

# Papel del AngioTC en el diagnóstico de los puentes coronarios intramiocárdicos

Raquel Navas-Campo<sup>1</sup>, Leticia Moreno Caballero  
Leticia<sup>1</sup>, Carlota María Bello Franco<sup>1</sup>, Laura Sesé  
Lacámara<sup>1</sup>, Adrián Riaño Ondiviela<sup>1</sup>, David Ibáñez  
Muñoz<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa,  
Zaragoza.



# Objetivo docente:

- Repasar la anatomía coronaria.
- Explicar el concepto de los puentes coronarios intramiocárdicos y su clasificación.
- Exponer sus principales hallazgos en Angio-TC coronario.



# Revisión del tema:

## INTRODUCCIÓN

Los puentes coronarios intramiocárdicos (PIM) son una anomalía congénita. En condiciones normales, las arterias coronarias discurren envueltas en la grasa epicárdica a lo largo de la superficie del corazón. Los PIM ocurren cuando un segmento de una arteria coronaria epicárdica discurre en el grosor del miocardio. El miocardio que recubre el segmento intramural de la arteria coronaria epicárdica se denomina puente miocárdico, y la arteria que circula dentro del miocardio se denomina "arteria tunelizada". Aunque se puede encontrar en cualquier arteria epicárdica, ocurre con mayor frecuencia en el segmento medio de la arteria descendente anterior izquierda (DA) (70-98%). Si este segmento sufre una disminución en el calibre de la sístole, hablamos de "efecto milking".

Estas anomalías coronarias congénitas han sido reconocidas anatómicamente durante mucho tiempo, y tradicionalmente se consideraban una afección benigna; sin embargo, los PIM se han asociado con complicaciones clínicas que incluyen isquemia, síndrome coronario agudo, espasmo coronario, arritmia y muerte súbita.

La angioTC coronaria es la prueba de imagen no invasiva de elección para su diagnóstico, ya que a menudo puede pasar desapercibida en los estudios de angiografía invasiva.



# ANATOMÍA CORONARIA

Las cuatro arterias coronarias principales son:

- La arteria coronaria derecha (ACD)
- La arteria principal izquierda y sus ramas:
  - La arteria descendente anterior (DA)
  - La arteria circunfleja (CX).

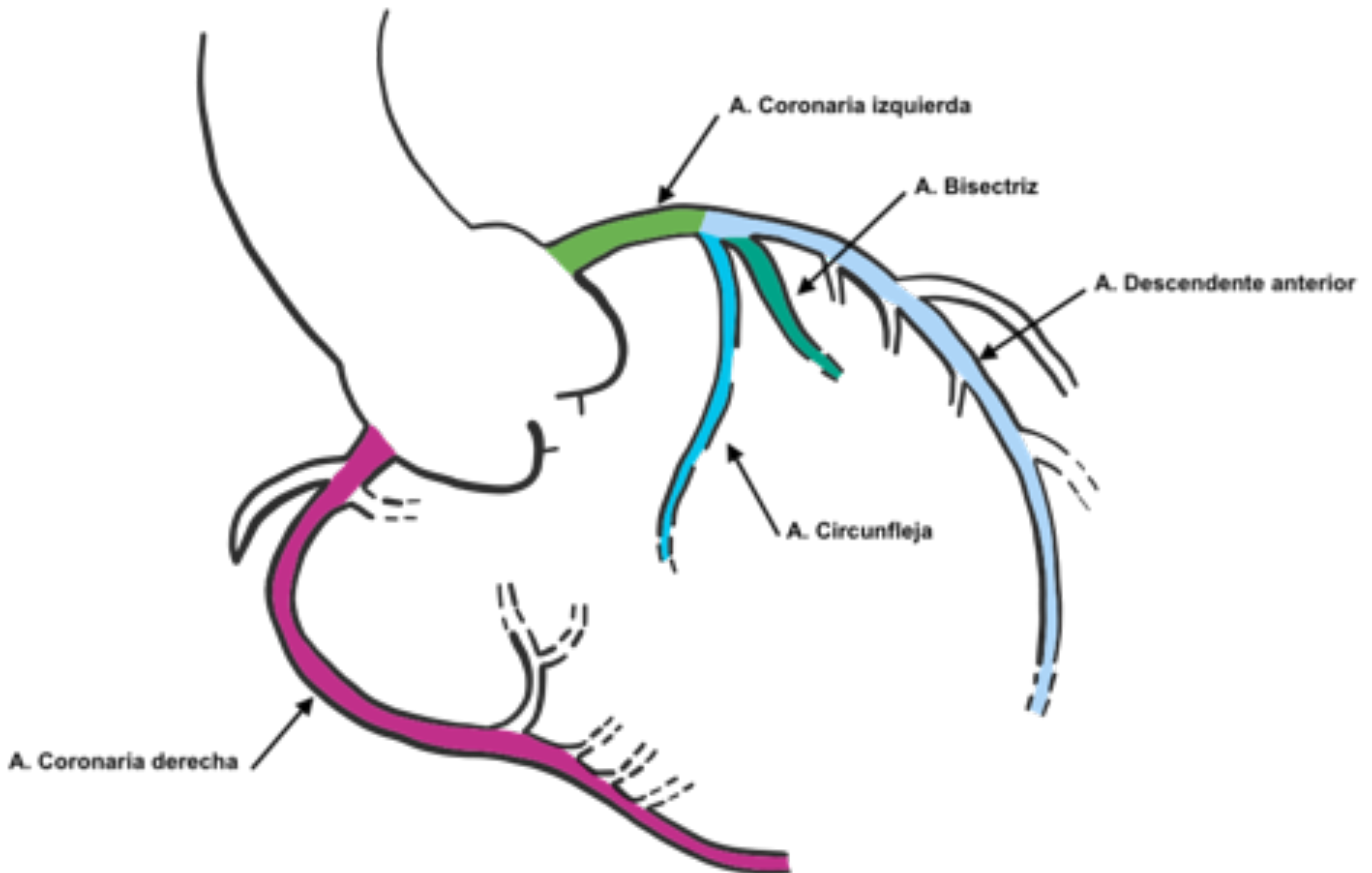
## Dominancia coronaria

La circulación coronaria es **dominante derecha** si la ACD da lugar a la arteria descendente posterior (ADP) y las arterias ventriculares izquierdas posteriores. Esto ocurre en el 85% de las personas.

La circulación es **dominante izquierda** en el 8% de los individuos, ya que la ADP y las ramas ventriculares izquierdas posteriores surgen de la arteria CX.

En el 7% de los individuos, existe un **sistema codominante** en el que la ADP surge de la ACD y las ramas ventriculares izquierdas posteriores surgen de la arteria CX.





**Figura 1.** Ilustración esquemática de la anatomía coronaria.



# EPIDEMIOLOGÍA

La prevalencia varía sustancialmente entre los diferentes estudios.

La incidencia de los puentes intramiocárdicos en:

- ✓ Estudios post mortem: 5% al 86%.
- ✓ Angiografía: del 0.5% al 12% en condiciones de reposo, hasta el 40% con pruebas de provocación o inyección intracoronaria de nitroglicerina.
- ✓ Ecografía intravascular (IVUS): 23%.
- ✓ Tomografía computarizada cardíaca (TCC): hasta el 76% gracias a su capacidad multiplanar y tridimensional.

La incidencia de los PIM en la LAD no muestra diferencias según la edad o el sexo.



# CLASIFICACIÓN

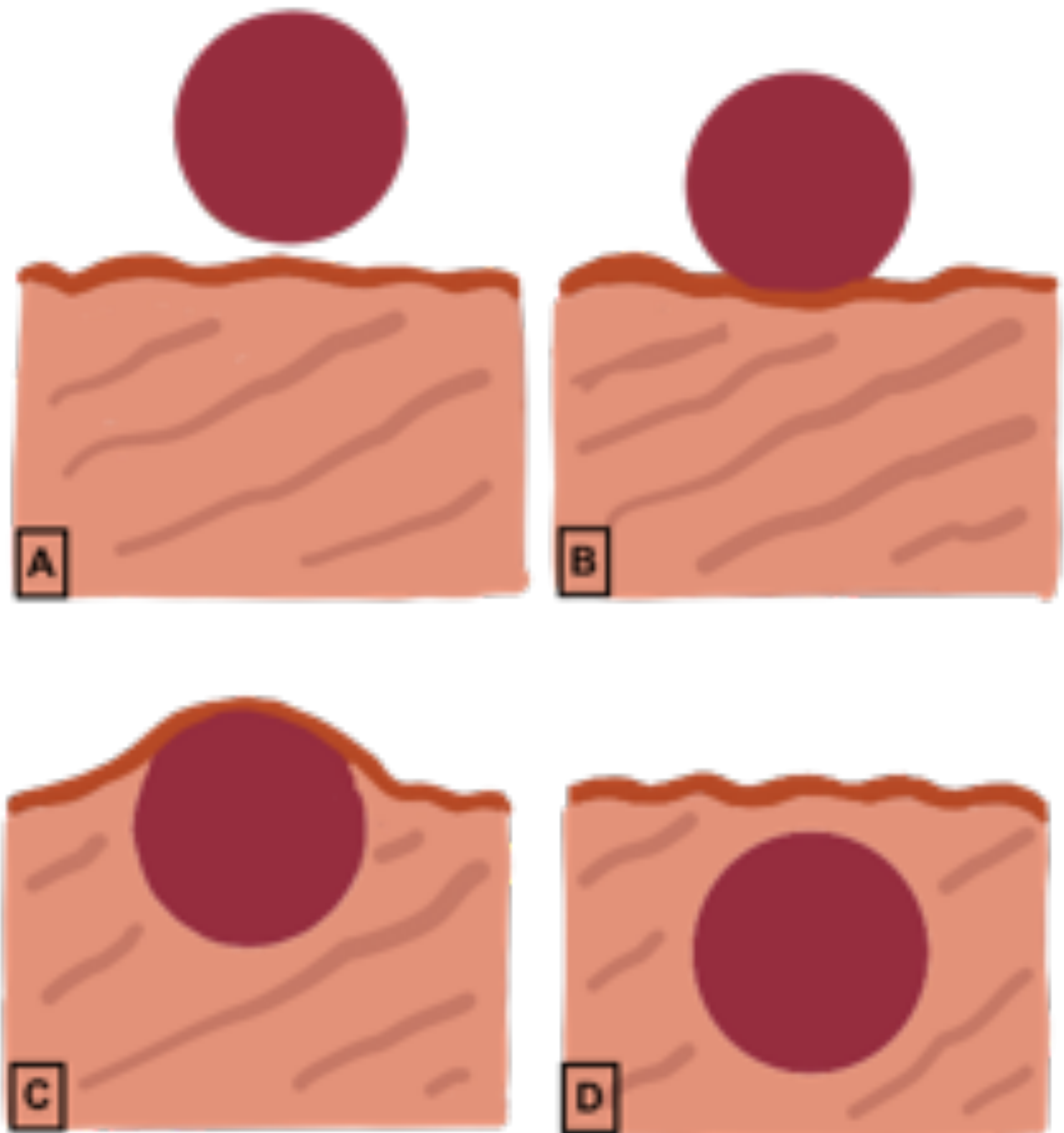
Según la **angiografía convencional**, los PIM se clasifican en tres grupos según el porcentaje de compresión sistólica de la arteria coronaria.

- **GRUPO I:** Compresión sistólica inferior al 50%.
- **GRUPO II:** Compresión sistólica entre 50% y 70%.
- **GRUPO III:** Compresión sistólica  $\geq 70\%$ .

Según la **angiografía por topografía computarizada (ATC)**, los PIM también se pueden clasificar en tres tipos.

- **Tipo I:** PIM con recubrimiento parcial ya que la arteria se encuentra en contacto directo con el miocardio ventricular.
- **Tipo II:** PIM con una envoltura completa ya que la arteria está rodeada por miocardio pero sin miocardio suprayacente medible.
- **Tipo III:** PIM con una envoltura completa ya que la arteria está rodeada por miocardio pero con miocardio suprayacente medible ( $> 0.7$  mm).





**Figura 2.** Ilustración esquemática de la clasificación de los PIM en la TC. En condiciones normales, la coronaria no entra en contacto con el miocardio (A). Cuando la arteria está en contacto con el miocardio sin miocardio que la recubre, se clasifica como tipo I o recubrimiento parcial (B). Si hay miocardio que recubre la arteria, se denomina recubrimiento completo (C y D). Este recubrimiento completo puede ser tipo II, si no existe miocardio suprayacente medible (menos de 0.7 mm, C) o tipo III, si existe miocardiosuprayacente medible (D).



# PRESENTACIÓN CLÍNICA

Los PIM suelen ser un hallazgo incidental en las angiografías o autopsias. Sin embargo, los pacientes con PIM pueden presentar isquemia miocárdica sintomática estable (inducida por el ejercicio) o silenciosa, así como síndrome coronario agudo debido a complicaciones potencialmente relacionadas con la presencia de PIM, como el espasmo coronario, la trombosis y la disección coronaria.

Otras presentaciones clínicas informadas son la disfunción ventricular transitoria, el síndrome de Takotsubo, las cardiomiopatías, las arritmias ventriculares potencialmente mortales y la muerte súbita.



# TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO

La angiografía coronaria sigue siendo el estándar de oro actual para diagnosticar los PIM. Sin embargo, la menor prevalencia de los PIM con esta técnica puede deberse a que no es capaz de detectar pequeños puentes miocárdicos. Además es una técnica invasiva con complicaciones y riesgos.

Hasta ahora, la ecografía intravascular (IVUS) era el método más preciso para diagnosticar los PIM. La ecografía Doppler intracoronaria también se ha utilizado en su diagnóstico. Sin embargo, estas técnicas son invasivas y costosas, y no se usan de manera rutinaria en entornos clínicos.

Por lo tanto, ha surgido la necesidad de una técnica no invasiva para la detección de los PIM. La angiografía por tomografía computarizada (Angio-TC) es una técnica rápida con capacidad de evaluar el curso y las relaciones anatómicas de las arterias coronarias.



# ANGIO-TC CORONARIA

## Protocolo

Se usa una TCMD sincronizada con el electrocardiograma del paciente. Las imágenes se pueden obtener de forma prospectiva o retrospectiva, dependiendo de la máquina de TC y la anatomía del paciente. Se debe utilizar un flujo alto (4-5 ml/s) de medios de contraste de alta concentración. También se necesitan frecuencias cardíacas inferiores a 60 rpm y nitroglicerina.

Las imágenes de tomografía computarizada se deben reconstruir en Volume rendering (VR), reconstrucciones multiplanares o curvas, siguiendo los cursos de las arterias.

## Valoración morfológica

En la angiografía coronaria, los PIM generalmente aparecen como un estrechamiento sistólico o "milking" del vaso, y una descompresión completa o parcial en diástole. El estrechamiento sistólico se puede acentuar mediante la inyección intracoronaria de nitroglicerina, que vasodilata los segmentos coronarios no tunelizados adyacentes.

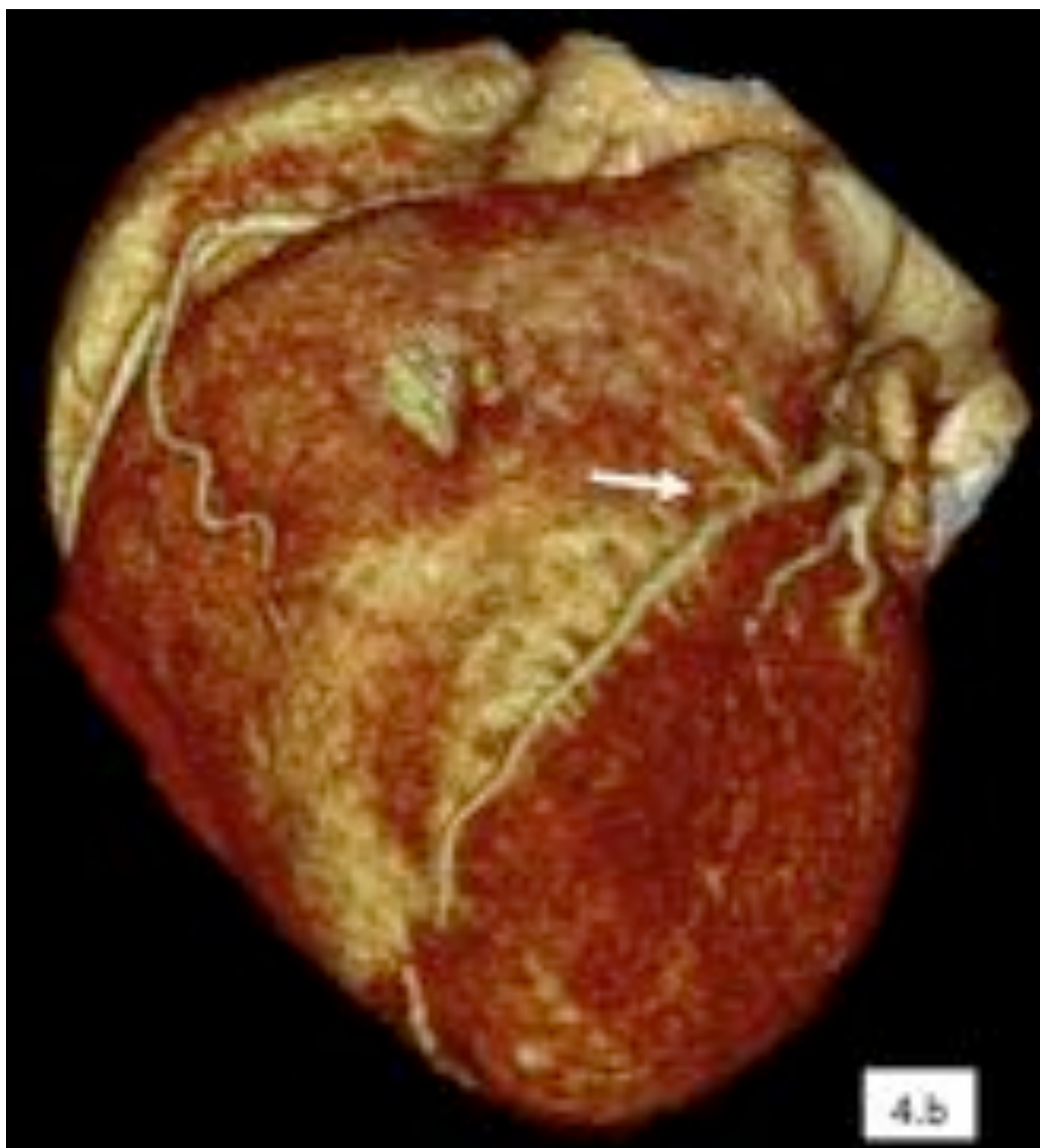
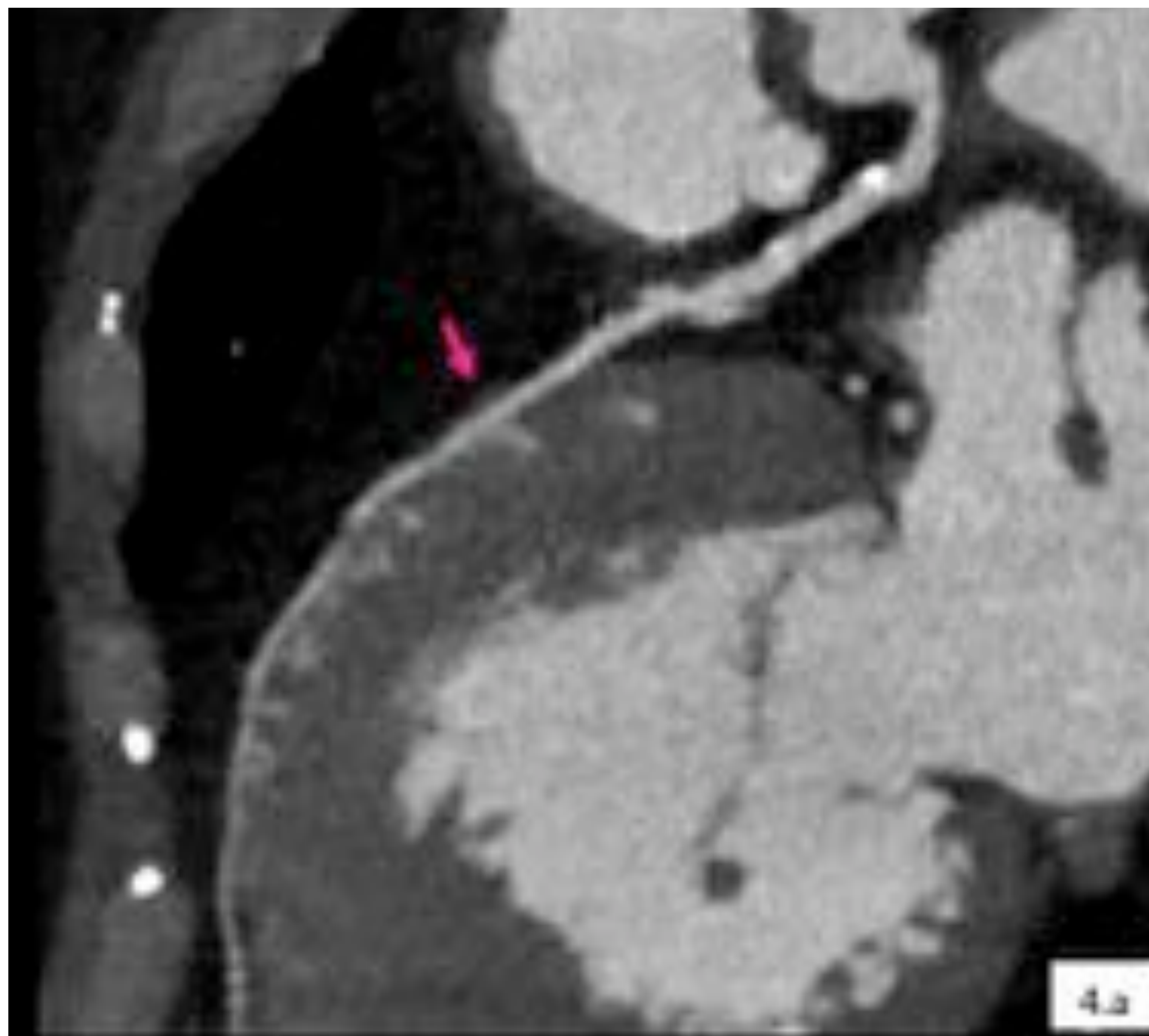
La ventaja de la angio-TC coronaria está relacionada con su capacidad totalmente tridimensional, que está asociada con una alta resolución espacial. La TC puede visualizar fácilmente la luz coronaria, la pared del vaso y la pared del miocardio, lo que permite una definición precisa de las características morfológicas del PIM.





**Figura 3.** Efecto Milking. Angiografía convencional de las arterias coronarias. 3.a Compresión del segmento medio de la arteria coronaria descendente anterior (Flecha blanca) durante la sistole. 3.b Descompresión durante la fase de diástole.





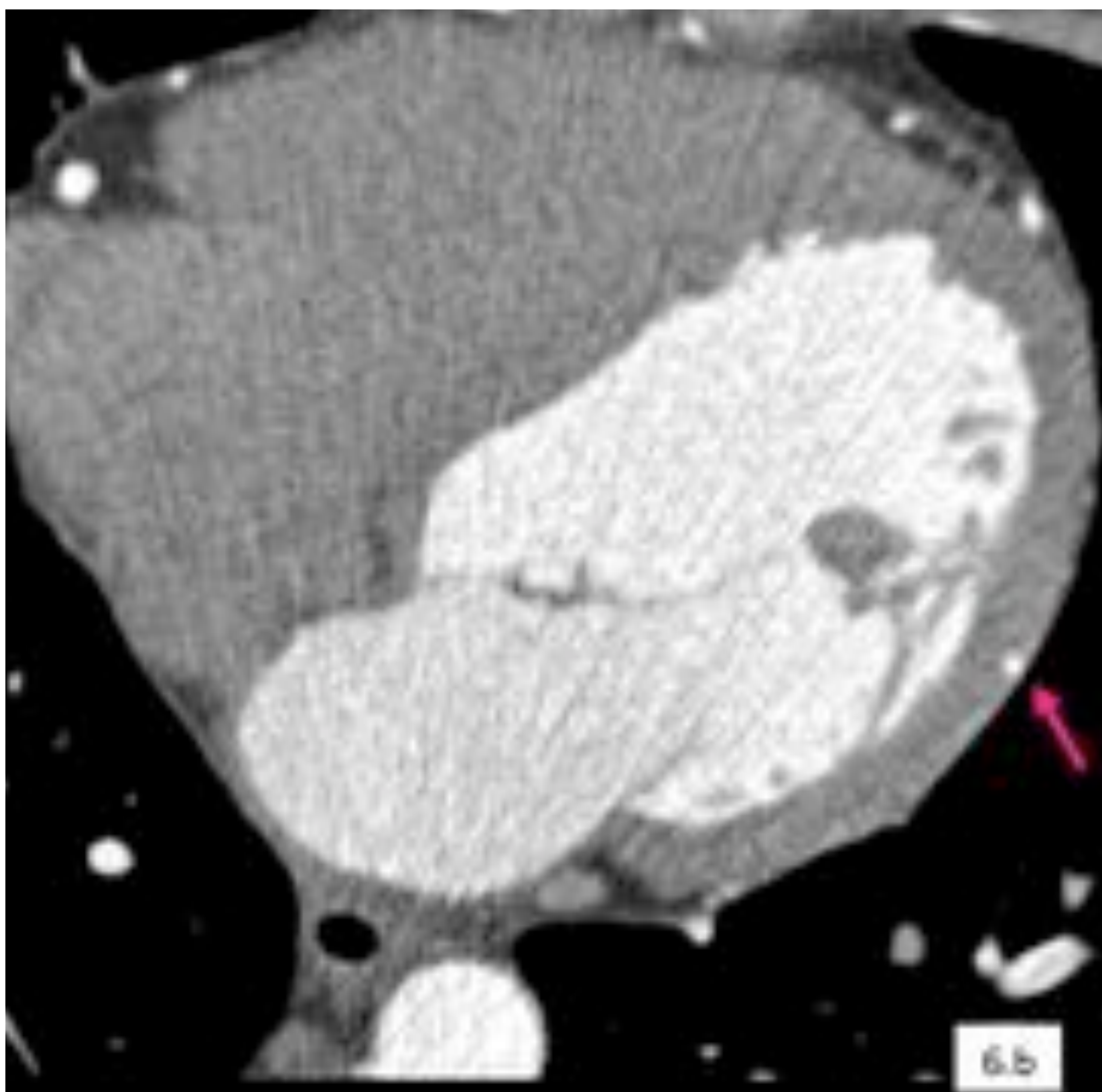
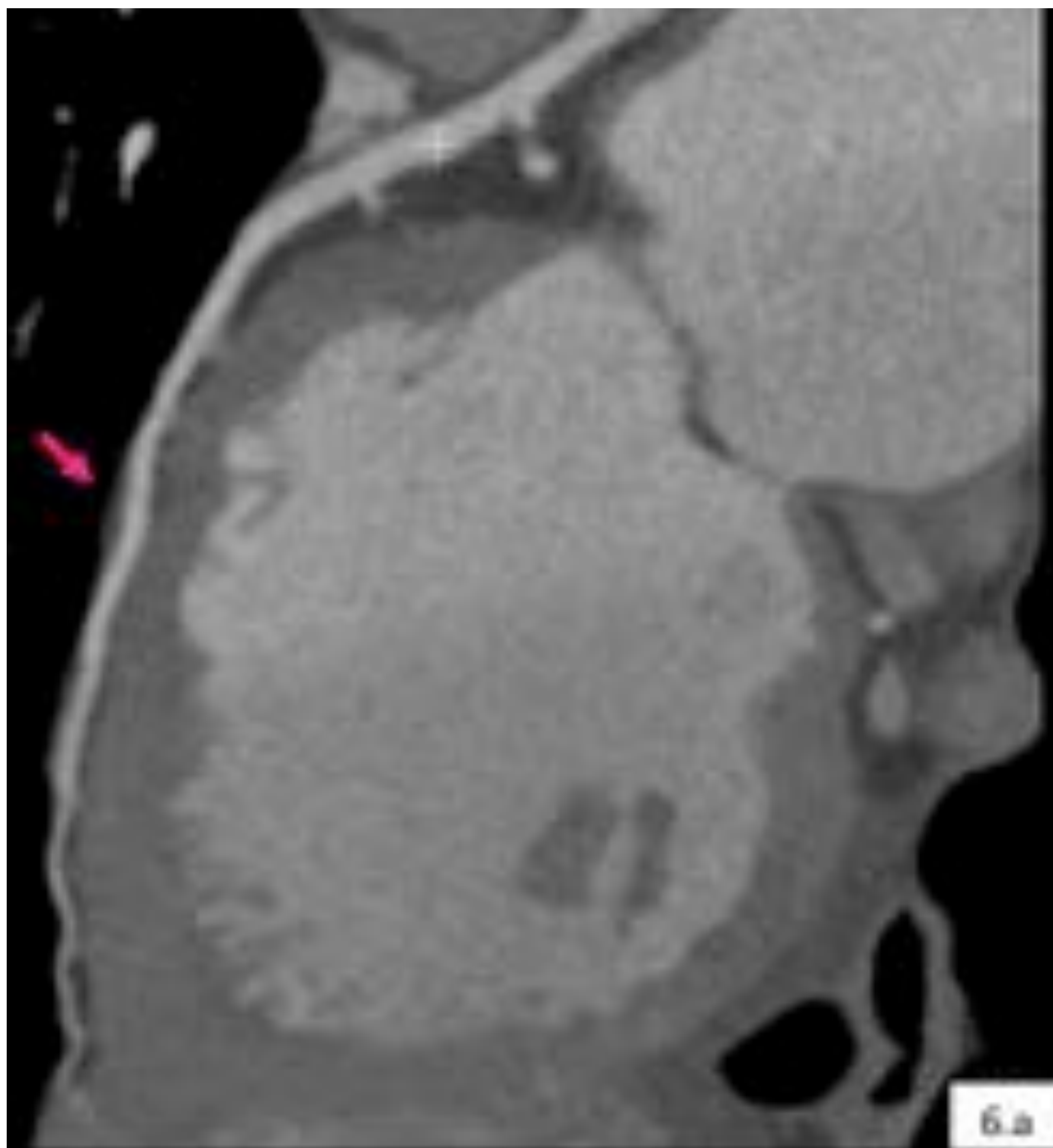
**Figura 4.** Puente intramiocárdico tipo I. 4.a MPR de angiografía coronaria por TCMD. Muestra como el miocardio recubre parcialmente la arteria DA (Flecha rosa). 4.b VR de angiografía coronaria por TCMD. Recubrimiento parcial la arteria coronaria (flecha blanca).





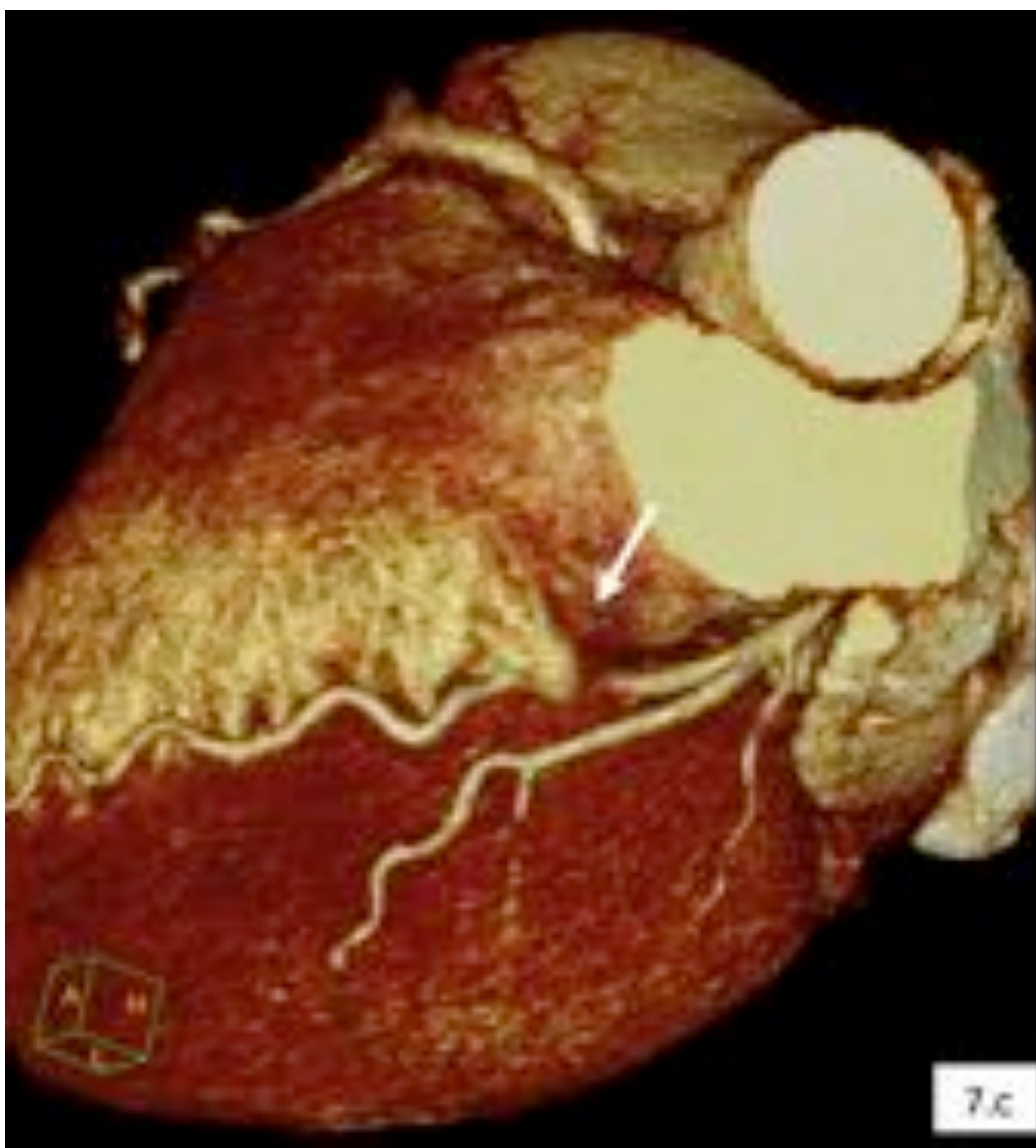
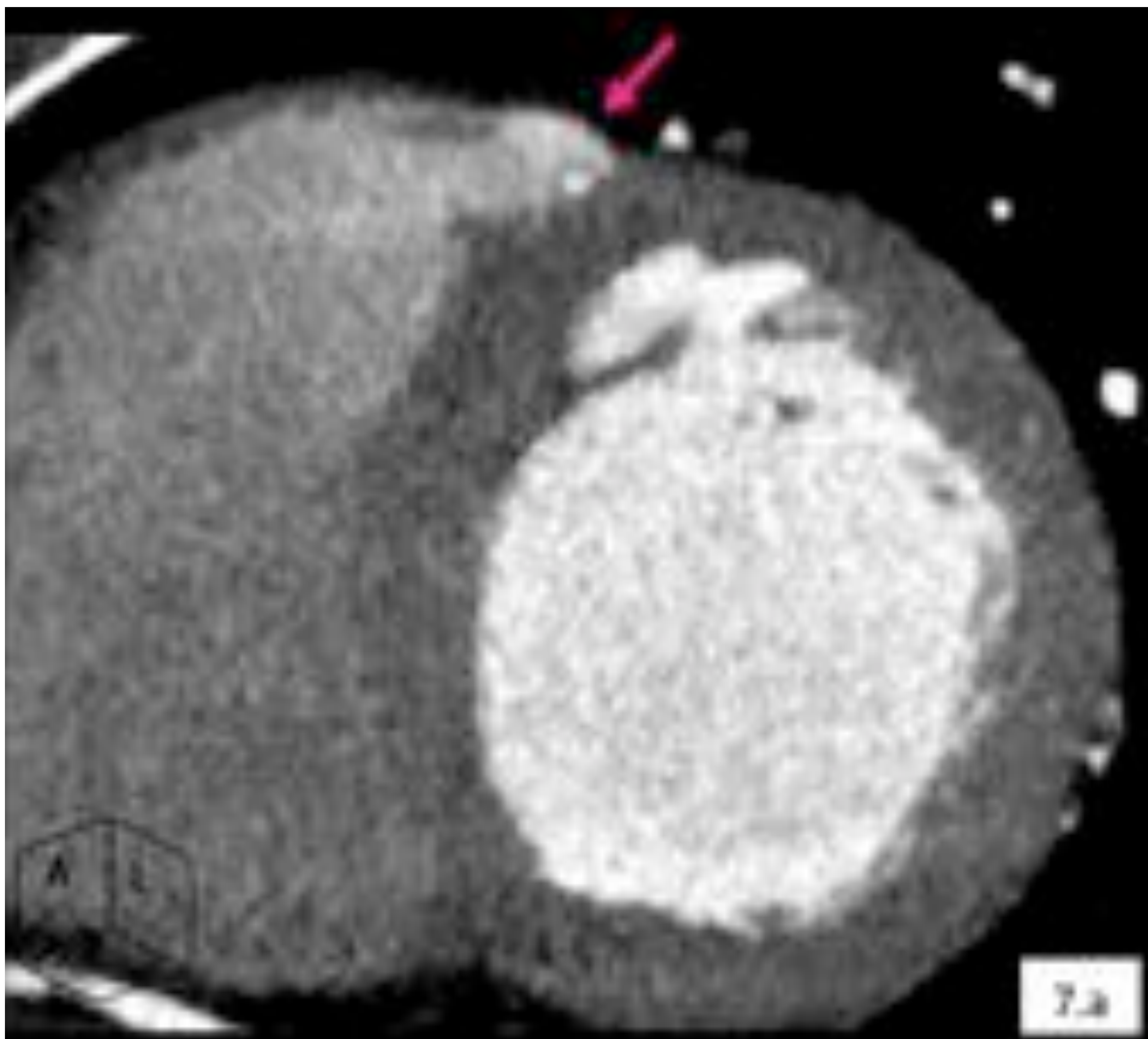
**Figura 5.** Recubrimiento parcial. 5.a y 5.b MPR de angiografía coronaria por TCMD. La arteria descendente anterior discurre en contacto directo con el miocardio septal (Tipo I) (Flechas rosas).





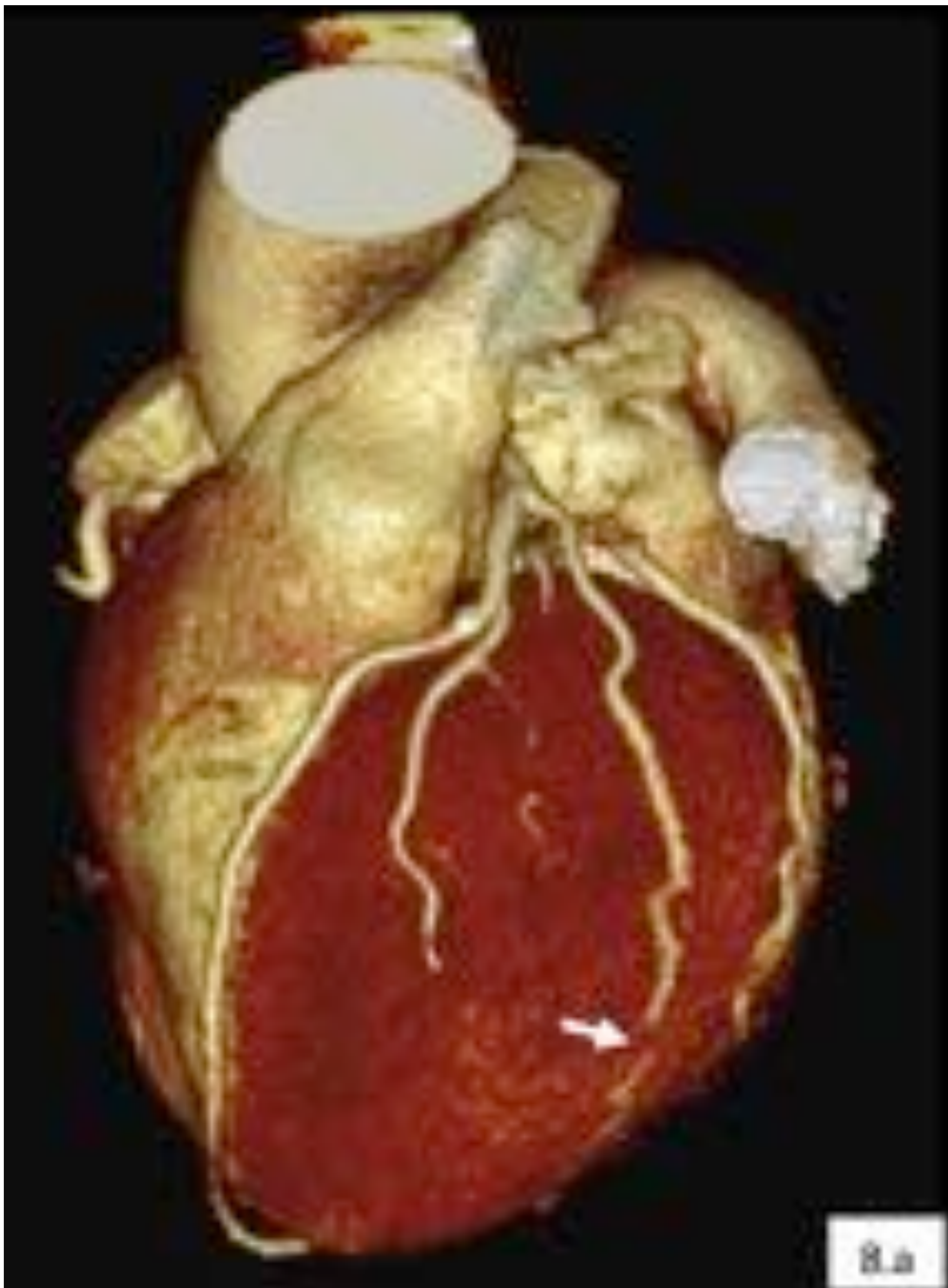
**Figura 6.** Recubrimiento completo. 6.a y 6.b MPR de angiografía coronaria por TCMD. PIM con recubrimiento completo de la primera diagonal que sigue el trayecto de la bisectriz, sin miocardio suprayacente medible (Tipo II) (Flechas rosas).





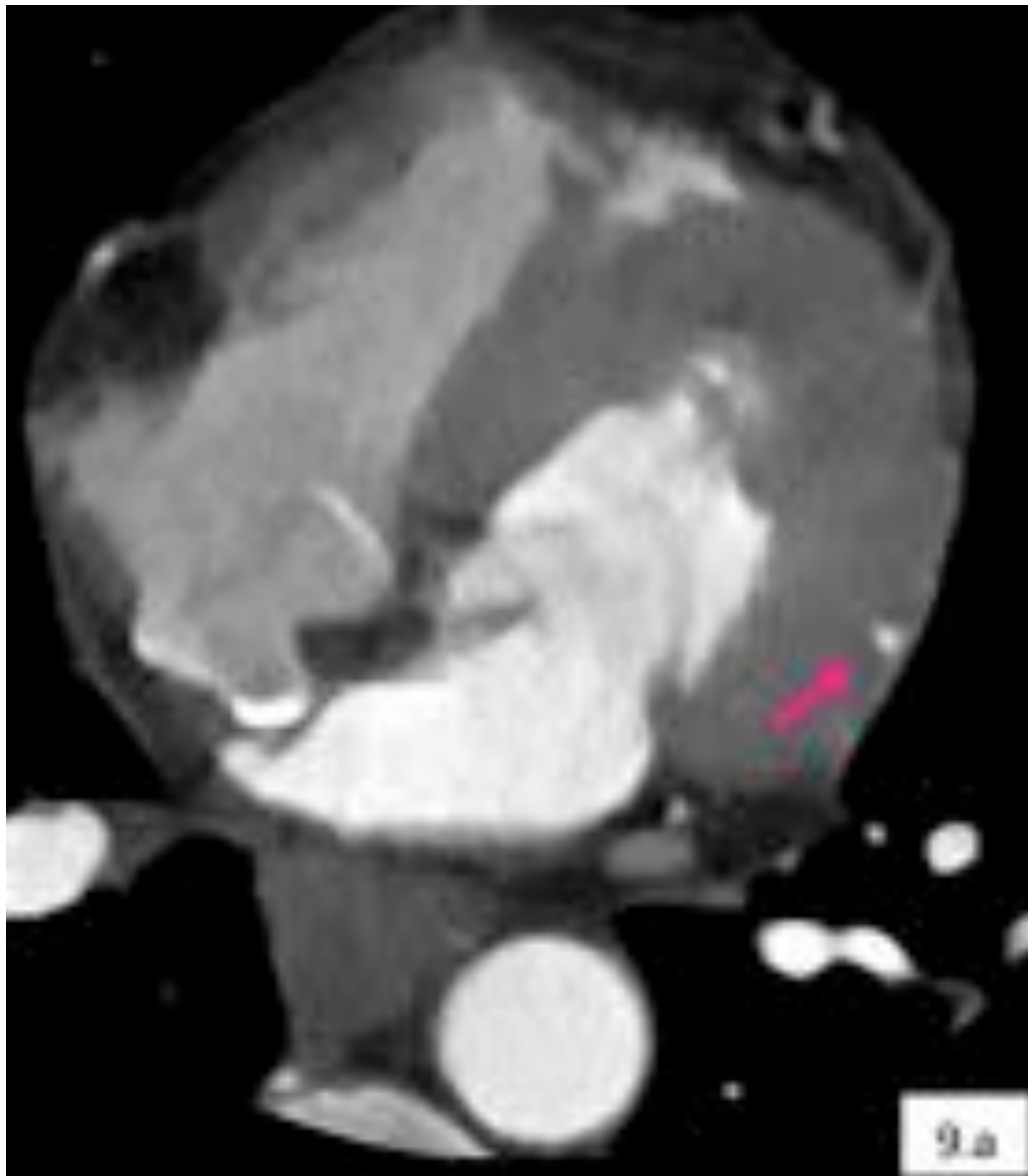
**Figura 7.** Recubrimiento completo. 7.a y 7.b MPR de angiografía coronaria por TCMD. Crecimiento del músculo ventricular derecho sobre la arteria coronaria descendente anterior que condiciona tunelización (Tipo III) (Flechas rosas). 7.c VR de la angiografía coronaria por TCMD. Muestra como el miocardio recubre el segmento medio de la arteria DA (Flecha blanca).





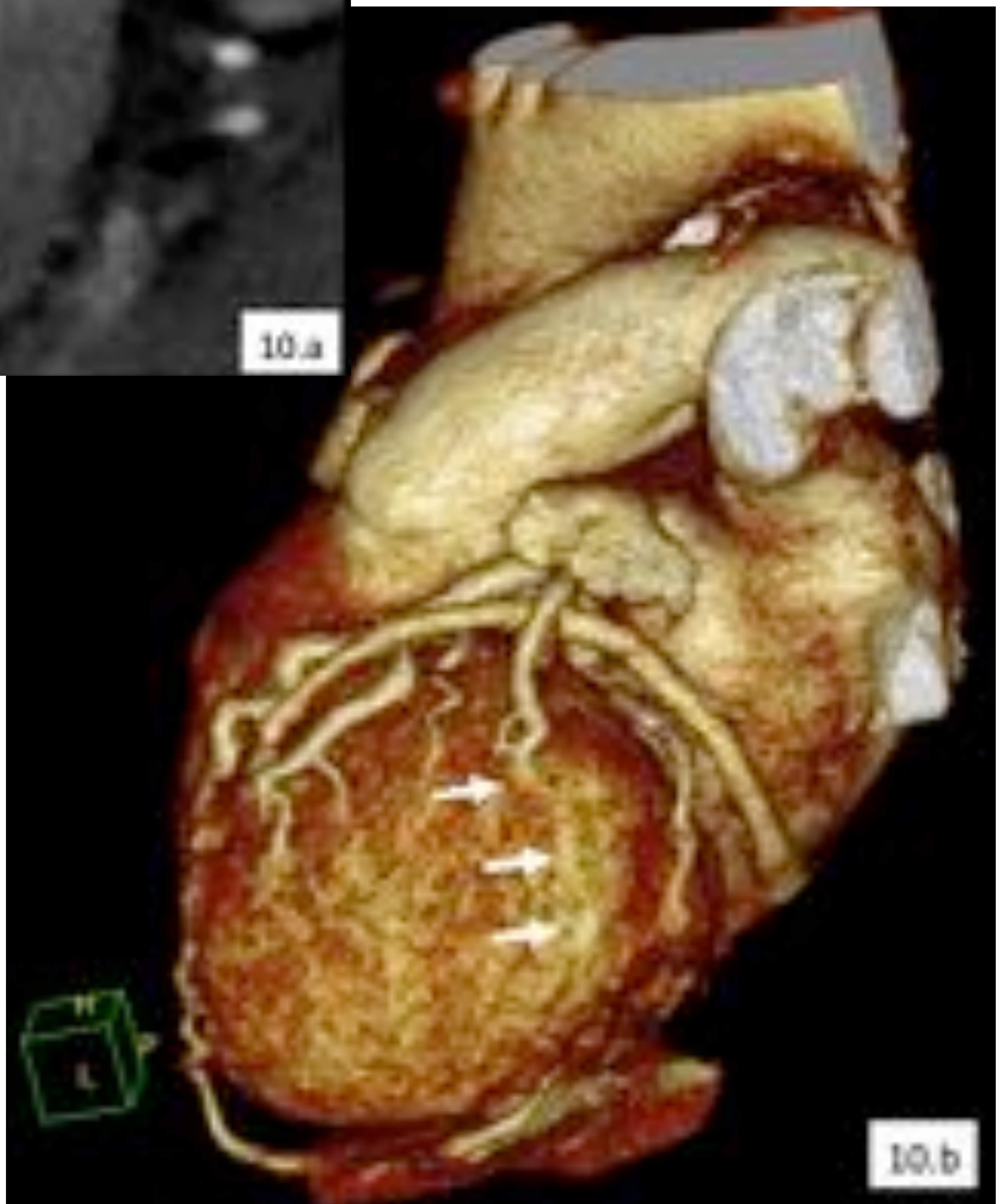
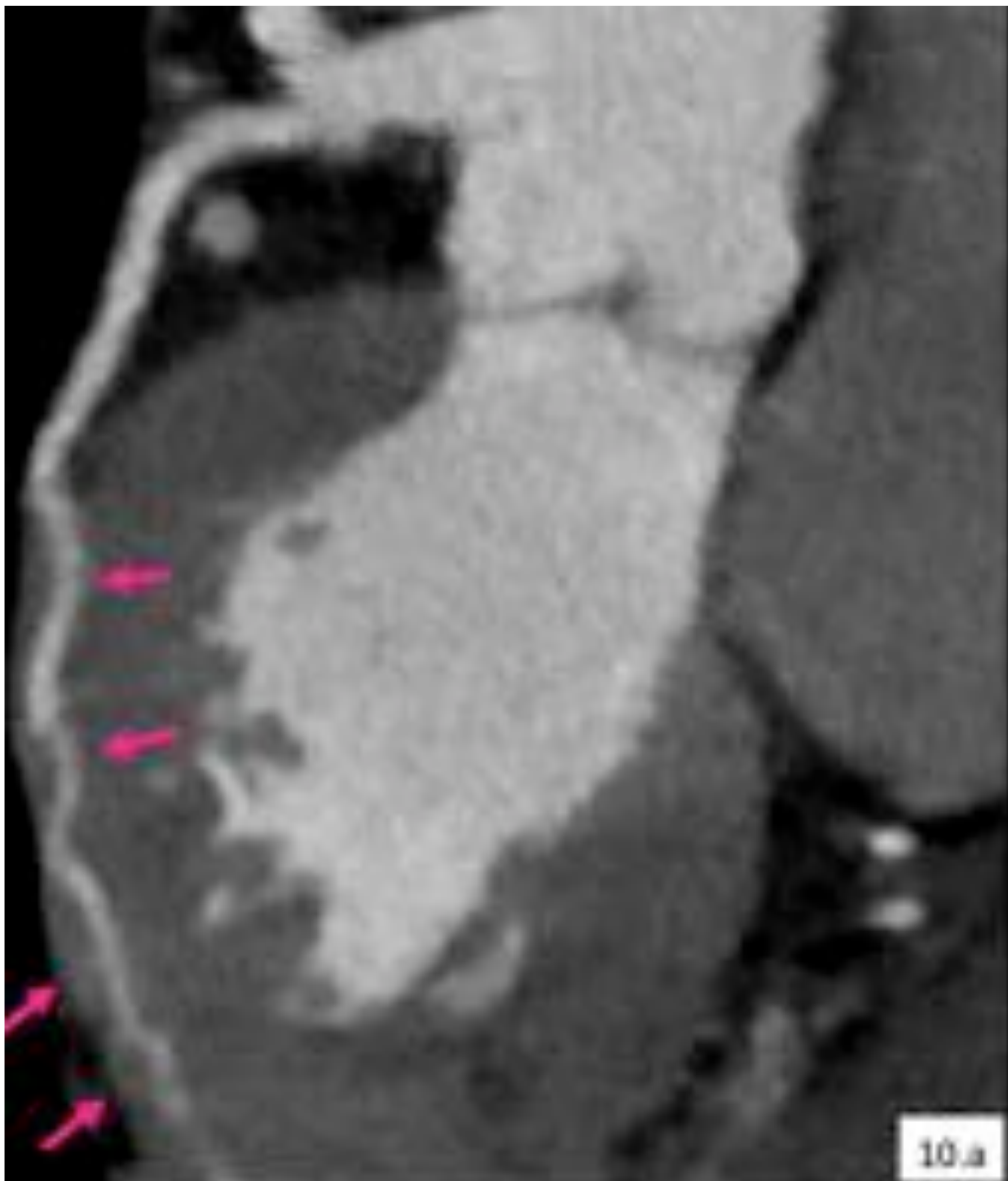
**Figura 8.** Recubrimiento completo. 8.a VR de angiografía coronaria por TCMD y 8.b MPR de angiografía coronaria por TCMD. PIM con recubrimiento completo del segmento distal de la arteria bisectriz, con miocardio suprayacente medible (Tipo III) (Flecha blanca).





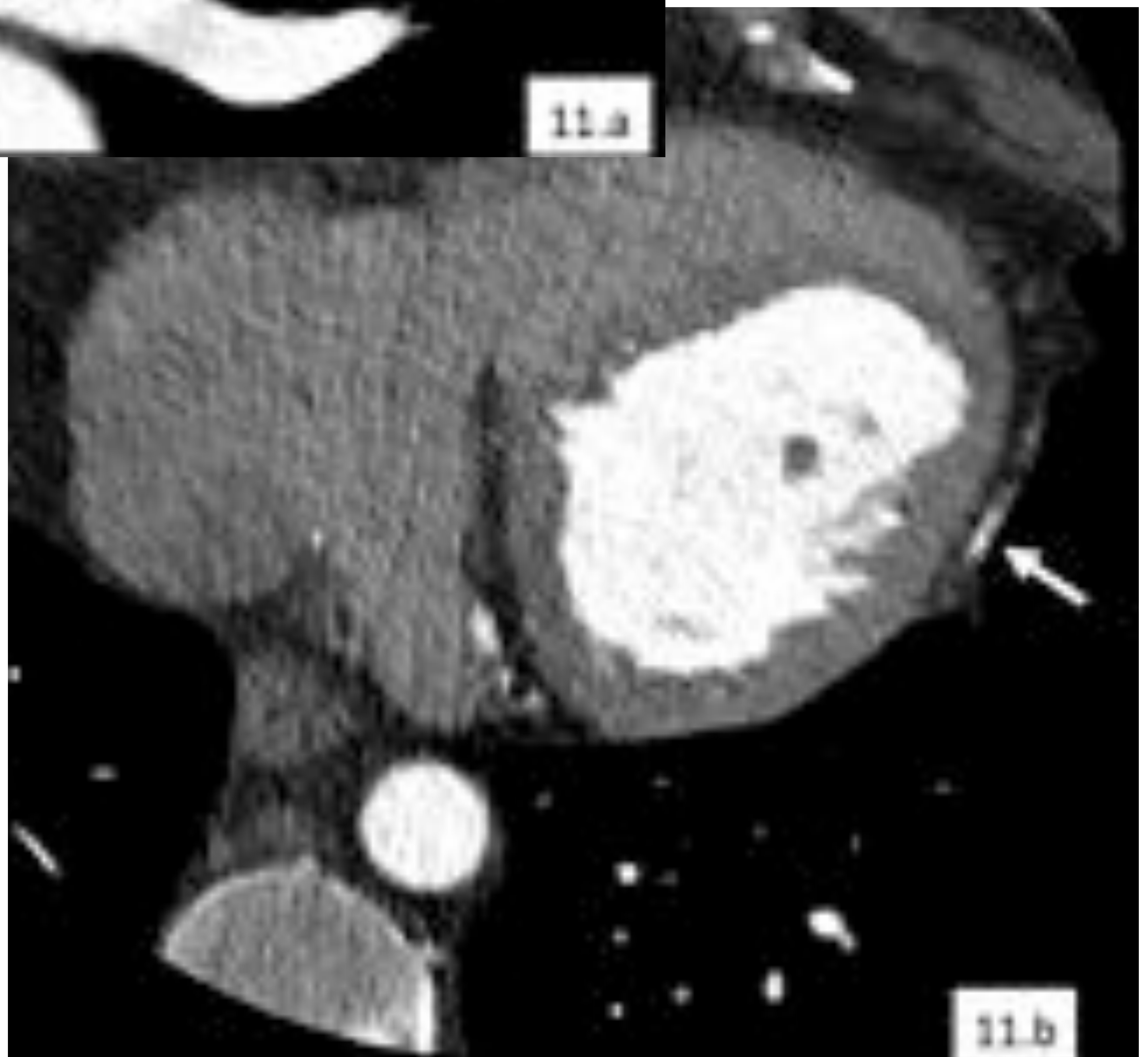
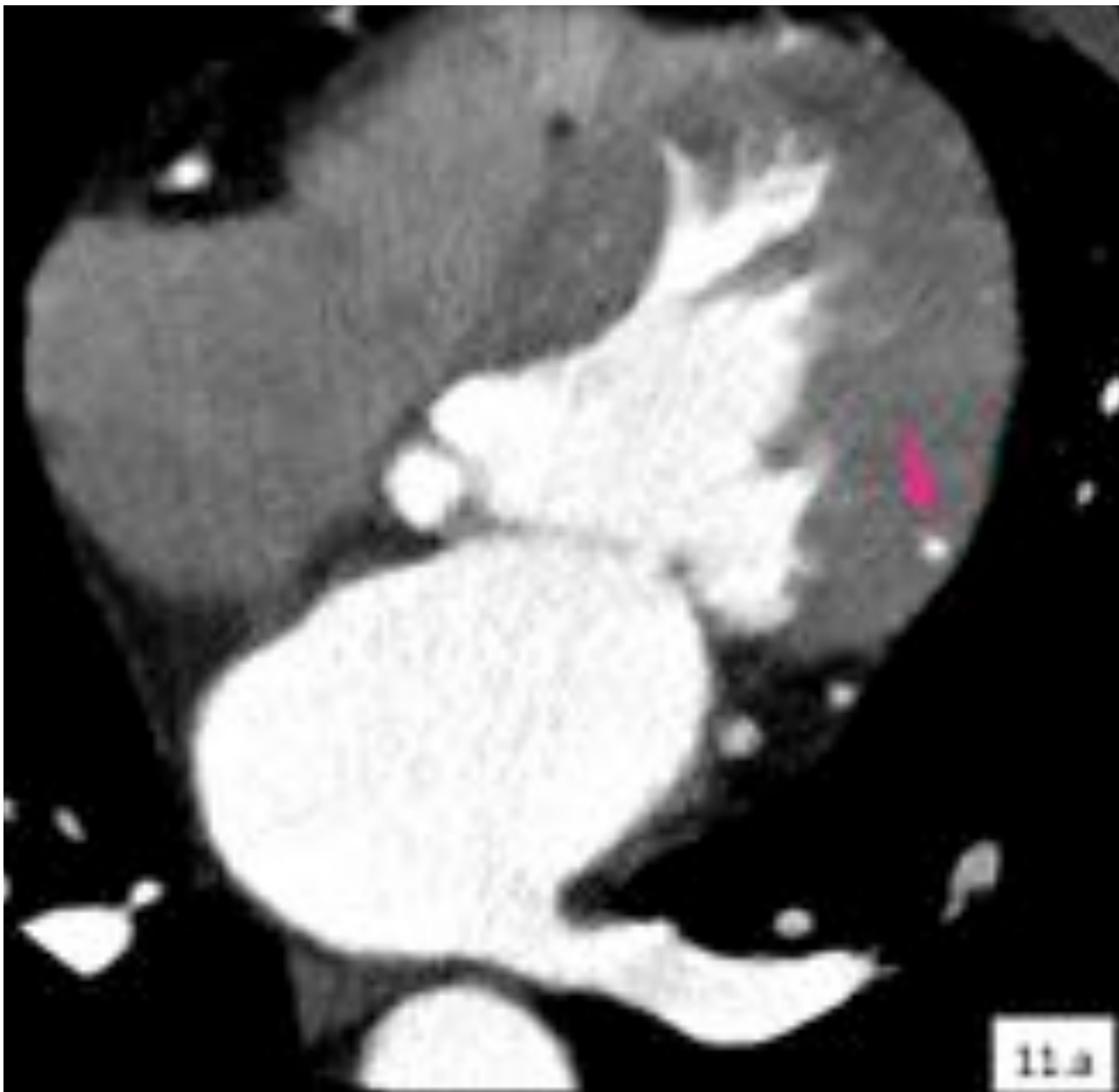
**Figura 9.** 9.a y 9.b MPR de angiografía coronaria por TCMD. Arteria obtusa marginal primera de gran desarrollo y trayectoria de arteria bisectriz, que presenta dos segmentos intramiocárdicos, uno a nivel medio tipo I (Flecha blanca) y otro a nivel distal tipo III (Flechas rosas)





**Figura 10.** Recubrimiento completo. Figura 10.a MPR de angiografía coronaria por TCMD. Trayecto intramiocárdico del segmento medio de la arteria bisectriz (Tipo III) (Flechas rosas). 10.b VR de angiografía coronaria por TCMD. Muestra como el puente miocárdico recubre completamente la arteria (Flechas blancas).





**Figura 11.** MPR de angiografía coronaria por TCMD. 11.a PIM con envoltura completa tipo III del segmento medio de la arteria bisectriz (Flecha rosa). 11.b Trayecto normal de la arteria bisectriz (Flecha blanca).



# Conclusiones:

Los puentes coronarios intramiocárdicos son una anomalía congénita frecuente que podría estar relacionada con complicaciones clínicas isquémicas. La angioTC coronaria es la prueba de imagen no invasiva de elección para su diagnóstico, por ello es muy importante que los radiólogos conozcan sus hallazgos de imagen.



# Bibliografía:

1. Çiçek D, Kalay N, Müderrisoglu H. Incidence, clinical characteristics, and 4-year follow-up of patients with isolated myocardial bridge: a retrospective, single-center, epidemiologic, coronary arteriographic follow-up study in southern Turkey. *Cardiovasc Revasc Med* 2011;12:25–8.
2. Noble J, Bourassa MG, Petitclerc R, Dyrda I. Myocardial bridging and milking effect of the left anterior descending coronary artery: normal variant or obstruction? *Am J Cardiol* 1976;37: 993–9.
3. Endo M, Lee YW, Hayashi H, Wada J. Angiographic evidence of myocardial squeezing accompanying tachyarrhythmia as a possible cause of myocardial infarction. *Chest* 1978;73:431–3.
4. Möhlenkamp S, Hort W, Ge J, Erbel R. Update on myocardial bridging. *Circulation* 2002;106:2616–22.
5. Rossi L, Dander B, Nidasio GP, Arbustini E, Paris B, Vassanelli C et al. Myocardial bridges and ischemic heart disease. *Eur Heart J* 1980;1:239–45.
6. Lee MS, Chen CH. Myocardial bridging: an up-to-date review. *J Invasive Cardiol* 2015;27:521–8.
7. Tsujita K, Maehara A, Mintz GS, Doi H, Kubo T, Castellanos C et al. Comparison of angiographic and intravascular ultrasonic detection of myocardial bridging of the left anterior descending coronary artery. *Am J Cardiol* 2008;102:1608–13.
8. Tarantini G, Migliore F, Cademartiri F, Fraccaro C, Iliceto S. Left Anterior Descending Artery Myocardial Bridging. *Journal of the American College of Cardiology*. 2016;68:2887-99.
9. Wu S, Liu W, Zhou Y. Spontaneous coronary artery dissection in the presence of myocardial bridge causing myocardial infarction: an insight into mechanism. *Int J Cardiol* 2016;206:77–8.
10. Migliore F, Maffei E, Perazzolo Marra M, Bilato C, Napodano M, Corbetti F et al. LAD coronary artery myocardial bridging and apical ballooning syndrome. *J Am Coll Cardiol Img* 2013;6:32–41.
11. Feld H, Guadanino V, Hollander G, Greengart A, Lichstein E, Shani J et al. Exercise-induced ventricular tachycardia in association with a myocardial bridge. *Chest* 1991;99: 1295–6.
12. Desseigne P, Tabib A, Loire R. [Myocardial bridging on the left anterior descending coronary artery and sudden death. Apropos of 19 cases with autopsy]. *Arch Mal Coeur Vaiss* 1991;84:511–6.
13. Konen E, Goitein O, Sternik L, Eshet Y, Shemesh J, Di Segni E et al. The prevalence and anatomical patterns of intramuscular coronary arteries: a coronary computed tomography angiographic study. *J Am Coll Cardiol* 2007; 49:587–93.
14. Pannu H, Flohr T, Corl F, Fishman E. Current Concepts in Multi-Detector Row CT Evaluation of the Coronary Arteries: Principles, Techniques, and Anatomy. *RadioGraphics*. 2003;23:S111-25.
15. Uusitalo V, Saraste A, Pietilä M, Kajander S, Bax J, Knuuti J et al. The functional effects of intramural course of coronary arteries and its relation to coronary atherosclerosis. *J Am Coll Cardiol Img* 2015;8:697–704.
16. Wu S, Liu W, Zhou Y. Spontaneous coronary artery dissection in the presence of myocardial bridge causing myocardial infarction: an insight into mechanism. *Int J Cardiol* 2016;206:77–8.