



## La resonancia magnética nuclear en el ámbito de un nuevo enfoque multimodal en Cardiología

### Nuclear magnetic resonance in the field of a new multimodal approach in Cardiology

**Amalia Peix González**

*Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular*



**Correspondencia:** Dra. Amalia Peix González. Email: [peix@infomed.sld.cu](mailto:peix@infomed.sld.cu)

### Introducción

En este momento en que nuestro sistema de salud ha comenzado a distribuir en el país nuevos equipos de Resonancia Magnética Nuclear (RMN), es importante que nos preparemos adecuadamente para enfrentar el reto que ellos representa y que a su vez contribuirá a un mayor desarrollo de las técnicas de imagen en Cardiología y, por tanto, a una mejor atención a nuestros pacientes.

En un ámbito en que la multimodalidad se afianza cada vez más como expresión de un enfoque integrado de las diferentes técnicas de imagen, la introducción de la RMN viene a completar las posibilidades de imagen en Cardiología que se encuentran a

disposición de nuestros pacientes. Esto abre oportunidades para nuevos campos de desarrollo, tanto desde el punto de vista en primer lugar de la asistencia médica, como también de la docencia y la investigación.

Vamos a dedicar este editorial a presentar de forma somera breves principios de la técnica y algunas de las principales indicaciones de la RMN cardíaca en el momento actual. Es importante tener en cuenta prescribir la prueba adecuada al paciente adecuado en el momento adecuado, de forma de hacer un uso apropiado y costo-efectivo de las técnicas de imagen de que disponemos.

## Breve información sobre las posibilidades de la RMN en Cardiología

Por las características de este trabajo no nos referiremos aquí a las particularidades físicas de la RMN, que el lector interesado puede encontrar en publicaciones especializadas <sup>(1)</sup>.

La RMN es una modalidad versátil que permite realizar una evaluación tanto de la función como de la estructura cardíacas y de forma muy especial permite hacer la caracterización tisular. Estas posibilidades se aplican en diferentes enfermedades, tales como la enfermedad coronaria, las miocardiopatías no isquémicas y la insuficiencia cardíaca, a la vez que permite indicaciones especiales, como la evaluación y/o cuantificación de la sobrecarga de hierro o la infiltración miocárdica. También tiene aplicación en cardiopatías congénitas, valvulopatías y enfermedades de los grandes vasos <sup>(2)</sup>.

En la mayoría de los casos se puede lograr un abordaje básico orientado a responder preguntas clínicas clave con un estudio de la función ventricular izquierda y realce tardío con gadolinio, a lo que puede añadirse un protocolo de perfusión si la pregunta clínica fundamental es la detección / evaluación de isquemia.

Las secuencias de sangre negra, en las que la señal de la sangre se suprime con objeto de resaltar las estructuras vasculares y

miocárdicas, se ha sustituido por las secuencias de gradiente-eco y finalmente por las secuencias equilibradas de precesión libre en estado estacionario, las que hacen posible una adquisición más rápida de múltiples imágenes consecutivas que pueden presentarse tanto en modo «estático», como de «cine» para mostrar el movimiento cardíaco. En estas secuencias de cine se cuantifican los volúmenes y la función de ambos ventrículos, así como la masa del ventrículo izquierdo (VI), para lo que la RMN constituye el patrón de oro entre las técnicas de imagen no invasivas. Igualmente permiten evaluar la estructura cardíaca y el movimiento regional de la pared de manera exacta y reproducible <sup>(3)</sup>.

Importante resaltar que la RMN tiene la ventaja sobre la ecocardiografía que no depende de la ventana acústica del paciente ni se ve influenciada por presunciones geométricas que comportan inexactitudes y menor reproducibilidad de las mediciones, además de permitir una excelente definición de los límites de endocardio y epicardio. Todo esto hace que la técnica tenga una relativamente reducida variabilidad inter- e intraobservador (se han publicado valores de variabilidad interobservadores de un 4,4% para la fracción de eyección, de un 6,3% para el volumen diastólico ventricular y de un 8,6% para el sistólico. Por su parte, los



valores reportados de variabilidad intraobservador son de un 4,0%, un 3,6% y un 6,5% respectivamente) <sup>(4)</sup>.

Otra posibilidad que ofrece la RMN para el análisis de la estructura y función cardíacas es que permite la evaluación del ventrículo derecho, que en ocasiones representa un problema en la ecocardiografía debido a su forma compleja, que no se corresponde con ningún modelo geométrico.

### **Caracterización tisular**

En este aspecto debemos considerar el uso de contrastes basados en gadolinio, compuestos por elementos paramagnéticos capaces de modificar los tiempos de relajación T1 y T2, aumentando de este modo el contraste entre los tejidos. El gadolinio no se visualiza directamente, por lo que en el tejido en que se acumula existe un acortamiento o aceleración de la relajación longitudinal del tejido. Tras su administración endovenosa el gadolinio se distribuye por el espacio extracelular y es eliminado fundamentalmente por vía renal por filtración glomerular, con cierto porcentaje de eliminación biliar. En general, su vida media en pacientes sanos es de unos 90 minutos y habitualmente se elimina más del 95% en menos de 24 horas <sup>(5)</sup>.

Las imágenes de realce tardío de gadolinio ponen de manifiesto las diferencias existentes en su distribución regional y temporal entre distintos tipos de tejidos,

como el miocardio sano, el necrótico o cicatricial, el miocardio viable y la fibrosis debida a otras causas no isquémicas <sup>(6-8)</sup>. De ahí su importancia para la caracterización y diagnóstico diferencial de los diferentes procesos patológicos causantes de fibrosis miocárdica.

Específicamente en el caso de la detección de viabilidad miocárdica en pacientes con infarto del miocardio previo y severa disfunción de VI, la transmuralidad de la cicatriz isquémica puede usarse como guía para orientar la toma de decisiones respecto a una posible revascularización miocárdica, considerando que evalúa la viabilidad residual y permite predecir la recuperación funcional posterior a la revascularización <sup>(9,10)</sup>.

### **RMN con estrés para detección de isquemia.**

La perfusión con estrés farmacológico con vasodilatadores (adenosina, regadenoson o dipiridamol) es un método diagnóstico no invasivo validado para detectar isquemia miocárdica, tanto mediante gammagrafía de perfusión miocárdica como la RMN. Posteriormente se reflejan las principales indicaciones.

La mayoría de los estudios de perfusión con RMN en la práctica clínica la evalúan de forma visual y describen la hipoperfusión según la localización (correspondiente a los territorios de irrigación de las diferentes

arterias coronarias), el número de segmentos afectados y la transmuralidad.

También la RMN de estrés con dobutamina es una opción que puede utilizarse para la evaluación de la isquemia miocárdica, ya que de forma similar a la ecocardiografía de estrés, detecta las anomalías del movimiento de la pared inducidas por el estrés. Pero no evalúa la perfusión y además conlleva mayor riesgo de efectos adversos, como arritmias ✓ ventriculares e hipotensión.

### Indicaciones de la RMN en Cardiología

Las indicaciones de la RMN en diferentes patologías cardio vasculares pueden encontrarse convenientemente detalladas en el reporte del panel de consenso de la Sociedad Europea de Cardiología <sup>(11)</sup>.

En este editorial sólo presentaremos algunos aspectos a modo de resumen:

- ✓ En enfermedades cardíacas congénitas (ECC), es importante fundamentalmente para la evaluación inicial del paciente adulto con ECC, la evaluación de los cortocircuitos, de las anomalías del situs viscerotrial, de las aurículas y el retorno venoso, así como anomalías arteriales, entre otros.
- ✓ En las enfermedades adquiridas de los grandes vasos arteriales (como por ejemplo el síndrome de Marfan y los aneurismas y disecciones aórticas), así como la evaluación de las venas pulmonares.
- ✓ En pacientes con enfermedades pericárdicas, tumores cardíacos,

miocardiopatías y trasplantes cardíacos. En este aspecto es particularmente importante su utilidad en el diagnóstico de tumores cardíacos y pericárdicos, el diagnóstico diferencial entre algunos tipos de tumores y los trombos ventriculares, la miocardiopatía hipertrófica apical y en general para el diagnóstico diferencial de los diferentes tipos de miocardiopatías.

En las valvulopatías, si bien está fuera de toda duda que el ecocardiograma es la técnica de elección, la RMN cardíaca puede ser útil en el caso de pacientes con mala ventana acústica, sobre todo para la evaluación de la anatomía y la función de las cámaras cardíacas y para la cuantificación de las regurgitaciones valvulares.

En la enfermedad coronaria (EC): En este caso, las principales indicaciones son:

1. Detección de EC en pacientes con probabilidad pre test intermedia, en presencia de un electro cardiograma no interpretable.
2. Estratificación de riesgo luego de infarto del miocardio.
3. Detección de viabilidad miocárdica.
4. Para evaluación de función ventricular y masa cardíaca, diagnóstico de trombos ventriculares.
5. Anomalías de arterias coronarias. Si bien en este aspecto la angiografía mediante tomografía axial computarizada es de elección, la RMN también puede ser de utilidad.



## Evaluación pronóstica.

Este aspecto merece especial atención considerando que en la actualidad el mayor valor de una técnica de imagen es la información que proporciona que puede contribuir a prescribir un mejor tratamiento, que logre modificar la evolución de la enfermedad. Se ha reportado una tasa anual de eventos cardíacos mayores (muerte e infarto del miocardio no fatal) <1% en pacientes con EC conocida o sospechada y una RMN de perfusión con estrés normal <sup>(12-14)</sup>.

Con el propósito de evaluar el pronóstico se han utilizado diferentes valores de corte basados en las distintas técnicas de diagnóstico por la imagen, recomendándose revascularización en pacientes con al menos 2 segmentos isquémicos por RMN con estrés farmacológico (sobre la base del modelo de 17 segmentos), lo que se corresponde con el valor de 10-12% de miocardio isquémico en la gammagrafía de perfusión miocárdica <sup>(15,16)</sup>

Sin embargo, utilizando la RMN con estrés con dobutamina, las guías recomiendan un valor de corte de hasta 3 segmentos, similar al eco de estrés <sup>(17)</sup>, mientras que algunos autores han reportado un peor pronóstico en pacientes con sólo 1 segmento isquémico, correspondiente a un 6% de miocardio isquémico <sup>(18,19)</sup>. Esta aparente diferencia podría explicarse por el fenómeno de la cascada isquémica, ya que las anomalías de

la motilidad de pared ocurren más tardíamente, como consecuencia de la hipoperfusión, por lo que la extensión de la hipoperfusión puede ser mayor que los límites del segmento hipocontráctil.

Para Vincenti y cols, por su parte, en un estudio de 1,103 pacientes, un valor de corte de  $\geq 1,5$  segmentos isquémicos estuvo asociado con un incremento casi 9 veces mayor del riesgo de muerte cardíaca, infarto del miocardio no fatal o revascularización durante un seguimiento medio de 2,5 años <sup>(15)</sup>.

La RMN abre interesantes posibilidades dentro de las técnicas de imagen cardíacas, además de que no conlleva radiación para el paciente, pero debemos tener también en cuenta sus desventajas: costos elevados (mayores que los del ecocardiograma, la gammagrafía de perfusión miocárdica y la tomografía axial computarizada), contraindicaciones tales como la presencia de clips intracraneales, neuro estimuladores, cuerpos extraños metálicos en el ojo, ciertos tipos de marcapasos, así como insuficiencia renal severa con filtrado glomerular menor de 30 ml/min/1.73 m<sup>2</sup>, porque el gadolinio incrementa el riesgo de fibrosis nefrogénica sistémica. La claustrofobia también puede limitar el estudio en algunos casos.

## Conclusiones

Una reflexión que puede servir a modo de conclusión de este editorial es que la multimodalidad con un enfoque integrado de las diferentes técnicas de imagen cardíacas es mandatoria en este momento del desarrollo de la Cardiología, puesto que representa el futuro, tanto desde el punto de vista clínico como de la medicina translacional. Esto cambia las tradicionales barreras académicas y permite crear un nuevo modelo multidisciplinario de imagen cardiovascular centrado en el paciente, tanto para la asistencia como para la docencia y la investigación.

## Referencias bibliográficas

1. Herzog BA, Greenwood JP, Plein S. Cardiovascular magnetic resonance. Physics for clinicians. Pocket guide. ESC 2015. Disponible en: [www.cmr-guide.com](http://www.cmr-guide.com).
2. Valbuena-López S, Hinojar R, Puntmann V. Resonancia magnética cardiovascular en la práctica cardiológica: una guía concisa para la adquisición de imágenes y la interpretación clínica. *Rev Esp Cardiol*. 2016;69:202–10.
3. Grothues F, Smith GC, Moon JC, Bellenger NG, Collins P, Klein HU, y cols. Comparison of interstudy reproducibility of cardiovascular magnetic resonance with two-dimensional echocardiography in normal subjects and in patients with heart failure or left ventricular hypertrophy. *Am J Cardiol*. 2002;90:29–34.
4. Maceira AM, Prasad SK, Khan M, Pennell DJ. 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;27:2879–88.
5. Carrasco Muñoz S, Calles Blanco C, Marcin J, Fernández Álvarez C, Lafuente Martínez J. Contrastes basados en gadolinio utilizados en resonancia magnética. *Radiología* 2014;56(S1):21-8.
6. Baritussio A, Scatteia A, Bucciarelli-Ducci C. *Int J Cardiovasc Imaging* (2017). <https://doi.org/10.1007/s10554-017-1116-0>.
7. Assomull RG, Shakespeare C, Kalra PR, Lloyd G, Gulati A, Strange J. Role of cardiovascular magnetic resonance as a gatekeeper to invasive coronary angiography in patients presenting with heart failure of unknown etiology. *Circulation* 2011;124:1351–60.
8. Hinojar R, Botnar R, Kaski JC, Prasad S, Nagel E, Puntmann VO. Individualized cardiovascular risk assessment by cardiovascular magnetic resonance. *Future Cardiol* 2014;10:273–89.
9. Romero J, Xue X, Gonzalez W, Garcia MJ. CMR imaging assessing viability in patients with chronic ventricular dysfunction due to coronary artery disease:



a meta-analysis of prospective trials. *JACC Cardiovasc Imaging* 2012;5:494–508.

10. Kwong RY, Chan AK, Brown KA, Chan CW, Reynolds HG, Tsang S, y cols. Impact of unrecognized myocardial scar detected by cardiac magnetic resonance imaging on event-free survival in patients presenting with signs or symptoms of coronary artery disease. *Circulation* 2006;113:2733–43.

11. Pennell DJ, Sechtem UP, Higgins CB, Manning WJ, Pohost GM, Rademakers FE, y cols. Clinical indications for cardiovascular magnetic resonance (CMR): Consensus Panel report. *Eur Heart J* 2004;25:1940–65.

12. Coelho-Filho OR, Seabra LF, Mongeon FP, Abdullah SM, Francis SA, Blankstein R, y cols. Stress myocardial perfusion imaging by CMR provides strong prognostic value to cardiac events regardless of patient's sex. *J Am Coll Cardiol Img* 2011;4:850–61.

13. Krittayaphong R, Chaithiraphan V, Maneesai A, Udompanturak S. Prognostic value of combined magnetic resonance myocardial perfusion imaging and late gadolinium enhancement. *Int J Cardiovasc Imaging* 2011;27:705–14.

14. Abbasi SA, Heydari B, Shah RV, Murthy VL, Zhang YY, Blankstein R, y cols. Risk stratification by regadenoson stress magnetic resonance imaging in patients with known or suspected coronary artery disease. *Am J Cardiol* 2014;114:1198–203.

15. Vincenti G, Masci PG, Monney P, Rutz T, Hugelshofer S, Gaxherri M, y cols. Stress perfusion CMR in patients with known and suspected CAD.

Prognostic value and optimal ischemic threshold for revascularization. *J Am Coll Cardiol Img* 2017;10:526–37.

16. Hachamovitch R, Rozanski A, Shaw LJ, Stone GW, Thomson LE, Friedman JD, y cols. Impact of ischaemia and scar on the therapeutic benefit derived from myocardial revascularization vs. medical therapy among patients undergoing stress-rest myocardial perfusion scintigraphy. *Eur Heart J* 2011;32:1012–24.

17. Montalescot G, Sechtem U, Achenbach S, Andreotti F, Arden C, Budaj A, y cols. ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease: the Task Force on the management of stable coronary artery disease of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J* 2013;34:2949–3003.

18. Hundley WG, Morgan TM, Neagle CM, Hamilton CA, Rerkpattanapit P, Link KM. Magnetic resonance imaging determination of cardiac prognosis. *Circulation* 2002;106:2328–33.

19. Giusca S, Kelle S, Nagel E, Buss SJ, Puntmann V, Wellnhofer E, y cols. Ischemic burden and clinical outcome: is one 'culprit' ischemic segment by dobutamine stress magnetic resonance predictive? *PLoS ONE* 2014;9:e115182.

**Recibido:** 15-11-2017

**Aceptado:** 08-12-2017

