

AVISO IMPORTANTE: Si usted desea citar este artículo debe hacerlo de la siguiente manera para respetar los derechos de autor y el factor de impacto de la revista.




Protocolos de resonancia magnética cardiovascular (RMC) estandarizados, actualización 2020.

Resumen

Este documento es una actualización de la publicación del 2013 del Grupo de Trabajo en estandarización de protocolos de la Junta Directiva de la Sociedad de Resonancia Magnética Cardiovascular (**SCMR**). Desde el momento de la publicación original, se estarán publicando 3 documentos adicionales del grupo de trabajo que deben ser publicados en conjunto con el presente documento. El primero es un documento en las indicaciones clínicas de RMC, una actualización del documento del 2004. El segundo documento de trabajo será una actualización de la generación de reportes publicado por el grupo de trabajo del 2010. La tercera publicación será la actualización del documento del 2013 en Post-procesamiento. Todos los protocolos relacionados a enfermedad cardíaca congénita serán cubiertos en un documento separado.

La sección de principios generales y técnicas ha sido expandida, ya que muchas de las técnicas comunes de RMC han sido estandarizadas. Se ha incluido, una sección en imagen en pacientes con dispositivos, ya que se ha visto un incremento en la práctica clínica diaria. Los autores esperan que este documento promueva la estandarización y simplificación del enfoque basado en el paciente a la práctica clínica con el uso de RMC. El documento será actualizado en intervalos regulares de acuerdo con como el área de RMC avanza.

Christopher M. Kramer^{1*},  Jörg Barkhausen², Chiara Bucciarelli-Ducci³, Scott D. Flamm⁴, Raymond J. Kim⁵ and Eike Nagel⁶

Introducción

Este documento es una actualización de la publicación de 2013 del Grupo de Trabajo de la Sociedad de Resonancia Magnética Cardiovascular (**SCMR**) sobre protocolos estandarizados [1]. Al mismo tiempo de esta publicación, tres grupos de trabajo adicionales publicarán documentos a los que se debe hacer referencia junto con el presente documento. El primero es un documento sobre las indicaciones clínicas de la RMC [2], una actualización del documento de 2004. El segundo trabajo será la actualización del documento sobre reportes publicado por el grupo de trabajo del SCMR en el 2010 [3]. El tercer grupo de trabajo actualizará el documento de 2013 sobre post-procesamiento [4]. Todos los protocolos relacionados con cardiopatías congénitas se tratarán en un documento separado [5].

La sección sobre principios y técnicas generales se ha ampliado a medida que se han estandarizado las secuencias más comunes en el campo de resonancia magnética cardiovascular (RMC).

Se ha agregado una sección sobre imágenes en pacientes con dispositivos, ya que cada día se están viendo más de estos casos en la práctica clínica. Los autores esperan que este documento promueva la estandarización y simplificación del enfoque basado en el paciente con la práctica clínica en el uso de RMC. Este documento será actualizado en intervalos regulares de acuerdo a los avances en el campo de la RMC.

Principios generales

Consideraciones del Campo de Fuerza:

La RMC clínica puede ser ejecutada en diferentes campos de fuerza. Los sistemas 1.5T son actualmente utilizados en la mayoría de estudios. Sin embargo, se ha notado un incremento en el número de estudios ejecutados en 3T, con las ventajas y observaciones especificadas líneas abajo:

1. El gatillado del electrocardiograma puede ser más complejo en 3T que en 1.5T. En los casos en que la señal del ECG no sea confiable, el gatillado guiado por pulso periférico puede ser mejor para adquisiciones que sean realizadas retrospectivamente, como las imágenes de cine.

Correspondencia: ckramer@virginia.edu

¹ Medicina Cardiovascular, Sistema de Salud de la Universidad de Virginia, avenida Lee, Box 800158, Charlottesville, VA 22908, EE.UU.

La lista completa con la información de los autores está accesible al final del artículo.



- Como un resultado de la mejora del radio señal a ruido (**SNR**), el resonador 3T podría ofrecer más ventajas para la adquisición de imagen de perfusión - primer paso de contraste y la secuencia de realce tardío con gadolinio. Además, la secuencia **tagging** y la técnica de flujo 4D también pueden beneficiarse en el 3T
- Balanced steady-state free precession (bSSFP)** está bien establecido como el método de elección para la imagen de cines en 1.5T. En 3T, sin embargo, el incremento de la sensibilidad de bSSFP a los efectos de **off-resonance** tiende a empeorar el artefacto de flujo y de banda oscura. Para mitigar estos artefactos, puede ser necesario ejecutar cuidadosamente el **shimming**. En casos excepcionales, el ajuste de frecuencia paciente-específico es requerido.
- Aquellos dispositivos que han sido evaluados y comprobados ser seguros en 1.5T, podrían no ser seguros en 3T. Por favor, revisar la información específica relacionada a seguridad de los estudios de RMC para los dispositivos en campos magnéticos de mayor campo de fuerza (Por favor mirar la sección 1.6 abajo).

Consideraciones de Equipamiento

Scanner de RMC

- Los escáneres de RM para RMC clínica deben tener una intensidad de campo de $\geq 1,0$ T; sin embargo, la intensidad de campo típicamente empleada es de 1.5T con más centros ahora que utilizan escáneres de 3T.
- Se recomienda altamente el uso de una bobina de superficie específica para imágenes cardíacas con múltiples elementos de bobina (típicamente ≥ 8 elementos) y es requerido para emplear las técnicas de imagen en paralelo, las cuales permiten la reducción de los tiempos de adquisición y de apnea.
- Se requiere un hardware y software para el gatillado con **ECG**, y preferiblemente también incorporar el gatillado vector-cardiográfico. La capacidad de activación de gatillado por **ECG** debe incluir la realización de técnicas de adquisición prospectiva, retrospectiva y secuencias sincronizadas con ECG

Software / secuencias de pulsos

- Las secuencias de RMC que requieren gatillado con pulso son: imágenes de cine **bSSFP**, imágenes de perfusión miocárdica rápida con múltiples cortes, imágenes de realce tardío con gadolinio (**LGE**), imágenes de cuantificación de flujo de contraste de fase e imágenes angiográficas con contraste 3D.
- La capacidad de obtención de imágenes en paralelo (por ejemplo, **sensitivity encoding (SENSE)**, **simultaneous acquisition of spatial harmonics (SMASH)**, **generalized autocalibrating partially parallel acquisition (GRAPPA)**) son altamente recomendadas para reducir los tiempos de adquisición y apnea.

Hardware accesorio

- Una unidad de inyector compatible con RMC es requerida para ejecutar las imágenes de perfusión miocárdica o las secuencias de angioresonancia con contraste (**MRA**).

Agentes de estrés

La prueba de perfusión de estrés con vasodilatadores se realiza con más frecuencia que la prueba funcional de estrés con inotrópicos.

Agentes de estrés vasodilatadores:

- Adenosina: 140 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de peso corporal /min durante 2 a 4 min (considere un aumento de hasta 210 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de peso corporal /min, de acuerdo a las normas institucionales y locales, solo si después de 2 a 3 min, la frecuencia cardíaca (FC) no aumenta en 10lpm y/o la presión arterial sistólica no disminuye en >10 mmHg)
- Dipiridamol: 0.142 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ durante 4min
- Regadenosón: inyección única de 0.4 mg
- Trifosfato de adenosina (**ATP**) - 140 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ durante 3-5 min (considere un aumento de hasta 210 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de peso corporal / min, de acuerdo a las normas institucionales y locales, solo si después de 2-3 min, la FC no aumenta por 10lpm y/o la presión arterial no desciende >10 mmHg)

Agentes de estrés inotrópicos:

- Dobutamina: dosis máxima habitual de 40 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ \pm atropina: dosis de 0.25 mg (dosis máxima 2 mg) (para isquemia) o Dobutamina 2.5-10 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ (para viabilidad)

Contraindicaciones

Adenosina, dipiridamol, **ATP** o regadenosón

- Bloqueo auriculoventricular (**AV**) de segundo grado (tipo 2) o completo
- Presión arterial sistólica <90 mmHg
- Hipertensión arterial sistémica severa ($> 220/120$ mmHg)
- Bradicardia sinusal (frecuencia cardíaca <40 lpm)
- Enfermedad broncoconstrictiva o broncoespástica activa con uso regular de inhaladores
- Hipersensibilidad conocida a la adenosina, dipiridamol o regadenosón

Dobutamina

- Hipertensión arterial sistémica severa ($\geq 220/120$ mmHg)
- Angina inestable
- Estenosis severa de la válvula aórtica (gradiente máximo de la válvula aórtica > 60 mmHg o área de la válvula aórtica <1 cm)
- Arritmias cardíacas complejas, incluyendo fibrilación auricular no controlada

- Miocardiopatía hipertrófica obstructiva
- Miocarditis, endocarditis o pericarditis
- Insuficiencia cardíaca no controlada

Atropina:

- Glaucoma de ángulo estrecho
- Miastenia gravis
- Uropatía obstructiva
- Desórdenes gastrointestinales obstructivos

Preparación del paciente

1. Si es requisito del centro, obtenga el consentimiento informado para la prueba de estrés.
2. Para conseguir completamente los efectos de los agentes de estrés, los pacientes deben abstenerse completamente de las siguientes sustancias / medicamentos durante 12-24 horas antes del examen debido a la posibilidad de interacción con el medicamento que inducirá estrés cardíaco al paciente.
 - Todos los agentes vasodilatadores: cafeína (café, té, bebidas o alimentos con cafeína, por ejemplo, chocolate, medicamentos con cafeína), teofilina, dipiridamol.
 - Dobutamina: β -bloqueantes y nitratos.

Nota: Cada vez hay más datos de que los efectos de la cafeína y la nicotina pueden superarse con dosis más altas de adenosina y regadenosón.
3. El ayuno no es obligatorio, pero a menudo se recomienda porque los efectos adversos reconocidos de los agentes de estrés incluyen náuseas y vómitos, que pueden ser problemáticos cuando el paciente se encuentra en posición decúbito supino en el espacio reducido dentro del escáner.
4. Si se usa adenosina, se prefiere tener disponibles dos vías intravenosas, una para el agente de contraste a base de gadolinio (**GBCA**) y la otra para la adenosina, una en cada brazo. El sitio preferido de infusión de contraste es la vena antecubital, pero se pueden utilizar otras venas. Se debe utilizar la cánula más grande como agente de contraste. La velocidad de infusión del medio de contraste debe ajustarse según el tamaño de la cánula utilizada.
5. El manguito de presión arterial debe usarse con cuidado para que no interfiera con la infusión de **GBCA** o de la adenosina.
6. Para regadenosón, solo se requiere una vía intravenosa. Muchos sitios revierten el regadenosón con aminofilina 100mg IV después de adquirir las imágenes de estrés. Si bien esto puede reducir los efectos secundarios y devolver la frecuencia cardíaca al valor basal de inmediato, la aminofilina también tiene efectos secundarios arritmogénicos y por lo tanto, debe usarse con precaución. Los efectos secundarios de la adenosina suelen desaparecer después de 2 a 3 min.
7. Los efectos secundarios se describen como menos significativos con regadenosón que con otros vasodilatadores.

Sin embargo, la vida media del regadenosón es más larga si no es revertido activamente.

Efectos adversos potenciales

La adenosina, **ATP** y regadenosón pueden provocar enrojecimiento, dolor de pecho, palpitaciones y dificultad para respirar. Los efectos secundarios más graves incluyen bloqueo cardíaco transitorio, hipotensión arterial transitoria o broncoespasmo.

El dipiridamol puede causar dolor de pecho, dolor de cabeza y mareos. Los efectos secundarios más graves son raros e incluyen infarto de miocardio, taquicardia ventricular y ataque isquémico transitorio.

La dobutamina en dosis altas puede causar dolor de pecho y palpitaciones. Las complicaciones más graves son raras, como infarto agudo de miocardio, fibrilación ventricular y taquicardia ventricular sostenida.

Estrés y equipo de seguridad

1. Equipo de monitorización (presión arterial; al menos **ECG** de derivación única para monitorizar el ritmo cardíaco; intercomunicador para poder comunicarse con el paciente. En caso de pacientes con dispositivos: pulsioximetría)
2. Preparación y práctica protocolizada regular para retirar rápidamente al paciente del escáner
3. Protocolo de reanimación de emergencia en lugar de la adquisición del estudio.
4. Coche de paro con medicamentos, suministros y con el equipo de reanimación adecuados, que se encuentre en una ubicación establecida fuera de la sala del escáner
 - a. Inmediatamente a mano: beta bloqueadores (p. Ej., esmolol o metoprolol), nitroglicerina, aminofilina, broncodilatadores, oxígeno
 - b. El coche de paro: tener completo el set de medicamentos de emergencia (incluyendo medicamentos como: epinefrina, betabloqueadores, atropina, broncodilatadores, medicamentos antiarrítmicos)
5. Para dobutamina: capacidad para revisar imágenes rápidamente y evaluar el movimiento de la pared ventricular durante la adquisición de imágenes.

Agente de contraste a base de gadolinio (GBCA**)**

Dosificación y seguridad –

Ver Tabla 1.

Notas:

1. Los volúmenes y las flujo de inyección varían según el agente de contraste y el protocolo de adquisición.
2. Las velocidades de inyección son diferentes para los agentes de contraste de 1 mmol/ml (p. Ej., Gadobutrol) y los agentes de 0.5 mmol/ml. Como pauta, se sugiere dividir la tasa de inyección por un factor de 2 para la presentación de 1 mmol/ml.
3. Los agentes de contraste **GBCA** con mayor capacidad de relaxividad requieren dosis más pequeñas.

Tabla 1:
Contraste Dosis de Bolo y Velocidad del flujo de Inyección

Indicación	Dosis de Contraste (mmol/kg peso corporal)	Velocidad del flujo de Inyección	Bolo de Solución Salina	Velocidad del flujo de Inyección
Perfusión	0.05–0.1	3–7 ml/s	30 ml	3–7 ml/s
Realce Tardío de Gadolinio	0.1–0.2		20 ml	
Angiografía (carótidas, renales, aorta)	0.1–0.2	2–3 ml/s	20 ml	2–3 ml/s
Angiografía de tiempo-resolución	0.05	3–5 ml/s	30 ml	3–5 ml/s
Angiografía periférica	0.2	Primeros 10 ml @ 1.5 ml/s, el resto @ 0.4–0.8 ml/s	20 ml	0.4–0.8 ml/s

Consideraciones de seguridad:

- Desde 1988 se han aplicado más de 300 millones de dosis de **GBCA** en todo el mundo [5]. Los **GBCA** proporcionan información médica crucial en muchas aplicaciones y tienen un excelente perfil de seguridad.
- Sin embargo, los reportes de esclerosis sistémica nefrogénica (**NSF**) y de retención de gadolinio en el cerebro a largo plazo han dado lugar a mayores acciones reguladoras.
- En 2017, la Agencia Europea de Medicamentos (**EMA**) decidió suspender las autorizaciones de comercialización de todos los **GBCA** lineales polivalentes y permitiendo continuar con la utilización de todos los **GBCA** macrocíclicos. La Federación de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos (**FDA**) mantuvo todos los **GBCA**, pero decidió que se deberían incluir la advertencia durante la prescripción que comunique el mayor riesgo de depósito de gadolinio cuando se utilizan **GBCA** lineales. Además, las actualizaciones en la información del producto deben incorporar instrucciones de mitigación de riesgos y una Guía de Medicamento para cada producto.
- Los profesionales de la salud deben considerar las características de retención y depósito de cada agente cuando eligen un **GBCA**, y particularmente para los pacientes que tengan mayor riesgo de retención de gadolinio o **NSF** [6].
- La dosis de **GBCA** en todos los estudios de RMC debe ser lo más baja posible y que pueda lograr una calidad de imagen adecuada. Además, debe respetarse la información de prescripción de los productos, así como las directrices institucionales, regionales o nacionales.
- Siempre que sea posible, las técnicas sin contraste deben considerarse como alternativas a las técnicas con contraste

Estudio de Imágenes en pacientes con dispositivos cardíacos (marcapasos y desfibriladores)

1. Seguridad

- Siga las instrucciones del fabricante y las guías institucionales para pacientes con dispositivos condicionales de RM y aquellos no condicionales.
- Los pacientes con dispositivos cardíacos implantados en un tiempo < 6 semanas antes del estudio de RMC deberían en general abstenerse del estudio, a menos que exista una indicación clínica necesaria y se haya obtenido el

consentimiento del paciente.

c. En general, los pacientes con cables epicárdicos o cables abandonados no deben someterse a una exploración, a menos que la indicación clínica sea imperiosa y se obtenga el consentimiento informado del paciente.

d. La programación del dispositivo dependerá de la dependencia del marcapaso y de las recomendaciones de los especialistas en electrofisiología. En general, si el paciente es dependiente del marcapaso, el marcapaso debe programarse en modo asíncrono y, si no depende del marcapasos, debe programarse en modo inhibido o sin marcapaso.

e. Los dispositivos deben ser interrogados antes y después de la exploración RMC.

f. Debe haber personal capacitado disponible para realizar monitoreo al paciente, evaluar el **ECG** y la saturación de oxígeno durante el estudio.

g. El equipo de reanimación debe estar disponible cerca a la sala del escáner.

2. Imágenes

a. Colocar el brazo que se encuentra en el costado del generador de marcapasos sobre la cabeza durante la exploración ya que ello puede mejorar la calidad de la imagen.

b. La obtención de imágenes durante inspiración profunda puede mejorar la calidad de la imagen.

c. Si hay un artefacto significativo en las imágenes de cine **bSSFP**, se puede preferir la imagen de cine con eco de gradiente.

d. Para reducir el artefacto de imagen relacionado con el dispositivo, las imágenes con realce tardío de gadolinio (**LGE**) con banda ancha pueden ser útiles, particularmente en presencia de un cardiodesfibrilador implantado (**CDI**).

Técnicas generales**Estructura y función del ventrículo izquierdo (VI)**

- Las Imágenes de primera exploración **Scout** (transaxial, coronal, sagital) son en general adquisiciones de un solo latido y son adquiridas en una sola apnea.

2. El grupo de imágenes transaxial (8–10 mm) **bSSFP o fast spin echo (FSE)** a través del tórax. Se trata de imágenes de un solo disparo y de un solo latido que son adquiridos en 1 ó 2 apneas.
3. Imágenes **Scout** del eje corto: las adquisiciones de cine son preferibles a los de toma única (**single shot**), que permitan la visualización del movimiento longitudinal y de la entrada de flujo.
 - a. Eje largo de dos cámaras (vertical): el cual se posiciona ortogonalmente a los exploradores transaxiales alineados a través del ápex y el centro de la válvula mitral (Fig.1)
 - b. Eje largo de cuatro cámaras (horizontal) alineado ortogonalmente al eje largo de 2 cámaras, pasando por el centro de la válvula mitral y la aurícula izquierda y continuando por el eje largo del VI. (Figura 1)
4. **bSSFP** es el método de elección para la realización de la imagen de cine, ya que proporciona un alto **SNR** y un excelente contraste entre el miocardio y la sangre
 - a. En el scanner 3T, las imágenes de cine **SSFP** pueden verse comprometidas por la presencia de artefactos. De ser el caso, las secuencias de eco de gradiente pueden considerarse como una alternativa de adquisición.
 - b. Las estrategias para reducir o mover los artefactos de bandas incluyen el **shimming**, reducir el **TR** y ajustar la frecuencia de **RF** (la secuencia de **frequency scout** puede ser útil para esto).
 - c. Las imágenes de cine se adquieren durante el apnea. La retención de la respiración proporciona una posición más consistente. Sin embargo, la retención de la respiración en inspiración puede ser más cómoda para algunos pacientes y es más fácil de mantener.
5. Las Imágenes de cine de eje corto **bSSFP** (Fig. 2)
 - a. Adquiridas desde la base del VI a través del ápex.
 - b. El primer plano de cine de eje corto debe ser planificado utilizando las vistas de cine eje largo de 4 y 2 cámaras, y debe ser perpendicular a las del eje largo del cuerpo del VI. Este plano puede no ser siempre paralelo al plano de la válvula mitral.
 - c. El grosor del corte cine de 6 a 8 mm, con o sin espacios entre cada corte de 2 a 4 mm (para sumar un total de 10 mm).
- d. Resolución temporal ≤ 45 ms entre las fases para optimizar la evaluación del movimiento de la pared ventricular.
- e. Se pueden utilizar imágenes en paralelo o **compressed sensing**, según como se encuentren disponibles. Estas secuencias son usadas para acortar el tiempo de exploración.
6. Las Imágenes de cine de eje largo **bSSFP**
 - a. La vista de eje largo de 4 cámaras se realiza a partir de la vista de eje largo de 2 cámaras que pasa a través del ápex y por el centro de las válvulas mitral y tricúspide. Esto se puede modificar y/o verificar con las proyecciones basales de eje corto, para que el plano cruce el margen agudo de la pared libre del ventrículo derecho (VD) y perpendicular al tabique interventricular.
 - b. La proyección del VI de 2 cámaras se realiza desde la imagen **scout** vertical de eje largo ya adquirido, con la modificación de pasar través de las paredes del miocardio anterior e inferior de la vista del eje corto.
 - c. La proyección del VI de 3 cámaras se realiza pasando a través del ápex, el centro de la válvula mitral y alineado con el centro del tracto de salida del VI (TSVI) hacia la válvula aórtica, como se ve en una de las imágenes cine de eje corto basal. (Fig. 3)
 - d. Opcional: se pueden obtener más de 3 imágenes de eje largo.
7. Imágenes de cine en tiempo real (opcional)
 - a. En casos de tener que evaluar la interdependencia ventricular o para pacientes con ritmos cardiacos irregulares o con incapacidad para contener la respiración durante el examen (y los cuales impiden la obtención de imágenes de cine con técnicas estándar) las imágenes de cine en tiempo real (utilizando una variedad de diferentes espacios k) pueden ser utilizados para evaluar la función del VI.
 - b. Es preferible una resolución temporal ≤ 60 ms entre fases si está disponible.
 - c. La cuantificación absoluta del volumen del VI no siempre es posible con la utilización de imágenes de cine en tiempo real, ya que la cuantificación suele ser menos precisa y exacta.

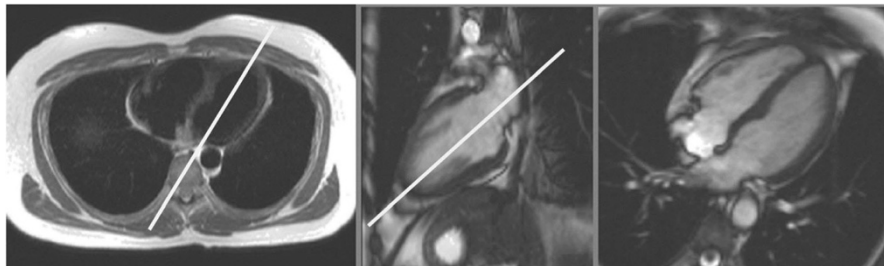


Fig. 1 Izquierda – Imagen axial de sangre negra a través de la base del ventrículo izquierdo (VI) y del ventrículo derecho (VD). Planeamiento del eje largo 2 cámaras se muestra a través de la línea blanca. Centro – Imagen Scout del eje largo en 2 cámaras sangre blanca. Planeamiento del eje largo en 4 cámaras se muestra a través de la línea en blanco. Derecha – Imagen Scout Sangre blanca del eje largo en 4-cámaras

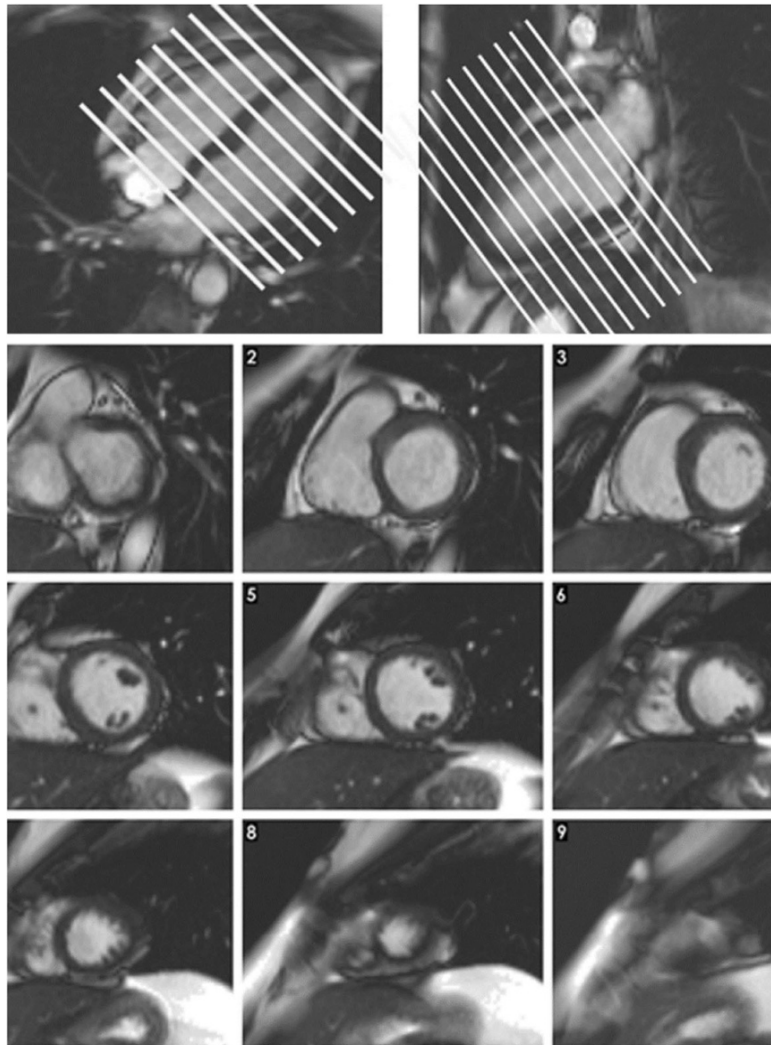


Fig. 2 Arriba– Planeamiento del eje corto en plano paralelo a la válvula mitral en la imagen de eje largo de 4 cámaras (izquierda) y plano de 2 cámaras (derecha). Abajo: 9 cortes del cine en eje corto que muestra la base (superior izquierda) y el ápex (inferior derecho).

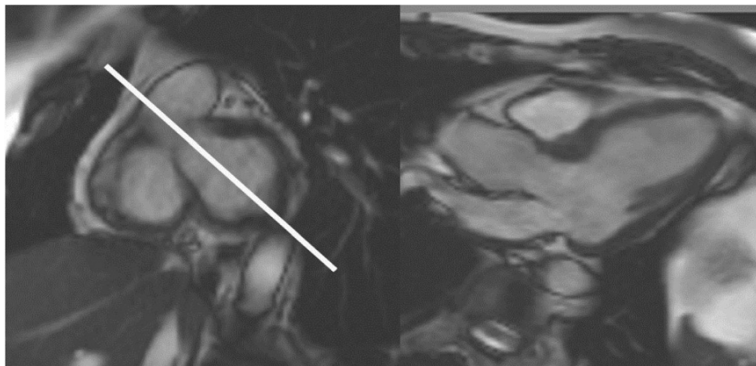


Fig. 3 Izquierda- Imagen cine eje corto basal. Planeamiento de 3 cámaras eje longitudinal (línea blanca). Derecha – Cine Eje largo en 3 cámaras.

Estructura y función del ventrículo derecho (VD)

1. Las vistas del eje corto del VD se pueden obtener de una muy forma similar a la adquirido en la estructura y función del VI. Si se utiliza el eje corto para la cuantificación de función, es muy importante colocar el corte más basal del eje corto inmediatamente por encima del miocardio del VD.
2. Las imágenes de eje largo deben incluir una imagen del eje largo vertical del VD alineada con la entrada de la válvula tricúspide y una vista del tracto de salida del VD - TSVD (plano sagital u oblicuo a través de la válvula pulmonar). (Figura 4)
3. Los cortes transaxial de cines que cubre el VD puede considerarse como una alternativa para la medición volumétrica del ventrículo derecho. (Figura 4)

Perfusión de Primer paso:

1. Imágenes de exploración **Scout** según la estructura y función del VI
2. Secuencias de pulsos: típicamente imágenes de **saturation-recovery bSSFP**, eco de gradiente (**GRE**) o con **GRE** eco-planar (**GRE-EPI**) con lectura híbrida.
3. Imágenes de eje corto (al menos 3 cortes por cada latido cardíaco) (Fig. 5)
 - a. Para la evaluación de la isquemia, se deben obtener los datos de cada latido del corazón, si es posible.

- b. Espesor de la cada corte de 8-10mm
- c. Adquirir imágenes paralelas, si están disponibles
- d. Resolución en el plano, $\sim <3\text{mm}$
- e. Resolución temporal de lectura $\sim 100\text{-}125\text{ms}$ o mas corta como sea disponible
- f. Se administra contraste (0.05 a 0.1 mmol/kg, 3 a 7 ml/s) seguido después de al menos 30ml de solución salina de lavado (3 a 7ml/s)
- g. El apnea comienza antes de que el contraste llegue a la cavidad del VI.
- h. Adquirir una suficiente cantidad de imágenes para garantizar que el contraste haya pasado a través del miocardio del VI (por lo general, se adquieren al menos 50 a 60 latidos cardíacos, pero en pacientes con gasto cardíaco disminuido pueden requerir mayor cantidad de adquisición de imágenes)
- i. Opcional: las imágenes también se pueden obtener con respiración libre, especialmente si se encuentran disponibles secuencias de corrección de movimiento.

Realce tardío de gadolinio (LGE)

1. Secuencias de pulsos:

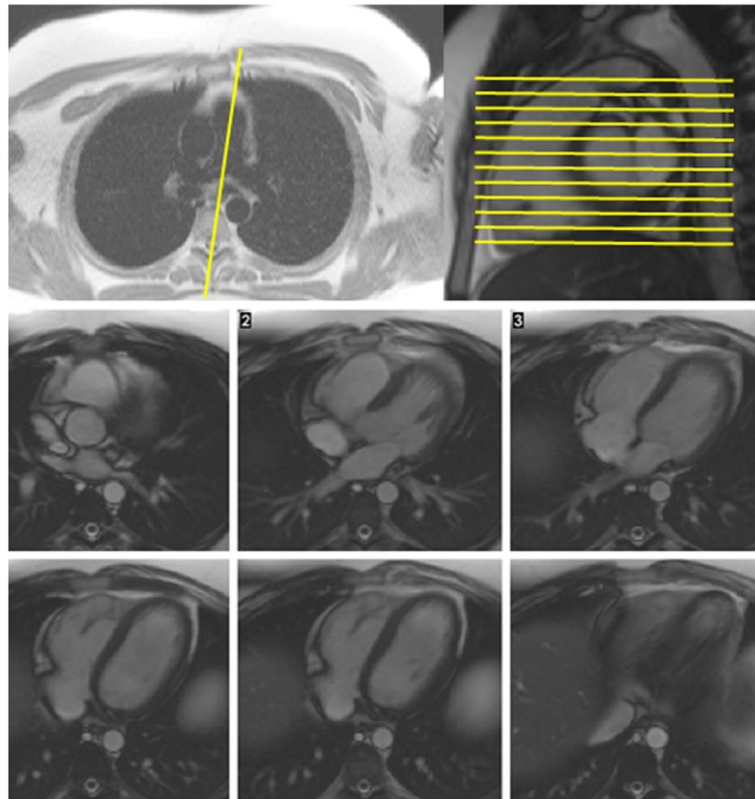


Fig. 4 Arriba a la izquierda: Imagen de localizador axial en sangre negra a través de la arteria pulmonar. La línea amarilla muestra la planificación del tracto de salida del VD (TSVD). Arriba a la derecha: imagen de cine de TSVD. Las líneas amarillas muestran la planificación de la vista axial de imágenes. Panel inferior: se muestran 6 imágenes axiales secuenciales desde el TSVD (arriba a la izquierda) hasta el polo inferior del VD (abajo a la derecha)

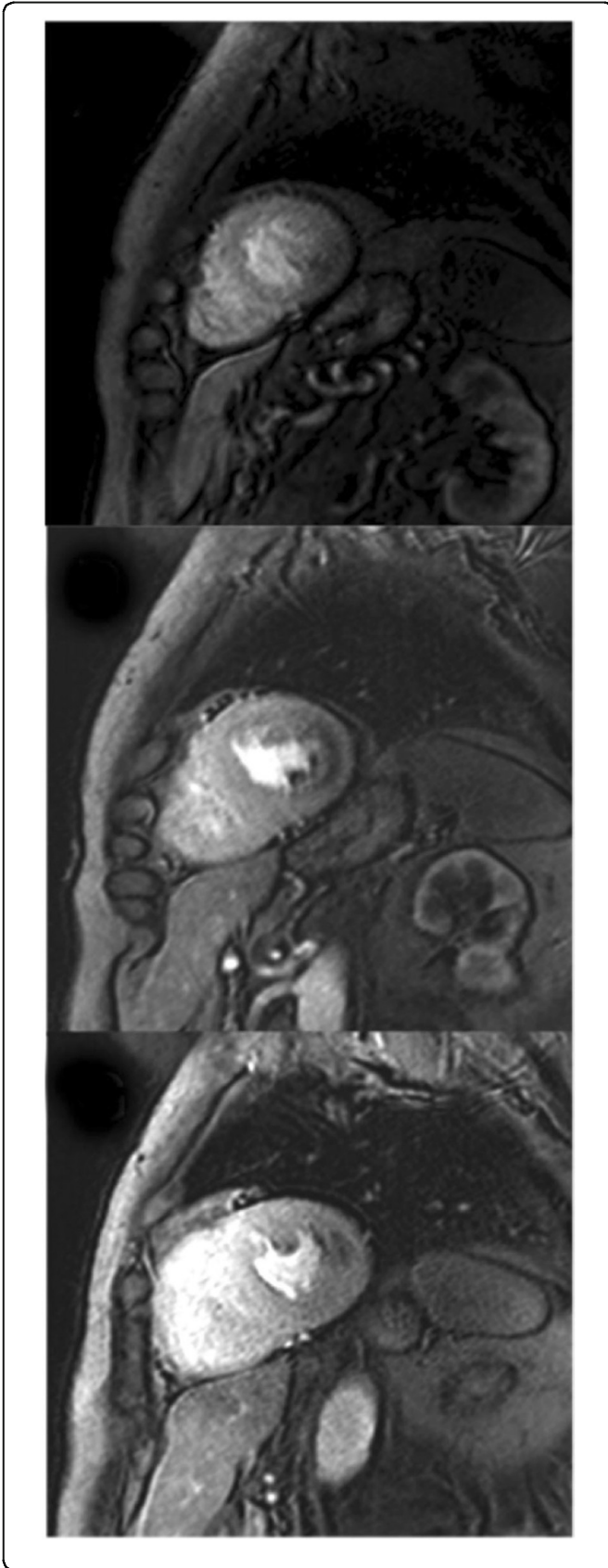


Fig. 5 Tres imágenes de eje corto (ápex en la parte superior, medio en la parte media, y base en la parte inferior, adquiridos durante el primer paso de gadolinio (**GBCA**) hacia el miocardio. Note el defecto de perfusión en la pared lateral de los segmentos basal y medio.

a. Las secuencias 2D **Segmented inversion recovery GRE** o **bSSFP**, **Phase-Sensitive Inversion-Recovery (PSIR)** o secuencias 3D se prefieren en pacientes apropiados con capacidad de realizar apneas de manera adecuada y si el **SNR** es suficiente.

b. Las imágenes de **single-shot (bSSFP)** se pueden realizar como una segunda opción y como respaldo para pacientes con latidos cardíacos irregulares y/o con dificultad para contener la respiración.

2. Es necesario esperar al menos 10 minutos después de la inyección de **GBCA** (para dosificación, consulte la Tabla 1). *Nota:* la espera puede ser <10 min si se utilizan dosis más bajas de gadolinio, ya que la señal de contraste en sangre cae por debajo del miocardio que retiene gadolinio. Las imágenes se obtienen generalmente durante la fase diastólica. También hay que tener en cuenta que, si se realizan imágenes de perfusión en reposo y estrés, la espera solo debe ser de aproximadamente 5 minutos después de la segunda inyección de contraste.

3. Las mismas imágenes serán adquiridas a las que se obtuvieron para las imágenes de cine (vistas de eje corto y largo) (Fig. 6)

4. El Espesor del corte, igual que el de imágenes de cine

5. Resolución en plano, ~ 1.4–1.8 mm



Fig. 6 Imagen de realce tardío gadolinio **inversion-recovery GRE** del eje largo en cuatro cámaras de un paciente con un infarto de miocardio transmural del 50-75% en segmentos apical y septal apical

6. La duración de la adquisición por intervalo R-R debe ser por debajo de 200 ms, pero debe ser menor en el contexto de taquicardia para evitar imágenes borrosas.
 7. El tiempo de inversión (**TI**) se establece para la anulación del miocardio normal. Un "**Scout** de **TI**", es una secuencia de cine con un pulso de inversión que se reproduce al comienzo de la onda R y se puede utilizar como una guía para establecer el **TI**. Sin embargo, la secuencia de **Scout** de **TI** generalmente no tiene los mismos parámetros de lectura que la secuencia de realce tardío segmentada y, por lo tanto, el **TI** correcto puede tener una diferencia de hasta 50 ms entre las dos secuencias. Alternativamente, se puede usar una secuencia **PSIR**, lo cual evitara la necesidad de un ajuste preciso del **TI**.
 - a. Las imágenes que utilizan un tiempo de "inversión largo" (~ 550ms a 1.5T y 850ms a 3T) pueden ser útiles para distinguir las zonas de no reflujo o la presencia de un trombo mural del miocardio viable.
 - b. Las imágenes que utilizan un tiempo de inversión corto (~ 200ms) y **PSIR** pueden ser útiles para distinguir la cicatriz subendocárdica.
 8. La lectura se hace usualmente cada dos latidos, pero puede modificarse a cada latido en el contexto de pacientes con bradicardia (<60lpm) y cada tercer latido en el contexto de taquicardia (>100 lpm) o arritmia.
 9. Imágenes realce tardío de sangre oscura (opcional)
 - a. Si están disponibles, las técnicas de "sangre oscura" que son independientes del flujo, pueden ser útiles para diferenciar el realce tardío subendocárdico de la acumulación de sangre en comparación con las imágenes de realce tardío convencionales.
 - b. Los ajustes, excepto del tiempo de inversión (que se establece de acuerdo con la secuencia específica que se utiliza), son similares a las imágenes de realce tardío convencionales.
4. Perfusión en reposo
 - a. Es necesario esperar al menos 10 minutos para terminar con el efecto del medicamento durante la perfusión de estrés. Durante este período, se pueden completar las imágenes de cine (por ejemplo, imágenes cine en eje largo).
 - b. Imágenes de perfusión repetidas sin adenosina / regadenosón usando la misma dosis de **GBCA**
 - c. Dependiendo de las reglas institucionales y la experiencia del centro, se puede omitir la perfusión en reposo. Cada vez hay más datos de que la exploración en reposo agrega poca información y debe omitirse siempre que sea posible.
 - d. Se puede administrar **GBCA** adicional según sea necesario para el realce tardío de gadolinio (para un total de 0.1–0.2 mmol/kg)
 5. Realce tardío con gadolinio
 - a. Es necesario esperar al menos 5 minutos después de la perfusión en reposo si esta realiza
 6. Opcional: imágenes de perfusión cuantitativa
 - a. Considere el uso de una evaluación con bolo dual o el uso de secuencia dual para reducir el efecto de la no linealidad entre la concentración del agente de contraste y la intensidad de la señal.
 - b. Considere agregar imágenes de densidad de protones antes de la inyección de contraste. Esto puede ser utilizado como corrección basal para una cuantificación completa, pero requiere un software de escáner específico que puede no estar disponible en muchos equipos.

Función con estrés (dobutamina o ejercicio)

Perfusión con estrés (vasodilatador)

1. Estructura y función del VI (alternativamente, esta secuencia se puede realizar entre la perfusión en estrés y en reposo, aunque la realización inmediatamente después de la infusión de **GBCA** puede reducir el contraste de la interfaz sangre-endocardio)
2. Imágenes de perfusión de estrés con adenosina. Opción: la infusión inicial de adenosina se puede realizar con el paciente fuera del escáner y mover al paciente hacia dentro para la segunda mitad de la infusión.
 - a. Perfusión de primer paso
 - b. Durante el último minuto de adenosina, se inyecta **GBCA**
 - c. Utilice el mismo procedimiento para dipiridamol
3. Alternativa: imágenes de perfusión de estrés con Regadenosón (inyección en bolo de 0.4 mg).
 - a. Perfusión de primer paso
 - b. Aproximadamente 45 a 60 s después de la inyección de regadenosón, inyecte **GBCA**
1. Estructura y función del VI
2. Estimulación con dobutamina (ver 1.2, Agentes de estrés)
 - a. Aumentar progresivamente la dosis de dobutamina a dosis de 10µg/kg de peso corporal/minuto cada 3 min, comenzando con 10µg/kg de peso corporal minuto hasta que se alcance la frecuencia cardíaca objetivo [85% x (220-edad)].
 - b. Agregar atropina en dosis progresivas de 0.5 mg si la respuesta de la frecuencia cardíaca es inadecuada.
 - c. Repetir las 3 vistas de cine de eje corto y 3 de eje largo durante cada incremento de dosis. Ello puede obtenerse con la retención de respiración a tiempo real a frecuencias cardíacas más bajas. A frecuencias cardíacas más altas, se recomienda la adquisición con retención de respiración debido a la capacidad de mejorar la resolución temporal.
 - d. Monitorización continua del **EKG** y medición de la presión arterial durante cada etapa.
 - e. Ver las imágenes de cine inmediatamente después de su adquisición.
 - f. Adaptar la secuencia de cine **bSSFP** para optimizar la resolución temporal según sea necesario a medida que aumenta la frecuencia cardíaca.

- g. Detener la prueba cuando detecte una nueva alteración en el movimiento de la pared, se presente un efecto secundario grave o se logre alcanzar la frecuencia cardíaca objetivo.
3. Alternativa: ejercicio en cinta rodante con maquina compatible con resonador con la adquisición de imágenes (3 vistas de cine de eje corto y 3 de eje largo) realizadas al inicio y después del ejercicio máximo. La resolución temporal de la secuencia de cine **bSSFP** tendrá que acortarse para el scanning posterior al ejercicio.
 4. Alternativa: ejercicio en bicicleta en decúbito supino con Ergómetro compatible con el escáner / mesa scanning, con imágenes (3 vistas de cine de eje corto y 3 de eje largo) realizadas al inicio y después del ejercicio máximo. La resolución temporal de la secuencia de cine **bSSFP** tendrá que acortarse el scanning posterior al ejercicio.

Cuantificación del flujo sanguíneo

1. Suele realizarse como parte de otros protocolos cardiovasculares. Las imágenes scouts ya realizadas se pueden usar para planeamiento. Es mucho mejor si el vaso sanguíneo de interés se pueda representar en dos orientaciones o si la **MRA** puede ser reformateada en el escáner para una planificación adicional (Ej., **BSSFP** adicional, **(CE)**- **MRA** angioresonancia con contraste o **Single-shot Scouts** en sangre negra también pueden ser útiles)
2. Secuencia: Normalmente se aplican secuencias **motion-encoded cine gradient echo** (secuencias de una sola dirección "a través de un plano") (Fig. 7)
3. Para obtener resultados óptimos, el plano de imagen debe
 - a. Estar centrado en el vaso sanguíneo de interés
 - b. Alineamiento ortogonalmente a la dirección del flujo sanguíneo principal esperado en dos direcciones espaciales
 - c. Centrado en el isocentro del escáner
4. Parámetros de imagen: grosor de corte 5-8 mm; resolución en el plano de al menos 1/10 del diámetro del vaso sanguíneo. La sensibilidad de la velocidad de codificación (**Venc**) debe adaptarse a las velocidades esperadas; se debe usar la velocidad más baja disponible, que no produzca **aliasing**. Después de cada scanning, se deben verificar las imágenes de nuevo para ver si existe aliasing. Si hay aliasing, los ajustes de **Venc** deben por lo tanto aumentarse. Si está disponible, un scout de velocidad puede permitir una configuración óptima del **Venc**.
5. Una resolución temporal de ≤ 50 ms entre fases es preferible. La resolución temporal debe calcularse como el tiempo entre los fotogramas que se adquieren a tiempo real. Muchos proveedores permiten la creación de fotogramas adicionales por interpolación de imágenes, lo que solo mejora la resolución temporal de forma artificial. El gatillado retrospectivo cubre todo el ciclo cardíaco y es más conveniente, pero puede ocultar inexactitudes relacionadas con arritmias.
6. Para la lectura, se utiliza la segmentación del espacio k durante varios latidos del corazón para limitar el tiempo de adquisición a un solo apnea. Alternativamente, se pueden aplicar técnicas sin apnea basadas en navegadores para mejorar la resolución temporal o espacial de ser necesario. Además, el uso de secuencias de respiración libre con múltiples promedios de señales (**NEX**, **NSA**) han demostrado su utilidad en pacientes con capacidad limitada para contener la respiración.
7. El tiempo de eco (**TE**) debe ajustarse al mínimo, especialmente cuando se obtiene imágenes de estenosis
8. Si está disponible, considere la adquisición de flujo 4D por RMC. El Flujo 4D por RMC tiene actualmente mayor disponibilidad y ha demostrado que proporciona una información única en entornos clínicos seleccionados

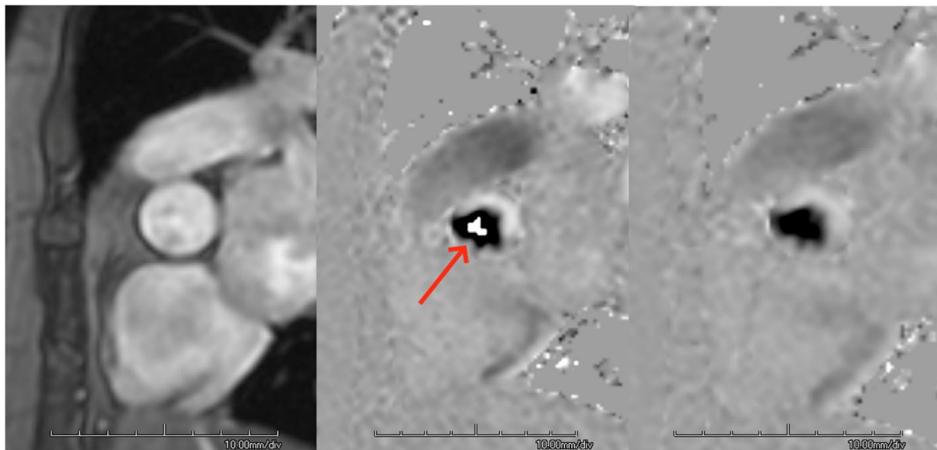


Fig. 7 Secuencia de cuantificación de flujo codificada por velocidad adquirida a nivel de la unión sinotubular en un paciente con estenosis aórtica. La secuencia inicial (imágenes de Magnitud [izquierda] y velocidad [centro]) se adquirió con una VENC de 250 cm/seg, que era demasiado baja, ya que el **aliasing** (flecha roja) es evidente. La secuencia se volvió a adquirir (derecha) con un VENC ajustado hacia arriba a 350 cm/s, y el **aliasing** ya no está presente

Caracterización Tisular Avanzada

El área de la caracterización tisular es un campo de rápido desarrollo y las secuencias disponibles en diferentes plataformas y proveedores varían significativamente. Las adquisiciones son similares entre 1.5T y 3T, aunque los valores medidos suelen ser diferentes y también pueden ser específicos de cada scanner y lugar. Por lo tanto, la que se presenta a continuación son pautas generales basados a medida que avanza la estandarización. Los valores normales deben ser evaluados en instituciones individuales. Se debe considerar un ajuste manual (**shimming**) antes de la obtención de imágenes para obtener un rendimiento óptimo, particularmente en 3T. Para obtener recomendaciones detalladas, consulte referencia [7].

1. **T1 mapping**

- a. La secuencia **T1 mapping** nativo se realiza en ausencia de agentes de contraste.
- b. Se deben utilizar imágenes de **Look Locker (modified Look Locker Inversion recovery (MOLLI) o MOLLI** abreviado (**ShMOLLI**) o equivalente).
- c. La adquisición en fase diastólica es mejor con la excepción de fibrilación auricular en la que se puede preferir la adquisición sistólica. En pacientes con frecuencias cardíacas más altas, se deben utilizar secuencias específicas diseñadas para estas frecuencias cardíacas altas.
- d. Las imágenes iniciales adquiridas deben comprobarse en busca de artefactos de movimiento y repetirse si esto ocurre.
- e. El espesor del corte: 6 a 8mm, y con resolución en plano de ~ 1.6 a 2.0 mm
- f. El número y la orientación de los cortes obtenidos dependerá de la indicación del estudio. Siempre debe obtenerse al menos un **T1 mapping** en eje corto.
- g. Para las mediciones de volumen extracelular, el **T1 mapping** debe realizarse antes del contraste y al menos una adquisición entre 10 y 30 minutos después de la administración del bolo de contraste.
- h. El hematocrito debe medirse, idealmente dentro de las 24h previa a la obtención de imágenes, para poder obtener una medición mas precisa de la fracción de volumen extracelular (**ECV**).

2. **T2 mapping** e imágenes **T2-weighted (T2w)**

- a. Mapping: si se desea cuantificar **T2** y la secuencia está disponible
 - i. Existen múltiples alternativas, como la secuencia **bSSFP** de disparo único adquirida con diferentes tiempos de preparación de **T2 gradient echo** y **spin (GraSE)** o secuencias de pulso basado- **FSE**.
 - ii. Corrección de movimiento según sea necesario
 - iii. Espesor del corte: 6-8 mm, con resolución planar de ~ 1.6–2.0 mm
 - iv. El número y la orientación de los cortes obtenidos dependerá de la indicación del estudio. Siempre debe obtenerse al menos un mapa en eje corto.
- b. Imagen **T2w**

i. **T2w short Tau Inversion Sangre Negra (STIR)**

1. Posibles errores: señal brillante en áreas de bajo flujo, pérdida de señal debido a movimiento y baja señal en regiones con hemorragia intramiocárdica.

ii. Secuencias de sangre brillante **T2w**

1. Secuencia **bSSFP** de disparo único preparada en **T2**
2. El híbrido **FSE-bSSFP** es una alternativa
3. Posible error: la señal brillante puede ocultar el borde endocárdico

3. **T2* mapping**

- a. Las imágenes T2* deben obtenerse antes de la administración de contraste.
- b. La secuencia de pulsos es de solo una contención de respiración, con diferente tiempos eco de 6 a 9 tiempos de eco que comienzan ~ 2ms y se extienden hasta ~ 18ms, con cada eco espaciado iterativamente por ~ 2ms. Normalmente se utiliza un tiempo de retraso de 0 ms después de la onda R.
- c. Opcional: en pacientes con deposito severo de hierro, una secuencia de pulsos con un eco más corto podría ser útil para determinar con precisión los valores de T2*: una serie de 6 a 9 tiempos de eco que comienzan en ~ 1 ms y se extienden hasta ~ 12ms, con cada eco espaciado iterativamente en ~ 1ms.
- d. Se adquiere una única imagen de eje corto del ventrículo medio.
- e. El espesor del corte de 8 a 10 mm; con resolución de plano ~ 1.6–3.0mm
- f. (Opcional) Se adquiere una secuencia de imágenes similar a la anterior, aunque no gatillada por **EKG**, en la orientación axial a través de la porción media del hígado para evaluar el depósito de hierro hepático. La ausencia de gatillado de **EKG** permitirá un espaciado más cercano de tiempos de eco que iterativamente avanzan y, por lo tanto, se adquirirá un mayor número de ecos.

Protocolos rápidos

Los protocolos rápidos se han desarrollado para escáneres de 1.5T y se han aplicado con éxito para evaluaciones de miocardiopatías. Además de las miocardiopatías, las indicaciones adicionales para las que se podrían aplicar los protocolos rápidos incluyen la cardiopatía isquémica crónica para evaluar la viabilidad y la cardiopatía hipertensiva. Este protocolo minimiza los tiempos de examen y maximiza la rentabilidad.

El protocolo probado es el siguiente:

1. Localizadores, imagen **Scout** de 2 cámaras, imágenes de **Scout** de eje corto de 3 cortes y una imagen con varios cortes **FSE** de disparo único de sangre negra transversal para la evaluación anatómica extracardiaca.
2. Imágenes de cine espacio K segmentadas: cine de cuatro, dos, tres cámaras y válvula aórtica.
3. Inyección de contraste con la dosis adecuada de **GBCA**

4. Imágenes cine de eje corte con grosor de corte de 7 mm, espacio entre cortes de 3 mm, adquisiciones de cine de espacio k segmentadas.
5. Imágenes de Realce tardío de gadolinio:
 - a. Secuencia opcional para determinar el tiempo de inversión óptimo (**TI scout**)
 - b. Adquisición de realce tardío (**LGE**) segmentado en el espacio k, en planos estándar de eje largo y eje corto con reconstrucciones en **magnitud** y **phase sensitive**.

Protocolos específicos de enfermedades -

Enfermedad isquémica cardiaca

La RMC puede ser especialmente útil para diferenciar entre formas isquémicas y formas no isquémicas de injuria miocárdica aguda. Incluso después de que se haya realizado el diagnóstico de infarto de miocardio (IM), la RMC puede ser útil para identificar viabilidad residual, aturdimiento y daño microvascular. Además, apoya a identificar las secuelas posteriores a un infarto de miocardio, que incluyen trombos del VI, formación de aneurismas o pseudoaneurismas del VI y pericarditis, las cuales se pueden identificar fácilmente.

Infarto de Miocardio agudo o síndromes coronarios agudos

1. Estructura y función del VI
2. Caracterización tisular avanzada: opcional, aunque se usa con frecuencia para evaluar edema/inflamación que pueden acompañar a una lesión necrótica aguda.
3. Opcional - Perfusión de primer paso (solo en reposo). Considere secuencia de estrés si el vaso culpable ya ha sido revascularizado para evaluar la presencia de isquemia en los territorios sin infarto.
4. Opcional: realce temprano de gadolinio, es decir, dentro de los primeros 1-3 minutos después de la inyección de contraste para la búsqueda de obstrucción microvascular temprana (**MVO**)
5. Realce Tardío (**LGE**)

Cardiopatía isquémica crónica y viabilidad

El propósito general de la RMC es documentar la morfología, contractilidad, viabilidad y (frecuentemente) la isquemia del VI basales. Las imágenes de seguimiento pueden ser útiles para evaluar los cambios en remodelación ventricular, así como la extensión de la cicatriz y/o isquemia después de eventos clínicos y/o intervenciones médico-terapéuticas. La detección de trombos del VI también es importante.

1. Estructura y función del VI
2. Caracterización tisular avanzada: opcional, aunque puede utilizarse para excluir otras patologías potenciales.
3. Opcional: dosis baja de dobutamina con infusión de 5 a 10 min de 2.5 a 10 µg/kg/min de dobutamina para evaluar la reserva contráctil que se identifica como una mejora en el engrosamiento de la pared miocárdica.

4. Opcional: perfusión con vasodilatador en estrés-reposo o imágenes funcionales de dobutamina en dosis altas para determinar la presencia de isquemia inducible
5. Realce tardío de gadolinio (**LGE**)

Enfermedad cardíaca no isquémica

Miocardopatía hipertrófica (HCM)

Los objetivos de obtención de imágenes en **HCM** incluyen medir la masa y los volúmenes del VI, evaluar la función global y el grosor máximo de la pared de VI (mediante imágenes de cine), evaluar la fibrosis (**T1 mapping** y realce tardío de gadolinio-**LGE**) y medir el gradiente del TSVI si está presente.

1. Estructura y función del VI
2. Imágenes de flujo del TSVI utilizando imágenes de cine **bSSFP** en la vista de 3 cámaras que examinan la presencia de turbulencia y movimiento sistólico anterior de la válvula mitral o de sus cuerdas, y las mediciones de la velocidad de fase para evaluar gradiente (utilizando secuencias de contraste de fase en el plano en la vista de 3 cámaras, o mediciones de velocidad de fase a través del plano, perpendiculares al TSVI) si la obstrucción del TSVI está presente.
3. Caracterización tisular avanzada: opcional, aunque de uso frecuente
4. Opcional: considere la perfusión de estrés con vasodilatadores si se está considerando la presencia de una isquemia subyacente
5. Realce tardío de gadolinio (**LGE**)

Enfermedad hipertensiva cardiaca

Los objetivos del estudio de imágenes en cardiopatía hipertensiva incluye evaluar la masa del VI, el grosor de la pared, volúmenes, función global (mediante imágenes de cine) y evaluación de fibrosis (**T1 mapping** y realce tardío de gadolinio-**LGE**).

1. Estructura y función del VI
2. Caracterización tisular avanzada: opcional, aunque de uso frecuente
2. Opcional: perfusión con vasodilatador en estrés-reposo o imágenes funcionales de dobutamina en dosis altas para determinar la presencia de isquemia inducible
3. Opcional: imágenes aórticas y angioresonancia renal para excluir causas secundarias de hipertensión
4. Realce tardío de gadolinio (**LGE**)

No compactación del ventrículo izquierdo

Los objetivos del estudio de imagen en VI no compactado incluye la evaluación trabeculaciones y medir el grosor de la pared de los segmentos compactados y no compactados, así como la evaluación de volúmenes del VI y de función global, y evaluar la presencia de trombos y fibrosis (realce tardío de gadolinio)

1. Estructura y función del VI

2. Caracterización tisular avanzada: opcional, aunque se utiliza con frecuencia para excluir otras etiologías potenciales.
3. Opcional: perfusión vasodilatadora en reposo-estrés o imágenes funcionales con dosis altas de dobutamina para determinar la presencia de isquemia inducible
4. Realce tardío de gadolinio (**LGE**)

Miocardopatía dilatada

Los objetivos de la obtención de imágenes de la miocardopatía dilatada incluyen medir la masa, los volúmenes y la función global del VI (mediante imágenes de cine) y evaluar la fibrosis (**T1 mapping** y realce tardío de gadolinio-**LGE**).

1. Estructura y función del VI
2. Caracterización tisular avanzada: opcional, aunque de uso frecuente
3. Opcional: perfusión con vasodilatador en reposo-estrés o imágenes funcionales con dosis altas de dobutamina para determinar la presencia de isquemia inducible
4. Realce tardío de gadolinio (**LGE**)

Cardiomiopatía arritmogénica ventricular (AVC)

Los objetivos de la obtención de imágenes en **AVC** incluyen la medición de volúmenes del VD y el VI y la evaluación de la función global y regional (por imágenes de cine) así como la evaluación de presencia de fibrosis del VD y del VI (**LGE**).

1. Estructura y función del VI: considere un grosor de corte de 5-6 mm
2. Imágenes de cine **bSSFP** transaxial u oblicuo transaxial (grosor de corte 5-6 mm) que cubra todo el VD, incluido el tracto de salida del VD. Se recomienda una vista vertical de eje largo del VD que este alineado con el flujo de entrada en la válvula tricúspide
3. Secuencias opcionales
 - a. Imágenes de sangre negra transaxial u oblicua transaxial seleccionadas (**double inversion recovery T1weighted (T1w FSE)**).
 - b. Repetir la misma secuencia con supresión de grasa
4. Realce tardío de gadolinio. Considere la anulación de **T1** para el VD.

Cardiomiopatía por depósito de hierro

Los objetivos de la obtención de imágenes en cardiomiopatía por depósito de hierro incluyen la medición de masa ventricular izquierda, volúmenes y la función global del VI (mediante imágenes de cine) y la evaluación de sobrecarga de hierro (imágenes T2*).

1. Estructura y función del VI
2. Caracterización tisular avanzada mediante T2* mapping
3. Opcional: perfusión con vasodilatador en reposo-estrés o imágenes funcionales con dosis altas de dobutamina para determinar la presencia de isquemia inducible
4. Opcional: Realce tardío de gadolinio - **LGE** (a considerar si la fracción de eyección del VI o del VD es anormal)

Miocardopatía restrictiva

Los objetivos de la obtención de imágenes en miocardopatía restrictiva incluyen la medición de masa, volúmenes y la función global del VI (mediante imágenes de cine) y la evaluación de fibrosis e infiltración miocárdica (**T1 mapping** y realce tardío de gadolinio-**LGE**)

1. Estructura y función del VI
2. Caracterización tisular avanzada: opcional, aunque de uso frecuente
3. Realce tardío de gadolinio (**LGE**)
4. Opcional (para excluir la fisiología constrictiva): imágenes de cine en tiempo real, eje corto medio del ventrículo izquierdo, durante respiración dinámica para la evaluación de interdependencia ventricular anormal

Sarcoidosis cardíaca

Los objetivos de la obtención de imágenes en sarcoidosis cardíaca incluyen la medición de masa, volúmenes y la función global del VI (mediante imágenes de cine), la evaluación de fibrosis (realce tardío de gadolinio y **T1 mapping**) y la evaluación de inflamación / edema (imágenes en **T2w** o **T2 mapping**).

1. Estructura y función del VI
2. Caracterización tisular avanzada
3. Realce tardío de gadolinio (**LGE**).

Miocarditis

Los objetivos de la obtención de imágenes en miocarditis incluyen la medición de masa, volúmenes y función global y regional del VI (mediante imágenes de cine), evaluación de inflamación / edema (imágenes **T2w** o **T2 mapping**) y el incremento del espacio intersticial (**T1 mapping** y realce tardío de gadolinio-**LGE**).

1. Estructura y función del VI
2. Caracterización tisular avanzada, incluidas las técnicas enumeradas anteriormente
3. Opcional: realce precoz con gadolinio
4. Realce tardío de gadolinio

Cardiomiopatías relacionadas con el cáncer

Los objetivos de la obtención de imágenes en cardiomiopatía relacionada con cáncer incluyen la medición de masa y los volúmenes del VI, función global y el grosor máximo de la pared (mediante imágenes de cine) y la evaluación de fibrosis (**T1 mapping** y realce tardío de gadolinio-**LGE**). Cuando se está considerando una cardiomiopatía o miocarditis debido a agentes quimioterápicos, se puede también incluir la evaluación de inflamación/edema / subaguda (imágenes **T2w** o **T2 mapping**).

1. Estructura y función del VI
2. Caracterización tisular avanzada: opcional, aunque de uso frecuente
3. Opcional: perfusión con vasodilatador en reposo-estrés o imágenes funcionales con dosis altas de dobutamina para determinar la presencia de isquemia inducible
4. Realce tardío con gadolinio (**LGE**)

Cardiomiopatías inducidas por drogas recreativas

Los objetivos de la obtención de imágenes en cardiomiopatía inducida por drogas recreativas incluyen medir la masa, los volúmenes y la función global del VI (mediante imágenes de cine) y evaluar la cicatriz (**T1 mapping** y realce tardío de gadolinio-**LGE**).

1. Estructura y función del VI
2. Caracterización tisular avanzada: opcional, aunque de uso frecuente
3. Opcional: perfusión con vasodilatador en reposo-estrés o imágenes funcionales con dosis altas de dobutamina para determinar la presencia de isquemia inducible
4. Realce tardío con gadolinio (**LGE**)

Post-trasplante de corazón

Los objetivos de la obtención de imágenes en cardiomiopatía post-trasplante cardíaco incluyen la medición de masa, volúmenes y la función global del VI (mediante imágenes de cine), evaluación de fibrosis (**T1 mapping** y realce tardío de gadolinio-**LGE**) y la evaluación de inflamación/edema (con el uso de imágenes de **T2w** o **T2 mapping**).

1. Estructura y función del VI
2. Caracterización avanzada de tejidos: opcional, aunque de uso frecuente
3. Opcional: imágenes de perfusión vasodilatadora de estrés-reposo para determinar la presencia de isquemia inducible
4. Realce tardío con gadolinio (**LGE**)

Enfermedad vascular**Angioresonancia (**MRA**) Periférica**

1. Uso de una bobina vascular periférica, o combinación de bobinas, según se encuentren disponibles
2. **Scout** transaxial del vaso, de baja resolución con **time of flight MRA** o **bSSFP**
3. Tiempo de administración de gadolinio
 - a. Opción 1: un bolo de prueba (plano transaxial o coronal) a nivel de la aorta abdominal distal. Inyección de 2ml de **GBCA**, seguida de 20ml de solución salina. Determinar el tiempo hasta el pico de realce después de la inyección mediante una secuencia de seguimiento de un solo disparo
 - b. Opción 2: técnica de **bolus trigger** al tiempo de comienzo de la adquisición.
4. **Stepping-table MRA** angioresonancia con contraste (**GBCA**) realizada en la proyección coronal desde la aorta media abdominal hasta los pies.
 - a. Dos adquisiciones volumétricas: una antes del contraste (para sustracción) y otra durante la administración de contraste
 - b. **GBCA** inyectado en 2 fases para minimizar la contaminación venosa seguido por un bolo de solución salina. Ver tabla 1
 - c. Grosor de corte 1–1.5 mm; resolución espacial adquirida en plano de 0.8–1.5 mm

- d. Numero de cortes normalmente entre 60 y 100, según sea necesario para cubrir los vasos sanguíneos de interés
- e. Los volúmenes obtenidos de abdomen/pelvis y muslos pueden tener una resolución espacial más gruesa (para vasos más grandes), mientras que los de las piernas preferiblemente tienen una resolución espacial submilimétrica. Las primeras adquisiciones suelen requerir 15 a 20s, mientras que la adquisición de la pierna puede tardar entre 60 y 90s para aumentar la resolución espacial. La adquisición elíptica del espacio k céntrico es ventajosa para las piernas. Si está disponible, se prefieren adquisiciones con resolución temporal para las piernas.
- f. Se recomienda la adquisición en paralelo (para ello se necesita de una bobina de superficie multicanal)

Alternativa: protocolo de inyección dual

1. Dosis única de **GBCA: Time - resolved MRA** para los vasos sanguíneos de la pantorrilla y del pie
2. Dosis única de **GBCA**: vasos abdominales y del muslo

Alternativa: técnica de **MRA** sin contraste

La **MRA** sin contraste evoluciona rápidamente y constantemente se proponen modificaciones de métodos más antiguos y la incorporación de nuevas secuencias. Algunas estas secuencias están disponibles para la mayoría de los sistemas de RMC clínica; sin embargo, al igual que con otras secuencias, la nomenclatura específica de cada proveedor dificulta el entendimiento de sus siglas. Además, muchas técnicas más nuevas solo son ofrecidas por un número limitado de proveedores como productos comerciales.

1. “Imagen de sangre fresca”, en la que se realizan dos secuencias 3D de **fast spin echo (FSE turbo)** activadas por **ECCG**, la primera en sístole y la segunda en diástole. La sustracción de la imagen en sístole del conjunto de imágenes en diástole da como resultado un conjunto de datos de imágenes sólo arteriales. Esta técnica está disponible para la mayoría de los sistemas de RMC clínica y que utilizan diferentes siglas específicas del proveedor.

- a. Espesor de corte ~ 2 mm; resolución espacial adquirida en plano de 0.6–0.8 mm
- b. Numero de cortes: generalmente 40, según sea necesaria para acomodar los vasos sanguíneos de interés
- c. Se recomienda la adquisición en paralelo (para ello se necesita una bobina de superficie multicanal)

2. 3D **bSSFP** con un pulso de preparación de inversión, que proporciona supresión del tejido de fondo, y con un **TI** apropiado, que permite la entrada de sangre arterial desde fuera del volumen preparado de recuperación de inversión y hacia la región de interés que proporcione una señal arterial alta. Esto es más adecuado para adquisiciones de menor volumen.

- a. Volumen adquirido: ~ 340×300×70; resolución espacial adquirida ~ 1.3×1.3×1.4

- b. Se recomienda la adquisición en paralelo (para ello se necesita una bobina de superficie multicanal)
- 3. La **MRA** selectiva de corte de intervalo de reposo (**QISS**) es una técnica de cortes múltiples bidimensionales con gatillado cardíaco, que se adquiere en múltiples grupos de cortes axiales con movimiento progresivo de la mesa y cobertura desde la pelvis hasta los pies. La secuencia utiliza pulsos de preparación de magnetización para suprimir el flujo venoso y del tejido estacionario, y la señal arterial se adquiere mediante una secuencia de **single-shot balanced steady state free precession**.
 - a. Espesor de corte de 2–3 mm, resolución en plano 1.0–1.2 milímetros
 - b. Rutina de adquisición paralela

Angioresonancia(MRA) de aórtica torácica

1. Localizador en 3 orientaciones
2. Sangre negra de una sola inyección o **bSSFP** (un apnea, cubriendo todo el tórax) con orientación transaxial
3. **T1w FSE** transaxial o **spoiled GRE** a través de la aorta (para hematoma intramural, disección)
4. Imágenes de cine **bSSFP** en plano parasagital paralelo a la línea media de la aorta y a lo largo de la misma. Opción: utilizar pilotaje de 3 puntos.
5. Evaluar la válvula aórtica según protocolo de valvulopatía.
6. Tiempo de contraste
 - a. Opción 1: Bolo de prueba transaxial/sagital oblicuo en la aorta torácica. Inyección de 2 ml de **GBCA**, seguida de 20 ml de solución salina. Determine el tiempo para el pico del contraste después de la inyección
 - b. Opción 2: Técnica de activación de bolo para programar el tiempo de inicio de adquisición.
 - c. Opción 3: Adquisiciones 3D multifase rápida sin temporización
7. 3D **GBCA MRA** realizada (0.1–0.2 mmol/kg)
 - a. Utilice una resolución espacial de al menos 1–1.5 mm
 - b. Adquisición en paralelo si está disponible
 - c. Utilizar sincronización de **ECG**, si está disponible
 - d. Al menos 2 adquisiciones después de la inyección de contraste
8. Opcional: imágenes transaxiales de **T1w** con supresión de grasa posterior al contraste para la evaluación de aortitis
9. Opcional: consulte la sección 3.2.1 anterior (Angioresonancia **MRA** periférica) para conocer las técnicas sin contraste

Arterias coronarias

1. Estructura y función del VI para buscar anomalías en la motilidad de la pared miocárdica
 - a. Agregue repetición de eje largo horizontal con secuencia de alta resolución temporal (<<20 ms por fase) para determinar con precisión el período de reposo de la arteria coronaria derecha (**RCA**)
2. Secuencia de Angioresonancia (**MRA**) 3D activada por navegador con respiración libre:

- a. Cortes transaxiales que abarcan desde el nivel de la arteria pulmonar principal proximal hasta la mitad de la aurícula derecha (cobertura cardíaca completa si se desea). Espesor de corte de 1-1.5 mm; resolución espacial adquirida en plano de 1.0 mm o menos. Por lo general, se usa supresión de grasa.
- b. Cortes: típicamente 50 a 80, según sea necesario para cubrir los vasos de interés.
- c. Ajuste de disparo con retardo y la ventana de adquisición de acuerdo con el período coronario inactivo observado
- d. Se prefiere la adquisición en paralelo
- e. Navegador colocado sobre el hemidiafragma derecho
- f. Opcional: **GBCA** puede aumentar la visibilidad de los vasos si el agente de contraste ha sido administrado previamente como parte del estudio. Debido al tiempo de exploración relativamente largo de las imágenes de las arterias coronarias con RMC, no se recomienda una inyección en bolo.
3. Opcional -
 - a. Técnicas para contener la respiración si la calidad de la imagen es deficiente o si los navegadores no están disponibles o son de mala calidad
 - b. La secuencia preparada en **T2** puede ser útil para suprimir la señal venosa y miocárdica

Evaluación de vena pulmonar: antes y después de la ablación

1. Estructura y función de VI (opcional)
2. Angioresonancia (**MRA**) 3D con contención respiratoria mejorada y con contraste realizada en la proyección coronal que abarca las venas pulmonares y la aurícula izquierda (mayor cobertura anterior si la contención de respiración lo permite)
 - a. Opcional: el plano oblicuo que centra las venas pulmonares puede reducir el grosor del bloque y, por lo tanto, el tiempo de retención de respiración, pero ello dará lugar a una menor cobertura de la aurícula izquierda.
 - b. Opcional – gatillado con **ECG**. Cuando el paciente tiene un ritmo cardíaco irregular, la lectura debe sincronizarse con sístole (es decir, sin retraso del disparo)
 - c. 2-3 adquisiciones volumétricas: una antes del contraste (para sustracción), una durante el primer paso de administración de contraste, una (opcional) después de la administración de contraste
 - d. **Time-resolved multiphase MRA**: la adquisición y el contraste se inician simultáneamente; esto puede proporcionar una imagen de fase venosa pulmonar aislada para la reconstrucción e integración con el software de mapeo de ablación
 - e. **GBCA** (0.1 a 0.2 mmol / kg) inyectado a 2 a 3 ml/s
 - f. Grosor de corte de 1–2 mm; resolución espacial adquirida en el plano de 1–1.5 mm
 - g. Numero de cortes: normalmente entre 60 y 80, según sea necesario para abarcar la región de interés

3. Opcional: análisis de flujo de contraste de fase planar a través de cada vena pulmonar
4. Opcional: realce tardío de gadolinio (**LGE**) en la pared auricular izquierda

Otros

Enfermedad valvular

Los pacientes con válvulas protésicas pueden someterse a un estudio de RMC de forma segura en resonadores de 1.5 y 3T. La fuerza ejercida por cada latido de corazón es muchas veces mayor que la fuerza ejercida por el campo magnético.

1. Enfoque general

- a. Evaluación de la morfología valvular con cine **bSSFP** a través del plano de la válvula en cuestión. Tener cuidado al momento de optimizar el nivel y el ángulo de la imagen como se describe a continuación.
- b. Nota: si se va a intentar la planimetría de una válvula estenótica, se recomienda una pila de imágenes cine contiguos o ligeramente superpuestos y que corte la línea del chorro de flujo y que se mueva desde el nivel del orificio siguiendo el mismo sentido. Es más probable que la planimetría sea válida cuando la sección transversal del orificio, o más bien del chorro, está claramente delineada.
- c. **GRE o GRE-EPI** híbrido pueden visualizar los chorros regurgitantes con una mayor sensibilidad (solo para fines cualitativos)
- d. Imágenes codificadas por velocidad para medir velocidades y dirección cuantitativamente. Adaptar la codificación de velocidad a la velocidad real (utilizando la velocidad más baja sin producir aliasing)
- e. Utilizar el **TE** más bajo posible para flujos de chorro de alta velocidad

2. Abordajes específicos por válvula

a. Mitral

i. Regurgitación

1. Estructura y función del VI
2. Imágenes con codificación de velocidad en un plano perpendicular a la válvula aórtica, a nivel de la unión sinotubular al final de la diástole. La adquisición gatillada retrospectivamente es esencial para cubrir todo el ciclo cardíaco.

ii. Estenosis

1. Imágenes con codificación de velocidad en un plano paralelo a la válvula mitral y en el punto de flujo máximo con turbulencia identificado en una imagen de cine de eje largo a través de la válvula mitral
2. Alternativamente, imágenes con codificación de velocidad (en el plano) a lo largo de un plano de imágenes en paralelo y en línea con el chorro de alteración de flujo de la válvula mitral

b. Aórtico

i. Regurgitación

1. Estructura y función del VI

- a. El planeamiento de más imágenes se hará utilizando los planos de la válvula aórtica y de la raíz aórtica visualizados desde el TSVI y de las vistas coronales.
2. Imágenes con codificación de velocidad en un plano perpendicular a la válvula aórtica, aproximadamente 5mm por encima del plano de la válvula al final de la diástole. La adquisición retrospectiva es fundamental para cubrir todo el ciclo cardíaco
3. Imágenes con codificación de velocidad en un plano perpendicular a la aorta descendente al nivel de la arteria pulmonar principal para examinar el del flujo diastólico reverso.

ii. Estenosis

1. Imágenes con codificación de velocidad (codificación a través del plano) en un plano paralelo a la válvula aórtica y en el punto de alteración del flujo máximo identificado en una imagen de cine de eje largo a través de la válvula aórtica
2. Alternativamente, imágenes con codificación de velocidad (codificación en el plano) a lo largo de un plano de imágenes paralelo y en línea con el chorro de alteración del flujo de la válvula aórtica

c. Tricúspide

i. Regurgitación

1. Estructura y función del VD

2. Imágenes con codificación de velocidad en un plano perpendicular a la válvula pulmonar, aproximadamente 5 mm por encima del plano de la válvula, al final de la diástole. La adquisición retrospectiva es fundamental para cubrir todo el ciclo cardíaco

ii. Estenosis

1. Imágenes con codificación de velocidad (codificación a través de plano) en un plano paralelo a la válvula tricúspide y en el punto de alteración del flujo máximo identificado en una imagen de cine de eje largo a través de la válvula tricúspide
2. Como alternativa, imágenes con codificación de velocidad (codificación en el plano) a lo largo de un plano de imágenes paralelo y en línea con el chorro del flujo de la válvula tricúspide

d. Pulmonar

i. Regurgitación

1. Estructura y función del VD

- a. Imágenes adicionales planificadas a partir de la visualización de la válvula pulmonar y la raíz pulmonar de TSVD y de las vistas coronales
2. Imágenes con codificación de velocidad en un plano perpendicular a la válvula pulmonar, aproximadamente 5mm superior al plano valvular, al final de diástole. La adquisición retrospectiva es fundamental para cubrir todo el ciclo cardíaco.

ii. Estenosis

1. Imágenes con codificación de velocidad (codificación a través de plano) en un plano paralelo a la válvula pulmonar y en el punto de alteración del flujo máximo identificado en una imagen de cine de eje largo a través de la válvula pulmonar
2. Alternativamente, imágenes codificadas para velocidad (codificación en el plano) a lo largo de un plano de imágenes paralelo y en línea con el chorro de perturbación del flujo de la válvula pulmonar.

Enfermedad del pericardio

1. Estructura y función del VI
2. Imágenes **FSE** ponderadas en **T1** o **T2** (opcional, con o sin saturación de grasa)
 - a. 2–3 imágenes representativas de eje largo y 3–4 imágenes representativas de eje corto para medir el grosor del pericardio (normal ≤ 3 mm)
 - b. Si se sospecha de quiste pericárdico, consultar el protocolo de masas
3. Opcional: si se observan regiones de pericardio engrosado: realizar secuencias de **GRE tagging** del miocardio para demostrar la presencia o ausencia de deslizamiento epicárdico/pericárdico (imágenes de 2–3 ejes largos y 1–2 imágenes de ejes cortos)
4. Las imágenes en tiempo real durante las maniobras de respiración dinámica son valiosas para la evaluación de la interdependencia ventricular
 - a. Se prefiere el plano de eje corto del ventrículo medio
 - b. La resolución temporal de las imágenes de cine es preferiblemente inferior a 60ms
 - c. Se dará instrucción a los pacientes para que inhalen y exhalen profundamente y el período total de obtención de imágenes debe ser de al menos 2 ciclos respiratorios completos.
 - d. El movimiento anormal del tabique interventricular (aplanamiento o inversión del tabique interventricular en diástole temprana) durante el inicio de la inspiración es compatible con una fisiología constrictiva
5. Realce tardío con gadolinio (**LGE**)
 - a. La adquisición con y sin saturación de grasa es útil para distinguir la inflamación pericárdica de la grasa epicárdica o pericárdica.

Masas cardíacas y paracardíacas, incluidos trombos

1. Estructura y función del VI
2. **T1w FSE**: cortes a través de la masa y en las estructuras circundantes (el número de cortes depende del tamaño de la masa)
3. **T2w FSE** con supresión de grasa (opcional, sin supresión de grasa): a través de la masa y en las estructuras circundantes como se indicó anteriormente

4. Módulo de perfusión de primer paso con cortes a través de la masa
5. Repetir **T1w FSE** con supresión de grasa (poco después de **GBCA**)
6. Opcional: repetir las imágenes de cine **bSSFP** seleccionadas después de la inyección de contraste
7. Realce tardío de gadolinio (**LGE**)
 - a. Las imágenes con un **TI** establecido para anular el trombo (aproximadamente 500 a 550 ms a 1.5T, 850 a 900ms a 3T) ayudarán a diferenciar el trombo del tumor, así como a delimitar el trombo cuando se rodea o se asocia con un tumor
 - b. Las imágenes en serie pueden ayudar a distinguir el núcleo necrótico del tumor hipoperfundido de un trombo

Lista de Abreviaciones y Términos

Nota: Los nombres de las secuencias se mantuvieron por convención sin traducción a español para mantener el significado original. *

Abreviación en Inglés	Significado de la Abreviación en Inglés	Significado de la Abreviación en Español
Aliasing	Aliasing	Aliasing
ATP	Adenosine triphosphate	Adenosina Trifosfato
AV	Atrial-ventricular	Aurículo-ventricular
AVC	Arrhythmic ventricular cardiomyopathy	Cardiomiopatía arritmogénica ventricular
bSSFP	Balances Steady State Free Precession	Nombre de la Secuencia
Bolus-trigger	Bolus-trigger	Bolus-trigger
CE	Contrast-enhanced	Contrastada
ECG	Electrocardiogram	Electrocardiograma
ECV	Extracellular volume fraction	Fracción de volumen extracelular
EMA	European Medicines Agency	Agencia de Medicinas Europea
EPI	Echo planar imaging	Nombre de la Secuencia
FDA	Food and Drug Administration	Administración de Alimentos y Drogas
FSE	Fast spin echo	Nombre de la secuencia
GBCA	Gadolinium based contrast agent	Agente de contraste basado en gadolinio
GRAPPA	Generalized autocalibrating partially parallel acquisition	Nombre de Secuencia
GraSE	Gradient and spin echo	Nombre de Secuencia
GRE	Gradient Recalled Echo	Nombre de Secuencia
HCM	Hypertrophic cardiomyopathy	Cardiomiopatía Hipertrofica
HR	Heart rate	Frecuencia cardiaca
ICD	Implanted cardiofibrillator	Cardiodesfibrilador Implantable
LGE	Late gadolinium enhancement	Realce tardío de gadolinio
MOLLI	Modified Look Locker inversion recovery	Nombre de la secuencia
Motion-encoded cine gradient echo	Motion-encoded cine gradient echo	Nombre de Secuencia
MRA	Magnetic resonance angiography	Angioresonancia
MVO	Microvascular obstruction	Obstrucción microvascular
NEX	NEX	Nombre de la secuencia
NSA	NSA	Nombre de la secuencia
NSF	Nephrogenic systemic fibrosis	Fibrosis sistémica nefrogénica
Off-resonance	Off-resonance	Off-resonance
PSIR	Phase sensitive inversion recovery	Nombre de la secuencia
QISS	Quiescent interval slice selective	Nombre de la secuencia
RCA	Right coronary artery	Arteria coronaria derecha
RF	Radiofrequency	Radiofrecuencia
RVOT	Right ventricular outflow tract	Tracto de salida del ventrículo derecho
SCMR	Society for Cardiovascular Magnetic Resonance	Sociedad de Resonancia Magnética Cardiovascular
Scout	Scout	Scout
SENSE	Sensitivity encoding	Nombre de la secuencia
Shimming	Shimming	Shimming
shMOLLI	Shortened MOLLI	Nombre de la secuencia
Single-shot	Single-shot	Single-shot
SMASH	Simultaneous acquisition of spatial harmonics	Nombre de la secuencia
SNR	Signal-to- noise ratio	Radio de señal a ruido
Spoiled GRE	Spoiled Gradient Recalled Echo	Nombre de la secuencia
Stepping-table	Stepping-table	Stepping-table
STIR	Short tau inversion recover	Nombre de la secuencia
Tagging	Tagging	Tagging
T1	Relaxation time T1	Tiempo de relajación T1
T1 mapping	T1 mapping	Mapeo en T1
T1w	T1 weighted	Nombre de la secuencia
T2	Relaxation time T2	Tiempo de relajación T2
T2 mapping	T2 mapping	Mapeo en T2
T2w	T2 weighted	Nombre de la secuencia
T2*	T2*	Tiempo de relajación T2*
TE	Echo time	Tiempo de eco
TI	Inversion time	Tiempo de inversión
TR	Repetition time	Tiempo de repetición
Venc	Velocity encoding	Codificación de velocidad

Contribución de Autores:

CK MD – Biotelemetry – research grant. JB MD – Bayer – research grant, lecture fees; Philips Healthcare – research grant. CB-D MD – no disclosures. SF MD – Siemens Healthineers and Philips Healthcare – institutional research support. RK MD – Heart IT – board of directors; Siemens Healthineers – educational grant. EN MD – Bayer – research support, lecture fees; Amgen – lecture fees. All authors read and approved the final manuscript.

Financiamiento

Ninguno

Accesibilidad para compartir información y materiales

No aplicable.

Aprobación ética y consentimiento de participantes

No aplicable.

Consentimiento para publicación

No aplicable.

Competencias de interés

Los autores declaran que ellos no tienen competencias de interés

Detalle de los Autores:

¹Medicina cardiovascular, Sistema de salud de la Universidad de Virginia, Lee Street, Box 800158, Charlottesville, VA 22908, EE. UU. ²Departamento de Radiología, Hospital Universitario Schleswig-Holstein, Lübeck, Alemania. ³Cardiología, Bristol Royal Infirmary, Bristol, Reino Unido. ⁴Instituto de Imágenes e Instituto Cardíaco y Vascular, Clínica Cleveland, Cleveland, OH, EE. UU. ⁵Centro de Resonancia Magnética Cardiovascular Duke, Centro Médico de la Universidad de Duke, Durham, NC, EE. UU. ⁶Instituto de Imagen Cardiovascular Experimental y Terapéutica, Hospital Universitario, Frankfurt, Alemania.

Recibido: 18 de Diciembre del 2019 Aceptado: 7 de Febrero del 2020

Publicado en versión electrónica: 24 de Febrero del 2020

Referencias Bibliográficas:

1. Kramer C, Barkhausen J, Flamm S, Kim R, Nagel E. Standardized cardiovascular Magnetic Resonance (CMR) protocols 2013 update. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2013;15:91.
2. Pennell D J et al. Clinical indications for Cardiovascular Magnetic Resonance. *J Cardiovasc Magn Reson* 2019; in press.
3. Hundley WG, Bluemke D, Bogaert J, et al/ Society of Cardiovascular Magnetic Resonance guidelines for reporting cardiovascular magnetic resonance examinations. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2009;11:5.
4. Schulz-Menger J, von Knobelsdorff-Brenkenhoff F, Bluemke D, et al. Standardized post processing in cardiovascular magnetic resonance. *J Cardiovasc Magn Reson* 2013; 15:35.
5. Fratz S, Chung T, Greil GF, et al. Guidelines and protocols for cardiovascular magnetic resonance in children and adults with congenital heart disease: SCMR expert consensus group on congenital heart disease: SCMR expert consensus group on congenital heart disease. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2013; 15:1-26.
6. https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/ClinicalResources/Contrast_Media.pdf. 2017.
7. Messroghli DR, Moon JC, Ferreira VM, et al. Clinical recommendations for cardiovascular magnetic resonance mapping of T1, T2, T2* and extracellular volume: a consensus statement by the Society of Cardiovascular Magnetic Resonance (SCMR) endorsed by the European Association for Cardiovascular Imaging (EACVI). *J Cardiovasc Magn Reson*. 2017;19:75.

Nota del Editor:

Springer Nature permanece neutral con respecto a las declaraciones jurisdiccionales publicadas y las afiliaciones institucionales presentadas.

**Traducción realizada por:**

Dr Katia Menacho Medina

Instituto de Ciencias Cardiovasculares, University College London, Reino Unido

Miembro del Comité de Traducción - SCMR

Revisado por:

Sara Elizabeth Ramírez-Flores

Hospital Central Fuerza Aérea del Perú – Clínica Internacional Lima-Perú

Ready to submit your research? Choose BMC and benefit from:

- fast, convenient online submission
- thorough peer review by experienced researchers in your field
- rapid publication on acceptance
- support for research data, including large and complex data types
- gold Open Access which fosters wider collaboration and increased citations
- maximum visibility for your research: over 100M website views per year

At BMC, research is always in progress.

Learn more biomedcentral.com/submissions



