

Verifique sus conocimientos resonancia

Jordi Galimany^a y Montserrat Díaz^b

^aEnfermero. Profesor de la Escuela Universitaria de Enfermería. Universidad de Barcelona. L'Hospitalet de Llobregat. Barcelona. España.

^bEnfermera. Unidad IDI RM. Hospital Germans Trias y Pujol. Badalona. Barcelona. España.

INTRODUCCIÓN

La presente entrega de la serie de *Nursing* sobre las pruebas complementarias está dedicada a la resonancia magnética (RM).

Esta modalidad diagnóstica tiene características específicas que la diferencian sustancialmente de las demás modalidades diagnósticas presentadas en esta serie.

Las particularidades de la RM, desde el punto de vista de los cuidados de enfermería, se centran en la necesidad de conocer, mínimamente, las bases de obtención de la imagen diagnóstica, sus principales características y los inconvenientes y contraindicaciones para el paciente.

Enfermería tiene un papel relevante en la fase previa de la exploración, con la información sobre las características de la prueba, la preparación específica para cada técnica y los cuidados durante y después de la misma, teniendo en cuenta que pueden variar en función de la estructura estudiada y de la indicación de la exploración.

Todo ello permitirá que el profesional de enfermería pueda asegurar la integridad y la seguridad del paciente durante el proceso diagnóstico mediante RM.

1. Con respecto a la modalidad diagnóstica de resonancia magnética (RM), es cierto que:

- El mecanismo de obtención de la imagen diagnóstica se basa en la radiación ionizante.
- Es una técnica diagnóstica que utiliza las propiedades físicas de los núcleos de hidrógeno sometidos a un campo magnético.
- Es una técnica radiológica que utiliza las propiedades de emisión de radiación que tienen algunos isótopos.
- La obtención de la imagen diagnóstica se basa en la detección del calcio del cuerpo humano.

2. ¿Qué ventajas destacaría de la RM con respecto a otras modalidades de imagen diagnóstica?

- Es una técnica que permite una visión multiplanar de una estructura anatómica.
- La imagen obtenida permite diferenciar estructuras de densidad similar.

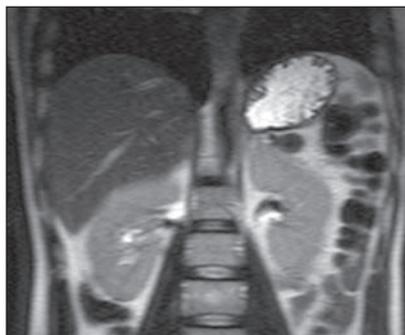


Figura 1A

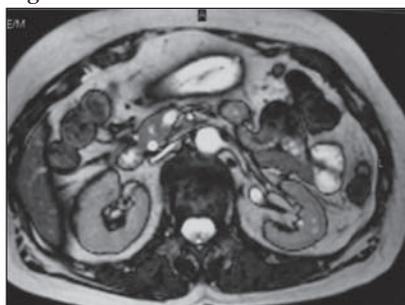


Figura 1B

- Puede obtener imágenes anatómicas y funcionales del cuerpo humano.
- Todas las respuestas son correctas.

3. ¿Que explicaría a un paciente que se debe realizar una RM abierta?

- El equipo estará abierto por los dos extremos del imán.
- Las exploraciones son más rápidas que en los equipos convencionales (cilíndricos o cerrados).

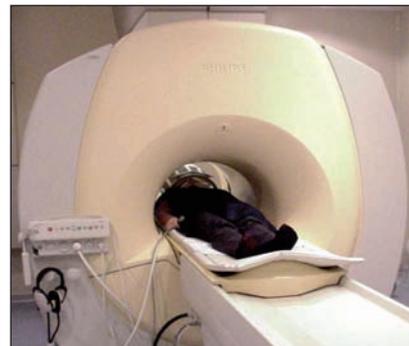


Figura 2A

sobre magnética (RM)



Figura 2B

- c. Es una alternativa que permite realizar la RM en personas con claustrofobia.
- d. Las imágenes obtenidas son de mayor calidad que en los equipos convencionales.

4. ¿Qué desventajas destacaría de la RM con respecto a otras modalidades de imagen?

- a. Es una técnica que produce hipoacusias temporales de forma frecuente debido al ruido.
- b. Es una técnica que requiere una preparación previa laboriosa que incluye siempre ayuno mínimo de 6 horas.
- c. Las exploraciones de RM son, en general, más largas en comparación con otras modalidades diagnósticas (radiografía, tomografía computarizada, ecografía).
- d. Es una técnica contraindicada en los pacientes pediátricos.

5. ¿En qué casos está contraindicada la realización de una RM?

- a. En pacientes portadores de marcapasos cardíaco.

- b. En pacientes portadores de prótesis de cadera.
- c. En pacientes portadores de prótesis de silicona.
- d. No existe ninguna contraindicación respecto a la RM.



Figura 3A



Figura 3B

6. Con respecto a las antenas/bobinas que se colocan al paciente para realizar la RM, es cierto que:

- a. Se utilizan para mejorar la calidad de la imagen obtenida.
- b. Se colocan en la zona anatómica a explorar.
- c. En algunos casos pueden producir calentamiento local.
- d. Todas las respuestas son correctas.

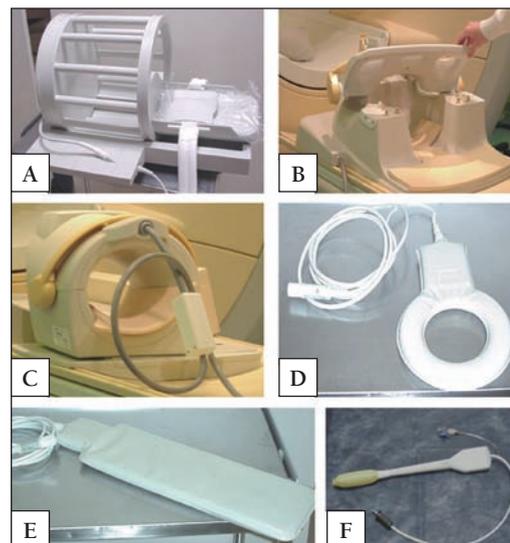


Figura 4

7. En cuanto a la posibilidad de utilizar contraste en las exploraciones de RM, es cierto que:

- a. Los compuestos basados en gadolinio son los más usados.
- b. La administración de contraste nunca presenta reacción alérgica.



Figura 5

- c. El contraste se administra, mayoritariamente, por vía intravenosa.
- d. Las respuestas a y c son correctas.

8. ¿En qué consiste un estudio de espectroscopia de RM?

- a. Es una técnica para valorar el tamaño de la glándula prostática.
- b. Es una técnica que estudia la funcionalidad de los tejidos.
- c. Es útil para estudiar las concentraciones de algunos metabolitos.
- d. Las respuestas a y c son correctas.

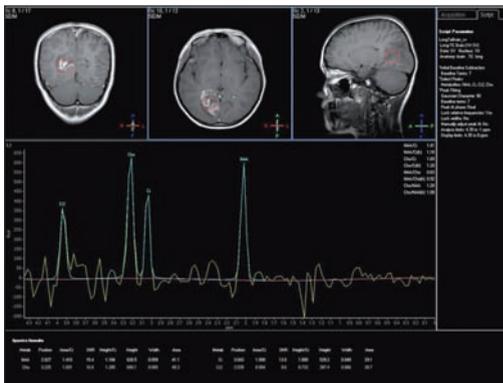


Figura 6

9. En un paciente que tiene prescrita una RM cardiaca hay que tener en cuenta que:

- a. Es una exploración de baja calidad por los movimientos propios del órgano.
- b. Es una técnica que requiere siempre la administración de fármacos bradicardizantes con el fin de mejorar la imagen.
- c. Es una exploración para visualizar la sangre de los grandes vasos y cavidades y para valoraciones del tejido miocárdico.

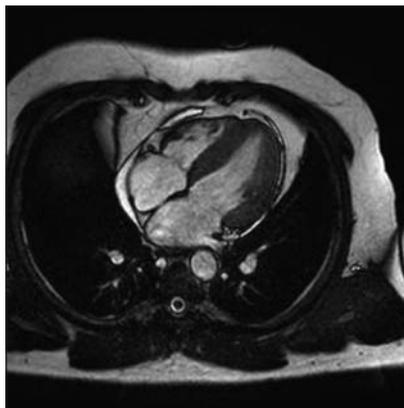


Figura 7

- d. La técnica consiste en colocar un electrodo por vía femoral o braquial.

10. ¿Cuáles de los siguientes elementos de los que puede ser portador un paciente consideraría seguros en la sala de RM?

- a. Móvil, encendedor y monedas.
- b. Elementos que el paciente llevaba y ya se exploraron en una RM anterior en otro centro hospitalario.
- c. Prótesis de oído medio de la cual el paciente no recuerda el modelo exacto y no tiene documentación.
- d. Todas las respuestas son incorrectas.

11. ¿Qué preparación previa precisa un paciente al que se realizará una prueba de colangio RM?

- a. Inyección intravenosa de 20 mg de furosemida para vaciar la vejiga urinaria.
- b. Ayuno de aproximadamente 4-6 h, y se valorará la administración de fármacos antiespasmódicos.
- c. Administración de un enema rectal para limpiar bien el intestino.
- d. Todas las respuestas son falsas.

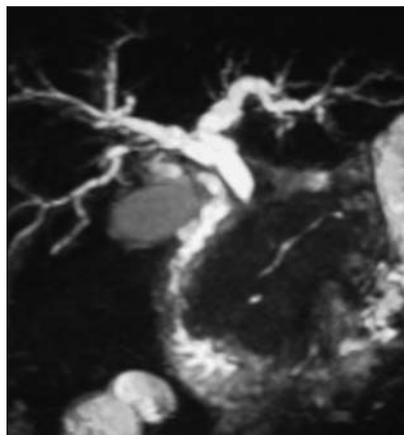


Figura 8

12. La exploración y el diagnóstico de los vasos sanguíneos mediante RM:

- a. Se puede realizar con o sin la inyección de medios de contraste.
- b. La imagen se basa en la capacidad de la RM para diferenciar tejidos estáticos y tejidos móviles (sangre o líquido cefalorraquídeo).
- c. Es una técnica no invasiva llamada angiografía por RM.
- d. Todas las respuestas son ciertas.

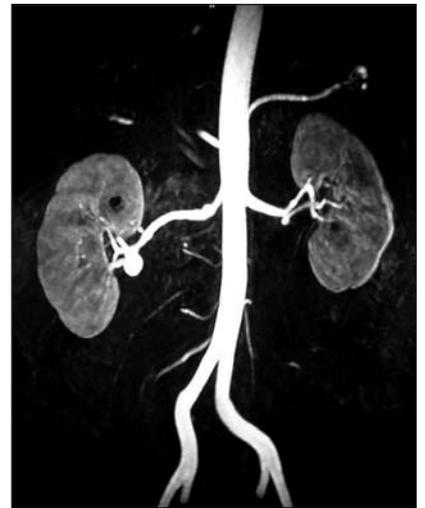


Figura 9

13. ¿Existe la posibilidad de realizar exploraciones del feto mediante RM?

- a. Sí, se realizan de forma rutinaria para ver la evolución del embarazo.
- b. Sí, se realizan en algunos casos para valorar alteraciones fetales o de la gestante.
- c. No se realizan nunca debido a los efectos secundarios sobre la gestante.
- d. No se realizan por el efecto teratogénico de la RM.

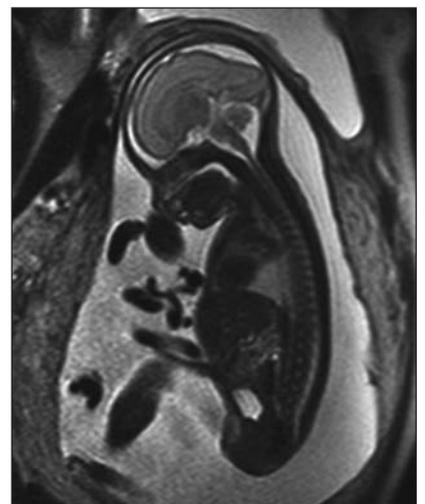


Figura 10

14. La exploración mediante RM en pacientes con implantes metálicos implica que:

- a. Estos elementos se pueden desplazar respecto a su posición original en función del tipo de metal del implante y otras características.



Figura 11 A

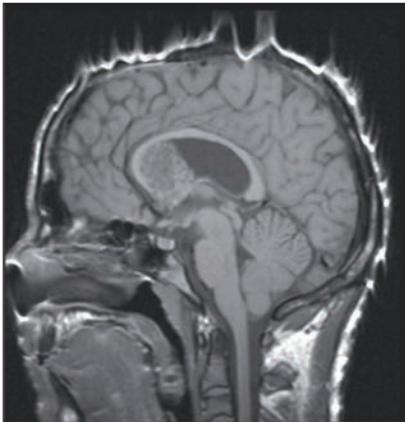


Figura 11 B

- b. Se pueden inducir corrientes eléctricas y calentamiento durante la exploración.
- c. Las imágenes pueden resultar artefactadas por la interacción sobre el campo magnético.
- d. Todas las respuestas son correctas.

15. Con respecto a las exploraciones de RM, es cierto que:

- a. La tractografía cerebral muestra imágenes de los tractos de sustancia gris cerebral.
- b. Las exploraciones funcionales son capaces de mostrar en imágenes la actividad cerebral con la ayuda de algunos fármacos.
- c. La difusión es una técnica útil para la valoración del ataque vascular agudo.
- d. Todas las respuestas son ciertas.

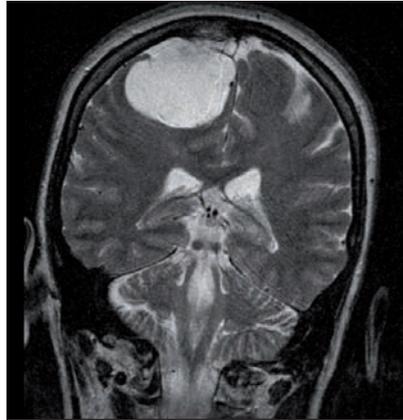


Figura 12 A

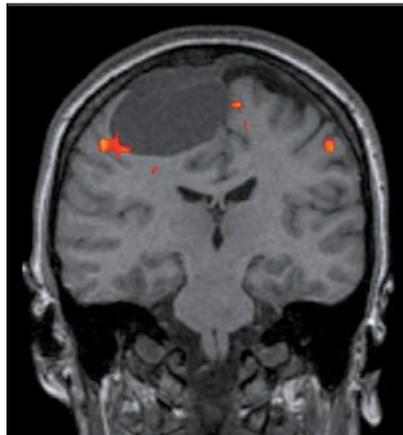


Figura 12 B

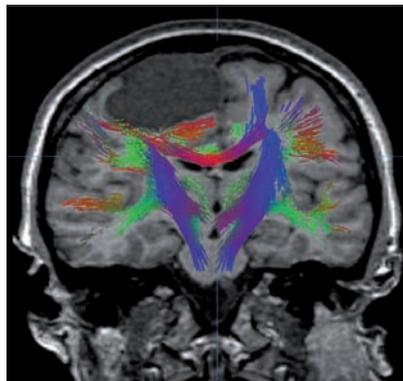


Figura 12 C

Respuestas

1. b. El fenómeno de la resonancia magnética (RM) se basa en las propiedades que presentan los núcleos con número impar de protones (Z impar) y/o número impar de neutrones como el hidrógeno, que cuando se encuentran en un campo magnético muy potente pueden absorber

ondas de radiofrecuencia a su propia frecuencia de resonancia. Este fenómeno se conoce como excitación nuclear.

Posteriormente, esta energía es liberada e inducirá una señal en una antena o bobina que, amplificada, permitirá obtener las imágenes.

De entre todos los núcleos que presentan estas características, tan sólo unos pocos son de utilidad clínica. El más frecuente por su abundancia en los tejidos biológicos es el núcleo H-1. En el cuerpo humano se encuentra, fundamentalmente, en forma de moléculas de agua y de grasa. La utilización de otros núcleos está actualmente en fase experimental.

Es un proceso, en principio, inocuo y poco invasivo, no utiliza radiación ionizante y no existe evidencia de alteraciones sobre el cuerpo humano con los actuales equipos.

2. d. La RM es una técnica que puede obtener planos adquiridos directamente, no por reconstrucción, en cualquier plano anatómico y con cualquier oblicuidad. Presenta una elevada capacidad para diferenciar estructuras que tienen diferente composición, y esta diferenciación o resolución de contraste es muy superior a la de otras técnicas de imagen. Con determinadas frecuencias se puede anular la señal, y por lo tanto la imagen de determinados tejidos (p. ej., agua, grasa). Esta característica permite conseguir diversidad de parámetros para estudiar un mismo plano tomográfico, y como consecuencia tener múltiples fuentes de información que contribuyen al diagnóstico.

Por otra parte, además de conseguir imágenes que representan la morfología del cuerpo humano, se pueden obtener imágenes que demuestran su funcionalidad, como los estudios de difusión, perfusión y funcionales.

La RM permite obtener imágenes de elevado valor diagnóstico sin necesidad de utilizar técnicas invasivas para el paciente. En la figura 1 se muestran dos proyecciones de un estudio abdominal mediante RM.

3. c. Los aparatos que crean el campo magnético se llaman imanes. Según como están diseñados los imanes pueden clasificarse en abiertos o dedicados (RM abierta) y en cilíndricos. Los

imanes abiertos (RM abierta) lo son, al menos por un lado, y resultan mucho menos claustrofóbicos para el paciente que los cilíndricos. En contrapartida, estos aparatos tienen menor potencia, obteniéndose imágenes de menor calidad. Por tanto, para conseguir imágenes de igual o similar calidad se requiere mayor tiempo de exploración.

Los imanes abiertos son especialmente útiles para pacientes que no toleran, en condiciones normales o con una sedación suave, la exploración y suponen una alternativa para estos casos que el profesional de enfermería puede valorar.

En la figura 2, la imagen 2A corresponde a una RM cilíndrica y la imagen 2B muestra una RM abierta.

4. c. La RM es una técnica que, en general, no requiere preparación. En algunos casos como en exploraciones rectales o intestinales, se requiere limpieza intestinal para mejorar la calidad de la imagen obtenida.

En exploraciones con administración de contraste intravenoso, y dependiendo del protocolo de actuación de cada centro, se prescribe ayuno de entre 4 y 6 h con el objetivo de evitar broncoaspiración de contenido gástrico en caso de mareos y vómitos.

También en pacientes poco colaboradores o con claustrofobia muy acusada se puede realizar la técnica en decúbito prono o bajo anestesia, con su correspondiente preparación.

Es una realidad que el tiempo de adquisición de la exploración supera el de otras modalidades diagnósticas como la radiografía, la tomografía computarizada o la ecografía, que son de menor duración. Esto implica que algunos pacientes, debido a su estado general, no pueden tolerar la prueba, que requiere absoluta inmovilidad.

En pacientes pediátricos se adapta la exploración (tiempo, posición, tipo de bobina, sujeción) a las características del paciente.

El nivel de ruido durante la prueba aconseja la utilización de protección auditiva. En algunos pacientes sin protección auditiva se han descrito hipoacusias temporales de forma muy poco frecuente.

5. a. La RM puede producir sobre los materiales metálicos un desplazamiento

o movimiento de rotación para orientarse en la dirección del campo magnético.

Los objetos metálicos ferromagnéticos serán atraídos hacia el centro del imán. Se pueden inducir corrientes eléctricas y calentamiento del material conductor (metal, cables). Por tanto, los pacientes portadores de marcapasos cardíaco tienen contraindicada la RM, ya que éste podría desprogramarse, además de calentarse los cables.

En general, las prótesis metálicas que están sujetas a una estructura ósea no experimentan movimiento de traslación ni rotación.

En algunos casos los pacientes pueden manifestar aumento de temperatura en las zonas donde están insertadas las prótesis metálicas.

Los materiales como la silicona, que no contienen metal o cables, no presentan contraindicación alguna y se puede realizar la RM con normalidad. En los estudios de prótesis mamarias, la RM suele ser útil para valorar posibles roturas de éstas.

La imagen 3A muestra una prótesis bilateral de cadera con un artefacto metálico. La imagen 3B muestra los cables retenidos de un marcapasos no definitivo o provisional que tiene contraindicada la exploración de RM.

6. d. Las antenas o bobinas son elementos flexibles o rígidos que se colocan en la zona anatómica que se va a estudiar y que se encargan de recoger la señal de RM que emiten los tejidos. El paciente debe saber que estos dispositivos se le colocarán cercanos a la zona a explorar, debido a que la señal emitida es muy débil.

Los diferentes equipos comerciales tienen antenas adaptadas a las diversas regiones anatómicas que ya están optimizadas. Tan sólo será más complejo el estudio de zonas no consideradas estándar o en pacientes de dimensiones menores, como es el caso de los pacientes pediátricos.

El profesional de enfermería puede explicar al paciente que durante la exploración se genera un depósito calórico que permanece en los tejidos. Así, en algunos casos el paciente puede notar un aumento de temperatura importante, que se elimina aumentando la frecuencia cardíaca y transpirando. Una de las complicaciones de la RM,

poco habituales, es que el paciente puede presentar quemaduras.

Las imágenes de la figura 4 muestran distintas antenas/bobinas utilizadas en la adquisición de imágenes de RM. La A corresponde a una bobina para estudio de cráneo; la B se utiliza para estudiar el cráneo, el cuello, el plexo braquial y los troncos supraaórticos; la C se usa para estudios de rodilla; la D, para la articulación del carpo y para la articulación temporomandibular; la antena de la imagen E se utiliza en estudios de columna o huesos largos, y la antena F se utiliza en los estudios endorrectales.

7. d. Los medios de contraste utilizados en la RM contienen gadolinio, que sirve para obtener más información diagnóstica. Estos fármacos se administran, en la mayoría de los casos, por vía intravenosa, que, como se ha descrito en la pregunta 4, puede requerir ayuno previo. En algunas exploraciones digestivas se puede administrar por vía oral. Como cualquier otro fármaco, puede originar, por un lado, reacciones alérgicas que pueden llegar a ser graves, aunque son muy poco frecuentes y, por otro, efectos indeseados, como la fibrosis nefrogénica sistémica. El contraste se elimina de forma fisiológica mayoritariamente por vía renal. Como cuidado posterior a la técnica hay que controlar la permeabilidad de la vía y el punto de punción.

Tal como se muestra en la figura 5, se pueden realizar procedimientos de enfermería (venopunción, sondajes, etc.) en la sala de exploración. Se deben mantener las precauciones de trabajo en presencia de un elevado campo magnético, es decir, no entrar objetos ferromagnéticos, tal como se describe en la pregunta 10.

8. c. Como ya se ha descrito, la imagen de RM se obtiene a partir de los núcleos de hidrógeno (H) del agua y de la grasa. Sin embargo, la RM también es capaz de detectar los núcleos de H que forman parte de otros compuestos orgánicos, de tal manera que se pueden identificar y cuantificar metabolitos presentes en los tejidos. Esta técnica es conocida como espectroscopia de RM. La información obtenida se muestra en un gráfico en el que se representa la intensidad

de la señal, que está relacionada con la concentración, en función del desplazamiento químico, de los núcleos de H de los distintos metabolitos detectados. Los más importantes a nivel cerebral son la colina, la creatina, el N-acetilaspártato y el lactato. También se pueden realizar estudios de espectroscopia de otras zonas anatómicas, como próstata, músculo, etc.

Desde el punto de vista de la preparación, no se requiere ninguna medida específica; únicamente hay que tener en cuenta que el tiempo de exploración se dilata. En la figura 6 se muestra un espectro de una zona del parénquima cerebral representada por un cubo en las imágenes de referencia.

9. c. La RM cardíaca es una técnica que permite el estudio del corazón y los grandes vasos de forma no invasiva. Como ventajas presenta la ausencia de radiaciones ionizantes y el hecho de que no es una técnica intervencionista. El movimiento cardíaco es un inconveniente para la obtención correcta de la imagen de RM. Para contrarrestar esto, se sincroniza el movimiento cardíaco con la adquisición de la imagen mediante monitorización electrocardiográfica con electrodos especiales no ferromagnéticos. Las posibilidades que ofrece son el estudio morfológico del corazón y los grandes vasos en diferentes visiones para valorar la anatomía (dos cámaras, cuatro cámaras, eje corto...), el estudio de la función (cuantificación de flujo en cuanto a velocidad y perfil) y valoración de las válvulas.

También se puede valorar, tras la administración de contraste intravenoso, la perfusión miocárdica, las arterias coronarias y la viabilidad del miocardio. En algunos casos se estudia el estrés cardíaco con la administración de algunos fármacos. En estas exploraciones es imprescindible, dadas las posibles complicaciones, que el paciente permanezca monitorizado con equipos específicos para la sala de la RM. En la figura 7 se muestra una imagen de las cuatro cámaras cardíacas.

10. d. La atracción del campo magnético (CM) a los metales ferromagnéticos es proporcional a la intensidad de éste. La intensidad del CM terrestre es de aproximadamente 0,5 Gauss, y un imán

de elevado campo magnético atraerá los objetos ferromagnéticos con una intensidad de hasta 30.000 Gauss (3 Teslas).

La intensidad del CM decrece con la distancia desde el centro del imán. Los elementos metálicos externos que puede llevar el paciente se retirarán siempre por precaución, ya que pueden ser atraídos hacia el centro del imán e impactar contra el equipo o las personas que se interpongan en su trayectoria.

Las monedas, el móvil y el encendedor contienen metal ferromagnético que será atraído hacia el imán y puede provocar un accidente, dependiendo de la potencia del CM. En caso de no ser portadores de metal ferromagnético, también se retirarán para evitar el peligro de quemaduras por calentamiento. También se deben tener en cuenta elementos como palos de suero, camas, camillas, sillas de ruedas, respiradores, fonendoscopios, etc. Los elementos que porta el paciente que ya han sido explorados no se pueden considerar seguros por desconocer las características concretas del imán en el que se exploraron.

La potencia del imán determina la posibilidad de realizar la técnica o no. En pacientes portadores de prótesis de las que se desconoce el modelo exacto, se deben consultar los listados existentes a tal efecto.

11. b. Los estudios de colangiografía en RM son una técnica no invasiva que permite la adquisición de imágenes del árbol biliar en cualquier plano del espacio sin la administración de contraste intravenoso. Permite valorar el conducto biliar intra y extrahepático, y habitualmente es tan efectiva como las técnicas colangiográficas de adquisición directa.

Para realizar el estudio se requerirá que el paciente permanezca en apnea (5-20 s) en algunas fases. Es una técnica únicamente diagnóstica que tiene la misma indicación que la colangiopancreatografía retrógrada endoscópica de tipo diagnóstico.

La única preparación previa del paciente consistirá en ayuno de 4-6 h para reducir el contenido de líquido gástrico e intestinal y, dependiendo del centro, se administrará un fármaco antiespasmódico para evitar el movimiento intestinal y mejorar por tanto la calidad de las imágenes. No es

necesario limpiar el intestino ni vaciar la vejiga urinaria, ya que no influyen en la calidad de la imagen. En la figura 8 se muestra una imagen del conducto biliar intra y extrahepático con una gran dilatación.

12. d. El estudio del flujo de los vasos sanguíneos en RM se denomina angiografía por resonancia magnética (ARM). La ARM permite la adquisición de imágenes vasculares, tanto arteriales como venosas, de forma no invasiva y en un tiempo relativamente corto. La captación de estas imágenes se basa en la diferencia entre los tejidos móviles, como la sangre, y los tejidos estáticos.

Es de especial utilidad para demostrar la morfología de los vasos y su relación con las estructuras adyacentes. En algunos casos se requerirá la administración de medios de contraste derivados del gadolinio o específicos que permanecen más tiempo en el lecho intravascular. Además, cuando las imágenes pueden aparecer con artefactos debido a los movimientos respiratorios, las exploraciones se suelen realizar en apnea (15-20 s).

Una ventaja para el paciente es que la ARM con contraste puede adquirir imágenes de zonas amplias en pocos segundos. El inconveniente que presenta es que, además del uso del contraste, se deben adquirir las imágenes cuando el contraste está depositado en el territorio vascular que se va a estudiar.

En la figura 9 se muestra un estudio vascular de las arterias renales e ilíacas tras la inyección de contraste.

13. b. Actualmente se realizan estudios fetales mediante RM, siempre y cuando la relación riesgo/beneficio sea favorable para el paciente. De momento no se realizan de forma rutinaria, ya que es una técnica relativamente nueva; a pesar de todo, no se ha demostrado que los campos magnéticos presenten efectos iatrogénicos sobre la estructura del ADN, la reproducción o el crecimiento celular en personas expuestas. Como precaución, a la espera de mayor evidencia, se recomienda no realizar exploraciones en estadios precoces del embarazo, a no ser que sea la única alternativa a una exploración con radiaciones ionizantes. Debe comunicarse a la embarazada que hasta la fecha no existe evidencia de riesgo.

No se suele recomendar la administración de contraste intravenoso, ya que el gadolinio atraviesa la barrera placentaria.

Alguno de los problemas que presenta esta exploración es el movimiento continuo del feto, que dificulta la adquisición de imágenes en tiempos largos para obtener mayor resolución. En la figura 10 se puede observar un estudio fetal en una paciente embarazada que muestra un feto en avanzado estado de gestación.

14. d. Los objetos metálicos ferromagnéticos en el interior del campo magnético pueden experimentar un movimiento de rotación y traslación en función de su libertad. Por tanto, es importante conocer el tipo de material del implante y el tiempo transcurrido desde que se insertó, así como su localización. En la actualidad se implantan materiales seguros, como titanio, tungsteno, tántalo, plata, etc., que no presentan problemas en cuanto a desplazamiento dentro de la sala del imán. Se debe prestar especial atención a los implantes antiguos con acero o con componentes magnéticos.

Además, las ondas de radiofrecuencia que emite el imán o la bobina emisora dejan un depósito calórico en los tejidos que puede producir un calentamiento excesivo y provocar una quemadura.

Los pacientes con implantes u objetos metálicos externos pueden mostrar imágenes con distorsiones geométricas en la zona del implante y la zona adyacente que en ocasiones pueden incluso simular patología. En la figura 11A se muestra un artefacto debido a un implante en

la rodilla, y en la figura 11B se muestra una distorsión en la calota del paciente debido a esquirlas o virutas de metal en el cuero cabelludo de un trabajador de la metalurgia.

15. c. La imagen funcional obtenida mediante RM permite realizar técnicas que ofrecen información adicional a la RM morfológica. Las más frecuentes son las imágenes de difusión, las de perfusión y las de activación cerebral o propiamente funcional.

Cuando por una lesión en el cerebro disminuye el flujo cerebral, esto produce una isquemia y una disfunción eléctrica. Las células permanecen viables durante un tiempo, y posteriormente la lesión se vuelve irreversible y pasa al infarto cerebral. La técnica de difusión en el cerebro permite realizar el diagnóstico precoz cuando la lesión descrita anteriormente es todavía reversible.

La perfusión cerebral mide el aporte cerebral de microcirculación al tejido estudiado. Es útil en la isquemia, la caracterización tumoral, la valoración de respuesta al tratamiento en tumores cerebrales, etc.

Las imágenes funcionales son importantes para determinar la relación entre las lesiones cerebrales y las zonas funcionales, para minimizar o evitar el daño en las intervenciones de neurocirugía y evitar las secuelas. La tractografía nos muestra las fibras de sustancia blanca cerebrales.

En la figura 12, la imagen A muestra una visión anatómica de la lesión; la B, una imagen de tipo funcional, y la C, una imagen de tractografía. 

Bibliografía

- Betelu M, Esportin M, Azcona M, Nuin C, Pérez P, Pereda T. Valoración de la ansiedad en los pacientes ante la resonancia magnética. *Enferm Radiol.* 2001;49:16-9.
- Betelu M, Pérez P, Navascués I, Nuin C, Esporrín M, Azcona M, et al. Valoración de enfermería en resonancia magnética. *Enferm Radiol.* 2004;59:18-20.
- Ellis H. Imagen por resonancia magnética. En: Atlas de posiciones radiográficas y procedimientos radiológicos. Barcelona: Masson-Salvat; 1993. p. 291-306.
- Gerhardt P, Frommhold W. Atlas de correlaciones anatómicas en TAC y RMN. Barcelona: Salvat; 1989.
- Gili J. Introducción biofísica a la resonancia magnética aplicada a la clínica. Barcelona: Jaume Gili, editor; 2009.
- Haaga J, Lanzieri C. Tomografía computada y resonancia magnética: diagnóstico por la imagen corporal total. 3.ª ed. Madrid: Mosby; 1996.
- Lafuente J. Atlas de tecnología de la resonancia magnética. 2.ª ed. Madrid: Tyco Mallinckrodt; 2004.
- Li A, Wong CS, Wong MK, Lee CM, Au Yeung MC. Acute adverse reactions to magnetic resonance contrast media—gadolinium chelates. *Br J Radiol.* 2006;79(941):368-71.
- Pedrosa CS, Casanova R. Diagnóstico por la imagen. Compendio de radiología clínica. 14.ª ed. Madrid: Mc Graw-Hill Interamericana; 2001.
- Shellock F, Kanal E. Reference manual for magnetic resonance safety, implants and advices. Los Angeles CA: Raven Press; 2009.
- Soler R, Rodríguez E, Méndez C. Medios de contraste basados en gadolinio de distribución extracelular. En: Martí-Bonmati L, Pallardo Y, editores. Medios de contraste en radiología. Madrid: Panamericana; 2008. p. 21-33
- Villar J, Bonmati L. Resonancia magnética. Diagnóstico por la imagen. Barcelona: Salvat; 1991.

Correspondencia: Jordi Galimany Masclans
Departament d'Infermeria de Salut Pública,
Salut Mental i Materno-Infantil
Campus de Bellvitge. Pavelló de Govern. 3ra planta.
C/Feixa Llarga, s/n. 08907 L'Hospitalet de Llobregat.
Barcelona. España.

Correo electrónico: jordigalimany@ub.edu