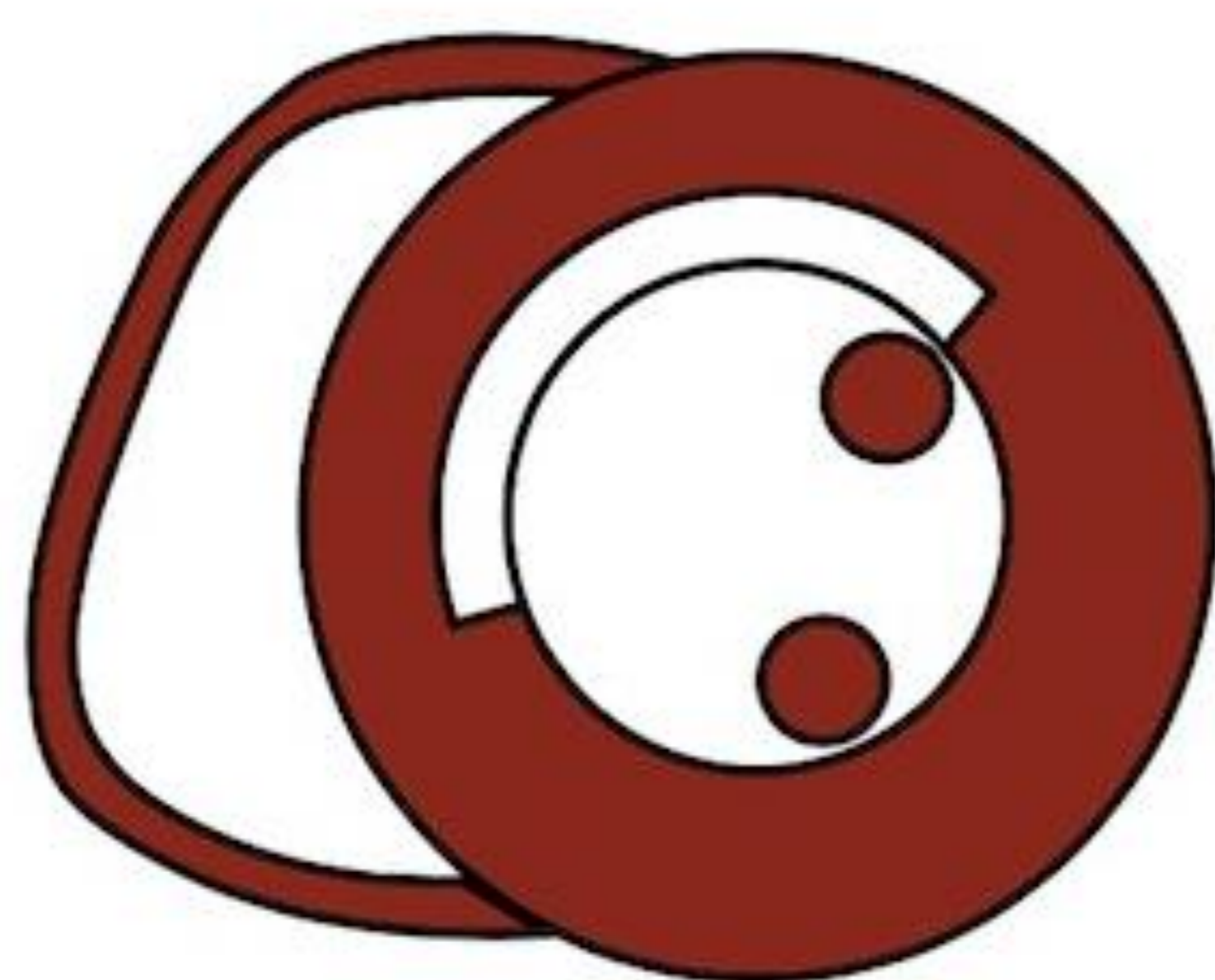
<https://ecgwaves.com/topic/the-coronary-arteries/>

1. CONTEXTO. REALCE TARDÍO EN ESTUDIOS CARDIACOS

Patrones característicos de distribución y localización de RT post-gadolinio en diferentes patologías isquémicas y no isquémicas.

Enfermedad isquémica cardiaca

Distribución coronaria

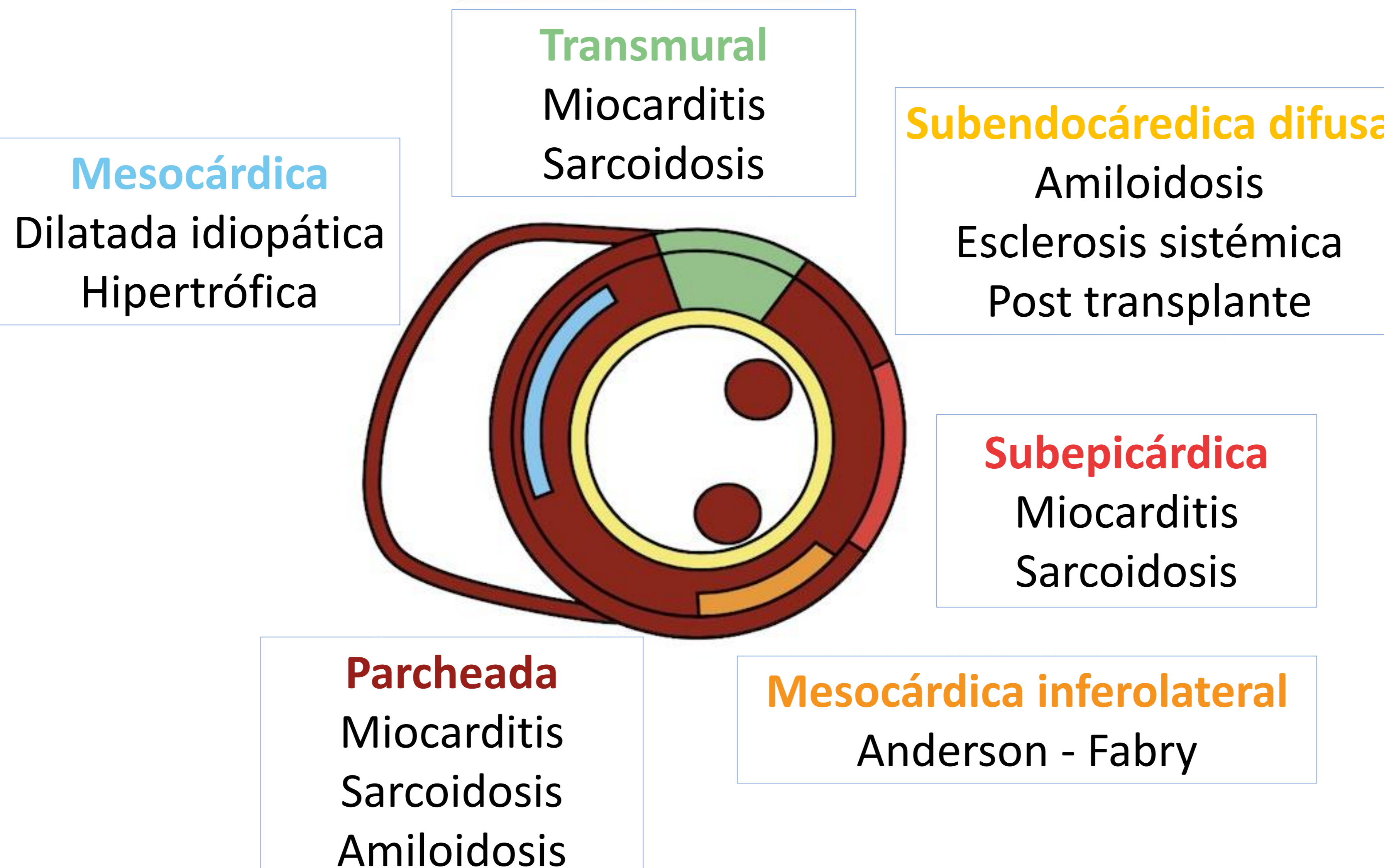


Infarto subendocárdico



Infarto transmural (no viable)

Enfermedad cardiaca no isquémica

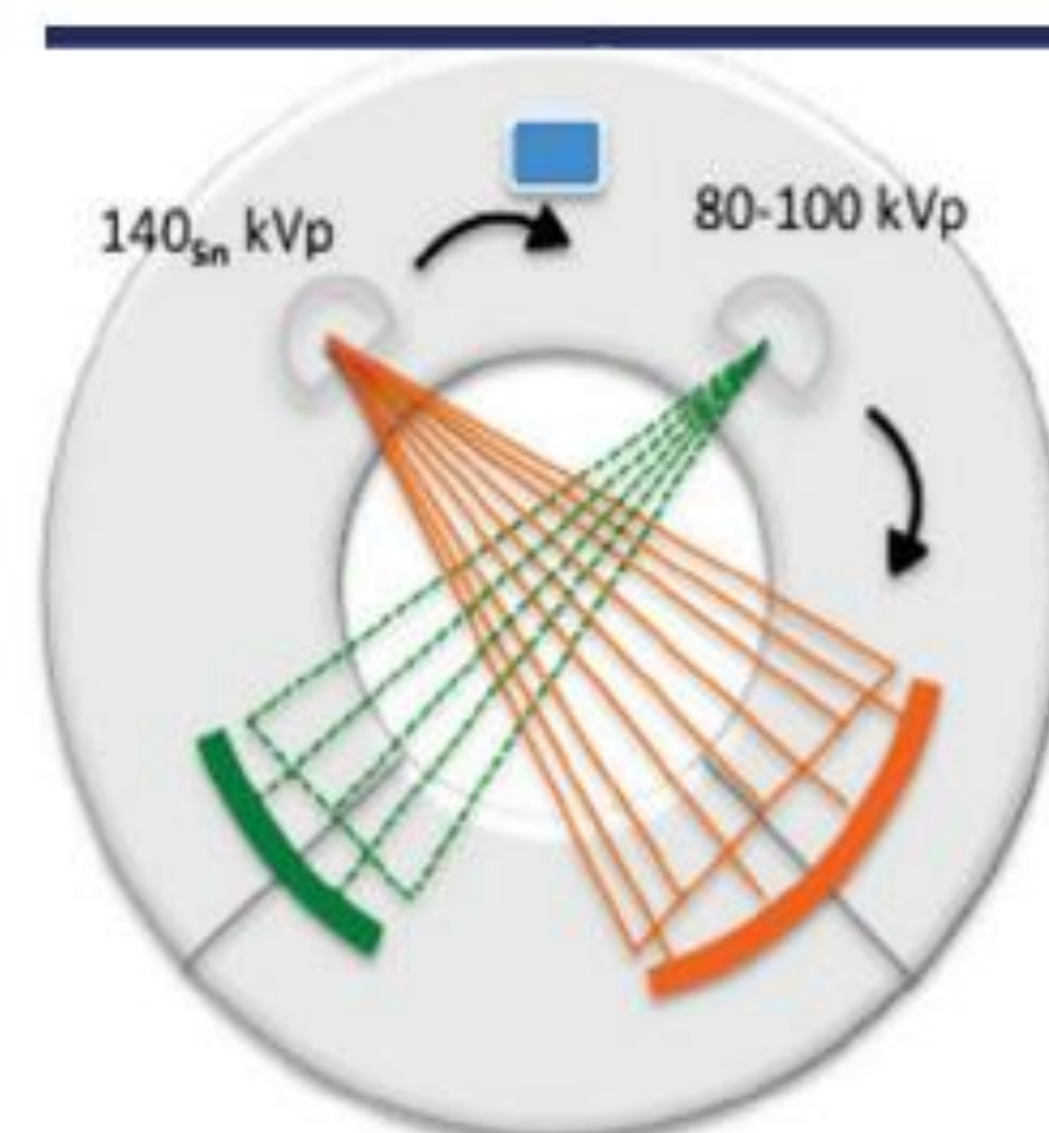


2. TC ESPECTRAL Y PROTOCOLO DE ADQUISICIÓN NUESTRO EQUIPO DE TC ESPECTRAL

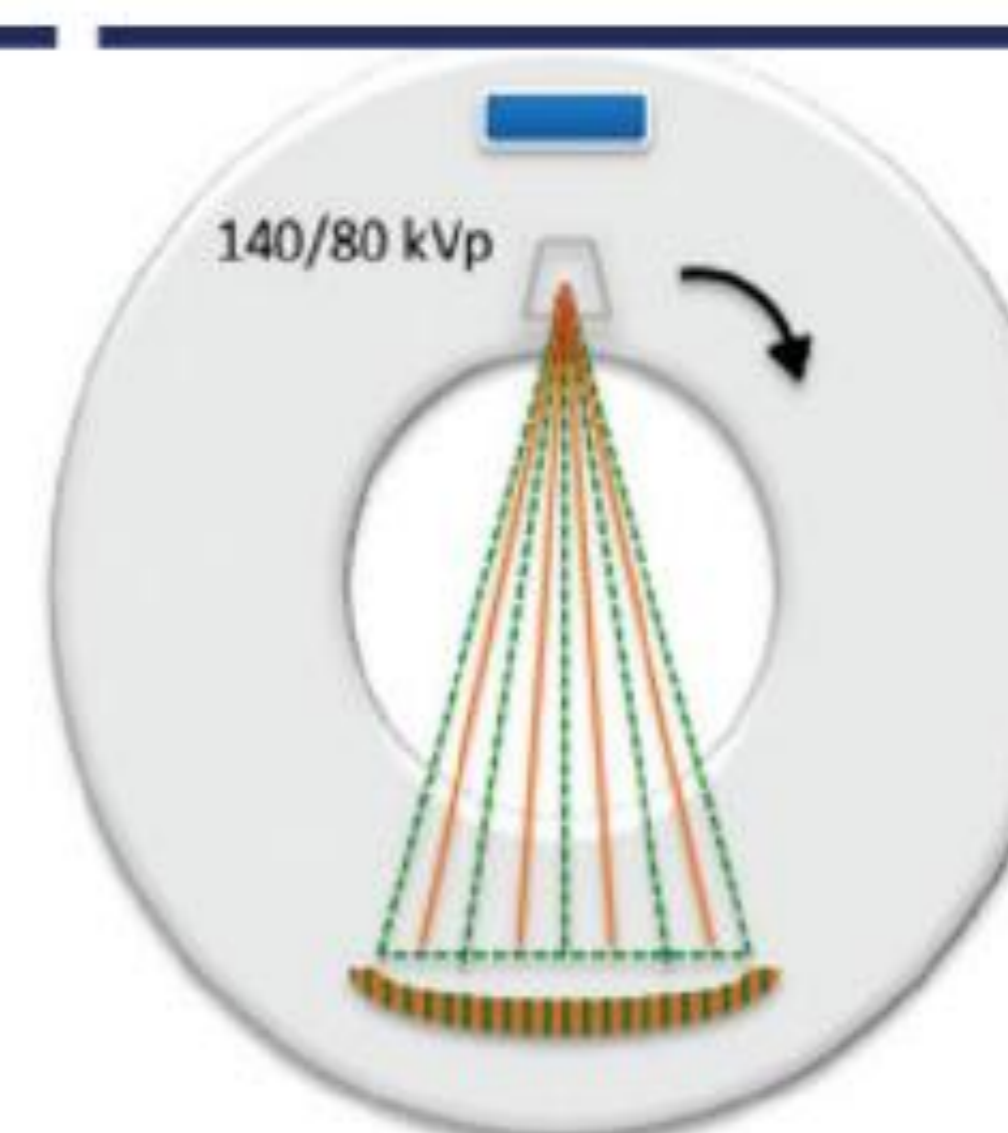
El sustrato fisiopatológico del RT con yodo en TC es comparable al RT con gadolinio en RM debido a similar farmacocinética.

Nuestro equipo de TC se basa en la **detección espectral** con mejoras en la velocidad de rotación (0,27 segundos, resolución temporal de 135ms in “Step & Shoot” y reconstrucción multiciclo en TC helicoidal).

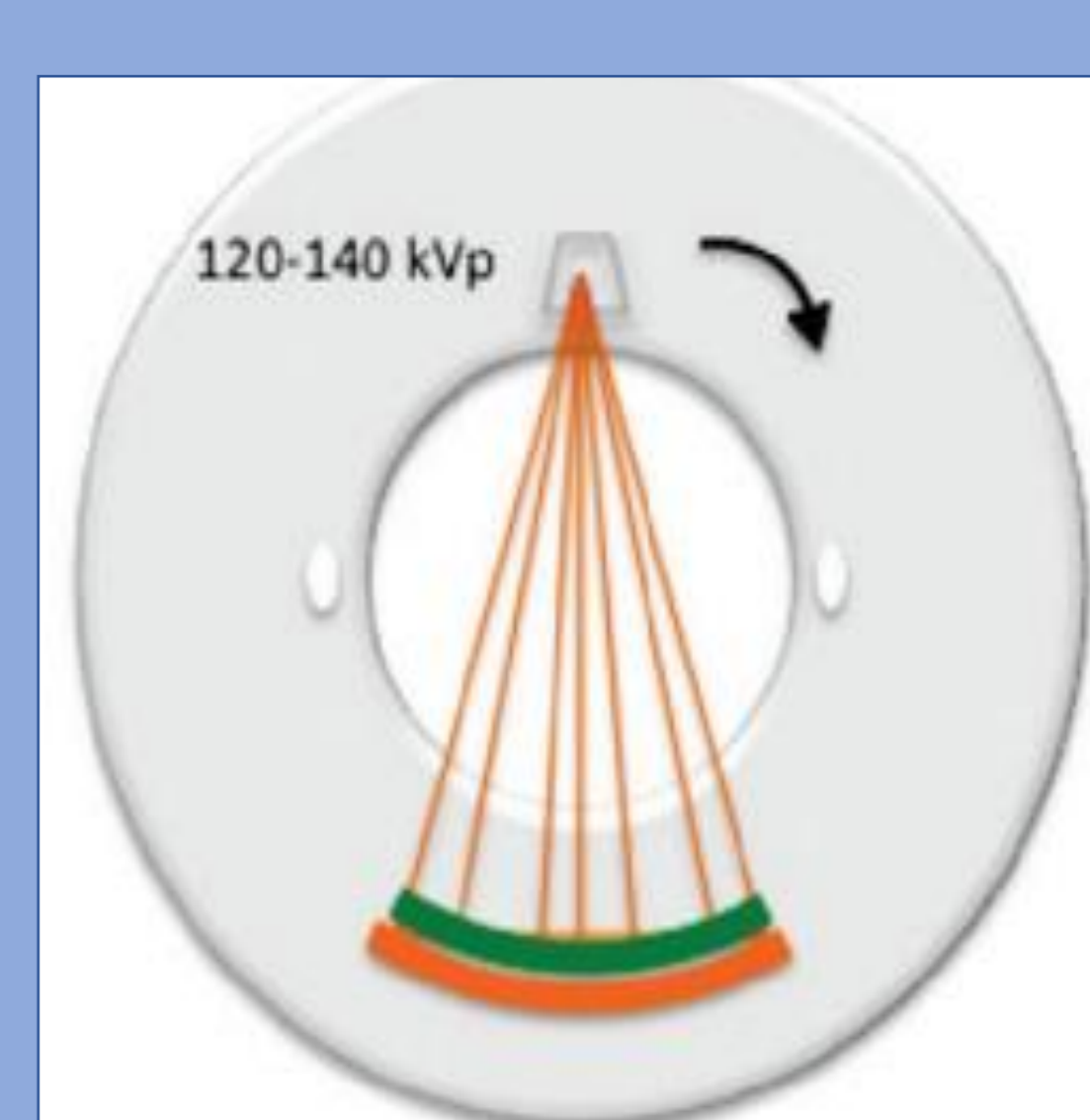
PHILIPS IQon Spectral CT



Dual source DECT
(Somatom Definition Flash and Force;
Siemens Medical Solutions, Forchheim,
Germany)



Single source DECT
(Discovery 750HD; GE Healthcare,
Milwaukee, Wis)



Detector Based Spectral CT
(IQon spectral CT: Philips healthcare,
Eindhoven, The Netherlands)

Nuestra experiencia: Realizamos caracterización tisular en TC coronario cuando se considera que puede aportar información radiológica adicional en patología isquémica y no isquémica

2. TC ESPECTRAL Y PROTOCOLO DE ADQUISICIÓN. PROTOCOLO DE ADQUISICIÓN UTILIZADO.

Estudio coronario de rutina

1. TC basal de tórax para cálculo de calcio (en > 40 años).

Imagen 1



Resultados de puntuación: Agatston Score; protocolo	
Coronarias totales	
Puntuación	0
Nº de ROI	0
Área cuad. (mm ²)	0

Imagen2

Imagen 1: imágenes de TC axial sin contraste iv para valoración de score calcio. En este paciente, sin placas calcificadas en coronarias, corresponde a puntuación de 0 en score de Agaston (**Imagen 2**)

2. Beta-bloqueante (metoprolol) – si lo requiere por FC elevada.

3. Vasodilatador (nitroglicerina sublingual) – Si no está contraindicado. Esperar 4 minutos.

2. TC ESPECTRAL Y PROTOCOLO DE ADQUISICIÓN. PROTOCOLO DE ADQUISICIÓN UTILIZADO.

Estudio coronario de rutina

1. TC basal de tórax para cálculo de calcio (en > 40 años).
2. Beta-bloqueante metoprolol) – si lo requiere por FC elevada.
3. Vasodilatador (nitroglicerina sublingual) – Si no está contraindicado. Esperar 4 minutos.
4. **Inyección de contraste iv 0.9 mg/Kg seguido de 50 ml de suero salino a 5m/s.** Estudio coronario con sincronización cardíaca prospectivo/ retrospectivo modulado. ROI en aorta ascendente (umbral: 150UH).

Imagen 1

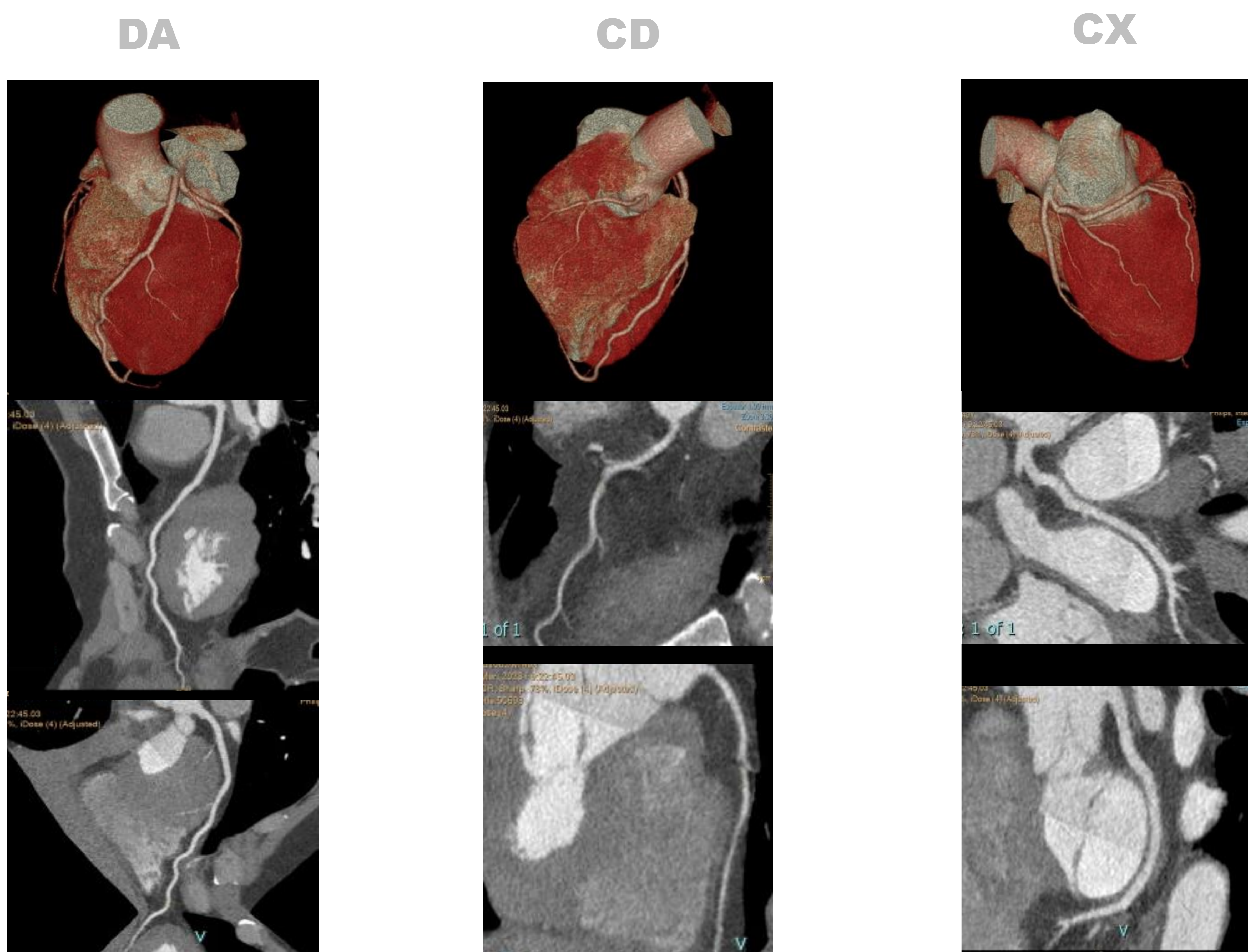


Imagen 1: Reconstrucciones multiplanares curvas y volumétricas de angioTC de coronarias.

2. TC ESPECTRAL Y PROTOCOLO DE ADQUISICIÓN. PROTOCOLO DE ADQUISICIÓN UTILIZADO.

Estudio coronario de rutina

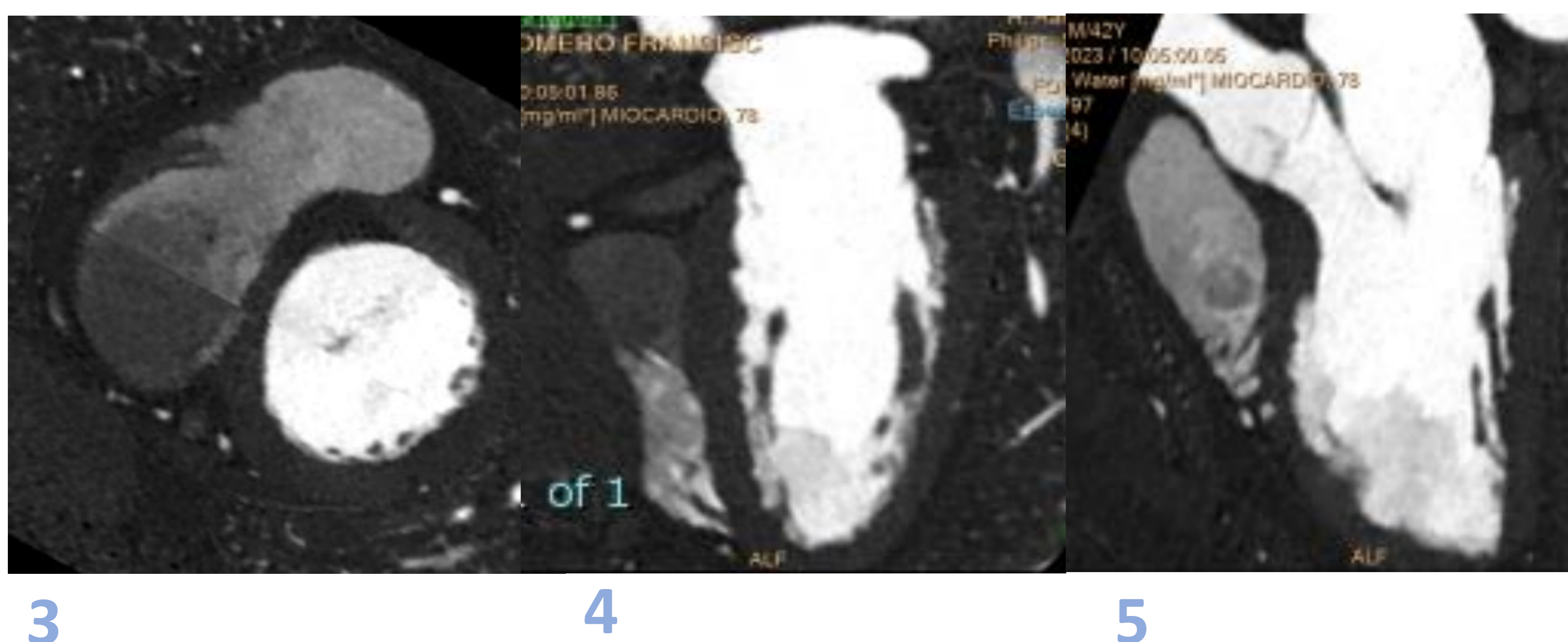
1. TC basal de tórax para cálculo de calcio (si > 40 años).
2. Beta-bloqueante metoprolol) – si lo requiere por FC elevada.
3. Vasodilatador (nitroglicerina sublingual) – Si no está contraindicado. Esperar 4 minutos.
4. Inyección de contraste iv 0.9 mg/Kg seguido de 50mL de suero salino a 5m/s. Estudio coronario con sincronización cardíaca prospectivo/ retrospectivo modulado. ROI en aorta ascendente (umbral: 150UH).

Estudio de realce tardío

5. Nueva inyección de 0.5mg/Kg de contraste yodado a 2.5-3ml/s
6. Esperar 7 minutos desde la primera inyección
7. **Adquisición sincronizada (prospectiva o retrospectiva).**



Imágenes 1 y 2: adquisición de TC con contraste a los 7 minutos (RT). Sin análisis específico de mapas espectrales no se puede determinar la existencia de captación patológica



Imágenes 3, 4 y 5: reconstrucciones en EC, 4C y 3C en RT sin post-proceso.

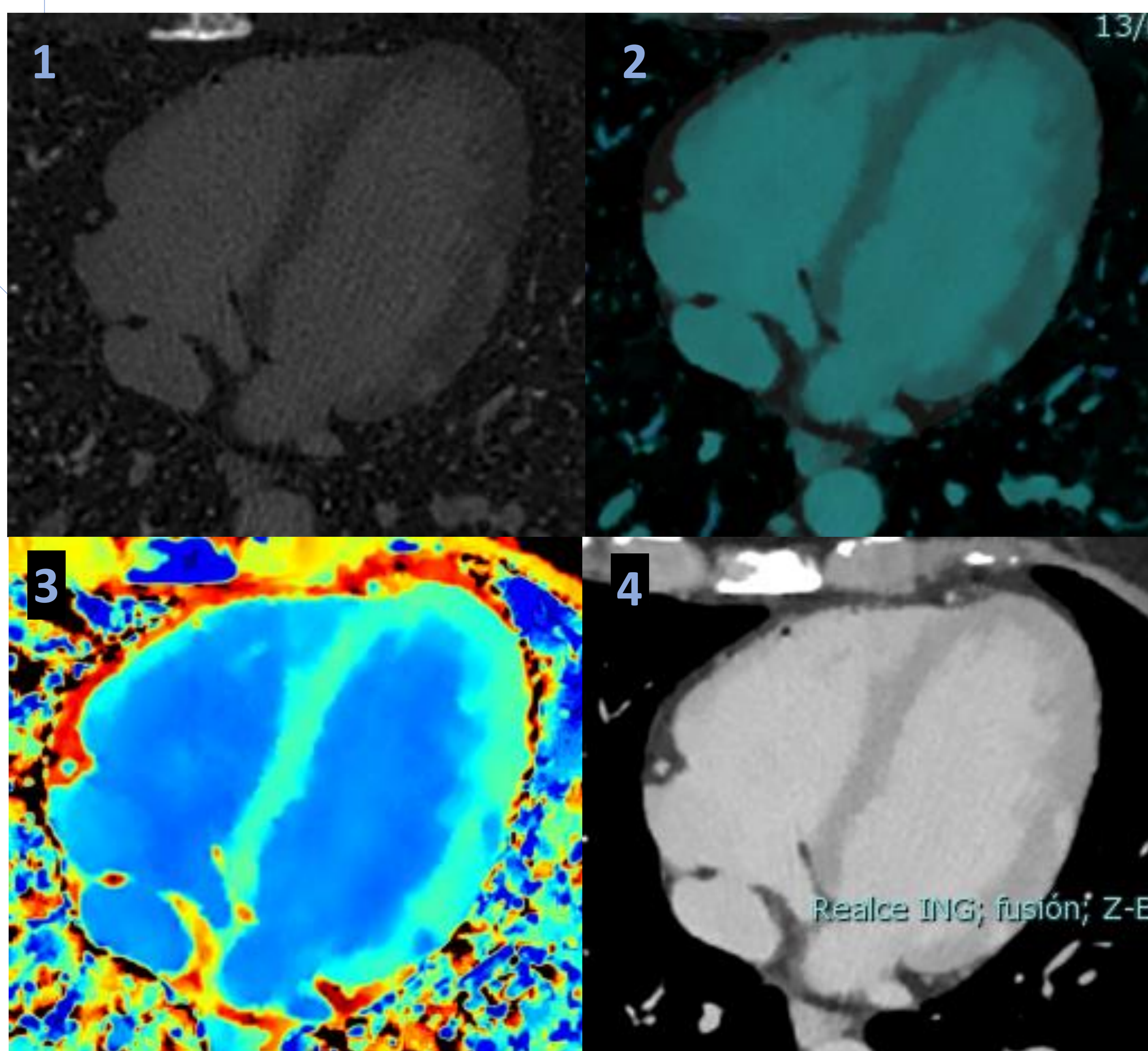
2. TC ESPECTRAL Y PROTOCOLO DE ADQUISICIÓN. PROTOCOLO DE ADQUISICIÓN UTILIZADO.

Estudio coronario de rutina

1. TC basal de tórax para cálculo de calcio (si > 40 años).
2. Beta-bloqueante metoprolol) – si lo requiere por FC elevada.
3. Vasodilatador (nitroglicerina sublingual) – Si no está contraindicado. Esperar 4 minutos.
4. Inyección de contraste iv 0.9 mg/Kg seguido de 50mL de suero salino a 5m/s. Estudio coronario con sincronización cardiaca prospectivo/ retrospectivo modulado. ROI en aorta ascendente (umbral: 150UH).

Estudio de realce tardío

5. Nueva inyección de 0.5mg/Kg de contraste yodado a 2.5-3ml/s.
6. Esperar 7 minutos desde la primera inyección.
7. Adquisición sincronizada (prospectiva o retrospectiva).
8. **Post- proceso (Philips Intellispace Portal).**



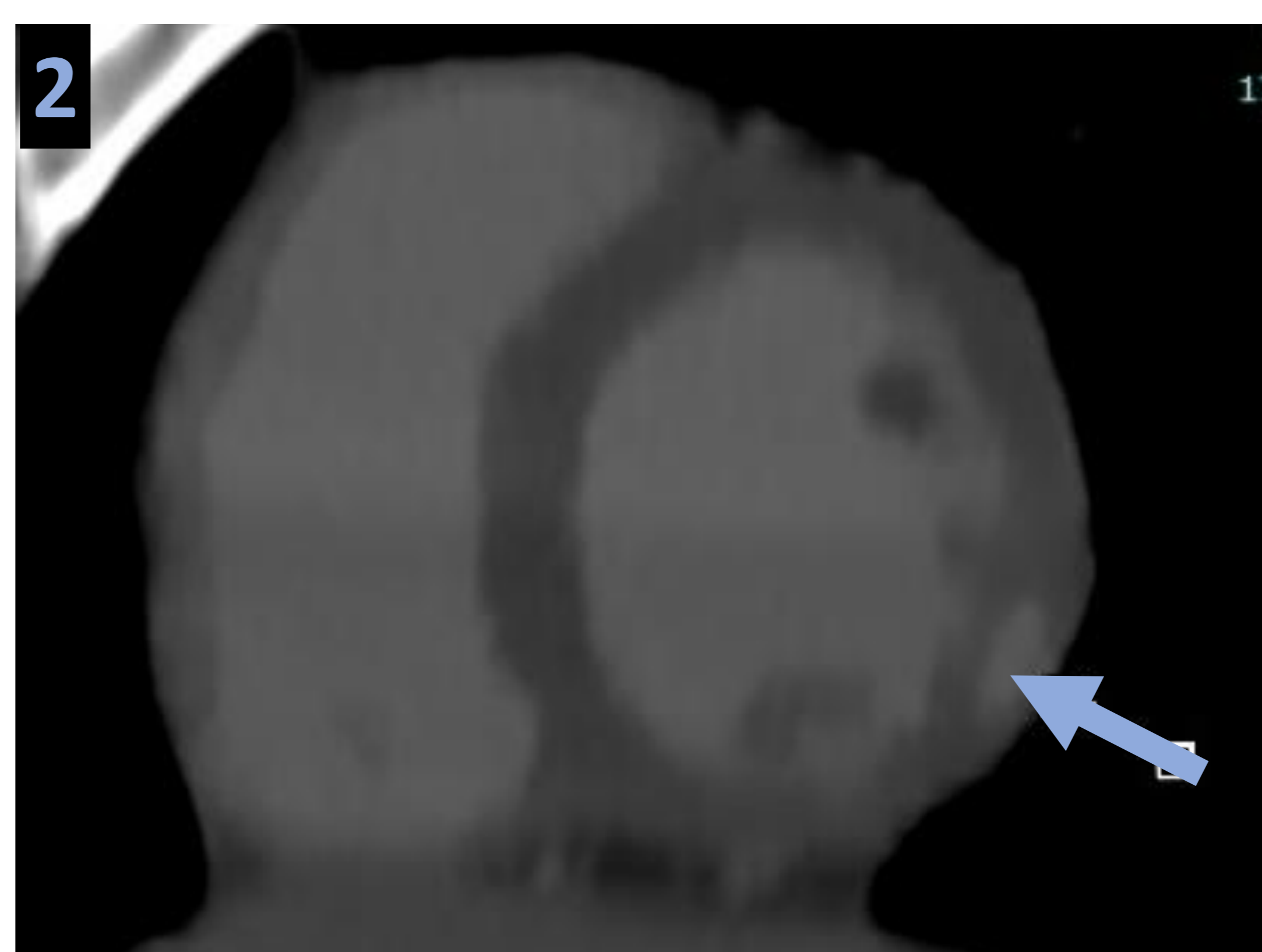
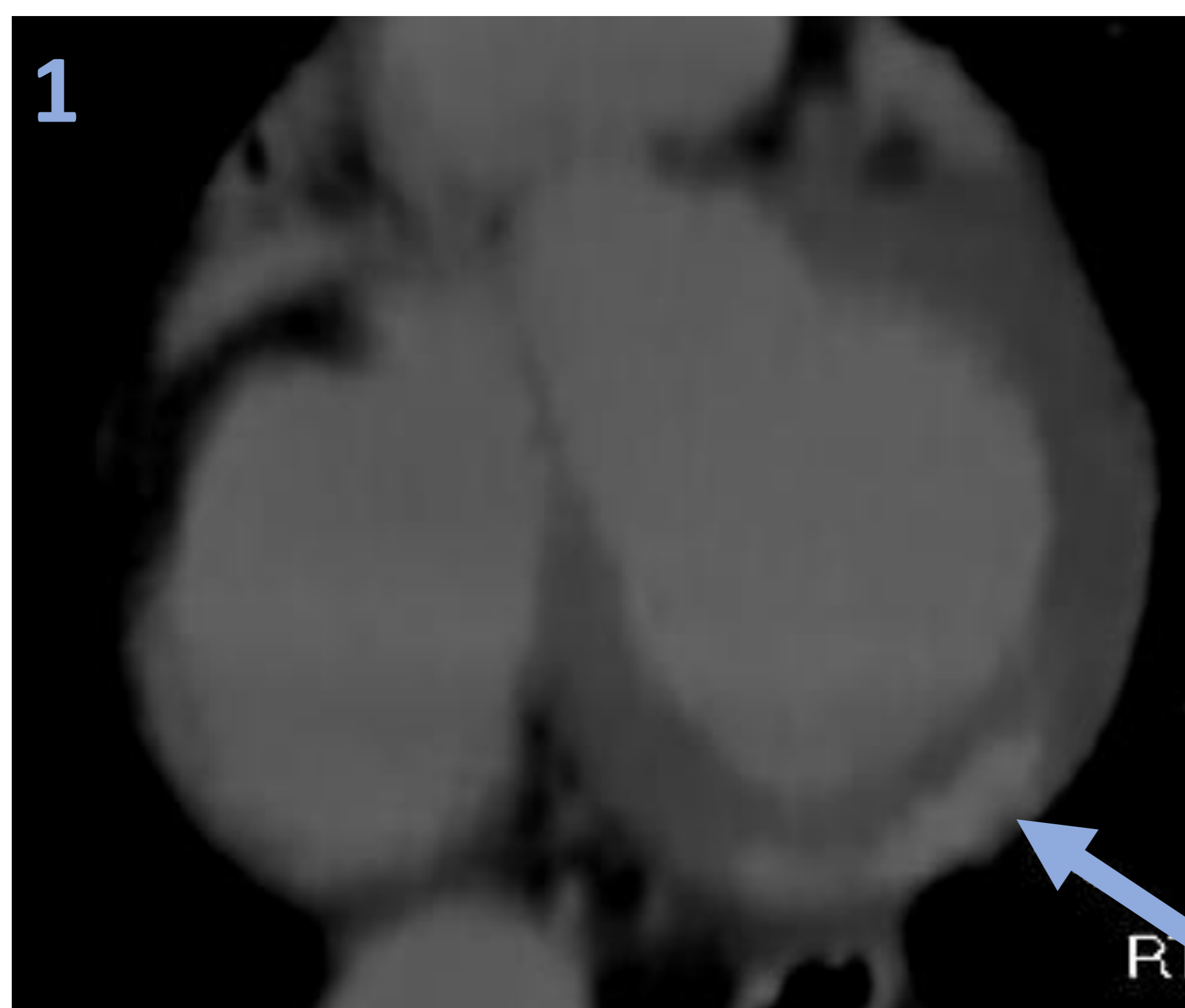
Imágenes 1 a 4: ejemplo post-proceso de RT incluyendo mapas espectrales: mapa “yodo no agua” (imagen 1); mapa de “densidad de yodo” (imagen 2); mapa “Z efectivo” (imagen 3) y mapa monoenergético a bajas energías “40KeV” (imagen 4).

3. CASOS DE NUESTRO CENTRO Y CORRELACIÓN TC- RM.

MIOCARDITIS.

CASO A

Paciente de 19 años con **dolor torácico** y elevación no sostenida de troponinas. En ETT, función sistólica normal. Se considera miocarditis o disección coronaria como opciones diagnósticas. Debido a disponibilidad inmediata, se realiza TC coronario que **descarta afectación coronaria**. A continuación, se realiza estudio de caracterización tisular con realce tardío con yodo.

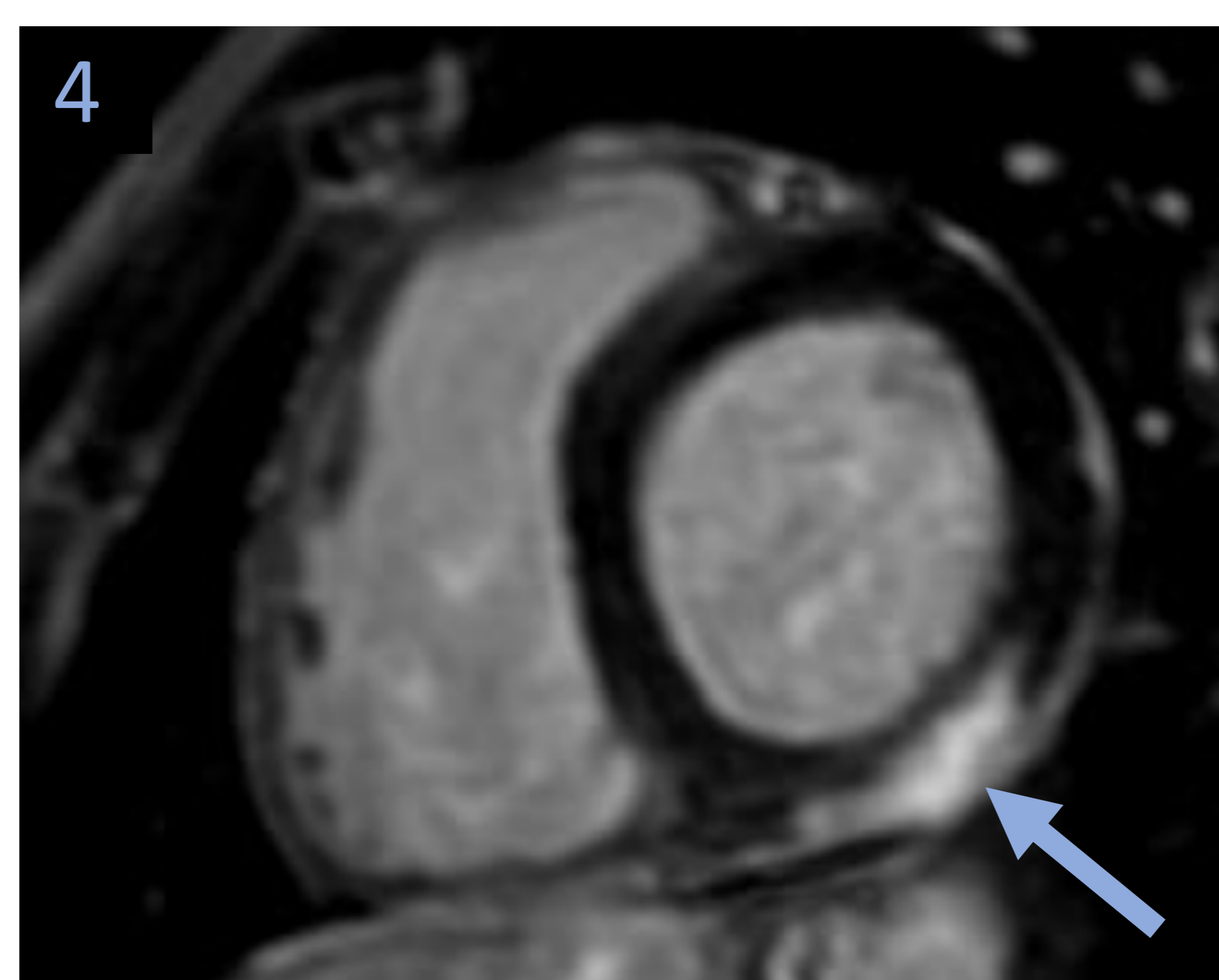


Imágenes 1 y 2:
Se observa RT subepicárdico parcheado de patrón no isquémico en segmento inferolateral basal (**imagen 1**) y medio (**imagen 2**).

TC: Realce tardío Eje corto 40 KeV



TC: Realce tardío Eje corto 40 KeV

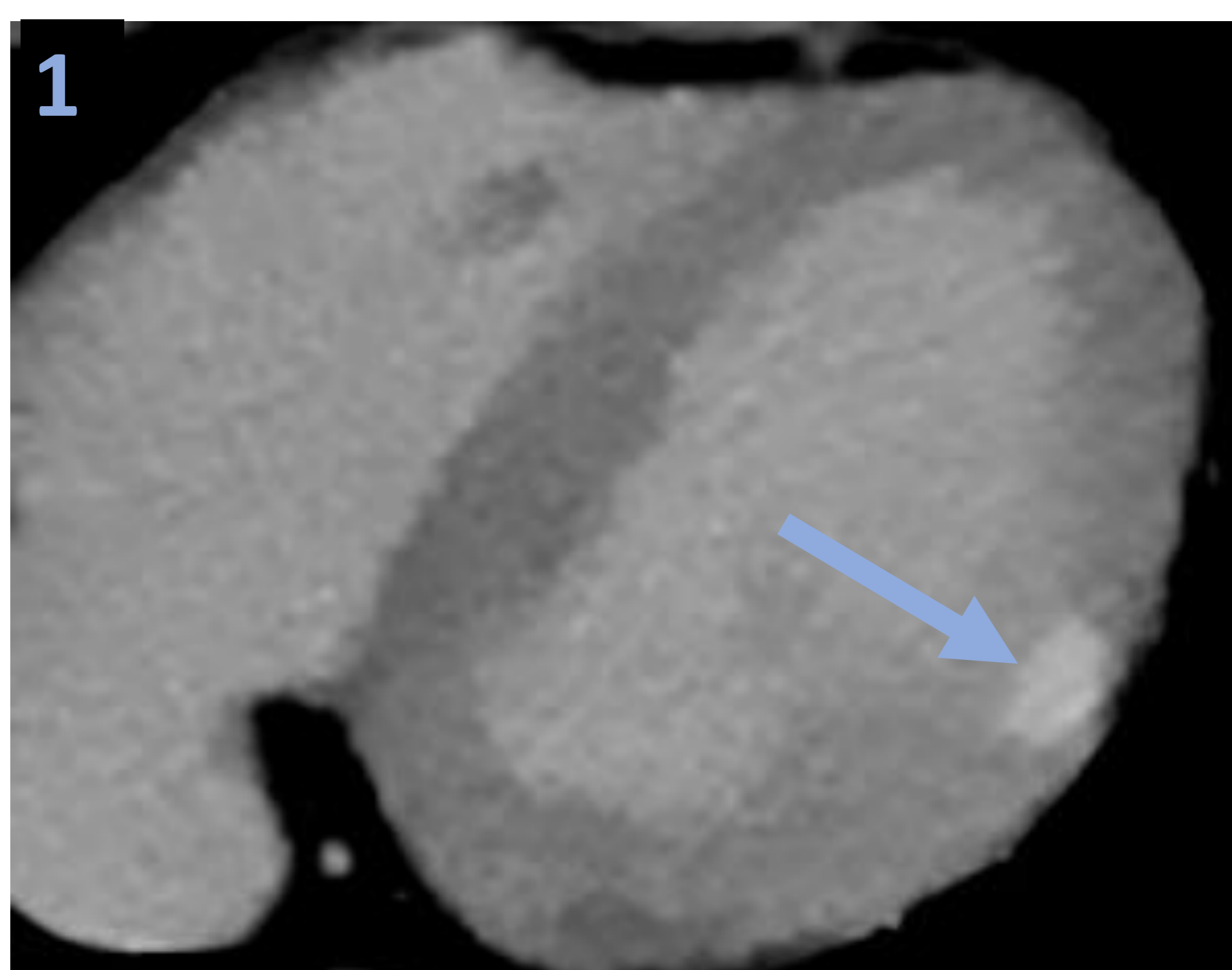


RM: Realce tardío IR Eje corto

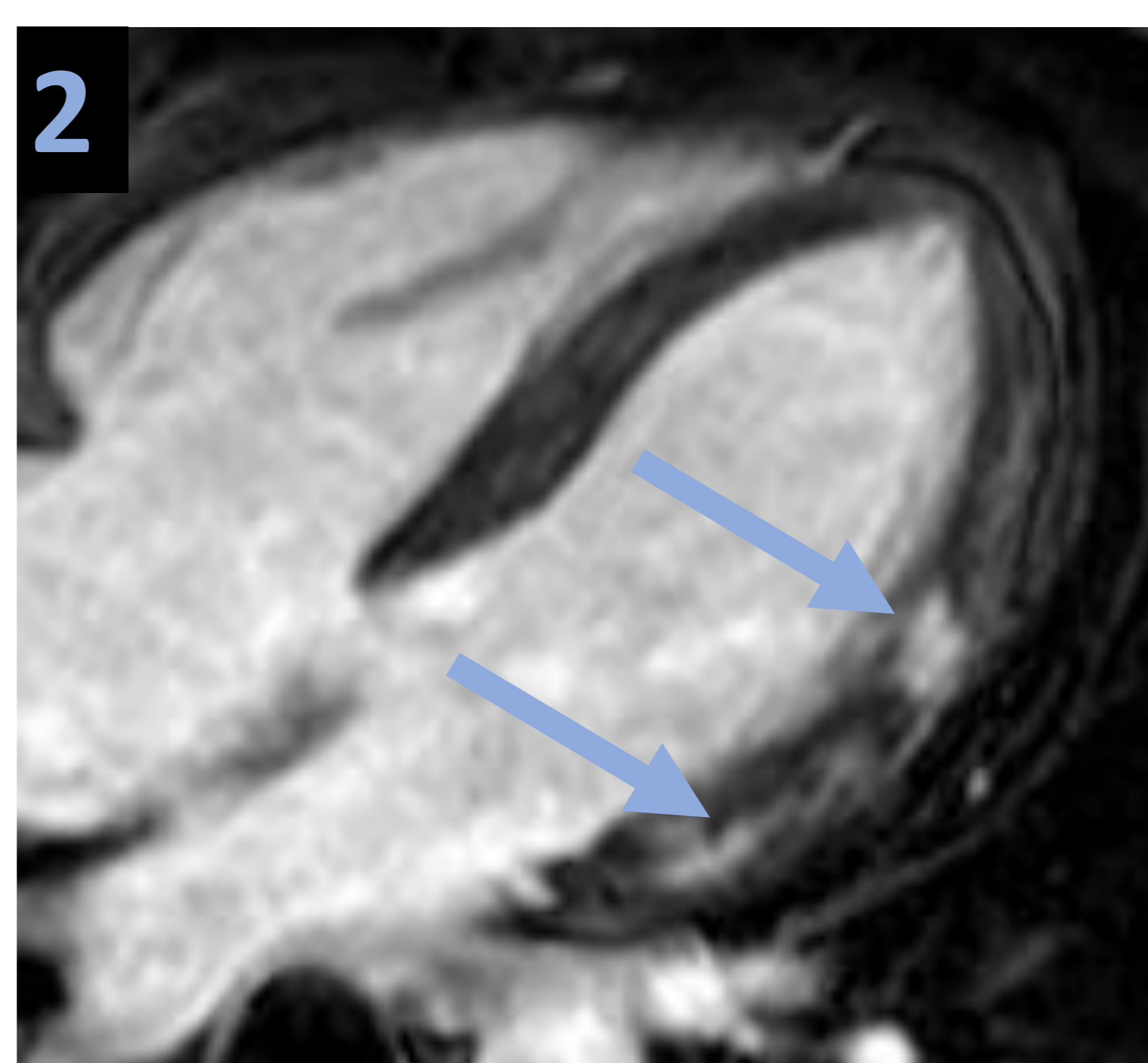
Comparación del RT con yodo en TC espectral (**imagen 3**) y RT con gadolinio en RM (**imagen 4**). Existe una buena correlación en las áreas de realce tardío.

3. CASOS DE NUESTRO CENTRO Y CORRELACIÓN TC- RM. MIOCARDITIS.

CASO B Paciente de 40 años con historia de dolor torácico agudo.



ME 40 KeV Axial



**RM: PSIR RT
4 Cámaras**

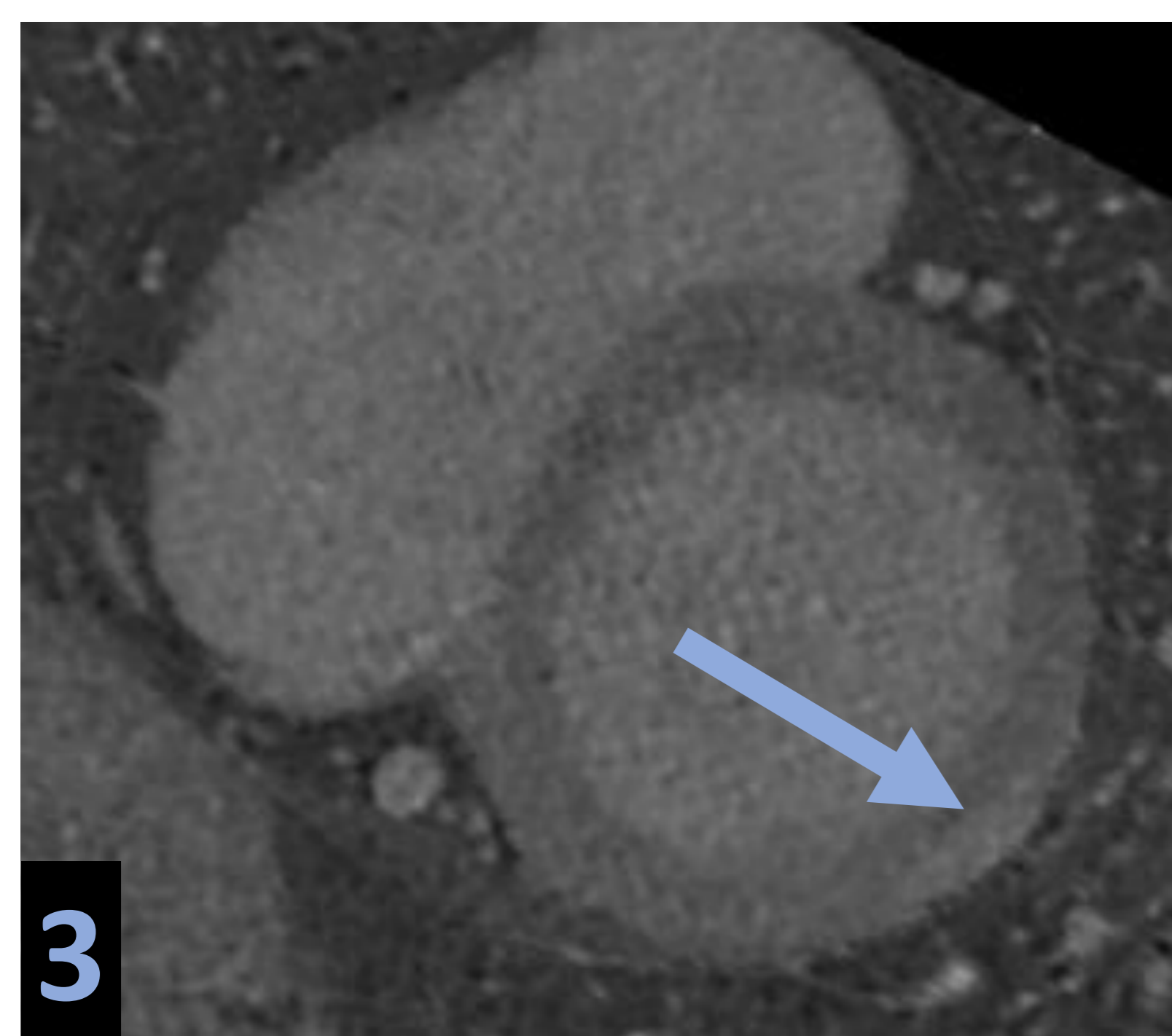
Imagen 1 : TC espectral. Se observa **RT subepicárdico** en la cara lateral media de VI.

Imagen 2: correlación con RM en 4C donde se observa RT de patrón **no isquémico más extenso** afectando también a la cara lateral basal.

CASO C

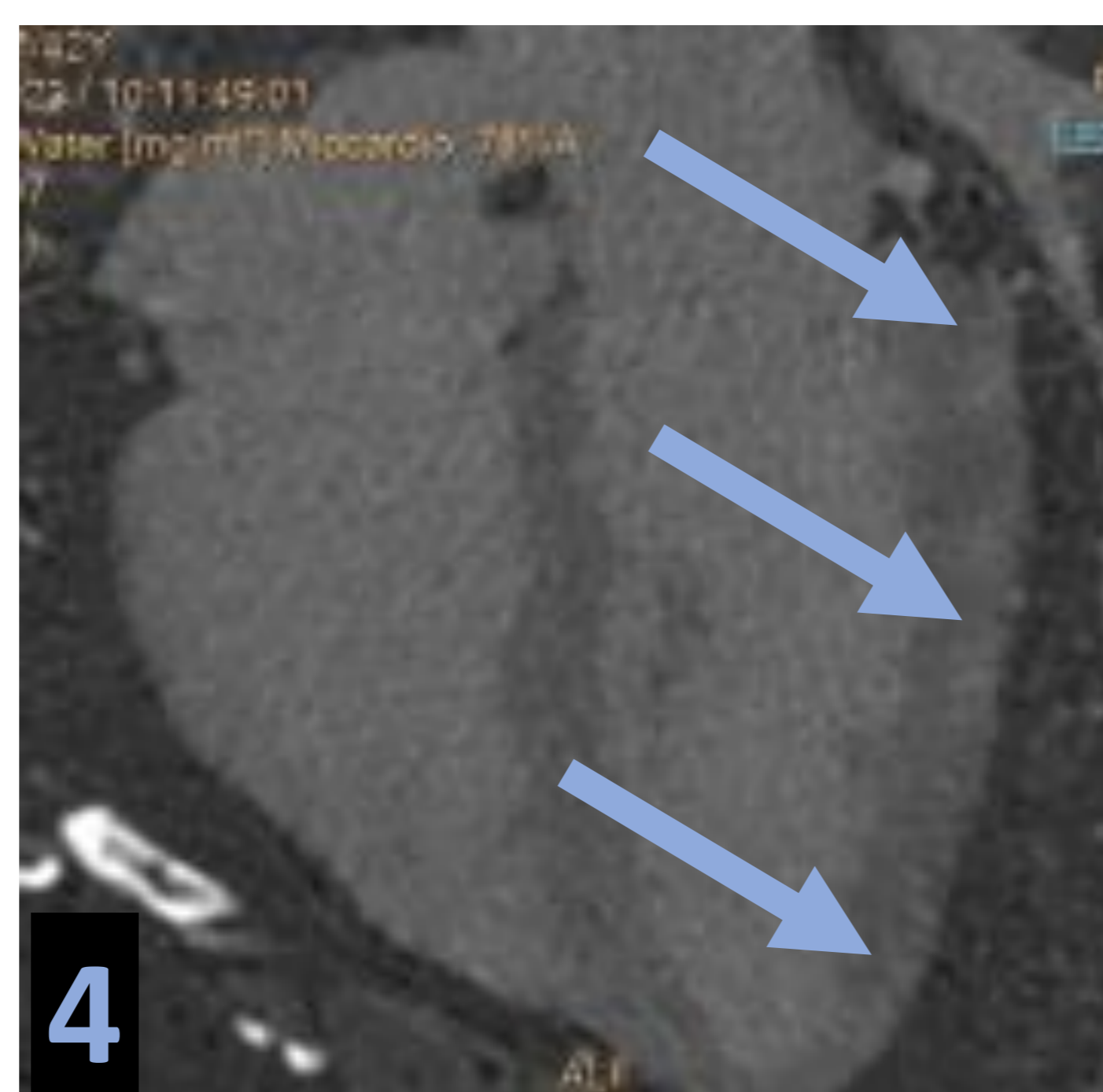
Paciente de 42 años con clínica compatible con miocarditis que no tolera la RM cardiaca por claustrofobia. Se realiza TC espectral cardiaca con RT para caracterización tisular.

ME 40 KeV



3

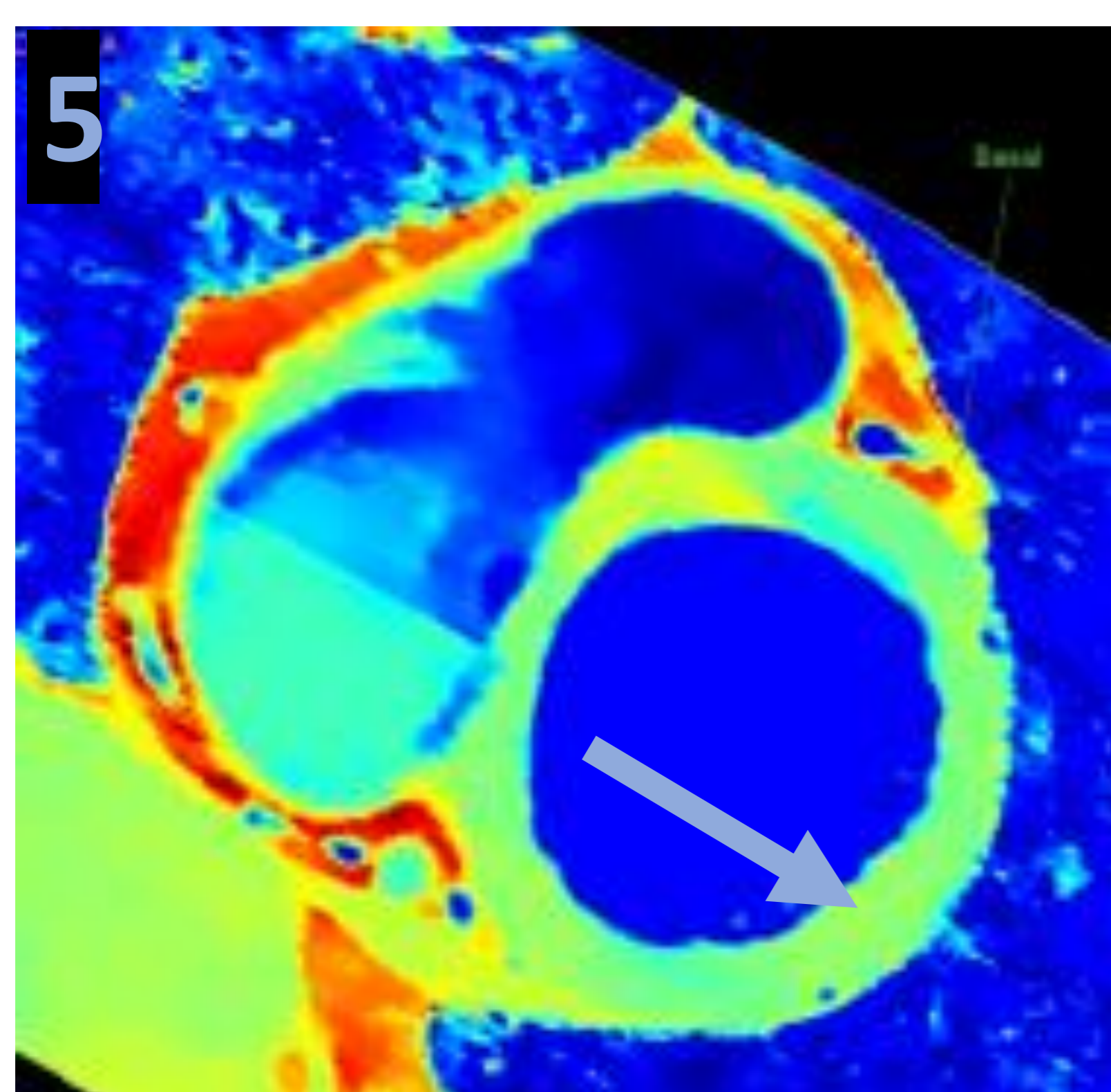
ME 40 KeV



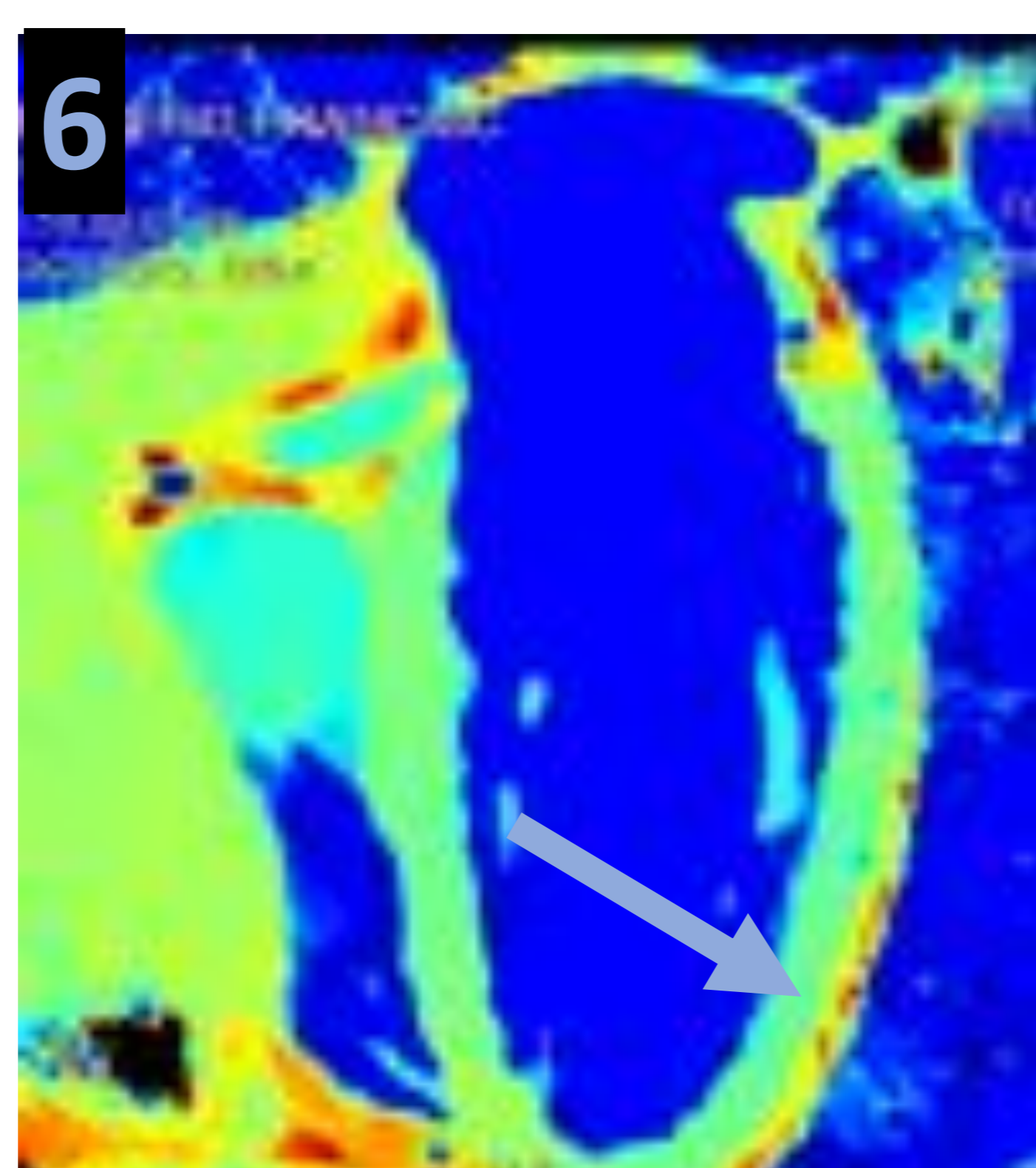
4

Imágenes 3 y 4: RT con reconstrucción monoenergético 40KeV en eje corto y 4 C. Muestra realce tardío subepicárdico parcheado en la cara lateral del VI .

Imágenes 5 y 6 : reconstrucción en el mapa Z efectivo correspondiente.



5

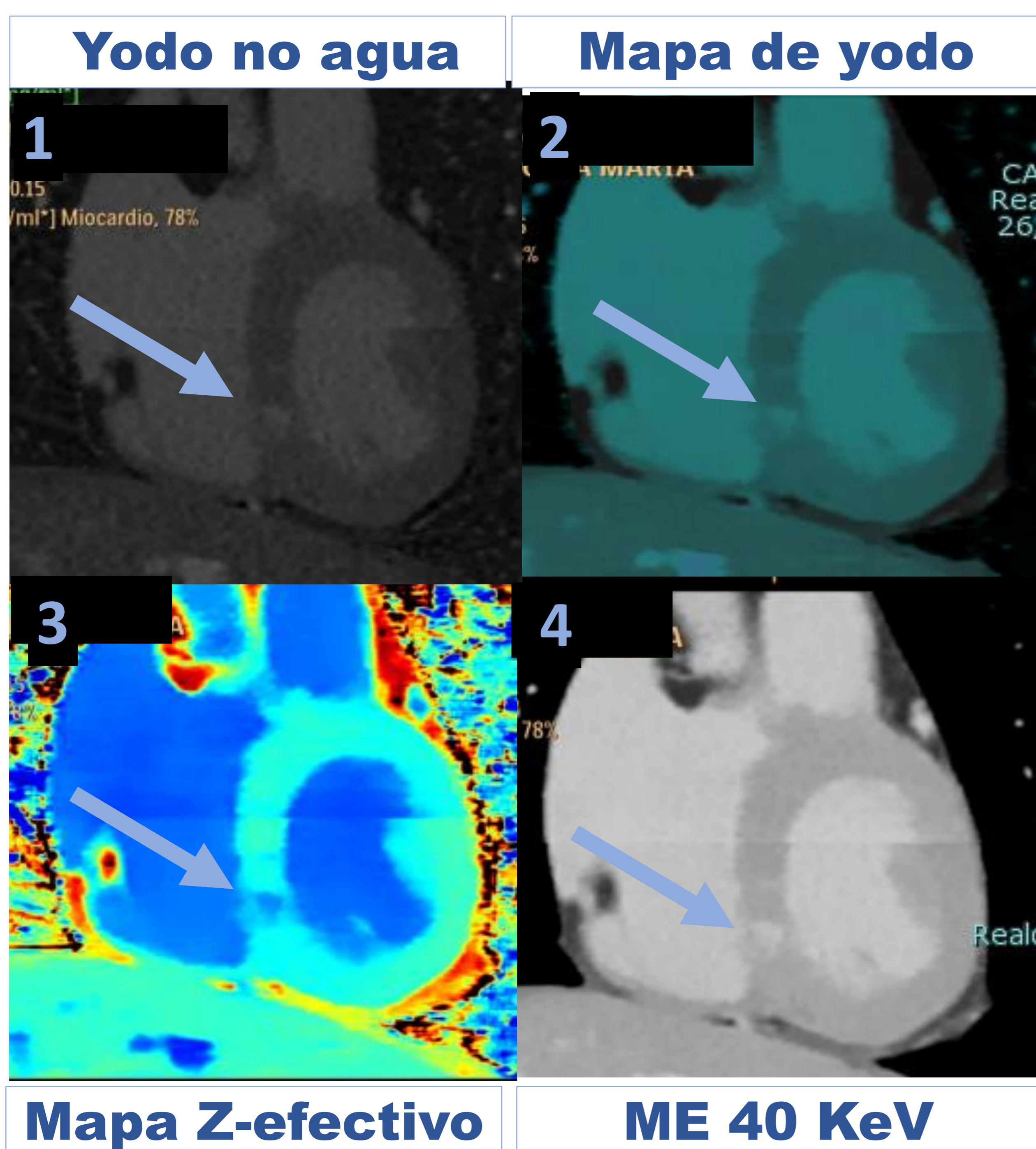


6

3. CASOS DE NUESTRO CENTRO Y CORRELACIÓN TC- RM. MIOCARDITIS.

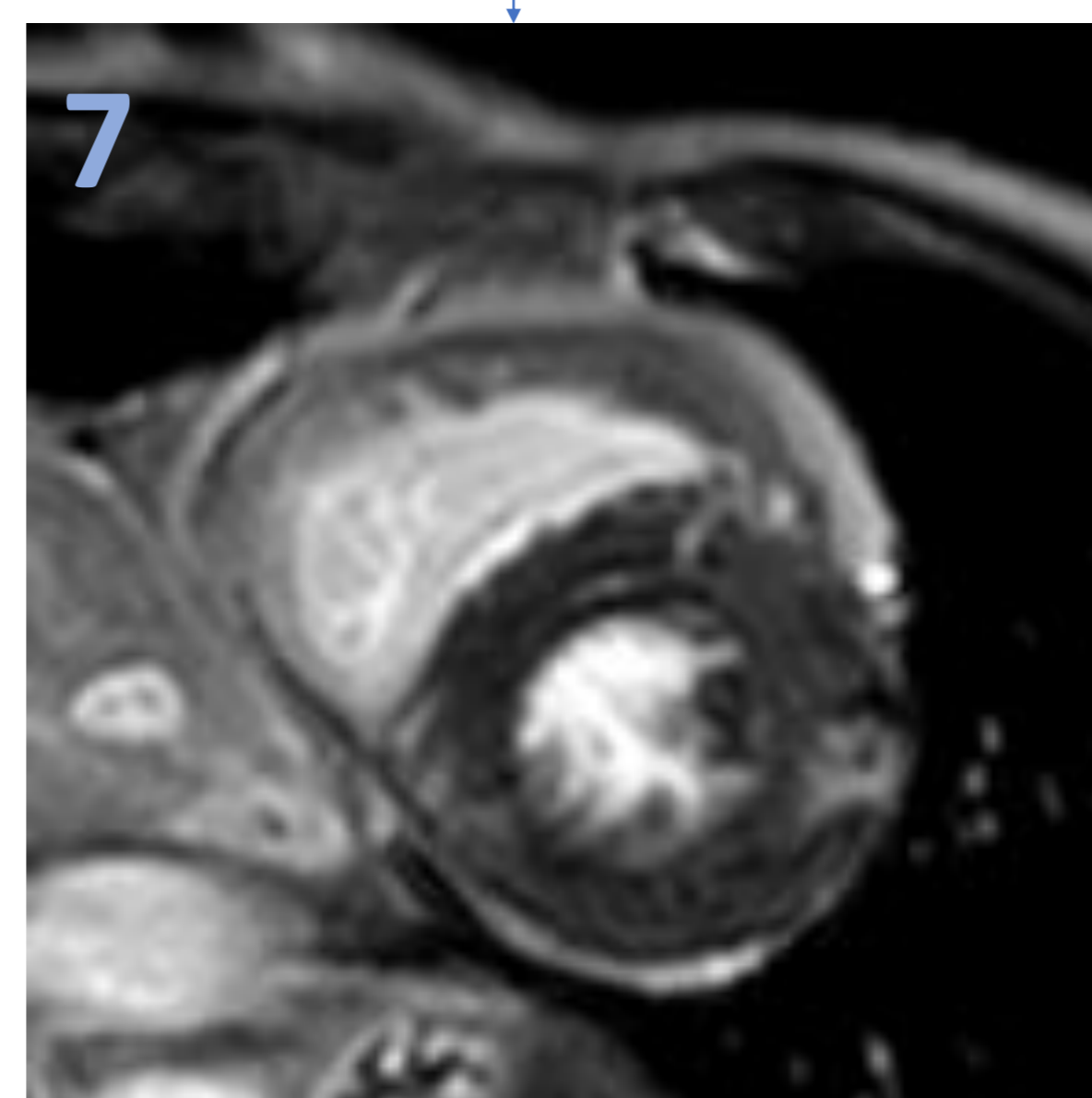
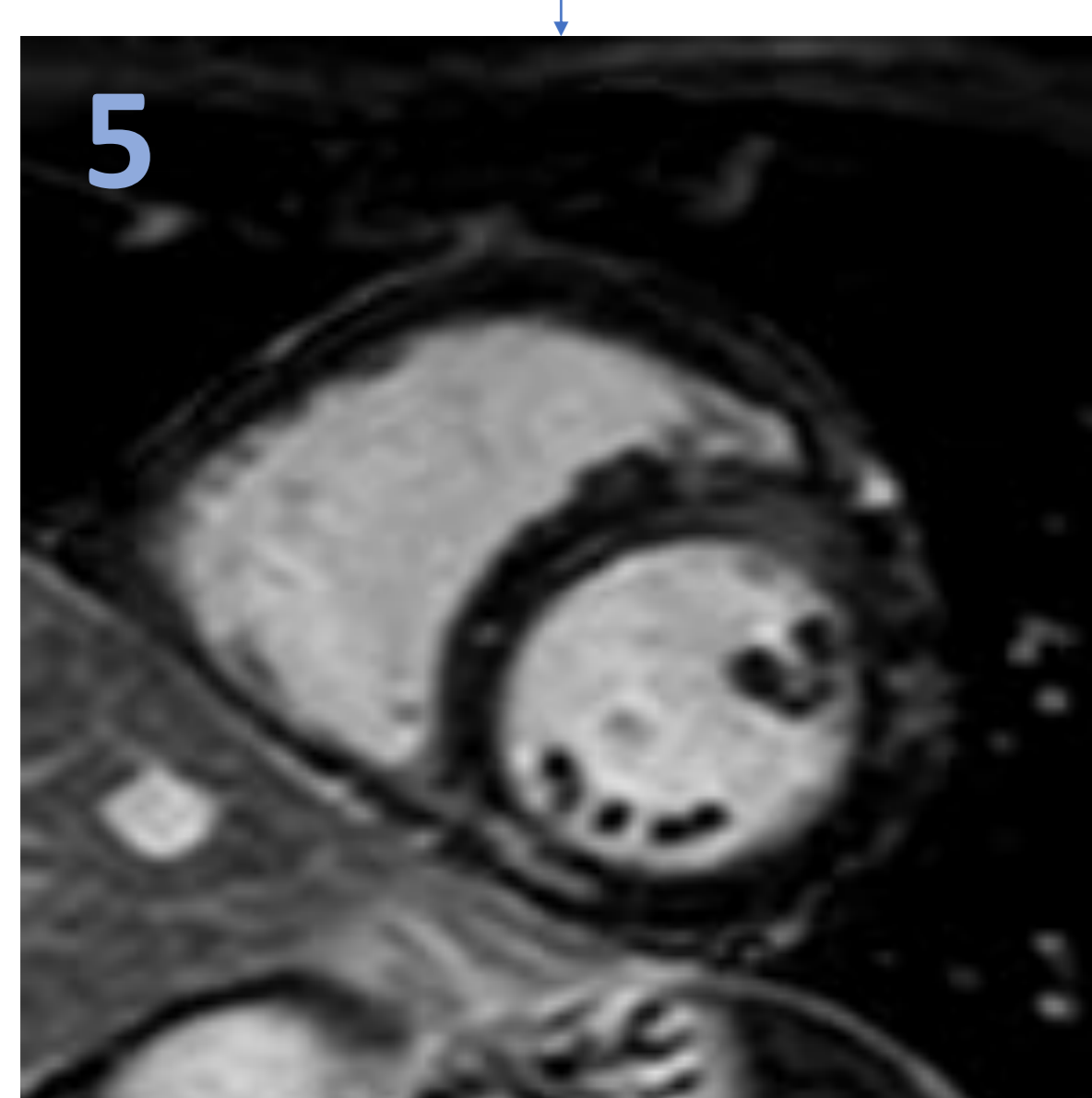
CASO D

Paciente de 60 años ingresada por dolor torácico con troponinas elevadas con episodio previo de infección de vías respiratorias altas. Presentó clínica similar en Julio de 2021 y Agosto de 2022 donde se realizó cateterismo (sin lesiones) y RM cardiaca compatible con miocarditis.



Imágenes 1 y 4 : reconstrucciones en EC de diferentes mapas que muestra focos de RT no isquémico de localización mesocárdica en segmentos medios de la cara septal. Previamente, el TC coronario descartó lesiones significativas.

Secuencias de RT en plano EC de estudio de 2021 (imagen 5), de 2022 (imagen 6) y de 2023 (imágenes de 7 a 9). RT subepicárdico y mesocárdico de patrón no isquémico en segmentos basales y medios de cara anterior y septal. No existen variaciones significativas entre los estudios



3. CASOS DE NUESTRO CENTRO Y CORRELACIÓN TC-RM. MIOPERICARDITIS

CASO G

Paciente de 63 años que acudió al servicio de urgencias con dolor torácico y elevación de PCR. Antecedente personal de pericarditis corticodependiente.



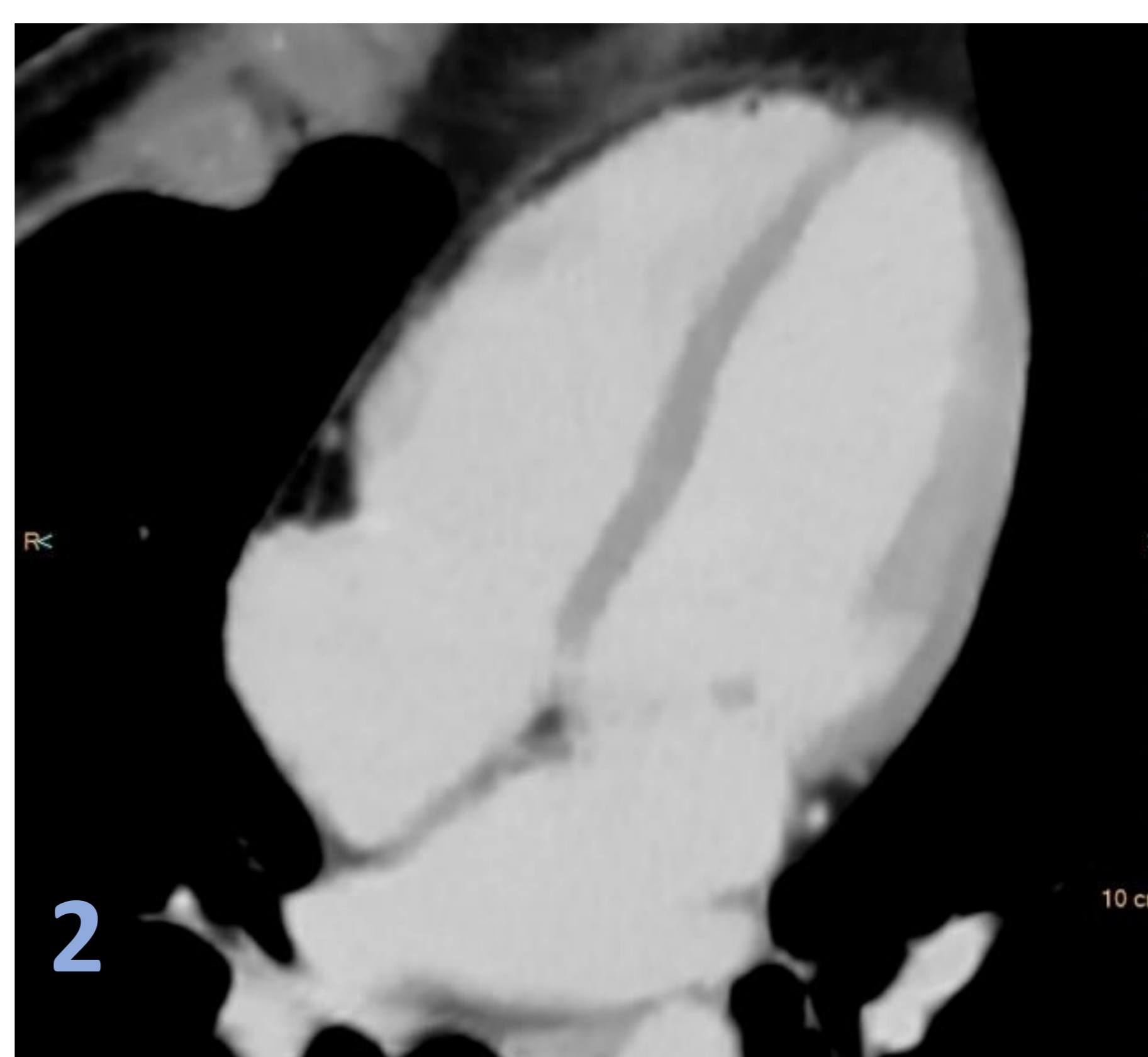
ME 40 KeV

Imagen 1 Dudoso realce subepicárdico en la cara inferolateral media.

Imagen 2: TC postcontraste sin post-proceso. **Imágenes 3 a 5:** postproceso de TC espectral que muestra mejor el engrosamiento y el realce pericárdico en relación con inflamación aguda (pericarditis). El pericardio tiene una concentración de yodo de **1,60 mg/ml** en **imagen 5**, (normal menor de 0,5mg/ml)

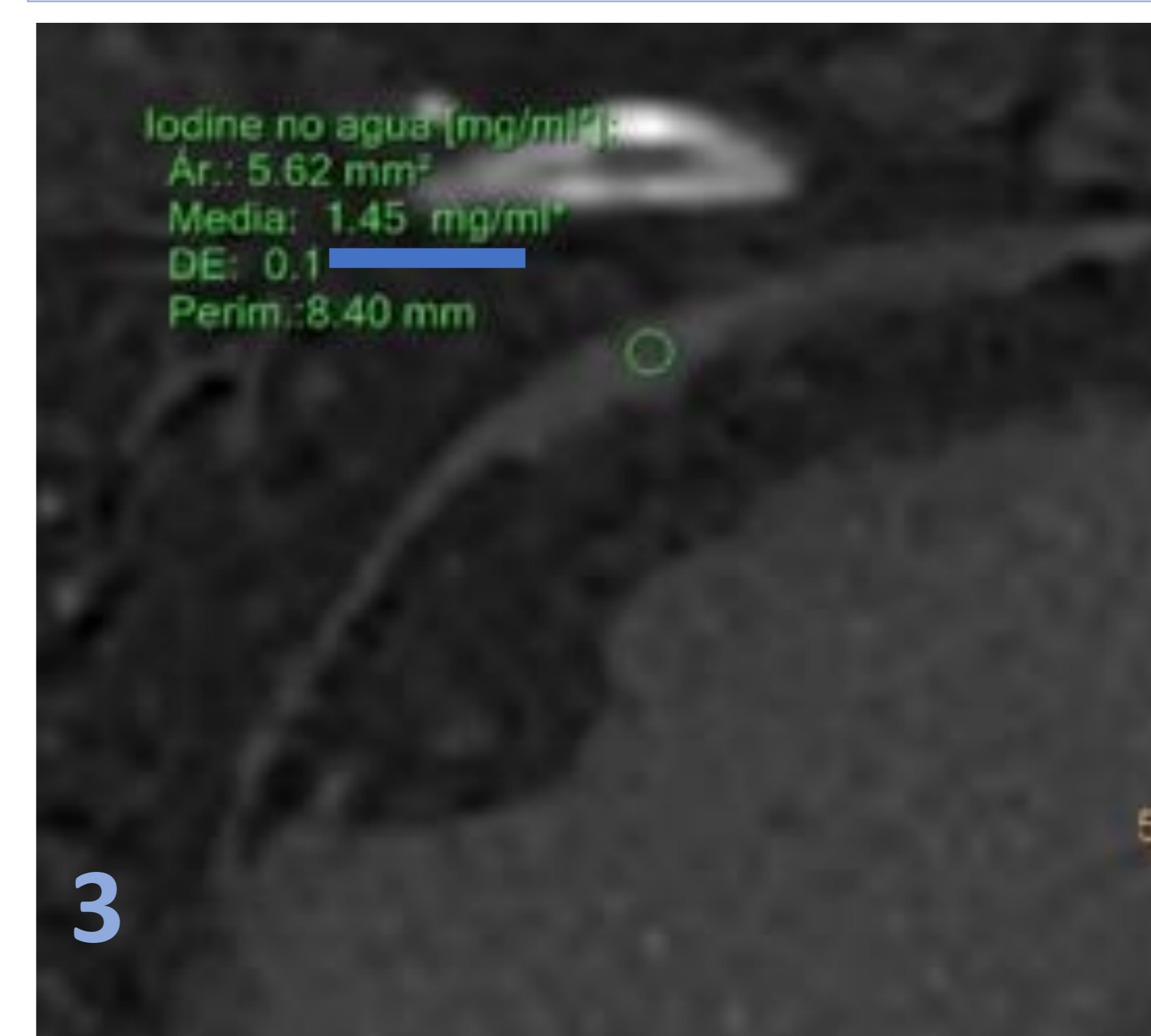
Imágenes 6 y 7 Correlación con RT de la RM. La **flecha roja** muestra el realce pericárdico y la **flecha azul NO** muestra realce subepicárdico en la cara inferolateral media.

TC postcontraste

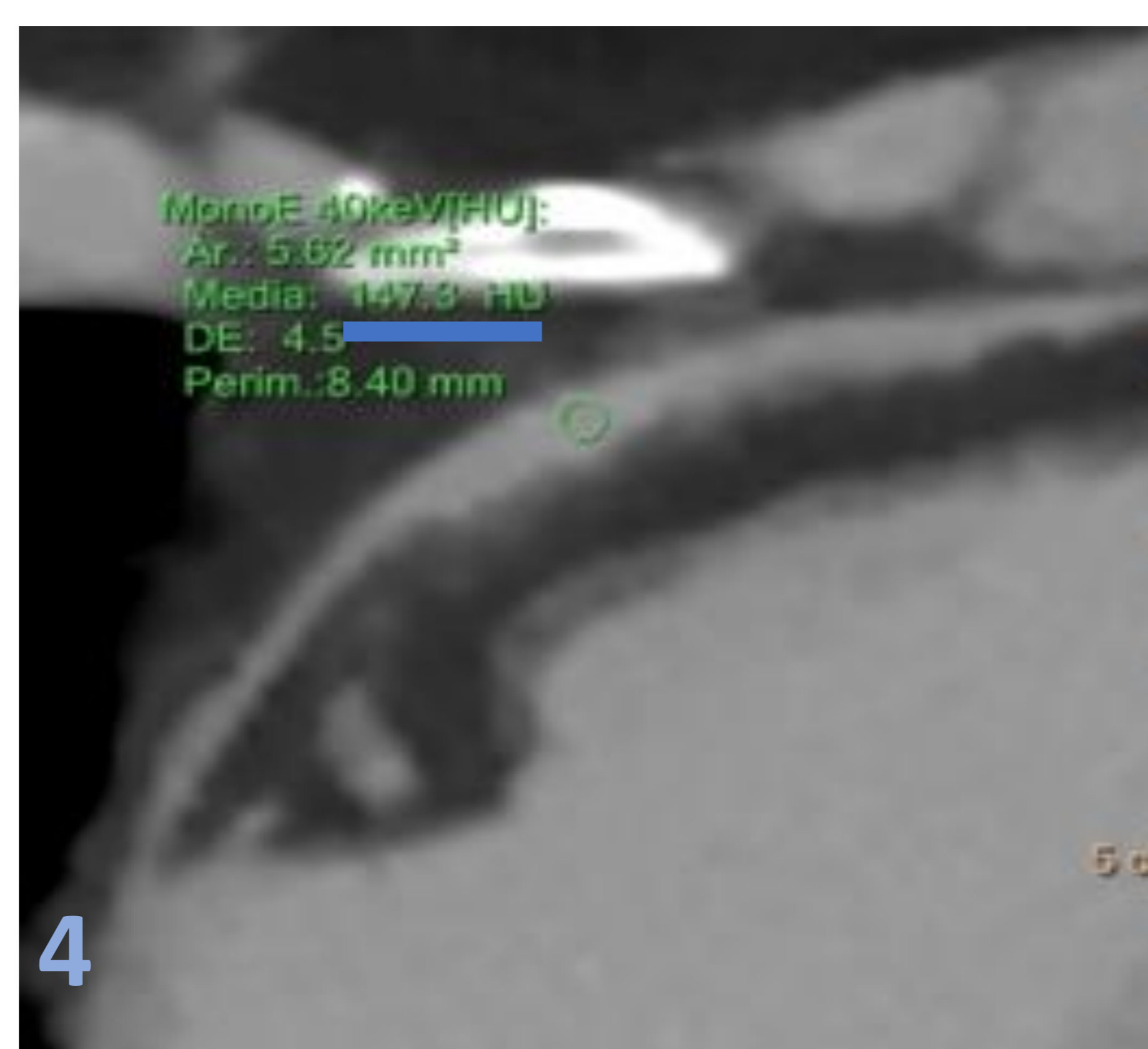


2

Yodo no agua

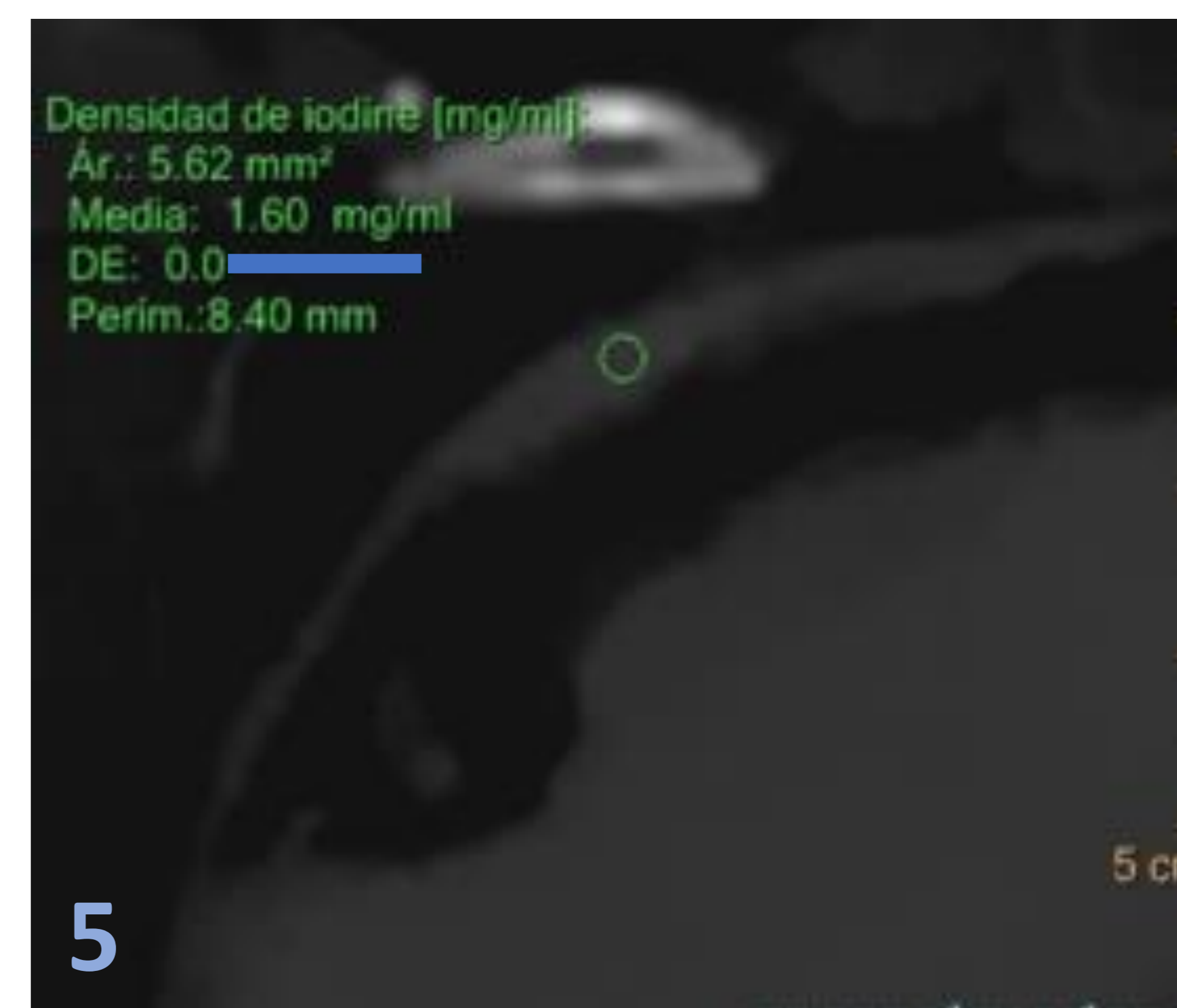


3



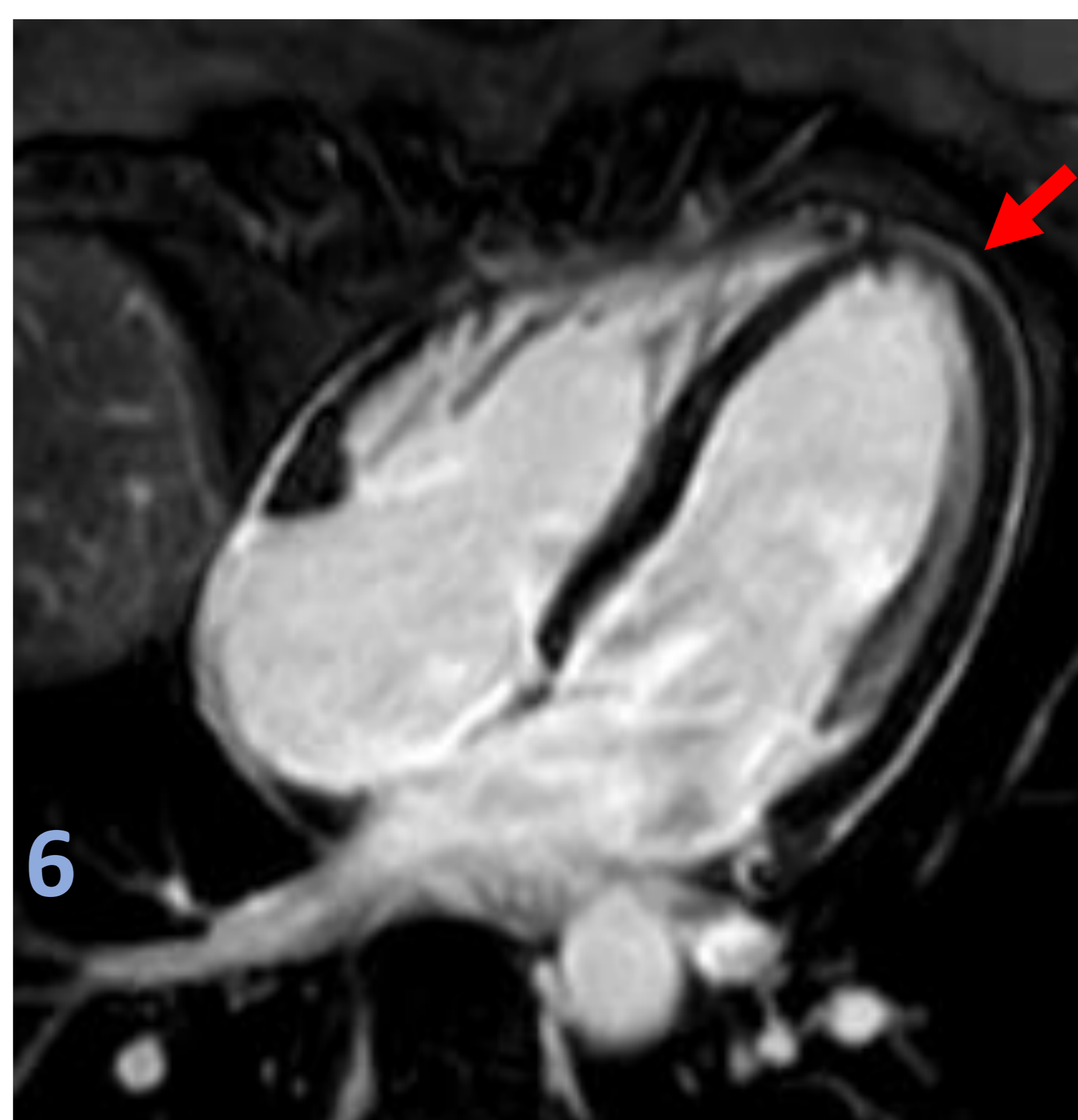
4

ME 40 KeV

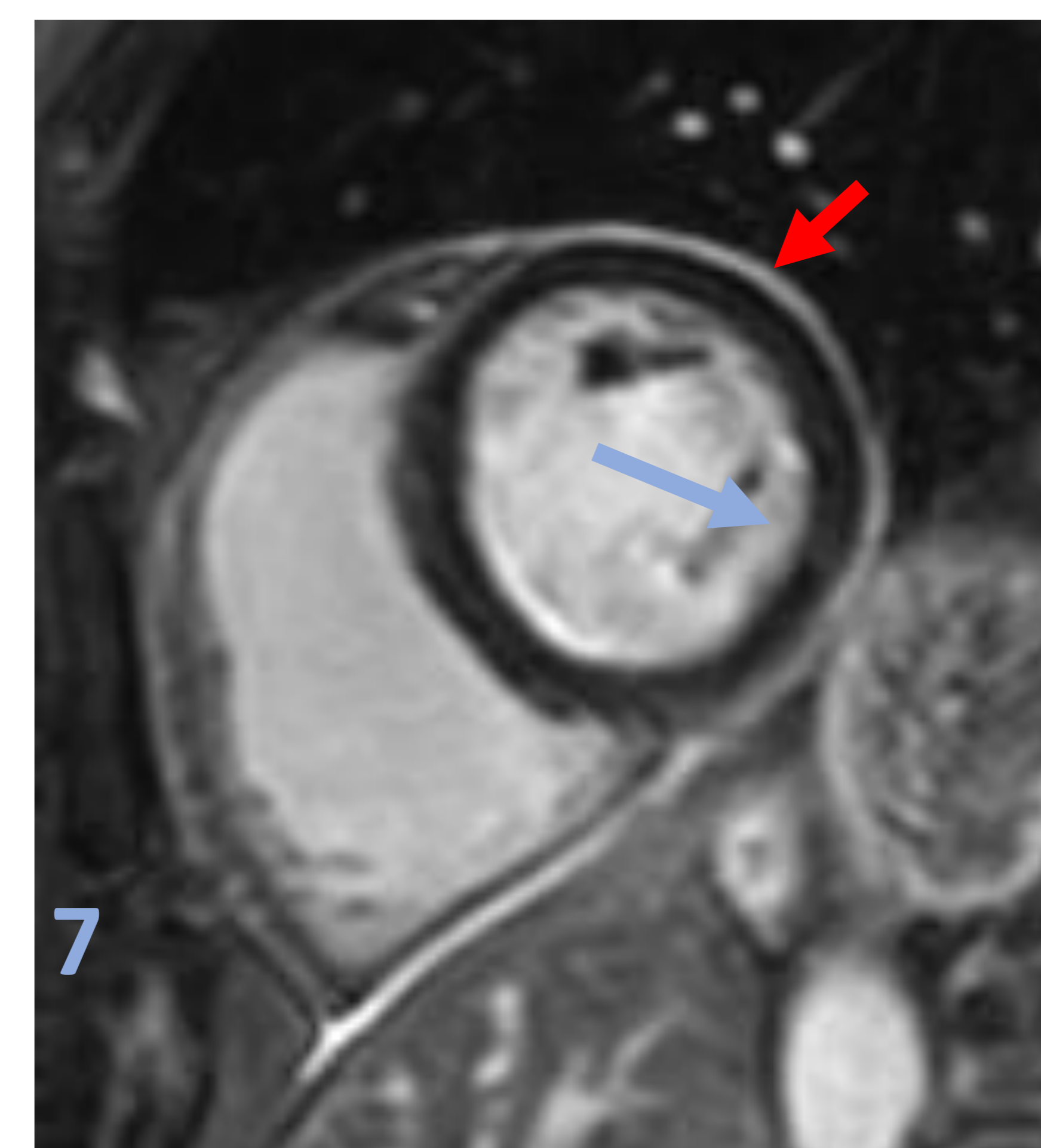


5

Densidad de Yodo



6



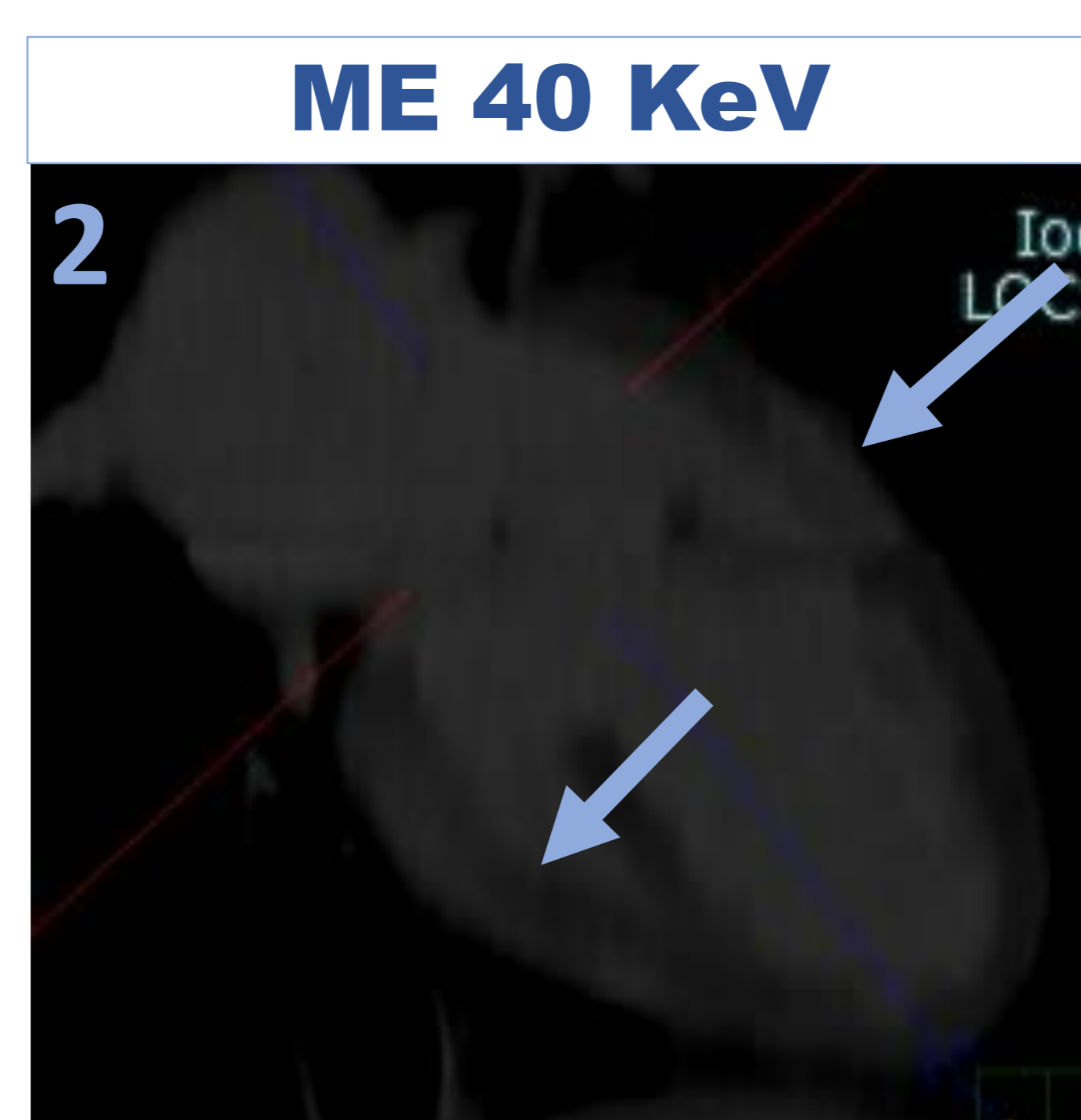
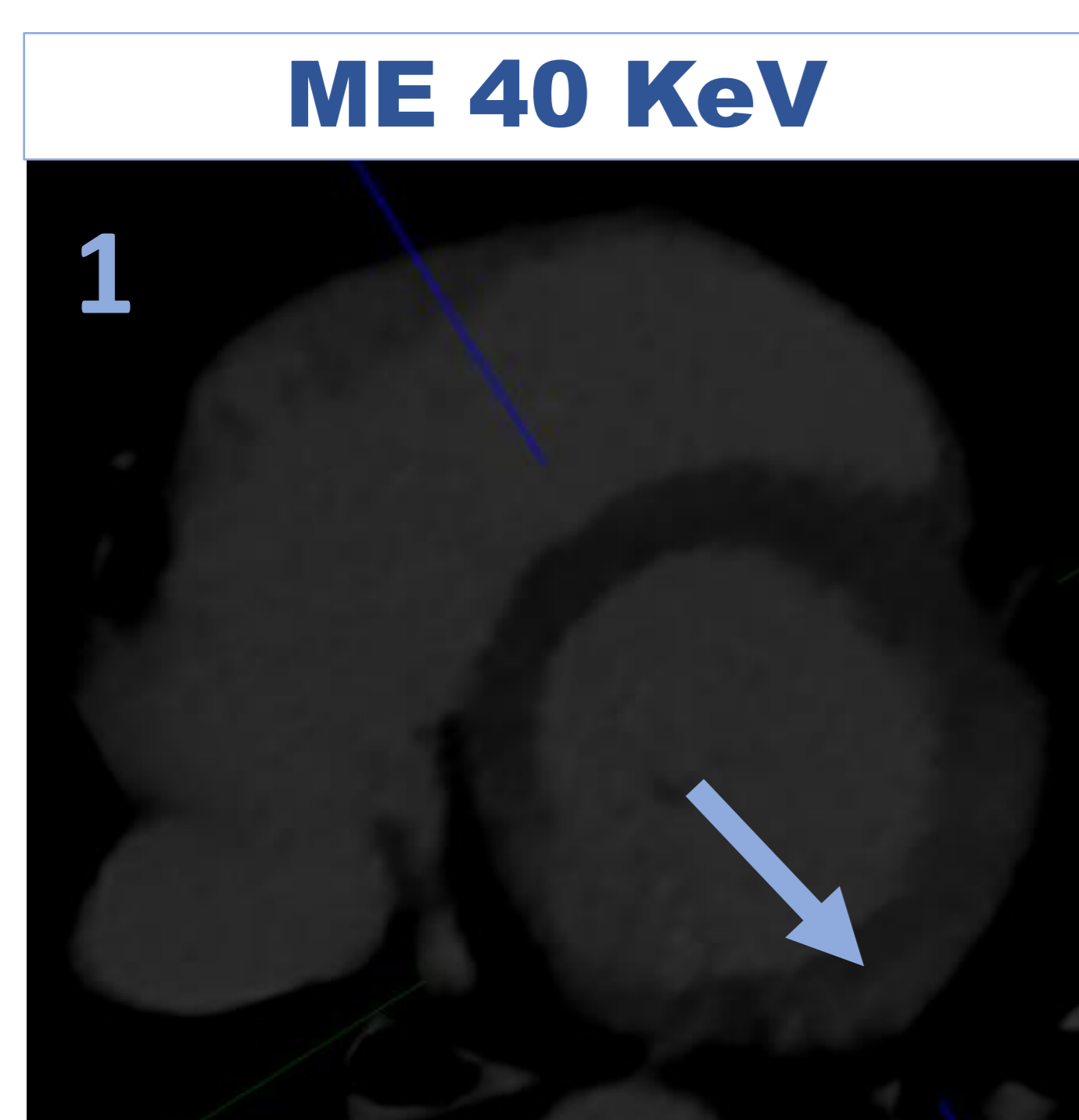
7

3. CASOS DE NUESTRO CENTRO Y CORRELACIÓN TC- RM.

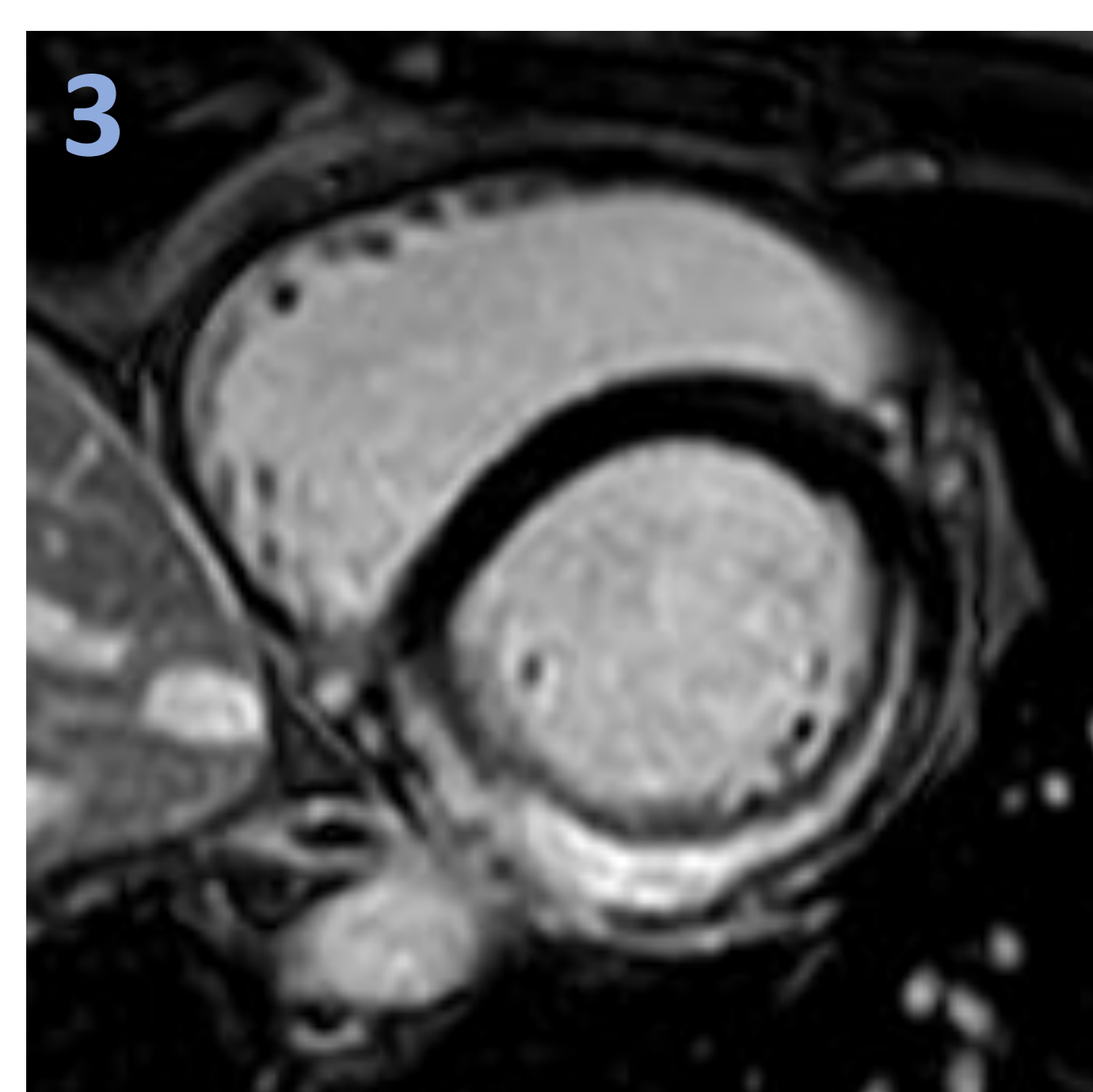
MIOCARDITIS.

CASO E

Paciente de 30 años con dolor torácico, alteraciones en el ECG y elevación de troponinas sugerentes de miocarditis.



Realce tardío en TC: reconstrucciones en EC (imagen 1) y 2C (imagen 2) que muestran extenso realce subepicárdico en caras lateral y anterior de segmentos medios. Se demuestra buena correlación con las imágenes de RM en EC (imágenes 3 y 4) y en 4C (imagen 5)



Realce Tardío en RM – Eje corto y 4 Cámaras

CASO F

Varón con síntomas compatibles con miocarditis y elevación de troponinas. Se realiza angioTC de coronarias para descartar lesiones significativas.



Extenso RT en los segmentos basal y medio de la cara inferolateral del VI de patrón no isquémico sugerente de miocarditis. Correlación de TC de eje corto (imagen 6) y RM de eje corto (imágenes 7 y 8). La RM mostró mayor extensión del realce tardío comparando con la TC.

3. CASOS DE NUESTRO CENTRO Y CORRELACIÓN TC-RM.

MIOCARDIOPATÍA HIPERTRÓFICA OBSTRUCTIVA (MHO).

CASO H

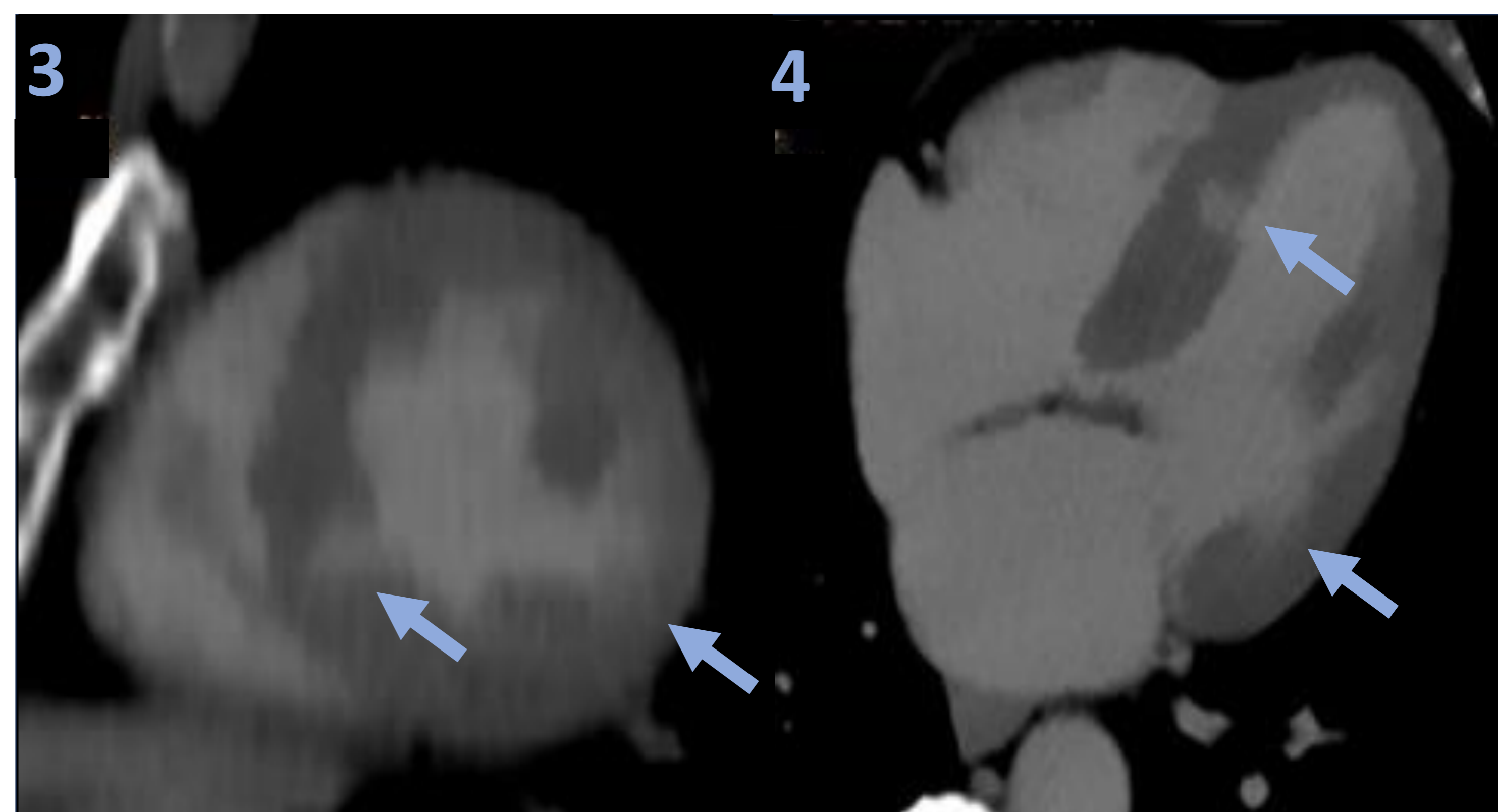
Paciente de 60 años con hipertrofia de ventrículo izquierdo (VI) a estudio. Se realiza angio TC de coronarias que no muestra lesiones significativas. Hipertrofia de segmentos basales y medios del VI no se puede determinar grosor debido a que estudio no se realizó en telediastole.

Reconstrucciones 3D



Imágenes 1 y 2 reconstrucciones 3D del árbol coronario sin lesiones.

Imágenes 3 y 4. Reconstrucciones en EC y axial del mapa ME 40KeV donde se visualiza captación de yodo de localización meso-subpericárdica (patrón no isquémico) de morfología nodular en **septo medio** y la cara **inferolateral basal** en probable relación con áreas de **fibrosis** en el contexto de **miocardiopatía hipertrófica**.



Monoenergético 40 KeV

Densidad de yodo

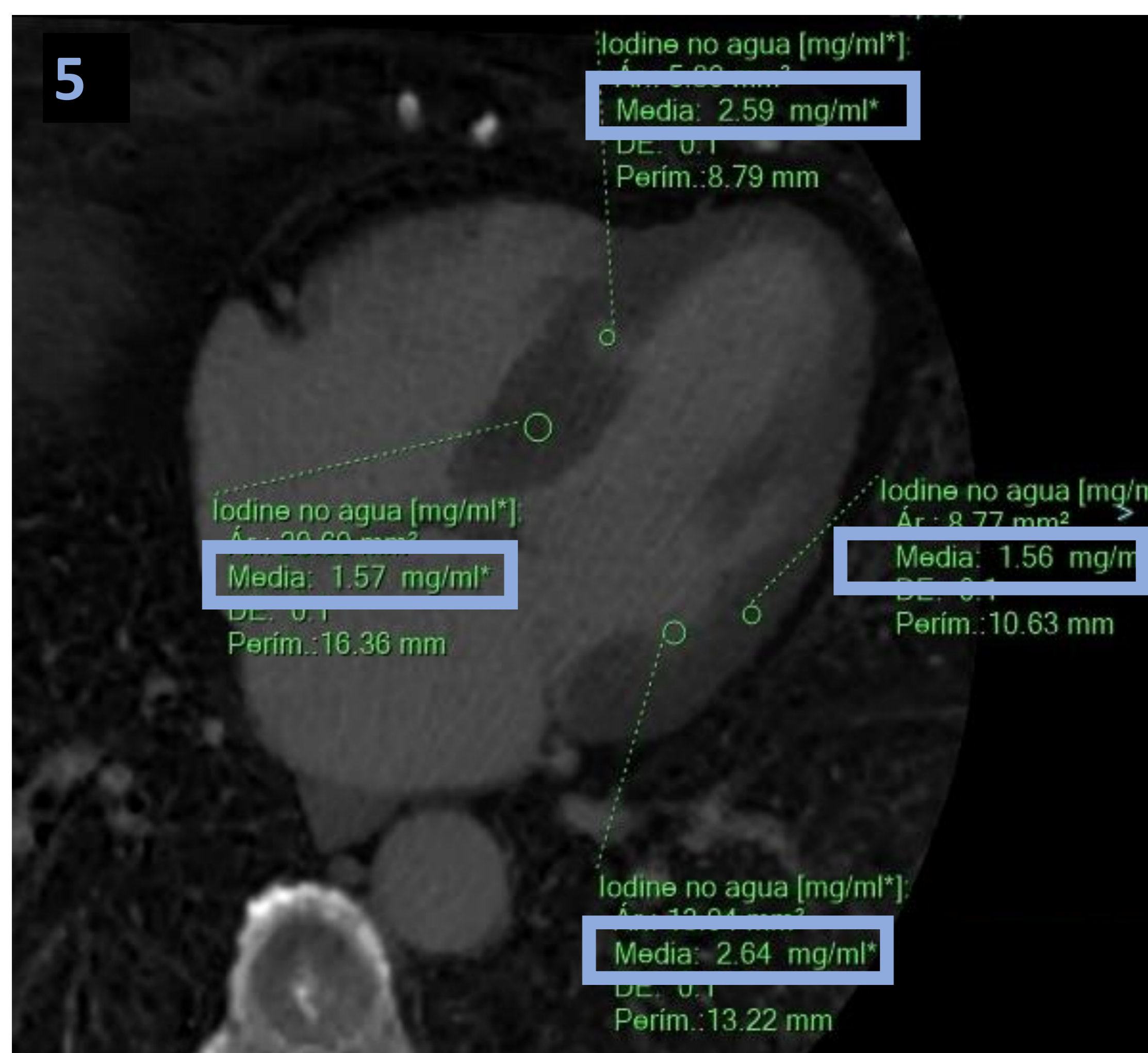


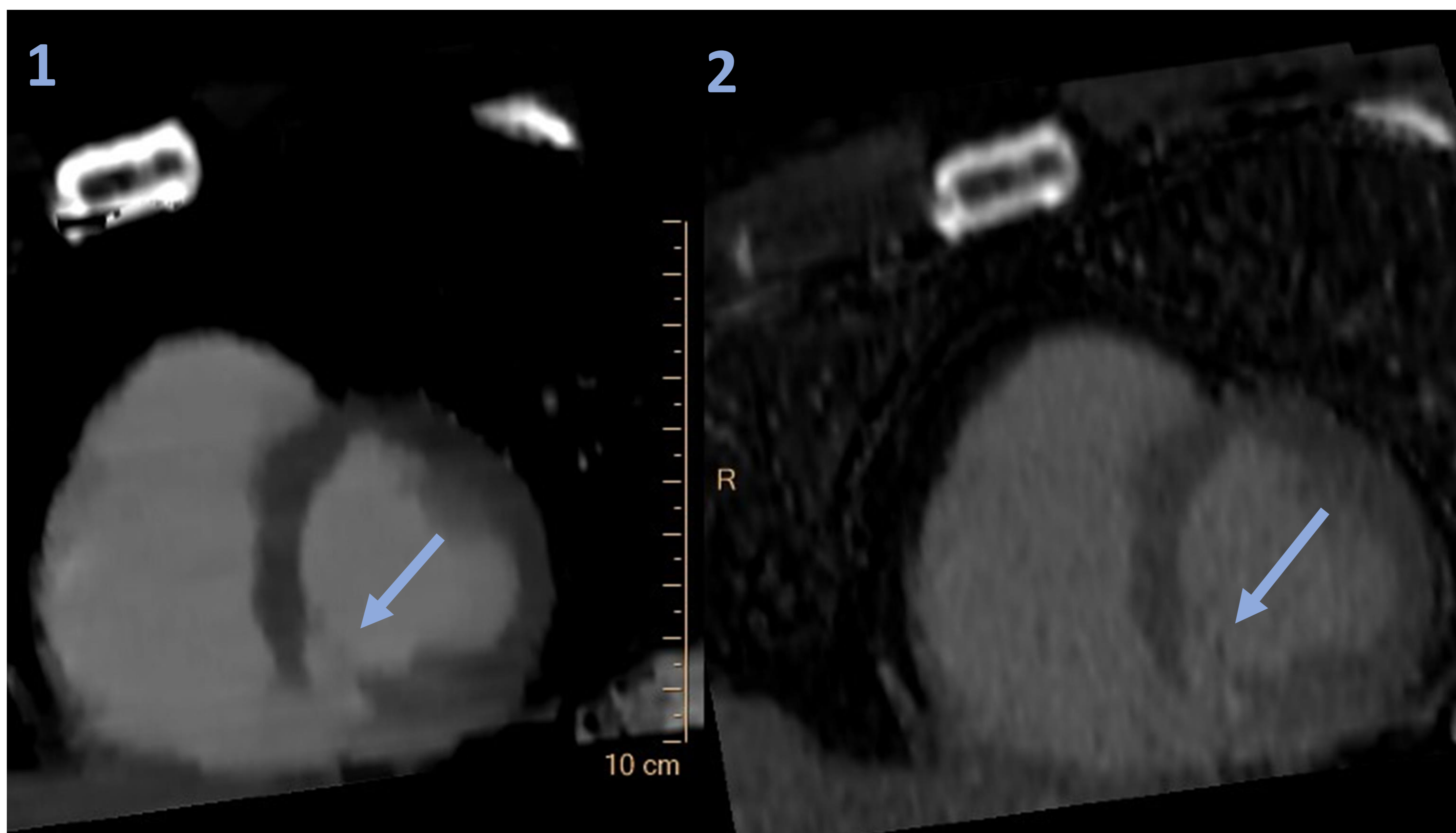
Imagen 5 mapa de densidad de yodo mostrando una densidad media de yodo de **2,59 mg/ml** en el foco del **septo medio** y **2,64 mg/ml** en la cara **inferior lateral basal**. El miocardio normal presenta unos valores entorno a 1,6 mg/ml.

3. CASOS DE NUESTRO CENTRO Y CORRELACIÓN TC-RM.

ENFERMEDAD ISQUÉMICA CARDIACA

CASO I

Paciente de 53 años de edad. Presenta clínica de dolor torácico agudo y aumento de troponinas. En cateterismo urgente, se visualizó disección de la rama interventricular posterior. Se realiza angioTC coronario (sin lesiones significativas) así como realce tardío con yodo. Paciente claustrofóbico.



Realce tardío: ME 40 KeV

Realce tardío: Densidad de yodo

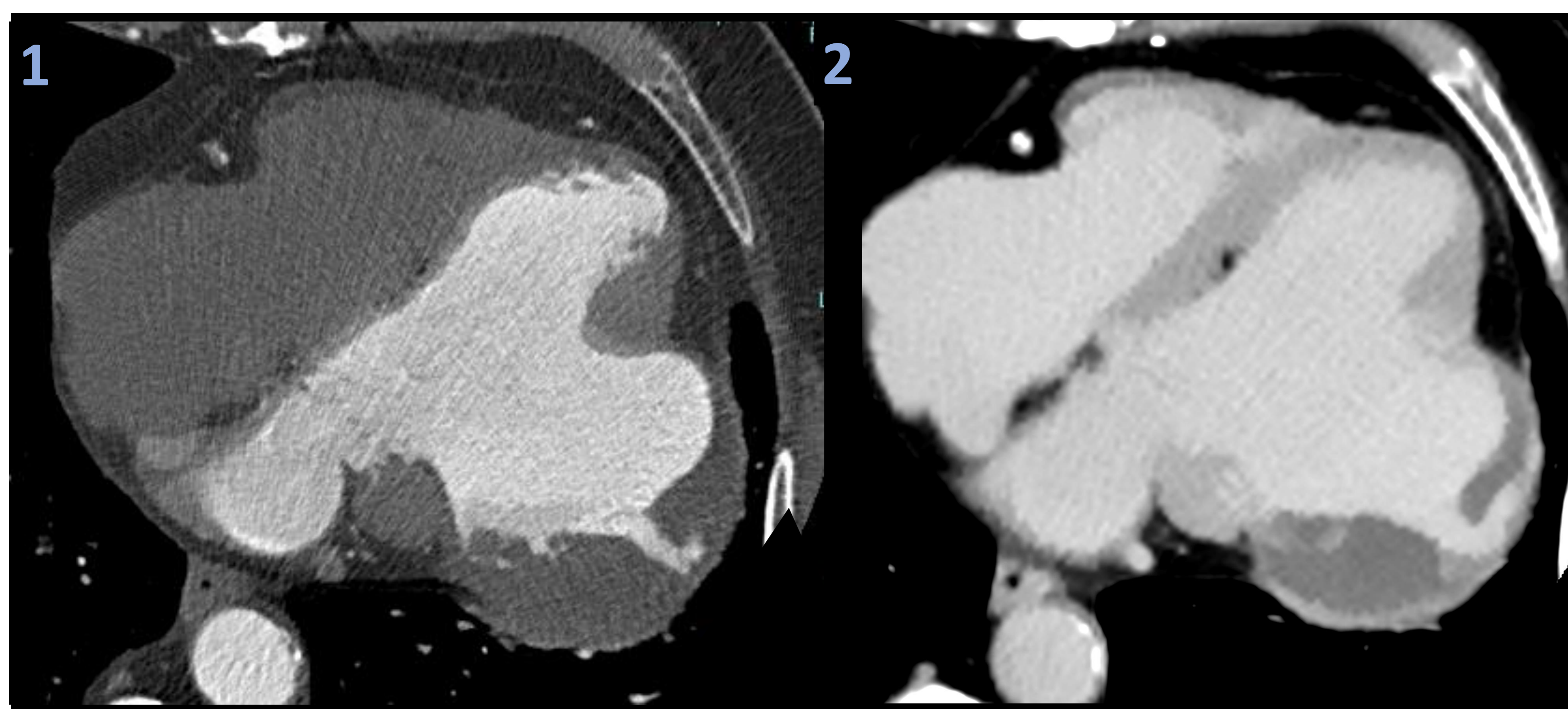
Imágenes 1 y 2 . Realce tardío con TC donde se visualiza foco de captación focal de contraste de patrón isquémico en septo inferior medio en probable relación con disección visualizada en cateterismo.

3. CASOS DE NUESTRO CENTRO Y CORRELACIÓN TC-RM.

ENFERMEDAD ISQUÉMICA CARDIACA

CASO J

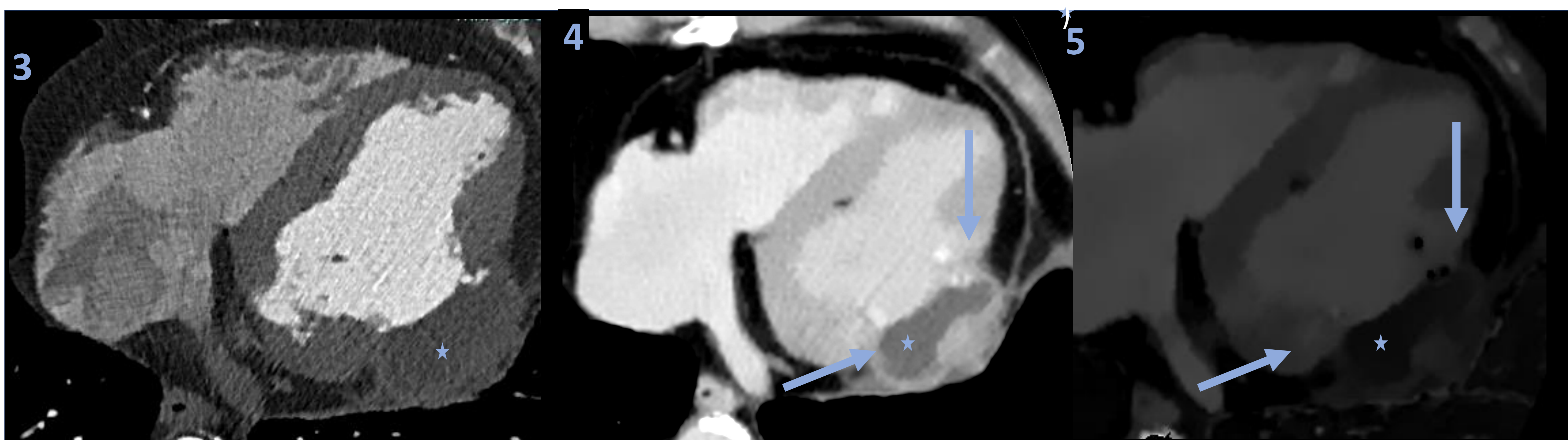
Paciente de 75 años edad con enfermedad isquémica crónica de 3 vasos (revascularización con stent y bypass) y operado de aneurisma inferolateral de cuello ancho. Se realizó TC pre y postquirúrgico .



Imágenes 1 y 2, antes de cirugía. Se visualiza un gran pseudoaneurisma inferolateral post isquémico de cuello ancho con paso de contraste y trombo asociado.

TC Coronario

Realce tardío: ME 40 KeV



TC Coronario

Realce tardío: ME 40 KeV

Densidad de yodo

Las imágenes 3 , 4 y 5 son **postquirúrgicas** y muestran un aneurisma trombosado (*) excluido por parche quirúrgico. No hay signos de fuga. En el mapa espectral a bajas energías (imagen 4) y densidad de yodo (imagen 5) se observa realce del parche y miocardio adyacente y ausencia de contraste en relación con trombosis.

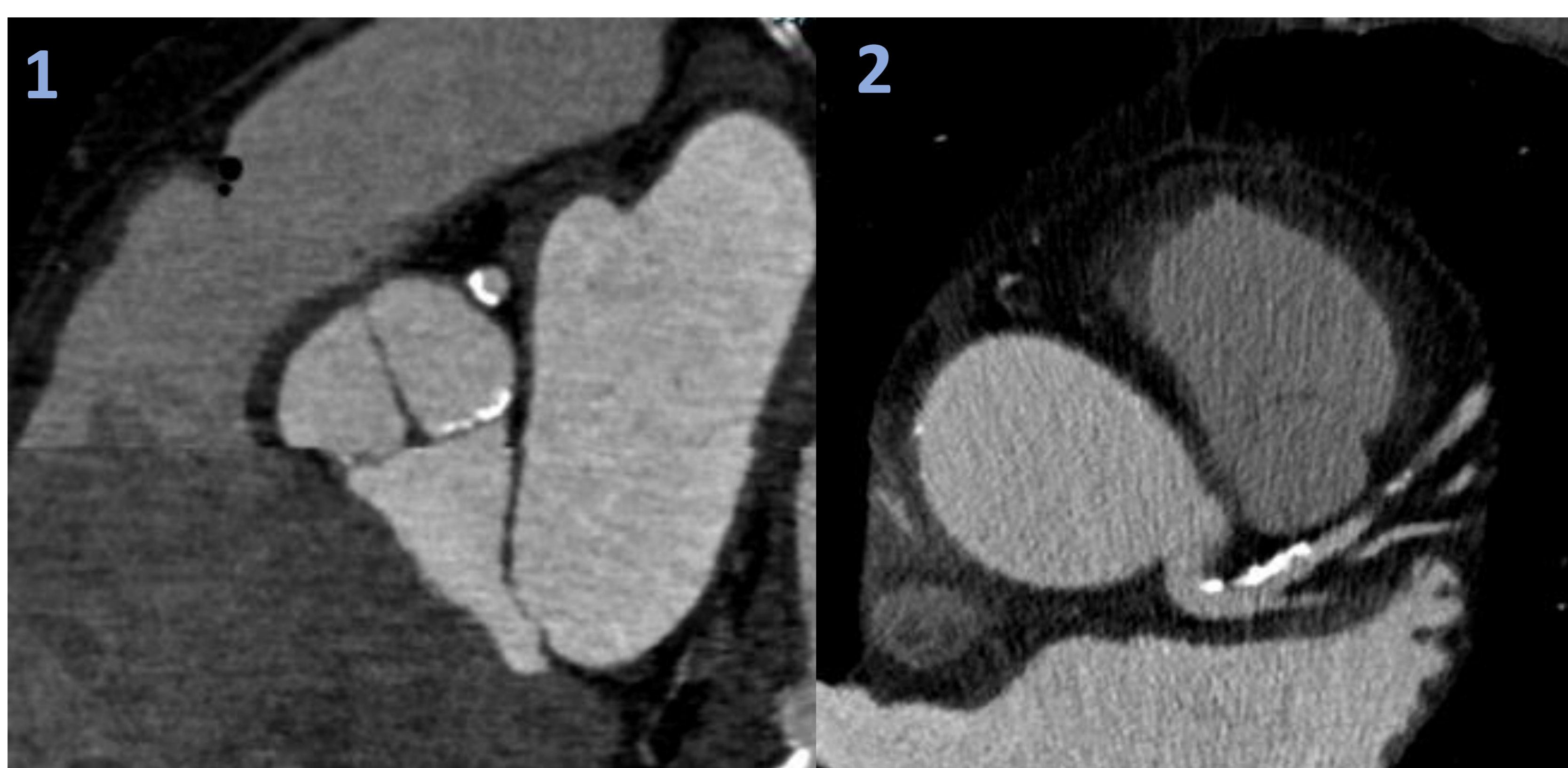
3. CASOS DE NUESTRO CENTRO Y CORRELACIÓN TC-RM.

ENFERMEDAD ISQUÉMICA CARDIACA

CASO K

Paciente de 77 años de edad que presenta síncope súbito. En el ECG tuvo elevación de ST en las derivaciones V1-V4 con una discreta elevación en V6.

TC Coronario



Imágenes 1 y 2: La TC coronario que muestra una placa calcificada en Cx proximal que condiciona estenosis leve en torno al 30%. (CAD RADS 2).

TC Coronario

Realce tardío: 40 KeV

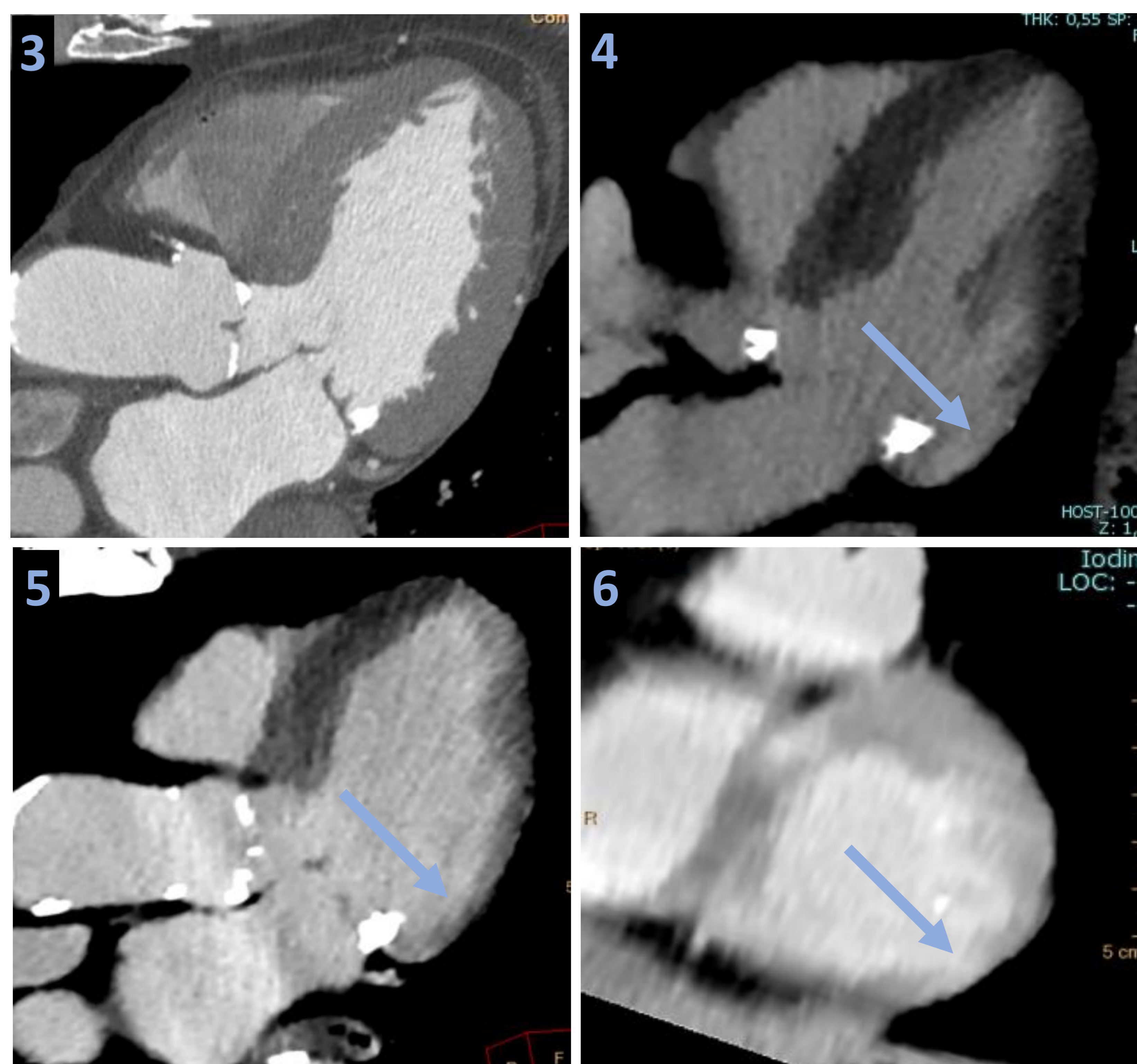


Imagen 3: la reconstrucción en 3C muestra el espesor miocárdico del segmento inferolateral basal del VI.

Imágenes 4 a 6: La reconstrucción de 3C y eje corto en realce tardío a bajas energías muestra un realce subendocárdico de patrón isquémico en la cara inferolateral basal (flechas), probablemente por patología embólica.

Realce tardío: 40 KeV

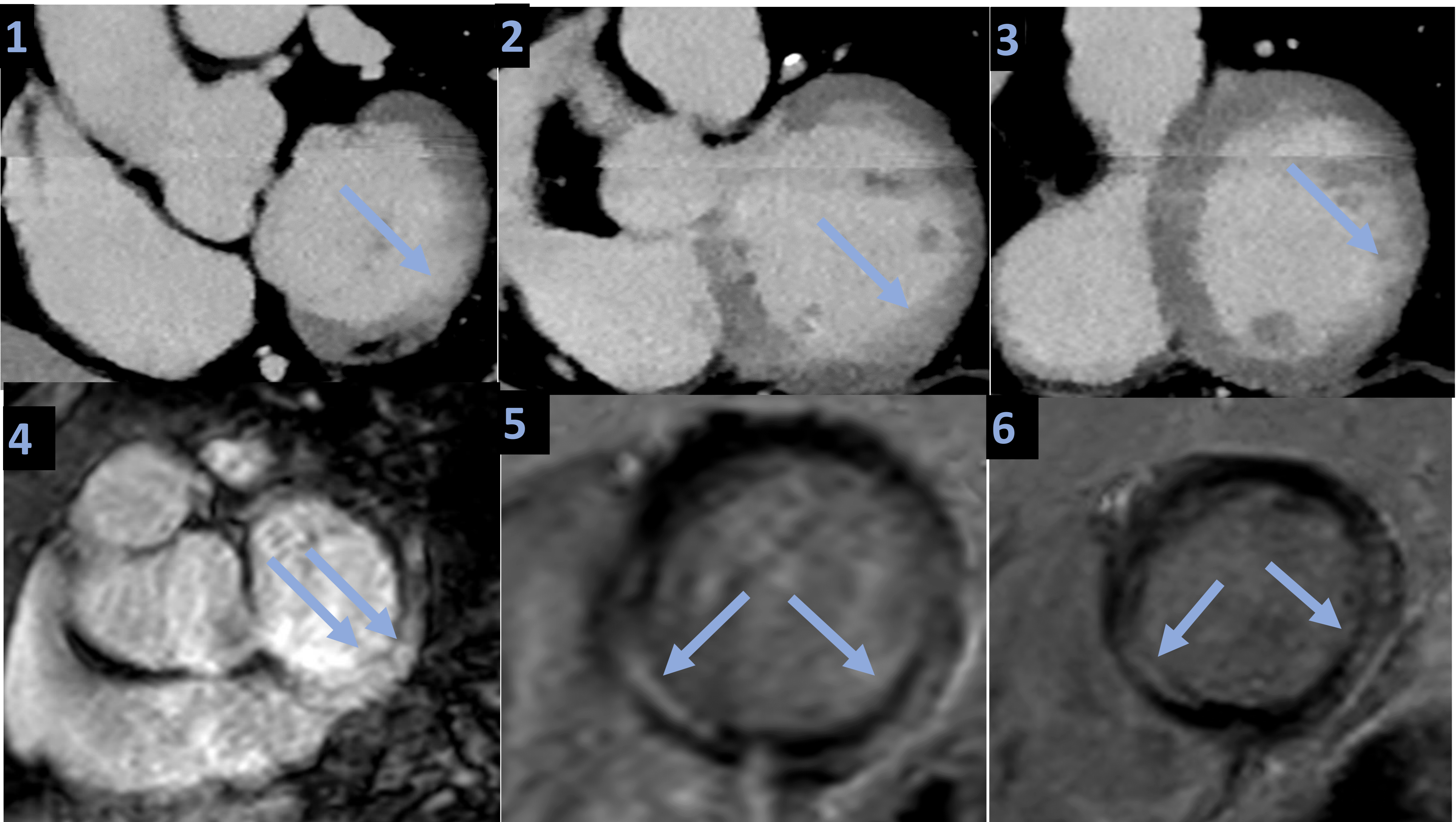
3. CASOS DE NUESTRO CENTRO Y CORRELACIÓN TC-RM.

MAPA DE ABLACIÓN DE TAQUICARDIA VENTRICULAR

CASO E

Paciente de 74 años de edad con historia de larga evolución de extrasístoles ventriculares sin evidencia de cardiopatía estructural. Se realizó TC y RM para buscar sustrato arritmogénico.

Realce tardío por TC: 40 KeV



Realce tardío por RM

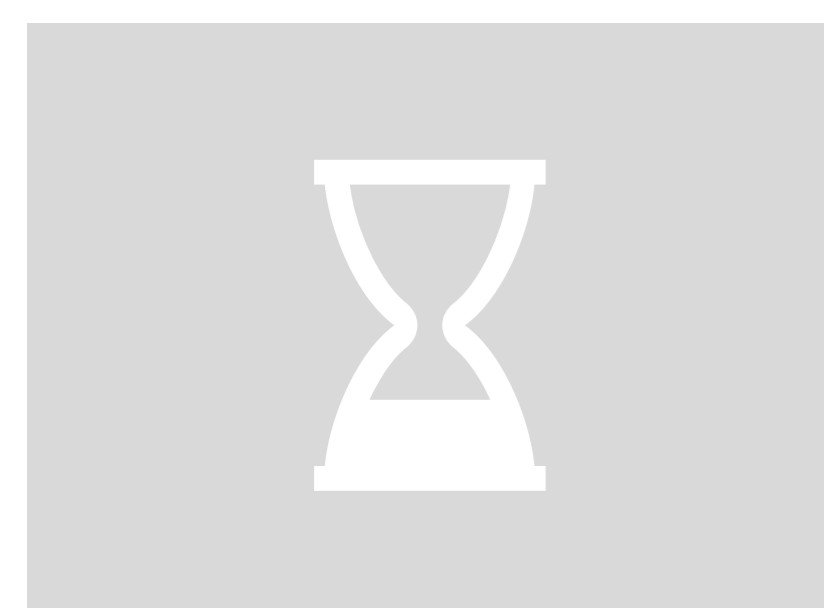
Eje corto de realce tardío en TC espectral (**imágenes 1 a 3**) y correlación con realce tardío en RM (**imágenes 4 a 6**). Se observa retención de contraste en cara inferior e inferolateral basal con patrón no isquémico. Se definen mejor en imágenes de RM visualizando incluso otras áreas en septo inferior (**imágenes 5 y 6**).

Globalmente estos hallazgos están en el contexto de miocardiopatía arritmogénica con afectación biventricular.

4. CONCLUSION

REALCE TARDÍO CON TC ESPECTRAL

A FAVOR



DIAGNÓSTICO PRECOZ

La mayor disponibilidad del TC permite adelantar el diagnóstico

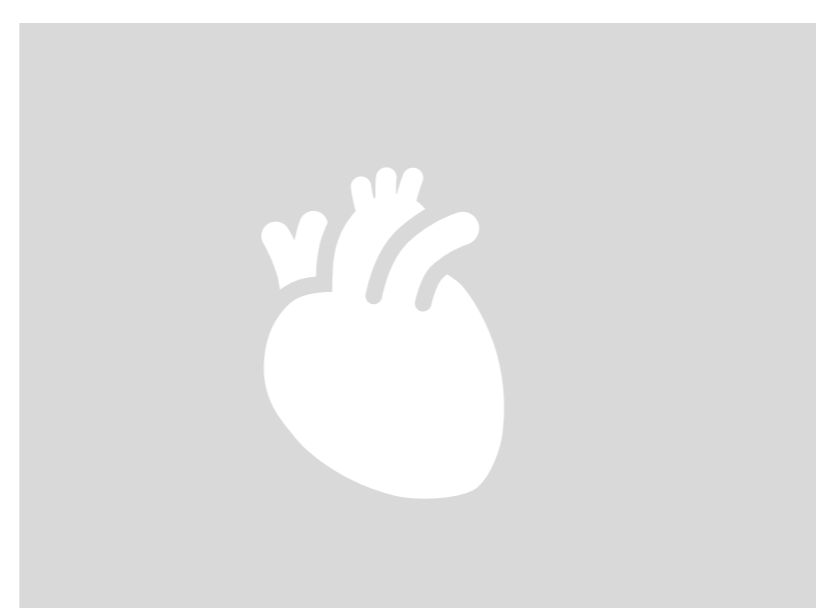


LIMITACIONES DEL PACIENTE

Mayor facilidad en la movilización de pacientes ingresados.

Mayor compatibilidad de dispositivos.

Útil en pacientes claustrofóbicos



ANGIOTC CORONARIO

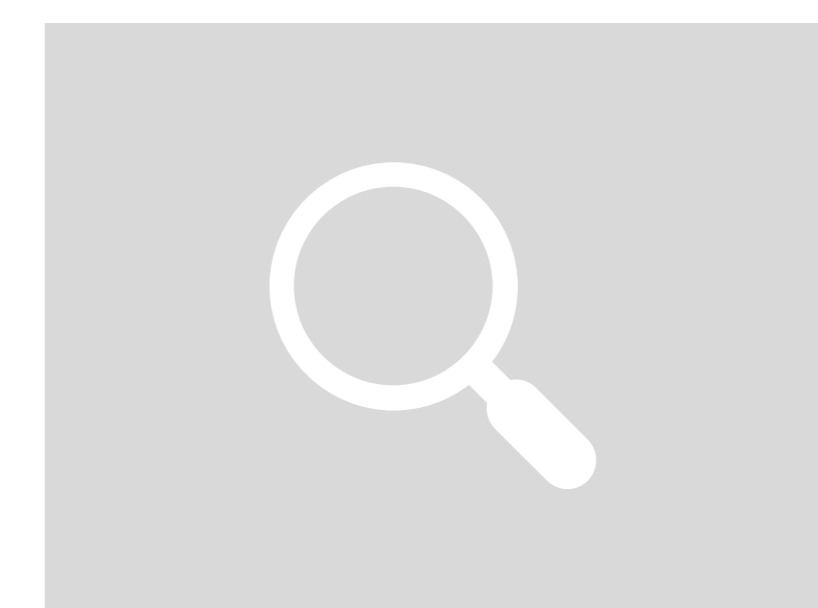
Permite la evaluación del árbol coronario y descartar patología isquémica

EN CONTRA



RADIACIÓN IONIZANTE

La realización de varias adquisiciones obliga a usar protocolos adecuados y ajuste de dosis



ETIOLOGÍA NO CONCLUYENTE

En ausencia de diagnóstico concluyente, requiere completar con RM.



ALERGIA A CONTRASTE

La alergia al contraste yodado es una contraindicación

4. CONCLUSIONES

- ✓ **La RM cardiaca** es la técnica de elección para la **caracterización miocárdica**.
- ✓ **El realce tardío con gadolinio** es la secuencia más sensible para caracterizar las diferentes miocardiopatías basado en el patrón de retención.
- ✓ La farmacocinética del contraste yodado es equiparable al gadolinio.
- ✓ En nuestras series, apreciamos una excelente correlación entre el realce tardío con TC y el realce tardío con RM.
- ✓ **El realce tardío con yodo** es una técnica que no se realiza de forma rutinaria. No obstante, por su mayor disponibilidad, puede convertirse en una técnica complementaria que permita un diagnóstico más precoz en determinados escenarios
- ✓ En nuestra experiencia es especialmente útil para **diferenciar patología isquémica aguda frente a imitadores** (miocarditis, MINOCA...). Es menos útil para la detección de áreas de RT en miocardiopatías.
- ✓ La disponibilidad de mapas espectrales que permitan el cálculo de volumen extracelular abre la posibilidad de realizar valoraciones cuantitativas, útiles para monitorización y seguimiento.

5. BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Cerqueira, M. D., Weissman, N. J., Dilsizian, V., Jacobs, A. K., Kaul, S., Laskey, W. K., Pennell, D. J., Rumberger, J. A., Ryan, T., & Verani, M. S. (2002). Standardized myocardial segmentation and nomenclature for tomographic imaging of the heart: A statement for healthcare professionals from the Cardiac Imaging Committee of the Council on Clinical Cardiology of the American Heart Association. *Journal of Nuclear Cardiology*, 9(2), 240–245.
<https://doi.org/10.1067/mnc.2002.123122>
- ✓ Satoh, Hiroshi, et al. "Distribution of late gadolinium enhancement in various types of cardiomyopathies: Significance in differential diagnosis, clinical features and prognosis." *World journal of cardiology* 6.7 (2014): 585.
- ✓ Ohta Y, Kitao S, Yunaga H, Fujii S, Mukai N, Yamamoto K, and Ogawa T. Myocardial Delayed Enhancement CT for the Evaluation of Heart Failure: Comparison to MRI *Radiology* 2018 288:3, 682-691
- ✓ Oyama-Manabe N, Oda S, Ohta Y, Takagi H, Kitagawa K, Jinzaki M. Myocardial late enhancement and extracellular volume with single-energy, dual-energy, and photon-counting computed tomography. *J Cardiovasc Comput Tomogr.* 2024 Jan-Feb;18(1):3-10. doi: 10.1016/j.jcct.2023.12.006. Epub 2024 Jan 12. PMID: 38218665.
- ✓ Lee, Hye-Jeong, et al. "Myocardial extracellular volume fraction with dual-energy equilibrium contrast-enhanced cardiac CT in nonischemic cardiomyopathy: a prospective comparison with cardiac MR imaging." *Radiology* 280.1 (2016): 49-57.
- ✓ Palmisano A, Vignale D, Benedetti G, Del Maschio A, De Cobelli F, Esposito A. Late iodine enhancement cardiac computed tomography for detection of myocardial scars: impact of experience in the clinical practice. *Radiol Med.* 2020 Feb;125(2):128-136. doi: 10.1007/s11547-019-01108-7. Epub 2019 Nov 29. PMID: 31784926.
- ✓ Palmisano, Anna, et al. "Myocardial late contrast enhancement CT in troponin-positive acute chest pain syndrome." *Radiology* 302.3 (2022): 545-553.
- ✓ Danad, Ibrahim, et al. "New applications of cardiac computed tomography: dual-energy, spectral, and molecular CT imaging." *JACC: Cardiovascular Imaging* 8.6 (2015): 710-723.
- ✓ Bitar, H. Patricia. "Evaluación cardiaca con tomografía computada y resonancia magnética." *Revista Médica Clínica Las Condes* 24.1 (2013): 54-62.
- ✓ Rodríguez-Granillo, Gaston A. "Delayed enhancement cardiac computed tomography for the assessment of myocardial infarction: from bench to bedside." *Cardiovascular Diagnosis and Therapy* 7.2 (2017): 159.
- ✓ Delgado, Carlos, et al. "Evaluación de la isquemia miocárdica con tomografía computarizada de doble fuente: comparación con la resonancia magnética." *Revista Española de Cardiología* 66.11 (2013): 864-870.