

# Magnetická rezonancia (MR) prsníkov: EUSOBI odporúčania o informovaní žien

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> & pre EUSOBI (European Society of Breast Imaging), s jazykovou korektúrou Europa Donna – Európska koalícia pre kontrolu rakoviny prsníka

Prijaté: 6. február 2015 / Revidované: 28. február 2015 / Akceptované: 15. apríl 2015 / Publikované online: 23. máj 2015  
# Autori 2015. Tento článok je publikovaný s otvoreným prístupom na Springerlink.com

## Abstrakt

Tento článok sumarizuje informácie, ktoré majú byť poskytnuté ženám a lekárom o MR prsníkov. Po zozname kontraindikácií sú popísané detaily procedúry s dôrazom na potrebu správneho naplánovania vyšetrenia a obmedzenie

hýbania sa počas vyšetrenia. Rozoberá sa tu aj štruktúrovaný report vrátane BI-RADS® kategórií a ďalšie kroky po MR vyšetrení. MR prsníkov je veľmi citlivá metóda, ktorá podstatne zlepšuje skrining rizikových žien.

Elektronický doplnovací materiál. Online verzia tohto článku (doi:10.1007/s00330-015-3807-z) obsahuje doplnovací materiál, ktorý je dostupný pre oprávnených užívateľov.

\* Francesco Sardanelli  
francesco.sardanelli@unimi.it

<sup>1</sup> Department of Radiology, Radboud University Nijmegen Medical Centre, Nijmegen, The Netherlands

<sup>2</sup> Department of Radiology, Gustave-Roussy Institute, Villejuif, France

<sup>3</sup> Department of Biomedical Imaging and Image-guided Therapy, Division of Molecular and Gender Imaging, Medical University of Vienna, Vienna, Austria

<sup>4</sup> Clinic of Radiology, Charité, Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Germany

<sup>5</sup> Radiology Unit, Hospices Civils de Lyon, Centre Hospitalo-Universitaire Lyon Sud, Pierre Bénite Cedex, France

<sup>6</sup> Nottingham Breast Institute, Nottingham University Hospitals, Nottingham, UK

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

<sup>8</sup> MHEK Teaching Hospital University Semmelweis, Budapest, Hungary

<sup>9</sup> Department of Radiology, Medical University of Graz, Graz, Austria

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

<sup>11</sup> National Reference Centre Mammography, Munich, Munich, Germany

<sup>12</sup> Department of Radiology, Hospital de la Ribera, Alzira, Valencia, Spain

<sup>13</sup> University Hospital of Aachen, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule, Aachen, Germany

<sup>14</sup> Radiology Unit, IRCCS-FPO, Candiolo, Turin, Italy

<sup>15</sup> Department of Radiological, Oncological and Pathological Sciences, Sapienza University, Rome, Italy

<sup>16</sup> Department of Radiology 1, Fondazione IRCCS Istituto Nazionale dei Tumori, Milan, Italy

<sup>17</sup> Department of Radiology, Clínica Universidad de Navarra, Pamplona, Navarra, Spain

<sup>18</sup> Department of Imaging, University Medical Centre Utrecht, Utrecht, The Netherlands

<sup>19</sup> Department of Radiology, Oslo University Hospital Ullevaal, University of Oslo, Oslo, Norway

<sup>20</sup> Department of Biomedical Sciences for Health, Università degli Studi di Milano, Radiology Unit, IRCCS Policlinico San Donato, Via Morandi 30, 20097 San Donato Milanese, Milan, Italy

MR prsníkov má dôležitú úlohu pri klinickej diagnostike, pri riešení problémov a určovaní štádia choroby, čo má vplyv na manažment liečby pacienta. Avšak MR nie je na 100% spoľahlivým testom a niekedy môže byť rakovina prsníka prehladnutá. Preto by sa mali posudzovať aj iné nálezy zo snímok (z mamografie/ultrazvuku). MR však môže objaviť lézie, ktoré nie sú viditeľné na snímkach z iných vyšetrení a ukážu sa ako falošne pozitívne. Tieto riziká by sa mali so ženami konzultovať ešte pred vyžiadanim/vykonaním MR vyšetrenia. Keďže nevýhody MR prsníka závisia od indikácie na vyšetrenie, musia byť poskytnuté základné informácie o najdôležitejších indikáciách na MR prsníkov. Tento dokument obsahuje aj 17 poznámok a 5 často kladených otázok sformulovaných tak, aby slúžili ako priame informácie pre ženy. Text zrevidovala *Europa Donna – Európska koalícia pre kontrolu rakoviny prsníka*, aby bol ľahko pochopiteľný pre ženy, ktoré podstupujú MR.

### Kľúčové body

- Informácie o výhodách a nevýhodách MR prsníkov a o príprave na vyšetrenie
- Do úvahy sa musia vziať implantované zariadenia, predispozície k alergiám, funkcia obličiek a klaustrofóbia
- Pred menopauzou sa uprednostňuje naplánovanie vyšetrenia na 7. až 14. deň cyklu
- Počas vyšetrenia je veľmi dôležité, aby sa pacient nehýbal
- S dostupnosťou výsledkov z predošlých vyšetrení sa zlepšuje presnosť interpretácie MR prsníkov

Kľúčové slová - Prsníky – Rakovina prsníkov – Magnetická rezonancia – Poradenstvo

### Úvod

Pred viac ako 30 rokmi boli publikované prvé výsledky týkajúce sa magnetickej rezonancie (MR) prsníkov, no klinické používanie začalo až v roku 1990 po uvedení protokolov o kontrastnej látke [1, 2]. MR prsníkov je v dnešnej dobe jednou z hlavných metód diagnostiky rakoviny prsníka, spolu s mamografiou, ultrazvukom a biopsiou. Je založená na využití (a) silného magnetického pola vytvoreného veľmi silným magnetom; (b) krátkych elektromagnetických vln (rádiofrekvenčné vlny, podobné rádiovým, televíznym a vlnám z prenosných telefónov), ktoré sú vysielané a prijímané špeciálnymi anténami vnútri magnetu, umiestnenými do blízkosti vyšetrovanej časti tela. MR veľmi dobre rozlišuje lézie a abnormality prsníka. Avšak pre diagnostiku alebo vylúčenie rakoviny je potrebné intravenózne podať kontrastnú látku gadolínium [3, 4]. Kontrastnú látku nie je potrebné podávať pri hodnotení integrity prsných implantátov.

MR pacienta nevystavuje potenciálne nebezpečnému žiareniu, no vždy by mali byť zvažované iné dôležité opatrenia, kontraindikácie a potenciálne vedľajšie účinky (vrátane tých, ktoré sa týkajú kontrastnej látky).

Z hľadiska odhalenia rakoviny MR prekonáva (no celkom nenahrádza) mamografiu aj ultrazvuk. Výhody MR pri diagnostike boli potvrdené mnohými štúdiami. Avšak MR tiež môže odhaliť benigne lézie, ktoré by inak ostali nepovšimnuté, čo vedie ku dodatočným, inak nepotrebným krokom. Zvážiť sa musia tiež náklady, keďže MR je nákladnejšia ako mamografia a ultrazvuk. Hlavné indikácie na MR prsníkov [5–9] sú uvedené v Tabuľke 1.

Informovanosť žien je dôležitá pre upozornenie na výhody a nevýhody MR prsníkov a tiež pre prípravu na vyšetrenie. Pacienti si musia byť vedomí možných výhod a rizík spojených s MR prsníkov a potenciálnych ďalších vyšetrení vyplývajúcich z výsledkov MR. Technická kvalita MR prsníkov závisí od dodržania odporúčaní pacientom.

Tento dokument je druhým zo série odporúčaní o informovaní žien vydaných EUSOBI, prvý sa zameriava na mamografiu [10]. Je určený pre ženy a lekárov, ktorí majú na starosti pacientov, ktorým je odporúčaná MR. Dokument obsahuje 17 poznámok a 5 často kladených otázok a odpovedí, ktoré môžu byť priamo komunikované ženám. V dokumente sa rozoberajú rôzne otázky a samotní autori, ktorí vo všeobecnosti súhlasia s týmito odporúčaniami, môžu mať rozdielne názory na individuálne prehlásenia. Rozdiely medzi jednotlivými európskymi krajinami sú relevantné z pohľadu dostupnej technológie, národných smerníc, klinickej praxe, systému zdravotníctva a poistného krytia. Preto môžu byť tieto odporúčania v rámci lokálnych podmienok uplatnené rozdielne.

Tabuľka 1 Indikácie na MR prsníkov

Skrinig žien s vysokým rizikom vzniku rakoviny prsníka
Predoperačné určenie rozsahu nového diagnostikovaného nádora v prsníku (v rovnakom, alebo protifaľhom)
Zhodnotenie účinku neoadjuvantnej chemoterapie
Zhodnotenie žien s prsnými implantátmi
Skrytý primárny karcinóm prsníka (vyhľadávanie rakoviny prsníka u pacientov s metastázami a negatívnou mamografiou a ultrazvukom)
Podозrenie opakovaného výskytu*
Riešenie problémov (nejasný nález na mamografii/ultrazvuku)*

\*Keď nemôže byť vykonaná biopsia

[8] Nedávno boli navrhnuté ďalšie nové indikácie, ako výtok z bradavky [8] a vyhodnotenie lézií s neurčitým potenciálom zhubnosti (takzvané vysoko rizikové alebo B3 lézie) objavených na mamografii alebo ultrazvuku (s odobraním vzorky)[9]

## Opatrenia/Kontraindikácie

MR zariadenie je relatívne úzky tunel, v ktorom žena počas vyšetrenia prsníkov leží 15 až 30 minút v polohe na bruchu. Pacienti s ťažkou klaustrofóbiou musia pred vyšetrením podstúpiť psychologickú/farmakologickú prípravu alebo podanie sedatív [11]. Kvôli použitiu magnetických polí a rádiových vln je prítomnosť feromagnetických objektov a kovových telies v očiach absolútnou kontraindikáciou. V prípade pochybností sa môže vykonať röntgenové vyšetrenie, aby sa vylúčila prítomnosť kovových telies. MR je kontraindikovaná tiež u pacientov s implantovanými elektronickými zariadeniami, ako sú pre MR nebezpečné kardiostimulátory, defibrilátory a neurostimulátory.

Žena by mala informovať rádiológa alebo pomocný personál, ak má tetovania alebo permanentný make-up. Tie môžu obsahovať železitý pigment, a najmä ak je v zahnutom tvare (ako anténa), môže sa ohriať a spôsobiť lokálne popáleniny. Tkanivové expandery (napríklad pre rekonštrukciu prsníkov) nemusia byť kompatibilné s MR. Ženy s intravaskulárnymi stentmi alebo kovovými skrútkami, či platňami na osteosyntézu môžu bezpečne podstúpiť MR vyšetrenie 6 týždňov po implantácii. Zoznam implantovateľných zariadení a preventívnych opatrení potrebných pre MR nájdete na internete [12].

MR prsníkov bez kontrastnej látky neslúži na zodpovedanie klinických otázok [3, 5–7], postačuje však na zhodnotenie integrity prsných implantátov. Ženy s predispozíciou na alergiu alebo s predošlými alergickými reakciami na akúkoľvek kontrastnú látku majú vyššie riziko alergickej reakcie na kontrastnú látku pri MR. Navyše u žien so slabou funkciou obličiek (odhadovaná miera glomerulárnej filtrácie nižšia ako  $30 \text{ ml/min} \times 1.73 \text{ m}^2$ ) injekcia s kontrastnou látkou predstavuje malé riziko zriedkavej choroby - nefrogénnej systémovej fibrózy [13]; MR s kontrastnou látkou je tiež vo všeobecnosti kontraindikáciou u tehotných žien, no každý prípad by sa mal zvažovať individuálne [14].

Pred vstupom do miestnosti s MR zariadením pacient vyplní detailný dotazník, aby sa vylúčila akákoľvek kontraindikácia vyšetrenia a použitia kontrastnej látky.

**Poznámka A.** Ak si myslíte, že trpíte klaustrofóbiou, môžete požiadať o prehliadku prístroja s informáciami o zariadení. Ak skutočne trpíte klaustrofóbiou, konzultujte to s príslušným lekárom, rádiológom a personálom inštitúcie, kde podstúpite MR. Tento problém musí byť komunikovaný a riešený ešte pred samotným vyšetrením. Indikované môže byť užitie sedatív na zmiernenie príznakov.

**Poznámka B.** Ak máte implantované zariadenie ako napríklad kardiostimulátor/defibrilátor, kovové implantáty alebo tkanivové expandery, oznámte to

príslušnému lekárovi, nakoľko môže dôjsť ku poškodeniu zdravia alebo implantovaného zariadenia. V prípade pochybností o kontraindikáciách prosím informujte rádiológa a personál inštitúcie, v ktorej podstúpite MR. Tento problém musí byť komunikovaný ešte pred samotným vyšetrením. Ak Vám informácie nebudú poskytnuté vopred, informujte prosím personál pred vyšetrením.

**Poznámka C.** Ak máte závažné predispozície na alergiu (napríklad bronchiálnu astmu) alebo ste v minulosti mali alergické reakcie na lieky alebo kontrastnú látku, informujte o tom lekára. V prípade závažných alergických symptómov musí byť porovnané riziko alergických reakcií s potenciálnymi výhodami MR. V prípade, že bude rozhodnuté v prospech MR, musia sa vykonať preventívne opatrenia, vrátane podania kortikosteroidov a antihistaminík pred vyšetrením. V každom prípade sa pred naplánovaným dátumom MR vyšetrenia poraďte so svojim rádiológom. Odporúčame informovať aj personál inštitúcie, v ktorej sa MR uskutoční. Tento problém musí byť komunikovaný ešte pred samotným vyšetrením.

**Poznámka D.** V európskych krajinách sú prijaté rozličné regulácie aby sa predišlo riziku zlyhania obličiek pri podaní kontrastnej látky. Funkčnosť obličiek Vám môže byť skontrolovaná krvným testom (vykonaným maximálne 30 dní pred MR), určí sa hladina kreatinínu a zhodnotí sa miera glomerulárnej filtrácie. V každom prípade, ak ste v minulosti mali ochorenie močového mechúra alebo obličiek, diabetes melitus, kardiovaskulárne ochorenie, mnohopočetný myelóm, Waldenströmovu makroglobulinémiu, alebo užívate diuretické alebo nesteroidné protizápalové lieky (napríklad ibuprofen/naproxen), informujte o tom lekára alebo rádiológa.

## Plánovanie

U žien pred menopauzou sa preferuje vykonať MR s kontrastnou látkou medzi 7. a 14. dňom menštruačného cyklu, kedy je posilnenie normálneho fibroglandulárneho tkaniva prsníka nízke, a preto sú abnormality lepšie odhaliteľné a sú menej časté falošne pozitívne nálezy [15–19]. Počas ostatných dní cyklu môžu byť lézie maskované posilneným fibroglandulárnym tkanivom. Ak je to nevyhnutné, MR prsníkov sa môže vykonať v treťom týždni cyklu, no výsledky nemusia byť optimálne. Užívanie antikoncepcie nie je kontraindikáciou MR s kontrastnou látkou, ak sa dodržia vyššie spomenuté pravidlá. Ženy s nepravidelnou menštruáciou (napr. v prechodnej hormonálnej fáze) môžu podstúpiť odber vzorky krvi pre určenie optimálneho času pre MR, najmä ak predošlé vyšetrenia boli bez diagnostiky kvôli silnému glandulárnemu posilneniu [20]. Ženy pred menopauzou, ktoré potrebujú iba zhodnotenie integrity implantátov, môžu

podstúpiť MR bez kontrastnej látky kedykoľvek. Všetky ženy po menopauze môžu podstúpiť MR s kontrastnou látkou kedykoľvek. Nedávno bolo zistené, že hormonálna terapia po menopauze má zanedbateľné účinky na posilnenie parenchýmu [21]. V každom prípade, optimálne naplánovanie MR prsníkov by nemalo podstatne zdržať plánovanie terapie.

**Poznámka E.** Ak ste pred menopauzou a máte termín na MR s kontrastnou látkou, skontrolujte svoj menštruačný cyklus. Ak vyšetrenie nie je naplánované medzi 7. a 14. dňom od prvého dňa cyklu, kontaktujte centrum a skúste preložiť termín vyšetrenia. Ak MR s kontrastnou látkou musí byť vykonané kvôli iným indikáciám, konzultujte to so svojim rádiológom: rýchlosť je niekedy dôležitejšia ako vhodné naplánovanie. Berte prosím do úvahy, že MR vyšetrenie vykonané mimo najvhodnejšej fázy cyklu môže spôsobiť falošne pozitívne výsledky (nálezy, ktoré pôsobia ako zhubné, no sú nezhubné) a falošne negatívne výsledky (nálezy, ktoré sa javia ako normálne alebo nezhubné, no sú zhubné). Plánovanie podľa cyklu nie je potrebné pri hodnotení prsných implantátov a ak nie je plánované podávanie kontrastnej látky.

**Poznámka F.** Ak máte nepravidelnú menštruáciu (napr. v prechodnej hormonálnej fáze) alebo ste absolvovali hysterektómiu pred 50. rokom života, konzultujte so svojim rádiológom potrebu odobratia krvnej vzorky pre sérum progesterónu na určenie optimálneho času pre MR vyšetrenie.

## Technika/Procedúra

MR prsníkov sa robí MR skenermi fungujúcimi na 1.5 alebo 3 Tesla (1.5 Tesla = 15,000 Gauss).

Technik alebo sestra poskytujú jasné inštrukcie a vysvetlenia ohľadom procedúry. Ak je potrebná injekcia s kontrastnou látkou, pacient je po komunikácii s rádiológom o povinnostiach a vyplnení dotazníkov vyzvaný na podpis informovaného súhlasu. Následne sa ľahkým vpichom porovnateľným s odberom krvi zavedie malá plastická kanyla do laktvej žily jednej ruky. Počas vyšetrenia je kontrastná látka vstreknutá spolu s fyziologickým roztokom pomocou automatizovaného injektora. Kanyla bude odstránená po procedúre a ranka bude na krátko stlačená pre zastavenie krvácania.

Žena by mala byť počas vyšetrenia v stabilnej polohe, keďže pohyb pacienta spôsobuje závažné znehodnotenie kvality snímky a interpretácia výsledkov sa tak stáva zložitou, niekedy až nemožnou. Niekedy môžete v ruke po vpichu cítiť teplo, či trpnutie. Pociť sa môže rozširovať do celého tela. V ústach môžete cítiť kovovú chuť, niekedy sa môže vyskytnúť prechodná bolesť hlavy alebo hnačka.

Pacient je počas vyšetrenia do pol pása nahý. Akékoľvek oblečenie alebo doplnky obsahujúce kovy a šperky musia byť odstránené. Niektoré centrá vyžadujú kompletnú nahotu a poskytujú jednorazové oblečenie. Súčasťou sú špecializované otvory na prsia. Žena si ľahne bruchom dole na MR stôl a umiestni každý prsník do jedného otvoru. Technik alebo sestra upraví prsníky tak, aby sa vyšlo zohnutiu alebo kompresii prsníkov na krajoch otvorov. V niektorých centrách sa aplikuje veľmi jemná kompresia, aby sa zamedzilo pohybu. Žena dostane gumené zátky do uší alebo slúchadlá pre redukciu hluku zo skeneru počas vyšetrenia. Rádiológ a technik môžu počas vyšetrenia so ženou komunikovať. Žena môže stlačiť alarm, po čom sa vyšetrenie okamžite ukončí a žena je z prístroja vytiahnutá. Takže každý pacient si môže byť istý tým, že v prípade núdze mu bude okamžite poskytnutá pomoc.

Keď je žena správne umiestnená, stôl spolu s pacientom sú zasunutí do vnútra magnetu tak, aby boli prsníky presne v strede tunela: magnetické pole je v tejto polohe najviac homogénne a vzniknú tak snímky optimálnej kvality. Procedúra je hlučná, aj keď slúchadlá hluk značne redukujú. Počas vyšetrenia sa neodporúča zhovárať sa s personálom, nakoľko by mohlo dôjsť k pohybu pacienta. Sekvencie skenu vytvárajú rôzne zvuky v rozličných hladinách hluku, najmä pri CE imaging (nepretržitý bzukot) a pri diffusion-weighted zobrazovaní (pípanie).

Keď sa hodnotí integrita prsných implantátov, využívajú sa špeciálne sekvencie s rôznymi zvukmi.

Po vyšetrení je stôl so ženou vysunutý zo skeneru. Žena sa posadí a personál jej odstráni kanylu zo žily. Celá procedúra obvykle trvá 15-30 minút, okrem prípadov, kedy sa robia dodatočné sekvencie pre klinické účely. Rádiológ môže rozhodnúť o odložení odstránenia kanyly o 10-15 minút pred odchodom pacienta z oddelenia (viď nižšie).

**Poznámka G.** Počas vyšetrenia je veľmi dôležité nehybať sa. Keď skener získava dáta („sekvencie“), počujete relatívne silný zvuk, redukovaný slúchadlami. Mohli by ste si myslieť, že pohyby tela medzi rôznymi sekvenciami nemôžu znížiť kvalitu snímok. No keďže sú snímky vytvárané závisle jedna od druhej, pohybu medzi jednotlivými sekvenciami skenu by sa malo skutočne vyhnúť.

## Po procedúre

Po procedúre sa žena oblečie. Ak bola podaná kontrastná látka, ambulantným pacientom je odporúčané zostať na oddelení ešte 10-15 minút, aby sa overila veľmi ojedinelá, no možná neskorá reakcia na kontrastnú látku. Pred čítaním snímok sa niekedy využíva ich spájanie pomocou špeciálneho softvéru. Samotné hodnotenie sa koná vrátane predošlých vyšetrení a klinických záznamov. Správa je zvyčajne generovaná v rámci niekoľkých dní, no v niektorých prípadoch to trvá dlhšie. V prípade artefaktov alebo silného

posilnenia glandulárneho tkaniva u žien, ktoré sú vyšetrované mimo vhodnej fázy menštruačného cyklu, alebo s inými neočakávanými hormonálnymi vplyvmi, môže byť potrebné ďalšie MR vyšetrenie. V závislosti od nálezov a indikácii MR môžu byť nutné ďalšie vyšetrenia.

### Správa z MR prsníkov a BI-RADS® kategórie

Hodnotenie MR by mal vykonávať špecializovaný rádiológ. Správa by mala obsahovať označenie pre snímky, relevantné klinické informácie a druh a množstvo podanej kontrastnej látky. U žien pred menopauzou by sa mal uviesť aj deň, či týždeň menštruačného cyklu, v ktorom bolo MR vyšetrenie vykonané. Stručne zhrnuté by mali byť aj využité techniky.

Reportovaný nález obsahuje informácie o hustote prsníkov, množstve posilneného parenchýmu a zvyčajne aj štrukturovaný popis relevantných abnormalít, vrátane tých v podpaží alebo vedľajších viditeľných nálezov v hrudnej alebo abdominálnej časti. Strana a umiestnenie akejkoľvek lézie v prsníku by mali byť popísané. Vyšetrenie môže odhaliť metastázy aj v uzlinách, aj keď hodnotenie lymfatických uzlín nie je špecifickým zámerom MR prsníkov.

Každá správa by mala obsahovať záver a výsledok, zvyčajne spojený s diagnostickou kategóriou a odporúčaniami. V mnohých európskych krajinách sa využíva štrukturovaný proces podávania správ a klasifikácie. Najviac využívaný je štandardizovaný systém BI-RADS® vypracovaný Americkou rádiologickou spoločnosťou (American College of Radiology) [22], spolu s 3T systémami vo vysokom rozlíšení [23].

Hodnotiace kategórie BI-RADS sú nasledovné:

- 0 = nedokončené, je potrebné ďalšie hodnotenie snímok;
- 1 = negatívny nález, bez abnormalít;
- 2 = nález je benígny;
- 3 = nález je pravdepodobne benígny (odporúča sa opakované vyšetrenie do 6 mesiacov; biopsia sa vykoná iba v špeciálnych prípadoch, napríklad keď si to pacient vyslovene žiada alebo pri vysoko rizikových pacientoch);
- 4 = podozrivá abnormalita (odporúča sa biopsia);
- 5 = nález má známky malígneho nádora (odporúča sa biopsia);
- 6 = histologicky dokázaný malígny nádor (kategória pre MR skeny vytvárané kvôli určeniu fázy rakoviny alebo v prípade neoadjuvantnej chemoterapie).

Odporúčania na biopsiu pri léziách typu BI-RADS 4-5 sú všeobecným pravidlom pre izolované nové prípady lézií. Biopsia nemôže byť vykonaná v prípade, že je lézia hraničiacia alebo umiestnená vedľa zhubnej lézie. Okolo 60% lézií zachytených na začiatku pomocou MR je identifikovaných následným cieľným ultrazvukom [24]

(táto miera sa v rôznych štúdiách líši). Potreba druhej kontroly vznikla na základe prípadov, kedy lézia na prvý pohľad z ultrazvuku nebola zistená, zistila sa až pri druhom ultrazvuku, keď rádiológ na základe MR vedel, kam sa má pozeráť. V tomto prípade sa biopsia vykonáva pod kontrolou ultrazvuku, rýchlejšim, menej invazívnym a menej nákladným spôsobom ako je biopsia kontrolovaná MR [25]. Ak lézia nie je na ultrazvuku zistená a indikácia pre biopsiu stále platí, vykoná sa biopsia kontrolovaná MR. Trvá dlhšie ako diagnostická MR prsníkov, je to špeciálna procedúra vyžadujúca zariadenia na zamierenie a odobratie vzorky, ako aj odborný personál. V niektorých krajinách je potrebné požiadať o špeciálne uhradenie nákladov (je to relatívne nová a nákladná procedúra).

Avšak ak nie je možné vykonať biopsiu kontrolovanú MR (napríklad nie je dostupné potrebné vybavenie), môže byť vykonaná biopsia za pomoci počítačovej tomografie alebo predoperačná lokalizácia pomocou MR.

**Poznámka H.** Ak je indikovaná biopsia nálezu zisteného na MR, neznamená to, že máte rakovinu. Až 50–70 % takýchto nálezov je benígnych [26]. Vhodný je cieľný ultrazvuk, prehodnotenie mamogramov, cieľné mamografické prehľady snímok alebo snímky získané pomocou digitálnej tomosyntézy prsníkov, ktoré poskytujú možnosť biopsie pod kontrolou ultrazvuku alebo mamografie. Vo väčšine prípadov, kedy je pri MR odhalený podozrivý nález (BI-RADS 4 alebo 5), by sa mala vykonať biopsia. Určenie benígneho pôvodu podozrivého nálezu z MR iba pomocou iných cieľných zobrazovacích metód je možné vo veľmi málo prípadoch.

**Poznámka I.** V prípade MR kategórie BI-RADS 4-5 nemôže byť rakovina vylúčená ani ak sú cieľný ultrazvuk a vyššie spomenuté mamografické postupy negatívne: potrebná je biopsia kontrolovaná MR. Nie všetky centrá, ktoré vykonávajú MR, robia aj biopsiu prsníkov kontrolovanú MR. Avšak Váš rádiológ Vám určite odporúči zariadenie, kde biopsiu kontrolovanú MR vykonávajú alebo zvolí odobratie vzorky za kontroly počítačovej tomografie alebo predoperačnú lokalizáciu kontrolovanú MR.

BI-RADS 3 nálezy tvoria špeciálnu diagnostickú kategóriu [27]. Šanca, že sú zhubné, je nižšia ako 2% [28]. Riziko, že je lézia BI-RADS 3 zistená na MR zhubná, je vyššie najmä u vysoko rizikových pacientov [29]. Pri léziách BI-RADS 3 sa namiesto biopsie odporúča krátkodobé sledovanie, nakoľko je málo pravdepodobné, že sú zhubné. Efektivita liečenia by nemala byť ovplyvnená neskoršou diagnostikou. MR vyšetrenie by malo byť zopakované v rámci 6 mesiacov a následne po 1 a 2 rokoch od prvotného zistenia. Ak pri opätovnej kontrole MR lézia zmizne, zmenší sa, alebo ostane rovnakej veľkosti, a nevykazuje žiadne nové známky

zhubnosti, môže byť zaradená do nižšej kategórie – benígnej (BI-RADS 2), a to bez biopsie. V prípade, že pacient požaduje okamžitú diagnózu, sa môže rovno na BI-RADS 3 lézii vykonať biopsia.

**Poznámka J.** V prípade MR nálezu BI-RADS 3 by ste mali prekonzultovať so svojim rádiológom a/alebo príslušným lekárom, či je vhodné uprednostniť pozorovanie s kontrolnou MR v rámci 6 mesiacov, alebo biopsia. Opatrnosť sa odporúča najmä pri vysoko rizikových pacientoch: BI-RADS 3 nález má u nich vyššiu pravdepodobnosť zhubnosti a biopsia sa vykonáva častejšie.

### Senzitivita MR prsníka

Celková senzitivita MR prsníka na rakovinu prsníka je približne 90%, čo znamená že 10% prípadov rakoviny môže ostať nezistených. Nezistené nádory sú vo všeobecnosti buď veľmi malé alebo nie sú dostatočne kontrastné. Senzitivita na intraduktálny karcinóm (DCIS), neinvazívnu léziu, ktorá je pravdepodobne predchodcom invazívnej rakoviny a je podobne liečená, je rôzna. Niektoré (najmä tie s nižším histopatologickým stupňom G1), môžu ostať nezistené [30–32]. Môže nastať aj prípad, že invazívny nález nebude na MR viditeľný. DCIS môžu byť na mamogramoch zobrazené ako zhhluk mikrokalcifikátov, aj ak sú nálezy s MR negatívne. To znamená, že nálezy z klinických vyšetrení, mamografie alebo ultrazvuku by sa mali posudzovať na základe negatívnych nálezov z MR [33], aj keď sú pravdepodobne benígne (t.j. BI-RADS 3). Ak je indikovaná biopsia, negatívny MR nález neznamená, že nebude vykonaná. Senzitivita tiež závisí od technických predpokladov, klinickej indikácie a skúseností lekára čítajúceho nález.

**Poznámka K.** Ak je indikovaná biopsia na základe hmatateľných abnormalít alebo mamografie či ultrazvuku, mali by ste ju podstúpiť pre vylúčenie rakoviny. Aj keď je MR prsníkov vysoko senzitívna, nie je to dokonalý test a nemala by sa použiť ako alternatíva biopsie. Biopsia je vyšetrenie zamerané na vylúčenie rakoviny, no to, že podstupujete biopsiu neznamená, že máte rakovinu.

### MR prsníkov pre skrining

Vďaka vysokej senzitivite je MR prsníkov vynikajúci nástroj skriningu. U žien so zvýšeným rizikom rakoviny prsníka a u žien, ktoré sú nositeľkami BRCA1, BRCA2, alebo inej vzácnej genetickej mutácie, bola preukázaná vyššia senzitivita MR prsníkov v porovnaní s inými metódami snímokovania prsníkov [7, 34–39]. Vysoká senzitivita je preukázaná tiež pre benígne ochorenia prsníkov. V tomto prípade su potrebné aj dodatočné vyšetrenia, vrátane opakovanej MR, cieleného ultrazvuku

a biopsie, ako sa uvádza vyššie. Toto dodatočné zaťaženie z MR skriningu je vyššie u žien s predtým nižším rizikom rakoviny prsníka. Navyše, MR je relatívne nákladné vyšetrenie a potreba ďalších vyšetrení navyšuje aj náklady. Preto sa spochybňuje efektívnosť nákladov u žien, ktoré nepatria do rizikovej skupiny [40]. Preplácanie MR prsníkov pre skrining sa v rôznych krajinách líši.

Existujú dôkazy o značnej pridanej hodnote MR ako skriningového nástroja u žien s dokázaným BRCA1, BRCA2 alebo inou vzácnou genetickej mutáciou [7, 34–39], v porovnaní so ženami s rizikom stanoveným na základe histórie rodiny, a tiež s pacientami, ktorí podstúpili rádioterapiu hrudnej oblasti pred 30 rokom života [41–43]. Nedávne metaanalýzy dát jednotlivých pacientov ukázali, že pre nositeľov BRCA mutácie je vo veku nad 50 rokov relevantný nárast senzitivity [44]. Čo sa týka úrovne rizika, pri ktorej sa má vykonávať MR skrining a veku, v ktorom začať a ukončiť MR skrining, smernice v Európe a USA sa podstatne odlišujú.

**Poznámka L.** Ak je vo Vašej rodine viacero prípadov rakoviny prsníka a/alebo vaječníkov, konzultujte možnosť MR skriningu so svojim lekárom a rádiológom. Existujú systémy, ktoré odhadnú mieru Vášho rizika. Príslušný lekár alebo rádiológ Vám môže odporučiť návštevu špecializovaného centra pre zhodnotenie rizika. Výsledky budú následne zosúladené s Vašimi lokálnymi/národnými smernicami. Preplácanie zdravotnej starostlivosti sa v rôznych krajinách líši.

**Poznámka M.** Ak ste absolvovali rádioterapiu hrudnej oblasti, diskutujte potrebu MR a mamografického skriningu s Vaším lekárom, špecialistom rádioterapie alebo rádiológom.

### MR prsníkov pre určenie štádia rakoviny

Väčšina prípadov rakoviny prsníka je odhalená po klinických symptómoch alebo po mamografickom skriningu. Štandardný spôsob ako určiť podozrivú léziu je tzv. trojnásobné zhodnotenie: mamografia, ultrazvuk a biopsia. MR ešte nie je zahrnuté do metód prvotného zisťovania rakoviny, okrem rizikových žien, ktorým sa robí MR skrining. Ak je u pacienta zistená rakovina prsníka, môže sa vykonať MR pre zistenie rozsahu, sprievodných lézií a ďalších nádorov v danom alebo druhom prsníku. MR je omnoho lepší spôsob zistenia rozsahu nádora ako mamografia alebo ultrazvuk, aj napriek tomu, že pri takmer 15% prípadov prichádza ku nadhodnoteniu, alebo naopak podhodnoteniu rozsahu. Aj keď môže lepšia dokumentácia veľkosti a rozsahu nádora viesť ku lepšie prispôbenej operácii s nižšou mierou potreby opakovaného zásahu, náhodné štúdie, ktoré hodnotili chirurgické výsledky predoperačného MR, vykázali protichodné výsledky [45–48]. U pacientov s invazívnym lobulárnym karcinómom, špecifickým

rozširujúcim sa typom nádora, ktorý je notoricky podceňovaný mamografiou a ultrazvukom, bolo spozorované zníženie opakovaného vyrezávania z 18% na 11% [49], aj keď to nebolo štatisticky významné v metaanalýzach [50]. Ďalšie navrhované indikácie sú rozdiely vo veľkosti nádora zistené rôznymi metódami (vrátane klinického vyšetrenia), ktoré môžu meniť stratégiu liečenia, charakteristiku rakoviny prsníka zistené u vysoko rizikových pacientov a spôsobilosť pre čiastkové ožarovanie prsníka [7, 51].

Predoperačné MR môže odhaliť mnoho ďalších zväčšujúcich sa lézií, ktoré na mamografii a ultrazvuku neboli viditeľné. Približne 50% z nich je napadnutých rakovinou (až 75% v prsníkoch kde sa vyskytujú už poznané nádory), čo znamená, že patologické overenie je potrebné, najmä ak sú dodatočné lézie vo väčšej vzdialenosti od už diagnostikovanej rakoviny. Ak je zistený ďalší nádor, logicky prichádza ku rozsiahlejšej operácii. Musí však byť starostlivo zvážená. Operácia zachovania prsníka pri rakovine je pri viac ako 40% pacientov zameraná skôr na zníženie rozsahu choroby, nie je kompletne liečivá [52]. Táto informácia je pre pacientov veľmi dôležitá: liečenie je väčšinou doplnené rádioterapiou, chemoterapiou, a/alebo hormonálnou terapiou. Preto môžu byť dodatočne zistené ložiská efektívne liečené týmito adjuvantnými terapiami, následne môže byť indikovaná rozšírená operácia. Neexistuje však dostatok dôkazov o zlepšení stavu alebo úplnom vyliečení choroby vďaka predoperačnému MR. V každom prípade, výhody z predoperačného MR taktiež závisia od skúseností rádiológa vyhodnocujúceho MR, presnosti zmapovania rozsahu odhaleného nádora, schopností chirurga využívajúceho výsledky MR a teda od prepojenia rádiológie a chirurgie.

MR vyšetrenie vie odhaliť aj nečakané nádory vo vedľajšom prsníku u približne 3% žien s rakovinou v prvom prsníku (zistenou bežným snímkovaním) [53], dokonca bola udávaná ešte vyššia miera inak neodhalených nádorov vo vedľajšom prsníku [54]. Keďže vedľajší prsník nie je ošetrovaný rádioterapiou, zistenie nečakaného nádora vo vedľajšom prsníku môže byť dôležitejšie, ako zistenie ďalšieho ložiska v prvom prsníku. Aj keď vo väčšine prípadov je výsledná prognóza odvodená najmä od veľkosti a druhu najväčšieho nádora, včasné odhalenie ďalších nádorov je spojené s miernym nárastom miery prežitia, najmä pri pacientoch mladších ako 50 rokov [55, 56].

**Poznámka N.** V prípade novej diagnostiky rakoviny prsníka môže predoperačné MR vylepšiť liečenie už diagnostikovanej rakoviny a môže zistiť rakovinu vo vedľajšom prsníku. Musí sa však správne vyvážiť riziko, že následkom MR môže byť vykonaná operácia v rozsahu, ktorý nie je potrebný (napríklad mastektómia namiesto vybratia len tumoru). Váš rádiológ a chirurg s Vami môžu konzultovať

potenciálne výhody a nevýhody predoperačného MR vyšetrenia vo Vašom prípade.

## MR prsníkov u pacientov s implantátmi

MR je najsenzitívnejšou metódou pre zistenie poškodenia prsného implantátu, ak sa dodržia príslušné opatrenia [57]. Tieto opatrenia zahŕňajú špeciálne sekvencie bez vpichnutia kontrastnej látky.

Bežnou reakciou na zväčšenie prsníkov je sformovanie kapsuly v okolí implantátu. Táto kapsula mnohokrát drží silikón na mieste aj keď príde k jeho poškodeniu. V skutočnosti až takmer 50% starých implantátov je po 10 rokoch poškodených [58], zvyčajne bez akýchkoľvek príznakov. Preto skrining pre zistenie poškodenia implantátov nie je potrebný [7]. U pacientov s príznakmi, napríklad u tých, ktorí majú mimopúzdrové poškodenie (silikón sa dostal mimo hraníc kapsule), môže byť únik silikónu v prsníku veľmi jednoznačne zobrazený na MR. Ak výsledok nie je jasný z mamografie alebo ultrazvuku, MR je schopná potvrdiť alebo vylúčiť poškodenie. To môže pomôcť chirurgovi pri rozhodnutí, či sa bude robiť úprava a/alebo výmena implantátu.

Implantát neovplyvňuje senzitivitu MR pri zisťovaní rakoviny prsníka: ostatné indikácie pre MR prsníkov s kontrastnou látkou ostávajú platné.

**Poznámka O.** Kontrola integrity prsných implantátov pomocou MR nie je potrebná, ak sa nevyskytli žiadne problémy. Ak však existuje podozrenie na porušenie implantátu, MR je najlepšou technológiou pre zistenie možného poškodenia.

**Poznámka P.** Prsné implantáty neovplyvňujú senzitivitu MR s kontrastnou látkou pri zisťovaní novej alebo opakovanej rakoviny prsníka.

**Poznámka Q.** Ak máte prsné implantáty a máte plánované MR vyšetrenie, prineste si so sebou detailné informácie o type Vašich implantátov. Ak tieto informácie nemáte, vypýtajte si ich od Vášho chirurga.

## Zhodnotenie vplyvu neoadjuvantnej chemoterapie

V prípade pokročilého štádia rakoviny prsníka prijíma mnoho centier rozhodnutie o redukcii tumorov neoadjuvantnou chemoterapiou ešte pred operáciou. Za týchto okolností sa MR odporúča buď na predpoveď reakcie na chemoterapiu [59] alebo na predoperačné ohodnotenie [60, 61]. Základné MR hodnotenie by sa malo vykonať ešte pred neoadjuvantnou chemoterapiou, keďže MR snímky nemôžu byť porovnané s pôvodnými mamografickými alebo ultrazvukovými štúdiami. MR sa zdá byť lepším testom pre skorú predpoveď reakcie a predoperačné ohodnotenie ako klinické ohodnotenie prsníkov, mamografia alebo ultrazvuk. Avšak v prípade, že sa

MR využije ako podpora operácie na konci chemoterapie, niektorí pacienti (10–20%) môžu mať klinicky relevantné podhodnotenie alebo nadhodnotenie reziduálnej rakoviny [7].

### Skrytý karcinóm prsníka

Po prvom odhalení metastáz môže vzniknúť podozrenie na rakovinu, najmä ak metastázy zasahujú aj uzliny. Avšak pri malom množstve pacientov, u ktorých biopsia lymfatických uzlín potvrdí pôvod ochorenia v prsníkoch, sú mamografia a ultrazvuk negatívne. Je to takzvaná skrytá rakovina prsníka, pripadajúca na cca 1% z celkového počtu prípadov rakoviny prsníka. MR môže v tomto prípade identifikovať primárnu rakovinu prsníka v takmer dvoch tretinách prípadov, umožňujúc operáciu so zachovaním prsníka [6, 7, 62]. Ak je výsledok z MR prsníka negatívny, operácia nie je nevyhnutná. V prípade metastáz v podpaží sú pacienti väčšinou liečení rádioterapiou priľahlého prsníka. Navrhnutí sa môže kontrolné MR vyšetrenie [7].

**PodĎakovanie** Autori článku ďakujú *Europa Donna – Európskej koalícii pre kontrolu rakoviny prsníka*, za revidovanie textu, aby bol ľahko pochopiteľný pre ženy, ktoré podstupujú MR.

Vedeckým garantom tejto publikácie je Francesco Sardanelli. Autori tohto dokumentu nie sú v žiadnom vzťahu so spoločnosťami, ktorých produkty alebo služby sa môžu týkať predmetu tohto článku. Autori uvádzajú, že tvorba tohto článku nebola financovaná. Pre tento dokument neboli potrebné žiadne komplexné štatistické metódy. Schválenie komisiou inštitucionálneho dohľadu nebolo potrebné, pretože publikácia je prehľadovým článkom.

Tento článok je distribuovaný pod podmienkami medzinárodnej licencie „tvorivého zdieľania“ 4.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), ktorá umožňuje neobmedzené využívanie, distribúciu a reprodukciu v akýchkoľvek médiách, za predpokladu, že sa preukáže zásluha originálnym autorom a zdrojom, poskytnú sa link na licenciu tvorivého zdieľania a označia sa akékoľvek zmeny.

### Referencie

- Heywang SH, Hahn D, Schmidt H et al (1986) MR imaging of the breast using gadolinium-DTPA. *J Comput Assist Tomogr* 10:199–204
- Kaiser WA, Zeitler E (1989) MR imaging of the breast: fast imaging sequences with and without Gd-DTPA. Preliminary observations. *Radiology* 170:681–686
- 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
- Turnbull LW (2009) Dynamic contrast-enhanced MR in the diagnosis and management of breast cancer. *NMR Biomed* 22:28–39
- Kuhl CK (2007) Current status of breast MR imaging. Part 2. Clinical applications. *Radiology* 244:672–691
- Mann RM, Kuhl CK, Kinkel K, Boetes C (2008) Breast MR: guidelines from the European Society of Breast Imaging. *Eur Radiol* 18:1307–1318
- Sardanelli F, Boetes C, Borisch B et al (2010) Magnetic resonance imaging of the breast: recommendations from the

- EUSOMA work- ing group. *Eur J Cancer* 46:1296–1316
- 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
- Londero V, Zuiani C, Linda A et al (2012) High-risk breast lesions at imaging-guided needle biopsy: usefulness of MR for treatment decision. *AJR Am J Roentgenol* 199:W240–W250
- 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
- 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
- Institute for magnetic resonance safety, education, and research. At: <http://www.MRSafety.com/>. Accessed on 22 Aug 2014
- 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
- 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
- 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
- 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
- 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
- DeMartini WB, Liu F, Peacock S et al (2012) Background parenchymal enhancement on breast MR: impact on diagnostic performance. *AJR Am J Roentgenol* 198:W373–W380
- 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* 12:39–45
- Ellis RL (2009) Optimal timing of breast MR examinations for premenopausal women who do not have a normal menstrual cycle. *AJR Am J Roentgenol* 193:1738–1740
- 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
- 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/MR>. Accessed on 21 Aug 2014
- Pinker-Domenig K, Bogner W, Gruber S et al (2012) High resolution MR 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
- 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
- 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
- Smith H, Chetlun AL, Schetter S et al (2014) PPV(3) of suspicious



28. breast MR findings. *Acad Radiol* 21:1553–1562
29. Comstock C, Sung JS (2013) BI-RADS 3 for magnetic resonance imaging. *Magn Reson Imaging Clin N* 21:561–570
30. Spick C, Szolar DH, Baltzer PA et al (2014) Rate of malignancy in MR-detected probably benign (BI-RADS 3) lesions. *AJR Am J Roentgenol* 202:684–689
31. 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
32. 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
33. Kuhl CK, Schrading S, Bieling HB et al (2007) MR for diagnosis of pure ductal carcinoma in situ: a prospective observational study. *Lancet* 370:485–492
34. Facius M, Renz DM, Neubauer H et al (2007) Characteristics of ductal carcinoma in situ in magnetic resonance imaging. *Clin Imaging* 31:394–400
35. 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
36. Saslow D, Boetes C, Burke W et al (2007) American Cancer Society guidelines for breast screening with MR as an adjunct to mammography. *CA Cancer J Clin* 57:75–89
37. Lord SJ, Lei W, Craft P et al (2007) A systematic review of the effectiveness of magnetic resonance imaging (MR) as an addition to mammography and ultrasound in screening young women at high risk of breast cancer. *Eur J Cancer* 43:1905–1917
38. 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
39. Riedl CC, Ponthold 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
40. 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
41. 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
42. Taneja C, Edelsberg J, Weycker D et al (2009) Cost-effectiveness of breast cancer screening with contrast-enhanced MR in high-risk women. *J Am Coll Radiol* 6:171–179
43. 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
44. 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
45. 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
46. 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
47. Turnbull L, Brown S, Harvey I et al (2010) Comparative effectiveness of MR in breast cancer (COMICE) trial: a randomised controlled trial. *Lancet* 375:563–571
48. Peters NH, van Esser S, van den Bosch MA et al (2011) Preoperative MR and surgical management in patients with nonpalpable breast cancer: the MONET - randomised controlled trial. *Eur J Cancer* 47:879–886
49. Sakakibara M, Nagashima T, Sangai T et al (2008) Breast-conserving surgery using projection and reproduction techniques of surgical-position breast MR in patients with ductal carcinoma in situ of the breast. *J Am Coll Surg* 207:62–68
50. Gonzalez V, Sandelin K, Karlsson A et al (2014) Preoperative MR of the breast (POMB) influences primary treatment in breast cancer: a prospective, randomized, multicenter study. *World J Surg* 38: 1685–1693
51. Mann RM, Loo CE, Wobbes T et al (2010) The impact of preoperative breast MR on the re-excision rate in invasive lobular carcinoma of the breast. *Breast Cancer Res Treat* 119:415–422
52. Houssami N, Turner R, Morrow M (2013) Preoperative magnetic resonance imaging in breast cancer: meta-analysis of surgical outcomes. *Ann Surg* 257:249–255
53. 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
54. 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
55. 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
56. 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
57. 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
58. 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
59. Hold PM, Alam S, Pilbrow WJ et al (2012) How should we investigate breast implant rupture? *Breast J* 18:253–256
60. 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
61. 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 MR. *Breast* 21:669–677
62. 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
63. Marinovich ML, Macaskill P, Irwig L et al (2013) Meta-analysis of agreement between MR and pathologic breast tumour size after neoadjuvant chemotherapy. *Br J Cancer* 109:1528–1536
64. 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