



Descifrando el misterio del MINOCA. Papel de la Resonancia Magnética Cardíaca (RMC)

**María Ángeles Martín Martín, Cristina Ponce
Balaguer, Mercedes Rodríguez et al.**

**Hospital Universitario Son Espases, Palma
Mallorca (Spain)**



Objetivo docente

- Definir MINOCA, sus criterios diagnósticos y describir los principales mecanismos subyacentes
- Describir la ruta óptima de diagnóstico por imagen mediante el uso de la angiografía, la tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética cardíaca (RMC), así como describir sus hallazgos principales
- Destacar la importancia de una RM temprana en el diagnóstico etiológico del MINOCA y la necesidad protocolizarla como una prueba de rutina



Tabla de contenidos

1. MINOCA

1.a. Definición y criterios

1.b. Etiología

2. Diagnóstico por imagen

2.a. Uso de angiografía, IVUS, TC y RM

2.b. Protocolo específico de RM en el diagnóstico de MINOCA

2.c. Hallazgos de imagen en las distintas patologías

3. Propuesta de algoritmo diagnóstico

4. Nuestra experiencia

5. Resumen



INTRODUCCIÓN: DEFINICIÓN Y CRITERIOS

- El dolor torácico agudo representa un desafío clínico, ya que existe una amplia variedad de diagnósticos diferenciales. Aunque la gran mayoría son de curso benigno, un subgrupo de ellos tiene un riesgo potencial de muerte: los conocidos síndromes coronarios agudos (SCA).
- Alrededor del 9% de estos casos presentan niveles elevados de troponinas pero con arterias coronarias normales o con mínimas lesiones en la angiografía. A este subgrupo se le ha denominado bajo el término MINOCA (atendiendo a las siglas en ingles “Myocardial Infarction with Non-Obstructed Coronary Arteries” = “Infarto de Miocardio con Arterias Coronarias no Obstruidas”)



MINOCA

Sospecha clínica de infarto agudo de miocardio (IAM)

Alteraciones electrocardiográficas

Biomarcadores cardíacos positivos, como la troponina cardíaca

Arteriografía coronaria normal o sin lesiones angiográficas significativas (<50%)

No hay causa clínicamente manifiesta de presentación aguda



ETIOLOGÍA

Causas cardíacas		Causas extracardíacas
Causas coronarias	Causas no coronarias	
Rotura de la placa coronaria	Miocarditis	Embolia pulmonar
Espasmo de la arteria coronaria	Miocardiopatía de Tako-Tsubo	Insuficiencia renal
Embolia coronaria espontánea	Miocardiopatía hipertrófica	
Dissección coronaria		



ENFERMEDAD CORONARIA

Rotura de placa coronaria



- 40% de pacientes con MINOCA
- Incluye ruptura de la placa, ulceración, erosión y trombocitopenia intraplaca.
- Hay una trombosis transitoria en una placa que se rompe, ocluyendo así la arteria coronaria y causando daño al miocardio, seguido de una trombolisis espontánea (así como superposición de vasoespasmo)
- También puede presentarse como erosión o ulceración de lesiones ateroscleróticas que muestran signos de remodelación positiva.
- Normalmente tiene lugar en zonas donde hay placas de gran tamaño.
- Las mejores herramientas de imagen son la ecografía/ultrasonido intravascular (IVUS) y la tomografía de coherencia óptica (OCT)

Espasmo de arteria coronaria

- Refleja una hiperreactividad vascular del músculo liso al estímulo vasoconstrictor endógeno o a agentes vasoespásticos exógenos (cocaína, metanfetaminas)
- Más comúnmente visto entre pacientes asiáticos
- Puede ser focal, multifocal, multivaso o involucrar difusamente una o múltiples ramas coronarias
- Episodios espontáneos recurrentes de angina en reposo que responden rápidamente a los nitratos de acción corta, generalmente de noche + cambios de ECG isquémicos transitorios
- La prueba de espasmo provocado durante la angiografía coronaria con agentes vasoespásticos es necesaria a veces para confirmar el diagnóstico



ENFERMEDAD CORONARIA

Embolismo coronario espontáneo

- A veces se relaciona con lesiones microvasculares debido a la fragmentación del trombo y puede estar asimismo asociado con una rotura de placa o con vasoespasmo de la arteria coronaria
- La angiografía coronaria debe analizarse cuidadosamente y buscar amputaciones abruptas de los vasos o material trombótico en la arteria
- Etiología: endocarditis infecciosa, fibrilación auricular crónica, prótesis valvulares cardíacas, cardiomiopatías con trombo apical, mixoma o fibroelastoma, trastornos trombóticos hereditarios o adquiridos y el uso de anticonceptivos orales, entre otros.

Diseccción coronaria

- La diseccción coronaria espontánea se considera otra causa de MINOCA, que generalmente obstruye la luz coronaria, pero a veces sin una lesión aparente en la angiografía. Se puede ver el hematoma intramural de las arterias coronarias sin desgarro intimal. Se sospecha que está relacionado con la displasia fibromuscular.
- Es más frecuente entre las mujeres, donde se han descrito cambios en la composición de las capas íntima-media debido a las hormonas, el embarazo y el parto.
- Las técnicas intracoronarias son esenciales para hacer este diagnóstico



MIOCARDITIS

- Prevalencia entre pacientes de MINOCA: 33%
- Tercera causa de muerte súbita después de la miocardiopatía hipertrofia (MCH) y la enfermedad arterial coronaria (CAD)
- Presentación variable: síntomas que simulan SCA ± disfunción ventricular ± CAD obstructiva
- Etiología:
 - Infección viral: causa más común, especialmente los adenovirus (PVB19, herpesvirus humano 6 y virus Coxsackie)
 - Menos frecuente: enfermedades inmunológicas, trastornos endocrinos, toxinas, fármacos...
- Los síntomas de dolor en el pecho y la elevación del ST en pacientes con miocarditis sin obstrucción coronaria pueden ser causados por un intenso espasmo coronario microvascular debido a la inflamación del miocardio y/o infección de las células endoteliales, dando lugar a una disfunción microvascular; Produce una especie de "vasculitis coronaria"
- Los síntomas pueden resolverse en 2-4 semanas en el 50% de los pacientes, pero el 12-25% puede sufrir un deterioro agudo y una insuficiencia cardíaca fulminante, o progresar a una miocardiopatía dilatada terminal que requerirá trasplante cardíaco

Pronóstico

- Muy variable, pero más favorable que el de otras enfermedades del subgrupo
- Las complicaciones generalmente ocurren al principio de la enfermedad, debido a insuficiencia cardíaca y arritmias ventriculares

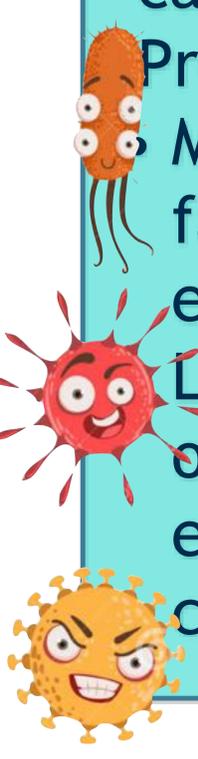
Criterios Lake Louise de Miocarditis

2 de 3

Edema miocárdico

Hiperemia

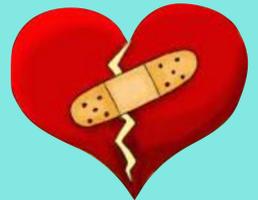
Fibrosis





MIOCARDIOPATÍA DE TAKOTSUBO

- También conocida como “miocardiopatía por estrés” o “síndrome del corazón roto”
- Generalmente se presenta como un SCA con elevación del segmento ST (SCACEST)
- Normalmente afecta a mujeres postmenopáusicas
- Se caracteriza por un “aturdimiento” transitorio y agudo de la motilidad de la pared, simulando en múltiples ocasiones un infarto agudo de miocardio (IAM)
- Las anomalías de la pared generalmente consisten en una discinesia apical que se extiende más allá de un único territorio coronario



Criterios diagnósticos

Hipo / dis / acinesia transitoria de los segmentos medios del VI con o sin afectación del ápex

Las anomalías en el movimiento de la pared afectan más allá de un solo territorio vascular, y con frecuencia hay un evento estresante

No hay evidencia angiográfica de CAD obstructiva

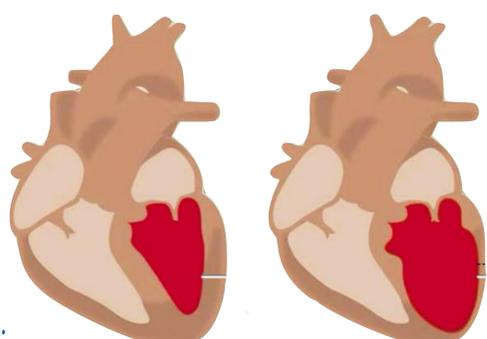
Anormalidades del ECG: elevación del ST, inversión de la onda T, ↑ troponinas

- Distinguir Takotsubo (TS) de la miocarditis aguda o del IAM con CAD obstructiva constituye un desafío.
- La elevación de los niveles de troponinas suele ser menor en el TS que en el IAM



MIOCARDIOPATÍA DE TAKOTSUBO

- Etiología:
 - Con frecuencia se desencadena por un evento físico o emocional estresante
 - Existen varias hipótesis con respecto a su fisiopatología:
 - Infarto de miocardio que se resuelve espontáneamente a nivel de una o más arterias epicárdicas, con lisis rápida y completa del trombo
 - Aturdimiento miocárdico inducido por catecolaminas
 - Un estudio reciente combina ambos: en las personas susceptibles (en su mayoría mujeres), una onda de estimulación neurohormonal produce una disfunción miocárdica, dando lugar al patrón clásico descrito como "trampa de pulpos". El hecho de que este patrón refleje el espasmo de múltiples vasos, la rotura de una placa aterosclerótica que afecta a pequeñas arterias o la toxicidad directa del miocardio no está claro
- Pronóstico: muy variable, pero suele ser favorable
- Las complicaciones generalmente ocurren al inicio: insuficiencia cardíaca y arritmias ventriculares



MIOCARDIOPATIA HIPERTRÓFICA

- Enfermedad del miocardio sin causa evidente; no atribuible a un aumento en la carga de trabajo del corazón (hipertensión, valvulopatía, etc.), que provoca un engrosamiento de la pared del VI ≥ 15 mm o de la pared del VD ≥ 5 mm
- Se clasifica en obstructiva y no obstructiva, dependiendo de si hay una obstrucción en el tracto de salida del ventrículo izquierdo o no
- Con frecuencia es asimétrica, con afectación del tabique interventricular y de la pared anterior en la mayoría de los casos





DIAGNÓSTICO POR IMAGEN

Protocolo específico de RM en el diagnóstico de MINOCA

Secuencias

- Morfológico: triple IR (= STIR)
- Funcional: SSFP-Cine (precesión libre de estado estacionario)
- Planos:
 - Eje corto
 - 2,3 y 4 cámaras
- Tracto de salida del ventrículo izquierdo (LVOT) +/- derecho (RVOT)
- Perfusión de primer paso (en reposo) (FPP-rest)
- Realce tardío de gadolinio (LGE)

Secuencias	Aplicación clínica
T2WI-Triple IR (=STIR)	Edema (más sensible durante la primera y segunda semana)
Cine	Función cardíaca y contractilidad Motilidad de pared / espesor Volumen EF, CO ...
FPP-rest	Perfusión cardíaca
LGE	Inflamación, cicatriz / fibrosis, necrosis



DIAGNÓSTICO POR IMAGEN

Enfermedad coronaria

- El IAM se asocia con CAD obstructiva (>50% de estenosis) en más del 90% de los pacientes que se someten a angiografía coronaria. Menos del 10% de todos los IAM no muestran lesiones significativas en la angiografía, principalmente mujeres jóvenes. Su presentación clínica es indistinguible de la CAD obstructiva. Por lo tanto, es en estos pacientes donde la resonancia magnética será más útil

Hallazgos de imagen

Triple IR	Hiperintensidades focales o difusas debido a edema miocárdico en el territorio coronario afectado en la fase aguda
Perfusión	Focos hipointensos relacionados con necrosis / isquemia
LGE	Realce subendocárdico o transmural con distribución vascular, a menudo puede asociar hipocinesia regional o acinesia OMV: núcleo hipointenso dentro del tejido cicatricial hiperintenso



DIAGNÓSTICO POR IMAGEN

Miocarditis

- Es importante realizar una resonancia magnética temprana (dentro de las primeras 2 semanas del comienzo de los síntomas) para mejorar la sensibilidad, ya que algunas anomalías como el edema o la inflamación del miocardio se resuelven con el tiempo, y ya no podrán verse si el estudio se realiza demasiado tarde
- La resonancia magnética es la única técnica que puede detectar edema / inflamación, ayudando a distinguir entre miocarditis aguda y crónica

Hallazgos de imagen

Triple IR	Hiperintensidad por edema miocárdico, que ayuda a distinguir entre miocarditis aguda y crónica. A diferencia de la enfermedad coronaria, no se limita a ningún territorio arterial
Perfusion	Sin alteraciones
LGE	Dos patrones de realce: 1. Realce parcheado subepicárdico de la pared libre del ventrículo izquierdo (↑↑ específico) 2. Realce intramural / en anillo de la pared septal

- Dependiendo del virus causante, el área afectada varía:
 - Parvovirus: pared lateral del epicardio
 - Virus del herpes: tabique interventricular



DIAGNÓSTICO POR IMAGEN

Miocardopatía de Takotsubo

- Diagnóstico de exclusión
- Un balonamiento apical en la angiografía puede sugerir Takotsubo, pero para el diagnóstico específico debe haber una normalización de los hallazgos durante el seguimiento
- La resonancia magnética ayuda a excluir otras miocardopatías

Hallazgos de imagen

Cine	Anomalías transitorias en el movimiento de los segmentos medios del ventrículo izquierdo ± ápex -> balonamiento apical Sin implicación de los segmentos basales
Triple IR	Edema miocárdico transmural en las áreas de movimiento anormal
Perfusion	Sin alteraciones
LGE	X



DIAGNÓSTICO POR IMAGEN

Miocardiopatía hipertrófica

Hallazgos de imagen

- La resonancia magnética permite una mejor evaluación del miocardio, especialmente del ápex
- Se puede utilizar para identificar cambios hipertróficos difusos o focales, así como la restricción en el llenado diastólico del ventrículo izquierdo
- Histológicamente hay desorganización de las fibras y un aumento del tejido conectivo (fibrosis) de la pared del ventrículo izquierdo, traducido en imagen en la resonancia magnética como un realce tardío de gadolinio (LGE) mesocárdico parcheado



PROPUESTA DE ALGORITMO DIAGNÓSTICO

MINOCA

(criterios universales de IAM + no estenosis >50 % en angiografía + no otra causa evidente)

Historia clínica, ECG, análisis de laboratorio y ecocardiografía

Angiografía coronaria

Ventriculografía VI

Causas cardíacas

Causas extracardíacas

Causas coronarias

Patologías miocárdicas

TC

Creatinina sérica

Test de provocación

IVUS/OCT

ETE, ECC

RM Cardíaca

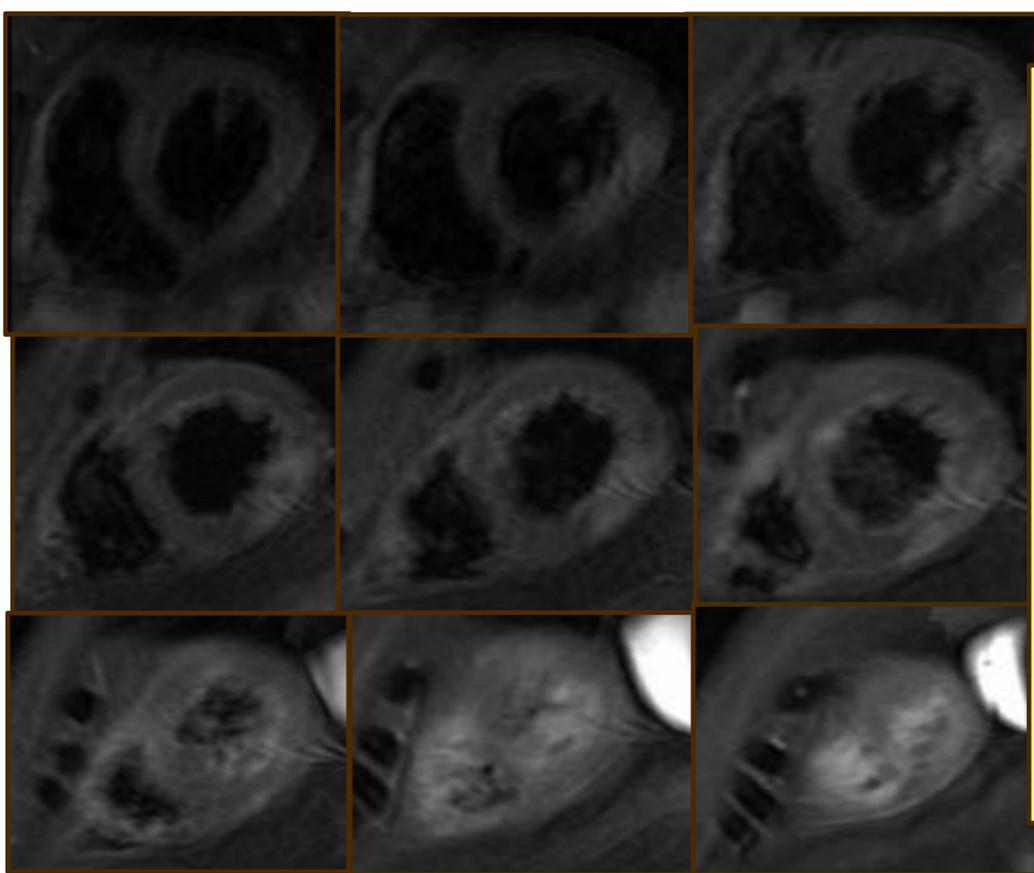
VI: Ventrículo izquierdo
TC: Tomografía computarizada
IVUS: ultrasonidos intravascular
OCT: tomografía de coherencia óptica
ETE: Ecocardiografía transesofágica
ECC: Ecocardiografía con contraste



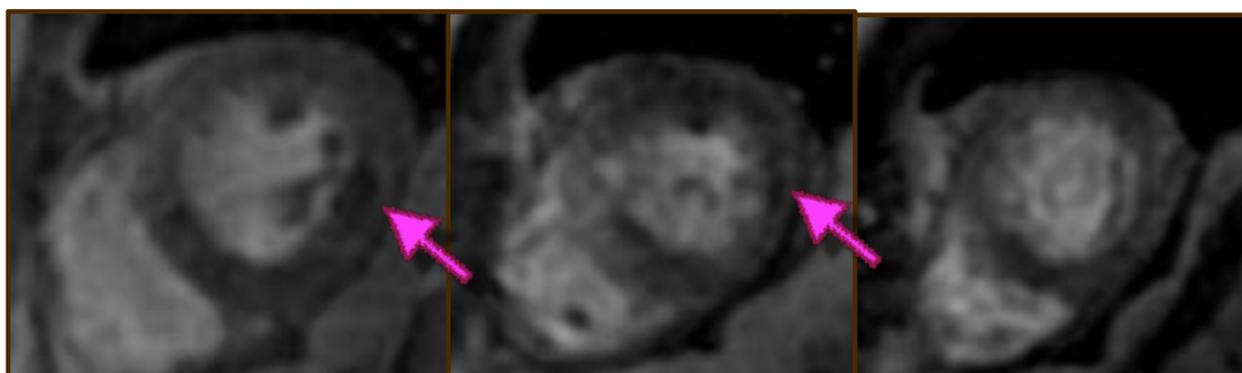
Hombre de 44 años con historia de HTA larga evolución con dolor torácico agudo y niveles de troponina elevados



No lesiones coronarias en la angiografía



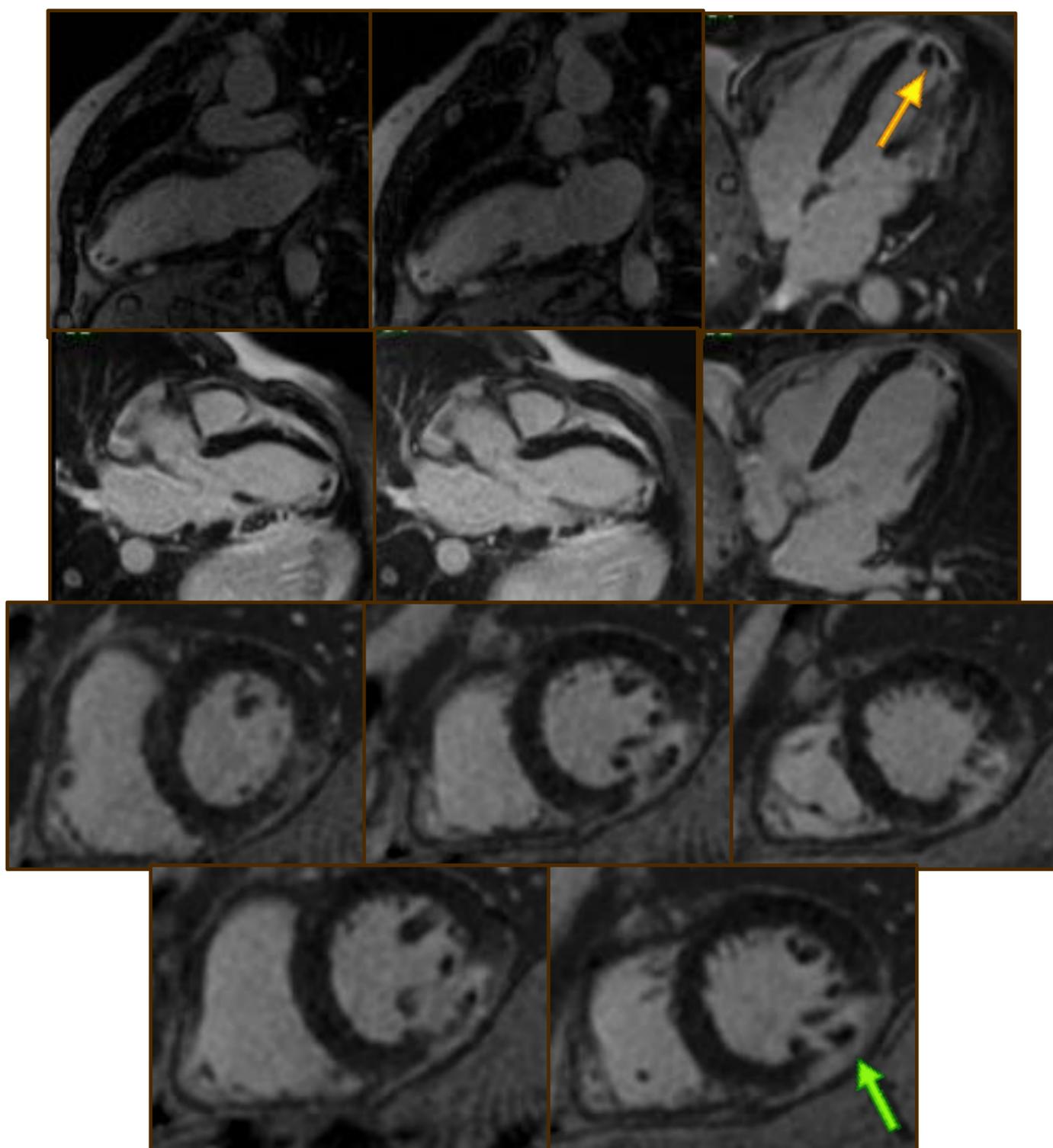
Triple-IR eje corto: edema miocárdico de los segmentos inferior e inferolateral medios e inferior y lateral apical



Perfusión: hipo perfusión en reposo en segmentos laterales medios (flecha rosa)



(Cont.) Hombre de 44 años con historia de HTA larga evolución con dolor torácico agudo y niveles de troponina elevados



LGE (eje largo, 4C y eje corto): LGE transmural en los segmentos inferior inferolateral medios, inferior y lateral apical y ápex, con signos de obstrucción microvascular (flecha verde) y un pequeño trombo apical (flecha amarilla)

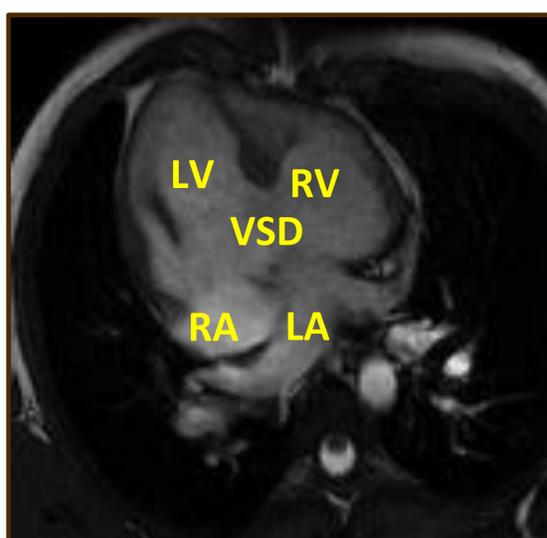
Diagnóstico: IAM con obstrucción microvascular



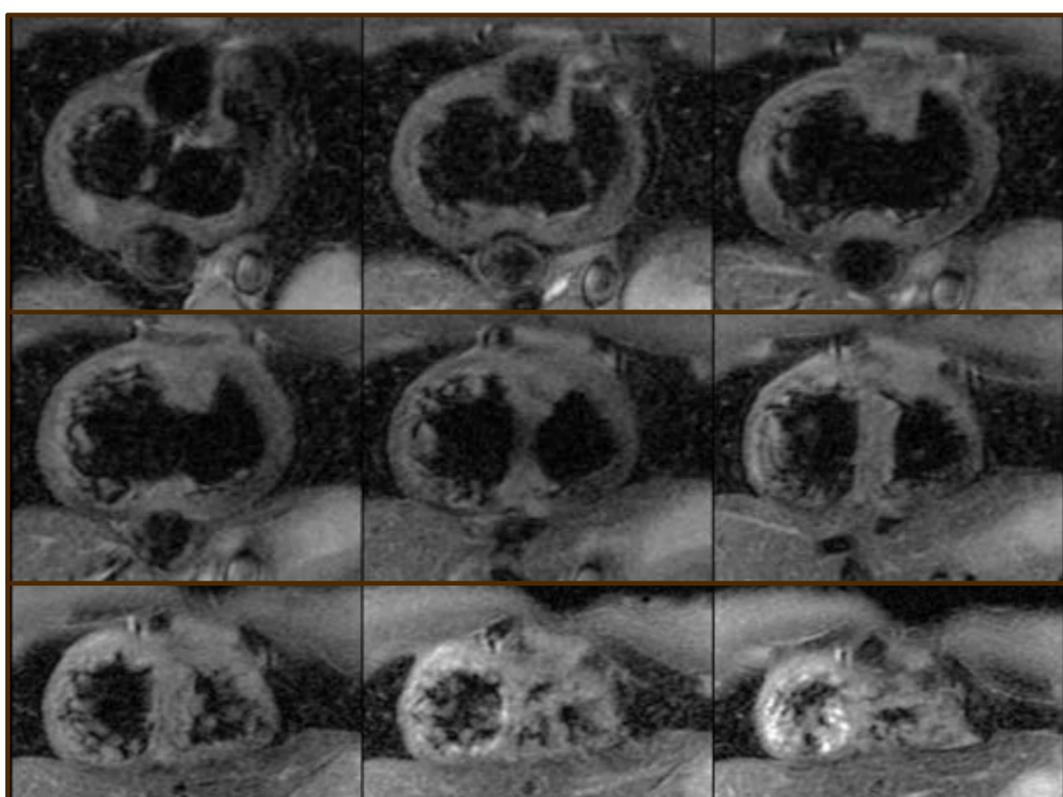
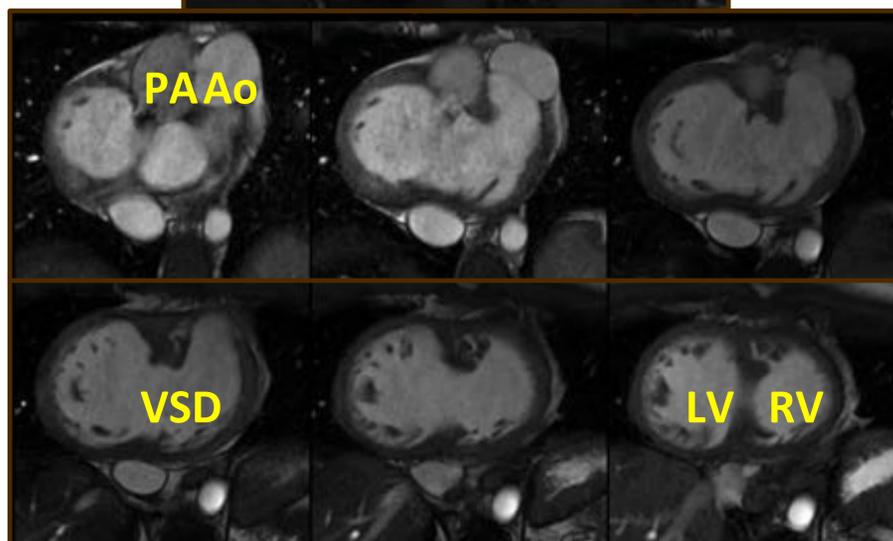
Hombre de 29 años con defecto cardíaco congénito: discordancia auriculoventricular (AVD) con transposición izquierda de los grandes vasos (L-TGA) y defecto del septo interventricular (VsD). Llegas a urgencias con dolor torácico irradiado y elevados niveles de troponinas



No lesiones coronarias en la angiografía



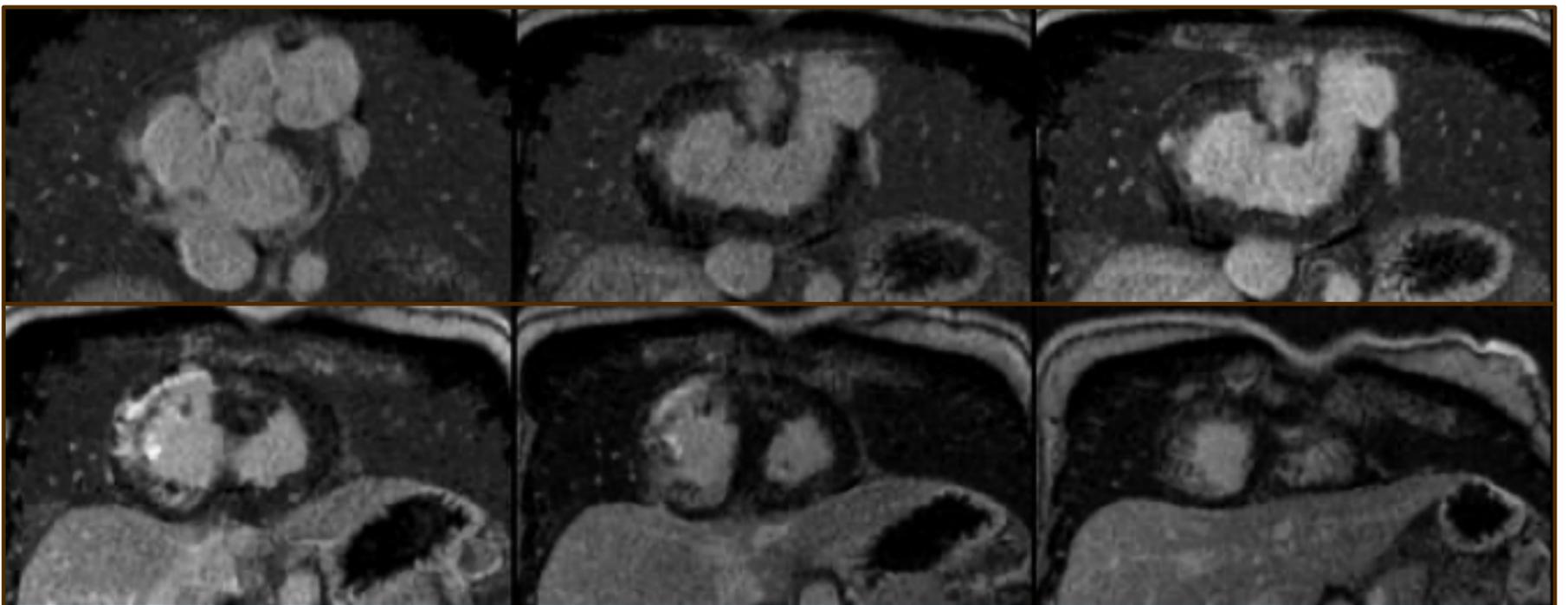
CINE-SSPF eje corto y 4C: AVD + L-TGA + VSD



Hiperseñal en T2WI-TripleIR eje corto de los segmentos anterior y anterolateral medios e inferior del VI sugestivo de edema



(Cont.) Hombre de 29 años con defecto cardíaco congénito: discordancia auriculoventricular (AVD) con transposición izquierda de los grandes vasos (L-TGA) y defecto del septo interventricular (VsD).
Llegas a urgencias con dolor torácico irradiado y elevados niveles de troponinas

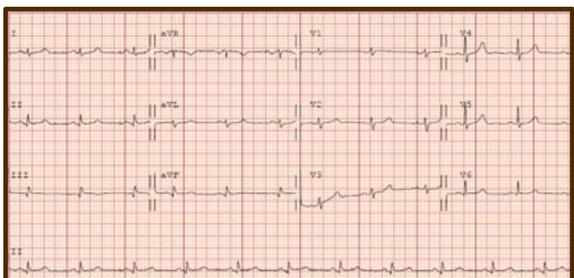


LGE transmural en los segmentos anterolateral basal y medios sugestivo de necrosis (plano coronal)

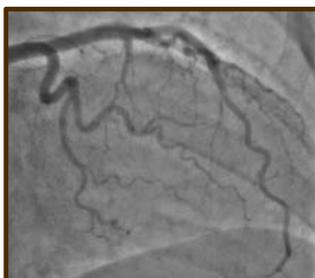
Diagnóstico: IAM en miocardiopatía congénita



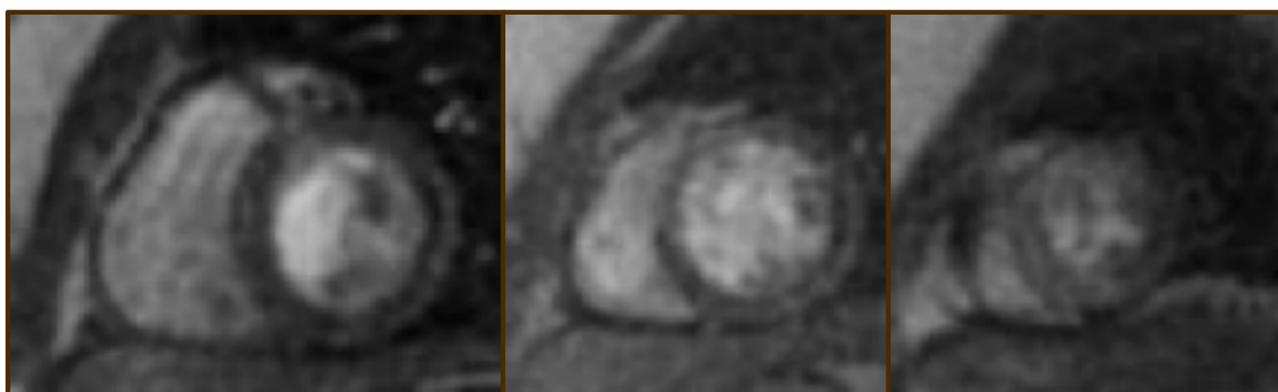
Mujer de 43 años obesa e hipertensa con dolor torácico opresivo



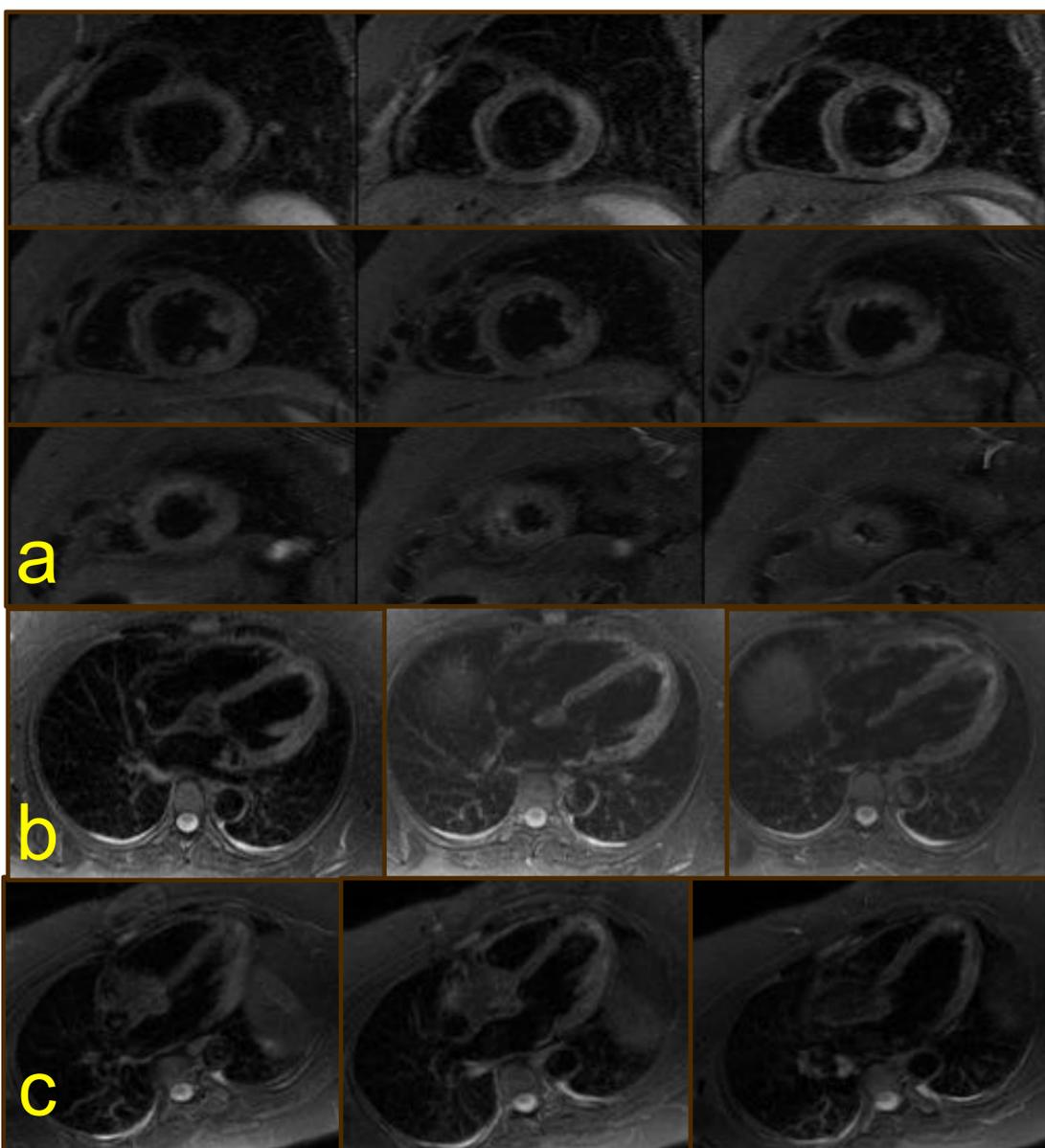
ECG muestra elevación del ST en segmentos inferiores y laterales



No lesiones coronarias en la angiografía



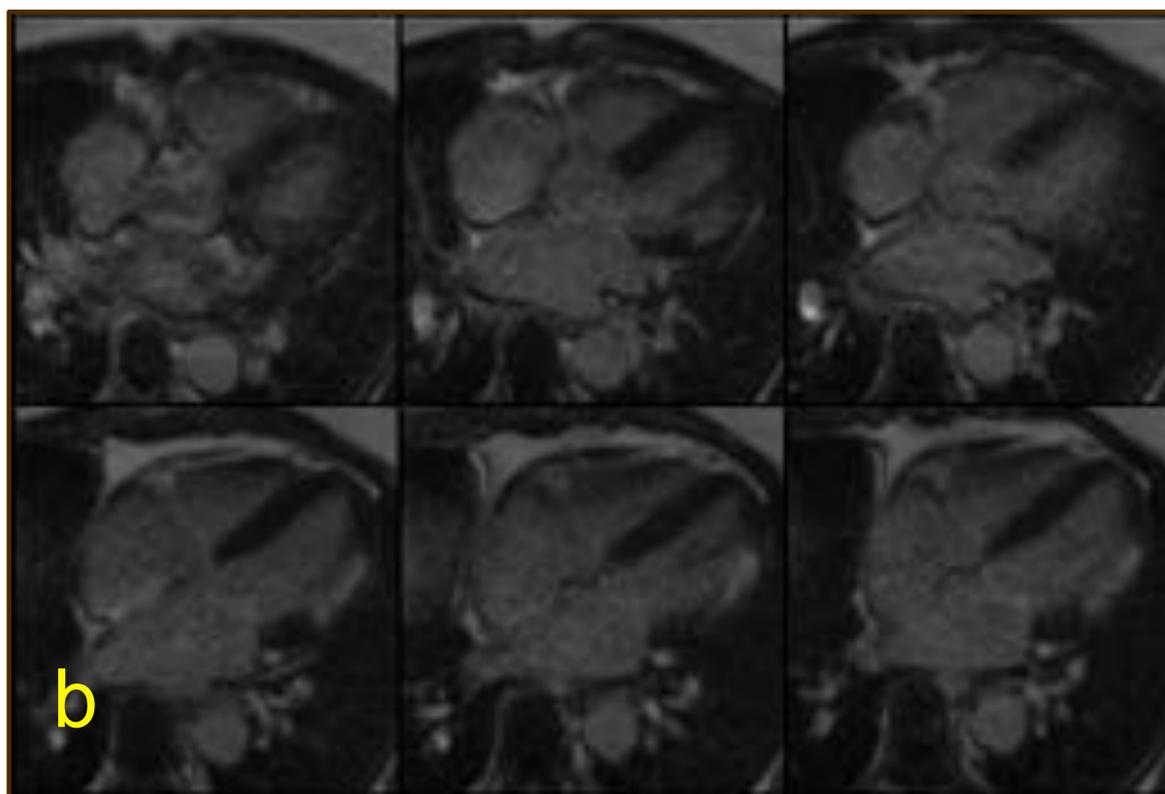
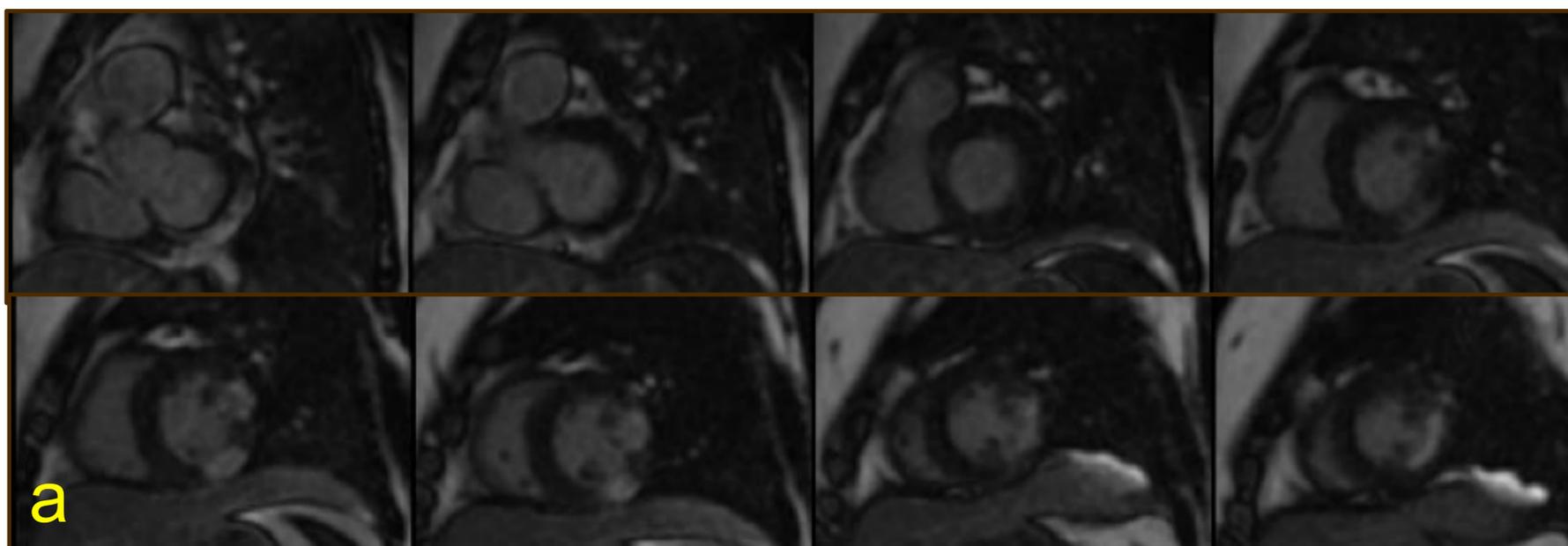
Perfusión eje corto: hipoperfusión en reposo en los segmentos laterales medios



T2WI-TripleIR eje corto (a), 4C (b) y eje largo VI (c) : Edema miocárdico de los segmentos laterales medios y basales



(Cont.) Mujer de 43 años obesa e hipertensa con dolor torácico opresivo

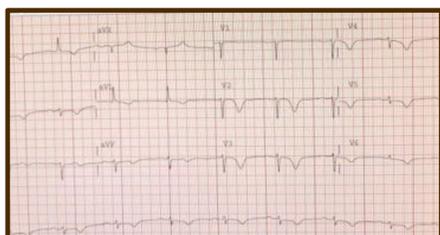


LGE eje corto (a) y 4C (b): LGE transmural en los segmentos medio y apical lateral, correspondiente al territorio de la arteria circunfleja

Diagnóstico: IAM en territorio de la arteria circunfleja



Mujer de 77 años ahogada en la piscina. El socorrista empezó la RCP mientras llegaban los servicios de emergencia. La paciente necesitó intubación orotraqueal y ventilación mecánica



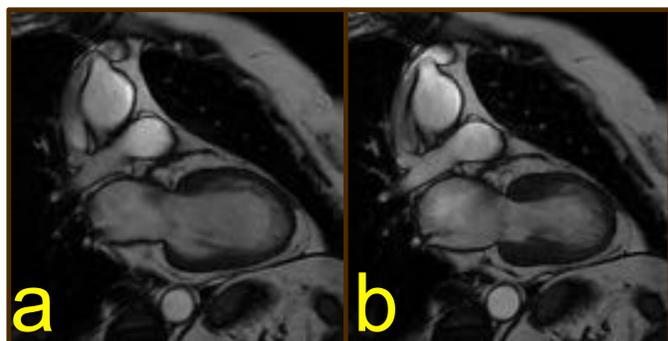
ECG muestra ondas T negativas en segmentos anterolaterales



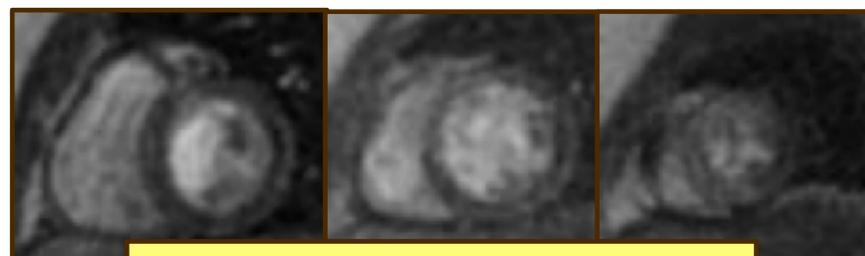
No lesiones coronarias en la angiografía



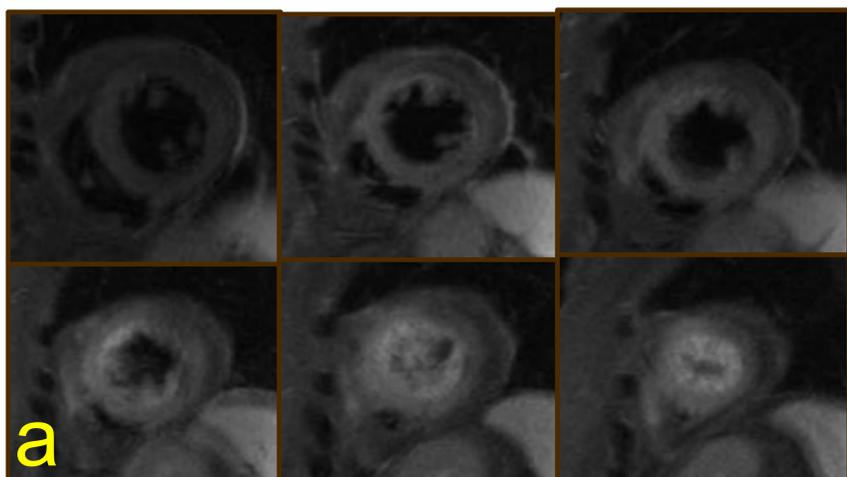
Ventriculografía: discinesia media apical y balonización apical (haz clic en el botón "START" para activar el video)



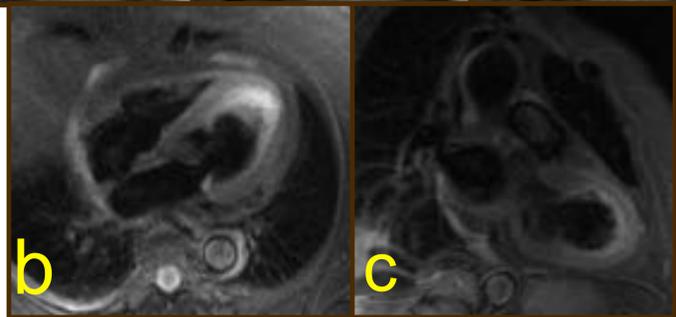
CINE-SSFP eje largo: discinesia apical (diástole (a) y sístole (b))



Perfusión eje corto: sin alteraciones



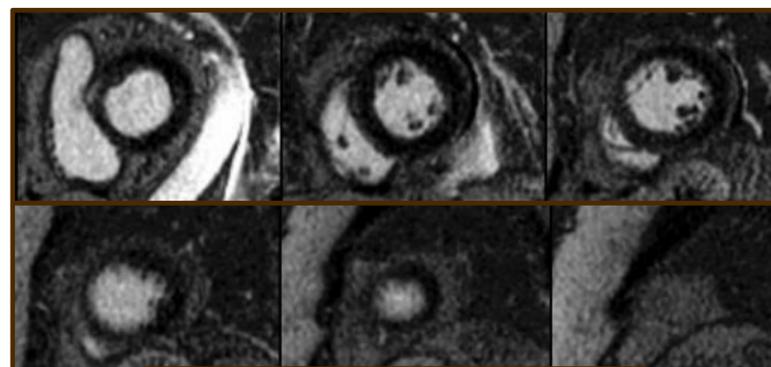
a



b

c

T2WI-TripleIR eje corto (a), 4C (b) y eje largo del VI (c): edema en segmentos apicales

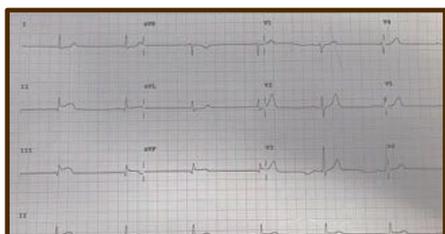


LGE: sin alteraciones

Diagnóstico:
miocardiopatía de Takotsubo



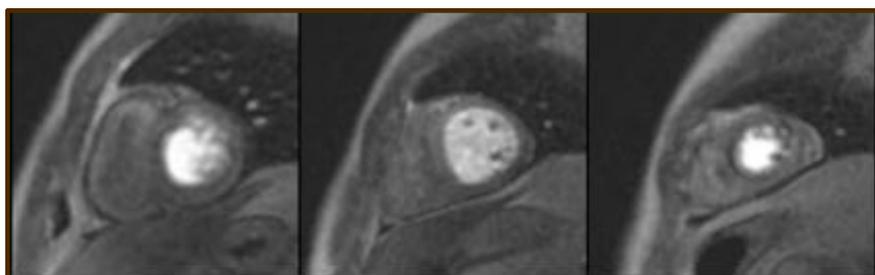
Hombre hipertenso de 35 años aquejado de diarrea los últimos 20 días acude al servicio de urgencias con dolor torácico



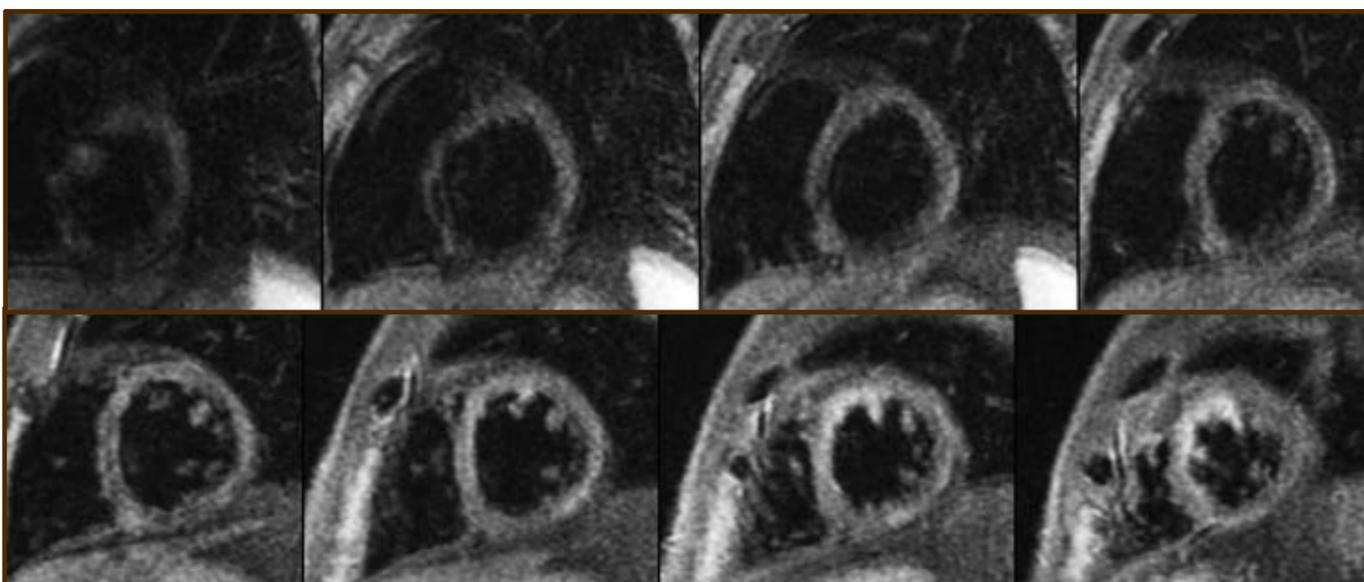
ECG muestra elevación del ST de segmentos inferiores



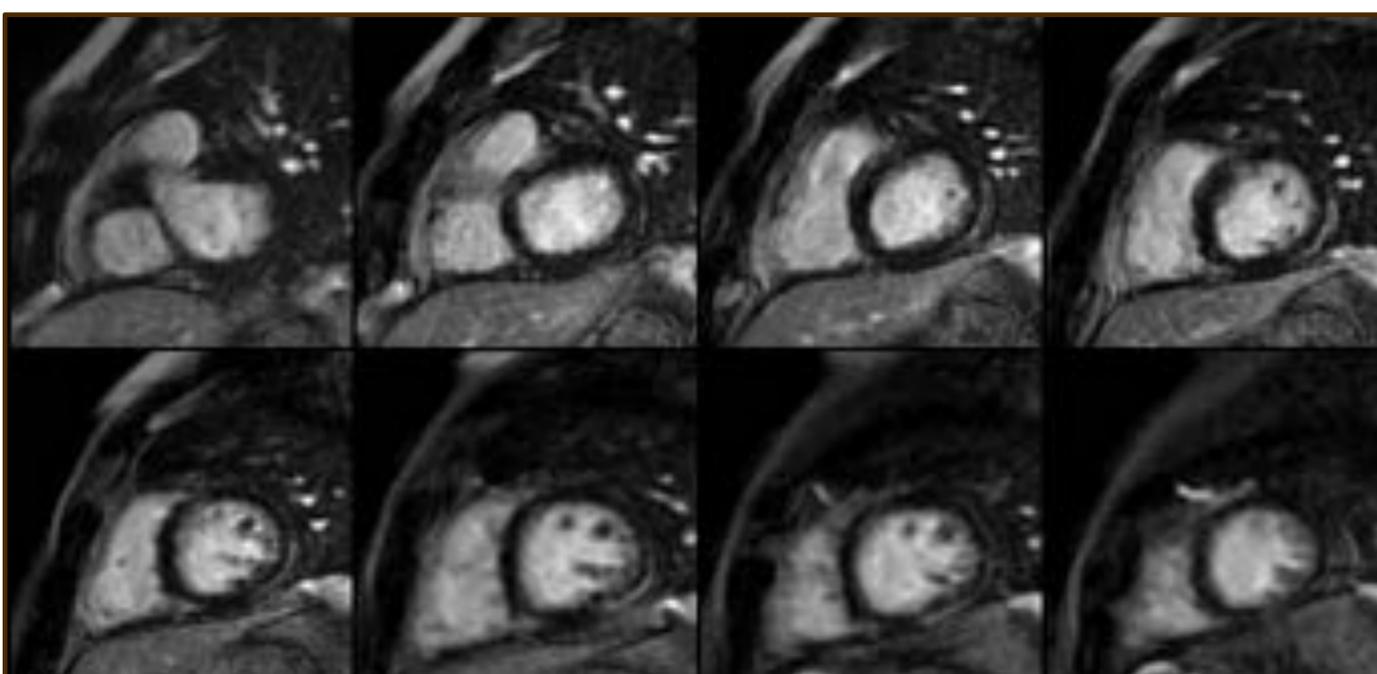
No lesiones coronarias en la angiografía



Perfusión eje corto: sin alteraciones



T2WI-TripleIR eje corto: hiperseñal en relación con edema



LGE eje corto: LGE subepicárdico en segmentos laterales basales y medios, sugestivo de miocarditis

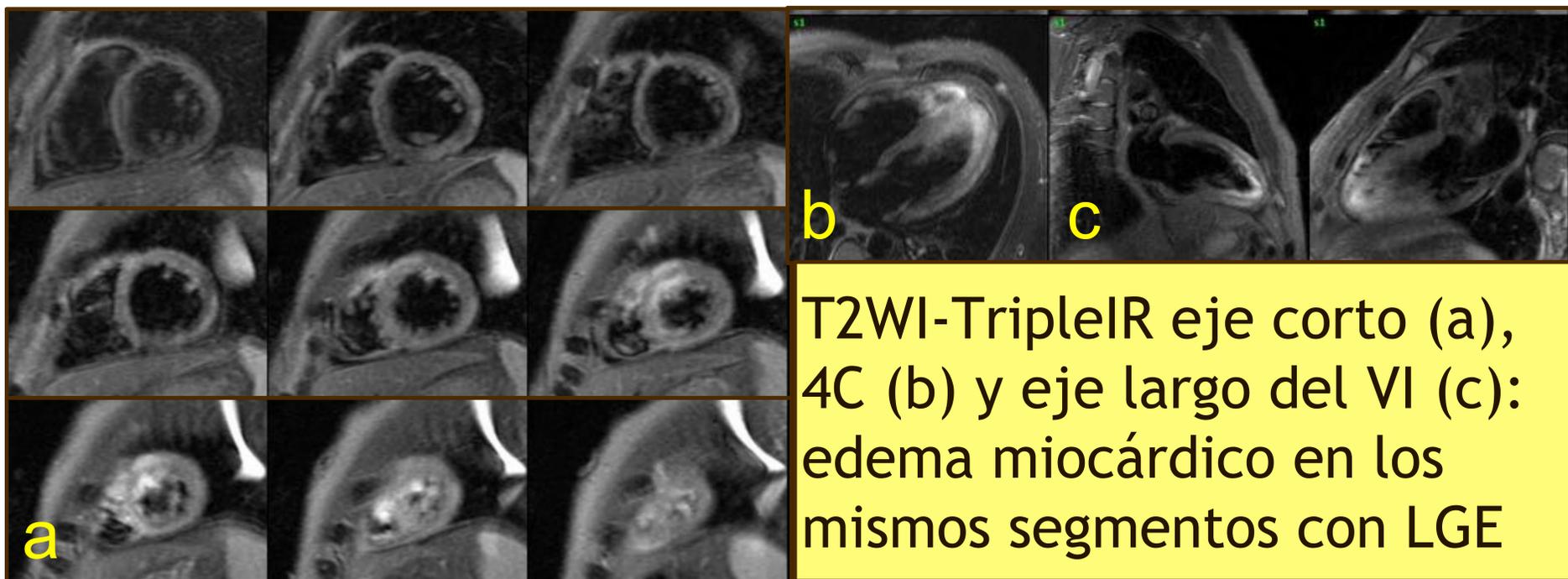
Diagnóstico: miocarditis



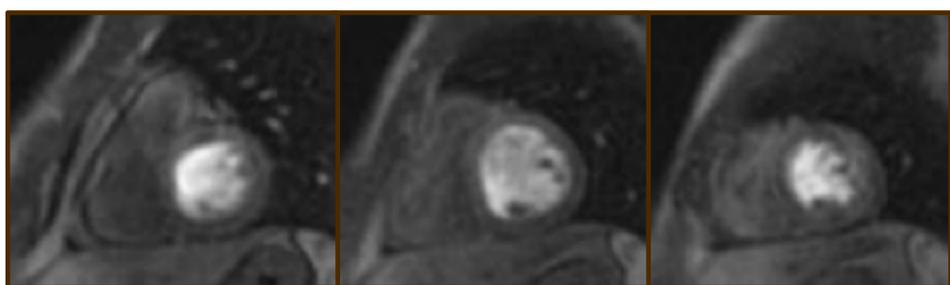
Varón de 29 años alcohólico, fumador y consumidor de cocaína presenta un episodio de dolor torácico opresivo irradiado al epigastrio y miembro superior izquierdo. Los días previos había sufrido dolor orofaríngeo y otalgia intensa



No lesiones coronarias en la angiografía



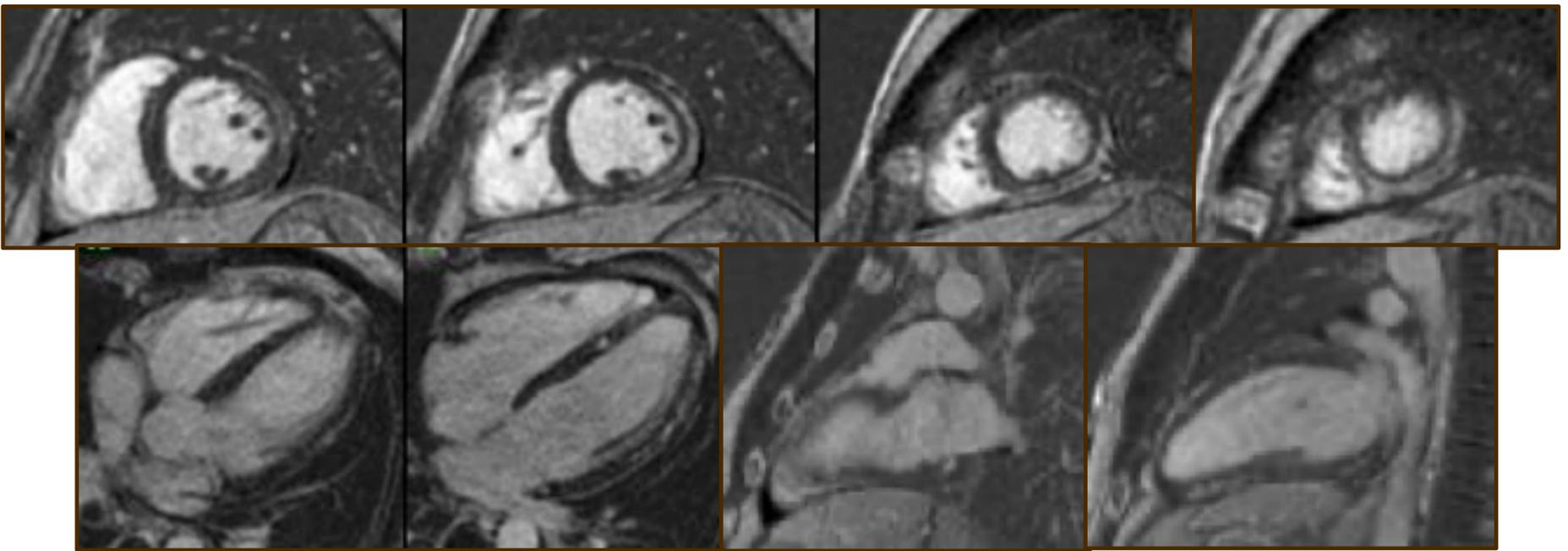
T2WI-TripleIR eje corto (a), 4C (b) y eje largo del VI (c): edema miocárdico en los mismos segmentos con LGE



Perfusión eje corto: sin alteraciones



(Cont.) Varón de 29 años alcohólico, fumador y consumidor de cocaína presenta un episodio de dolor torácico opresivo irradiado al epigastrio y miembro superior izquierdo. Los días previos había sufrido dolor orofaríngeo y otalgia intensa

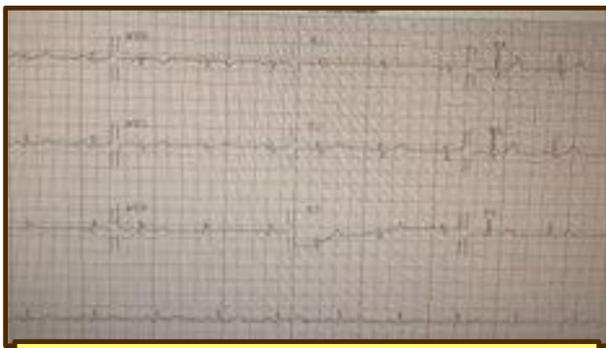


LGE : 1) realce intramiocárdico de los segmentos basal y medio anterolateral y 2) realce subepicárdico de los segmentos inferolateral e inferiores medios + lateral apical, inferior y septal; sugestivo de necrosis/fibrosis

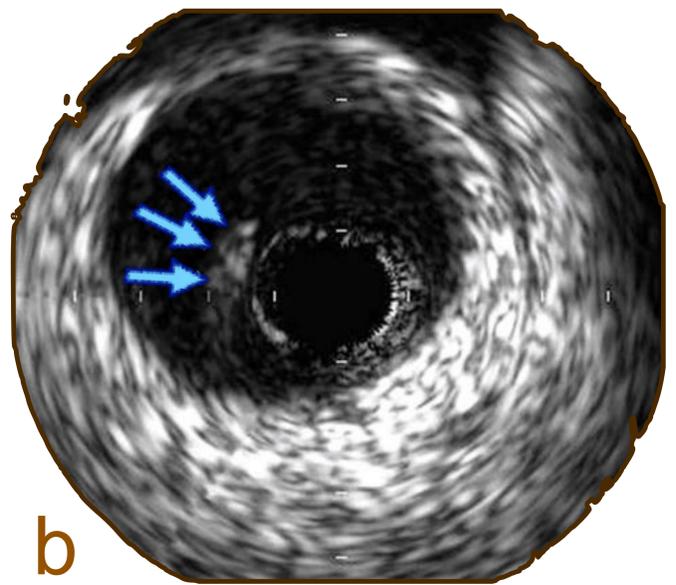
Diagnóstico: miocarditis



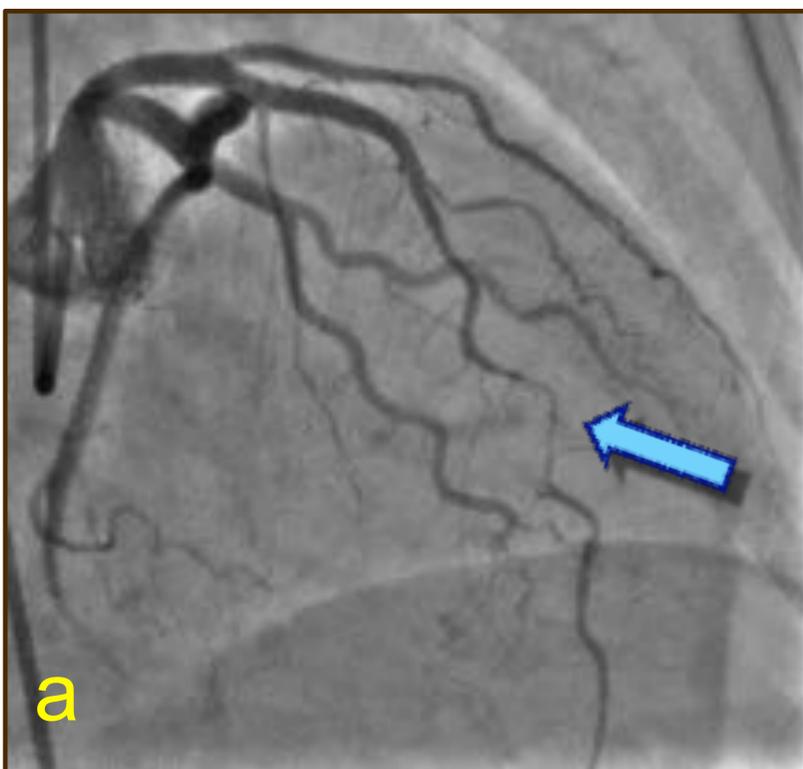
Mujer de 69 años con hipercolesterolemia e hipertensión sufre de dolor torácico agudo después de comer, que se irradia hacia el cuello y el brazo izquierdo



ECG muestra elevación del ST en segmentos anteriores e inferiores



b



a

Angiografía: estenosis de la luz arterial de la arteria descendente anterior izquierda (LAD), sugestivo de disección coronaria (a) confirmado por IVUS (b).

Se colocó un stent en dicha zona, con repermeabilización completa de la arteria (c)

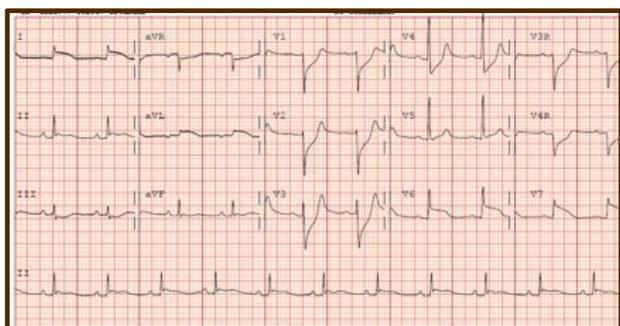


c

**Diagnóstico:
disección coronaria**



Hombre de 62 años presenta episodio de muerte súbita mientras camina por la calle. Es resucitado mediante maniobras de reanimación cardiopulmonar, y es llevado inmediatamente al hospital



ECG muestra elevación del ST de V3-V6



Coronariografía muestra vaso espasmo difuso en el segmento proximal de la arteria circunfleja y de la LAD (flechas verdes)



Resolución del vasoespasmo tras la infusión intracoronaria de nitroglicerina

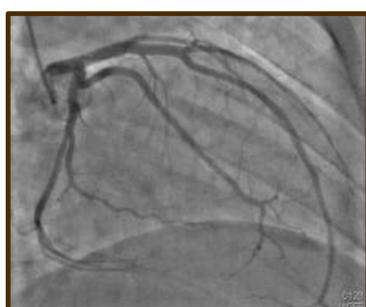
Diagnóstico: vasoespasmo



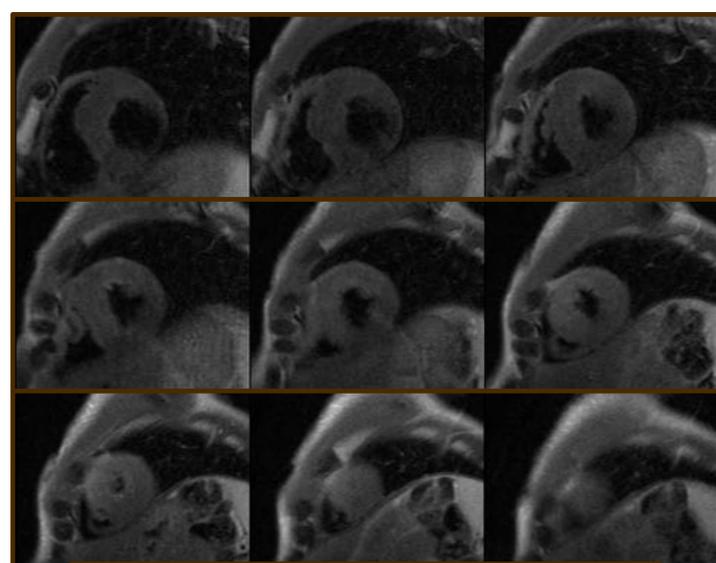
Episodio de muerte súbita en un varón de 28 años mientras corría



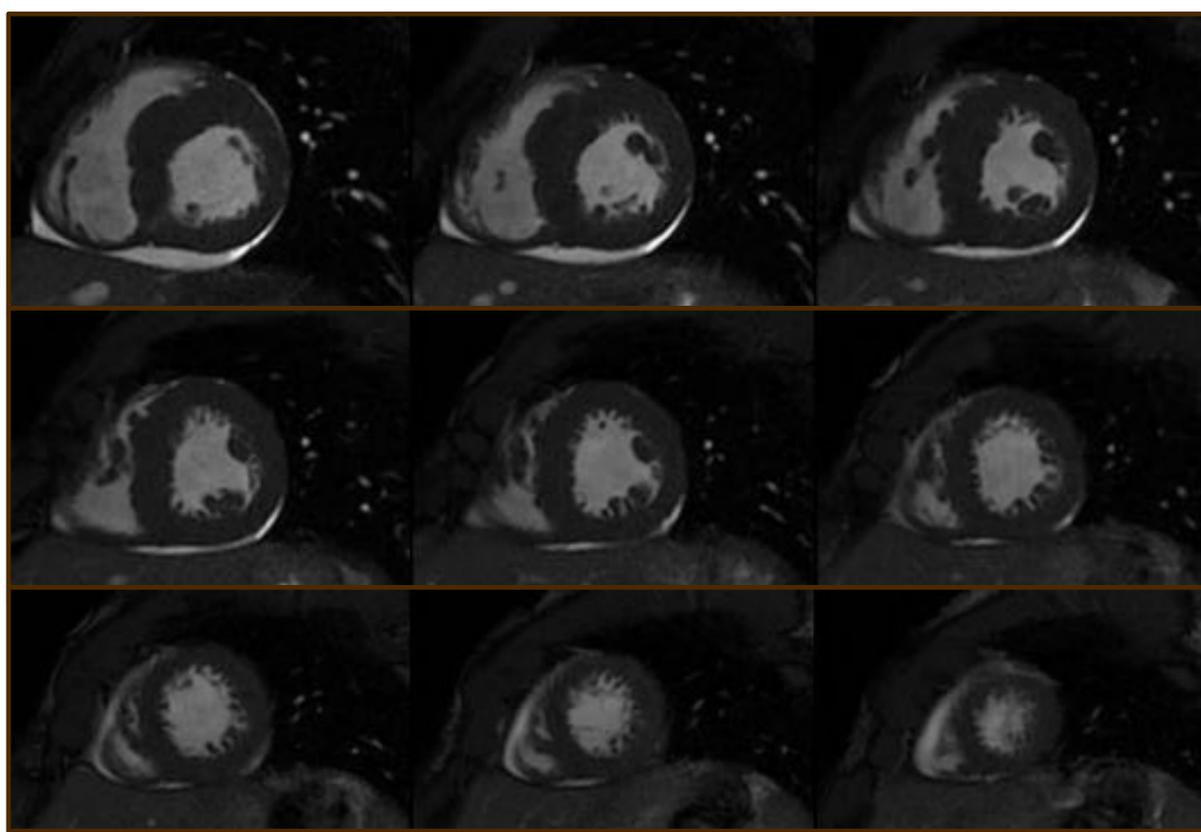
ECG muestra ondas T negativas en los segmentos anterolaterales



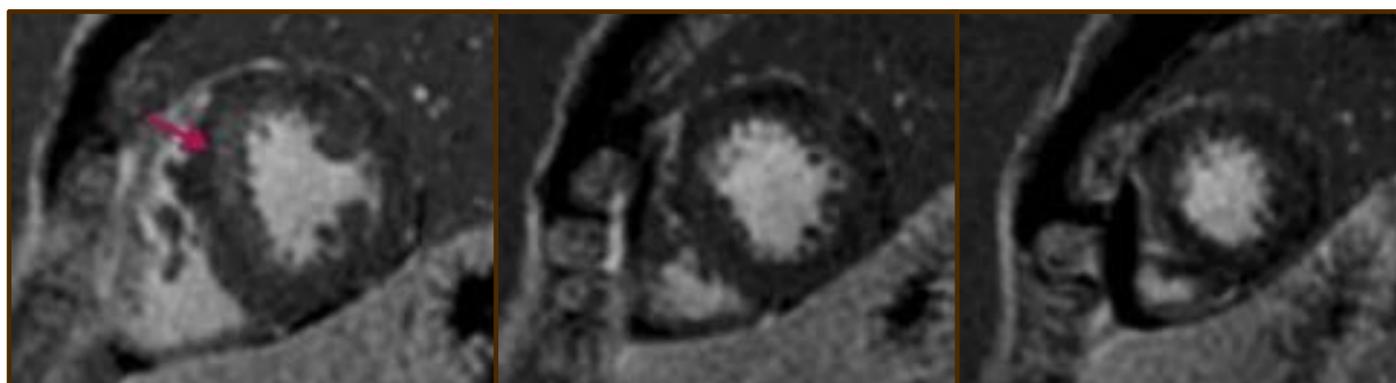
No lesiones coronarias en la angiografía



T2WI-TripleIR: No signos de edema



Hipertrofia asimétrica de la pared anteroseptal (25 mm) en CINE-SSFP



Focos mesocárdicos de LGE en una pared hipertrófica, hallazgos sugestivos de fibrosis

Diagnóstico: miocardiopatía hipertrófica



RESUMEN

	Enfermedades del miocardio			Enfermedades en las arterias coronarias
	Miocarditis	Miocardiópatía de Tako-Tsubo	Miocardiópatía hipertrófica	IAM
CINE	Hipocinesia	Discinesia VI	Engrosamiento de la pared del VI	Hipocinesia/Acinesia Segmentaria
Triple IR	Edema	Edema	+/-	Edema
Perfusion	Normal	Normal	Normal	Hipoperfusión
LGE	Subepicárdico (+S) Mesocárdico	No LGE	Mesocárdico parcheado	Subendocárdico/transmural



REFERENCIAS

1. Agewall S, Beltrame JF, Reynolds HR, Niessner A, Rosano G, Caforio ALP, et al. ESC working group position paper on myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries. *Eur Heart J*. 2016 Apr 28;38(3):143–53.
2. Pasupathy S, Air T, Dreyer RP, Tavella R, Beltrame JF. Systematic review of patients presenting with suspected myocardial infarction and nonobstructive coronary arteries. *Circulation*. 2015;131(10):861–70.
3. Niccoli G, Scalone G, Crea F. Acute myocardial infarction with no obstructive coronary atherosclerosis: Mechanisms and management. *Eur Heart J*. 2015;36(8):475–81.
4. Lyubarova R, Schulman-Marcus J. Editorial commentary: Naming the misfits – MINOCA, ACSNNOCA, and the rest of the family. *Trends Cardiovasc Med*. Elsevier Inc.; 2018;28(8):552–3.
5. Scalone G, Niccoli G, Crea F. Pathophysiology, diagnosis and management of MINOCA: an update. *Eur Hear J Acute Cardiovasc Care*. 2018 Jun 28;1:204887261878241.
6. Poku N, Noble S. Myocardial infarction with non obstructive coronary arteries (MINOCA): a whole new ball game. *Expert Rev Cardiovasc Ther*. Taylor & Francis; 2017 Jan 2;15(1):7–14.
7. Sheikh AR, Sidharta S, Worthley MI, Yeend R, Di Fiore DP, Beltrame JF. The importance of evaluating patients with MINOCA (myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries). *Int J Cardiol*. Elsevier B.V.; 2015 Nov;199:386–8.
8. Tornvall P, Brolin EB, Caidahl K, Cederlund K, Collste O, Daniel M, et al. The value of a new cardiac magnetic resonance imaging protocol in Myocardial Infarction with Non-obstructive Coronary Arteries (MINOCA) – a case-control study using historical controls from a previous study with similar inclusion criteria. *BMC Cardiovasc Disord*. BMC Cardiovascular Disorders; 2017 Dec 24;17(1):199.
9. Sivakumar R, Amancharla RKG, Murthy SB. ACS like presentation with normal coronaries: Are they all MINOCA? Utility of cardiac MRI. *IHJ Cardiovasc Case Reports*. 2017;1(3):132–4.
10. Ezhumalai B. Myocardial Infarction with Non-Obstructive Coronary Arteries (MINOCA) – Now trending in Guidelines. *J Clin Trials Cardiol*. 2018;5(1):1–1.
11. Tamis-Holland JE, Jneid H. Myocardial Infarction With Nonobstructive Coronary Arteries (MINOCA): It's Time to Face Reality! *J Am Heart Assoc*. 2018 Jul 3;7(13):e009635.



12. Pasupathy S, Tavella R, Beltrame JF. Myocardial Infarction with Nonobstructive Coronary Arteries (MINOCA): The Past, Present, and Future Management. *Circulation*. 2017;135(16):1490–3.
13. Dastidar AG, Rodrigues JCL, Ahmed N, Baritussio A, Bucciarelli-Ducci C. The Role of Cardiac MRI in Patients with Troponin-Positive Chest Pain and Unobstructed Coronary Arteries. *Curr Cardiovasc Imaging Rep*. 2015 Aug 12;8(8):28.
14. Behairy NH, Mansour SM. Pattern of delayed myocardial enhancement: A key to differentiate ischemic and non-ischemic cardiomyopathies. *Egypt J Radiol Nucl Med*. Elsevier B.V.; 2014;45(1):53–60.
15. Satoh, Hiroshi; Sano, Makoto; Suwa, Kenichiro; Saitoh T. Distribution of late gadolinium enhancement in various types of cardiomyopathies: Significance in differential diagnosis, clinical features and prognosis. *World J Cardiol*. 2014;6(7):585.
16. Franco A, Javidi S, Ruehm SG. Delayed Myocardial Enhancement in Cardiac Magnetic Resonance Imaging. *J Radiol Case Rep*. 2015;9(6):6–18.
17. Cummings KW, Bhalla S, Javidan-Nejad C, Bierhals AJ, Gutierrez FR, Woodard PK. A Pattern-based Approach to Assessment of Delayed Enhancement in Nonischemic Cardiomyopathy at MR Imaging. *RadioGraphics*. 2009 Jan;29(1):89–103.
18. Ordovas, Karen G.; Higgins CB. Delayed Contrast Enhancement on MRI Images of Myocardium: Past, Present, Future. *Radiology*. 2011;261(2):358– 374.
19. Pasupathy S, Tavella R, Beltrame JF. Unravelling the Enigma of MI With Nonobstructive Coronary Arteries. *Am Coll Cardiol*. 2017;12(Figure 2).
20. Dastidar AG, Rodrigues JCL, Johnson TW, De Garate E, Singhal P, Baritussio A, et al. Myocardial Infarction With Nonobstructed Coronary Arteries. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2017 Oct;10(10):1204–6.
21. Deepti S, Bansal R, Singh S. ST segment elevation myocardial infarction with normal coronary arteries. *Heart Asia*. 2018 Aug 17;10(2):e011084.
22. Paiocchi VL, Leo LA, Marcon S, Moccetti T, Fulvio F. The diagnostic dilemma of myocardial infarction with unobstructed coronary arteries. *Cardiovasc Med*. 2017;20(04):105–7.