

## Resonancia magnética de mama: Recomendaciones de la EUSOBI sobre la información a las mujeres

Ritse M. Mann<sup>1</sup> · Corinne Balleyguier<sup>2</sup> · Pascal A. Baltzer<sup>3</sup> · Ulrich Bick<sup>4</sup> · Catherine Colin<sup>5</sup> · Eleanor Cornford<sup>6</sup> · Andrew Evans<sup>7</sup> · Eva Fallenberg<sup>4</sup> · Gabor Forrai<sup>8</sup> · Michael H. Fuchsjäger<sup>9</sup> · Fiona J. Gilbert<sup>10</sup> · Thomas H. Helbich<sup>3</sup> · Sylvia H. Heywang-Köbrunner<sup>11</sup> · Julia Camps-Herrero<sup>12</sup> · Christiane K. Kuhl<sup>13</sup> · Laura Martincich<sup>14</sup> · Federica Pediconi<sup>15</sup> · Pietro Panizza<sup>16</sup> · Luis J. Pina<sup>17</sup> · Ruud M. Pijnappel<sup>18</sup> · Katja Pinker-Domenig<sup>3</sup> · Per Skaane<sup>19</sup> · Francesco Sardanelli<sup>20</sup> · para la Sociedad Europea de Imagen Mamaria (EUSOBI), con revisión lingüística de Europa Donna, The European Breast Cancer Coalition

Recibido: 6 de febrero de 2015/Revisado: 28 de febrero de 2015/Aceptado: 15 de abril de 2015/Publicado en Internet: 23 de mayo de 2015  
© Los autores 2015. Este artículo está publicado con acceso gratuito en Springerlink.com

### Resumen

En este artículo se resume la información sobre la RM de mama que se debe facilitar a las mujeres y a los médicos remitentes. Tras enumerar las contraindicaciones, se describen

los detalles del procedimiento, haciendo hincapié en la necesidad de una programación correcta y de no moverse durante la exploración. Se comenta el informe estructurado, incluidas las categorías BI-RADS<sup>®</sup>, y las medidas siguientes

**Material complementario electrónico** La versión electrónica de este artículo (doi:10.1007/s00330-015-3807-z) contiene material complementario, que se encuentra a disposición de los usuarios autorizados.

✉ Francesco Sardanelli  
francesco.sardanelli@unimi.it

<sup>1</sup> Departamento de Radiología, Centro Médico Nimega de la Universidad de Radboud, Nimega, Países Bajos

<sup>2</sup> Departamento de Radiología, Instituto Gustave-Roussy, Villejuif, Francia

<sup>3</sup> Departamento de Imágenes Biomédicas y Terapia Guiada por la Imagen, División de Imágenes Moleculares y de Género, Universidad Médica de Viena, Viena, Austria

<sup>4</sup> Clínica de Radiología, Charité, Universitätsmedizin Berlin, Berlín, Alemania

<sup>5</sup> Unidad de Radiología, Hospices Civils de Lyon, Centre Hospitalo-Universitaire Lyon Sud, Pierre Bénite Cedex, Francia

<sup>6</sup> Nottingham Breast Institute, Nottingham University Hospitals, Nottingham, Reino Unido

<sup>7</sup> Dundee Cancer Centre, Clinical Research Centre, Ninewells Hospital and Medical School, Dundee, Reino Unido

<sup>8</sup> Hospital Docente MHEK Universidad Semmelweis, Budapest, Hungría

<sup>9</sup> Departamento de Radiología, Facultad de Medicina de Graz, Graz, Austria

<sup>10</sup> Department of Radiology, University of Cambridge, School of Clinical Medicine, Cambridge Biomedical Campus, Cambridge, Reino Unido

<sup>11</sup> Centro de Referencia Nacional de Mamografía, Múnich, Múnich, Alemania

<sup>12</sup> Departamento de Radiología, Hospital de la Ribera, Alzira, Valencia, España

<sup>13</sup> Hospital Universitario de Aquisgrán, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule, Aquisgrán, Alemania

<sup>14</sup> Unidad de Radiología, IRCCS-FPO, Candiolo, Turín, Italia

<sup>15</sup> Departamento de Ciencias Radiológicas, Oncológicas y Patológicas, Universidad Sapienza, Roma, Italia

<sup>16</sup> Departamento de Radiología 1, Fondazione IRCCS Istituto Nazionale dei Tumori, Milán, Italia

<sup>17</sup> Departamento de Radiología, Clínica Universidad de Navarra, Pamplona, Navarra, España

<sup>18</sup> Departamento de Estudios de Imagen, Centro Médico Universitario de Utrecht, Utrecht, Países Bajos

<sup>19</sup> Departamento de Radiología, Hospital Universitario de Oslo Ullevaal, Universidad de Oslo, Oslo, Noruega

<sup>20</sup> Departamento de Ciencias Biomédicas para la Salud, Università degli Studi di Milano, Radiology Unit, IRCCS Policlinico San Donato, Via Morandi 30, 20097 San Donato Milanese, Milán, Italia

después de una RM de mama. La RM de mama es una modalidad muy sensible que mejora significativamente el cribado en las mujeres de alto riesgo. También tiene utilidad en el diagnóstico clínico, la resolución de problemas y la estadificación, lo que influye en el tratamiento de la paciente. Sin embargo, no es una prueba perfecta, y en ocasiones se puede pasar por alto un cáncer de mama. Por consiguiente, también deben tenerse en cuenta los hallazgos clínicos y de otros estudios de imagen (mamografía/ecografía). Por el contrario, la RM puede detectar lesiones que no son visibles en otras modalidades de imagen y que resultan ser benignas (falsos positivos). Es necesario comentar estos riesgos con las mujeres antes de solicitar/realizar una RM de mama. Dado que los inconvenientes de la RM de mama dependen de la indicación de la exploración, se presenta información básica sobre las indicaciones más importantes de la RM de mama. Se presentan 17 notas y cinco preguntas frecuentes que pueden emplearse durante la comunicación directa con las mujeres. El texto fue revisado por *Europa Donna–The European Breast Cancer Coalition* para garantizar que las mujeres que vayan a hacerse una RM puedan entenderlo fácilmente.

#### Puntos clave

- *La información sobre la RM de mama se refiere a las ventajas y los inconvenientes y a la preparación para la exploración*
- *Se debe comprobar si la paciente tiene claustrofobia y dispositivos implantables, la predisposición a las alergias y la función renal.*
- *Antes de la menopausia, es preferible programar la prueba los días 7-14 del ciclo*
- *Durante la exploración, es muy importante que la paciente no se mueva*
- *La disponibilidad de exploraciones previas mejora la exactitud de la interpretación de la RM de mama*

**Palabras clave** *Breast · Breast cancer · Magnetic resonance imaging · Access to information · Patient advocacy*

#### Introducción

Los primeros resultados relativos a la resonancia magnética (RM) de mama se publicaron hace más de 30 años, pero el uso clínico comenzó durante el decenio de 1990 tras la introducción de protocolos con contraste [1,2]. La RM de mama es hoy uno de los principales métodos diagnósticos de las enfermedades de la mama, junto con la mamografía, la ecografía y la biopsia por punción guiada por la imagen. Se basa en el uso de (a) un potente campo magnético proporcionado por un imán de alta calidad; (b) ondas electromagnéticas de baja energía (ondas de radiofrecuencia,

similares a las de radio, televisión y teléfonos inalámbricos) radiadas y recibidas por unas bobinas especiales (antenas) dentro del imán que se colocan cerca de la parte del cuerpo estudiada. La RM puede diferenciar bien las lesiones y anomalías de la mama. Sin embargo, para diagnosticar o descartar un cáncer, es necesaria la administración intravenosa de un medio de contraste (MC) con gadolinio [3,4]. No es preciso inyectar un MC para evaluar la integridad de los implantes mamarios. La RM no expone a la paciente a radiación potencialmente peligrosa, pero deben tenerse en cuenta otras precauciones, contraindicaciones y posibles efectos secundarios importantes (incluidos los relacionados con los MC).

En cuanto a la detección del cáncer, la RM es superior a la mamografía y la ecografía (pero no las sustituye por completo). Su valioso rendimiento diagnóstico se ha confirmado en numerosos estudios. Sin embargo, la RM detecta también lesiones benignas que, de lo contrario, habrían pasado desapercibidas, lo que da lugar a un estudio adicional por lo demás innecesario. También deben tenerse en cuenta los costes, ya que la RM es más cara que la mamografía y la ecografía. Las principales indicaciones de la RM de mama [5–9] se enumeran en la tabla 1.

Es importante informar a las mujeres no solo para que conozcan las ventajas y los inconvenientes de la RM de mama, sino también para que estén preparadas para la exploración. Las pacientes deben conocer los posibles beneficios y riesgos asociados a la RM de mama y las investigaciones adicionales a las que puede dar lugar esta exploración. Además, la calidad técnica de la RM de mama depende del cumplimiento de la paciente.

Este artículo es el segundo de una serie de recomendaciones relativas a la información a las mujeres publicadas por la Sociedad Europea de Imagen Mamaria (EUSOBI). El primero se centró en la mamografía [10]. Está pensado

**Tabla 1** Indicaciones para la RM de mama

Cribado de mujeres con alto riesgo de cáncer de mama
Estadificación preoperatoria del cáncer de mama recién diagnosticado (ipsilateral y contralateral)
Evaluación del efecto de la quimioterapia neoadyuvante
Evaluación de mujeres con implantes mamarios
Carcinoma de mama primario oculto (búsqueda de cáncer de mama en pacientes con metástasis y mamografía y ecografía negativas)
Sospecha de recidiva local*
Resolución de problemas (hallazgos equívocos en la mamografía/ecografía)*

\*Cuando no puede realizarse una biopsia por punción

Recientemente se han propuesto otras nuevas indicaciones, como la secreción de los pezones [8] y la evaluación de lesiones con potencial maligno incierto (las llamadas lesiones de alto riesgo o B3) detectadas en una mamografía o ecografía, y la biopsia por punción bajo guía [9]

para las mujeres y para los médicos que atiendan a pacientes en las que se esté planteando una RM de mama. En concreto, se presentan 17 notas y cinco preguntas frecuentes que pueden emplearse durante la comunicación directa con las mujeres. Dado que se abordan muchas cuestiones diferentes, los distintos autores que han acordado estas recomendaciones pueden tener opiniones diferentes sobre cada una de ellas. Por último, existen diferencias importantes entre los países europeos en cuanto a la tecnología disponible, las directrices nacionales, las prácticas clínicas, el sistema sanitario y la cobertura de los seguros. Por tanto, estas recomendaciones pueden tener diferentes aplicaciones en condiciones locales.

### Precauciones/contraindicaciones

Un equipo de RM es un tubo relativamente estrecho en el que la mujer se tumba en decúbito prono durante 15 a 30 minutos mientras se hace una exploración de las mamas. Las pacientes con claustrofobia grave no pueden someterse a esta exploración a menos que estén dispuestas a ser preparadas psicológicamente o bien a recibir sedación farmacológica [11]. Debido que se utilizan campos magnéticos y ondas de radiofrecuencia, la presencia de clips ferromagnéticos intracraneales para aneurismas no compatibles con RM o de esquirlas de hierro en los ojos son contraindicaciones absolutas para la RM. En caso de duda, puede realizarse una exploración radiológica de las órbitas para descartar la presencia de esquirlas. Además, la RM también está contraindicada en los pacientes con dispositivos electrónicos implantados, como marcapasos inseguros para RM, desfibriladores, cardioversores implantables y neuroestimuladores.

La mujer debe informar al radiólogo o al personal (técnicos/enfermeros) si tiene tatuajes o maquillaje permanente. Pueden contener pigmentos de hierro y, sobre todo cuando tienen forma de lazo (como una antena), pueden calentarse y causar quemaduras locales. Los expansores tisulares (por ejemplo, para reconstrucciones mamarias) pueden no ser compatibles con la RM. Las mujeres con endoprótesis intravasculares o con tornillos o placas metálicos para osteosíntesis pueden someterse con seguridad a una RM de mama seis semanas después de su implantación. En Internet puede encontrarse una lista de los dispositivos implantables y las precauciones necesarias para la RM [12].

Como se ha indicado anteriormente, la RM de mama sin contraste no puede responder a preguntas clínicas [3,5–7], a excepción de la valoración de la indemnidad de los implantes mamarios. Las mujeres con predisposición a las alergias o con reacciones alérgicas previas a un MC tienen mayor riesgo de sufrir reacciones alérgicas al contraste de la RM. Además, en las mujeres con una función renal

muy deteriorada (filtración glomerular estimada inferior a  $30 \text{ mL/min} \times 1,73 \text{ m}^2$ ), la inyección del contraste implica un riesgo real, pero muy bajo, de una enfermedad rara denominada fibrosis sistémica nefrótica [13]; la RM con contraste también está contraindicada en general en las mujeres embarazadas, pero esta situación debe evaluarse caso por caso [14].

Antes de entrar en la sala de RM, se pide a la paciente que rellene un cuestionario detallado para descartar cualquier contraindicación para la exploración y la inyección del MC.

**Nota A.** Si cree que puede tener **claustrofobia**, puede acudir al centro de RM y pedir que le permitan ver el escáner de RM para tener información práctica. Si tiene claustrofobia grave, coméntelo con el médico remitente, con el radiólogo y con el personal del centro donde esté previsto hacer la RM. Este aspecto debe abordarse y resolverse antes de que acuda a la prueba. Podría estar indicado el uso de un sedante suave para aliviar los síntomas.

**Nota B.** Si lleva un **dispositivo implantable**, como un marcapasos/desfibrilador, un implante metálico o un expansor de mama, coméntelo con el médico remitente, ya que la RM podría causarle daños o dañar el dispositivo. Si tiene dudas acerca de esta contraindicación, informe al radiólogo y al personal del centro donde esté programada la RM. Este aspecto debe abordarse antes de que se lleve a cabo la RM. Si no se ha facilitado esta información por adelantado, informe al personal antes de la exploración.

**Nota C.** Si tiene una **predisposición alérgica** importante (p. ej., asma bronquial) o ha tenido anteriormente reacciones alérgicas a medicamentos o medios de contraste, coméntelo con el médico remitente. En caso de síntomas alérgicos graves, debe establecerse un equilibrio entre las posibles ventajas de la RM y el riesgo de sufrir reacciones alérgicas. Cuando haya que realizar una RM, deberán tomarse precauciones, incluida la administración de corticosteroides y antihistamínicos antes de la investigación. En cualquier caso, consulte con el radiólogo antes de la fecha programada para la RM. Se recomienda informar al personal del centro donde esté previsto hacer la RM. Este aspecto debe abordarse antes de que se lleve a cabo la RM.

**Nota D.** Para evitar el riesgo de los contrastes usados en la RM en presencia de insuficiencia renal, se adoptan diferentes normativas en los países europeos. La función renal se comprueba mediante un sencillo análisis de sangre (que debe hacerse menos de 30 días antes de la RM) para evaluar el nivel de creatinina y calcular la filtración glomerular. En cualquier caso, informe al médico remitente y al radiólogo si tiene

antecedentes de enfermedad vesical o renal, diabetes mellitus, enfermedad cardíaca o vascular, mieloma múltiple, enfermedad de Waldenström o si utiliza diuréticos o antiinflamatorios no esteroideos (p. ej., ibuprofeno/naproxeno).

## Programación

En las mujeres premenopáusicas, la RM con contraste se realiza preferentemente entre los días 7 y 14 del ciclo menstrual, cuando el realce de fondo del tejido mamario fibroglandular normal es bajo, por lo que se detectan mejor las anomalías y los falsos positivos son menos frecuentes [15–19]. Durante los demás días del ciclo menstrual, las lesiones pueden enmascarse debido al realce del tejido fibroglandular, lo que podría reducir la utilidad diagnóstica de la exploración. En caso necesario, la RM de mama puede hacerse en la tercera semana del ciclo menstrual, teniendo en cuenta que los resultados podrían ser deficientes. El uso de anticonceptivos orales no contraindica la RM con contraste, pero deben observarse las normas definidas anteriormente. Las mujeres con menstruaciones irregulares (p. ej., en la fase perimenopáusica) pueden hacerse un análisis de sangre para medir la progesterona sérica a fin de determinar el momento óptimo para la RM de mama, especialmente si las exploraciones anteriores no resultaron diagnósticas debido a un intenso realce glandular [20]. Las mujeres premenopáusicas que solo necesiten una evaluación de la integridad del implante pueden someterse a una RM de mama sin contraste en cualquier momento. Todas las mujeres posmenopáusicas pueden someterse a una RM con contraste en cualquier momento. De hecho, se ha descrito recientemente que el tratamiento hormonal sustitutivo en la posmenopausia tiene un efecto insignificante sobre el realce de fondo del parénquima [21]. En cualquier caso, la programación óptima de la RM de mama no debe retrasar sustancialmente la planificación del tratamiento.

**Nota E.** Si es **premenopáusica** y tiene una cita para una RM con contraste de cribado, compruebe su ciclo menstrual. Si la exploración no se ha programado entre los días 7 y 14 después del primer día de la regla, póngase en contacto con el centro e intente cambiar la cita. Si la RM con contraste se realiza para otra indicación, coméntelo con su radiólogo: la rapidez es más importante a veces que una programación adecuada. Tenga en cuenta que una RM realizada fuera de la fase más adecuada del ciclo puede causar falsos positivos (hallazgos sospechosos de ser malignos que resultan benignos) y falsos negativos (hallazgos aparentemente

normales o benignos cuando existe un cáncer). No es necesario tener en cuenta el ciclo menstrual para la evaluación de los implantes mamarios y no está prevista la administración de contraste.

**Nota F.** Si tiene **menstruaciones irregulares** (p. ej., **fase perimenopáusica**) o si se ha sometido a una histerectomía antes de los 50 años de edad, consulte a su radiólogo para que verifique la necesidad de obtener muestras de sangre para medir la progesterona con el fin de determinar el momento óptimo de la RM.

## Técnica/procedimiento

La RM de mama se realiza con equipos de RM que operan a 1,5 o 3 teslas (1,5 teslas = 15.000 gauss).

Un técnico o una enfermera dan instrucciones y explicaciones claras sobre el procedimiento. Después de una posible conversación con el radiólogo y de cumplimentar los cuestionarios, si es necesario inyectar un contraste, se pedirá a la mujer que firme un consentimiento informado específico. Posteriormente se obtiene un acceso intravenoso, para la cual se coloca una pequeña cánula de plástico en la vena cubital de un brazo mediante una simple punción comparable a la de una extracción de sangre. Durante la exploración se inyectará el contraste, seguido de un lavado con solución salina mediante un inyector automático. La cánula se retirará después del procedimiento y se aplicará presión brevemente en el lugar de la punción para evitar el sangrado.

La mujer debe permanecer quieta durante toda la exploración, ya que el movimiento de la paciente causa la mayoría de los artefactos, que reducen notablemente la calidad de las imágenes y dificultan e incluso imposibilitan a veces su interpretación. Puede notarse calor y a veces hormigueo en el brazo de la inyección. Estas sensaciones pueden ser más intensas y sentirse en todo el cuerpo. Puede aparecer un sabor metálico en la boca. En raras ocasiones aparece dolor de cabeza o náuseas pasajeras.

El procedimiento se realiza sin ropa de cintura para arriba y sin sujetador. Es necesario quitarse las prendas que lleven metal, las joyas y otros objetos extraños. Algunos centros piden que la paciente se desvista casi por completo y proporcionan ropa desechable. Es obligatorio utilizar bobinas especiales para las mamas. La mujer se tumba en decúbito prono en la mesa de RM, con una mama en cada hueco de la bobina. El personal técnico o de enfermería acomoda las mamas evitando que se plieguen en los bordes de la bobina. En algunos centros se aplica una ligera compresión en las mamas para reducir los artefactos de movimiento. Se proporcionan tapones para los oídos o auriculares para mitigar el ruido del escáner durante la obtención de

las imágenes. Los radiólogos y los técnicos pueden comunicarse con la mujer durante la exploración. Se proporciona un timbre de alarma; si la mujer lo toca, la exploración se detendrá inmediatamente y se la sacará del imán. Por tanto, la mujer puede estar segura de que, en caso necesario, recibirá ayuda.

Cuando la mujer esté en una posición óptima, la mesa y la paciente se mueven al interior del imán, de forma que las mamas queden en el centro del tubo: el campo magnético es más homogéneo en esa posición, lo que permite obtener imágenes de calidad óptima. El procedimiento es ruidoso, aunque los tapones/auriculares atenúan la percepción del ruido. Durante la exploración, se desaconseja al personal que hable con la mujer, ya que esto induce movimientos con frecuencia y solo debe hacerse cuando sea realmente necesario. Las secuencias de barrido producen ruidos diferentes y de niveles distintos; los más relevantes son los de las imágenes realizadas con contraste (zumbido continuo) y las denominadas imágenes ponderadas por difusión (pitidos altos). Cuando se evalúa la integridad de un implante mamario, se utilizan secuencias de exploración específicas que emiten ruidos diferentes.

Cuando termina la exploración, se sacan la mesa y la mujer del escáner y se baja la mesa. A continuación se pide a la mujer que se siente para retirar el acceso venoso. El procedimiento suele durar entre 15 y 30 minutos, excepto cuando se realizan secuencias adicionales con fines clínicos. El radiólogo puede decidir mantener el acceso venoso durante 10-15 minutos antes de que la paciente abandone el centro (véase más adelante).

**Nota G.** Durante la exploración, **es de suma importancia que no se mueva.** Cuando el escáner obtiene datos (la «secuencia»), oír un ruido relativamente fuerte, amortiguado por los tapones de los oídos/auriculares. Quizá piense que si se mueve entre las diferentes secuencias no disminuirá la calidad de las imágenes. Sin embargo, dado que las imágenes obtenidas con el tiempo se restarán entre sí, también debe evitarse el movimiento entre las diferentes secuencias de exploración.

## Después del procedimiento

Una vez finalizado el procedimiento, la mujer se viste de nuevo. Si se ha administrado contraste, puede pedirse a las pacientes ambulatorias que permanezcan en el servicio durante unos 10-15 minutos para comprobar si presentan una reacción retardada al contraste, lo que es muy raro. Antes de leer las imágenes, se utiliza a veces un registro conjunto de imágenes mediante un software especial, y la

evaluación en sí, incluidas las exploraciones previas y la historia clínica, también lleva tiempo. El informe suele generarse en unos días, pero algunos casos concretos requieren más tiempo. En caso de artefactos o de un realce intenso del tejido glandular de fondo cuando la exploración no se hace en la fase óptima del ciclo menstrual o cuando existen otras influencias hormonales imprevistas, puede ser necesario repetir la RM de mama. Dependiendo de los resultados y de la indicación de la RM, pueden ser necesarias otras pruebas complementarias.

## Informe de RM de mama y categorías BI-RADS®

La evaluación de la RM de mama debe realizarla un radiólogo especializado en la mama. El informe debe contener la indicación de la exploración, información clínica de interés y el tipo y la dosis del contraste administrado. En las mujeres premenopáusicas debe indicarse el día o la semana del ciclo menstrual en que se realizó la RM. Deben resumirse muy brevemente las técnicas utilizadas.

Los hallazgos que se mencionan en el informe son densidad mamaria, cantidad de realce de fondo del parénquima y una descripción normalmente estructurada de las anomalías relevantes, incluidas las de las axilas, y cuando son visibles, hallazgos fortuitos en la parte visualizada del tórax y el abdomen. Deben describirse el lado y la localización de cualquier lesión mamaria. La evaluación de los ganglios linfáticos no es un objetivo específico de la RM de mama, pero es posible que la exploración revele metástasis ganglionares insospechadas.

Cada informe debe finalizar con una conclusión, asociada habitualmente a una categoría diagnóstica, y unas recomendaciones. En muchos países europeos se utiliza un sistema estructurado de notificación y clasificación. El sistema más utilizado es el *Breast Imaging Reporting and Data System* (BI-RADS®), desarrollado por el *American College of Radiology* [22], que se emplea también con sistemas 3T de alta resolución [23].

Las categorías diagnósticas del BI-RADS concluyentes son las siguientes:

- 0 = incompleta, se necesita una evaluación de imagen adicional;
- 1 = negativo, sin anomalías;
- 2 = hallazgos benignos;
- 3 = hallazgos probablemente benignos (se recomienda un seguimiento a corto plazo en seis meses; se puede realizar una biopsia por punción solo en casos especiales, por ejemplo, a petición de la paciente o en pacientes de alto riesgo);
- 4 = sospecha de malignidad (se recomienda una biopsia por punción);

- 5 = sospecha elevada de malignidad (se recomienda una biopsia por punción);
- 6 = cáncer ya probado histológicamente (categoría reservada normalmente para las RM realizadas para la estadificación del cáncer o en caso de quimioterapia neoadyuvante).

La recomendación de una biopsia por punción para las lesiones BI-RADS 4-5 es una norma general en caso de lesiones aisladas recién diagnosticadas. No se podría hacer en caso de una lesión adyacente o cercana a una lesión que es un cáncer reconocido. Alrededor del 60% de las lesiones detectadas inicialmente en la RM se identifican con una ecografía dirigida de *revisión* (también llamada de *second-look*) [24], aunque esta tasa es variable entre los estudios. La definición de *revisión* procede del hecho habitual de que en la revisión se detecta una lesión que había pasado desapercibida en la ecografía inicial, cuando el radiólogo sabe dónde buscar por la RM. En tal caso, la biopsia por punción se realiza bajo control ecográfico, un procedimiento más rápido, menos invasivo y más económico que la biopsia guiada por RM [25]. Cuando la lesión no se detecta en una ecografía y sigue existiendo la indicación de la biopsia, está indicada una biopsia guiada por RM. Lleva más tiempo que una RM de mama diagnóstica y es un procedimiento especial que requiere un equipo específico de detección y muestreo, así como personal formado. En algunos países es necesario solicitar un reembolso específico (se trata de un procedimiento relativamente nuevo y caro).

Sin embargo, en caso de que no pueda realizarse una biopsia guiada por RM (por ejemplo, si no se dispone de un equipo especializado o no se puede acceder al foco de la lesión, como las que están muy próximas a la pared torácica), podrá practicarse una biopsia guiada por tomografía computarizada o una localización prequirúrgica guiada por RM.

**Nota H. Cuando está indicada una biopsia por punción debido a un hallazgo detectado en la RM, no significa que tenga cáncer.** Hasta el 50-70% de los hallazgos de la RM que precisan una biopsia resultan ser benignos [26]. Son útiles la ecografía dirigida, la reevaluación de las mamografías, las proyecciones mamográficas dirigidas o las imágenes obtenidas con tomosíntesis digital de la mama, lo que ofrece la posibilidad de una biopsia guiada por ecografía o mamografía. Por tanto, si se detecta una lesión sospechosa (BI-RADS 4 o 5), debe practicarse una biopsia por punción guiada por la imagen en casi todos los casos. La definición de la naturaleza benigna de un hallazgo sospechoso detectado en una RM utilizando únicamente otras modalidades de imagen dirigidas sin biopsia solo es posible en muy pocos casos.

**Nota I. En el caso de BI-RADS 4-5 en la RM, aunque la ecografía dirigida y las técnicas mamográficas descritas anteriormente sean negativas, no puede descartarse el cáncer:** se precisa una biopsia guiada por RM. No todos los centros que realizan RM de mama ofrecen además biopsia de mama guiada por RM. Sin embargo, el radiólogo debería poder remitirla a un centro en el que pueda practicarse una biopsia guiada por RM o bien optar por un muestreo por punción bajo guía con tomografía computarizada o por localización prequirúrgica guiada por RM.

Los hallazgos BI-RADS 3 constituyen una categoría diagnóstica especial [27], con una probabilidad de malignidad inferior al 2% [28]. Sin embargo, la probabilidad real de que una lesión BI-RADS 3 detectada en una RM sea maligna es a veces mayor, especialmente en las mujeres de alto riesgo [29]. Para las lesiones BI-RADS 3 se recomienda un seguimiento a corto plazo en lugar de una biopsia debido a la baja probabilidad de malignidad y a la previsión de que la eficacia del tratamiento no disminuya si el diagnóstico se retrasa brevemente. Esto supone la repetición de la RM en un plazo de seis meses y, posiblemente, otra vez un año y dos años después de la detección inicial. Cuando, en el seguimiento mediante RM, una lesión detectada en la RM desaparece, se reduce o no cambia de tamaño y no muestra ningún signo nuevo de malignidad, se puede rebajar a la categoría de benigna (BI-RADS 2) sin necesidad biopsia. Sin embargo, en algunos casos, sobre todo cuando la paciente prefiere una conclusión inmediata del protocolo diagnóstico, puede realizarse directamente una biopsia por punción para una lesión BI-RADS 3.

**Nota J. En el caso de un hallazgo BI-RADS 3 en la RM,** debe hablar con el radiólogo o con el médico remitente para decidir si es preferible una conducta expectante con una RM de mama de seguimiento al cabo de seis meses o una biopsia. Se recomienda precaución en mujeres de alto riesgo: en estas mujeres, un hallazgo BI-RADS 3 tiene una mayor probabilidad de malignidad y es más frecuente realizar una biopsia.

### Sensibilidad de la RM de mama

La sensibilidad general de la RM de mama para el cáncer de mama es del 90% aproximadamente, lo que implica que el 10% de los cánceres pueden pasar desapercibidos. Los cánceres que no se detectan son en general muy pequeños o no tienen un realce de contraste suficiente. La sensibilidad para el carcinoma ductal in situ (CDIS), una lesión no

invasiva, posiblemente precursora del cáncer invasivo y tratada de forma similar, es variable; en algunos casos, especialmente cuando el grado anatomopatológico es menor (G1), pueden pasarse por alto [30–32]. En ocasiones, los cánceres invasivos también pueden permanecer ocultos en la RM. El CDIS puede representarse en las mamografías como un grupo de microcalcificaciones, aunque, en algunos casos, los hallazgos de la RM sean negativos. Esto supone que los hallazgos de la exploración clínica, la mamografía o la ecografía, aunque sean probablemente benignos, es decir, BI-RADS 3, deben revisarse basándose en los resultados negativos de la RM [33]. En general, si está indicada correctamente una biopsia por punción, un resultado negativo en la RM no puede sustituir a la biopsia. Hay que señalar que la sensibilidad también depende de los requisitos técnicos, la indicación clínica y la experiencia del evaluador.

**Nota K.** Si está indicada una biopsia por punción debido a anomalías palpables o a los resultados de una mamografía/ecografía, deberá hacerse una biopsia por punción para descartar un cáncer. Aunque es una técnica muy sensible, la RM de mama no es perfecta y no debe utilizarse como alternativa a la biopsia. Las biopsias por punción se realizan para descartar la presencia de cáncer; en consecuencia, cuando se recomienda una biopsia, esto no significa que tenga un cáncer.

## RM de mama para cribado

Debido a su elevada sensibilidad, la RM de mama es un excelente instrumento de cribado. En cohortes de mujeres con mayor riesgo familiar de cáncer de mama y de mujeres portadoras de mutaciones de BRCA1, BRCA2 u otros genes más raros, se ha demostrado la mayor sensibilidad de la RM de mama en comparación con otras técnicas de imagen de la mama [7,34–39]. Sin embargo, la RM también tiene una sensibilidad muy alta para las enfermedades benignas de la mama. Esto motiva la realización de pruebas complementarias, como RM repetidas, ecografías dirigidas y biopsias, como se ha indicado anteriormente. Esta carga adicional debida al cribado mediante RM es mayor en las mujeres con un riesgo de cáncer de mama que a priori es menor. Además, la RM es una exploración relativamente cara y la necesidad de hacer pruebas complementarias incrementa aún más el coste. En consecuencia, se ha cuestionado la rentabilidad del cribado mediante RM en las mujeres que no presentan un mayor riesgo [40]. Obsérvese que el reembolso del cribado mediante RM de mama varía en cada país.

Existen pruebas de un valor añadido sustancial de la RM como instrumento de cribado en las mujeres con mutaciones confirmadas de BRCA1, BRCA2 u otros genes más raros [7,34–39], en una proporción de mujeres con un riesgo elevado debido a sus antecedentes familiares y en las pacientes que recibieron radioterapia torácica antes de los 30 años [41–43]. Un metanálisis reciente de datos de pacientes individuales reveló que, en las portadoras de mutaciones de BRCA, la ganancia de sensibilidad también es relevante a partir de los 50 años [44]. Las directrices de Europa y Estados Unidos difieren considerablemente en cuanto al nivel de riesgo que justifica el cribado mediante RM de mama y a la edad de comienzo y finalización del cribado mediante RM.

**Nota L.** Si tiene varios casos de cáncer de mama u ovario en su familia, comente la posibilidad de someterse a una RM de cribado con el médico remitente y con el radiólogo. Existen sistemas de evaluación del riesgo disponibles para calcular su riesgo. El médico remitente o el radiólogo podrían decidir derivarla a un centro especializado para la evaluación del riesgo. Los resultados se compararán posteriormente con las directrices locales y nacionales. Obsérvese que el reembolso sanitario varía en cada país.

**Nota M.** Si recibió radioterapia torácica, comente la necesidad de someterse a RM y mamografía de cribado con el médico remitente, el especialista en radioterapia y el radiólogo.

## RM de mama para la estadificación del cáncer de mama

La mayoría de los cánceres de mama se detectan por síntomas clínicos o en una mamografía de cribado. La forma habitual de valorar las lesiones sospechosas es la denominada triple evaluación: mamografía, ecografía y biopsia por punción guiada por imagen. La RM no se utiliza todavía en la detección inicial del cáncer, salvo en las mujeres, habitualmente de alto riesgo, sometidas a cribado mediante RM. Cuando se detecta un cáncer de mama, puede realizarse una RM para evaluar la extensión de la enfermedad, buscar lesiones satélite y detectar otros cánceres en la mama afectada o en la contralateral. La RM es mucho mejor para evaluar la extensión del tumor que la mamografía o la ecografía, aunque el tamaño del tumor se sobrestime o se subestime en el 15% de las pacientes. Los estudios aleatorizados en los que se evaluó el resultado quirúrgico de la RM preoperatoria dejaron resultados contradictorios [45–48], por lo que se necesitan estudios con información más precisa sobre el tamaño

y la extensión del tumor que permitirían una cirugía mejor adaptada, con una tasa baja de reintervenciones por bordes de resección positivos. En pacientes con carcinoma lobulillar invasivo, un tipo específico de tumor de crecimiento difuso claramente infravalorado mediante mamografía y ecografía, se observó una reducción de las resecciones del 18% al 11% [49], si bien esta diferencia no fue estadísticamente significativa en un metanálisis [50]. Otras indicaciones que se han propuesto son las discrepancias en el tamaño del tumor entre diferentes modalidades (incluida la exploración clínica) que pueden modificar la estrategia terapéutica, el cáncer de mama detectado en una mujer de alto riesgo y la elegibilidad para radioterapia parcial de la mama [7,51].

La RM preoperatoria también detecta muchas lesiones realizadas adicionales que no se ven en la mamografía ni en la ecografía. Aproximadamente el 50% de ellas son cancerosas (aumento de hasta el 75% en la mama que alberga una neoplasia maligna ya conocida), lo que indica que es necesaria una verificación anatomopatológica, especialmente cuando las lesiones adicionales se encuentran a distancia del cáncer ya diagnosticado. Cuando se detecta una neoplasia adicional, lógicamente se necesita una cirugía más extensa. Sin embargo, este aspecto debe abordarse con precaución. Hay que entender que, en más del 40% de las pacientes, la cirugía conservadora de la mama en el cáncer de mama tiene como objetivo primordialmente reducir la extensión de la enfermedad en lugar de ser totalmente curativa [52]. Debe darse a conocer esta información a las pacientes: el tratamiento se completa en la mayoría de los casos con radioterapia, quimioterapia u hormonoterapia. En consecuencia, los focos tumorales adicionales detectados mediante RM pueden tratarse eficazmente con estos tratamientos adyuvantes. Por tanto, la ampliación de la cirugía indicada por la RM podría ser innecesaria. Hasta ahora, no hay pruebas que demuestren una mejora de la supervivencia global o de la supervivencia sin enfermedad debido a la RM preoperatoria. En cualquier caso, el posible beneficio de la RM preoperatoria para el paciente también depende de la experiencia del radiólogo que hace el informe de la RM, de la exactitud de la cartografía de la extensión tumoral adicional detectada en la RM, de la capacidad del cirujano responsable del tratamiento para utilizar los resultados de esta técnica de imagen y, por tanto, de la interfaz entre radiología y cirugía.

Además, la RM detecta tumores no sospechados en la mama contralateral en aproximadamente el 3% de todas las mujeres con cáncer unilateral identificado con estudios de imagen convencionales [53], aunque se notificaron tasas más altas de cánceres contralaterales no detectados [54]. Dado que en la mama contralateral no se administra radioterapia, la detección de un cáncer contralateral no sospechado

puede ser más relevante que la detección de focos ipsilaterales adicionales. Aunque en la mayoría de las circunstancias el pronóstico final está determinado principalmente por el tamaño y el grado del cáncer más grande, la detección precoz de segundos cánceres se asocia a un ligero aumento de la supervivencia, especialmente en las pacientes menores de 50 años [55,56].

**Nota N.** En el caso de un cáncer de mama recién diagnosticado, la **RM preoperatoria** brinda la posibilidad de mejorar el tratamiento del cáncer ya diagnosticado y también de detectar un cáncer en la mama contralateral. Esto debe sopesarse frente al riesgo de que pueda practicarse una intervención quirúrgica más extensa innecesaria (p. ej., mastectomía total en lugar de parcial) como consecuencia de la RM. El radiólogo y el cirujano pueden explicarle las posibles ventajas e inconvenientes de la RM preoperatoria teniendo en cuenta su caso concreto.

## RM de mama en pacientes con implantes

La RM es la técnica más sensible para detectar roturas de implantes mamarios cuando se realiza un protocolo apropiado [57]. Este protocolo incluye secuencias especializadas sin administración de contraste.

En particular, la reacción habitual al aumento de pecho consiste en formar una cápsula fibrosa alrededor del implante. Esta cápsula a menudo mantiene la silicona en su lugar, incluso tras una posible rotura del implante. De hecho, hasta el 50% de los implantes antiguos presentan fugas 10 años después de la implantación [58], normalmente sin síntomas. Por tanto, no es necesario hacer un cribado de la rotura del implante [7]. Entre las pacientes sintomáticas, por ejemplo, las que presentan una rotura extracapsular (es decir, con silicona fuera de la cápsula fibrosa), las fugas de silicona y su diseminación en la mama pueden visualizarse con exactitud con la RM. La RM puede confirmar o descartar la rotura cuando la mamografía o la ecografía no son concluyentes. Esto ayudará al cirujano a decidir si realizar una revisión o sustituir los implantes.

La presencia de implantes no afecta a la sensibilidad de la RM para la detección del cáncer de mama: otras indicaciones de la RM de mama con contraste siguen siendo válidas en presencia de implantes.

**Nota O.** En ausencia de síntomas, no es necesario comprobar la integridad de los implantes mamarios mediante RM de mama. Sin embargo, cuando se sospeche una rotura, la RM es la mejor técnica para detectar posibles fugas.



**Nota P. Los implantes mamarios no afectan a la sensibilidad de la RM con contraste para el cáncer de mama nuevo o recurrente.**

**Nota Q. Si tiene implantes mamarios y le van a hacer una RM de mama, recuerde llevar información detallada sobre el modelo/tipo de los implantes que lleva.** Si no dispone de esta información, pida al cirujano que le proporcione estos datos.

## Evaluación del efecto de la quimioterapia neoadyuvante

En el caso del cáncer de mama avanzado, muchos centros adoptan protocolos para reducir la masa con quimioterapia neoadyuvante antes de la cirugía. En este contexto, se propone la RM para la predicción precoz de la respuesta durante la quimioterapia [59] o para la evaluación prequirúrgica [60,61]. Debe realizarse una RM basal antes de la quimioterapia neoadyuvante, ya que no es posible comparar las imágenes de RM con los estudios mamográficos o ecográficos iniciales. Tanto para la predicción de una respuesta precoz como para la evaluación prequirúrgica, la RM parece ser una técnica mejor que la evaluación clínica de las mamas, la mamografía o la ecografía. Sin embargo, las mujeres deben ser conscientes de que si se utiliza la RM para guiar la cirugía al final de la quimioterapia, es posible que la presencia de cáncer residual se subestime o se sobreestime de forma clínicamente importante en un pequeño porcentaje de las pacientes (10–20%) [7].

## Carcinoma primario de mama oculto

Tras la detección inicial de metástasis puede sospecharse un cáncer de mama, especialmente cuando están afectados los ganglios axilares. Sin embargo, la mamografía y la ecografía son negativas en un pequeño porcentaje de pacientes en las que la biopsia por punción de los ganglios linfáticos confirma el origen mamario de la enfermedad. Se trata de un cáncer de mama primario oculto que representa hasta el 1% de los cánceres de mama. En este contexto clínico, la RM puede identificar el cáncer de mama primario en alrededor de dos tercios de los casos, lo que permite la cirugía conservadora de la mama [6,7,62]. Si la RM de mama es negativa, puede evitarse una intervención quirúrgica inmediata. En caso de metástasis axilares, las pacientes suelen recibir radioterapia en la mama ipsilateral. Puede proponerse una RM de seguimiento [7].

**Agradecimientos** Los autores manifiestan su agradecimiento a *Europa Donna–The European Breast Cancer Coalition* por la revisión del texto para garantizar que las mujeres que vayan a hacerse una RM puedan entenderlo fácilmente.

El garante científico de esta publicación es Francesco Sardanelli. Los autores de este artículo declaran que no tienen ninguna relación con ninguna empresa cuyos productos o servicios puedan estar relacionados con el tema del artículo. Los autores declaran que este trabajo no ha recibido ninguna financiación. No fue necesario utilizar métodos estadísticos en este artículo. No fue necesaria la aprobación de un comité de ética porque la publicación es un artículo de revisión.

**Acceso gratuito** Este artículo se distribuye bajo los términos de la Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), que permite su uso, distribución y reproducción con fines no comerciales en cualquier medio, siempre que se citen adecuadamente los autores y las fuentes originales, se proporcione un enlace con la Creative Commons License y se indique si se han hecho cambios.

## Bibliografía

1. Heywang SH, Hahn D, Schmidt H et al (1986) MR imaging of the breast using gadolinium-DTPA. *J Comput Assist Tomogr* 10:199–204
2. Kaiser WA, Zeitler E (1989) MR imaging of the breast: fast imaging sequences with and without Gd-DTPA. Preliminary observations. *Radiology* 170:681–686
3. Kuhl C (2007) The current status of breast MR imaging. Part I. Choice of technique, image interpretation, diagnostic accuracy, and transfer to clinical practice. *Radiology* 244:356–378
4. Turnbull LW (2009) Dynamic contrast-enhanced MRI in the diagnosis and management of breast cancer. *NMR Biomed* 22:28–39
5. Kuhl CK (2007) Current status of breast MR imaging. Part 2. Clinical applications. *Radiology* 244:672–691
6. Mann RM, Kuhl CK, Kinkel K, Boetes C (2008) Breast MRI: guidelines from the European Society of Breast Imaging. *Eur Radiol* 18:1307–1318
7. Sardanelli F, Boetes C, Borisch B et al (2010) Magnetic resonance imaging of the breast: recommendations from the EUSOMA working group. *Eur J Cancer* 46:1296–1316
8. Scheurlen K, Schnitzer A, Krammer J, et al (2014) Value of galactography for the diagnostic work-up of pathological nipple discharge in multimodal breast diagnostics: Part 2: a systematic review of the literature. *Radiologe* 54:160–166
9. Londero V, Zuiani C, Linda A et al (2012) High-risk breast lesions at imaging-guided needle biopsy: usefulness of MRI for treatment decision. *AJR Am J Roentgenol* 199:W240–W250
10. Sardanelli F, Helbich T, for the European Society of Breast Imaging (EUSOBI) (2012) Mammography: EUSOBI recommendations for women's information. *Insights Imaging* 3:7–10
11. Eshed I, Althoff CE, Hamm B, Hermann KG (2007) Claustrophobia and premature termination of magnetic resonance imaging examinations. *J Magn Reson Imaging* 26:401–404
12. Institute for magnetic resonance safety, education, and research. At: <http://www.mrisafety.com/>. Accessed on 22 Aug 2014
13. Thomsen HS, Morcos SK, Almen T et al (2013) Nephrogenic systemic fibrosis and gadolinium-based contrast media: updated ESUR Contrast Medium Safety Committee guidelines. *Eur Radiol* 23:307–318
14. Cova MA, Stacul F, Quaranta R et al (2014) Radiological contrast media in the breastfeeding woman: a position paper of the Italian Society of Radiology (SIRM), the Italian Society of Paediatrics (SIP), the Italian Society of Neonatology (SIN) and the Task Force on Breastfeeding, Ministry of Health, Italy. *Eur Radiol* 24:2012–2022
15. Kuhl CK, Bieling HB, Gieseke J et al (1997) Healthy premenopausal breast parenchyma in dynamic contrast-enhanced MR imaging of

- the breast: normal contrast medium enhancement and cyclical-phase dependency. *Radiology* 203:137–144
16. Delille JP, Slanetz PJ, Yeh ED, Kopans DB, Garrido L (2005) Physiologic changes in breast magnetic resonance imaging during the menstrual cycle: perfusion imaging, signal enhancement, and influence of the T1 relaxation time of breast tissue. *Breast J* 11:236–241
  17. Baltzer PA, Dietzel M, Vag T et al (2011) Clinical MR mammography: impact of hormonal status on background enhancement and diagnostic accuracy. *Röfo* 183:441–447
  18. DeMartini WB, Liu F, Peacock S et al (2012) Background parenchymal enhancement on breast MRI: impact on diagnostic performance. *AJR Am J Roentgenol* 198:W373–W380
  19. Kajihara M, Goto M, Hirayama Y et al (2013) Effect of the menstrual cycle on background parenchymal enhancement in breast MR imaging. *Magn Reson Med Sci* 12:39–45
  20. Ellis RL (2009) Optimal timing of breast MRI examinations for premenopausal women who do not have a normal menstrual cycle. *AJR Am J Roentgenol* 193:1738–1740
  21. Hegenscheid K, Schmidt CO, Seipel R et al (2012) Contrast enhancement kinetics of normal breast parenchyma in dynamic MR mammography: effects of menopausal status, oral contraceptives, and postmenopausal hormone therapy. *Eur Radiol* 22:2633–2640
  22. American College of Radiology (ACR) Breast Imaging Reporting and Data System Atlas (BI-RADS Atlas). Reston, Va, U.S.A.: American College of Radiology; 2013. At: <http://www.acr.org/Quality-Safety/Resources/BIRADS/MRI>. Accessed on 21 Aug 2014
  23. Pinker-Domenig K, Bogner W, Gruber S et al (2012) High resolution MRI of the breast at 3 T: which BI-RADS® descriptors are most strongly associated with the diagnosis of breast cancer? *Eur Radiol* 22:322–330
  24. Spick C, Baltzer PA (2014) Diagnostic utility of second-Look US for breast lesions identified at MR imaging: systematic review and meta-analysis. *Radiology* 273:401–409
  25. Heywang-Köbrunner SH, Sinnatamby R, Consensus Group et al (2009) Interdisciplinary consensus on the uses and technique of MR-guided vacuum-assisted breast biopsy (VAB): results of a European consensus meeting. *Eur J Radiol* 72:289–294
  26. Smith H, Chetlen AL, Schetter S et al (2014) PPV(3) of suspicious breast MRI findings. *Acad Radiol* 21:1553–1562
  27. Comstock C, Sung JS (2013) BI-RADS 3 for magnetic resonance imaging. *Magn Reson Imaging Clin N* 21:561–570
  28. Spick C, Szolar DH, Baltzer PA et al (2014) Rate of malignancy in MRI-detected probably benign (BI-RADS 3) lesions. *AJR Am J Roentgenol* 202:684–689
  29. Liberman L, Morris EA, Benton CL, Abramson AF, Dershaw DD (2003) Probably benign lesions at breast magnetic resonance imaging: preliminary experience in high-risk women. *Cancer* 98:377–388
  30. Neubauer H, Li M, Kuehne-Heid R, Schneider A, Kaiser WA (2003) High grade and non-high grade ductal carcinoma in situ on dynamic MR mammography: characteristic findings for signal increase and morphological pattern of enhancement. *Br J Radiol* 76:3–12
  31. Kuhl CK, Schrading S, Bieling HB et al (2007) MRI for diagnosis of pure ductal carcinoma in situ: a prospective observational study. *Lancet* 370:485–492
  32. Facius M, Renz DM, Neubauer H et al (2007) Characteristics of ductal carcinoma in situ in magnetic resonance imaging. *Clin Imaging* 31:394–400
  33. Dorrius MD, Pijnappel RM, der Jansen-van Weide MC, Oudkerk M (2010) Breast magnetic resonance imaging as a problem-solving modality in mammographic BI-RADS 3 lesions. *Cancer Imaging* 10:S54–S58
  34. Saslow D, Boetes C, Burke W et al (2007) American Cancer Society guidelines for breast screening with MRI as an adjunct to mammography. *CA Cancer J Clin* 57:75–89
  35. Lord SJ, Lei W, Craft P et al (2007) A systematic review of the effectiveness of magnetic resonance imaging (MRI) as an addition to mammography and ultrasound in screening young women at high risk of breast cancer. *Eur J Cancer* 43:1905–1917
  36. Warner E, Messersmith H, Causer P et al (2008) Systematic review: using magnetic resonance imaging to screen women at high risk for breast cancer. *Ann Intern Med* 148:671–679
  37. Riedl CC, Pehold L, Flory D et al (2007) Magnetic resonance imaging of the breast improves detection of invasive cancer, preinvasive cancer, and premalignant lesions during surveillance of women at high risk for breast cancer. *Clin Cancer Res* 13:6144–6152
  38. Kuhl C, Weigel S, Schrading S et al (2010) Prospective multicenter cohort study to refine management recommendations for women at elevated familial risk of breast cancer: the EVA trial. *J Clin Oncol* 28:1450–1457
  39. Sardanelli F, Podo F, Santoro F et al (2011) Multicenter surveillance of women at high genetic breast cancer risk using mammography, ultrasonography, and contrast-enhanced magnetic resonance imaging (the high breast cancer risk italian 1 study): final results. *Invest Radiol* 46:94–105
  40. Taneja C, Edelsberg J, Weycker D et al (2009) Cost-effectiveness of breast cancer screening with contrast-enhanced MRI in high-risk women. *J Am Coll Radiol* 6:171–179
  41. Sung JS, Lee CH, Morris EA, Oeffinger KC, Dershaw DD (2011) Screening breast MR imaging in women with a history of chest irradiation. *Radiology* 259:65–71
  42. Ng AK, Garber JE, Diller LR et al (2013) Prospective study of the efficacy of breast magnetic resonance imaging and mammographic screening in survivors of Hodgkin lymphoma. *J Clin Oncol* 31:2282–2288
  43. Tieu MT, Cigsar C, Ahmed S (2014) Breast cancer detection among young survivor of pediatric Hodgkin lymphoma with screening magnetic resonance imaging. *Cancer* 120:2507–2513
  44. Phi XA, Houssami N, Obdeijn IM et al (2015) Magnetic resonance imaging improves breast screening Sensitivity in BRCA Mutation Carriers Age ≥ 50 Years: Evidence From an Individual Patient Data Meta-Analysis. *J Clin Oncol* 33:349–356
  45. Turnbull L, Brown S, Harvey I et al (2010) Comparative effectiveness of MRI in breast cancer (COMICE) trial: a randomised controlled trial. *Lancet* 375:563–571
  46. Peters NH, van Esser S, van den Bosch MA et al (2011) Preoperative MRI and surgical management in patients with nonpalpable breast cancer: the MONET - randomised controlled trial. *Eur J Cancer* 47:879–886
  47. Sakakibara M, Nagashima T, Sangai T et al (2008) Breast-conserving surgery using projection and reproduction techniques of surgical-position breast MRI in patients with ductal carcinoma in situ of the breast. *J Am Coll Surg* 207:62–68
  48. Gonzalez V, Sandelin K, Karlsson A et al (2014) Preoperative MRI of the breast (POMB) influences primary treatment in breast cancer: a prospective, randomized, multicenter study. *World J Surg* 38:1685–1693
  49. Mann RM, Loo CE, Wobbes T et al (2010) The impact of preoperative breast MRI on the re-excision rate in invasive lobular carcinoma of the breast. *Breast Cancer Res Treat* 119:415–422
  50. Houssami N, Turner R, Morrow M (2013) Preoperative magnetic resonance imaging in breast cancer: meta-analysis of surgical outcomes. *Ann Surg* 257:249–255
  51. Di Leo G, Trimboli RM, Benedek A et al (2015) Magnetic resonance imaging for selecting patients for partial breast irradiation: a systematic review and meta-analysis. *Radiology*. doi:10.1148/radiol.2015142508

52. Holland R, Veling SH, Mravunac M, Hendriks JH (1985) Histologic multifocality of Tis, T1-2 breast carcinomas. Implications for clinical trials of breast-conserving surgery. *Cancer* 56:979–990
53. Plana MN, Carreira C, Muriel A et al (2012) Magnetic resonance imaging in the preoperative assessment of patients with primary breast cancer: systematic review of diagnostic accuracy and meta-analysis. *Eur Radiol* 22:26–38
54. Pediconi F, Catalano C, Roselli A et al (2007) Contrast-enhanced MR mammography for evaluation of the contralateral breast in patients with diagnosed unilateral breast cancer or high-risk lesions. *Radiology* 243:670–680
55. Hartman M, Czene K, Reilly M et al (2007) Incidence and prognosis of synchronous and metachronous bilateral breast cancer. *J Clin Oncol* 25:4210–4216
56. Robertson C, Arcot Ragupathy SK, Boachie C et al (2011) The clinical effectiveness and cost-effectiveness of different surveillance mammography regimens after the treatment for primary breast cancer: systematic reviews registry database analyses and economic evaluation. *Health Technol Assess* 15:v-322
57. Hold PM, Alam S, Pilbrow WJ et al (2012) How should we investigate breast implant rupture? *Breast J* 18:253–256
58. Brown SL, Middleton MS, Berg WA, Soo MS, Pennello G (2000) Prevalence of rupture of silicone gel breast implants revealed on MR imaging in a population of women in Birmingham, Alabama. *AJR Am J Roentgenol* 175:1057–1064
59. Marinovich ML, Sardanelli F, Ciatto S et al (2012) Early prediction of pathologic response to neoadjuvant therapy in breast cancer: systematic review of the accuracy of MRI. *Breast* 21:669–677
60. Marinovich ML, Houssami N, Macaskill P et al (2013) Meta-analysis of magnetic resonance imaging in detecting residual breast cancer after neoadjuvant therapy. *J Natl Cancer Inst* 105:321–333
61. Marinovich ML, Macaskill P, Irwig L et al (2013) Meta-analysis of agreement between MRI and pathologic breast tumour size after neoadjuvant chemotherapy. *Br J Cancer* 109:1528–1536
62. Lu H, Xu YL, Zhang SP et al (2011) Breast magnetic resonance imaging in patients with occult breast carcinoma: evaluation on feasibility and correlation with histopathological findings. *Chin Med J (Engl)* 124:1790–1795

Reprinted from an article originally published in English in *European Radiology* (2015) 25:3669–3678, © The Author(s) 2015. This article is published with open access at Springerlink.com

This translation is © 2018 Springer Healthcare. All Rights Reserved

Translated and distributed by Springer Healthcare. Although great care has been taken in the translation of this publication, Springer Healthcare takes no responsibility for the accuracy of the translation from the published English original and is not liable for any errors which may occur.

This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and the source are credited.

Although great care has been taken in compiling the content of this publication, the publisher and its servants are not responsible or in any way liable for the currency of the information, for any errors, omissions or inaccuracies, or for any consequences arising therefrom. Inclusion or exclusion of any product does not imply its use is either advocated or rejected. Use of trade names is for product identification only and does not imply endorsement. Opinions expressed do not necessarily reflect the views of the Publisher, Editor or Editorial Board. Please consult the latest prescribing information from the manufacturer before issuing prescriptions for any products mentioned in this publication.



**Springer Healthcare Ibérica S.L.**

Rosario Pino, 14 – 4ª Planta. 28020 Madrid. Spain

Tel.: +34 91 555 40 62. Fax: +34 91 555 76 89

E-mail: Miguel.Quesada@springer.com

[www.springerhealthcare.com](http://www.springerhealthcare.com)

[www.springernature.com](http://www.springernature.com)

Part of the Springer Nature group