

Utilidad de la resonancia magnética cardíaca en el diagnóstico de pacientes con infarto de miocardio sin lesiones coronarias obstructivas (MINOCA)

Utility of cardiac magnetic resonance in patients with myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries

Sara Elizabeth Ramirez-Flores ^{1,2}

RESUMEN

El estudio de resonancia magnética cardíaca es de suma importancia para conocer la causa subyacente a los pacientes que ingresan con diagnóstico de infarto de miocardio sin lesiones coronarias obstructivas (MINOCA), dividiéndolos en dos grandes grupos: las causas isquémicas y las no isquémicas. Presentamos dos casos, el primero de ellos es el de una paciente mujer de 22 años que ingresa con dolor torácico agudo, cambios en el electrocardiograma, presenta elevación de enzimas cardíacas y angiotomografía coronaria sin lesiones ateromatosas significativas; el estudio de resonancia magnética cardíaca cumplió con los criterios de Lake Louis 2018 para el diagnóstico de miocarditis aguda. El segundo caso, un paciente varón de 30 años que ingresa por dolor torácico agudo, cambios en el electrocardiograma, elevación de enzimas cardíacas y cateterismo cardíaco sin lesiones ateromatosas significativas; el estudio de resonancia magnética cardíaca concluyó en el diagnóstico de infarto de miocardio agudo.

Palabras clave: MINOCA, resonancia magnética cardíaca, miocarditis aguda, infarto de miocardio agudo

ABSTRACT

Cardiac magnetic resonance is a very important imaging modality to identify the underlying aetiology in patients admitted with diagnosis of myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries (MINOCA), dividing them into two large groups: ischemic versus non-ischemic causes. We present two cases, first of them, a 22 year-old female patient who was admitted referring acute chest pain, an electrocardiogram revealed ST elevation, elevated serum cardiac biomarkers and non-invasive angiography with non-obstructive coronary arteries, she underwent cardiac magnetic resonance which fulfilled 2018 Lake Louis criteria for acute myocarditis. Second case, a 30 year-old male patient presented to the emergency department with a history of acute chest pain, an electrocardiogram was obtained revealing ST elevation, elevated cardiac troponine and cardiac catheterization with non-obstructive coronary arteries, patient underwent cardiac magnetic resonance demonstrating acute myocardial infarction.

Key words: MINOCA, cardiac magnetic resonance, acute myocarditis, acute myocardial infarction

1. Unidad de Diagnóstico por Imagen Cardiovascular (UDIC) - Centro de Diagnóstico por Imagen de la Clínica Internacional.
2. Unidad de Imagen Cardiovascular - Servicio de Cardiología. Hospital Central de la Fuerza Aérea del Perú.

Citar como: Ramírez-Flores S. Utilidad de la resonancia magnética cardíaca en el diagnóstico de pacientes con infarto de miocardio sin lesiones coronarias obstructivas (MINOCA). *Interciencia méd.* 2023;13(1): 37-43 DOI: <https://doi.org/10.56838/icmed.v13i1.131>

Recibido: 6/10/2021 **Aprobado:** 08/02/2022



Esta obra está bajo una licencia internacional [Creative Commons Atribución 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Introducción

El diagnóstico de infarto de miocardio sin lesiones coronarias obstructivas (MINOCA) requiere cumplir con el criterio de infarto de miocardio (según la cuarta definición de infarto de 2018,¹ tabla 1), asociado a la ausencia de lesiones coronarias obstructivas (evaluadas por angiotomografía de arterias coronarias o angiografía invasiva);² según algunos reportes tiene una prevalencia de 8.8%.³ Dentro de este grupo tenemos un gran número de entidades que difieren en el manejo y pronóstico, por lo cual su identificación temprana es muy importante. Las estrategias en el manejo están referidas a los cuidados de soporte en emergencia, un plan de trabajo para identificar el diagnóstico, terapias cardioprotectoras independientes de la causa del MINOCA y terapias dirigidas al diagnóstico identificado.⁴

Tabla 1

Criterios de la cuarta definición de Infarto de miocardio agudo

La cuarta definición de infarto de miocardio agudo (IMA) se define por la presencia de:

1. Injuria miocárdica aguda con evidencia clínica de isquemia miocárdica y
2. Detección del incremento y/o caída de la troponina cardíaca (cTnI o cTnT) con al menos un valor por encima del percentil 99 y
3. Con al menos una de las siguientes:
 - Síntomas de isquemia miocárdica
 - Cambios isquémicos en el electrocardiograma nuevos
 - Presencia de ondas Q patológicas
 - Evidencia por estudio de imagen de pérdida de miocardio viable, trastornos de motilidad segmentarios con un patrón que sugiera etiología isquémica
 - Identificación de trombo coronario por angiografía o autopsia

Dentro de las causas de MINOCA se encuentran las de etiología aterosclerótica, es decir aquellas que tienen lesiones coronarias no obstructivas (menos del 50% de obstrucción) y que presentan ruptura de placa aterosclerótica; dentro de las causas no ateroscleróticas de MINOCA se encuentran la disfunción microvascular, la trombosis coronaria, vasoespasma coronario, disección espontánea de la arteria coronaria, la embolia coronaria y el desbalance entre la oferta y la demanda (infarto de miocardio tipo 2). Asimismo, hay un grupo de causas que simulan MINOCA, en este grupo se encuentran la miocarditis aguda, el síndrome de Tako Tsubo y las miocardiopatías (tabla 2).

Tabla 2

Causas de infarto de miocardio sin lesiones coronarias obstructivas (MINOCA)

Causas ateroscleróticas de MINOCA	Disrupción de placa
Causas no ateroscleróticas de MINOCA	Vasoespasma coronario epicárdico ⁰
	Disfunción microvascular coronaria
	Trombo coronario / Embolia coronaria
Causas que simulan MINOCA	Disección espontánea de la arteria coronaria
	Desbalance entre oferta y demanda
	Síndrome de Tako Tsubo
	Cardiomiopatías
	Miocarditis

La resonancia magnética cardíaca puede contribuir en el diagnóstico hasta en más de 70% de los pacientes con MINOCA como lo evaluado en el estudio SMINC-2⁵ y hasta el 87% de los casos, según refiere la Guía de Manejo de Síndrome Coronario Agudo en pacientes sin elevación persistente del ST.⁶ Dentro de este grupo permite un manejo adecuado e identificación de aquellos pacientes en los cuales el diagnóstico es un verdadero infarto de miocardio agudo; en estudios se alcanza hasta un 20% del total de casos de MINOCA,⁵ en estos casos el tratamiento debe ser con doble antiagregación y anticoagulación, medicación que debe ser evitada en aquellos que no tienen causa isquémica, por el alto riesgo de sangrado que ocasiona.²

Dentro de las causas no isquémicas que simulan un cuadro de MINOCA, la miocarditis es la causa más común, alcanzando 41.6% a 59.9% de estos casos,⁷ en estudios de pacientes evaluados con resonancia magnética cardíaca.

Presentamos dos casos de pacientes que fueron referidos a la Unidad de Diagnóstico por Imagen Cardiovascular (UDIC) del Centro de Diagnóstico por Imagen (CDI) de la Clínica Internacional, procedentes de hospitales públicos, con diagnóstico de MINOCA, para la realización del estudio de resonancia magnética cardíaca con la finalidad de determinar la causa subyacente.

Casos Clínicos

Caso 1

Paciente mujer de 22 años, sin factores de riesgo cardiovascular, ingresa a Hospital Nivel II por presentar dolor torácico opresivo de intensidad 9/10, localizado en tórax anterior, irradiado a cuello y asociado a síntomas neurovegetativos (diaforesis y sensación nauseosa), permaneciendo 1 día aproximadamente, luego de lo cual es referida a Hospital Nivel III con el diagnóstico de infarto de miocardio con elevación del segmento ST (IMSTE).

Al ingresar la paciente al Hospital nivel III, se realizan los estudios que se detallan a continuación:

Electrocardiograma: Ritmo sinusal de base con elevación del segmento ST de 3 mm en derivadas V2-V6 y 1 mm en derivadas I y avL con ondas T negativas, ondas T aplanadas en derivadas II, III y avF (figura 1).

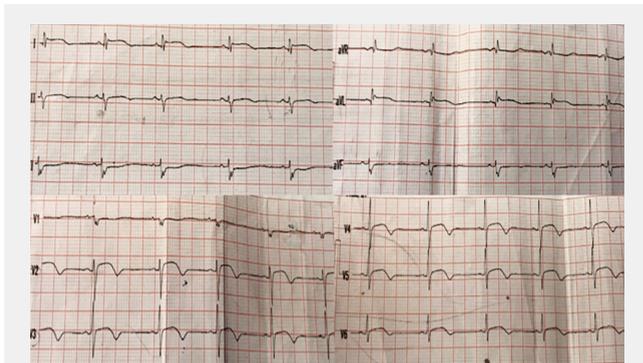


Figura 1. Electrocardiograma de ingreso: ritmo sinusal con elevación del segmento ST en derivadas V2-V6, I y avL y ondas T aplanadas en derivadas II, III y avF

Exámenes de laboratorio: Elevación de enzimas cardíacas [Troponina I: 476 ng/ml (VN: 0-0.04 ng/ml)] y [CPK MB: 51.7 U/L (VN: 0-10U/L)]. Perfil lipídico dentro de los valores de la normalidad.

Con estos exámenes se confirma el diagnóstico de infarto de miocardio agudo con elevación del segmento ST (IMSTE anterolateral) por lo que se decide valorar las arterias coronarias con una angiotomografía para descartar etiología coronaria (ruptura y/o erosión de placa o disección coronaria)

TC de arterias coronarias: Sin lesiones ateromatosas significativas. Puente intramiocárdico superficial.

Con este resultado se realiza el diagnóstico de infarto de miocardio sin lesiones coronarias obstructivas (MINOCA).

Ecocardiograma: Disfunción sistólica del VI reducida (FEVI: 35%). Insuficiencia tricuspídea leve y pulmonar leve, VD con función límite, impresiona pseudoaneurisma septal apical.

Resonancia Magnética: Se decide la realización de un estudio de resonancia magnética cardíaca para descartar miocarditis aguda vs. miocardio no compactado vs. Síndrome de Tako Tsubo. El estudio de resonancia magnética cardíaca se realiza a los 13 días del evento. Se lleva a cabo el protocolo de estudio para MINOCA, observándose lo que se detalla a continuación:

Cines longitudinales y multicine eje corto: Ventrículo izquierdo dilatado con volúmenes telediastólico y telesistólico indexados incrementados, incremento de trabeculaciones en pared lateral sin cumplir criterios de no compactación. Función sistólica del ventrículo izquierdo moderadamente reducida (FEVI 34%) con

acinesia anterior, anterolateral, inferolateral, inferior e inferoseptal medial y anterior, lateral e inferior apical; hipocinesia anterior, anterolateral, inferolateral e inferior basal, anteroseptal medial así como septal apical. Ventrículo derecho no dilatado con función sistólica disminuida (FEVD 36%). Derrame pericárdico leve.

Secuencia T2 STIR y T2 mapping: Edema miocárdico en todos los segmentos a excepción del segmento inferior e inferoseptal basal. Elevación del valor de T2 mapping: 55-75 ms (VN: < 50 ms).

Secuencia de realce tardío y T1 mapping nativo y post contraste: Fibrosis de tipo no isquémica con patrón:

Intramiocárdico lineal: segmentos anteroseptal e inferoseptal basal y anteroseptal medial.

Subepicárdico: segmentos anterior, anterolateral, inferolateral e inferior basal; anterior, anterolateral, inferolateral, inferior e inferoseptal medial; septal, anterior, lateral e inferior apical.

Elevación del valor de T1 mapping: 1230 -1711 ms (VN por MOLLI 3T Skyra: 1226 +/- 38.0 ms)

Incremento del volumen extracelular (VEC): 64% (fibrosis intersticial difusa)

La paciente cumple con los 2 criterios principales de Lake Louise modificados 2018:^{8,9}

1. Edema miocárdico (hiperintensidad en T2 STIR y elevación del T2 mapping).
2. Injuria miocárdica no isquémica (fibrosis miocárdica, elevación del T1 mapping e incremento del volumen extracelular).

Adicionalmente, también cumple con los criterios de soporte: pericarditis con derrame pericárdico y disfunción sistólica del VI (figura 2).

La paciente recibió tratamiento con medidas cardioprotectoras en la fase aguda, así como seguimiento para valorar la evolución a un posible cuadro de insuficiencia cardíaca crónica al alta.

En este caso, la causa fue una patología que simula un cuadro de MINOCA: miocarditis aguda.

Caso 2

Paciente varón de 30 años con antecedente de hipertrigliceridemia e infección por covid-19, 6 meses antes de su ingreso. Ingresa a servicio de emergencia de Hospital Nivel III por presentar dolor torácico atípico (tipo hincada), de intensidad 8/10, no irradiado, no relacionado a esfuerzo físico, sin síntomas neurovegetativos.

Al ingreso al Hospital nivel III, se realizaron los siguientes estudios:

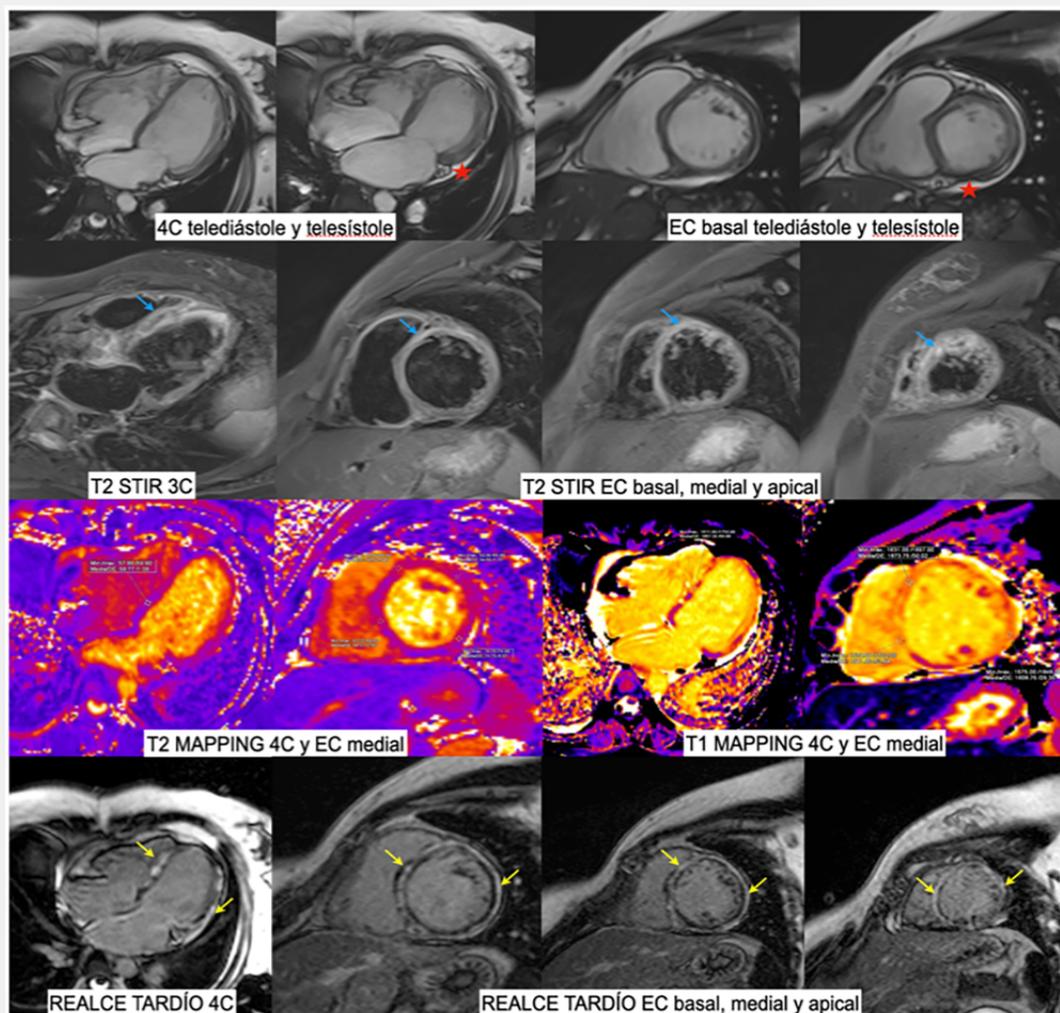


Figura 2. Resonancia magnética cardíaca: VI dilatado con disfunción sistólica moderada (FEVI 34%) y disfunción sistólica del ventrículo derecho (FEVD 36%), derrame pericárdico leve (asterisco rojo). Edema miocárdico evaluado por las secuencias T2 STIR y T2 mapping (flecha celeste). Fibrosis miocárdica con patrón intramiocárdico y subepicárdico (etiología no isquémica) y fibrosis intersticial difusa (VEC 64%) (flecha amarilla). (VI: ventrículo izquierdo, FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo, FEVD: fracción de eyección del ventrículo derecho, T2: secuencia potenciada en T2, STIR: short-tau inversion recovery, VEC: volumen extracelular)

Electrocardiograma: Ritmo sinusal de base con elevación del segmento ST de 3 mm en derivadas V3-V4, 2 mm en derivada V2 y 1 mm en derivadas I, II y V5-V6 con ondas T bifásicas en V3-V6, ondas Q en derivadas V3-V6 (figura 3).

Exámenes de laboratorio: Elevación de troponinas [Troponina I: 48.6 ng/ml (VN: 0-0.04 ng/ml)] Perfil lipídico [Colesterol total: 208 mg/dL (VN: < 200 mg/dL), LDL: 86 mg/dL (VN: < 100 mg/dL), HDL: 27 mg/dL (VN: 40-60 mg/dL), Triglicéridos: 473 mg/dL (VN: < 150 mg/dL)].

Con estos exámenes se realiza el diagnóstico de infarto de miocardio agudo con elevación del segmento

ST (IMSTE anterolateral), por lo que se decide valorar las arterias coronarias con cateterismo cardíaco para descartar etiología coronaria (ruptura y/o erosión de placa aterosclerótica).

Cateterismo: Coronarias sin lesiones ateromatosas significativas. Ventriculografía: motilidad conservada del ventrículo izquierdo.

Con este resultado se realiza el diagnóstico de infarto de miocardio sin lesiones coronarias obstructivas (MINOCA).

Ecocardiograma: Hipocinesia septal y lateral apical, así como casquete apical. Función sistólica



Figura 3. Electrocardiograma de ingreso: ritmo sinusal con elevación del segmento ST en derivadas I, II, V2-V4, ondas Q en derivadas V3-V6

del ventrículo izquierdo conservada (FEVI 56%). Ventrículo derecho con función conservada. No derrame pericárdico.

Resonancia magnética: Se decide la realización de un estudio de resonancia magnética cardíaca para descartar miocarditis aguda vs. infarto de miocardio.

En el estudio de resonancia magnética cardíaca se realiza los 9 días del evento. Se lleva a cabo el protocolo para valoración de MINOCA, encontrándose lo siguiente:

Cines longitudinales y multicine eje corto: Ventrículo izquierdo no dilatado con volúmenes telediastólico y telesistólico indexados dentro de los valores de la normalidad. Incremento de trabeculaciones sin cumplir criterios de no compactación.

Función sistólica del ventrículo izquierdo conservada (FEVI 61%). Discinesia del casquete apical, acinesia anterior, lateral e inferior apical e hipocinesia septal apical. Ventrículo derecho con función conservada (FEVD 73%). Derrame pericárdico mínimo.

Secuencia T2 STIR y T2 mapping: Edema miocárdico en los segmentos anterior y lateral medial, anterior, septal, inferior y lateral apical, así como casquete apical. Elevación del valor de T2 mapping: 37-70 ms (VN: < 50 ms).

Secuencia de perfusión de primer paso en reposo: Signos de obstrucción microvascular en segmentos septal y lateral apical, así como casquete apical.

Secuencia de realce precoz: Hipointensidad subendocárdica en ápex cardíaco sugerente de obstrucción microvascular.

Secuencia de realce tardío y T1 mapping nativo y post contraste: Necrosis miocárdica transmural en los segmentos apicales y casquete apical. Retención de gadolinio de tipo focal en segmento inferolateral basal sugerente de infarto de tipo embólico. Elevación del valor de T1 mapping: 1187 -1829 ms (VN por MOLLI 3T Skyra: 1226 +/- 38.0 ms).

El paciente presenta edema miocárdico asociado a necrosis transmural en segmentos apicales con signos de obstrucción microvascular, hallazgos corresponden a infarto de miocardio agudo en región apical probable etiología embólica. Presencia de infarto de miocardio antiguo en pared lateral de características embólicas (figura 4).

El paciente recibió tratamiento anti isquémico durante su estancia hospitalaria y, al alta médica, continúa con controles periódicos por consultorio externo de cardiología.

En este caso, el diagnóstico es un verdadero MINOCA de probable etiología embólica: infarto de miocardio agudo.

Discusión

En los dos casos presentados que inicialmente tuvieron el diagnóstico de infarto de miocardio sin lesiones coronarias obstructivas (MINOCA), el estudio de resonancia magnética cardíaca, el cual tiene sensibilidad y especificidad de 100% y 90%, respectivamente¹⁰ permitió establecer las causas subyacentes: en el primer paciente, el diagnóstico de miocarditis aguda (causa que simula MINOCA), y en el segundo paciente, el diagnóstico de infarto de miocardio agudo (causa verdadera de MINOCA). Identificar la etiología es muy importante, debido a que en el primer caso no se requiere terapia anti isquémica, y en el segundo caso, el inicio de terapia anti isquémica servirá para prevenir un evento recurrente de infarto de miocardio.¹¹ Es también de suma importancia, conocer la extensión del compromiso miocárdico para valorar el pronóstico:^{12,13} en el primer caso el pronóstico es más sombrío debido al extenso compromiso no sólo de edema sino también de fibrosis que compromete la función biventricular, según se observó en varios estudios como el de Pelliccia et al.,^{14,19} mientras que el segundo caso es un daño localizado sin repercusión en la función cardíaca.

En el estudio VIRGO, las mujeres tuvieron cinco veces mayor probabilidad de presentar infarto de

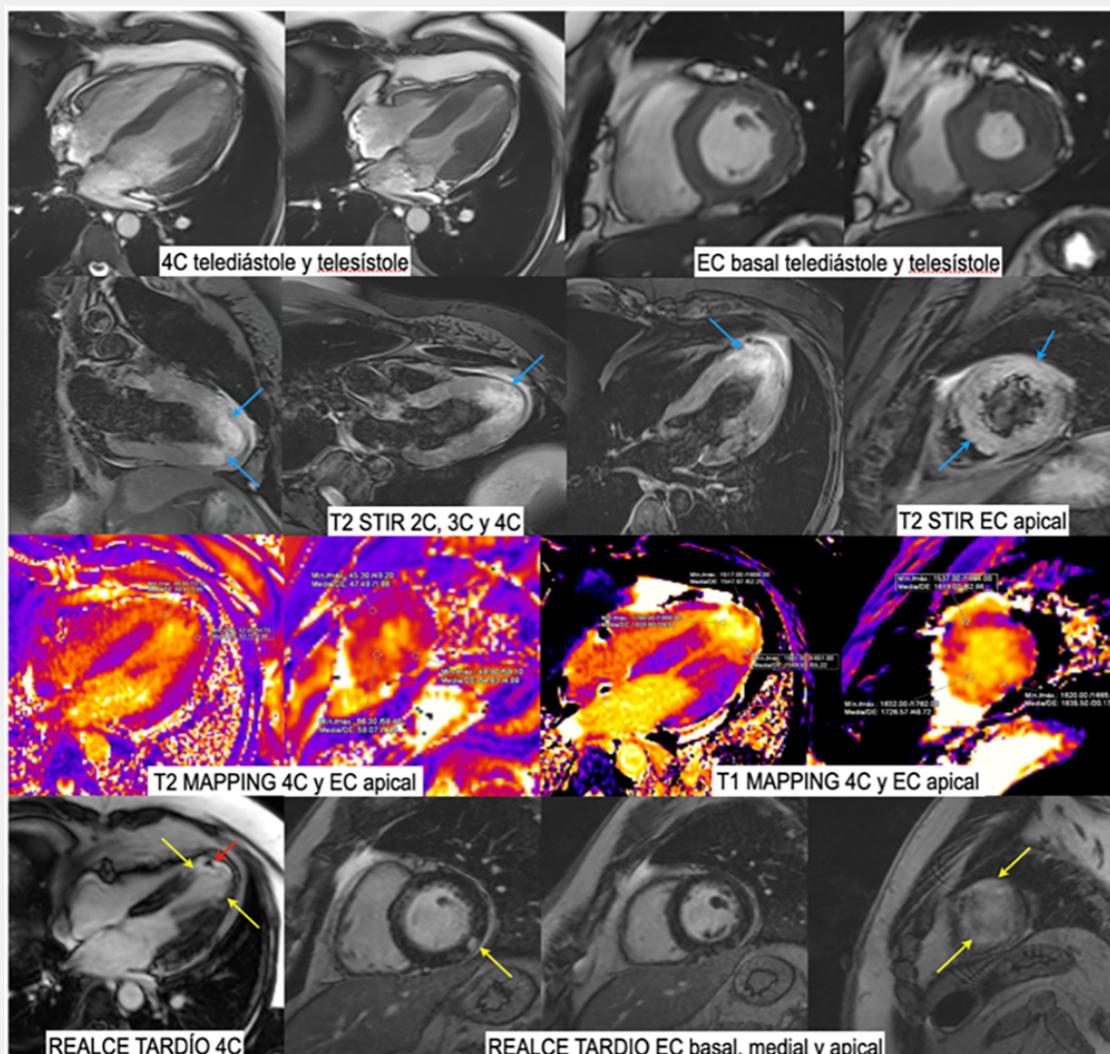


Figura 4. Resonancia magnética cardíaca: VI no dilatado con función sistólica del ventrículo izquierdo conservada (FEVI 61%) y del ventrículo derecho (FEVD 73%). Edema miocárdico evaluado por las secuencias T2 STIR y T2 mapping (flecha celeste). Necrosis miocárdica transmural en segmentos apicales (etiología isquémica) (flecha amarilla) y signos de obstrucción microvascular en ápex (flecha roja), evaluado por las secuencias de realce tardío y T1 mapping. (VI: ventrículo izquierdo, FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo, FEVD: fracción de eyección del ventrículo derecho, T2: secuencia potenciada en T2, STIR: short-tau inversion recovery)

miocardio con lesiones coronarias no obstructivas, que los hombres;²⁰ además se encontró menor probabilidad de factores de riesgo cardiovascular tradicionales, como lo visto en ambos casos presentados, y también mayor probabilidad de encontrar estados de hipercoagulabilidad en comparación con aquellos que presentan infarto de miocardio por enfermedad coronaria;²¹ esto último podría estar en relación a nuestro segundo caso, en donde además del evento coronario agudo, se observó en la secuencia de realce tardío la presencia de un pequeño infarto antiguo en cara inferolateral basal.

Las cardiomiopatías tienen la más alta mortalidad, seguida por el infarto de miocardio; Dastidar et al. encontraron que el predictor más importante de mortalidad fue el diagnóstico de cardiomiopatía por resonancia magnética asociado a la elevación del segmento ST en el electrocardiograma.²²

En la era de la multimodalidad de imagen para el diagnóstico de patologías cardiovasculares, se demuestra la importancia de la resonancia magnética cardíaca como una poderosa herramienta diagnóstica que brinda información, pronóstica e influye en el manejo a corto y largo plazo.^{6,23}

Bibliografía

1. Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, Chaitman BR, Bax JJ, Morrow DA, et al. Fourth Universal Definition of Myocardial Infarction (2018). *J Am Coll Cardiol*. 2018;72(18):2231-64.
2. Gatti M, Carisio A, D'Angelo T, Darvizeh F, Dell'Aversana S, Tore D, et al. Cardiovascular magnetic resonance in myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries patients: A review. *World J Cardiol*. 2020;12(6):248-61.
3. Scalone G, Niccoli G, Crea F. Editor's Choice-Pathophysiology, diagnosis and management of MINOCA: an update. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*. 2019;8(1):54-62.
4. Tamis-Holland JE, Jneid H, Reynolds HR, Agewall S, Brilakis ES, Brown TM, et al. Contemporary Diagnosis and Management of Patients With Myocardial Infarction in the Absence of Obstructive Coronary Artery Disease: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*. 2019;139(18):e891-908.
5. Tornvall P, Brodin 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*. 2017;17(1):199.
6. Collet J, Thiele H, Barbato E, Barthélémy O, Bauersachs J, Bhatt D, et al. 2020 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation.
7. Heidecker B, Ruedi G, Baltensperger N, Gresser E, Kottwitz J, Berg J, et al. Systematic use of cardiac magnetic resonance imaging in MINOCA led to a five-fold increase in the detection rate of myocarditis: a retrospective study. *Swiss MedWkly*. 2019;149:w20098.
8. Ferreira VM, Schulz-Menger J, Holmvang G, Kramer CM, Carbone I, Sechtem U, et al. Cardiovascular Magnetic Resonance in Non ischemic Myocardial Inflammation: Expert Recommendations. *J Am Coll Cardiol*. 2018;72(24):3158-76.
9. Gannon MP, Schaub E, Grines CL, Saba SG. Stateofthe art: Evaluation and prognostication of myocarditis using cardiac MRI. *J Magn Reson Imaging JMRI*. 2019;49(7):e122-31.
10. Cohen Arazi H, Iglesias R, Duronto E, Lescano A, Campisi R, Deviggiano A, et al. [Myocardial ischemia without coronary obstructions: MINOCA-INOCA. Review for decision making]. *Medicina (Mex)*. 2020;80(3):253-70.
11. Sucato V, Testa G, Puglisi S, Evola S, Galassi AR, Novo G. Myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries (MINOCA): Intracoronary imaging-based diagnosis and management. *J Cardiol*. 2021;77(5):444-51.
12. Abdu FA, Mohammed A-Q, Liu L, Xu Y, Che W. Myocardial Infarction with Non obstructive Coronary Arteries (MINOCA): A Review of the Current Position. *Cardiology*. 2020;145(9):543-52.
13. Vágó H, Szabó L, Dohy Z, Czibalmos C, Tóth A, Suhai FI, et al. Early cardiac magnetic resonance imaging in troponin-positive acute chest pain and non-obstructed coronary arteries. *Heart Br Card Soc*. 2020;106(13):992-1000.
14. Pellliccia F, Pasceri V, Niccoli G, Tanzilli G, Speciale G, Gaudio C, et al. Predictors of Mortality in Myocardial Infarction and Non obstructed Coronary Arteries: A Systematic Review and Meta-Regression. *Am J Med*. 2020;133(1):73-83.e4.
15. Abdu FA, Liu L, Mohammed A-Q, Luo Y, Xu S, Auckle R, et al. Myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries (MINOCA) in Chinese patients: Clinical features, treatment and 1 year follow-up. *Int J Cardiol*. 2019;287:27-31.
16. Planer D, Mehran R, Ohman EM, White HD, Newman JD, Xu K, et al. Prognosis of patients with non-ST-segment-elevation myocardial infarction and non obstructive coronary artery disease: propensity-matched analysis from the Acute Catheterization and Urgent Intervention Triage Strategy trial. *Circ Cardiovasc Interv*. 2014;7(3):285-93.
17. Hjort M, Lindahl B, Baron T, Jernberg T, Tornvall P, Eggers KM. Prognosis in relation to high-sensitivity cardiac troponin T levels in patients with myocardial infarction and non-obstructive coronary arteries. *Am Heart J*. 2018;200:60-6.
18. Nordenskjöld AM, Baron T, Eggers KM, Jernberg T, Lindahl B. Predictors of adverse outcome in patients with myocardial infarction with non-obstructive coronary artery (MINOCA) disease. *Int J Cardiol*. 2018;261:18-23.
19. Blankstein R, Shaw LJ, Chandrashekar Y. The Promise of Imaging in MINOCA. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019;12(10):2100-2.
20. Vidal-Perez R, Abou Jokh Casas C, Agra-Bermejo RM, Alvarez-Alvarez B, Grapsa J, Fontes-Carvalho R, et al. Myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries: A comprehensive review and future research directions. *World J Cardiol*. de 2019;11(12):305-15.
21. Safdar B, Spatz ES, Dreyer RP, Beltrame JF, Lichtman JH, Spertus JA, et al. Presentation, Clinical Profile, and Prognosis of Young Patients With Myocardial Infarction With Non obstructive Coronary Arteries (MINOCA): Results From the VIRGO Study. *J Am Heart Assoc*. 2018;7(13):e009174.
22. Dastidar AG, Baritussio A, De Garate E, Drobni Z, Biglino G, Singhal P, et al. Prognostic Role of CMR and Conventional Risk Factors in Myocardial Infarction With Non obstructed Coronary Arteries. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019;12(10):1973-82.
23. Pustjens TFS, Appelman Y, Damman P, Ten Berg JM, Jukema JW, de Winter RJ, et al. Guidelines for the management of myocardial infarction/injury with non-obstructive coronary arteries (MINOCA): a position paper from the Dutch ACS working group. *Neth Heart J Mon J Neth Soc Cardiol Neth Heart Found*. 2020;28(3):116-30.

Financiamiento

El estudio no contó con financiamiento.

Conflictos de interés

Ninguno declarado por la autora.

Correspondencia

Sara Elizabeth Ramirez Flores

Clínica Internacional Sede San Borja, Av. Guardia Civil 433. Lima - Perú

E-mail: sara_ramirez_f@hotmail.com