

# Detección de isquemia mediante resonancia magnética cardiaca

Jordi Estornell Erill, Rosa González Colino, Begoña Igual Muñoz, M. Pilar López Lereu, Alicia Maceira González y Joaquín Martín Pastor

Exploraciones Radiológicas Especiales S.A. (ERESA). Valencia. España.

Mediante cardioponancia es posible realizar estudios de detección de isquemia miocárdica en condiciones de estrés, evaluando la perfusión miocárdica, la contractilidad miocárdica o ambas con una elevada exactitud diagnóstica. En este capítulo analizamos los protocolos de estudio, sus indicaciones y limitaciones, así como los valores diagnósticos.

**Palabras clave:** *Cardioponancia de estrés. Cardiopatía isquémica.*

## Detection of Ischemic Heart Disease Using Cardiac Magnetic Resonance

Stress cardiac magnetic resonance imaging is useful for detecting myocardial ischemia. The technique can be used to assess myocardial perfusion and contractility with a high degree of accuracy. In this article, we review study protocols, indications for and limitations of the technique, and the technique's diagnostic value.

**Key words:** *Stress cardiac magnetic resonance. Ischemic heart disease.*

## INTRODUCCIÓN

La enfermedad coronaria es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en nuestro medio. Las técnicas no invasivas son esenciales tanto para conocer la existencia y extensión de la enfermedad coronaria como sus consecuencias funcionales<sup>1</sup>. La cardioponancia magnética (CRM) ha emergido en los últimos años como técnica de imagen en el estudio integral del paciente con cardiopatía isquémica. En la detección de isquemia, se han desarrollado fundamentalmente 2 estrategias: el análisis de los cambios en la motilidad parietal tras la administración de dosis altas de dobutamina y el estudio de la perfusión miocárdica tras el estrés con vasodilatadores (dipiridamol o adenosina).

## CARDIOPONANCIA MAGNÉTICA DE ESTRÉS CON DOBUTAMINA

La dobutamina es un fármaco simpaticomimético con acción beta-1, beta-2 y ligeramente alfa-1. Sus efectos son dependientes de la dosis, de manera que a dosis bajas (< 10 µg/kg/min) su mayor efecto es el incremento de la con-

tractilidad, y a dosis altas (hasta 40 µg/kg/min), el incremento en la frecuencia cardiaca, junto con el incremento en el consumo miocárdico de oxígeno, es la causa de las anomalías en la contractilidad en las regiones miocárdicas irrigadas por arterias coronarias estenóticas.

El protocolo de administración del fármaco es igual al utilizado en la ecocardiografía de estrés con dobutamina, empezando con 10 µg/kg/min (5 µg/kg/min en caso de anomalías basales de la contractilidad) e incrementando a 20, 30 y 40 µg/kg/min cada 3 min, añadiendo atropina en caso de no alcanzar la frecuencia cardiaca submáxima (tabla 1). Las contraindicaciones y los criterios de suspender la infusión de dobutamina son iguales a los de la ecocardiografía de estrés con dobutamina<sup>2</sup>.

Las complicaciones más frecuentes producidas por la dobutamina son las arritmias y la hipotensión, aunque los eventos graves (infarto, taquicardia ventricular y fibrilación ventricular) son poco frecuentes (0,2%).

En general, la monitorización durante los estudios de CRM de estrés requiere las mismas precauciones que otros estudios de provocación de isquemia. Es fundamental tener un equipo de reanimación cardiopulmonar avanzada preparado, así como personal entrenado para posibles eventualidades, de manera que en caso de complicaciones mayores se pueda sacar al paciente en un tiempo mínimo de la sala de exploración para someterlo a maniobras de reanimación cardiopulmonar. Asimismo, es fundamental la correcta monitorización electrocardiográfica y de presión arterial del paciente. La

Correspondencia: Dr. J. Estornell Erill.  
ERESA. Avda. Campanar, 114, bajo. 46015 Valencia. España.  
Correo electrónico: jestornell@eres.es

TABLA 1. Protocolos de estrés

Tipo de estrés	Instrucciones a los pacientes	Protocolo	Antídoto
Dobutamina/atropina	Suspender la toma de bloqueadores beta y nitratos al menos 24 h antes de la prueba	(5), 10, 20, 30, 40 µg/kg/min cada 3 min, ± 1 mg de atropina hasta alcanzar frecuencia cardiaca submáxima $[(220 - \text{edad}] \times 0,85)$	Bloqueadores beta
Dipiridamol	No tomar cafeína, teínas, chocolate o fármacos como xantinas o nitratos 24 h antes	0,56 mg/kg en 4 min (se puede añadir dosis opcional de 0,28 mg/kg en 2 min)	Eufilina
Adenosina	Igual a dipiridamol	140 µg/kg/min durante 6 min	Eufilina

comunicación constante con el paciente a través de un micrófono nos permite conocer su estado y la posible aparición de síntomas<sup>3</sup>.

### Protocolo de estudio de la cardiorresonancia con dobutamina

El protocolo de administración de dobutamina es igual al utilizado en la ecocardiografía de estrés, adquiriendo secuencias de cine en reposo y en cada nivel de administración de dobutamina. Las imágenes se visualizan inmediatamente tras su adquisición, de manera que podemos conocer en todo momento el estado de la contractilidad.

Para valorar la contractilidad miocárdica usaremos imágenes de cine de eco de gradiente sincronizadas con el electrocardiograma, y adquiridas en apnea. Las imágenes de eco de gradiente, especialmente las secuencias de precesión libre en estado estacionario con tiempos de repetición muy cortos, ofrecen un alto contraste entre el flujo sanguíneo y el miocardio, así como entre el miocardio y las estructuras vecinas, lo que permite una perfecta delimitación del borde endocárdico y epicárdico y, por tanto, del engrosamiento sistólico<sup>4</sup>. Es conveniente utilizar secuencias de cine con una resolución temporal < 40 ms con el fin de obtener un número suficiente de imágenes durante la taquicardización del paciente. En situaciones de poca colaboración o en caso de arritmia del paciente, se puede realizar el estudio sin apnea y sin sincronismo cardiaco mediante las nuevas secuencias en tiempo real. Otro tipo de secuencias denominadas de marcaje miocárdico o *tagging* parecen mejorar la rentabilidad diagnóstica de la CRM con dobutamina frente a la utilización de secuencias de cine convencionales, probablemente por una mayor objetividad en su análisis<sup>5</sup>.

Para la perfecta visualización de los 17 segmentos se realizan al menos 3 proyecciones de cine de eje corto (basal, medial y apical) y 2 de eje largo (2 y 4 cámaras), primero en reposo y tras cada estadio de infusión del fármaco.

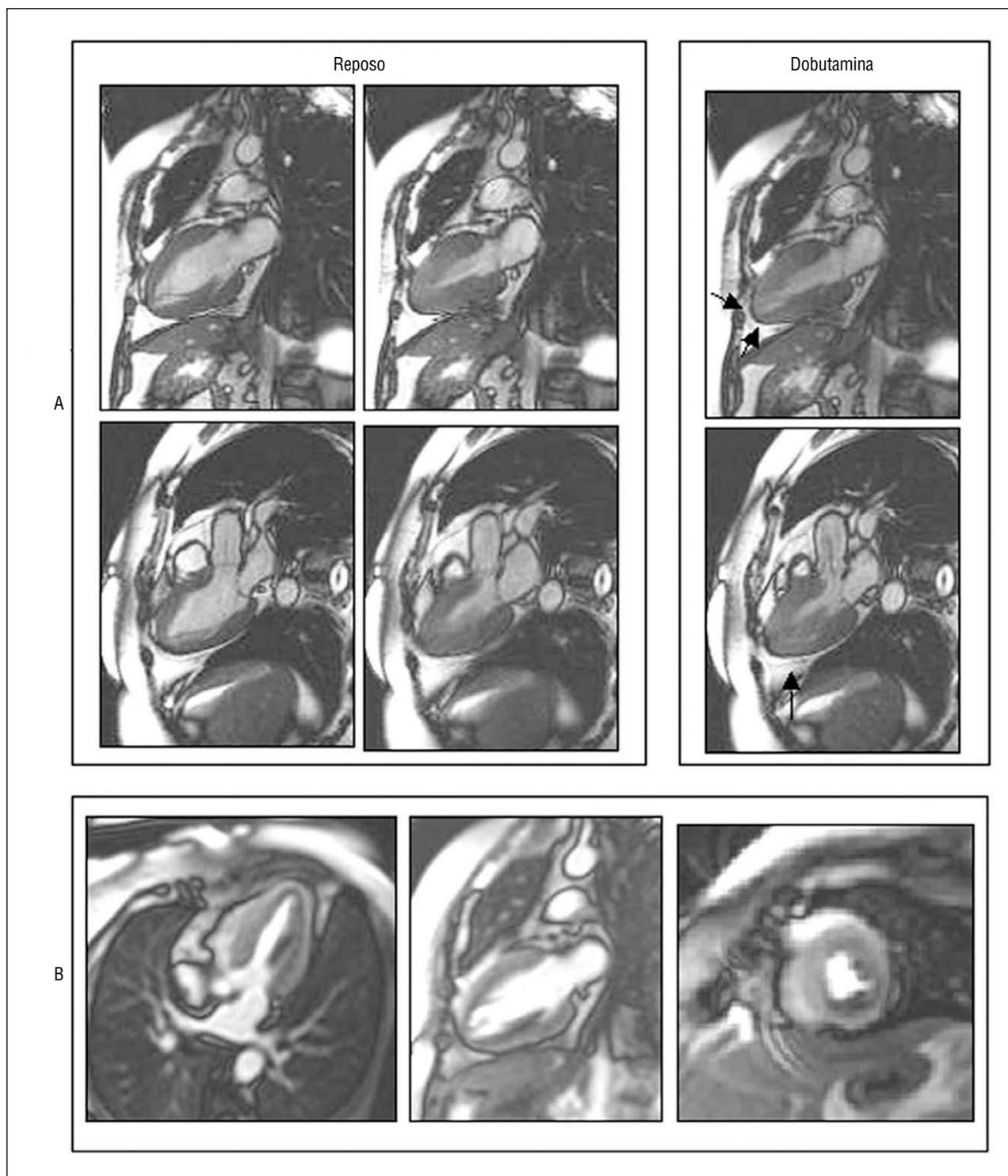
Aunque se puede realizar un análisis cuantitativo de la contractilidad regional, en la práctica clínica se utiliza el análisis cualitativo o visual, clasificando la motilidad de cada segmento en normal, hipocinética, acinética y discinética. La ausencia de incremento del

engrosamiento sistólico o su empeoramiento con dosis crecientes de dobutamina son indicadores de isquemia miocárdica (fig. 1A).

Una última posibilidad consiste en combinar el estudio de la contractilidad con dobutamina con el estudio de la perfusión miocárdica sin recurrir a los fármacos vasodilatadores clásicos (fig. 1B). Esta aproximación parece lógica puesto que dentro de los eventos que suceden en una situación de isquemia, los defectos de perfusión preceden a las alteraciones contráctiles. Sin embargo, existe el inconveniente de la taquicardización que se produce con los fármacos inotrópicos, lo que limita el número de planos cardiacos que se pueden estudiar en la perfusión de primer paso, al tiempo que aumenta la posibilidad de que aparezcan artefactos de movimiento cardiaco. Pese a esos inconvenientes, es posible realizar esta aproximación en el estudio de la isquemia miocárdica cuando en el estudio con inotrópicos aparecen síntomas isquémicos que obligarían a suspender la prueba sin llegar a objetivar alteraciones contráctiles<sup>6</sup>.

### Valor diagnóstico de la cardiorresonancia magnética con dobutamina

Varios estudios han descrito la utilización de CRM con altas dosis de dobutamina para la detección de enfermedad coronaria. Nagel et al<sup>7</sup> estudiaron a 208 pacientes con sospecha de cardiopatía isquémica mediante CRM y ecocardiografía con altas dosis de dobutamina, y demostraron que la CRM es más sensible (el 86 frente al 74%) y más específica (el 86 frente al 70%) que la ecocardiografía con dobutamina. La mayor exactitud diagnóstica de la CRM frente a la ecocardiografía se atribuyó a una mejor calidad de la imagen, en concreto por la mejor visualización de los segmentos inferiores y laterales. Así, en el 83% de los pacientes sometidos al estudio de CRM la calidad fue buena o muy buena frente a sólo el 50% de los estudios con ecocardiografía. Hundley et al<sup>8</sup> estudiaron, mediante CRM con dobutamina, a 153 pacientes con pobre ventana acústica, y encontraron una sensibilidad del 83% y una especificidad del 83% para la detección de enfermedad coronaria. Otro estudio que analizó el valor diagnóstico de esta técnica para la detección de isquemia en 160 pacientes con cardiopatía isquémica conocida y revascularizados mostró



**Fig. 1.** Imágenes de un estudio de cardiorensonancia magnética de estrés con dobutamina. A: imágenes de cine en reposo (diástole y sístole) en proyección de 2 y 3 cámaras y en sístole tras el estrés máximo con dobutamina, donde se aprecian anomalías de la contractilidad en el ápex (2 cámaras) y en la cara inferolateral (3 cámaras). B: la perfusión miocárdica de primer paso durante el estrés máximo pone de manifiesto una hipoperfusión de la cara inferolateral y el ápex.

también el alto valor diagnóstico de esta técnica, con una sensibilidad del 89% y una especificidad de 84%<sup>9</sup>.

La CRM con dobutamina, además de detectar la presencia de lesiones coronarias significativas, es también

útil para determinar el pronóstico de los pacientes con cardiopatía isquémica, de manera que la inducción de isquemia o la presencia de una fracción de eyección menor del 40% se asocia a un mayor riesgo de infarto de

miocardio o muerte cardíaca, independientemente de otros factores de riesgo cardiovascular<sup>10</sup>.

La seguridad de CRM con dobutamina es similar a la de otras técnicas que utilizan también este fármaco, con una incidencia de eventos mayores en una de las series más largas, con 1.000 pacientes, del 0,1% y de efectos adversos menores del 6%<sup>11</sup>. A pesar de esto, existen ciertas diferencias metodológicas respecto de la ecocardiografía con dobutamina que hay que tener en cuenta. La diferencia fundamental es la ausencia de datos respecto a los cambios en el segmento ST. La monitorización del segmento ST no es posible debido a la interferencia del campo magnético sobre el registro electrocardiográfico, pero la reconstrucción de las imágenes de cine es inmediata tras su adquisición, de manera que podemos valorar la presencia de isquemia en cada estadio.

En los últimos años la CRM de estrés con dobutamina ha emergido como una nueva técnica de detección de isquemia. Los trabajos publicados indican un alto valor diagnóstico para la detección de isquemia en pacientes con sospecha o enfermedad coronaria conocida, así como la posibilidad de establecer el pronóstico de estos pacientes. Las indicaciones clínicas publicadas por la Sociedad Europea de Cardiología sitúan a la CRM de estrés con dobutamina para la detección de isquemia como clase II<sup>12</sup>. La CRM con dobutamina es una alternativa a la ecocardiografía de estrés para la detección de enfermedad coronaria en pacientes con imágenes ecocardiográficas no diagnósticas o subóptimas.

## CARDIORRESONANCIA MAGNÉTICA DE ESTRÉS CON VASODILADORES

Los fármacos vasodilatadores utilizados en los estudios de CRM de estrés mediante perfusión miocárdica son el dipiridamol y la adenosina. El dipiridamol induce vasodilatación arterial coronaria como consecuencia de un aumento extracelular de adenosina. Ambos tienen un efecto significativo sobre los vasos de resistencia coronarios (arteriolas y precapilares), aumentando el flujo miocárdico regional entre 3 y 5 veces en relación con los valores basales (reserva coronaria). Este aumento del flujo es mayor en los vasos coronarios sanos que en los estenóticos, donde se producen caída de la presión distal e isquemia (fenómeno de robo coronario). Aunque estos fármacos tienen, fundamentalmente, acción selectiva coronaria, también pueden disminuir la resistencia vascular sistémica, con descenso de la presión arterial y un incremento reflejo de la frecuencia cardíaca. La adenosina difiere básicamente del dipiridamol en su tiempo de acción, que comienza de manera inmediata y presenta una vida media muy corta (10 s). El dipiridamol es un precursor de la adenosina que necesita del metabolismo hepático, por lo que su capacidad vasodilatadora puede depender del metabolismo individual de cada paciente<sup>3,13</sup>.

El protocolo de administración de estos fármacos es igual al utilizado por otras técnicas de imagen, como la

ecocardiografía o técnicas isotópicas (tabla 1). El dipiridamol se administra a 0,56 mg/kg en 4 min, y alcanza su efecto máximo a los 3-5 min de finalizar la infusión. Se puede administrar una segunda dosis de 0,28 mg/kg en 2 min, lo que parece aumentar la sensibilidad de la prueba<sup>2</sup>. La adenosina se administra a 140 µg/kg/min durante 6 min.

Los requerimientos de seguridad durante la administración de estos fármacos son los mismos que los comentados para el estrés con dobutamina, y las contraindicaciones para realizar el estudio y los criterios de finalización de su administración son iguales a los de la ecocardiografía de estrés con vasodilatadores<sup>3</sup>.

Los efectos secundarios de la administración de los vasodilatadores son relativamente frecuentes pero leves, incluidos sofocación, dolor precordial, disnea, náuseas, cefalea y mareo. La aparición de bloqueo auriculoventricular de alto grado suele ser autolimitado y de corta duración. Las complicaciones graves como hipotensión severa y arritmias malignas son poco frecuentes (<0,1%).

## Protocolo de estudio de la cardiorresonancia magnética con vasodilatadores

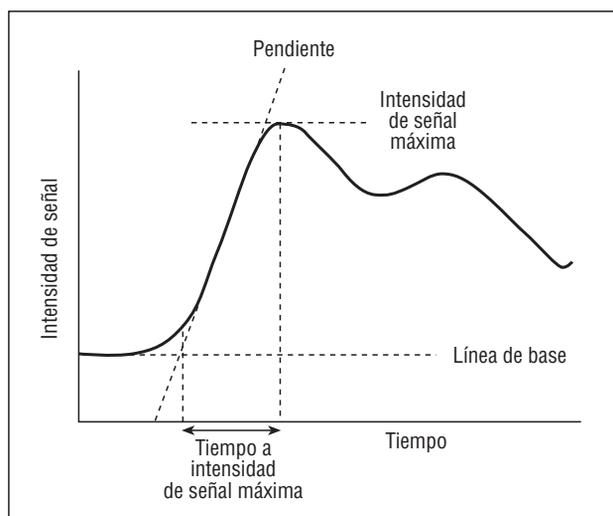
El estudio de la perfusión miocárdica de primer paso es posible en la práctica clínica gracias al desarrollo de secuencias con una elevada resolución espacial (lo que permite identificar incluso los defectos de perfusión subendocárdicos que ocurren en los momentos iniciales de la isquemia miocárdica), y con una resolución temporal suficiente para poder analizar la perfusión en todos los segmentos miocárdicos en cada latido cardíaco o, al menos, en cada 2 latidos cardíacos. Existen diferentes tipos de secuencias que se utilizan en los estudios de perfusión miocárdica: eco de gradiente (incluidas las de precesión libre en estado estacionario), eco-planar (EPI) y secuencias híbridas, habitualmente con un prepulso (de inversión o de saturación) para suprimir la señal del miocardio. Todas ellas son secuencias rápidas, que permiten obtener imágenes muy potenciadas en T1 con una buena relación señal/ruido y contraste/ruido, y diferenciar con nitidez, tras la administración del contraste, las áreas normoperfundidas que aparecen blancas, brillantes, de las hipoperfundidas que aparecen oscuras (fig. 2). Cronológicamente veremos pasar el contraste a la cavidad ventricular derecha, luego a la izquierda y finalmente al miocardio.

El agente de contraste más utilizado es el gadolinio quelado 0,5 molar. Se trata de un contraste extravascular que, tras su administración por vía intravenosa, difunde rápidamente a través de los capilares al intersticio miocárdico. La intensidad de señal que se obtiene con el contraste es directamente proporcional a la dosis y la velocidad de infusión utilizadas e inversamente proporcional al gasto cardíaco del paciente. Hay que tener en cuenta que al tratarse de un contraste extravascular, en la intensidad de señal influye, además del



**Fig. 2.** Perfiles de perfusión miocárdica de primer paso tras estrés con dipiridamol. Las imágenes de eje corto a nivel basal (A), medial (B) y apical (C) muestran un defecto de perfusión en toda la cara inferior indicativo de afectación significativa de la coronaria derecha.

flujo coronario, la permeabilidad capilar y el tamaño del espacio intersticial<sup>14</sup>. No obstante, se ha demostrado experimentalmente que existe buena correlación con el flujo miocárdico medido por CRM con el medido con microesferas radiactivas<sup>15</sup>. Las dosis del contraste empleado en los diferentes estudios varían entre 0,025 y 0,2 mmol/kg, en función de la resolución de las secuencias utilizadas y del tipo de análisis de la perfusión realizada. En general, dosis bajas (0,05 mmol/kg) se usan cuando se realiza un análisis visual (cualitativo) con la finalidad de evitar los artefactos de susceptibilidad que ocasionan las dosis mayores de gadolinio<sup>16</sup>, mientras que dosis mayores (0,10-0,15 mmol/kg) se reservan para el análisis semicuantitativo, ya que se ha visto que el pico de intensidad de señal en el miocardio sano se incrementa con dosis altas<sup>17</sup>. La velocidad de infusión puede variar entre 3 y 5 ml/s; debe utilizarse velocidades altas cuando el gasto cardiaco es reducido.



**Fig. 3.** Análisis de la curva de intensidad de señal del estudio semicuantitativo de perfusión miocárdica.

Cuando se realiza un análisis visual de la perfusión de primer paso deben identificarse posibles artefactos que pueden aparecer en el subendocardio como «áreas oscuras» por efectos de susceptibilidad magnética o la baja resolución de la secuencia empleada, así como los debidos al movimiento cardiaco. Para el análisis semicuantitativo se utilizan curvas de intensidad de señal frente al tiempo en que se obtienen, se determinan unas áreas de interés en los diferentes segmentos miocárdicos o bien trazando los bordes subendocárdicos y epicárdicos en los planos de eje corto realizados (fig. 3). Habitualmente, se valora la máxima intensidad de señal alcanzada y el tiempo que se tarda en lograrla, valores todos reducidos en las áreas hipoperfundidas en comparación con las que tienen una perfusión normal. Éste es un proceso laborioso y en el que además deben emplearse correcciones por la disminución de señal que existe en los segmentos inferolaterales, por el simple hecho de estar más alejados de las bobinas de superficie empleadas para obtener las imágenes. Todo ello hace que el análisis semicuantitativo de la perfusión tenga poca utilidad en la práctica clínica y se reserve para estudios experimentales.

Por último, debemos considerar otros procesos que pueden asociarse a defectos de perfusión sin que existan lesiones en las arterias coronarias epicárdicas y que indican afectación de la microvasculatura, como en el síndrome X<sup>18</sup>, diversas miocardiopatías o los asociados a bloqueos de la rama izquierda<sup>19</sup>.

Un protocolo de estudio de perfusión miocárdica con vasodilatadores incluye:

1. Estudio anatómico y funcional cardiaco.
2. Administración del vasodilatador por vía intravenosa: dipiridamol o adenosina.
3. Administración del gadolinio quelado, 0,025-0,20 mmol/kg con velocidad de infusión por vía intravenosa de 3-5 ml/s, e inicio de la secuencia de perfusión.
4. Estudio de la contractilidad inmediatamente tras la finalización de la secuencia de perfusión, aunque con

las dosis del vasodilatador habitualmente empleadas sólo aparecerán alteraciones contráctiles en segmentos con defectos de perfusión graves asociados a estenosis importantes de la arteria coronaria que irriga dichos segmentos (fig. 4).

5. Administración de antídoto (eufilina por vía intravenosa).

6. Secuencias de supresión miocárdica en los casos en que se haya detectado alteraciones contráctiles en reposo con el fin de identificar áreas de necrosis mediante el realce tardío del gadolinio.

7. Perfusión en reposo.

### Valor diagnóstico de la cardiorensonancia magnética con vasodilatadores

La utilidad de los diferentes fármacos vasodilatadores en la detección de la cardiopatía isquémica mediante estudios de perfusión se ha analizado ampliamente con medicina nuclear. Underwood et al<sup>20</sup>, en un metaanálisis de 79 estudios (8.964 pacientes), encontraron para la adenosina una sensibilidad y una especificidad media del 90 y el 85%, respectivamente, y para el dipiridamol una sensibilidad similar pero con una especificidad menor (el 89 y el 66%, respectivamente).

Se han publicado varios estudios de CRM de estrés farmacológico con dipiridamol o adenosina que aplicaban métodos semicuantitativos, y se los comparó con los resultados de la coronariografía o con técnicas isotópicas. Estos estudios utilizan la reserva de perfusión miocárdica (diferencia de intensidad de señal entre el reposo y el estrés) como valor para determinar la presencia de isquemia miocárdica<sup>21</sup>. Con este método, Al-Saadi et al<sup>22</sup> estudiaron a 34 pacientes con cardiopatía isquémica mediante CRM de estrés con dipiridamol y compararon los resultados con los de la coronariografía. Al considerar un punto de corte de 1,5 como índice

de reserva, obtuvieron una sensibilidad, especificidad y exactitud diagnóstica del 90, el 83 y el 87%, respectivamente, con una baja variabilidad intra e interobservador (0,99 y 0,96).

En un interesante estudio prospectivo, Schwitter et al<sup>23</sup> realizaron CRM con adenosina a 48 pacientes y lo compararon con la tomografía por emisión de positrones (PET) y la angiografía coronaria. Se obtuvo una sensibilidad del 87% y una especificidad del 85% para la detección de lesión coronaria al considerar como «patrón oro» la coronariografía, y una sensibilidad del 91% con una especificidad del 94% al considerar la PET. Este hallazgo parece deberse a que pueden existir defectos de perfusión atribuidos a enfermedad microvascular con coronarias epicárdicas normales, como se ha demostrado en los pacientes con síndrome X<sup>18</sup>. Este trabajo mostró también que la presencia de hipoperfusión en la zona subendocárdica es mucho más sensible y específica para detectar isquemia que los defectos de perfusión transmuros.

Estudios más recientes y con mayor número de pacientes encuentran igualmente un alto valor diagnóstico en la CRM con adenosina para la detección de coronariopatía, con una sensibilidad, especificidad y exactitud diagnóstica del 88, el 90 y el 89%, respectivamente<sup>24</sup>. Este trabajo demuestra que, además de detectar la presencia o no de isquemia, la CRM de perfusión permite la localización del vaso causante en un 95% de los casos, y la extensión de la enfermedad coronaria cuando se correlacionan el número de segmentos hipoperfundidos con el número de vasos afectados.

La limitación más importante de estos resultados es que el análisis semicuantitativo de la perfusión es un proceso largo y, en ocasiones, difícil por la calidad de las imágenes, por lo que en la práctica clínica habitual lo que se realiza es un análisis visual. Pons et al<sup>25</sup> estudiaron a 32 pacientes con CRM con adenosina mediante

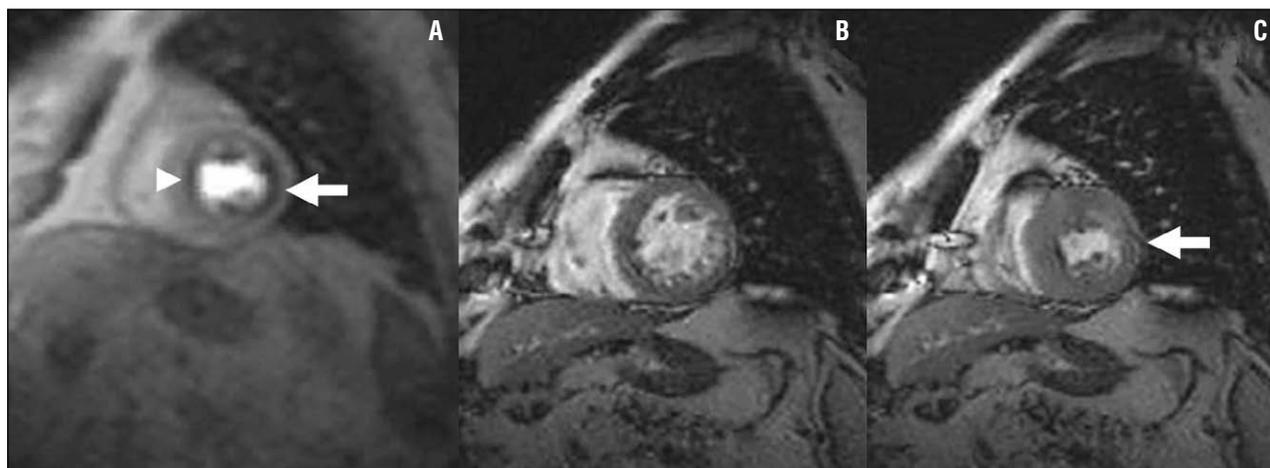


Fig. 4. Perfusión miocárdica de primer paso tras estrés con dipiridamol, donde se objetiva en la imagen A un defecto de perfusión subendocárdico y un defecto transmural en la cara lateral. La isquemia severa inducida en la cara lateral provoca una hipocinesia de ese segmento, como muestran las imágenes de cine en B (diástole) y en C (sístole).

análisis visual de la perfusión. En ese trabajo, la sensibilidad para la detección de una lesión angiográficamente significativa fue del 78%, con una especificidad del 75%. En otro estudio con 94 pacientes, donde se realizó también un análisis visual de las imágenes de perfusión, se obtuvo una sensibilidad del 93%, una especificidad del 75% y una exactitud diagnóstica del 85%<sup>16</sup>; los resultados fueron muy similares a los que se obtuvieron al hacer el análisis semicuantitativo<sup>17</sup>.

El análisis del valor diagnóstico de la resonancia magnética de estrés con vasodilatadores está limitado por la heterogeneidad en la práctica clínica, pues se utiliza un diferente equipamiento (GE, Siemens y Philips, fundamentalmente), distintos tipos de secuencias (EPI, turboeco de gradiente, o secuencias híbridas), distintas dosis de contraste y diferentes fármacos y métodos de análisis (visual o semicuantitativo). Incluso en la actualidad, el protocolo de realización de la prueba no está bien establecido y en algunos centros se practica el estudio de reposo, mientras que en otros no se considera necesario. No es posible, por tanto, valorar los resultados de forma conjunta y hay que analizarlos según la técnica utilizada.

La CRM de perfusión con vasodilatadores es una técnica prometedora pero que continúa en desarrollo, fundamentalmente para definir qué protocolo de estudio es el óptimo para la detección de isquemia. Las indicaciones clínicas de CRM de la Sociedad Europea de Cardiología sitúan a la CRM de estrés con vasodilatadores como indicación de clase II para el diagnóstico de enfermedad coronaria<sup>12</sup>. Los estudios clínicos han mostrado una buena correlación entre esta técnica y la coronariografía, así como con los estudios de perfusión con isótopos, lo que hace de ella una alternativa útil en el diagnóstico y la estratificación pronóstica de los pacientes con sospecha o con enfermedad coronaria conocida.

## CARDIORRESONANCIA MAGNÉTICA DE DETECCIÓN DE ISQUEMIA: ¿DOBUTAMINA O VASODILADORES?

Al comparar el valor diagnóstico de la CRM con adenosina con el de la CRM con dobutamina en 79 pacientes, un trabajo demostró que la dobutamina es superior a la adenosina para la inducción de alteraciones en la contractilidad, mientras que la perfusión con adenosina es altamente sensible, aunque menos específica, para la detección de isquemia. Aunque la dobutamina presenta globalmente una mayor exactitud diagnóstica, si valoramos conjuntamente la perfusión y los cambios en la contractilidad inducidos por la adenosina, este fármaco nos ofrece un valor diagnóstico similar a la dobutamina<sup>26</sup>. En los pacientes con indicación para la realización de una prueba de detección de isquemia con CRM, la decisión de hacer un estudio de perfusión con vasodilatadores o un estudio con dobutamina dependerá básicamente de las posibles contraindicaciones para alguno de

los fármacos y de la experiencia del equipo en la realización de cada una de las modalidades de provocación de isquemia.

## BIBLIOGRAFÍA

- Schuijf JD, Shaw LJ, Wijns W, Lamb HJ, Poldermans D, De Roos A, et al. Cardiac imaging in coronary artery disease: differing modalities. *Heart*. 2005;91:1110-7.
- Vilacosta I, San Román JA. *Ecocardiografía de estrés farmacológico*. Madrid: Mosby-Doyma Libros; 1996.
- Nagel E, Lorenz C, Baer F, Hundley WG, Wilke N, Neubauer S, et al. Stress cardiovascular magnetic resonance: consensus panel report. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2001;3:267-81.
- Kuijpers D. Diagnosis of coronary artery disease with dobutamine-stress MRI. *Eur Radiol*. 2005;15 Suppl 2:B48-51.
- Kuijpers D, Ho KY, Van Dijkman PR, Vliegthart R, Oudkerk M. Dobutamine cardiovascular magnetic resonance for the detection of myocardial ischemia with the use of myocardial tagging. *Circulation*. 2003;107:1592-7.
- Al-Saadi N, Gross M, Paetsch I, Schnackenburg B, Bornstedt A, Fleck E, et al. Dobutamine induced myocardial perfusion reserve index with cardiovascular MR in patients with coronary artery disease. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2002;4:471-80.
- Nagel E, Lehmkuhl HB, Bocksch W, Klein C, Vogel U, Frantz E, et al. Noninvasive diagnosis of ischemia induced wall motion abnormalities with the use of high-dose dobutamine stress MRI. *Circulation*. 1999;99:763-70.
- Hundley WG, Hamilton CA, Thomas MS, Herrington DM, Salido TB, Kitzman DW, et al. Utility of fast cine MR imaging and display for the detection of myocardial ischemia in patients not well suited for second harmonic stress echocardiography. *Circulation*. 1999;100:1697-702.
- Wahl A, Paetsch I, Roethemeyer S, Klein C, Fleck E, Nagel E. High-dose dobutamine-atropine stress cardiovascular MR imaging after coronary revascularization in patients with wall motion abnormalities at rest. *Radiology*. 2004;233:210-6.
- Hundley WG, Morgan TM, Neagle CM, Hamilton CA, Rerkpattapipat P, Link KM. Magnetic resonance imaging determination of cardiac prognosis. *Circulation*. 2002;106:2328-33.
- Wahl A, Paetsch I, Gollesch A, Roethemeyer S, Foell D, Gebker R, et al. Safety and feasibility of high-dose dobutamine-atropine stress cardiovascular magnetic resonance for diagnosis of myocardial ischemia: experience in 1,000 consecutive cases. *Eur Heart J*. 2004;25:1-7.
- Pennell DJ, Sechtem UP, Higgins CB, Manning WJ, Probst GM, Rademakers FE, et al. Clinical indications for cardiovascular magnetic resonance (CMR): Consensus Panel report. *Eur Heart J*. 2004;25:1940-65.
- Prasad SK, Lyne J, Chai P, Gatehouse P. Role of CRM in assessment of myocardial perfusion. *Eur Radiol*. 2005;15 Suppl 2:B42-7.
- Tong CY, Prato FS, Wisenberg G, Lee TY, Carroll E, Sandler D, et al. Measurement of the extraction efficiency and distribution volume for Gd-DTPA in normal and diseased canine myocardium. *Magn Reson Med*. 1993;30:337-46.
- Wilke N, Simm C, Zhang J, Ellermann J, Ya X, Merkle H, et al. Contrast-enhanced first pass myocardial perfusion imaging: correlation between myocardial blood flow in dogs at rest and during hyperemia. *Magn Reson Med*. 1993;29:485-97.
- Wolf SD, Schwitzer J, Coultren R, Friedrich MG, Bluemke DA, Bierderman RW, et al. Myocardial first pass perfusion magnetic resonance imaging. A multicenter dose-ranging study. *Circulation*. 2004;110:732-7.
- Giang TH, Nanz D, Coultren R, Friederich M, Graves M, Al Saadi N, et al. Detection of coronary artery disease by magnetic resonan-

- ce myocardial perfusion imaging with various contrast medium doses. First european multicentre experience. *Eur Heart J*. 2004;25:1657-65.
18. Panting JR, Gatehouse PD, Yang GZ, Grothues F, Firmin DN, Collins P, et al. Abnormal subendocardial perfusion in cardiac syndrome X detected by cardiovascular magnetic resonance imaging. *N Engl J Med*. 2002;346:1948-53.
  19. Vernooij K, Verbeek X, Peschar M, Crinjs H, Arts Th, Cornelussen R, et al. Left bundle Branch block induces ventricular remodelling and functional septal hypoperfusion. *Eur Heart J*. 2005;26:91-8.
  20. Underwood SR, Anagnostopoulos C, Cerqueira M, Ell PJ, Flint EJ, Harbinson M, et al; British Cardiac Society; British Nuclear Cardiology Society; British Nuclear Medicine Society; Royal College of Physicians of London; Royal College of Radiologists. Myocardial perfusion scintigraphy: the evidence. *Eur J Nucl Med Mol imaging*. 2004;31:261-91.
  21. Lauerma K, Virtanen KS, Sipila LM, Hekali P, Aronen HJ. Multislice MRI assesment in patients with single vessel proximal left anterior Descending Coronary Artery Disease before and after revascularization. *Circulation*. 1997;96:2859-67.
  22. Al-Saadi N, Nagel E, Gross M, Bornstedt A, Schnackenburg B, Klein C, et al. Non invasive detection of myocardial ischemia from perfusion reserve based on cardiovascular magnetic resonance. *Circulation*. 2000;101:1379-83.
  23. Schwitter J, Nanz D, Kneifel S, Bertschinger K, Buchi M, Knusel PR, et al. Assessment of myocardial perfusion in coronary artery disease by magnetic resonance: a comparison with positron emission tomography and coronary angiography. *Circulation*. 2001;103:2230-5.
  24. Nagel E, Klein C, Paetsch I, Hettwer S, Schnackenburg B, Weigscheider K. Magnetic resonance perfusion measurements for the non invasive detection of coronary artery disease. *Circulation*. 2003;108:432-7.
  25. Pons Lladó G, Carreras F, Leta R, Pujadas S, García Picart J. Estudio de perfusión miocárdica por cardiorresonancia magnética: comparación con la angiografía coronaria. *Rev Esp Cardiol*. 2004;57:388-95.
  26. Paetsch I, Jahnke C, Wahl A, Gebker R, Neuss M, Fleck E, et al. Comparison of dobutamine stress magnetic resonance, adenosine stress magnetic resonance perfusion. *Circulation*. 2004;110:835-42.