



Cardiocre

www.elsevier.es/cardiocre



Preguntas y respuestas

Valor diagnóstico de la resonancia magnética cardiaca en la insuficiencia cardiaca: estado actual

Marinela Chaparro-Muñoz^{a,*} y Sanjay K. Prasad^b

^a Servicio de Cardiología, Unidad de Imagen, Hospital Universitario Virgen Macarena, Sevilla, España

^b Unidad CMR, Hospital Royal Brompton, Londres, Reino Unido

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 11 de enero de 2011

Aceptado el 18 de enero de 2011

Palabras clave:

Resonancia magnética cardiaca

Insuficiencia cardiaca

Diagnóstico por imagen

R E S U M E N

La insuficiencia cardiaca es una enfermedad común que implica una carga significativa para los pacientes y los servicios sanitarios. Las técnicas de imagen no invasiva juegan un papel esencial para un diagnóstico preciso, determinando su etiología y pronóstico, así como para la monitorización de la terapia aplicada. La resonancia magnética cardiovascular (RMC) constituye una herramienta valiosa tanto desde el punto de vista clínico como el de investigación, para valorar de manera amplia a los pacientes con insuficiencia cardiaca. Actualmente, la RMC constituye una técnica de imagen precisa y reproducible para la valoración de la anatomía miocárdica, la función regional y global, la perfusión miocárdica y estudio de viabilidad. Además, permite la evaluación del daño tisular agudo (edema y necrosis), fibrosis, infiltración miocárdica y la sobrecarga de hierro. La información obtenida de la RMC nos puede generalmente revelar la etiología subyacente de la insuficiencia cardiaca, y su alta precisión y reproducibilidad en mediciones la convierte en la técnica ideal para el seguimiento de la evolución de la enfermedad y los efectos de la terapia. Cada vez es mayor la evidencia que soporta el valor pronóstico añadido de la RMC en el diagnóstico de la IC.

© 2011 SAC. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Diagnostic value of cardiac magnetic resonance in heart failure: current state of the art

A B S T R A C T

Chronic heart failure is a common disease placing significant burdens on patients and health-care services. Noninvasive imaging plays a key role in accurate diagnosis, determination of etiology and prognosis, and in monitoring of therapy. Cardiovascular magnetic resonance (CMR) allows both a valuable clinical and research tool for a comprehensive assessment of heart failure patients. Currently, CMR constitutes the gold standard imaging technique for accurate and reproducible measurement of myocardial anatomy, regional and global function, perfusion and viability. In addition, it allows evaluation of acute

Keywords:

Cardiac magnetic resonance

Heart failure

Imaging techniques

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: marinelacardio@yahoo.es (M. Chaparro-Muñoz).

1889-898X/\$ – see front matter © 2011 SAC. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

doi:10.1016/j.carcor.2011.01.004

tissue damage (edema and necrosis), fibrosis, infiltration and iron overload. The information derived from CMR often reveals the underlying etiology of heart failure, and its high measurement accuracy makes it an ideal technique for monitoring disease evolution and the effects of therapy. Evidence on the prognostic value of CMR-derived parameters in heart failure is rapidly emerging.

© 2011 SAC. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

La insuficiencia cardiaca (IC) está asociada a una significativa morbilidad y mortalidad, lo que supone un alto coste para los servicios sanitarios. En España, el 1 - 2% de las personas de más de 40 años presentan IC, siendo este porcentaje mayor del 10% en mayores de 60 años. Esto representa que alrededor de 200.000 pacientes con edades comprendidas entre 40 y 60 años, y unos 500.000 pacientes con edades superiores a 60 años, precisan atención debida a IC. En mayores de 65 años, la IC constituye la primera causa de hospitalización, con más de 74.000 admisiones anuales. La incidencia de IC se incrementa con la edad, alcanzando el 1% anual para el grupo de personas con edades superiores a 65 años. La tasa de supervivencia a 5 años no supera el 50%, con un pronóstico peor que muchos tipos de cánceres. En España, la IC constituye la tercera causa de mortalidad cardiovascular, originando un 15% de las mismas¹.

Un diagnóstico precoz y preciso, con valoración y estratificación del riesgo, así como la identificación de la causa subyacente es importante, ya que aunque el tratamiento general es común en muchos pacientes, ciertas patologías pueden ser corregidas con un tratamiento específico. Las técnicas de imagen no invasiva juegan un papel esencial en el diagnóstico de la IC, identificación de la etiología subyacente, pronóstico y monitorización terapéutica.

La ecocardiografía bidimensional ha sido la técnica de imagen más ampliamente utilizada en la identificación de causa de la IC, evaluando la función y estructura del ventrículo izquierdo, así como anomalías a nivel pericárdico, valvular o de ventrículo derecho, que podrían originar dichos síntomas. Sin embargo, la ecocardiografía cuenta con diversas limitaciones, tales como una ventana acústica débil y una capacidad limitada para aportar una caracterización tisular específica.

Resonancia magnética cardiovascular

La resonancia magnética cardiovascular (RMC) es una técnica en rápida evolución que cuenta con importantes ventajas respecto a la ecocardiografía. La RMC no depende de la ventana acústica. La posibilidad de elegir diferentes planos de imágenes permite una excelente visualización del tejido cardiaco, con mayor resolución espacial y reproducibilidad que la aportada por la ecocardiografía. La RMC aporta información sobre morfología y la función ventricular, caracterización tisular, viabilidad, perfusión y flujos cardiacos en un único estudio de 45 min. La reducción del tiempo de adquisición resulta esencial en pacientes con ortopnea. Generalmente no se precisa preparación previa, con excepciones como en estudios de perfusión donde, los betabloqueantes deben interrumpirse 24 h

antes. La RMC es una técnica segura que no implica el uso de radiación. En esta revisión trataremos el funcionamiento de la RMC, la información que puede aportar así como su capacidad diagnóstica y pronóstica en esta población.

¿Cómo funciona la RMC?

La RMC hoy en día se realiza más comunmente bajo un campo magnético de 1,5 Tesla. En RMC, la señal producida por un tejido viene determinada por su densidad de protones y por dos parámetros de relajación de resonancia magnética utilizados para generar mayor contraste entre tejidos: el tiempo de relajación longitudinal (T1), que es útil para producir imagen anatómica de alta resolución, y en segundo lugar el tiempo de relajación transversal (T2), utilizado para resaltar la inflamación o el edema miocárdico.

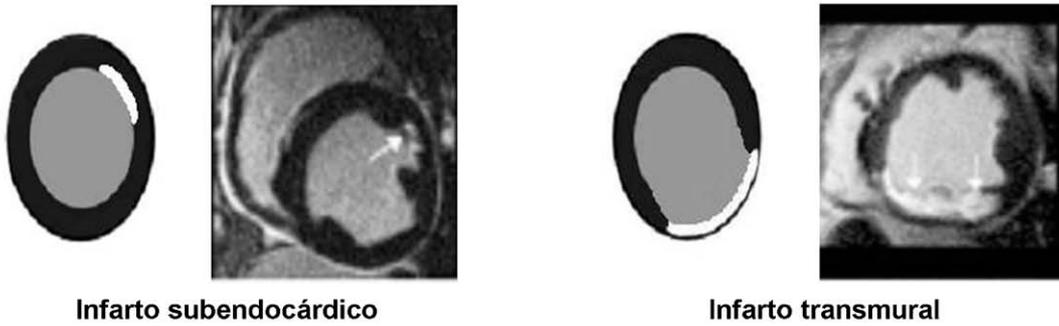
Una secuencia de la RMC consiste en una serie de pulsos de radiofrecuencia, cambios en gradientes de campos magnéticos y adquisiciones sincronizadas de datos, que son aplicados para generar la imagen de RMC. Los dos tipos de secuencias principales son:

- Secuencias morfológicas (spin echo), mostrando la sangre negra, principalmente usadas para obtener información anatómica y caracterización tisular.
- Secuencias funcionales de cine-RMC (gradient echo), mostrando grasa y sangre brillantes (alta intensidad de señal) y usadas fundamentalmente para imágenes de cine y valoración de patrones anormales de flujo.

Para evitar artefactos procedentes del movimiento del corazón la mayoría de las imágenes se generan con rápidas secuencias sincronizadas con la onda R del electrocardiograma. Los movimientos respiratorios son generalmente eliminados adquiriendo las imágenes en apnea al final de la espiración. Para la detección de fibrosis se utiliza un agente de contraste intravenoso paramagnético (Gadolinio). El contraste puede difundir de forma pasiva a través del miocardio y acumularse dentro del espacio extracelular rodeando las células musculares o dentro de los miocitos, cuando la membrana celular se ha roto utilizando secuencias preparadas (inversion recovery) que anulan la señal miocárdica obteniendo el máximo contraste entre áreas de miocardio normal y necrosado. El área de daño miocárdico se muestra brillante, con una alta señal de contraste en relación al miocardio normal, en color negro (fig. 1). A esto se le denomina realce tardío (RT)

Para la realización de estudios de perfusión, se realiza una vasodilatación farmacológica (con adenosina o dipiridamol), induciendo un aumento del flujo sanguíneo de 3 a 5 veces, en áreas miocárdicas irrigadas por arterias coronarias normales, mientras que no se produce o el cambio es mínimo en

Patrón isquémico



Patrón no isquémico

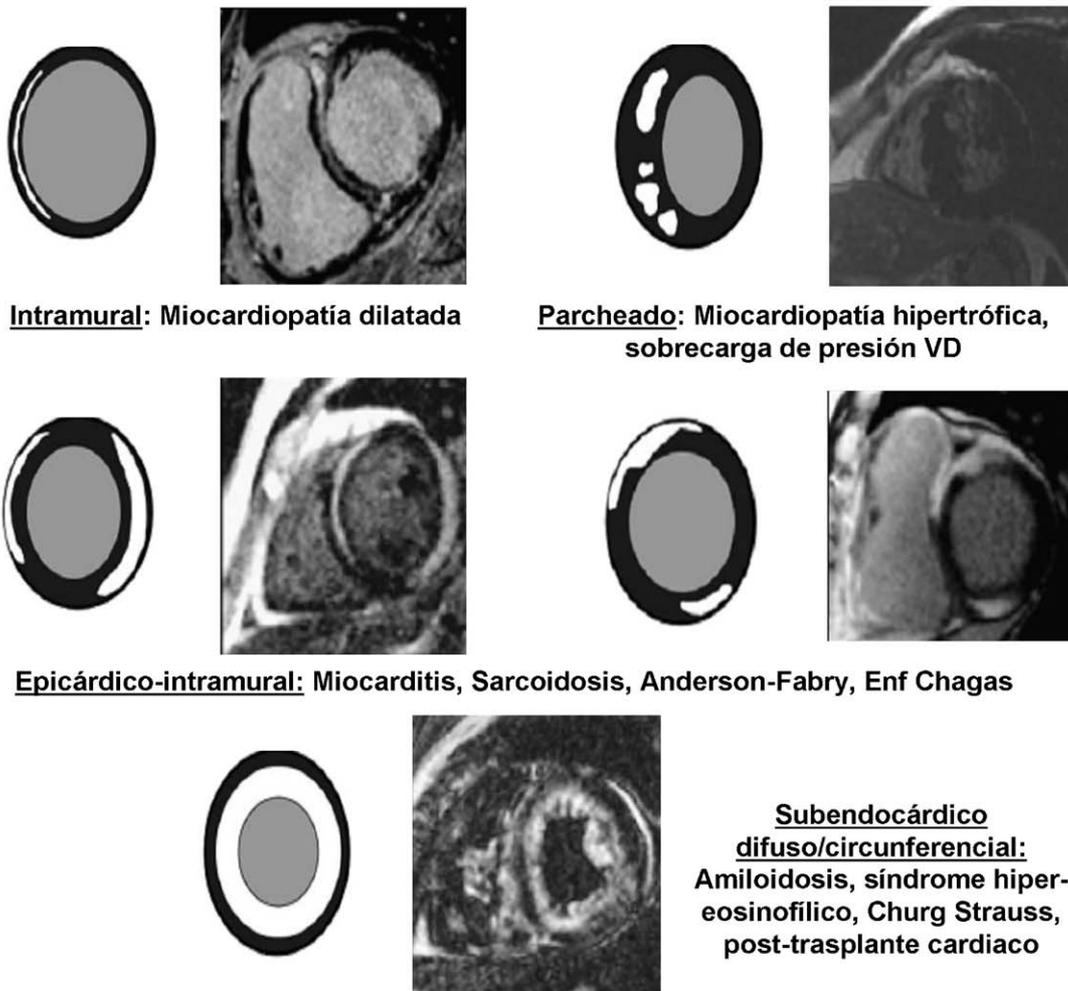


Figura 1 – Representación de patrones isquémicos y no isquémicos de realce tardío. Modificada a partir de White y Patel¹⁹.

las áreas irrigadas por arterias coronarias significativamente estenóticas. La llegada del contraste está retrasada en estas áreas, mostrándose de color oscuro en comparación al miocardio normal adyacente.

Limitaciones de la RMC

Los estudios mediante resonancia se contraindican en pacientes portadores de dispositivos tales como marcapasos o

desfibriladores-cardioversores implantables, aunque nuevos dispositivos compatibles con la técnica han sido recientemente desarrollados. Las válvulas protésicas, los stents arteriales coronarios y las prótesis articulares no están contraindicados. En aproximadamente el 1% de los pacientes la claustrofobia supone una contraindicación. La ausencia de ritmo sinusal puede ser un problema; sin embargo, realizando ajustes especiales de las secuencias de adquisición podemos obtener una información útil en los pacientes con fibrilación auricular o extrasistolia..

Aunque la ecocardiografía sigue siendo de elección en la evaluación de la dinámica valvular, la RMC es una alternativa atractiva, especialmente en pacientes con mala ventana acústica. La RMC aporta información sobre la anatomía valvular y permite una adecuada evaluación cuantitativa tanto de estenosis como regurgitaciones, mediante secuencias de contraste de fase y medidas derivadas de los volúmenes ventriculares izquierdo y derecho.

Los agentes de contraste basados en gadolinio se han relacionado con un trastorno multisistémico raro denominado fibrosis sistémica nefrogénica². En pacientes con tasa de filtrado glomerular <30 ml/min/1,73 m, disfunción renal causada por síndrome hepatorenal, o durante el periodo preoperatorio del trasplante de hígado, este contraste debería evitarse.

Evaluación de asincronía ventricular con RMC

La asincronía mecánica ventricular puede evaluarse mediante el análisis de la motilidad de las paredes ventriculares usando secuencias de cine, *tagging* miocárdico mapeado de velocidad tisular³. Una amplia zona de fibrosis miocárdica (detectada mediante RT) localizada en pared inferolateral y septo en pacientes con IC de causa isquémica se relaciona con una menor probabilidad de respuesta a la terapia de resincronización cardíaca (TRC). La RMC puede utilizarse para evaluar la morfología venosa coronaria, determinando si el área con mayor retraso en la activación eléctrica y mecánica puede ser alcanzada a través de la anatomía venosa.

Evaluación de la etiología

Cardiomiopatía isquémica

Función ventricular global

La evaluación de la función, los volúmenes y la masa cardíaca puede realizarse de manera precisa utilizando secuencias de cine, adquiriendo una serie de cortes contiguos en eje corto, abarcando totalmente los ventrículos izquierdo y derecho de base a ápex, proporcionando así una evaluación rápida y cuantitativa de la función biventricular. Actualmente la RMC se considera el gold standard para la medición de los volúmenes y masa cardíacos. Las secuencias de cine-RMC puede valorar adelgazamiento de pared así como motilidad de la misma, tanto en reposo como bajo estrés inducido farmacológicamente (baja dosis de dobutamina para la detección de un miocardio viable o alta dosis para la detección de isquemia)⁴. Combinándolo con secuencias *tagging*, podemos realizar una evaluación cuantitativa del movimiento de la pared cardíaca (*strain* y *strain rate*).

Viabilidad

La aplicación más importante en pacientes con IC secundaria a enfermedad coronaria es la determinación de la masa miocárdica infartada así como el miocardio potencialmente viable que podría beneficiarse de una revascularización coronaria. La RMC, con el uso de la técnica de RT, se ha convertido en la técnica de imagen no invasiva de referencia para la identificación de lesión miocárdica irreversible.. Tras la administración del contraste se produce a los 10 minutos aproximadamente de la inyección, un aumento de la intensidad de señal del tejido dañado, que siempre afecta al subendocardio. Dependiendo de la extensión y duración de la isquemia, el proceso necrótico progresa de modo transmural hacia el epicardio. El tamaño del infarto puede ser cuantificado de forma simple y precisa mediante RT, tanto en términos absolutos como en cuanto a la extensión transmural por segmento. Kim et al⁵ demostraron una relación inversa entre la extensión transmural del infarto de miocardio y la recuperación de la función contráctil del segmento tras la revascularización. Las áreas de hipocinesia con infarto subendocárdico con extensión transmural menor del 25% del grosor total miocárdico tienen hasta un 80% de probabilidad de mejoría funcional.. Por otro lado, los segmentos hipocinéticos con una escara que afecta a más del 50% del grosor miocárdico tienen baja probabilidad de recuperación. En comparación con el gold standard para evaluación de la viabilidad, la tomografía de emisión de positrones, existe una excelente correlación. La mayor resolución espacial de la técnica RT-RMC permite la detección de pequeñas escaras, que pueden pasar desapercibidas con técnicas establecidas como la tomografía computerizada por emisión de fotones (SPECT).. Además, la RMC puede mostrar áreas de obstrucción microvascular que presentan alteraciones de la perfusión tisular tras la revascularización (fenómeno *no-reflow*), que aparecen como un área de baja intensidad de señal central dentro de una región circundante hiperintensa, hallazgo que se ha relacionado con la aparición de eventos cardiovasculares adversos, empeoramiento de la función de ventrículo izquierdo y remodelado ventricular.⁶

La combinación de imágenes de RT y de secuencias potenciadas en T2 permite a la RMC la diferenciación entre lesiones agudas y crónicas. En el infarto agudo de miocardio, secuencias potenciadas en T2 pueden detectar un área de alta señal que se corresponde con edema tisular que supera en tamaño al de la lesión irreversible y que representa el área miocárdica en riesgo (fig. 2). Por ello, la RMC cuenta con una capacidad única para visualizar la cantidad de miocardio salvable..

Las complicaciones del infarto de miocardio, tales como aneurismas o pseudoaneurismas (fig. 3), trombos murales o rotura del septo interventricular, pueden detectarse mediante secuencias de cine-RMC..

Isquemia inducible por estrés farmacológico

Los estudios de perfusión bajo estrés farmacológico con adenosina e inyección de contraste (imágenes de primer paso) son de gran utilidad para la detección de isquemia. Los segmentos hipoperfundidos mostrarán un bajo realce en áreas irrigadas por vasos estenóticos, en comparación con el aumento de la intensidad de la señal del miocardio normal (fig. 4). Un reciente ensayo multicéntrico ha demostrado que el estudio de perfusión de RMC con adenosina es una buena alternativa

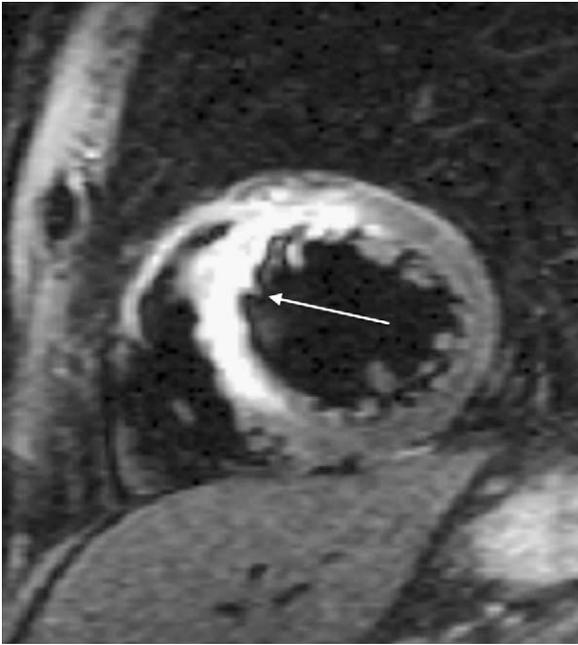


Figura 2 – Imagen de secuencias potenciadas en T2 de un paciente con infarto agudo de miocardio (eje corto) que muestra una zonabrilante de señal (edema tisular) en septo anterior (flecha) y representa el área en riesgo.

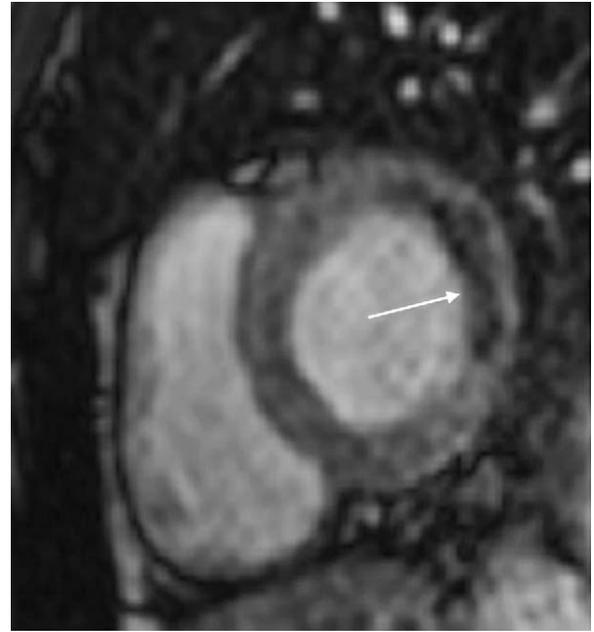


Figura 4 – Ejemplo de estudio de perfusión (eje corto) que muestra el primer paso de gadolinio. Bajo infusión de adenosina, el miocardio isquémico muestra una señal significativamente reducida (flecha).

al SPECT para la detección de enfermedad coronaria (EAC), con al menos igual valor diagnóstico⁷. La RMC por estrés con dobutamina es una alternativa para la detección de la

EAC en pacientes con contraindicación para administración de adenosina aportando una mejor valoración de la motilidad parietal bajo condiciones de estrés que la adenosina.

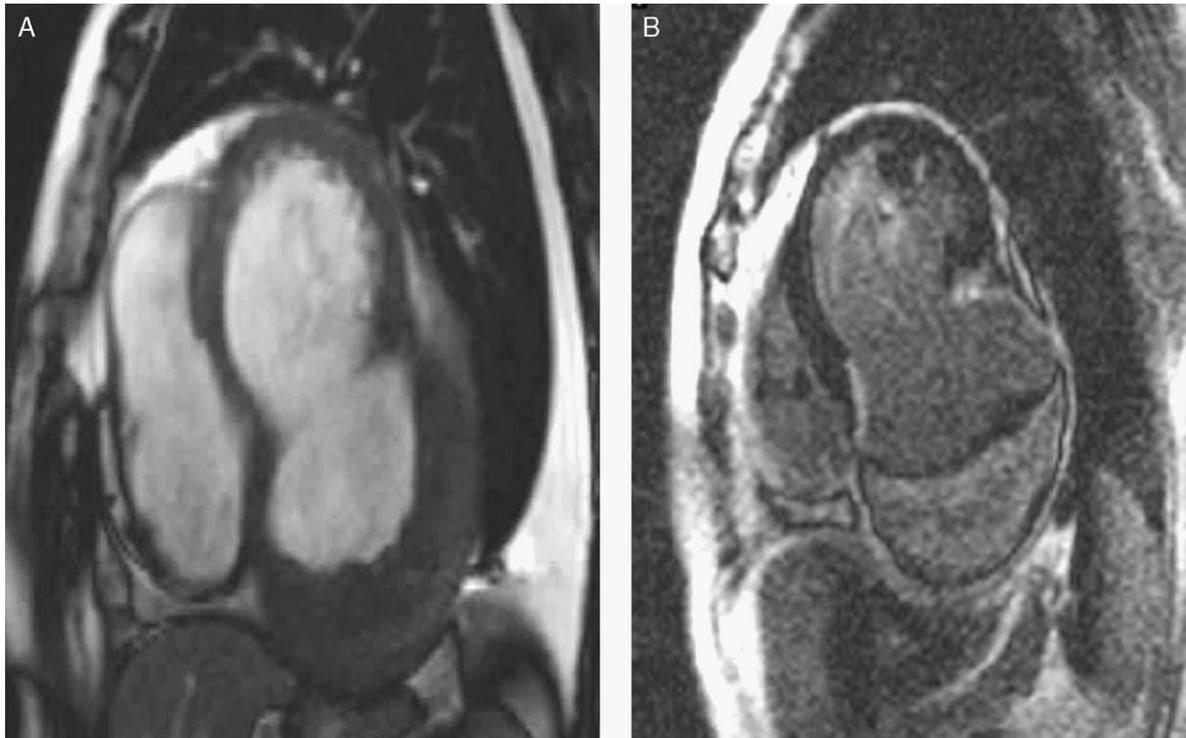


Figura 3 – A) Secuencia de cine-RMC (eje corto) que muestra un gran aneurisma con trombo en un paciente con infarto inferior transmural. B) Realce tardío transmural de pared inferior.

Imagen coronaria

La imagen de las arterias coronarias no es una aplicación clínica estándar de la RMC. Las arterias coronarias son vasos pequeños y tortuosos que se mueven durante el ciclo cardiaco como resultado de la contracción cardiaca y del movimiento respiratorio. Se precisa de una resolución espacial y temporal muy elevada. Aunque se ha avanzado mucho, la valoración de las arterias coronarias mediante la RMC es todavía un reto. Las pautas clínicas más recientes apoyan únicamente el uso de la angio-resonancia coronaria para la identificación de orígenes arteriales coronarios anómalos⁸.

Cardiomiopatía dilatada (MCD)

Múltiples estudios han confirmado el uso de la RMC, especialmente las secuencias de RT, como alternativa válida y no invasiva a la angiografía coronaria, clasificando a los pacientes con IC, dilatación ventricular izquierda y disfunción sistólica con respecto a la presencia o ausencia de enfermedad isquémica subyacente. Mc Crohon et al⁹ demostraron que en pacientes diagnosticados de MCD y con arterias coronarias normales, el 60% no presentaron realce tardío. En cerca del 30% de los pacientes, es posible encontrar un patrón característico de realce parcheado intramural. Dicho patrón intramural está correlacionado con fibrosis intersticial y la degeneración de miocitos, observadas en una autopsia. Hasta el 13% de los pacientes sin lesiones angiográficas y diagnóstico clínico de MCD muestran zonas de RT subendocárdico o transmural que sugieren un infarto previo, pudiendo ser debido a un espasmo, o a recanalización o embolización espontánea. Sin embargo, la ausencia total de RT no descarta totalmente la etiología isquémica como en el caso de miocardio hibernado, y por tanto la imagen coronaria es aún necesaria. El RT-RMC puede ayudar a identificar el sustrato arritmogénico, con el valor pronóstico que ello implica permitiendo un adecuado mapeo y ablación en pacientes con MCD.

Cardiomiopatía hipertrófica (MCH)

La MCH se caracteriza por un engrosamiento asimétrico de la pared miocárdica, desestructuración de miocitos y fibrosis intersticial. La MCH se asocia a fenotipos variables, y también a un incremento del riesgo de muerte súbita debido a arritmias ventriculares y a IC. La forma más común de la enfermedad es la hipertrofia asimétrica del septo. La RMC tiene una mayor capacidad de evaluar las distintas morfologías de la MCH que la ecocardiografía, permitiendo la visualización de áreas de difícil valoración por la ecocardiografía como la pared lateral y el ápex. El RT identifica zonas difusas de fibrosis, normalmente en áreas de engrosamiento máximo de la pared. El patrón de RT es heterogéneo, normalmente intramural, no atribuible a un territorio coronario específico y afecta normalmente a las zonas de unión ventriculares y el ápex, en la variante apical de la enfermedad. El RT presenta una buena correlación con los hallazgos histopatológicos. Se piensa que la incidencia de fibrosis miocárdica en la MCH es del 60 - 80%¹⁰. Cerca del 4% de los pacientes con fenotipo de MCH padecen la enfermedad de Anderson-Fabry (trastorno del metabolismo de los esfingolípidos ligado al cromosoma X que causa hipertrofia ventricular izquierda idiopática) con

un patrón característico de RT localizado en la pared lateral basal.

Miocarditis

En pacientes con diagnóstico reciente de IC y coronarias normales debe excluirse la miocarditis. Las secuencias en sangre negra potenciadas en T2 muestran áreas hiperintensas, que definen las zonas de inflamación/edema al poco tiempo de la aparición de los síntomas. El patrón de RT en esta patología tiene una distribución característica que afecta normalmente a subepicardio así como distribución intramural, fundamentalmente de septo, pared anterolateral e inferolateral. Un patrón típico de RT intramural en septo se ha asociado al herpes-virus 6, o a la combinación herpes-virus 6/parvovirus B19¹¹. Aunque la presencia de RT sugiere un diagnóstico de miocarditis, su ausencia sin embargo no lo excluye en absoluto. La RMC es útil así mismo para guiar la toma de biopsia incrementando el rendimiento de este procedimiento invasivo.

Cardiomiopatía arritmogénica del ventrículo derecho (CAVD)

La CAVD es una enfermedad hereditaria caracterizada por dilatación y disfunción del ventrículo derecho, con sustitución fibro-adiposa del miocardio del ventrículo derecho. Se han descrito casos de afectación biventricular (20% de los casos), y en algunos de ellos el ventrículo izquierdo puede verse predominantemente afectado. La CAVD puede debutar con arritmias ventriculares, muerte súbita o IC. El diagnóstico se realiza en base a una serie de criterios mayores y menores definidos por la Task Force¹², y requiere de la presencia de anomalías eléctricas, funcionales y anatómicas tales como volúmenes agrandados del ventrículo izquierdo/derecho, anomalías del movimiento de la pared regional, adelgazamiento de la pared y aneurismas de la pared libre (fig. 5). En comparación con la ecocardiografía, la RMC es capaz de obtener imágenes tridimensionales, pudiendo visualizar mejor la pared libre del ventrículo derecho. La presencia de RT está relacionada con la sustitución fibro-adiposa encontrada en la biopsia endomiocárdica. Sin embargo, el tejido miocárdico del ventrículo derecho es más delgado y contiene un mayor grado de presencia de trabéculas, siendo muy difícil la detección de fibrosis.

Un reciente trabajo realizado en una cohorte genotipada sugiere que cerca del 20% de los pacientes muestran signos de fibrosis en el ventrículo izquierdo. La identificación de infiltración grasa utilizando imágenes de secuencias potenciadas en T1, con y sin supresión grasa o la determinación de RT, no son un criterio diagnóstico de la Task Force, presentando una pobre sensibilidad, especificidad y reproducibilidad¹³. Sin embargo, las anomalías en el movimiento o morfología de la pared del ventrículo derecho son altamente específicas de la enfermedad. Se necesita experiencia, así como un especial cuidado, para interpretar los resultados, especialmente en ausencia de anomalías de movimiento de la pared regional. Además, zonas como la inserción de la banda moderadora pueden presentar anomalías de contracción, que de manera aislada no representan un criterio positivo para la CAVD.

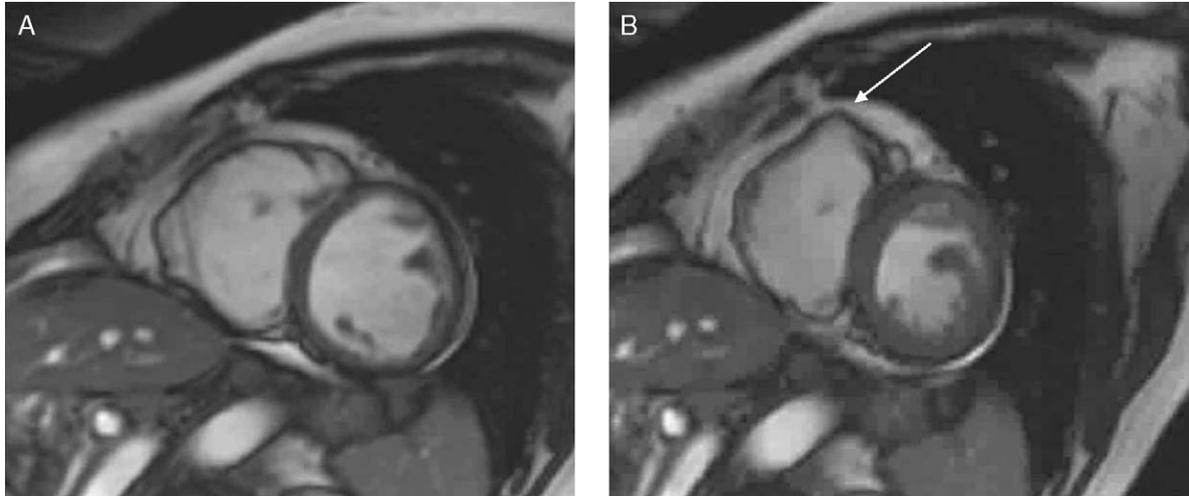


Figura 5 – Ejemplo de cardiomiopatía arritmogénica del ventrículo derecho. Secuencias de cine en eje corto. Dilatación ventricular derecha y zona de aneurisma de la pared libre (flecha). A) Final de la diástole. B) Final de la sístole.

Cardiomiopatía por sobrecarga de hierro

La siderosis cardiaca puede hallarse en anemias dependientes de transfusión y en hemocromatosis primarias, siendo la IC la causa principal de muerte en pacientes con beta-talasemia mayor. La sobrecarga de hierro en el miocardio puede valorarse de manera cuantitativa mediante secuencias T2*. A medida que aumenta el hierro en el miocardio, se produce una disminución progresiva de la fracción de eyección, y se ha demostrado que la mayoría de los pacientes con IC presentan un T2* miocárdico de <20 ms. Esto es de utilidad para guiar el tratamiento y valoración de la respuesta a los medicamentos quelantes de hierro¹⁴. La cardiomiopatía puede ser reversible si se inicia el tratamiento quelante de forma precoz pudiendo la RMC detectar la enfermedad antes de la aparición de los síntomas de la IC.

Amiloidosis

La amiloidosis cardiaca se caracteriza por la deposición de una proteína anómala (amiloide) dentro del miocardio, manifestándose como una hipertrofia concéntrica con, deterioro de la contractilidad y disfunción diastólica severa con dilatación biatrial. Tras la administración del contraste, existe un patrón circunferencial particular de RT (patrón de rayas de cebra), con realce subendocárdico tanto de ventrículo izquierdo como del derecho extendiéndose intramuralmente a septo interventricular con baja intensidad de señal de la sangre. Esto refleja una alta adquisición miocárdica del contraste, con rápido lavado y similares valores T1 de la sangre y miocardio.

Pericarditis constrictiva

El amplio campo de visión de la RMC permite la valoración del pericardio, particularmente mediante secuencias en sangre negra potenciada en T2. Un espesor del pericardio de más de 4 mm es anormal. Las imágenes de cine en tiempo real y con respiración libre pueden mostrar 2 hallazgos importantes:

la dilatación de la vena cava inferior con cambios mínimos durante la respiración, y el movimiento septal al inicio de la inspiración y la diástole (rebote septal), principalmente. El uso de secuencias Tagging puede ayudar a identificar la no adherencia del pericardio visceral y parietal a lo largo del ciclo cardiaco.

Sarcoidosis

En pacientes con sarcoidosis, la afectación cardiaca se produce en un 20 - 30%, aunque clínicamente esto se detecta solo en cerca del 5%. La IC congestiva y progresiva ha demostrado ser la causa de muerte en el 25% de estos pacientes. La RMC puede mostrar características de la sarcoidosis cardiaca tales como adelgazamiento parietal, dilatación de los ventrículos izquierdo/derecho y disfunción sistólica o derrame pericárdico. El uso de secuencias en sangre negra potenciadas en T2 identifica las zonas de inflamación del miocardio y las lesiones granulomatosas, que pueden servir como guía de la actividad de la enfermedad. El RT muestra un patrón no isquémico con localización principal intramural y distribución no específica. Las paredes anteroseptal e inferolateral se ven implicadas con frecuencia, aunque a veces el realce se visualiza en otros territorios. El RT es muy útil para la detección de la sarcoidosis cardiaca antes de la aparición de los síntomas de IC y evaluarla respuesta al tratamiento esteroideo.

Miocardopatía no compactada del ventrículo izquierdo (MNC)

La RMC puede discriminar fidedignamente entre la MCH apical (que normalmente puede no ser diagnosticada mediante la ecocardiografía), hipertrabeculación leve dentro de límites normales y el miocardio del ventrículo izquierdo con importante trabeculación y recesos intertrabeculares profundos. Un ratio de miocardio no compactado respecto al compactado >2,3 tiene una alta sensibilidad (85%) y especificidad (99%) en el diagnóstico de esta patología¹⁵.

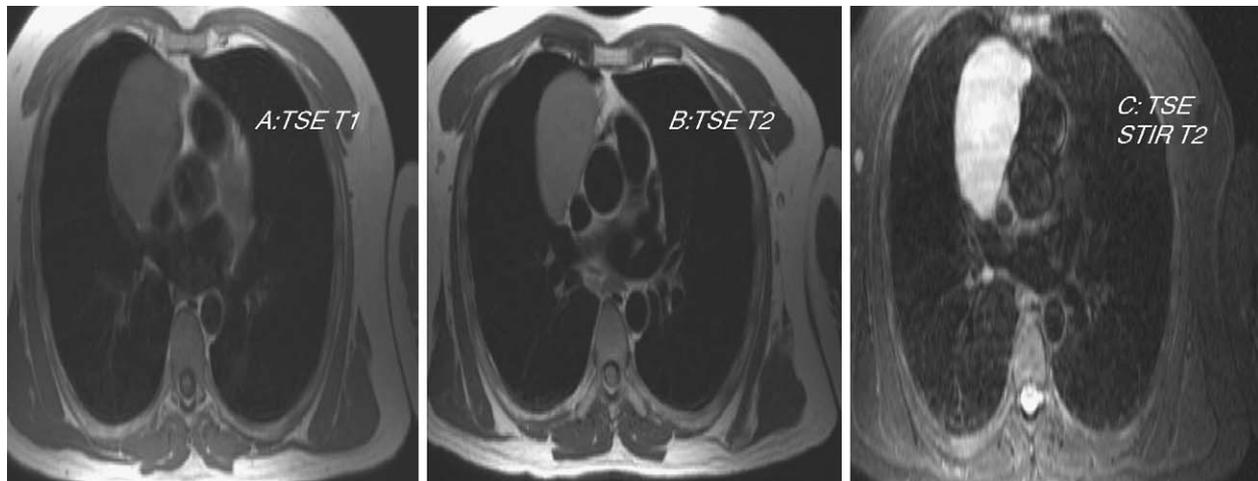


Figura 6 – Ejemplo de masa pericárdica. A y B) Secuencia de sangre negra (Turbo Spin Echo) potenciadas en T1 y T2 (corte axial), que muestra una masa paracardiaca con señal de intensidad intermedia. C) Secuencia potenciada en T2 «short tau inversion recovery» (STIR), que muestra una señal de muy alta intensidad (agua), con diagnóstico de quiste pericárdico.

Otras cardiomiopatías

Otras enfermedades del miocardio menos comunes que producen IC pueden identificarse mediante la RMC. La enfermedad de Chagas, causada por el *Trypanosoma cruzi*, se caracteriza por una fibrosis progresiva del miocardio identificada por el RT en las zonas del ápex y pared inferolateral especialmente, con amplio espectro de distribución: patrón subendocárdico, transmural, subepicárdico e intramiocárdico. Además, la RMC puede detectar características específicas de esta enfermedad, tales como áreas de adelgazamiento de la pared con alteraciones de la contractilidad, y formación de aneurisma con disfunción del ventrículo izquierdo. El síndrome de Churg-Strauss es una forma rara de vasculitis, normalmente confirmada mediante biopsia, que puede desarrollar una IC de mal pronóstico. La RMC puede detectar mediante RT una fibrosis circunferencial subendocárdica difusa característica en ausencia de enfermedad arterial coronaria. En la discinesia apical transitoria o síndrome de Tako-Tsubo identificamos normalmente una aquinesia apical sin áreas de fibrosis en las secuencias de RT, aunque con zonas de inflamación/edema en las imágenes de sangre negra potenciadas en T2¹⁶.

La RMC aporta una información anatómica, funcional y morfológica excelente de las masas cardiacas (que desarrollan ocasionalmente una IC) mediante el uso de imágenes con secuencias potenciadas en T2-T1, perfusión con imágenes de primer paso y secuencias de RT (fig. 6). De igual modo, la RMC es una herramienta valiosa para la valoración de pacientes con enfermedad cardiaca congénita, debido a la complejidad de los desórdenes y la mala ventana ecográfica en dichos pacientes, debido a cirugía compleja previa.

Información pronóstica de la RMC

En etiologías isquémicas, la cantidad de cicatrices identificadas por el RT se correlaciona con la probabilidad de arritmias ventriculares inducibles. La zona periinfartada tiene un alto

valor predictivo para las arritmias clínicamente significativas, habiendo sido relacionadas con la mortalidad global¹⁷. La obstrucción microvascular detectada por la RMC predice la remodelación ventricular posterior y los eventos cardiovasculares adversos tras un infarto agudo de miocardio. En la miocardiopatía dilatada, la fibrosis intramuralse asocia a un incremento de la incidencia de la mortalidad global, y de la hospitalización. En la MCH, existe una asociación entre la presencia de fibrosis detectada por el RT y la probabilidad de desarrollar una IC en pacientes con edad superior a 40 años. Así mismo se ha demostrado que el RT se asocia independientemente a las arritmias ventriculares¹⁸. Los pacientes con talasemia mayor con gran exceso de carga miocárdica de hierro (T2* miocárdico <10 ms) tienen un riesgo mayor de desarrollar una IC. La presencia de RT en pacientes con amiloidosis se correlaciona con la severidad de la IC, evaluada con el péptido natriurético tipo B.

Conclusiones

La RMC ofrece la oportunidad de realizar una evaluación detallada a los pacientes con IC, incluyendo función anatómica, caracterización tisular y detección de la perfusión miocárdica. La RMC proporciona información sobre la etiología subyacente de la IC, siendo útil como guía en la monitorización terapéutica y en la estratificación del riesgo, ofreciendo una información complementaria e incremental para los métodos de primera línea, tales como la ecocardiografía.

BIBLIOGRAFÍA

1. Banegas JR, Rodriguez-Artalejo F, Guallar-Castillon P. Current epidemiology of heart failure in Spain. *Rev Esp Cardiol Supl.* 2006;6:4C-9C.
2. Grobner T. Gadolinium—a specific trigger for the development of nephrogenic fibrosing dermopathy and

- nephrogenic systemic fibrosis? *Nephrol Dial Transplant.* 2006;21:1104-8.
3. Chalil S, Stegemann B, Muhyaldeen S, et al. Intraventricular dyssynchrony predicts mortality and morbidity after cardiac resynchronization therapy: a study using cardiovascular magnetic resonance tissue synchronization imaging. *J Am Coll Cardiol.* 2007;50:243-52.
 4. Nagel E, Lehmkühl HB, Bocksch W, et al. Noninvasive diagnosis of ischemia induced wall motion abnormalities with the use of high dose of dobutamine stress MRI. Comparison with dobutamine stress echocardiography. *Circulation.* 1999;16:763-70.
 5. Kim RJ, Wu E, Rafael A, et al. The use of contrast-enhanced magnetic resonance imaging to identify reversible myocardial dysfunction. *N Engl J Med.* 2000;343:1445-53.
 6. Wu KC, Zerhouni EA, Judd RM, et al. Prognostic significance of microvascular obstruction by magnetic resonance imaging in patients with acute myocardial infarction. *Circulation.* 2004;109:2172-4.
 7. Schwitter J, Wacker CM, van Rossum AC, et al. MR-IMPACT: comparison of perfusion-cardiac magnetic resonance with single-photon emission computed tomography for the detection of coronary artery disease in a multicentre, multivendor, randomized trial. *Eur Heart J.* 2008;29:480-9.
 8. Bluemke DA, Achenbach S, Budoff M, et al. Noninvasive coronary artery imaging: magnetic resonance angiography: a scientific statement from the American Heart Association Committee on Cardiovascular Imaging and Intervention of the Council on Cardiovascular Radiology and Interventions, and the Councils on Clinical Cardiology and Cardiovascular Disease in the Young. *Circulation.* 2008;118:586-606.
 9. Mc Crohon JA, Moon JC, Prasad SK, et al. Differentiation of heart failure related to dilated cardiomyopathy and coronary artery disease using gadolinium-enhanced cardiovascular magnetic resonance. *Circulation.* 2003;108:54-9.
 10. Choudhury L, Mahrholdt H, Wagner A, et al. Myocardial scarring in asymptomatic or mildly symptomatic patients with hypertrophic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol.* 2002;40:2156-64.
 11. Mahrholdt H, Wagner A, Deluigi CC, et al. Presentation, patterns of myocardial damage and clinical course of viral myocarditis. *Circulation.* 2006;114:1581-90.
 12. Mc Kenna WJ, Thiene G, Nava A, et al. Diagnosis of arrhythmogenic right ventricular dysplasia/cardiomyopathy. Task Force of the Working Group Myocardial and Pericardial Disease of the European Society of Cardiology and of the Scientific Council on Cardiomyopathies of the International Society and Federation of Cardiology. *Br Heart J.* 1994;71:215-8.
 13. Tandri H, Castillo E, Ferrari VA, et al. Magnetic resonance imaging of arrhythmogenic right ventricular dysplasia: sensitivity, specificity, and observer variability of fat detection versus functional analysis of the right ventricle. *J Am Coll Cardiol.* 2006;48:2277-84.
 14. Tanner MA, Galanello R, Dessi C, et al. A randomized, placebo-controlled, double-blind trial of the effect of combined therapy with deferoxamine and deferiprone on myocardial iron in thalassemia major using cardiovascular magnetic resonance. *Circulation.* 2007;115:1876-84.
 15. Petersen SE, Selvanayagam JB, Wiesmann F, et al. Left ventricular non-compaction: insights from cardiovascular magnetic resonance imaging. *J Am Coll Cardiol.* 2005;46:101-5.
 16. Abdel-Aty H, Cocker M, Friedrich MG, et al. Myocardial edema is a feature of Tako-Tsubo cardiomyopathy and is related to the severity of systolic dysfunction: insights from T2-weighted cardiovascular magnetic resonance. *Int J Cardiol.* 2009;132:291-3.
 17. Yan AT, Shayne AJ, Brown KA, et al. Characterization of the peri-infarct zone by contrast-enhanced cardiac magnetic resonance imaging is a powerful predictor of post-myocardial infarction mortality. *Circulation.* 2006;114:32-9.
 18. Adabag AS, Maron BJ, Appelbaum E, et al. Occurrence and frequency of arrhythmias in hypertrophic cardiomyopathy in relation to delayed enhancement on cardiovascular magnetic resonance. *J Am Coll Cardiol.* 2008;51:1369-74.
 19. White JA, Patel MR. The role of cardiovascular MRI in heart failure and the cardiomyopathies. *Cardiol Clin.* 2007;25:71.