

Utilidad de la Cardio-RM en la insuficiencia cardíaca

Juan Lizandro Rodríguez Hernández
Elena Sufrate Sorzano
Luis Alonso Pérez
Pedro María Azcárate Agüero

Correspondencia

Pedro María Azcárate Agüero
pekakarate@gmail.com

Hospital San Pedro, Logroño.

Enviado: 12/02/2022
Aceptado: 02/03/2022
En línea: 30/04/2022

Citar como: Juan Lizandro Rodríguez Hernández JL, Sufrate Sorzano E, Alonso Pérez L, Azcárate Agüero PM. Utilidad de la Cardio-RM en la insuficiencia cardíaca. RETIC. 2022 (Abril); 5 (1): 5-13. doi: 10.37615/retic.v5n1a2.

Cite this as: Juan Lizandro Rodríguez Hernández JL, Sufrate Sorzano E, Alonso Pérez L, Azcárate Agüero PM. *Usefulness of cardiac-MR in heart failure.* RETIC. 2022 (April); 5 (1): 5-13 doi: 10.37615/retic.v5n1a2.

Palabras clave

- ▷ Insuficiencia cardíaca
- ▷ Resonancia Magnética Cardíaca
- ▷ Cardio-RM
- ▷ Protocolo de estudio

Keywords

- ▷ Heart failure
- ▷ Cardiac Magnetic Resonance
- ▷ CMR
- ▷ Study protocol

RESUMEN

La insuficiencia cardíaca es un síndrome clínico, causado por una anomalía cardíaca estructural y / o funcional, lo que resulta en un gasto cardíaco reducido y / o presiones intracardiacas elevadas en reposo o durante el estrés. Para poder tratar de forma adecuada a los pacientes con este síndrome clínico es muy importante poder realizar un diagnóstico preciso que nos permita identificar la etiología subyacente. Por este motivo las técnicas de imagen juegan un papel crucial en el diagnóstico y en el tratamiento de la insuficiencia cardíaca. Revisamos como la Cardio-RM es una técnica de referencia en estos pacientes.

ABSTRACT

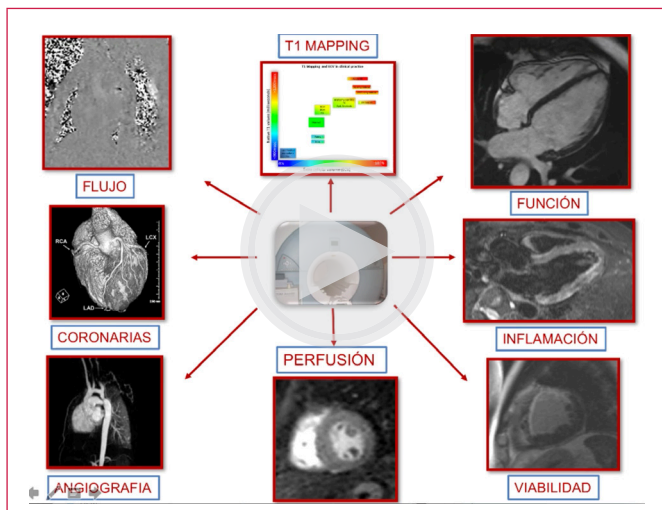
Heart failure is a clinical syndrome, caused by a structural and/or functional cardiac abnormality, resulting in reduced cardiac output and/or elevated intracardiac pressures at rest or during stress. In order to adequately treat patients with this clinical syndrome, it is very important to be able to make an accurate diagnosis that allows us to identify the underlying aetiology. For this reason, imaging techniques play a crucial role in the diagnosis and treatment of heart failure. We review how Cardio-MRI is a reference technique in these patients.

Artículo

De acuerdo con las últimas guías de práctica clínica de insuficiencia cardíaca de la Sociedad Europea de Cardiología del año 2021, la ecocardiografía sigue siendo el método de imagen no invasivo de primera línea en estos pacientes por razones de disponibilidad, seguridad y coste¹. Por otro lado, la cardio-RM debido a su precisión diagnóstica (Figura 1) y versatilidad (Video 1) se ha convertido en una técnica de referencia ("gold standar") en un número de situación clínicas cada vez más amplio (Figura 2). Por estos motivos su uso se ha expandido rápidamente debido a que esta técnica tiene un impacto positivo en el diagnóstico y tratamiento de la patología subyacente. Además, esta prueba puede ayudarnos a estratificar mejor el pronóstico de los pacientes con insuficiencia cardíaca.



Figura 1. Precisión y reproducibilidad. La cardio-RM es una técnica precisa y reproducible (diana arriba a la izquierda).



Vídeo 1. Versatilidad de la cardio-RM. Ejemplos de distintas secuencias disponibles. Probablemente se trata de la técnica de imagen más versátil.

Cardio-RM: en que destaca en la práctica clínica habitual

1. **En el estudio integral de la cardiopatía isquémica.**
Técnica de referencia para evaluar la viabilidad miocárdica (cardiopatía isquémica).
Muy precisa para evaluar perfusión miocárdica.
2. **En la caracterización tisular: el patrón y la distribución de la fibrosis miocárdica es una información muy útil en distintas miocardiopatías (insuficiencia cardíaca).**
3. **En el estudio de las cardiopatías congénitas.**
4. **Estudio de la insuficiencia aórtica y pulmonar.**
5. **Estudio integral de la patología aórtica (válvula + vaso)**

Figura 2. En que destaca la cardio-RM en la práctica clínica habitual.

En el caso concreto de los pacientes con insuficiencia cardíaca, la cardio-RM es una herramienta complementaria única que proporciona una información clínica muy relevante ya que nos permite realizar una adecuada caracterización tisular, así como obtener numerosas medidas cualitativas y cuantitativas de las cámaras y válvulas cardíacas, con alta reproducibilidad y precisión. Por ejemplo, es bien conocido que la resonancia magnética cardíaca es el método de elección para la evaluación no invasiva de los volúmenes ventriculares, fracción de eyección y masa ventricular (Figura 3)². Por otro lado, permite cuantificar la perfusión miocárdica en estudios de estrés o en reposo, evaluar el origen de las arterias coronarias y anatomías cardíacas complejas, como en pacientes con cardiopatía congénita. Además, nos ayuda a realizar un adecuado diagnóstico entre distintas causas de dolor torácico de origen cardíaco: infarto de miocardio, miocardiopatía de estrés, miocarditis y/o pericarditis.

Por todo lo que se ha comentado anteriormente la cardio-RM, una técnica precisa, reproducible y muy versátil, es de especial utilidad para llegar a un diagnóstico correcto en pacientes con miocardiopatías. Existen distintas clasificaciones de este grupo de enfermedades: Sociedad Americana del Corazón (AHA) 2006, Sociedad Europea de Cardiología (ESC) 2008 y Organización Mundial de la Salud (OMS) 2013³. En concreto la Sociedad Europea de Cardiología define a este grupo de enfermedades cardíacas como "una alteración del miocardio en la que el músculo cardíaco es estructural y funcionalmente anormal, en ausencia de enfermedad coronaria, hipertensión arterial, enfermedad valvular o anomalía congénita, y que es suficiente para producir la anomalía miocárdica observada"⁴. De forma sencilla se pueden dividir en 4 grupos: miocardiopatía dilatada, miocardiopatías hereditarias, miocardiopatías inflamatorias y miocardiopatía infiltrativas. Las miocardiopatías hereditarias incluyen trastornos como la miocardiopatía hipertrófica, miocardiopatía no compactada, distrofias musculares y la miocardiopatía arritmogénica. Las miocardiopatías inflamatorias o autoinmunes incluyen la sarcoidosis cardíaca, y condiciones asociadas con

trastornos del tejido conectivo como lupus eritematoso sistémico y artritis reumatoide. Las principales miocardiopatías infiltrativas incluyen entre otras a la amiloidosis cardíaca (AC) y a la enfermedad de Anderson-Fabry.

Todas las ventajas de la técnica objeto de este documento, son de especial utilidad en pacientes con insuficiencia cardíaca. A la hora de describir la utilidad de la cardio-RM en cada una de las patologías descritas, se desarrollará a lo largo de este documento. Por motivos didácticos dividiremos a las miocardiopatías en isquémicas y no isquémicas, ya que es la forma más común de exponerlas cuando se estudian mediante cardio-RM⁵.

Protocolo de estudio, secuencias y análisis de la función cardíaca global y segmentaria

Protocolo de estudio de Resonancia Magnética Cardíaca en pacientes con insuficiencia cardíaca⁶

Como ya se ha comentado la cardio-RM es una técnica muy versátil: se pueden utilizar secuencias muy distintas. Por este motivo es importante conocer cuál es diagnóstico de sospecha, para así poder establecer un protocolo de estudio adecuado.

A continuación, se expone un protocolo de estudio estándar, que como ya hemos dicho, debe estar orientado a la enfermedad cardíaca que se quiere estudiar. En el caso de la insuficiencia cardíaca en función de la sospecha diagnóstica puede incluir:

1. Anatomía cardiotorácica. Secuencias HASTE (sangre negra) y/o TRUFI (sangre blanca): cortes axiales, sagitales y/o coronales.
2. Imágenes de cine (secuencias SSFP): secuencias de ejes largos: 4 cámaras, 2 cámaras, tracto de salida del ventrículo izquierdo, tracto de salida del ventrículo derecho y ejes cortos para evaluar la anatomía, morfología y función del corazón.
3. Secuencias anatómicas, generalmente TSE potenciadas en T1 y/o T2.
4. Secuencias de contraste de fase ("flujo sanguíneo") para poder evaluar el gasto cardíaco, el grado de disfunción valvular, shunts intracavitarios...
5. Imágenes potenciadas en T2 con supresión grasa (STIR) para evaluar la presencia de inflamación o edema miocárdico. Actualmente se pueden usar secuencias de T2 mapping (mapeo T2) para este propósito.
6. Secuencias de perfusión con o sin estrés farmacológico.
7. Secuencias de realce precoz y tardío de Gadolinio para evaluar el grado de fibrosis focal.
8. Secuencias de T1 mapping nativo y después de la administración de gadolinio para poder calcular el volumen extracelular de colágeno (VEC): grado de fibrosis difusa.
9. Secuencias de anatomía coronaria 3D con uso de navegadores y supresión grasa: permiten una adecuada definición de los vasos coronarios, especialmente en sus trayectos proximales.

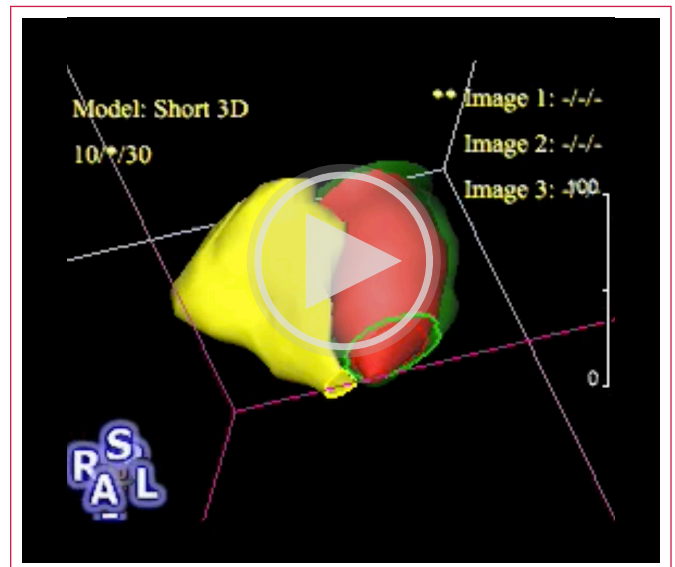
Una de las ventajas de la cardio-RM es que se pueden obtener imágenes del corazón en cualquier plano. Los ejes o planos cardíacos como la imagen de dos cámaras; la de cuatro cámaras y las de eje corto son cruciales para la evaluación del tamaño y la función de las cámaras cardíacas. Las imágenes orientadas con respecto a los ejes principales del cuerpo son útiles para evaluar la aorta, el pericardio y la patología extracardíaca.

La cardio-RM es una técnica no invasiva y no ionizante que debe realizarse en entornos protegidos de objetos metálicos ferromagnéticos y equipos electrónicos. El imán que utiliza la RM tiene un potente campo magnético, por lo que en pacientes portadores de objetos metálicos o dispositivos como marcapasos hay que conocer si es seguro realizar la prueba dependiendo del tipo de dispositivo implantado, antes de empezar el estudio (<http://www.mrisafety.com>).

Evaluación de la morfología y función cardíacas (volúmenes)

Como hemos señalado anteriormente, la principal ventaja de esta técnica es que proporciona evaluación precisa y reproducible de los volúmenes ventriculares, la fracción de eyección y la masa sin asunciones geométricas debido a la excelente calidad de imagen lograda utilizando secuencias de cine SSFP⁷. Otra ventaja de la cardio-RM es la capacidad de obtener con precisión los planos del eje largo y evitar el acortamiento longitudinal que puede ocurrir en otras técnicas. Es importante tener en cuenta que los diferentes cines de eje corto se adquieren generalmente a lo largo de varios ciclos cardíacos. Por este motivo la calidad de la imagen puede ser subóptima en presencia de arritmias o por escasa colaboración del paciente a la hora de aguantar la respiración. Para mejorar la calidad de imagen en estas situaciones, se pueden usar secuencias prospectivas, se puede reducir el tiempo de apnea (mediante técnicas de adquisición de imagen en paralelo), se pueden usar secuencias con adquisición en tiempo real...

Para medir los volúmenes ventriculares, se realizan una serie de cortes de eje corto (de 8 mm de espesor) con o sin espacio intermedio entre ellos (generalmente se utiliza un espacio intermedio de 2 mm), desde la base ventricular abarcando todo el ventrículo hasta el ápex. Posteriormente se realiza un postprocesado de los volúmenes obtenidos. En el mercado, existen diferentes tipos de software que aplican el método de Simpson sobre los ejes cortos (método de la suma de discos, sin asunciones geométricas); generalmente la técnica de evaluación consiste en dibujar los contornos endocárdicos y epicárdicos de los ventrículos al final de la diástole y de la sístole. Además, actualmente existen softwares que permiten medir de forma automática los volúmenes de ambos ventrículos de forma muy precisa⁸. Los valores normales para el VI y el VD con secuencias SSFP dependiendo del sexo y la edad fueron publicados por Maceira A y colaboradores⁹ en 2006 y están disponibles en distintos formatos: ver figura 4. Los valores de referencia más recientes han sido publicados en el año 2020¹⁰ (Figuras 3 y 4).



Video 2. Modelo 3D en diástole de los volúmenes obtenidos. No hay asunciones geométricas como con otras técnicas.

1.3. Evaluación de la función segmentaria o regional

La función segmentaria o regional debe evaluarse siguiendo el modelo AHA de 17 segmentos¹¹. La evaluación cualitativa de la contractilidad y del engrosamiento de los diferentes segmentos miocárdicos es más fácil mediante la cardio-RM debido a que no depende de la ventana acústica del paciente y a la buena resolución espacial y temporal de la técnica (Video 3).

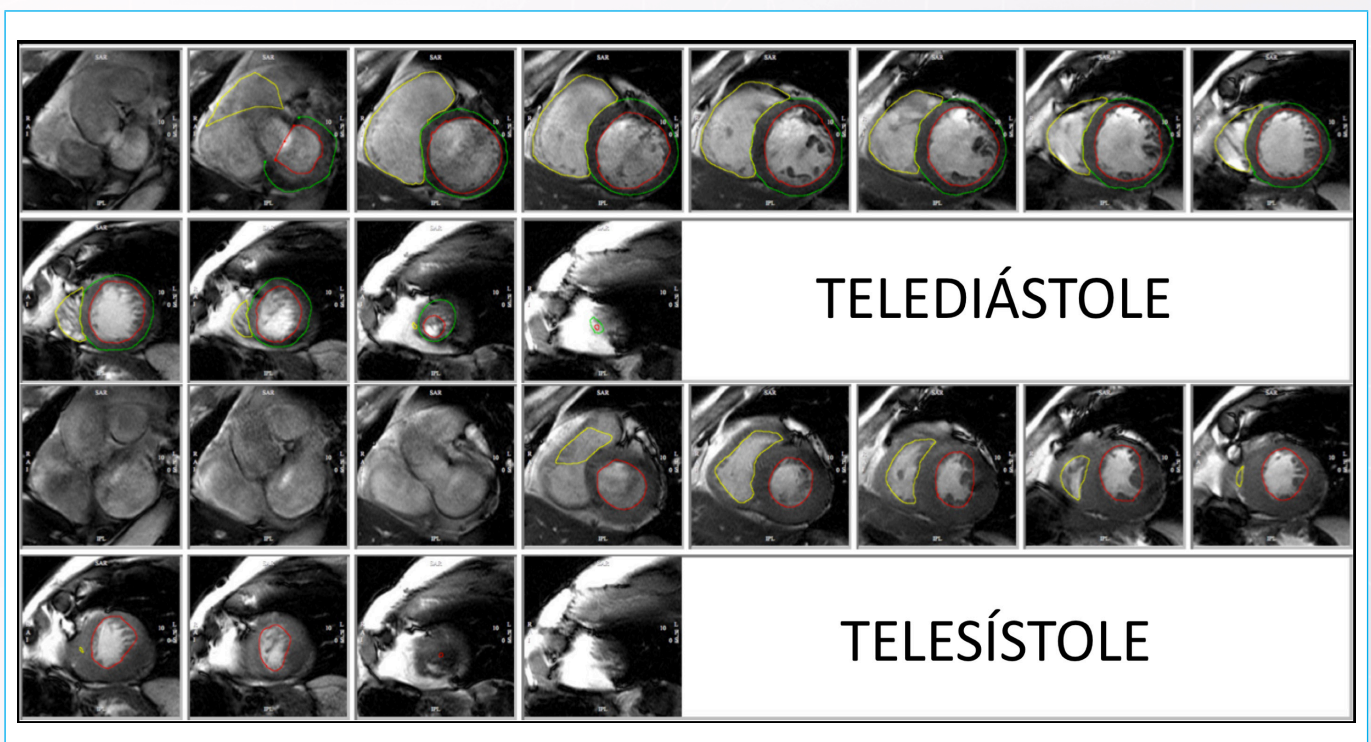


Figura 3. Imágenes de cine (SSFP) de eje corto en un estudio de cardio-RM en una máquina de 3 Tesla. Método de suma de discos (cortes de 8 mm con espacio intermedio de 2 mm). Se muestra el dibujo de los contornos endocárdicos al final de la diástole y de la sístole del ventrículo derecho (línea amarilla) y del ventrículo izquierdo (línea roja). El dibujo de los contornos epicárdicos (línea verde) en diástole, esto es importante para poder obtener la masa del ventrículo izquierdo.

Parámetros de función y masa ventricular. Los valores normales para mujeres adultas (60-70 años) se muestran entre paréntesis

	VTD (mL)	VTD (mL/m ²)	VTS (mL)	VTS (mL/m ²)	VL (mL)	FE (%)	Masa miocárdica (g)	Índice de masa (g/m ²)
VI	139 (82-162)	73 (53-87)	29 (20-57)	15 (13-31)	112 (56-111)	81 (60-78)	123 (73-145)	68 (48-78)
VD	135 (75-160)	75 (49-86)	31 (11-63)	17 (8-34)	104 (55-106)	77 (57-81)		

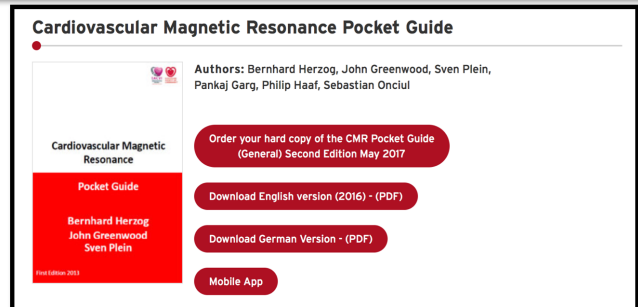
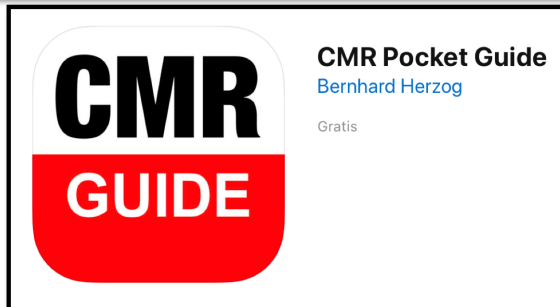


Figura 4. Ejemplo de los valores obtenidos tras un estudio de cardio-RM realizado a una mujer de 65 años que presentaba disnea de moderados esfuerzos. Los valores de referencia se pueden encontrar en distintas publicaciones ([https://www.escardio.org/Sub-specialty-communities/European-Association-of-Cardiovascular-Imaging-\(EACVI\)/Research-and-Publications/CMR-Pocket-Guides](https://www.escardio.org/Sub-specialty-communities/European-Association-of-Cardiovascular-Imaging-(EACVI)/Research-and-Publications/CMR-Pocket-Guides)) o bien en la APP: CMR pocket GUIDE (<http://www.cmr-guide.com/>). En este caso los valores obtenidos de remodelado y función ventricular fueron normales.

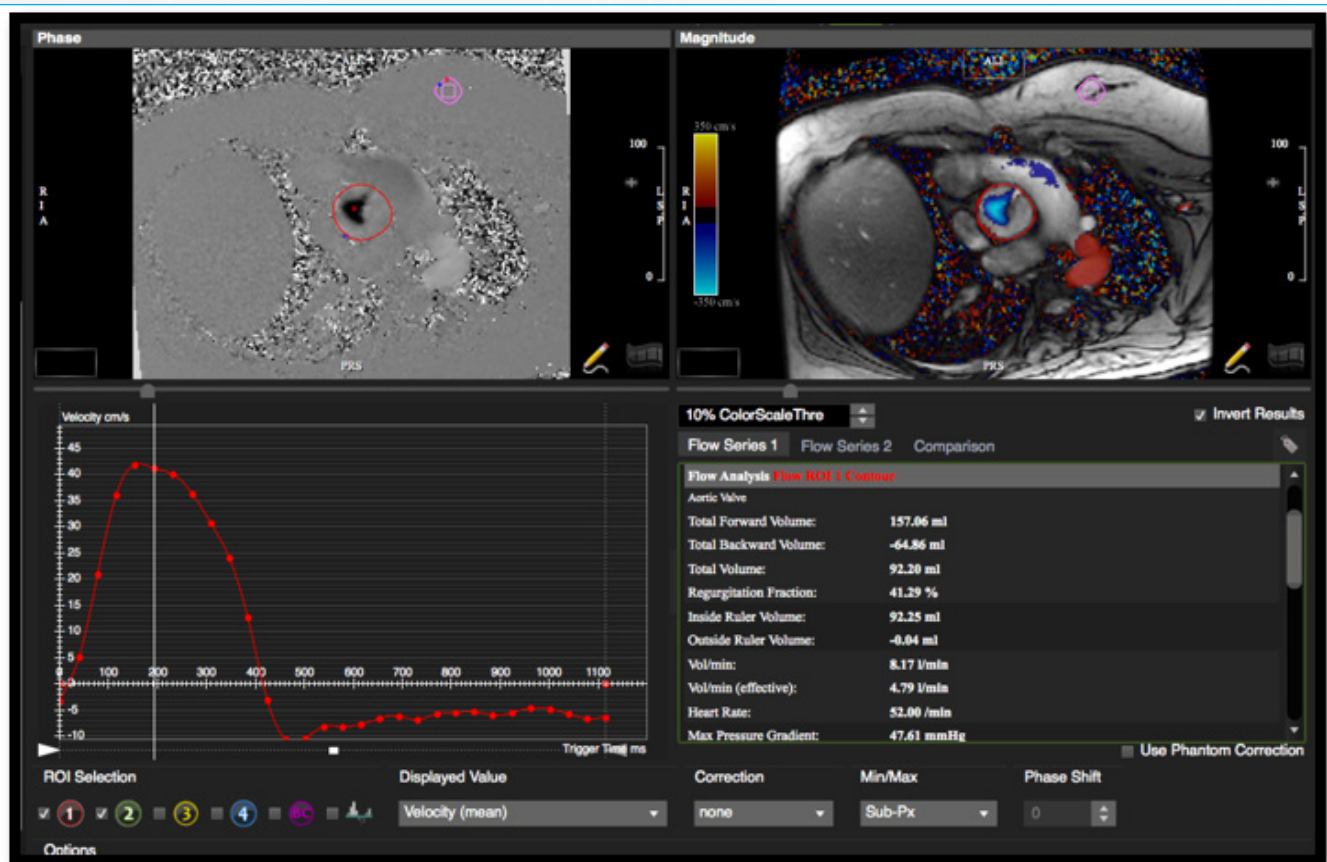
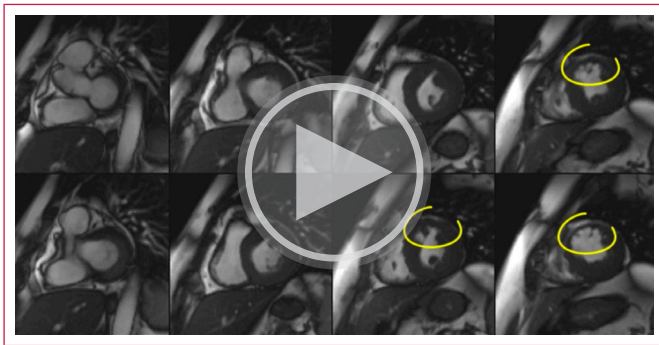


Figura 5. Secuencia de contraste fase en un paciente con insuficiencia aórtica: corte axial por encima del anillo valvular aórtico (arriba). Abajo cálculo del volumen regurgitante y la fracción de regurgitación. El estudio demuestra la presencia de una insuficiencia aórtica severa: volumen regurgitante 64,86 mL y fracción de regurgitación 41,29 %

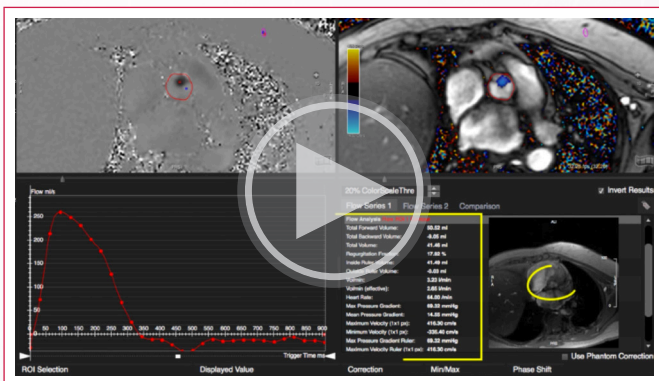


Video 3. Paciente ingresado por insuficiencia cardiaca. Secuencias cine eje corto, trastorno de contractilidad en los segmentos anterior basal y anterior medio (círculos amarillos). Debido a la alta resolución temporal y espacial este tipo de alteraciones de la contractilidad son mucho más sencillas de observar.

Utilidad de la cardio-RM en distintos escenarios clínicos que provocan insuficiencia cardiaca

Evaluación de la enfermedad de las válvulas cardiacas

La ecocardiografía es la técnica de imagen de primera línea para la evaluar el grado de severidad de las distintas valvulopatías. En pacientes con mala ventana ecocardiográfica, con estudios no concluyentes o en los que existan discrepancias, la cardio-RM debe usarse para evaluar la gravedad de las lesiones valvulares y su impacto sobre el remodelado cardiaco (volúmenes ventriculares, fracción de eyección y diámetros de las grandes arterias)¹². Y es que la cardio-RM puede cuantificar con precisión el grado de severidad de los distintos tipos de valvulopatías cardiacas¹³ **Video 4** y **Figura 5**.



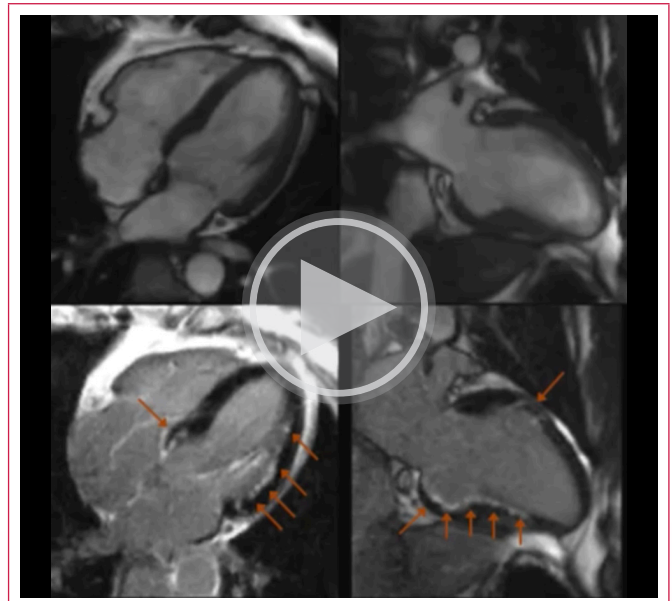
Video 4. Análisis del grado de regurgitación aórtica en un paciente mayor ingresado por insuficiencia cardiaca con mala ventana ecocardiográfica. En el video se puede observar que la fracción de regurgitación aórtica es de 18% (valores numéricos en el cuadro amarillo). Además, se realizó una secuencia de cine a nivel de la válvula (abajo a la derecha, círculo amarillo), donde se observa una estenosis significativa de la misma. Por planimetría se obtuvo AVAo menor de 1 cm².

Cardiopatía isquémica: análisis de la viabilidad y perfusión miocárdica

La cardio-RM es capaz de estudiar con precisión la presencia y extensión de un infarto de miocardio. Se estima que debido a su resolución espacial es capaz de detectar infartos muy pequeños (de hasta un gramo).

Desde el estudio de Kim RJ *et al* publicado en NEJM en el año 2000, la Cardio-RM se ha convertido es una técnica de referencia en el estudio de viabilidad

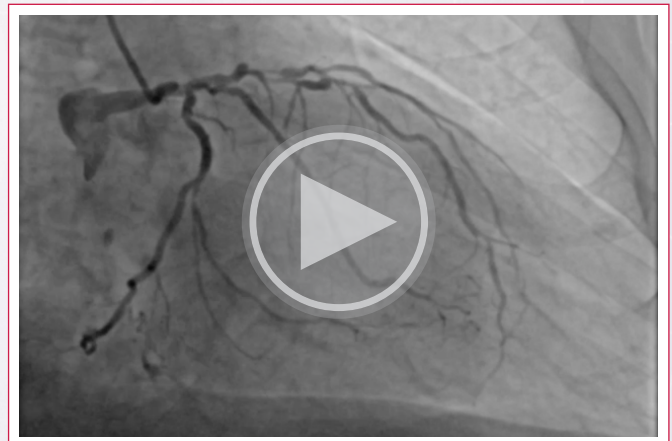
miocárdica en el contexto de la cardiopatía isquémica (**video 5**)¹⁴. Además, es también es una técnica excelente para evaluar la presencia de isquemia miocárdica.



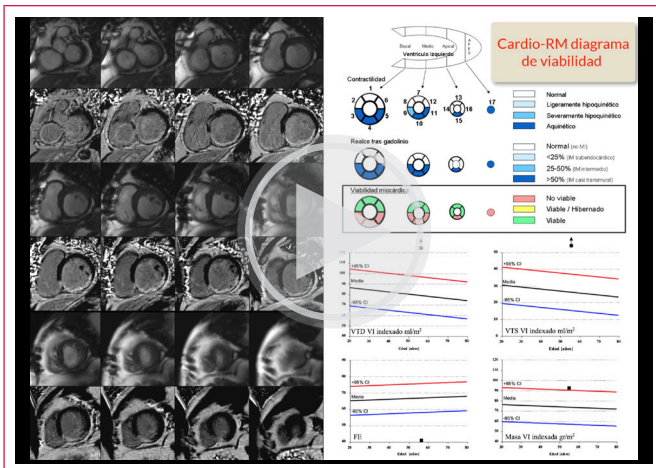
Video 5. Paciente con disnea de esfuerzo. Planos 4 cámaras y 2 cámaras: secuencias cine arriba, secuencias de realce tardío abajo. Las flechas rojas señalan las zonas de necrosis y los círculos rojos los trastornos de contractilidad. Como se puede observar no coinciden. Es decir, una zona de necrosis subendocárdica puede no producir un trastorno de contractilidad (en este caso la cara lateral y la cara anterior del ventrículo izquierdo).



Video 6. Paciente de 82 años diabético con disnea de esfuerzo. Cardio-RM de estrés con adenosina. Eje corto basal a la izquierda, eje corto segmentos medio en el centro y eje corto segmentos apicales a la derecha. Afectación coronaria multivaso, las zonas con déficit de perfusión (negras) se han marcado con flechas rojas.



Video 7. Cateterismo del paciente del **Video 6**: afectación coronaria multivaso: se observa que la arteria coronaria derecha esta ocluida, se rellena por circulación colateral heterocoronaria (parte inferior de la imagen)



Video 8. Ejemplo de análisis de viabilidad miocárdica. Paciente de 54 años con disfunción ventricular izquierda. A la derecha de la imagen secuencias de cine eje corto con secuencias de realce tardío debajo. A la izquierda de la imagen arriba: diagrama de viabilidad. A la izquierda de la imagen abajo: diagrama con volúmenes, fracción de eyección y masa del ventrículo izquierdo ajustados por edad y superficie corporal.

Miocardopatías no isquémicas: miocardiopatía dilatada, miocardiopatía hipertrófica y miocardiopatía arritmogénica del ventrículo derecho

Como se ha comentado en la introducción de este documento existen distintas clasificaciones³. Un aspecto clave en el estudio de estos pacientes es diferenciar entre la miocardiopatía de origen isquémico y la no isquémica, debido a que los pacientes con cardiopatía isquémica pueden beneficiarse de la terapia de revascularización coronaria.

El patrón de realce de gadolinio (Figura 6) permite generalmente establecer el diagnóstico diferencial entre la cardiopatía isquémica y el resto de las miocardiopatías con una alta precisión diagnóstica⁵.

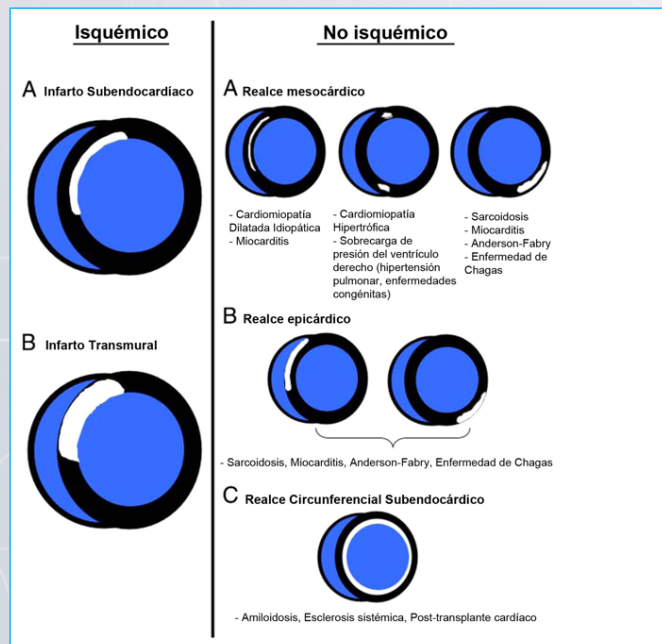
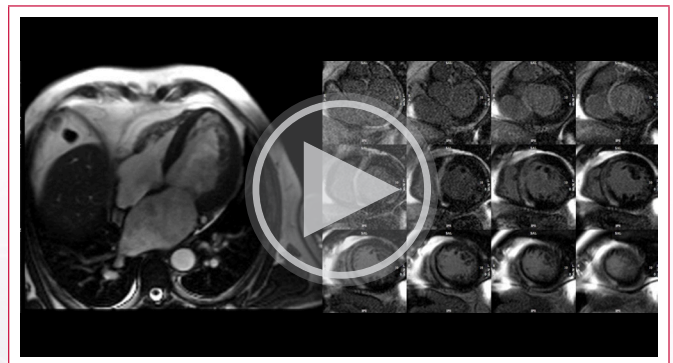


Figura 6. Patrón de realce tardío de gadolinio en patologías isquémicas y no isquémicas⁵.

Miocardiopatía dilatada

La miocardiopatía dilatada probablemente representa la situación final de muchas cardiopatías no isquémicas. Como hemos comentado anteriormente, la cardio-RM permite medir de forma muy precisa la función ventricular, de esta manera podemos conocer con mayor exactitud si el proceso de remodelado inverso se detiene o incluso mejora. Además, mediante distintas secuencias podemos realizar una adecuada caracterización tisular e intentar llegar a un diagnóstico etiológico.

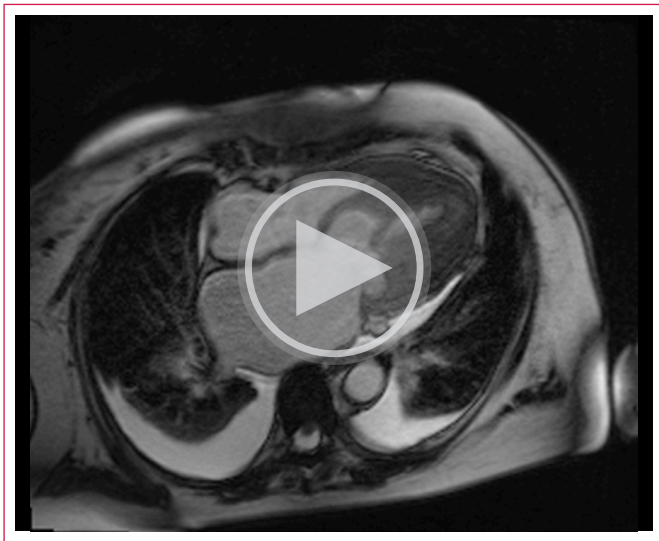
Alrededor de un 30% de los pacientes con miocardiopatía dilatada presentan un patrón de realce tardío medio-ventricular en el septo interventricular (indica la presencia de fibrosis): **Video 9**. Estos pacientes parece que presentan una menor respuesta al tratamiento médico óptimo¹⁶, ya que la presencia de realce tardío puede estar inversamente relacionada con el cambio en la fracción de eyección. En otro estudio más reciente¹⁷, se demostró que la presencia de realce tardío medio-ventricular en pacientes con disfunción ventricular ligera o moderada, identifica a un grupo con mayor riesgo de muerte súbita. En este estudio la presencia de más de un 5% de fibrosis miocárdica medio-ventricular se asoció con una tasa anual de muerte o arritmias del 20% vs 3% en pacientes sin fibrosis.



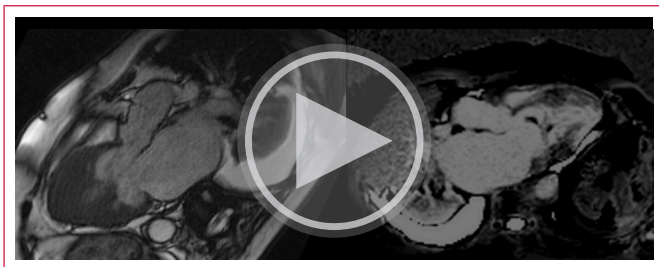
Video 9. Paciente con miocardiopatía dilatada y función sistólica severamente deprimida. 4 cámaras cine a la izquierda. Imágenes de eje corto, realce tardío a la derecha: puede observarse la presencia de realce lineal intra-miocárdico en el septo interventricular.

Miocardiopatía hipertrófica

La miocardiopatía hipertrófica es una de las enfermedades del músculo cardíaco de origen genético más frecuentes. La cardio-RM es una técnica excelente para el diagnóstico de esta enfermedad. En concreto su precisión diagnóstica es superior a la ecocardiografía para identificar formas de afectación de predominio apical (**Videos 10 y 11**). Además, es la técnica más fiable para calcular la masa miocárdica y para medir el máximo espesor de la pared miocárdica. Hoy en día la cardio-RM es una técnica imprescindible en esta entidad ya que además de permitir realizar un diagnóstico preciso de la enfermedad, proporciona una información pronóstica importante¹⁸.



Video 10. Plano de 4 cámaras secuencia cine. Paciente mayor con insuficiencia cardíaca y AIT. Se observa una hipertrofia severa del ventrículo izquierdo de predominio apical (la cavidad ventricular izquierda es muy pequeña). Además, puede observarse la presencia de insuficiencia mitral, dilatación severa de la aurícula izquierda, derrame pericárdico y derrame pleural bilateral.



Video 11. Tracto de salida del ventrículo izquierdo secuencia cine a la izquierda y secuencia de realce tardío a la derecha. Se trata del mismo paciente del **Video 10**. La flecha amarilla y el círculo amarillo indican la presencia de un trombo intracavitario móvil en el tracto de salida del ventrículo izquierdo que se asienta en los músculos papilares de la válvula mitral (complicación muy infrecuente). Además, puede observarse la presencia de realce tardío que ocupa prácticamente todo el ápex del ventrículo izquierdo.

Mediante esta técnica podemos identificar y cuantificar el grado de fibrosis miocárdica, que puede estar presente hasta en el 70% de los pacientes con miocardiopatía hipertrófica. Siendo común en los puntos de inserción del ventrículo derecho a nivel septal y en los segmentos con mayor hipertrofia. Se ha descrito que los pacientes con mayor grado de fibrosis presentan más riesgo de insuficiencia cardíaca y muerte súbita durante el seguimiento. De hecho, el porcentaje de realce tardío es un criterio pronóstico que, aunque es cualitativo, ya está incluido en distintas guías de práctica clínica¹⁸. Por último, es impor-

tante destacar que en las formas de MCH apical, la presencia de fibrosis y de aneurisma apical identifica un grupo de pacientes con alto riesgo de arritmias y eventos embólicos (**Video 12**).

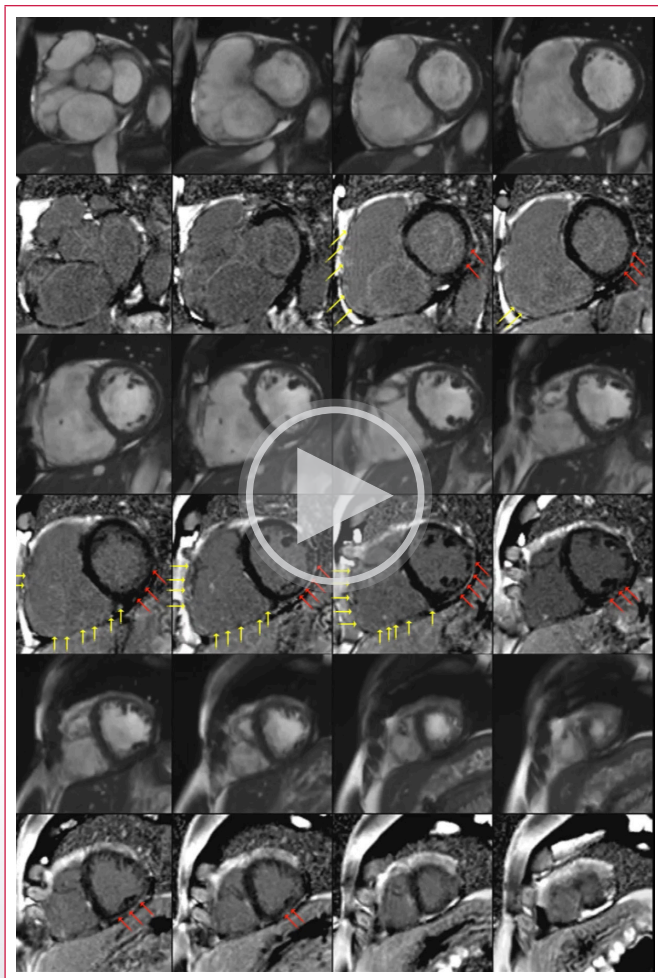


Video 12. Varón de 25 años, deportista. Asintomático cardiovascular. Remitido para despistaje de miocardiopatía (madre con miocardiopatía hipertrófica). Arriba secuencia de cine, realce precoz y tardío. Abajo electrocardiograma. El electrocardiograma muestra: ondas T negativas prominentes en caras inferior y lateral. El ecocardiograma no fue concluyente. La cardio-RM mostró hipertrofia apical del ventrículo izquierdo (grosor máximo de 13 mm en más de 2 segmentos). El paciente probablemente presenta un fenotipo precoz en la historia natural de la miocardiopatía hipertrófica apical con zona pequeña de cicatriz (flecha amarilla), con obstrucción microvascular en la secuencia de realce precoz (flecha roja) y sin aneurisma.

Miocardiopatía arritmogénica del ventrículo derecho

La miocardiopatía arritmogénica del ventrículo derecho es difícil de estudiar mediante ecocardiografía transtóraca, debido a la posición anterior y retroesternal de un ventrículo derecho con una morfología en forma semilunar, cuya pared en condiciones normales no mide más de 5 mm. Mediante cardio-RM se pueden utilizar secuencias de cine para realizar una valoración funcional y anatómica precisa. Esto permite analizar la función cardíaca, contractilidad regional y/o la presencia de aneurismas del ventrículo derecho. Los protocolos de caracterización tisular que permiten estudiar la infiltración grasa o la fibrosis miocárdica y aunque no forman parte de los criterios diagnósticos pueden ser de utilidad en situaciones concretas (**Video 13**).

En el año 2010 los criterios diagnósticos fueron redefinidos para intentar facilitar el diagnóstico de esta entidad¹⁹. La infiltración grasa por técnicas no invasivas no está incluida debido a limitaciones en la resolución espacial.



Video 13. Ejes cortos secuencias de cine y de realce tardío. Ventriculo izquierdo dilatado (iVTD 108 ml/m²) con aquinesia de los segmentos anterolateral medio, inferolateral medio y lateral apical y contractilidad conservada del resto de segmentos. Ventriculo derecho dilatado (VTD ajustado por superficie corporal 171 ml/m²; VTS ajustado por superficie corporal 116 ml/m²) con función sistólica deprimida (FEVD 0.32). Se observa hipoquinesia severa de la pared anterior, lateral e inferior de este ventriculo con contractilidad apical preservada. En resumen, se trata de un paciente con miocardiopatía arritmogénica del ventriculo derecho con afectación de la pared inferior y lateral del ventriculo izquierdo. Las flechas amarillas señalan las zonas de realce tardío más evidentes del ventriculo derecho. Las flechas rojas señalan las zonas de realce tardío epicárdico característico cuando esta enfermedad afecta al ventriculo izquierdo.

Futuro:

En los últimos años, se ha producido una mejora tecnológica de las diferentes secuencias de resonancia magnética, incrementándose la velocidad de adquisición mediante el uso de imagen en paralelo, lo que ha permitido también expandir la utilización de estudios tridimensionales completos del corazón. Además, se han introducido numerosas secuencias como el T1 y T2 mapping, featur tracking y secuencias de difusión lo que puede ayudarnos a identificar patologías cardíacas en estadios precoces.

Conclusión:

La resonancia magnética cardíaca es una técnica de imagen muy útil en la caracterización de la enfermedad subyacente en pacientes con insuficiencia cardíaca. Su poder para realizar caracterización tisular de forma no invasiva usando secuencias de T2*, realce tardío o mapping, permiten identificar la patología

subyacente en muchos pacientes con insuficiencia cardíaca. Todo ello, permite identificar patologías en un estadio evolutivo precoz, estratificar el riesgo según la cantidad de fibrosis y evaluar la respuesta al tratamiento. Por todo ello, la cardio-RM; debe de utilizarse para el estudio de pacientes con miocardiopatía no isquémica y en el seguimiento para evaluar la respuesta al tratamiento.

Ideas para recordar

- La cardio-RM es la técnica de referencia para cuantificar los volúmenes ventriculares, la masa miocárdica y la fracción de eyección. Esto es de especial utilidad para evaluar el grado de severidad de la afectación cardíaca, en el diagnóstico inicial y también para evaluar la respuesta al tratamiento.
- La cardio-RM es una técnica precisa y extremadamente versátil (capacidad de caracterizar el tejido cardíaco de forma no invasiva usando secuencias de T2*, realce tardío o mapping) esto la convierte en una técnica de imagen muy útil para poder identificar la patología subyacente en muchos pacientes con insuficiencia cardíaca.
- La cardio-RM, permite identificar patologías en un estadio evolutivo precoz, estratificar el riesgo según la cantidad de fibrosis y evaluar la respuesta al tratamiento. Por todo ello, la RMC puede utilizarse para el estudio detallado de los pacientes con miocardiopatía isquémica o no isquémica y en el seguimiento, para evaluar la respuesta al tratamiento.

Bibliografía

1. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, Gardner RS, Baumbach A, Böhm M, Burri H, Butler J, Čelutkienė J, Chioncel O, Cleland JGF, Coats AJS, Crespo-Leiro MG, Farmakis D, Gilard M, Heymans S, Hoes AW, Jaarsma T, Jankowska EA, Lainscak M, Lam CSP, Lyon AR, McMurray JJV, Mebazaa A, Mindham R, Muneretto C, Francesco Piepoli M, Price S, Rosano GMC, Ruschitzka F, Kathrine Skibelund A; ESC Scientific Document Group. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: Developed by the Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC). With the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *Eur J Heart Fail.* 2022 Jan;24(1):4-131.
2. Maceira A, Prasad S, Khan M, et al. Normalized left ventricular systolic and diastolic function by steady-state free precession cardiovascular magnetic resonance. *J Cardiovasc Magn Reson* 2006; 8 (3): 417-426.
3. Arbustini E, Narula N, Tavazzi L, et al. The MOGE(S) classification of cardiomyopathy for clinicians. *J Am Coll Cardiol* 2014; 64 (3): 304-18.
4. Elliott P, Andersson B, Arbustini E, et al. Classification of the cardiomyopathies: a position statement from the European Society Of Cardiology Working Group on Myocardial and Pericardial Diseases. *Eur Heart J* 2008; 29(2):270-6.
5. Mahrholdt H, Wagner A, Judd RM, et al. Delayed enhancement cardiovascular magnetic resonance assessment of non-ischaemic cardiomyopathies. *Eur Heart J* 2005; 26 (15): 1461-74.
6. Kramer CM, Barkhausen J, Bucciarelli-Ducci C, Flamm SD, Kim RJ, Nagel E. Standardized cardiovascular magnetic resonance imaging (CMR) protocols: 2020 update. *J Cardiovasc Magn Reson.* 2020 Feb 24;22(1):17.
7. Danilouchkine M, Westenberg J, De Roos A, et al. Operator induced variability in cardiovascular MR: left ventricular measurements and their reproducibility. *J Cardiovasc Magn Reson* 2005; 7: 447-457.
8. Bai W, Sinclair M, Tarroni G, Oktay O, Rajchl M, Vaillant G, Lee AM, Aung N, Lukaschuk E, Sanghvi MM, Zemrak F, Fung K, Paiva JM, Carapella V, Kim YJ, Suzuki H, Kainz B, Matthews PM, Petersen SE, Piechnik SK, Neubauer S, Glocker B, Rueckert D. Automated cardiovascular magnetic resonance image analysis with fully convolutional networks. *J Cardiovasc Magn Reson.* 2018 Sep 14;20(1):65.

9. Maceira A, Prasad S, Khan M, *et al.* Reference right ventricular systolic and diastolic function normalized to age, gender and body surface area from steady-state free precession cardiovascular magnetic resonance. *Eur Heart J* 2006; 27 (23): 2879-2888.
10. Petersen SE, Khanji MY, Plein S, Lancellotti P, Bucciarelli-Ducci C. European Association of Cardiovascular Imaging expert consensus paper: a comprehensive review of cardiovascular magnetic resonance normal values of cardiac chamber size and aortic root in adults and recommendations for grading severity. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2019 Dec 1;20(12):1321-1331.
11. Cerqueira MD, Weissman NJ, Dilsizian V, *et al.* 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 (4): 539-42.
12. Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, *et al.* 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J* 2017; 38 (36): 2739-2791.
13. Zoghbi WA, Adams D, Bonow RO, *et al.* Recommendations for Noninvasive Evaluation of Native Valvular Regurgitation: A Report from the American Society of Echocardiography Developed in Collaboration with the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *J Am Soc Echocardiogr* 2017; 30 (4): 303-371.
14. 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 (20): 1445-53.
15. Patel AR, Kramer CM. Role of Cardiac Magnetic Resonance in the Diagnosis and Prognosis of Nonischemic Cardiomyopathy. *JACC Cardiovasc Imaging* 2017; 10 (10 Pt A): 1180-1193.
16. Assomull RH, Prasad SK, Lyne J, *et al.* Cardiovascular magnetic resonance, fibrosis, and prognosis in dilated cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol* 2006; 48 (10):1977-1985.
17. Halliday BP, Gulati A, Ali A, *et al.* Association Between Midwall Late Gadolinium Enhancement and Sudden Cardiac Death in Patients with Dilated Cardiomyopathy and Mild and Moderate Left Ventricular Systolic Dysfunction. *Circulation* 2017; 135 (22): 2106-2115.
18. Ommen SR, Mital S, Burke MA, Day SM, Deswal A, Elliott P, Evanovich LL, Hung J, Joglar JA, Kantor P, Kimmelstiel C, Kittleson M, Link MS, Maron MS, Martinez MW, Miyake CY, Schaff HV, Semsarian C, Sorajja P. 2020 AHA/ACC Guideline for the Diagnosis and Treatment of Patients With Hypertrophic Cardiomyopathy: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2020 Dec 22;76(25):e159-e240.
19. Marcus FI, McKenna WJ, Sherrill D, *et al.* Diagnosis of arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy/dysplasia: proposed modification of the Task Force Criteria. *Eur Heart J* 2010; 31 (7) :806-14.