

## Original breve

# Resonancia magnética en pacientes con catéteres peritoneales autoposicionantes: ¿se puede?

Mercedes Moreiras-Plaza<sup>a,\*</sup>, Beatriz Nieto-Baltar<sup>b</sup>, María Hernansanz-Pérez<sup>a</sup>,  
Cintia Carames-Feijoo<sup>a</sup>, Evelio Martínez-Corona<sup>a</sup> y Graciela Lorenzo-García<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Servicio de Nefrología, Hospital Álvaro Cunqueiro, Complejo Hospitalario Universitario de Vigo, Vigo, España

<sup>b</sup> Servicio de Radiodiagnóstico, Hospital Álvaro Cunqueiro, Complejo Hospitalario Universitario de Vigo, Vigo, España

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

*Historia del artículo:*

Recibido el 16 de diciembre de 2019

Aceptado el 4 de mayo de 2020

On-line el 24 de septiembre de 2020

*Palabras clave:*

Diálisis peritoneal  
Catéter autoposicionante  
Resonancia magnética  
Compatibilidad  
Seguridad

*Keywords:*

Peritoneal dialysis  
Self-locating catheter  
Magnetic resonance imaging  
Compatibility  
Safety

## RESUMEN

La presencia de una pieza de metal en el extremo de los catéteres autoposicionantes provoca dudas e incertidumbres a la hora de realizar una resonancia magnética (RM) a pacientes que portan este tipo de catéter.

Simulamos un peritoneo con un catéter lastrado para comprobar el comportamiento del catéter durante la realización de una resonancia en equipos 1,5 T y 3 T. Y revisamos los casos en los que se realizaron RM en pacientes con este tipo de catéter.

En la simulación, la punta del catéter peritoneal autoposicionante provoca un artefacto de susceptibilidad magnética que dificulta la visión de zonas cercanas, pero se comporta como dispositivo seguro para la RM. Se realizaron 14 RM en pacientes con catéteres autoposicionantes, ninguna en la zona abdominal. No hubo complicaciones en los pacientes ni en la técnica tras la realización de RM.

© 2020 Sociedad Española de Nefrología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Magnetic resonance imaging in patients with self-locating peritoneal catheters: Is it safe?

## ABSTRACT

The fact that self-locating catheters have a piece of metal at the tip leads to doubt and uncertainty around performing magnetic resonance imaging (MRI) in patients with this type of catheter.

We simulated a peritoneum with a weighted catheter to ascertain how the catheter behaved during MRI scans in 1.5 T and 3 T machines. We also reviewed cases in which MRI had been performed in patients with this type of catheter.

\* Autora para correspondencia.

Correo electrónico: [mercedes.moreiras.plaza@sergas.es](mailto:mercedes.moreiras.plaza@sergas.es) (M. Moreiras-Plaza).

<https://doi.org/10.1016/j.nefro.2020.05.016>

0211-6995/© 2020 Sociedad Española de Nefrología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

In the simulation, the tip of the self-locating peritoneal catheter caused a magnetic susceptibility artefact that made it difficult to see nearby areas, but it proved to be a safe device for MRI. 14 MRI scans were performed in patients with self-locating catheters, none in the abdominal area. There were no complications in the patients or the technique after performing MRI.

© 2020 Sociedad Española de Nefrología. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

El desplazamiento de la punta del catéter es un problema frecuente en diálisis peritoneal, y en muchas ocasiones causa de fallo de la técnica.

El catéter autoposicionante, diseñado para evitar este problema, incorpora en su extremo distal un cilindro de wolframio recubierto de silicona que ayuda a que se mantenga en su correcta posición. La presencia de esa pieza de metal provoca dudas e incertidumbres a la hora de realizar una resonancia magnética (RM) a pacientes que portan este tipo de catéter.

La empresa fabricante (B. Braun Medical, S.A) no indica la categoría de seguridad según la American Society for Testing and Materials (ASTM International) de este tipo de catéter, que no figura en los listados oficiales de dispositivos seguros durante la RM. Tampoco hemos encontrado en la literatura referencias acerca de la compatibilidad o no de estos catéteres con la RM.

Ante esta ausencia de información, y por prudencia, muchos centros no realizan este tipo de prueba diagnóstica a los pacientes con catéteres autoposicionantes. Sin embargo, no es infrecuente que en otros centros u ocasiones, por desconocimiento de la existencia o de las características del catéter, sí se realice RM estos pacientes.

Para aclarar estas dudas, decidimos simular un catéter lastrado dentro de un peritoneo, para comprobar el comportamiento del catéter durante la realización de una resonancia. También revisamos a cuántos de nuestros pacientes portadores de un catéter autoposicionante se les realizó RM, y si sufrieron algún problema o complicación

## Material y métodos

Probamos inicialmente un catéter (Care-Cath SPC. B-Braun) dentro del equipo de RM. Al acercarlo, la punta mostró un discreto efecto ferromagnético debido a los campos magnéticos cambiantes en la entrada que ejercieron una fuerza translacional sobre la punta del catéter, atrayéndola a la abertura de la carcasa. Sin embargo, una vez dentro del túnel, el campo magnético homogéneo no provocó atracción ni movimiento de la punta del catéter, que se mantuvo inmóvil sobre la camilla. Esta discreta afectación confirma que la composición del metal no es 100% homogénea, ya que el wolframio se considera un material inerte y no magnético.

A continuación, y para simular un peritoneo, rellenamos varios globos de látex de diferentes tamaños con agua, leche, agua con harina de maíz y leche con harina de maíz. Estos

globos fueron introducidos a su vez dentro de otro gran globo relleno de agua salada, en el que además se introdujo el catéter lastrado (fig. 1). Probamos nuestro artilugio en equipos de RM 1,5 T (Horizon GE) y 3 T (Ingenia Philips), adquiriendo en ambos equipos la secuencia localizadora y las secuencias T2 single shot. En el equipo de 1,5 T se adquirieron también secuencias T2 en los 3 planos, y eco de gradiente balanceado (FIESTA). Tanto el catéter como los globos fueron inspeccionados tras la realización de las pruebas.

Paralelamente revisamos a cuántos de nuestros pacientes con catéteres autoposicionantes se les había realizado algún estudio de RM en los últimos 5 años, y si habían sufrido algún tipo de complicación.

## Resultados

En los últimos 5 años se implantaron catéteres autoposicionantes a 44 pacientes. A 6 de ellos se les realizaron 14 RM, la mayoría de ellas craneoencefálicas (n=11) por patologías agudas o como control de patologías crónicas. La RM restantes tuvieron indicación traumatológica (n=2) y cardiológica (n=1). Ninguno de los estudios afectaba a la cavidad abdominal. Algunos de los estudios fueron realizados en otros centros hospitalarios o indicados por profesionales que desconocían la naturaleza y composición del catéter peritoneal. No se registró ninguna complicación durante o después del procedimiento.

En nuestra simulación, la posición del catéter permaneció estable durante los estudios, y su extremo no se movió durante la realización de la RM, ni lesionó o deformó los globos. Tampoco se objetivó calentamiento de la punta del catéter tras la adquisición de las secuencias, lo que puede explicarse por el aislamiento del metal por la silicona.

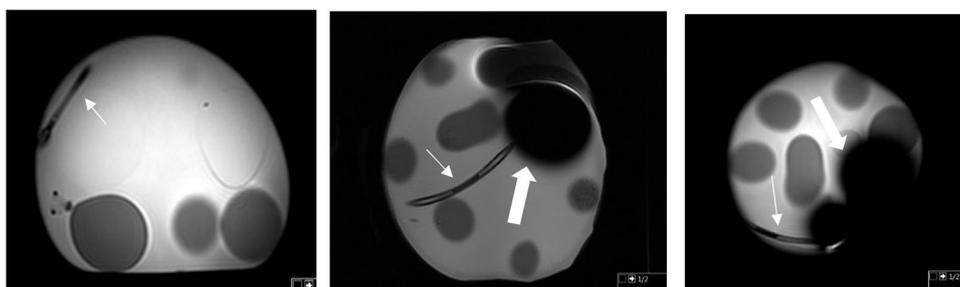
Se apreció que la punta del catéter condiciona un artefacto de susceptibilidad magnética, con un defecto en la señal en forma de trébol en algunas secuencias. La extensión de dicho artefacto, medido en las secuencias T2 single shot, es de unos 12 cm en 3 T y de unos 8 cm en 1,5 T. Este defecto impide valorar estructuras que se sitúen en la cercanía de la punta del catéter (fig. 2).

## Discusión

El desplazamiento de la punta del catéter es un problema frecuente en diálisis peritoneal, y en muchas ocasiones provoca fallo de la técnica. La malposición de la punta puede ser consecuencia de su atrapamiento por el epiplón, o estar favorecida



**Figura 1 – Componentes y resultado final de la simulación.**



**Figura 2 – Imágenes del fantoma con el catéter en la RM. Flecha fina: catéter; flecha gruesa: artefacto magnético provocado por la punta del catéter.**

por la peristalsis intestinal y las características/diseño del catéter.

El catéter autoposicionante, diseñado por di Paolo para evitar este problema, incorpora en su extremo distal un cilindro de wolframio recubierto de silicona que ayuda a que se mantenga en su correcta posición en el fondo de saco de Douglas<sup>1</sup>. Sin embargo, la presencia de esa pieza de metal provoca dudas y recelos a la hora de realizar una RM, técnica diagnóstica cada vez más utilizada y con más indicaciones, a pacientes que portan este tipo de catéter.

La RM se considera una técnica «segura» por no suponer radiación al no estar basada en los rayos X. Sin embargo, no está exenta de otros riesgos potenciales que pueden surgir

como consecuencia de los mecanismos principales del funcionamiento del sistema<sup>2-4</sup>:

- *Fuerza de desplazamiento*: debido al fuerte campo magnético estático, cualquier objeto ferromagnético puede moverse o acelerarse y ser atraído al imán. Esta característica es la responsable del conocido como «efecto proyectil».
- *Torsión*: el campo magnético actúa alineando el eje más largo del objeto con el eje del campo magnético.
- *Corrientes eléctricas*: para realizar las diferentes secuencias de una RM se modifican pequeños campos magnéticos, más débiles que el campo magnético principal, encendiéndolos y apagándolos rápidamente de forma continuada. Estos cam-

bios pueden inducir corrientes eléctricas en dispositivos conductores e inducir estimulación neuromuscular.

- *Calentamiento por radiofrecuencia*: los objetos metálicos pueden concentrar la energía de los pulsos de radiofrecuencia y por ello calentarse.

La creciente variedad y complejidad de dispositivos o implantes médicos, y el cada vez más extenso uso y aplicación de la RM, hacen necesario conocer el comportamiento de estos objetos en el entorno de la RM. La ASTM International comenzó en 1997 a desarrollar métodos para evaluar la seguridad de dispositivos e implantes médicos en el ambiente de RM, y actualmente la información sobre la seguridad de un objeto o material en la RM se establece según sus estándares<sup>5-7</sup>.

Este mismo organismo ha establecido las definiciones con las que clasificar los dispositivos respecto a la RM<sup>8</sup>:

- *Seguro (MR Safe)*: que no supone ningún peligro durante la RM.
- *Condicional (MR Conditional)*: que no supone peligro durante la RM en determinadas condiciones.
- *Inseguro (MR Unsafe)*: peligroso durante la RM en cualquier condición y secuencia.
- *No evaluado (MR not evaluated)*: esta etiqueta no puede utilizarse en dispositivos que tengan algún componente o proporción de material ferromagnético en su composición<sup>9</sup>.

Cada definición se acompaña de su correspondiente icono, que debe figurar en el embalaje del dispositivo, en color (recomendable para mayor visibilidad) o en blanco y negro.

Para aquellos dispositivos con categoría *MR Conditional*, se deben incluir además las características y condiciones en las que el uso es seguro (tipo de generador, potencia del campo magnético, tipos de gradientes magnéticos o de secuencias...).

La mayoría de los test para determinar la seguridad de un dispositivo en RM se han realizado en equipos con potencia 1,5T o inferior. Sin embargo, los equipos actuales disponen de campos magnéticos más potentes. Esto puede suponer un problema en objetos metálicos débilmente magnéticos en equipos 1,5T que en equipos más potentes se comportan como fuertemente ferromagnéticos<sup>9</sup>. De ahí la importancia de la actualización en los estudios de compatibilidad de los dispositivos o implantes médicos; la FDA y la propia ASTM publican guías y métodos estandarizados para esta comprobación<sup>5-7,9</sup>.

Evidentemente, y esta es la limitación de este trabajo, dado que nuestra simulación no se rigió por dichas normas, no podemos concluir categóricamente y oficialmente la seguridad del catéter autoposicionante en la RM. Pero los resultados en nuestra simulación y la ausencia de complicaciones en los pacientes a los que se les realizó algún estudio mediante RM nos permiten ser optimistas en este sentido. En nuestra experiencia el catéter autoposicionante se comporta como un dispositivo seguro en la RM, y las interferencias que produce la pieza metálica solo afectan a las zonas cercanas.

Sin embargo, compete a la empresa fabricante (que ha sido informada de nuestra simulación) el demostrar e indicar

claramente y siguiendo las normas establecidas, la seguridad de su producto.

## Conflicto de intereses

La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Di Paolo N, Capotondo L, Brardi S, Nicolai G. The self-locating peritoneal catheter: Fifteen years of experience. *Perit Dial Int.* 2010;30:504-5. <http://dx.doi.org/10.3747/pdi.2009.00207>.
2. Terry O, Woods. Standards for medical devices in MRI: Present and future. *J Magn Reson Imaging.* 2007;26:1186-9. <http://dx.doi.org/10.1002/jmri.21140>.
3. Frank G, Shellock Frank G, Shellock Frank G, Shellock. Magnetic resonance safety update 2002: Implants and devices. *J Magn Reson Imaging.* 2002;16:485-96. <http://dx.doi.org/10.1002/jmri.10196>.
4. Zaremba LA. FDA guidelines for magnetic resonance equipment safety. [consultado 13 Sep 2020]. Disponible en: <https://aapm.org/meetings/02am/pdf/8356-48054.pdf>
5. ASTM F2052-06. Standard test method for measurement of magnetically induced displacement force on medical devices in the magnetic resonance environment. West Conshohocken, PA: ASTM International; 2006. doi: 10.1520/F2052-06. [consultado 13 Sep 2020]. Disponible en: [www.astm.org](http://www.astm.org). <https://www.astm.org/Standards/F2052.htm>
6. ASTM F2182-02a. Standard test method for measurement of radio frequency induced heating near passive implants during magnetic resonance imaging. West Conshohocken, PA: ASTM International; 2002. doi: 10.1520/F2182-02. [consultado 13 Sep 2020]. Disponible en: [www.astm.org](http://www.astm.org). <https://www.astm.org/Standards/F2182.htm>
7. ASTM F2213-06. Standard test method for measurement of magnetically induced torque on medical devices in the magnetic resonance environment. West Conshohocken, PA: ASTM International; 2006. doi: 10.1520/F2213-06. [consultado 13 Sep 2020]. Disponible en: [www.astm.org](http://www.astm.org). <https://www.astm.org/Standards/F2213.htm>
8. ASTM F2503-13. Standard practice for marking medical devices and other items for safety in the magnetic resonance environment. West Conshohocken, PA: ASTM International; 2013. doi: 10.1520/F2503-13. [consultado 13 Sep 2020]. Disponible en: [www.astm.org](http://www.astm.org). <https://www.astm.org/Standards/F2503.htm>
9. U.S. Department of Health and Human Services Food and Drug Administration Center for Devices and Radiological Health Office of Science & Engineering Laboratories. Division of Solid and Fluid Mechanics. Establishing safety and compatibility of passive implants in the magnetic resonance (MR) environment. guidance for industry and food and drug administration staff. 2014; document number (1685). [consultado 13 Sep 2020]. Disponible en: <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/establishing-safety-and-compatibility-passive-implants-magnetic-resonance-mr-environment>