

Utilidad de la resonancia magnética en el estudio de las masas cardíacas y de la afección pericárdica

Esther Pérez David^a, Mariola García Lizana^b, Miguel Ángel García Fernández^a, José Luis Zamorano Gómez^b, Joaquín Ferreirós Domínguez^c y Javier Lafuente Martínez^d

^aLaboratorio de Ecocardiografía. Hospital Gregorio Marañón. Madrid. España.

^bLaboratorio de Ecocardiografía. Hospital Clínico San Carlos. Madrid. España.

^cServicio de Radiología. Hospital Clínico San Carlos. Madrid. España.

^dServicio de Radiología. Hospital Gregorio Marañón. Madrid. España.

La ecocardiografía sigue siendo la técnica de imagen más utilizada para el estudio de las masas cardíacas y de la afección pericárdica, por su accesibilidad y bajo coste. Sin embargo, en ocasiones presenta importantes limitaciones en este tipo de afecciones, derivadas principalmente de la mala calidad de las imágenes y de un campo de visión relativamente pequeño. En cambio, la resonancia magnética (RM) proporciona en la mayor parte de los casos imágenes de gran calidad con un excelente contraste de tejidos y un campo de visión más extenso.

En el estudio de las masas cardíacas, proporciona una información anatómica muy completa que puede ser fundamental para el tratamiento del paciente, incluidos la infiltración de estructuras cardíacas y mediastínicas, la vascularización y el punto de anclaje de la masa. La RM permite, además, el estudio de las alteraciones funcionales causadas por esa masa, y en muchas ocasiones su caracterización tisular. La RM proporciona también una delimitación excelente del pericardio, permitiendo la localización y la caracterización de diversas lesiones pericárdicas, incluidos el derrame pericárdico, el engrosamiento pericárdico y las anomalías congénitas como la agenesia de pericardio. Es especialmente útil en el caso de derrames loculados o hemorrágicos y para el diagnóstico diferencial entre miocardiopatía restrictiva y pericarditis constrictiva. En esta revisión se analizarán los hallazgos característicos así como las indicaciones principales de esta técnica en este tipo de afecciones.

Palabras clave: *Resonancia magnética nuclear. Tumores cardíacos. Derrame pericárdico. Pericarditis.*

Usefulness of Magnetic Resonance Imaging in the Evaluation of Cardiac Masses and Pericardial Disease

Because of its availability and low cost, echocardiography is the imaging modality most often used for the initial evaluation of cardiac masses and pericardial disease. However, in these conditions, the technique may at times have important limitations, which are mainly due to poor image quality and a restricted field of view. In contrast, magnetic resonance imaging provides high-quality images in the majority of cases, with excellent soft tissue contrast and a larger field of view.

In patients with a cardiac mass, magnetic resonance imaging provides extensive anatomical information that can be important for treatment, including the degree of infiltration of cardiac and mediastinal structures, vascularization, and the mass's point of attachment. Moreover, with magnetic resonance imaging, functional impairments caused by such masses can be studied and, on many occasions, the mass's tissue can be characterized. Magnetic resonance imaging also enables precise visualization of the pericardium, thereby providing detailed information on the location and nature of various types of pericardial lesion, including pericardial effusion, pericardial thickening, and congenital anomalies such as absence of the pericardium. The technique is especially useful in loculated or hemorrhagic effusions and in the differential diagnosis of restrictive cardiomyopathy and constrictive pericarditis. In this review, we summarize the characteristic findings of and the main indications for magnetic resonance imaging in these pathological conditions.

Key words: *Magnetic resonance imaging. Cardiac tumors. Pericardial effusion. Pericarditis.*

Correspondencia: Dr. M.A. García Fernández.
Laboratorio de Ecocardiografía. Hospital Gregorio Marañón.
Dr. Esquerdo, 46. 28007 Madrid. España.
Correo electrónico: magfeco@primus.es

INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta revisión es describir las aplicaciones principales de la resonancia magnética (RM) para el estudio de las masas cardíacas y de la afección pericárdica. Se trata de dos campos complejos de la cardio-

logía en los que la ecocardiografía presenta en ocasiones importantes limitaciones. En cambio, la RM proporciona imágenes anatómicas de gran calidad en las que se pueden definir tanto anomalías del pericardio (engrosamiento, derrame, etc.) como infiltración de estructuras cardíacas y mediastínicas por masas cardíacas. La RM permite, además, la detección y cuantificación de las alteraciones funcionales derivadas de estas alteraciones anatómicas, así como información de caracterización tisular basada en los tiempos de relajación y captación de contraste de las diferentes estructuras.

APLICACIÓN DE LA RESONANCIA MAGNÉTICA EN EL ESTUDIO DE MASAS CARDÍACAS

El ecocardiograma es, sin duda, la técnica más utilizada para el estudio y caracterización inicial de masas cardíacas, por su rapidez, disponibilidad y bajo coste. Sin embargo, como veremos a continuación, la RM permite obtener información más completa acerca de su composición, vascularización y relaciones anatómicas, por lo que el grupo de trabajo en RM de la Sociedad Europea de Cardiología considera la detección y caracterización de los tumores cardíacos como una indicación clase I para la realización de dicha técnica¹.

En primer lugar, la capacidad de definir planos de estudio en cualquier dirección del espacio de la RM hace que esta técnica sea especialmente útil para analizar la relación de la masa con otras estructuras intracardíacas, así como su extensión a estructuras vasculares y mediastínicas adyacentes². La RM es también superior al ecocardiograma para diagnosticar la infiltración del pericardio. Por otro lado, puede proporcionar información acerca de la composición de la masa, diferenciar lesiones sólidas de quísticas y estudiar su grado de vascularización. Aunque no puede sustituir a la anatomía patológica, permite obtener signos indicativos de benignidad o malignidad y en muchas ocasiones determinar la naturaleza de la lesión.

Secuencias empleadas en el estudio de masas cardíacas

Sangre negra

La calidad de las imágenes obtenidas con este tipo de secuencias, que presentan una elevada relación señal/ruido y una menor tendencia a presentar artefactos, las hace idóneas para obtener información morfológica detallada del corazón, los grandes vasos y las estructuras mediastínicas adyacentes. Permiten detectar de manera fiable engrosamientos asimétricos de las paredes cardíacas, distorsión de las cavidades o engrosamiento pericárdico.

En las imágenes en sangre negra se puede, en ocasiones, estudiar la composición de la masa a partir del com-

portamiento de la intensidad de la señal con diferentes tipos de secuencias. La intensidad de señal de una lesión en las imágenes de RM depende de la interacción entre la composición del tejido y los parámetros definidos en la secuencia. De esta manera, se pueden emplear secuencias potenciadas en T1 (tiempo de relajación longitudinal), que destacan distintos componentes como la grasa, la melanina o la metemoglobina, secuencias potenciadas en T2 (tiempo de relajación transversal), en los que la mayor intensidad de señal se da en estructuras con gran contenido de agua; a estas secuencias se pueden añadir pulsos destinados a suprimir la grasa. Aunque muchas veces los hallazgos son inespecíficos, pueden ser diagnósticos en algunos casos: los lipomas presentan una elevada intensidad de señal en secuencias potenciadas en T1 y baja intensidad de señal cuando se aplica un pulso de supresión grasa.

Eco de gradiente

Este tipo de secuencias, más rápidas, permite obtener imágenes en movimiento durante el ciclo cardíaco y de esta manera estudiar tanto la función cardíaca como la movilidad del tumor. De este modo, se puede identificar fácilmente la obstrucción y regurgitación valvulares. También son muy útiles para identificar el punto de anclaje del tumor.

Secuencias con contraste

El uso de secuencias de perfusión en primer paso permite determinar el grado de vascularización de la masa; los tumores vasculares (hemangioma, angiosarcoma) se rellenan rápidamente de contraste y mostrarán una elevada intensidad de señal. Otros tumores como los mixomas no captan contraste en primer paso; lo mismo sucede con los trombos intracavitarios.

El análisis de imágenes obtenidas con turbo *spin echo* (TSE) precozmente tras la administración del contraste (1-2 min) a menudo permite delimitar más claramente los límites del tumor. En las imágenes basales de TSE potenciadas en T1, la mayor parte de los tumores cardíacos aparecen isointensos con el miocardio, sin que se diferencien claramente del miocardio normal. Sin embargo, con frecuencia se observa una captación diferencial de contraste en el tumor comparada con el miocardio normal, debido a la mayor vascularización del tumor, y esto ayuda a delimitarlo. Además, estas imágenes permiten detectar zonas intratumorales necróticas, quísticas o calcificadas, que se observan como regiones persistentemente oscuras. Por último, la técnica de realce tardío es especialmente útil para el estudio de los trombos ventriculares³.

El protocolo utilizado en nuestro centro para el estudio de masas cardíacas está resumido en la tabla 1. No obstante, en este tipo de afección el protocolo debe ser muy flexible y adaptado a las condiciones del paciente.

TABLA 1. Protocolo de estudio en la resonancia magnética de masas cardíacas

Estudio funcional con cine (secuencias SSFP, 25-30 fases por ciclo cardíaco, cortes de 8 mm). Al menos en 2 orientaciones es conveniente tener una cobertura cardíaca completa
Plano 2 cámaras
Plano 4 cámaras
Eje corto
Estudio anatómico basal con sangre negra (secuencia turbo <i>spin echo</i> , cortes de 6 mm). Al menos conviene tener cobertura cardíaca completa en la primera secuencia, posteriormente puede ser suficiente centrarse en la masa si su localización está clara
TSE potenciado en T1
TSE potenciado en T2
TSE potenciado en T1 con pulso de supresión grasa
Estudio de perfusión en primer paso (secuencias de eco de gradiente o híbridas con EPI, con administración de contraste derivado de gadolinio). Con la información obtenida hasta ahora, centrar los cortes en la masa cardíaca
Estudio anatómico poscontraste con sangre negra. Repetir inmediatamente tras finalizar la perfusión en primer paso los mismos cortes obtenidos en condiciones basales con T1-TSE
Secuencia de inversión-recuperación para evaluación de realce tardío (optativa, especialmente útil si se sospecha trombo intracardiaco)

TABLA 2. Características en la resonancia magnética de las masas cardíacas más frecuentes^a

	Intensidad de señal en T1-TSE	Intensidad de señal en T2-TSE	Intensidad de señal en GRE	Realce con contraste
Mixoma	Heterogénea. Intermedia en su mayor parte, ↓ en áreas de calcio, ↑ en zonas hemorrágicas	↑	↓ ↓	↑, heterogéneo (áreas de calcio, hemorragia y necrosis no captan)
Lipoma	↑ ^b	Intermedia	Inespecífica	Inespecífico
Rabdomioma	Homogénea. Intermedia o ↓	↑	↓ ↓	Inespecífico
Fibroma	Intermedia. Puede ser heterogénea (calcio, hemorragia)	↓	Inespecífica	Escaso, heterogéneo
Hemangioma	Intermedia	↑ ↑	Inespecífica	↑ ↑, heterogénea
Angiosarcoma	↑ en el centro (hemorragia), intermedio en la periferia	Igual que en T1	Inespecífica	↑ ↑
Trombo	< 2 semanas: intermedio. > 2 semanas: ↑	< 2 semanas: ↑ > 2 semanas: ↓	↓ ↓ ↓	No

^aLa intensidad de señal de la masa cardíaca se compara con la miocárdica. ^b↓ si se aplican pulsos de supresión grasa.

Puede requerir otro tipo de orientaciones de los planos de estudio (en ocasiones, los planos axiales, coronales y sagitales estrictos pueden ser más reproducibles y más fácilmente comprensibles).

En la tabla 2 se resumen las características principales de la RM de los tumores cardíacos.

Tumores cardíacos primarios benignos

Los tumores cardíacos primarios son poco frecuentes; se ha descrito una prevalencia del 0,001-0,3% en la mayor parte de las series autópsicas. Aproximadamente

un 75% de estos tumores son benignos⁴. El tumor cardíaco benigno más frecuente es el mixoma (30-50% del total), seguido del lipoma (10% del total). Con menor frecuencia se observan fibroelastomas, rabdomiomas, fibromas, hemangiomas, teratomas.

Mixomas

Los mixomas aparecen con mayor frecuencia entre el tercer y el sexto decenio de la vida y son más frecuentes en mujeres. Sus localizaciones más frecuentes son la aurícula izquierda (75%) y la aurícula dere-

cha (15-20%), y presentan un pedúnculo de anclaje hasta el septo interauricular, en la región de la fosa oval. Con menor frecuencia se pueden encontrar en los ventrículos. Generalmente, son polipoides, pedunculados y con una superficie lisa, con origen en el endocardio.

En la RM se observan como masas esféricas u ovoideas con una intensidad de señal heterogénea e intermedia (isointensa con el miocardio) en las imágenes basales de TSE potenciadas en T1, mientras que en las potenciadas en T2 suelen ser hiperintensos (fig. 1). Las zonas calcificadas, al carecer relativamente de protones, presentan baja intensidad de señal, tanto en T1 como en T2. Tras la administración de contraste, los mixomas presentan moderado realce por su vascularización, pero con zonas sin captación de contraste que corresponden a áreas de calcificación, necrosis y hemorragia⁵ (fig. 2).

Más de la mitad de los pacientes con mixomas presentan síntomas derivados de la obstrucción que produce el tumor, generalmente por prolapso de la válvula mitral. Las secuencias de cine con eco de gradiente son útiles para descartar estos fenómenos, así como

para localizar el pedúnculo y el punto de anclaje del mixoma⁶.

Lipomas

Los lipomas cardíacos son tumores constituidos por células adiposas maduras que aparecen con mayor frecuencia en jóvenes. Típicamente son únicos y encapsulados. Con mayor frecuencia crecen a partir del subendocardio (50%), aunque también pueden ser subepicárdicos (25%) o intramiocárdicos (25%)⁷. Los lipomas subendocárdicos se encuentran con mayor frecuencia en la aurícula derecha, y suelen nacer del septo interauricular.

Esta condición debe diferenciarse de la hipertrofia lipomatosa del septo interauricular, que aparece con mayor frecuencia en mujeres obesas de mediana edad y se asocia a fibrilación auricular. En este caso, se trata de una infiltración grasa no encapsulada que afecta al septo interauricular (respetando la fosa oval) y se continúa con la grasa epicárdica del seno pericárdico transversal o del surco auriculoventricular⁸.

La RM identifica de manera muy fiable los lipomas: aparecen como masas nodulares muy brillantes en las

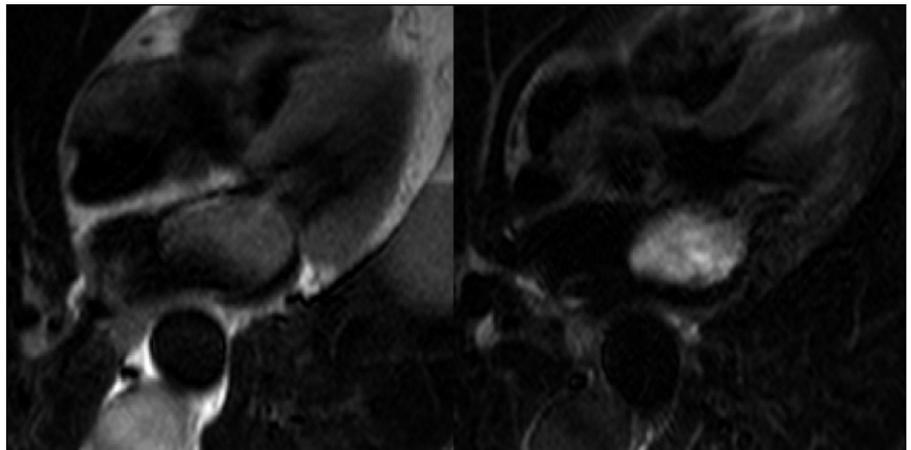


Fig. 1. Mixoma en aurícula izquierda. La masa presenta una intensidad de señal heterogénea y superior a la del miocardio, tanto en TSE-T1 (izquierda) como en TSE-T2-STPIR (derecha).

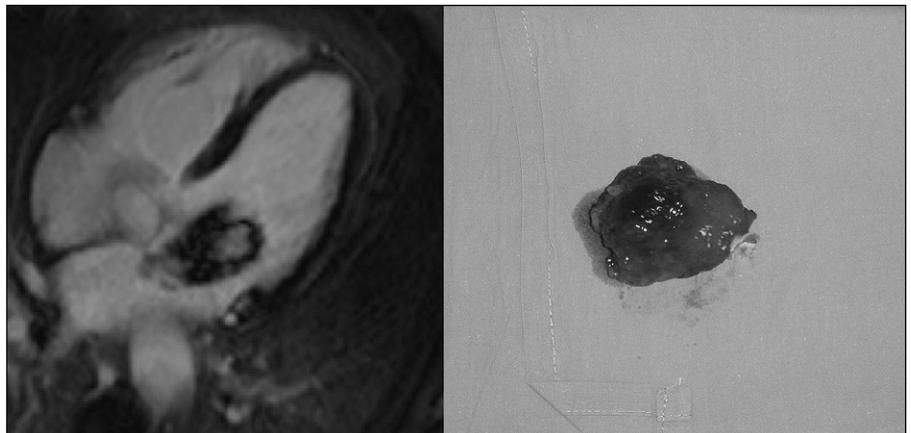


Fig. 2. Estudio poscontraste correspondiente al mixoma de la figura 1 (izquierda). En los mixomas típicamente se produce captación heterogénea de contraste, debido a la presencia de diferentes áreas de inflamación, necrosis y hemorragia dentro de la masa. Sin embargo, este comportamiento se produce también en la mayor parte de los tumores malignos. El estudio anatómico-patológico confirmó el diagnóstico de mixoma (derecha).

imágenes de TSE potenciadas en T1, su intensidad de señal es prácticamente nula en secuencias con pulsos específicos de supresión grasa y no captan contraste. A diferencia de los liposarcomas, son muy homogéneos y no infiltran estructuras contiguas, respetando la cápsula.

Fibroelastomas

Los fibroelastomas papilares son los terceros tumores cardíacos más frecuentes y un 90% aparece en las válvulas mitral o aórtica. Son pequeños (< 1 cm), muy móviles, anclados por un pedículo al subendocardio.

Rabdomiomas

Son los tumores cardíacos más frecuentes de los niños, generalmente se diagnostican antes del año de edad. Son hamartomas miocárdicos benignos congénitos y en un 30-50% de los casos se asocian a la esclerosis tuberosa. Su tamaño, número y repercusión clínica son muy variables; generalmente se encuentran en la pared miocárdica de ambos ventrículos, bien circunscritos pero no encapsulados⁹.

Pueden ser difíciles de detectar con resonancia, porque tienen una intensidad de señal parecida al miocardio, y cuando son pequeños y múltiples pueden manifestarse como un engrosamiento difuso del miocardio. En las imágenes de TSE potenciadas en T2 suelen ser hiperintensos.

Fibromas

Aparecen con mayor frecuencia en niños. Son tumores intramiocárdicos solitarios, de 4-7 cm de diámetro, situados con mayor frecuencia en la cara anterior del ventrículo izquierdo, el septo interventricular y el ventrículo derecho. Desplazan al miocardio sin invadirlo y no suelen presentar áreas de necrosis ni hemorragia. Pueden manifestarse como una masa homogénea intraventricular o como un engrosamiento miocárdico focal. Son iso o hiperintensos con el miocardio en imágenes de TSE potenciadas en T1 e hipointensos en T2¹⁰. Su captación de contraste es escasa o nula, pero el contraste puede ayudar a su delimitación.

Hemangiomas

Son tumores vasculares benignos y únicos, compuestos de células endoteliales. Aparecen en cualquier cámara cardíaca, aunque con mayor frecuencia en el lado derecho. Pueden ser difíciles de diferenciar de malformaciones vasculares.

En resonancia son masas no homogéneas y mal delimitadas, hiperintensos en T2. Es útil para su diagnóstico realizar un estudio de perfusión en primer paso, donde rápidamente captan contraste.

Tumores cardíacos primarios malignos

Aproximadamente un 25% de los tumores cardíacos primarios son malignos. Generalmente no dan síntomas hasta que alcanzan un gran tamaño, momento en el cual la cirugía es difícil y el pronóstico es malo. El 95% de estos tumores son sarcomas. Los tumores cardíacos primarios malignos no suelen respetar los planos anatómicos, invaden el pericardio y las estructuras paracardíacas. A menudo se asocian con derrame pericárdico y presentan edema peritumoral. Típicamente son no homogéneos y captan contraste, aunque este comportamiento no es específico de malignidad y se da también en los mixomas.

Angiosarcomas

Son los tumores cardíacos primarios malignos más frecuentes y aparecen más a menudo en varones. Están compuestos de canales vasculares. Generalmente nacen de la aurícula derecha o del epicardio. En la RM se manifiestan como masas nodulares irregulares que infiltran el miocardio o el pericardio. Tienen una gran propensión a presentar tanto fenómenos de hemorragia como de necrosis; las zonas hemorrágicas se manifiestan como áreas con elevada intensidad de señal en secuencias potenciadas en T1. Típicamente presentan una intensidad de señal heterogénea tanto en condiciones basales como tras la administración de contraste.

Otros sarcomas

A diferencia de los angiosarcomas, aparecen con mayor frecuencia en las cavidades cardíacas izquierdas, donde se pueden confundir con mixomas. Los leiomiomas nacen generalmente de la vena cava inferior (75% de los casos), aunque también pueden depender de la vena cava superior u otras estructuras. Los liposarcomas suelen tener origen pericárdico, con infiltración epicárdica. Los rabdomiosarcomas se diagnostican generalmente en niños y suelen afectar a las válvulas cardíacas. Todas estas entidades son poco frecuentes.

Tumores cardíacos secundarios malignos

Son 30-50 veces más frecuentes que los tumores primarios. Los tumores con mayor propensión a metastatizar al corazón son los melanomas, los linfomas y las leucemias. Sin embargo, por su elevada prevalencia, los cánceres de pulmón y mama son los más comunes en números absolutos.

Existen varios mecanismos de extensión al corazón: a) la invasión directa del corazón a través del mediastino (pulmón, mama); b) la diseminación a través de las venas cavas, especialmente la inferior (tumores renales, hepáticos, etc.); c) la diseminación hematológica (sarcomas, melanomas, etc.), y d) la diseminación

linfática. Las metástasis pueden ser intramiocárdicas, lo que indica diseminación hematógena, o subepicárdicas; a menudo son múltiples. Aunque pueden aparecer en cualquier localización, las aurículas se afectan con mayor frecuencia que los ventrículos. Con frecuencia existe afectación pericárdica y síntomas obstructivos¹¹.

En la RM las metástasis suelen ser hipointensas en T1 e hiperintensas en T2, y generalmente captan contraste. Las metástasis de melanoma se comportan de manera especial por el contenido en melanina, que presenta propiedades paramagnéticas; por ello, son hiperintensas en T1.

Trombos intracardiacos

Los trombos son las masas intracardiacas más frecuentes. Con mayor frecuencia se localizan en la aurícula izquierda (especialmente la orejuela) en pacientes con fibrilación auricular y valvulopatía mitral, y en el ventrículo izquierdo en el caso de pacientes con infarto de miocardio o miocardiopatía dilatada.

El aspecto del trombo en la resonancia es variable en función de su tiempo de evolución. Los trombos recientes pueden ser iso o hiperintensos en el miocardio en secuencias potenciadas en T1 e hiperintensos en T2; tras una o dos semanas, los compuestos paramagnéticos presentes en el trombo, como la deoxihemoglobina y la metemoglobina, producen un acortamiento de los tiempos de relajación T1 y T2, de manera que a partir de entonces son más claramente hiperintensos en T1 e hipointensos en T2¹².

Las secuencias de cine con eco de gradiente son muy útiles para evaluar las alteraciones de la contracción segmentaria, asociadas con trombos ventriculares. La administración de contraste permite diferenciar un trombo de la mayoría de tumores cardiacos, ya que los trombos no captan contraste porque no están vascularizados³.

Quistes hidatídicos

En nuestro país, aunque su incidencia ha decaído en los últimos decenios, todavía se detectan casos de hidatidosis, generalmente en zonas rurales. La afectación cardíaca es poco frecuente (0,02-2% de los casos) y puede deberse a la rotura de un quiste hidatídico pulmonar o a la diseminación hematógena. Hasta en un 50% de los casos la afectación cardíaca es aislada. Las localizaciones más frecuentes de los quistes hidatídicos cardiacos son el ventrículo izquierdo (50-60% de los casos) y el septo interventricular (10-20% de los casos), aunque también pueden afectar al pericardio, el ventrículo derecho o ambas aurículas.

En resonancia son fácilmente reconocibles. Aparecen como estructuras quísticas uni o multiloculares, de tamaño variable. Las vesículas son hipointensas en T1 e hiperintensas en T2 y no captan contraste¹³ (figs. 3-4).

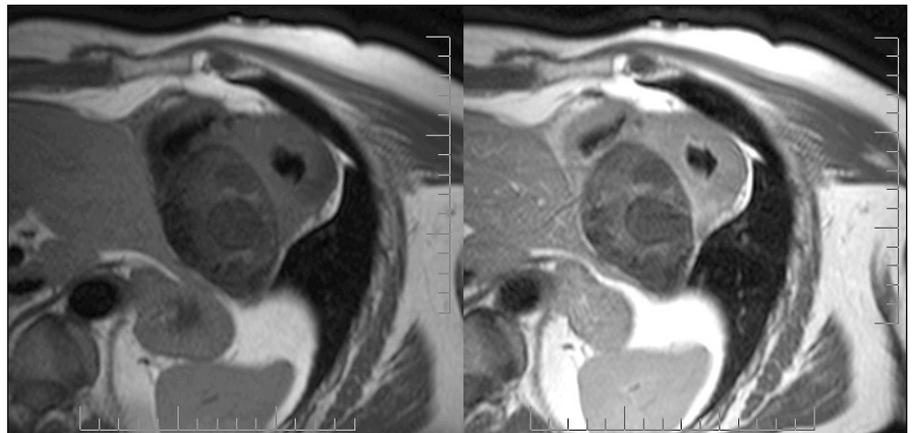
Otras aplicaciones de la resonancia magnética en el estudio de las masas cardíacas

Es relativamente frecuente confundir estructuras no neoplásicas (hernia de hiato, grasa epicárdica, quistes pericárdicos, etc.) y tumores extracardiacos con tumores cardiacos. Para aclarar el diagnóstico la RM es muy útil, ya que consigue un excelente contraste de tejidos blandos y tiene un campo de visión muy amplio. También puede ayudar a establecer el diagnóstico de «seudomasa» cardíaca (es decir, una estructura normal del corazón que produce una imagen sospechosa de masa cardíaca, como la cresta terminal, la red de Chiari, etc.)¹⁰.

UTILIDAD DE LA RESONANCIA MAGNÉTICA EN EL ESTUDIO DE LA AFECCIÓN PERICÁRDICA

La ecocardiografía transtorácica es el procedimiento de elección en la evaluación inicial de pacientes con sos-

Fig. 3. Quiste hidatídico intramiocárdico multilocular. Izquierda: imagen obtenida con turbo *spin echo* potenciado en T1 en un plano de eje corto donde se aprecia el desplazamiento del miocardio por la masa en septo y cara inferior, sin que exista infiltración; la masa es hipointensa en comparación con el miocardio, con múltiples vesículas en su interior. Derecha: el mismo plano obtenido con secuencia turbo *spin echo* a los 5 minutos de administrar contraste. Como se puede apreciar, la intensidad de señal del miocardio es mayor que en condiciones basales, pero no así las señales de las vesículas, que no captan contraste.



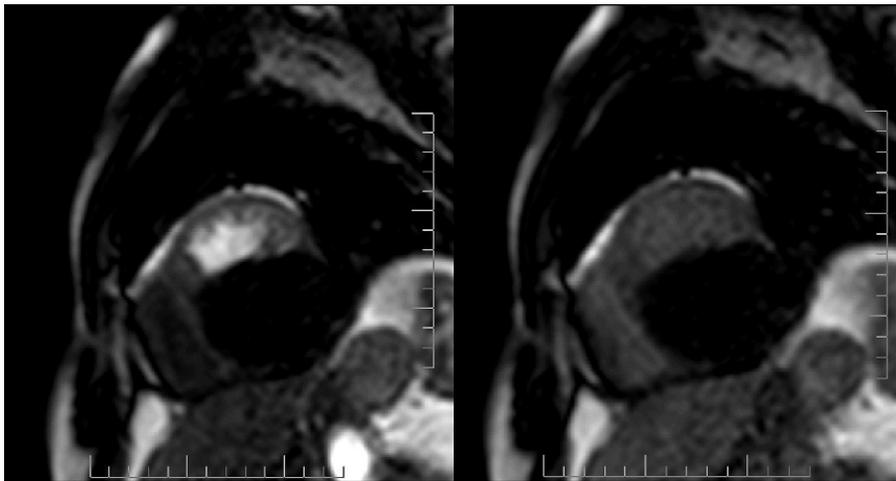


Fig. 4. Estudio de perfusión en primer paso correspondiente al quiste hidatídico descrito en la figura 3. Se observa ausencia de captación de contraste por la masa tanto en fase precoz (izquierda) como tardía, debido a su ausencia de vascularización.

pecha de enfermedad pericárdica¹⁴. Sin embargo, el escaso grosor del pericardio normal, la dificultad en muchas ocasiones para la obtención de una buena ventana acústica, la imposibilidad de obtener imágenes de la totalidad del pericardio en un plano determinado y su baja reproducibilidad suponen serios inconvenientes en el diagnóstico de engrosamiento pericárdico y la caracterización del líquido en los derrames. Sin embargo, tanto la tomografía computarizada (TC) como la RM proporcionan excelentes imágenes de la totalidad del pericardio sin las limitaciones de la ecocardiografía^{14,15}.

La TC es un método seguro para el diagnóstico y la evaluación de engrosamientos pericárdicos, aunque tiene importantes limitaciones para diferenciar derrames con alto contenido proteico de fibrosis pericárdica. Es el método de elección para el diagnóstico de calcificaciones pericárdicas y en los pacientes con contraindicaciones para la RM.

La RM se está convirtiendo en el método no invasivo de elección para evaluar algunas enfermedades pericárdicas como complemento de la ecocardiografía^{14,16}. Es la técnica más sensible para diagnosticar el engrosamiento del pericardio, la morfología o la distribución regional del pericardio engrosado o calcificado, y la relación de masas extracardíacas con el pericardio¹⁷. En este capítulo expondremos la información diagnóstica que pueden aportar estas técnicas en cada afección.

ANATOMÍA

El pericardio es una membrana que envuelve el corazón y la porción proximal de los grandes vasos, formada por una banda visceral serosa muy fina y otra parietal fibrosa más gruesa. El espacio pericárdico es virtual y contiene de 20 a 60 ml de líquido¹⁴. En RM las imágenes *spin echo* potenciadas en T1 muestran el pericardio fibroso normal como una línea fina hipointensa entre

dos áreas hiperintensas, la grasa pericárdica o mediastínica por fuera y la epicárdica por dentro¹⁵. El grosor pericárdico, tal como se ve en la RM incluyendo el líquido pericárdico, está entre 1 y 3 mm (fig. 5)^{18,19}. Puede considerarse engrosado cuando mide 4 mm o más, y este engrosamiento puede deberse a infiltración por tejido inflamatorio, fibroso o neoplásico (fig. 6).

PERICARDITIS INFLAMATORIA

La inflamación del pericardio puede deberse a múltiples afecciones: idiopática, infecciosa, neoplásica, traumática (pospericardiectomía), asociada a colagenosis, enfermedades de estructuras contiguas (postinfarto), trastornos metabólicos (uremia) o ciertas drogas. Suele acompañarse de derrame pericárdico, que si se acumula lentamente no ocasiona alteraciones hemodinámicas importantes.



Fig. 5. Imagen de *spin echo* potenciada en T1 que muestra un pericardio de grosor normal (flechas).

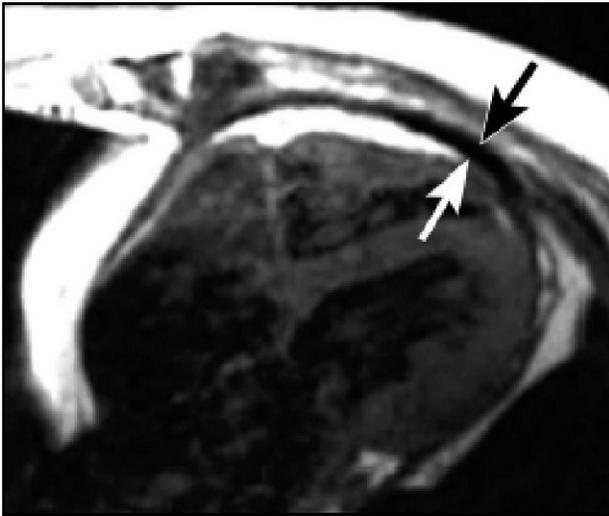


Fig. 6. Imagen de *spin echo* potenciada en T1 que muestra un pericardio engrosado (flechas).

Tanto la ecocardiografía como la RM pueden mostrar derrame y engrosamiento pericárdico. La ecocardiografía es la técnica de elección inicial de evaluación de una pericarditis aguda pero no aporta una valoración detallada del grosor pericárdico. En los casos en que persisten los síntomas la RM valora fácilmente el engrosamiento pericárdico en las imágenes *spin echo* potenciadas en T1, pero además puede manifestar hiperintensidad en T2 secundaria a inflamación activa y eventualmente afectación inflamatoria de estructuras mediastínicas adyacentes²⁰ o del miocardio.

DERRAME PERICÁRDICO

El aumento de líquido intrapericárdico puede deberse a hidropericardio (trasudado), a un «verdadero» derrame pericárdico (exudado), hemopericardio o mezcla de los anteriores. Los exudados tienen mayor cantidad de coles-

terol, proteínas y lipoproteínas de alta densidad que los trasudados, y sus causas se corresponden con aquellas que pueden producir irritación e inflamación del pericardio.

Si la acumulación de líquido es rápida, provoca una elevación súbita de la presión intrapericárdica con importante repercusión hemodinámica, que conduce al taponamiento pericárdico. Los criterios diagnósticos de taponamiento son: ingurgitación yugular, pulso paradójico e hipotensión arterial, en presencia de derrame pericárdico moderado o grave¹⁷.

La ecocardiografía detecta rápidamente, y frecuentemente caracteriza, muchas de las colecciones pericárdicas, pero tiene limitaciones, principalmente en derrames loculados y pacientes obesos o con mala ventana acústica¹⁴. La RM es muy útil en problemas diagnósticos específicos, especialmente cuando se necesita demostrar la localización y el tamaño de las sufusiones pericárdicas loculadas, distinguir entre fluido pericárdico hemorrágico y no hemorrágico, e identificar la presencia de enfermedad pericárdica metastásica como causa de sufusiones recurrentes y/o hemorrágicas²¹. Así, la RM permite la detección de derrames de pequeño tamaño, aunque su caracterización es difícil. Los derrames mayores sí se pueden caracterizar: los quilosos son hiperintensos en T1 con respecto al miocardio debido a la presencia de lípidos, al igual que los exudados debido a su alto contenido de proteínas. Los trasudados, en cambio, son hipointensos en T1 e hiperintensos en T2 debido a su escasez de proteínas y células (fig. 7). Para establecer el estadio evolutivo de la hemorragia intrapericárdica se usan las secuencias turbo *spin echo*, ya que se artefactan menos por los movimientos cardíacos¹⁵: el derrame hemorrágico puede reconerse en las imágenes potenciadas en T1 como derrame heterogéneo con áreas de intensidad alta y media (fig. 8), ya que el trombo y el suero tienen diferentes intensidades de señal que pueden variar con el tiempo. En las imágenes de cine-RM el derrame pericárdico tiene una señal hiperintensa indicativa de movimiento de líquido dentro del saco pericárdico.

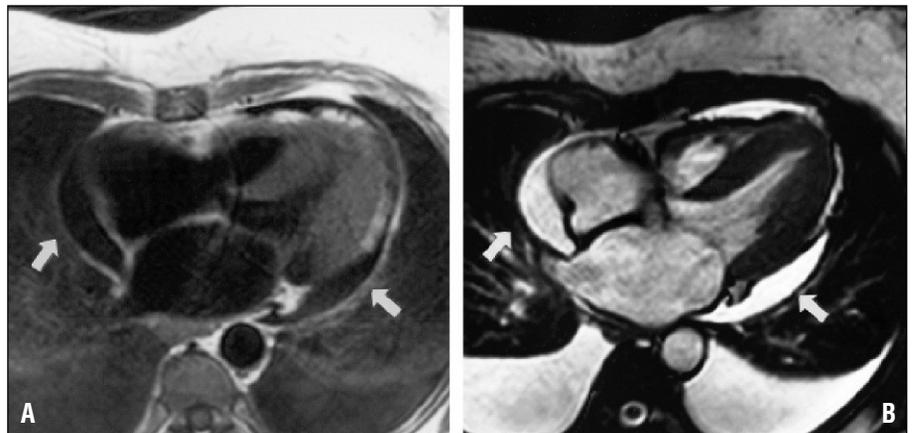


Fig. 7. Imagen de trasudado pericárdico secundario a insuficiencia cardíaca, hipointenso en T1 (A) e hiperintenso en T2 (B).

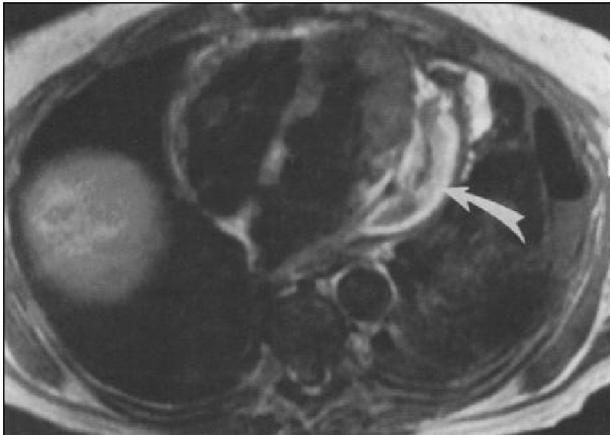


Fig. 8. Derrame pericárdico hemorrágico que se muestra en las imágenes potenciadas en T1 como derrame heterogéneo con áreas de intensidad alta y media.

PERICARDITIS CONSTRICTIVA

La pericarditis constrictiva se caracteriza por un pericardio engrosado y adherido, a veces calcificado, debido a inflamación pericárdica previa. Progresivamente se oblitera el espacio pericárdico restringiendo el llenado diastólico, lo que provoca una elevación de la presión venosa sistémica que da lugar a la clínica de insuficiencia cardíaca derecha. Tradicionalmente se ha considerado un proceso crónico, pero en los últimos años el diagnóstico precoz y el desplazamiento de la etiología tuberculosa a favor de la pericarditis idiopática, las infecciones virales y la cirugía cardíaca han hecho que la mayoría de los casos sean subagudos (3-12 meses tras la lesión pericárdica) y sin calcificación.

El diagnóstico se establece mediante la demostración de compromiso hemodinámico (habitualmente por datos de exploración física como signos de fallo cardíaco derecho y onda de pulso venoso yugular con colapso «y» marcado) en presencia de un pericardio engrosado

diagnosticado por alguna técnica de imagen (radiología de tórax si el pericardio está calcificado, TC o RM)¹⁷. Hay que recordar que un paciente con una pericarditis constrictiva severa puede tener un pericardio mínimamente engrosado y, por el contrario, un pericardio severamente engrosado o calcificado aislado no siempre causa pericarditis constrictiva significativa^{14,17}. Además, puede haber engrosamiento pericárdico transitorio durante varias semanas tras la cirugía cardíaca, especialmente en el síndrome pospericardiectomía, en ausencia de fisiología constrictiva.

La ecocardiografía tiene poco valor en la evaluación directa del pericardio en las pericarditis constrictivas, mientras que tanto la TC como la RM son muy efectivas a la hora de detectar engrosamiento pericárdico¹⁹. La RM es superior a la TC para delinear el pericardio normal, así como en la diferenciación precisa entre pericardio engrosado y derrame pericárdico¹⁶; en cambio, la TC aventaja a la RM en la detección de calcificaciones pericárdicas. El engrosamiento aparece en las imágenes potenciadas en T1 como una línea de intensidad media y/o baja dependiendo del derrame y la calcificación concomitantes¹⁶. Otros hallazgos útiles para el diagnóstico son la dilatación de ambas aurículas y la vena cava, el aspecto tubular del ventrículo derecho y la forma sigmoidea del *septum* interventricular¹⁴.

La distinción entre pericarditis constrictiva y miocardiopatía restrictiva es un reto diagnóstico con gran trascendencia terapéutica, ya que el tratamiento de la pericarditis es quirúrgico y el de la miocardiopatía es médico. La clínica y los datos hemodinámicos obtenidos mediante cateterismo (patrón típico de «raíz cuadrada») pueden ser idénticos. La ecocardiografía distingue ambas afecciones mediante la variación respiratoria de los flujos Doppler, que se debe a la disociación de las presiones intratorácica e intrapericárdica y al acoplamiento de ambos ventrículos durante la diástole (fig. 9). Pero estos signos no están presentes en el 100% de los pacientes y no pueden medirse en pacientes con fibrila-

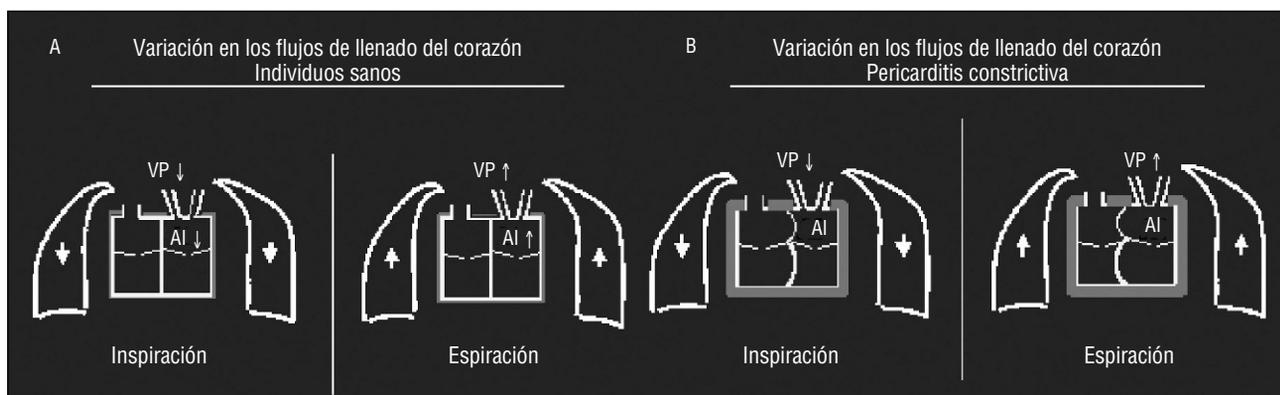


Fig. 9. Esquemas de los flujos de llenado cardíaco normales (A) y en la pericarditis constrictiva (B), que muestra la disociación entre las presiones intratorácica e intrapericárdica en esta afección. En la inspiración disminuye la presión en las venas pulmonares (VP) pero esta presión negativa no se transmite a la aurícula izquierda (AI), por lo que los flujos en las cavidades izquierdas disminuyen. En la espiración ocurre lo contrario.

ción auricular; además, la ecocardiografía no proporciona un estudio preciso del engrosamiento pericárdico.

Sin embargo, las imágenes en cine-RM ponen de manifiesto la fisiología constrictiva que diferencia esta entidad de la miocardiopatía restrictiva²¹. Además, usando imágenes de contraste de fase se aprecia un patrón de llenado ventricular con un pico precoz, a diferencia de la miocardiopatía restrictiva¹⁴.

MASAS PERICÁRDICAS

La TC y la RM son técnicas útiles para detectar la presencia, localización y naturaleza de masas en el pericardio, así como en el mediastino adyacente y en los pulmones¹⁷.

Divertículos y quistes pericárdicos

Los divertículos pericárdicos son malformaciones congénitas extremadamente raras consistentes en colecciones de líquido abiertas al espacio pericárdico. Cuando a lo largo del desarrollo se cierran o quedan comprimidos, dan lugar a quistes pericárdicos. Suelen ser uniloculares, de paredes finas, adheridas al pericardio mediante un pedículo o una amplia base de contacto, y su contenido suele ser trasudado. Pueden calcificarse.

Son casi siempre asintomáticos y aparecen como un hallazgo accidental en una radiografía de tórax¹⁷. Su localización más frecuente es el ángulo cardiopulmonar derecho (70%)¹⁴ y, salvo por esta localización típica, pueden ser indistinguibles de quistes broncogénicos o tímicos. A veces producen dolor por torsión del quiste¹⁷ y en ocasiones causan obstrucción del tracto de salida del ventrículo derecho. En los niños suelen ser confundidos con teratomas, aunque éstos suelen asociarse a derrame pericárdico.

La ecocardiografía es útil para el estudio inicial (masa rellena de contenido líquido no pulsátil adyacente al corazón), pero el diagnóstico se realiza mediante la TC. La RM es igualmente útil, aunque no aporta información adicional¹⁷. Su aspecto en la RM es el propio de las lesiones quísticas: paredes finas, contenido homogéneo hipointenso en T1 e hiperintenso en T2. En ocasiones son ricos en proteínas y por ello su intensidad de señal en T1 es media.

Tumores pericárdicos

En la mayoría de las ocasiones, los tumores pericárdicos son metastásicos. Un 10-25% de los pacientes con cáncer padecen enfermedad pericárdica en las series autópticas, pero sólo en el 50%, aproximadamente, se debe a invasión tumoral directa del pericardio¹⁷. A pesar de la elevada incidencia de afectación pericárdica neoplásica en los enfermos con cáncer, sólo se producen manifestaciones clínicas en un 10% de los casos. La

manifestación clínica fundamental es el taponamiento cardíaco.

La ecocardiografía es el método de elección para identificar el derrame pericárdico, que en los tumores secundarios del pericardio suele ser abundante y distribuido homogéneamente alrededor del corazón. Habitualmente el diagnóstico de seguridad de pericarditis neoplásica se establece tras la práctica de un procedimiento terapéutico de drenaje del líquido pericárdico en pacientes con taponamiento. El análisis citológico del líquido pericárdico en combinación con la determinación del antígeno carcinoembrionario permite el diagnóstico etiológico en prácticamente el 100% de los casos. La TC y la RM son útiles para definir la presencia de masas y su extensión dentro del pericardio, en el miocardio o en el mediastino y los pulmones¹⁷.

Metastásicos

El cáncer de pulmón es el tumor que con mayor frecuencia infiltra el pericardio (30%), seguido de cerca por el cáncer de mama (25%) y las neoplasias hematológicas (15%). Es de destacar la alta incidencia de metástasis pericárdicas en el melanoma (50%), aunque sólo suponen el 5% de las metástasis pericárdicas¹⁷. La afectación del pericardio se reconoce por la obliteración o engrosamiento de la línea pericárdica, con o sin derrame, y en casi todos los tumores pericárdicos la señal se potencia tras la inyección de gadolinio.

Primarios

Los tumores pericárdicos primarios son raros; los más frecuentes son el mesotelioma y el angiosarcoma, ambos malignos y muy invasivos localmente, propios de la tercera y cuarta décadas de la vida¹⁷. Los tumores benignos suelen dar lugar a grandes derrames y se dan sobre todo en lactantes y niños¹⁷.

AGENESIA DEL PERICARDIO

Constituye un amplio espectro de anomalías, desde defectos localizados a agenesia completa, debidas a déficit de vascularización durante la vida intrauterina. En una tercera parte de los casos se asocian a otras anomalías congénitas cardíacas o extracardiacas¹⁴.

Son poco frecuentes y suelen ser hallazgos incidentales en radiografías simples de pacientes asintomáticos o su detección puede orientarse por un dolor torácico inespecífico. La más frecuente es la agenesia del pericardio izquierdo, que da lugar a un desplazamiento del corazón hacia la izquierda con horizontalización del tabique interventricular y protrusión del tronco de la arteria pulmonar hacia el pulmón izquierdo. En las pruebas de imagen no se visualiza el hemipericardio parietal izquierdo y la grasa epicárdica entra en contacto directo con la pleura mediastínica (fig. 10)¹⁹.



Fig. 10. Agenesia del pericardio izquierdo (flecha), en el que se observa cómo la grasa epicárdica entra en contacto directo con la pleura mediastínica.

CONCLUSIONES

La ecocardiografía sigue siendo la técnica de primera elección en el estudio inicial, tanto de pacientes con masas cardíacas como con afección pericárdica, por su disponibilidad y bajo coste.

Sin embargo, con la RM se puede realizar un estudio más completo de las masas cardíacas, y obtener información anatómica de gran calidad tanto de estructuras cardíacas como extracardiacas, así como la caracterización de la masa en muchos casos. Por ello, estaría especialmente justificada su utilización en caso de sospecha de malignidad de la masa o previamente a la resección del tumor para facilitar la máxima información posible al cirujano (punto de inserción de la masa, infiltración de estructuras adyacentes, etc.).

Respecto de la afección pericárdica, la RM es fundamental en los casos en que la información de la ecocardiografía es insuficiente, difícil de interpretar o discordante con la clínica. Entre estos casos destacan los pacientes con mala ventana acústica, con derrames loculados, pequeños o en lugares difíciles de explorar y aquellos en los que se plantea el diagnóstico diferencial entre la miocardiopatía restrictiva y la pericarditis constrictiva.

BIBLIOGRAFÍA

1. Pennell DJ, Sechtem UP, Higgins CB, Manning WJ, Pohost GM, Rademakers FE, et al. Clinical indications for cardiovascular mag-

netic resonance (CMR): Consensus Panel report. *Eur Heart J*. 2004;25:1940-65.

2. Freedberg RS, Kronzon I, Rumancik WM, Liebeskind D. The contribution of magnetic resonance imaging to the evaluation of intracardiac tumors diagnosed by echocardiography. *Circulation*. 1988;77:96-103.

3. Mollet NR, Dymarkowski S, Volders W, Wathion J, Herbots L, Rademakers FE, et al. Visualization of ventricular thrombi with contrast-enhanced magnetic resonance imaging in patients with ischemic heart disease. *Circulation*. 2002;106:2873-6.

4. Lam KY, Dickens P, Chan AC. Tumors of the heart. A 20-year experience with a review of 12,485 consecutive autopsies. *Arch Pathol Lab Med*. 1993;117:1027-31.

5. Masui T, Takahashi M, Miura K, Naito M, Tawaraha K. Cardiac myxoma: identification of intratumoral hemorrhage and calcification on MR images. *Am J Roentgenol*. 1995;164:850-2.

6. Grebenc ML, Rosado-de-Christenson ML, Green CE, Burke AP, Galvin JR. Cardiac myxoma: imaging features in 83 patients. *Radiographics*. 2002;22:673-89.

7. Frank H. Cardiac and paracardiac masses. En: Manning WJ, editor. *Cardiovascular magnetic resonance*. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2002. p. 342-53.

8. Applegate PM, Tajik AJ, Ehman RL, Julsrud PR, Miller FA Jr. Two-dimensional echocardiographic and magnetic resonance imaging observations in massive lipomatous hypertrophy of the atrial septum. *Am J Cardiol*. 1987;59:489-91.

9. Abushaban L, Denham B, Duff D. 10 year review of cardiac tumors in childhood. *Br Heart J*. 1993;70:166-9.

10. Winkler M, Higgins CB. Suspected intracardiac masses: evaluation with MR imaging. *Radiology*. 1987;165:117-22.

11. Bove C. CMR of cardiac masses and thrombi. En: Lardo A, editor. *Cardiovascular magnetic resonance*. London: Martin Dunitz; 2003. p. 253-66.

12. Corti R, Osende JI, Fayad ZA, Fallon JT, Fuster V, Mizsei G, et al. *In vivo* noninvasive detection and age definition of arterial thrombus by MRI. *J Am Coll Cardiol*. 2002;39:1366-73.

13. Polat P, Kantarci M, Alper F, Suma S, Koryuyucu MB, Okur A. Hydatid disease from head to toe. *Radiographics*. 2003;23:475-94.

14. Francone M, Dymarkowski S, Kalantzi M, Bogaert J. Magnetic Resonance Imaging in the evaluation of the pericardium. A Pictorial essay. *Radiol Med*. 2005;109:64-76.

15. White CS. MR evaluation of the pericardium. *Top Magn Reson Imaging*. 1995;7:258-66.

16. Sechtem U, Tscholakoff D, Higgins CB. MRI of the abnormal pericardium. *Am J Roentgenol*. 1986;147:245-52.

17. Sagristá J, Almenar L, Ferrer JA, Bardají A, Bosch X, Guindo J, et al. Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en patología pericárdica. *Rev Esp Cardiol*. 2000;53:394-412.

18. Oyama N, Oyama N, Komuro K, Nambu T, Mannig WJ, Miyasaka K. Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging of the Pericardium: Anatomy and Pathology. *Magnetic Resonance in Medical Sciences*. 2004;3:145-52.

19. Wang ZJ, Reddy GP, Gotway MB, Yeh BM, Hets SW, Higgins CB. CT and MR Imaging of Pericardial Disease. *Radiographics*. 2003;23:167-80.

20. Klein C, Graf K, Fleck E, Nagel E. Acute Fibrinous Pericarditis Assessed With Magnetic Resonance Imaging. *Circulation*. 2003;107:e82.

21. Kojima S, Yamada N, Goto Y. Diagnosis of Constrictive Pericarditis by Tagged Cine Magnetic Resonance Imaging. *N Engl J Med*. 1999;341:373-4.