

Utilidad de la resonancia magnética cardíaca en la valoración de los pacientes con dolor torácico, troponinas elevadas y ausencia de obstrucción arterial coronaria

Cardiac Magnetic Resonance Imaging in Patients with Chest Pain, High Troponin Levels and Absence of Coronary Artery Obstruction

GUSTAVO P. AVEGLIANO^{*1}, MARINA HUGUET⁺¹, JUAN P. COSTABEL^{*}, PAOLA KUSCHNIR^{*}, JORGE THIERER^{*MITSAC}, ALBERTO ALVES DE LIMA^{*MITSAC}, GUSTAVO SANCHEZ^{*}, MARIO PETIT[§], ALEJANDRO A. FRANGI^{!#}, RICARDO RONDEROS^{*}

Recibido: 27/09/2010
Aceptado: 22/12/2010

Dirección para separatas:
Instituto Cardiovascular de
Buenos Aires ICBA
Blanco Encalada 1543
(1428) Buenos Aires
Dr. Gustavo Avegliano
e-mail: avelink@hotmail.com

RESUMEN

El infarto de miocardio con coronarias angiográficamente normales tiene una prevalencia de aproximadamente el 7-10%. Muchas veces, el diagnóstico etiológico es dificultoso, y tiene importancia tanto en la clínica como en el pronóstico. El objetivo de nuestro estudio fue mostrar una serie consecutiva de pacientes con diagnóstico inicial de síndrome coronario agudo con elevación de troponina y ausencia de obstrucción arterial coronaria; en los cuales, la RM cardíaca (RMC) orientó al diagnóstico etiológico mediante la caracterización de la lesión miocárdica.

Desde enero de 2005 hasta diciembre de 2009 ingresaron 720 pacientes consecutivos, con diagnóstico inicial de síndrome coronario agudo y troponinas positivas, de los cuales, 64 no presentaron lesiones coronarias angiográficamente significativas. A estos pacientes, luego del cateterismo (dentro de las 72 ± 24 hs) se les practicó RMC, realizándose secuencias de cine (b-SSFP) en eje corto, con 2, 3 y 4 cámaras para valorar la motilidad segmentaria, en secuencias potenciadas en T2 e imágenes de realce tardío del miocardio (RTM) con secuencia "inversión-recuperación". De estos pacientes, 39 fueron diagnosticados de miocarditis; 12 con infartos, 8 con síndrome de Takotsubo, 2 con miocardiopatía hipertrófica apical y solo 3 casos quedaron sin diagnóstico.

Estos hallazgos ponen de manifiesto la gran utilidad de la RMC en el escenario clínico de síndromes de dolor precordial, ECG no definitivos y troponinas elevadas con arterias angiográficamente normales. La presencia de RTM y su patrón de distribución permiten definir el diagnóstico etiológico y orientar a la interpretación del proceso fisiopatológico.

REV ARGENT CARDIOL 2011;79:226-230.

Palabras clave >

Infarto - Resonancia magnética - Miocarditis

INTRODUCCIÓN

El diagnóstico de síndrome coronario agudo (SCA) se basa en la clínica, el electrocardiograma (ECG) y los marcadores de daño miocárdico. La utilización generalizada de las troponinas como marcador de daño miocárdico ha permitido la detección de pequeñas áreas de necrosis que antes pasaban inadvertidas. A pesar de estos avances, la causa del daño miocárdico sigue planteando problemas ya que el 7-10% de los pacientes presentan coronarias angiográficamente normales. (1) Diferentes patologías como, la miocarditis, el síndrome de takotsubo o el infarto agudo de miocardio (IAM)

debido a la trombosis coronaria con recanalización espontánea o bien secundario a vasoespasm prolongado, pueden tener, como vía común final, al síndrome constituido por dolor precordial, cambios en el ECG y troponinas positivas en ausencia de lesiones coronarias obstructivas. Esto representa un reto diagnóstico, ya que la implicancia terapéutica y pronóstica es diferente. La resonancia magnética cardíaca (RMC) con contraste es particularmente útil para reconocer las anomalías miocárdicas y tiene gran valor diagnóstico en este escenario clínico. (2,3) El objetivo de este estudio fue evaluar la utilidad diagnóstica de la RMC en

* Departamento de Cardiología Clínica. Instituto Cardiovascular de Buenos Aires (ICBA), Buenos Aires, Argentina.

¹ Center for Computational Imaging & Simulation Technologies in Biomedicine (CISTIB), Universitat Pompeu Fabra (UPF), Networking Biomedical Research Center on Bioengineering, Biomaterials and Nanomedicine (CIBER-BBN), Barcelona, Spain.

⁺ Institución Catalana de Recerca i Estudis Avançats (ICREA)

[!] Cetir Sant Jordi, Spain.

[§] Centro Cardiovascular Sant Jordi, Barcelona, Spain.

una serie consecutiva de pacientes con cuadro clínico inicial de SCA y ausencia de obstrucción arterial coronaria en el cateterismo.

MÉTODOS

Población y protocolo de estudio

Realizamos un estudio observacional descriptivo sobre la prevalencia de los hallazgos de la RMC en pacientes con diagnóstico inicial de SCA, troponina elevada y coronariografía sin lesiones significativas.

Desde enero del 2005 hasta diciembre de 2009 se incluyeron en forma prospectiva y consecutiva 720 pacientes (pts) con diagnóstico inicial de SCA y troponina elevada, a los cuales se les realizó cateterismo cardíaco. Los pacientes fueron recogidos en el Centro Cardiovascular Sant Jordi, Barcelona (España) entre los años 2005-2007 y en el Instituto Cardiovascular de Buenos Aires, Argentina entre el año 2007-2009 (ambas instituciones son centros monográficos de cardiología y terciarios). De este total de pacientes, 69 resultaron con cinecoronariografía sin lesiones significativas (<50% de la luz), representando el 9,5% de los pacientes ingresados con este cuadro. Se excluyeron pacientes con antecedentes previos de infarto (2), pacientes con elevación crónica de troponinas (1), pacientes con contraindicaciones para la realización de RMC (1 paciente portador de marcapasos y 1 por claustrofobia), quedando 64 pacientes en condiciones de ingresar al estudio.

Los pacientes ingresados fueron estudiados con ECG, marcadores de daño miocárdico de forma seriada (CPK total, CKMB, troponina T), ECG seriados, cateterismo cardíaco y RMC. El cateterismo cardíaco y la ecocardiografía se realizaron dentro de las 24 horas de la admisión. La RMC se practicó posterior al cateterismo cardíaco y dentro de las 72 ± 24 horas de comenzados los síntomas.

Estudio mediante resonancia magnética cardiovascular

La RMC se efectuó con un equipo cardiovascular dedicado General Electric (Scanner 1,5 Tesla, Signa CVi-HDx) y un equipo Philips Achieva (1,5 Tesla). El protocolo incluyó secuencias cine tipo estado estacionario de precesión libre (b-SSFP), secuencias de sangre negra potenciadas en T2 ("true-fisp", Balance Fast Field Echo) y secuencias de realce tardío de gadolinio en 2, 3, 4 cámaras y eje corto (a los 10 minutos de la inyección del contraste). Las imágenes de cine fueron utilizadas para la valoración de la función sistólica del ventrículo izquierdo (VI). Dos observadores expertos independientes y sin conocimiento del caso clínico realizaron el análisis visual de las áreas de realce tardío del miocardio (RTM), alta señal en T2 y de la motilidad parietal en los 17 segmentos del VI. (4) El diagnóstico final se realizó en base a las secuencias de realce tardío, definiéndose la presencia de RTM y su localización subendocárdica, transmural, intramiocárdica o subepicárdica. En los pacientes que presentaron RTM subepicárdico o intramiocárdico el diagnóstico fue de miocarditis; en los que presentaron un RTM transmural o subendocárdico que se correspondía con territorios coronarios, el diagnóstico fue de infarto de miocardio. El diagnóstico de síndrome de Takotsubo se basó en los criterios clínicos, las alteraciones de la motilidad a nivel medio y apical reversibles en ausencia de obstrucción arterial coronaria (>50%) y la ausencia de realce tardío o la presencia de realce tardío tenue que se normaliza en el estudio de control.(5)

Análisis estadístico

Las variables categóricas se presentan como porcentajes. Las variables continuas se presentan como media y desvío estándar. No se realizaron pruebas de significación esta-

dística por tratarse de un estudio descriptivo sin grupo de comparación.

RESULTADOS

Hallazgos clínicos y ecocardiográficos

Los hallazgos se describen en la Tabla 1. La edad media de los pacientes fue 49 ± 17 años y el 78% fueron varones. El ECG de ingreso mostró supradesnivel del ST en 21 pacientes, infradesnivel del ST en 10 pacientes, ondas T negativas en 28 pacientes y ausencia de alteraciones en 5 pacientes. Se encontraron alteraciones segmentarias de la motilidad parietal en 25 pacientes (39%) y la zona más frecuentemente afectada fue la inferolateral. La fracción de eyección media del ventrículo izquierdo (FEVI) fue de 55 ± 13% y se evidenció un derrame pericárdico leve en 14 casos (21,8%).

Hallazgos de la resonancia magnética cardiovascular

Los datos se describen en las tablas 2A y 2B. Se observaron alteraciones de la motilidad parietal en el 35% de los pacientes y la FEVI promedio fue del 61 ± 12%.

La presencia de RTM se observó en 58 pacientes (90,7%), evidenciándose un patrón de captación subendocárdico en 8, transmural en 10, intramiocárdico en 9 y subepicárdico en 33 pacientes. Dos de los pacientes con captación subepicárdica presentaron extensión del realce a las regiones mediales del miocardio ventricular, por lo que también fueron incluidos en el grupo de patrón intramiocárdico. Con estos hallazgos, 39 pacientes con realce tardío subepicárdico e intramiocárdico fueron diagnosticados de miocarditis. La localización más frecuente del RTM fue la región inferolateral (33 casos), anteroseptal (5 casos) y con compromiso de ambas regiones en un caso. Doce pacientes fueron diagnosticados de IAM en base a un de RTM subendocárdico (8 pacientes) y transmural (4 pacientes) que respetaban territorios coronarios. De estos últimos cuatro, uno presentó un patrón típico de obstrucción microvascular en la secuencia de realce tardío y tres, captación focal transmural intensa muy sugestiva de lesión embólica. El patrón de RTM transmural, tenue, que no respetaba los territorios

Tabla 1.

Hallazgos clínicos y ecocardiográficos	
N	64
Edad media (años)	49 ± 17
Varones (n)	50 (78%)
Tropo T – ng/mL	2,1 ± 0,9
CK – U/L	905 ± 276
Alteración de la motilidad parietal (n)	25 (39%)
Fracción de eyección del VI (%)	55 ± 13
Derrame pericárdico (n)	14 (21,8 %)

Tabla 2A.

Hallazgos de la cardiorresonancia	
N	64
Alteración de la motilidad parietal (n)	23 (35,9)
Fracción de eyección del VI (%)	61 ± 12
Realce tardío miocárdico negativo (n)	6 (9,3%)
Subendocárdico (n)	8 (12,5%)
Transmural (n)	10 (15,6%)
Intramiocárdico (n)	9 (14%)
Subepicárdico (n)	33 (51,5%)

Tabla 2B.

Diagnóstico final	n 64
Miocarditis aguda (n)	39 (60,9 %)
Miocardiopatía de estrés (n)	8 (12,5%)
Infarto (n)	12 (18,7%)
Posible fibrinólisis espontánea (n)	8
Posible embolia (n)	3
Posible vasoespasmó (n)	1
MCH apical (n)	2 (3,2%)
Sin diagnóstico (n)	3 (4,6%)

coronarios, fue hallado en los pacientes con diagnóstico de Takotsubo en los que la RMC se realizó dentro de las 72 horas del comienzo de los síntomas. En estos seis pacientes, las imágenes de RTM se normalizaron en la RMC de control realizada entre los 60 y 90 días. Un paciente con realce intramiocárdico fue diagnosticado de miocardiopatía hipertrófica apical. Las secuencias de inversión-recuperación no mostraron RTM en seis pacientes (9,3%), de los cuales, en uno se diagnosticó una forma menor de miocardiopatía hipertrófica apical, dos presentaron un cuadro típico Takotsubo y en tres no se pudo establecer un diagnóstico final.

DISCUSIÓN

La RMC es una herramienta que cada vez se encuentra más disponible en la práctica clínica. Es la técnica de imagen de mayor exactitud para el diagnóstico de lesión miocárdica irreversible mediante la utilización de la técnica de realce tardío del miocardio (RTM). La excepcional resolución espacial permite, no solo el diagnóstico preciso de necrosis muy pequeñas, sino también es posible determinar el tipo de "patrón" de realce tardío del miocardio, lo cual da información acerca del diagnóstico etiológico que condicionó la lesión miocárdica.

En nuestra serie, el diagnóstico final más frecuente fue el de miocarditis (60,9%), lo mismo que en otras series.^(2,3) Este es el principal diagnóstico de confusión con el SCA, ya que el dolor precordial puede ser opresi-

vo de similares características al de origen isquémico, la presencia de marcadores de daño miocárdico tiene una cinética similar a la del infarto y no es infrecuente la coexistencia factores de riesgo coronarios. Por otra parte, solo el 20% de las miocarditis que simulan SCA tiene síntomas francamente pericardíticos y en muchos casos, no es posible identificar síntomas de vías respiratorias o gastrointestinales que precedan al evento.^(6,7) En nuestros pacientes, el patrón típico parcheado y multifocal, que afecta de modo característico la región subepicárdica e intramiocárdica de la pared, se observó con mayor frecuencia en los segmentos inferolaterales del VI (Figura 1). Si la realización del estudio es temprana (fase aguda), las secuencias STIR y/o potenciadas en T2 permiten evidenciar áreas de aumento de señal, correspondientes a la presencia de edema en la región afectada. En nuestra serie, las secuencias potenciadas en T2 apoyaron el diagnóstico en diferentes situaciones, ya que la distribución de la hiperintensidad fue diferente en las miocarditis (ausencia de correlación con un territorio coronario), síndrome de Takotsubo (afectación medio-apical del VI) y en el infarto (siguiendo un territorio coronario). De todos modos, en algunos pacientes, sobre todo en fases iniciales del trabajo, cuando no se disponía de secuencias libres de artefactos, la valoración fue difícil. Por lo tanto, el diagnóstico en nuestra serie se basó predominantemente en las secuencias de realce tardío, ya que tuvimos imágenes de calidad, valorables en todos los pacientes.

El segundo diagnóstico en nuestro trabajo fue el IAM (18,8%). Mediante la técnica de RTM es posible precisar con exactitud el área de la necrosis en el VI y la extensión de la misma en el espesor de la pared^(8,9) e incluso intentar interpretar el proceso fisiopatológico que condicionó la lesión. Por ejemplo, los pacientes con espasmos coronarios o trombosis con fibrinólisis espontáneas usualmente presentan lesiones correspondientes al territorio de la arteria coronaria epicárdica y su transmuralidad varía según la duración de la obstrucción, produciendo desde lesiones mínimas subendocárdicas hasta lesiones transmurales. A diferencia de esto, los pacientes con embolias coronarias generadas a partir de trombos coronarios, del VI, o bien relacionados a procedimientos intervencionistas, se presentan generalmente con un patrón de RTM caracterizado por lesiones focales de alta intensidad, generalmente transmurales. En nuestra serie, hemos evidenciado ocho pacientes con una captación subendocárdica que involucró menos del 25% de la pared y que se correspondió a un territorio coronario. En los restantes cuatro pacientes con diagnóstico final de IAM, el patrón de RTM evidenciado fue transmural. En tres pacientes la lesión hallada fue transmural y focal, compatible con una lesión de tipo embólica (Figura 2) y en el último, se observó una necrosis transmural lateral con obstrucción microvascular. Este tipo de lesión ha sido publicada en varios estudios y se ha asociado a un remodelado desfavorable del VI. (10)

Fig. 1. Paciente con diagnóstico final de miocarditis con troponinas positivas y ECG no definitivo. RMC: secuencia eco de gradiente inversión-recuperación. Nótese la presencia de RTM subepicárdico lateral en **A.** y la extensión intramiocárdica en un corte más apical **B.**

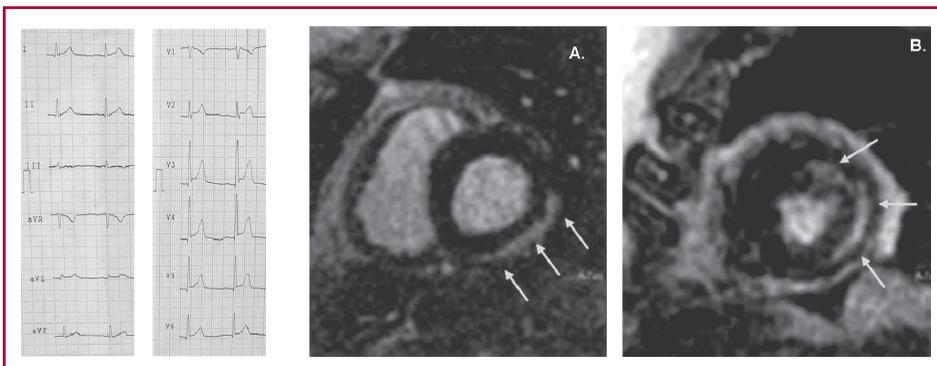
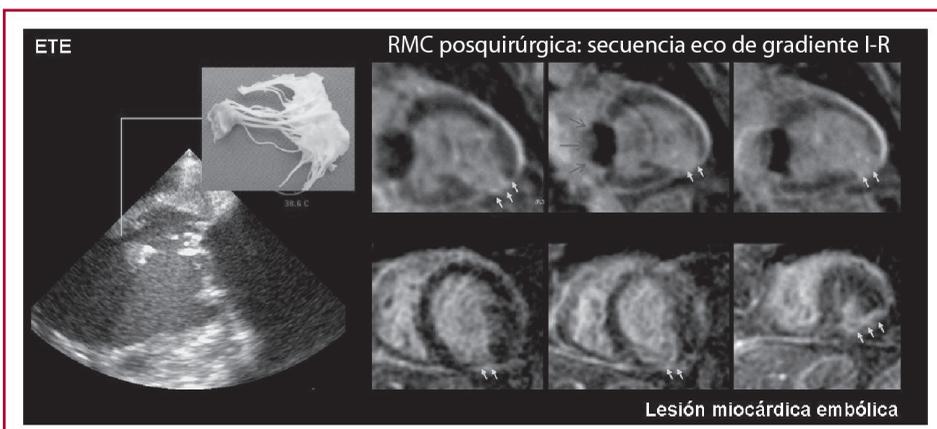


Fig. 2. Mujer de 72 años afectada con trombocitosis esencial con abandono del tratamiento que, en contexto de grave hiperplaquetosis, presentó un infarto lateral con rotura de una cúspide del músculo papilar posteromedial e insuficiencia mitral grave. En el cateterismo, se evidenció un lesión de 20% en la primera rama marginal de la circunfleja, con imagen de trombo residual no obstructivo. **A.** Ecocardiografía transesofágica donde se evidencia una cúspide rota y su correlación con la pieza quirúrgica. **B.** RMC: secuencia eco de gradiente inversión-recuperación. Nótese el realce tardío del miocardio focal, transmural, inferolateral apical que sugiere la etiología embólica de la lesión (flechas). La señal de baja intensidad corresponde al artefacto generado por la prótesis mitral (flecha).



Finalmente, el síndrome de Takotsubo es una entidad clínica emergente caracterizada por la presencia de disfunción ventricular izquierda transitoria en el contexto de un cuadro que simula un IAM, el cual puede estar precedido por un estrés emocional o físico y sin evidencias de lesiones coronarias angiográficamente significativas. (5,11) En nuestra serie, representó el 12,5% de los casos, hecho similar al hallado en otras series. En la mayoría de los estudios, la RMC ha demostrado las alteraciones típicas de la motilidad parietal asociadas a un RTM negativo. (2,3,12) A diferencia de esto, Bruder y col. (13) han publicado un caso de Takotsubo con realce tardío en la RMC realizada precozmente. Otro estudio reciente de Rolf A. y col. ha demostrado la asociación entre el incremento del colágeno-1 en pacientes con presencia de realce tardío en etapas muy tempranas de la enfermedad, sugiriendo que esto podría estar relacionado con un aumento de la matriz extracelular. (14) En nuestra experiencia, la

negatividad del RTM está en relación con el tiempo de realización de la RMC ya que, en nuestra serie, los estudios realizados precozmente (<72 horas) han mostrado sistemáticamente un patrón de realce tardío, tenue y transmural, en la región con alteración de la contractilidad, que se normaliza totalmente en pocos días y que puede corresponder a edema/inflamación de la región afectada (Figura 3). (13-16)

Finalmente, las imágenes de RTM fueron negativas en seis pacientes. Dos pacientes con Takotsubo que habían sido derivados a nuestro centro y las RMC a los 3 días de comenzado los síntomas. En otro paciente se diagnosticó una miocardiopatía hipertrófica apical que no se había evidenciado previamente, y solo tres pacientes de nuestra serie quedaron sin diagnóstico etiológico. En estos casos, es posible que la lesión miocárdica sea tan pequeña que la RMC no es capaz de ponerla de manifiesto, a pesar de la buena resolución espacial.

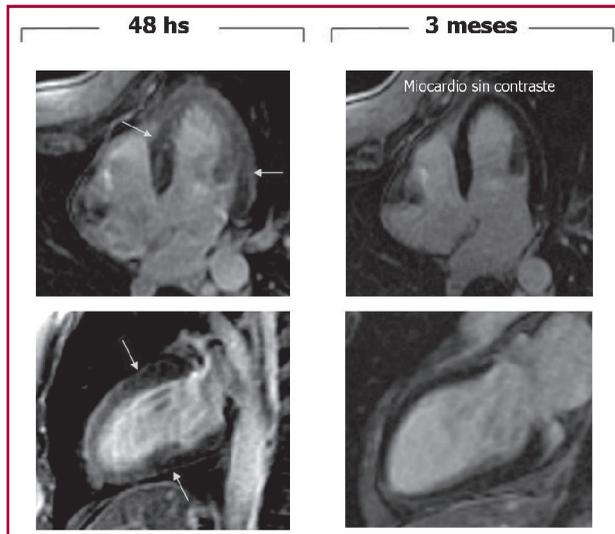


Fig. 3. Mujer de 51 años con síndrome de Takotsubo medio-apical. Se muestran las imágenes de la RMC realizada a las 48 horas del comienzo de los síntomas. A la izquierda: secuencia eco de gradiente inversión-recuperación, donde se aprecia realce tardío, tenue, transmural, en los segmentos que presentaban la alteración de la contractilidad. A la derecha: control a los tres meses. Nótese la normalización de la cinética del gadolinio y la ausencia de realce tardío del miocardio.

CONCLUSIÓN

La RMC tiene gran utilidad en el escenario clínico de los síndromes de dolor precordial, ECG no definitivos y troponinas elevadas con arterias angiográficamente normales. La presencia de RTM y su patrón de distribución orientan al diagnóstico etiológico y ayudan a interpretar el proceso fisiopatológico. Estudios futuros con seguimiento a largo plazo dilucidarán el valor pronóstico de la RMC en estos pacientes.

SUMMARY

Cardiac Magnetic Resonance Imaging in Patients with Chest Pain, High Troponin Levels and Absence of Coronary Artery Obstruction

The prevalence of myocardial infarction with angiographically normal coronary arteries is approximately 7-10%. The etiological diagnosis is sometimes difficult and is important in terms of clinical practice and prognosis. The goal of our study was to show a series of consecutive patients with an initial diagnosis of acute coronary syndrome with high troponin levels and absence of coronary artery obstruction in which cardiac magnetic resonance imaging (CMRI) gave a description of the myocardial lesion, orientating towards the etiological diagnosis.

From January 2005 to December 2009, 720 consecutive patients with an initial diagnosis of acute coronary syndrome and elevated troponins were included; 64 of these patients did not present angiographically significant coronary artery stenosis. Within 72 ± 24 h after coronary angiography, these patients underwent CMRI using b-SSFP sequences for cine imaging in short-axis, 2-, 3- and 4- chamber views for the evaluation of segmental wall motion, with T2-weighted and delayed enhancement (DE) images of the myocardium with

an "inversion-recovery" sequence. The following diagnoses were made: myocarditis (39 patients); myocardial infarction (12 patients); Tako-Tsubo syndrome (8 patients); apical hypertrophic cardiomyopathy (2 patients); 3 patients remained without diagnosis.

These findings demonstrate the usefulness of CMRI in the clinical scenario of patients with chest pain, inconclusive ECG findings and high troponin levels with angiographically normal coronary arteries. The presence and distribution pattern of DE make it possible to define the etiological diagnosis and interpret the physiopathological process.

Key words > Infarction - Magnetic Resonance Spectroscopy - Myocarditis

Agradecimientos

Agradecemos las útiles sugerencias de los miembros del Consejo de Resonancia y Tomografía Cardíaca de la Sociedad Argentina de Cardiología.

BIBLIOGRAFÍA

- Wang K, Asinger RW, Marriott HJ. ST-segment elevation in conditions other than acute myocardial infarction. *N Engl J Med* 2003;349:2128-35.
- Assomull RG, Lyne JC, Keenan N, Gulati A, Bunce NH, Davies SW, et al. The role of cardiovascular magnetic resonance in patients presenting with chest pain, raised troponin, and unobstructed coronary arteries. *Eur Heart J* 2007;28:1242-9.
- Laraudogoitia Zaldumbide E, Pérez-David E, Larena JA, Velasco del Castillo S, Rumoroso Cuevas JR, Onaindía JJ, et al. The value of cardiac magnetic resonance in patients with acute coronary syndrome and normal coronary arteries. *Rev Esp Cardiol* 2009;62:976-83.
- Cerqueira MD, Weissman NJ, Dilsizian V, Jacobs AK, Kaul S, Laskey WK, et al. American Heart Association Writing Group on Myocardial Segmentation and Registration for Cardiac Imaging. 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. *Circulation* 2002;105:539-42.
- Prasad A, Lerman A, Rihal CS. Apical ballooning syndrome (Tako-Tsubo or stress cardiomyopathy): a mimic of acute myocardial infarction. *Am Heart J* 2008;155: 408-17.
- Magnani JW, Dec GW. Myocarditis: current trends in diagnosis and treatment. *Circulation* 2006;113:876-90.
- Mahrholdt H, Wagner A, Deluigi CC, Kispert E, Hager S, Meinhardt G, et al. Presentation, patterns of myocardial damage, and clinical course of viral myocarditis. *Circulation* 2006;114:1581-90.
- Simonetti OP, Kim RJ, Fieno DS, Hillenbrand HB, Wu E, Bundy JM, et al. An improved MR imaging technique for the visualization of myocardial infarction. *Radiology* 2001;218:215-23.
- Kim RJ, Shah DJ, Judd RM. How we perform delayed enhancement imaging. *J Cardiovasc Magn Reson* 2003;5:505-14.
- Nijveldt R, Beek AM, Hirsch A, Stoel MG, Hofman MB, Umans VA, et al. Functional recovery after acute myocardial infarction: comparison between angiography, electrocardiography, and cardiovascular magnetic resonance measures of microvascular injury. *J Am Coll Cardiol* 2008;52:181-9.
- Ronderos R, Aveglia A, Dallasta G. Stress-induced cardiomyopathy. *Curr Cardiovasc Imaging Rep* 2009;2:332-42.
- Eitel I, Behrendt F, Schindler K, Kivelitz D, Gutberlet M, Schuler G, et al. Differential diagnosis of suspected apical ballooning syndrome using contrast-enhanced magnetic resonance imaging. *Eur Heart J* 2008;29:2651-9.
- Bruder O, Hunold P, Jochims M, Waltering KU, Sabin GV, Barkhausen J. Reversible late gadolinium enhancement in a case of Takotsubo cardiomyopathy following high-dose dobutamine stress MRI. *Int J Cardiol* 2008;127:e22-4.
- Rolf A, Nef HM, Möllmann H, Trold C, Voss S, Conradi G, et al. Immunohistological basis of the late gadolinium enhancement phenomenon in tako-tsubo cardiomyopathy. *Eur Heart J* 2009;30:1635-42.
- Aveglia G, Huguet M, Costabel JP, Ronderos R, Bijns B, Kuschnir P, et al. Morphologic pattern of late gadolinium enhancement in Takotsubo cardiomyopathy detected by early cardiovascular magnetic resonance. *Clin Cardiol* 2011;34:178-82.
- Schmalfluss C. Tako-tsubo cardiomyopathy and cardiac magnetic resonance imaging. *Clin Cardiol* 2011;34:145-6.