

Pregledni rad

Magnetna rezonanca dojke

Siniša Ristić^{1,2}, Sandra Joković¹, Mirjana Ćuk^{1,2}

¹Medicinski fakultet Foča, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Foča, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina

²Univerzitetna bolnica Foča, Foča, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina

Kratak sadržaj

Karcinom dojke je najčešći maligni tumor u ženskoj populaciji. Mamografija i ultrazvuk su osnovni vizuelizacioni modaliteti za dijagnostiku karcinoma dojke, a istraživanja su pokazala da magnetna rezonanca ima veću osjetljivost u njegovoj detekciji u odnosu na njih. Magnetna rezonanca dojke je uključena u dijagnostički algoritam karcinoma dojke, mada još uvijek nakon mamografije i ultrazvuka i u korelaciji s njima. Ipak, niska specifičnost magnetne rezonance dojke i visoka cijena njenog izvođenja ograničavaju njenu širu upotrebu.

U radu su prikazane savremene mogućnosti i značaj primjene magnetne rezonance u dijagnostici, skriningu, određivanju raširenosti bolesti karcinoma dojke, kao i postterapijskom praćenju ovih bolesnica. Magnetna rezonanca dojke se odlikuje velikom osjetljivošću ali slabijom specifičnošću koja se povećava primjenom kontrastnih sredstava (dinamička magnetna rezonanca dojke). Jedna od njenih prednosti je što omogućava i izvođenje ciljanih biopsija.

Ključne riječi: karcinom dojke, magnetna rezonanca, mamografija, ultrazvuk

Uvod

U detekciji karcinoma dojke uz anamnezu i klinički pregled dojke, aksilaranih, supraklavikularnih i parasternalnih žlijezda mogu da se koriste različite dijagnostičke vizuelizacione metode, a to su ultrazvuk (ehomamografija, u novije vrijeme često dopunjena elastografijom), mamografija (danas se preporučuje digitalna), magnetna rezonanca dojke (magnetna rezonantna mamografija –MRM). Mamografija i ultrazvuk dojke su osnovne metode vizuelizacije za dijagnostiku karcinoma dojke. Od rezultata ovih pretraga

zavisi odluka o izvođenju analize tkiva [1].

MRM predstavlja metod vizuelizacije koji se koristi u skriningu i dijagnozi karcinoma dojke, obično kao dopuna mamografije i/ili ultrazvučne dijagnostike. Bazira se na procjeni morfologije uočenih lezija dojke, bradavice, kože, zida grudnog koša, pazuha, supraklavikularnog i parasternealnog prostora, kao i perfuzije tkiva dojke nakon primjene kontrastnog sredstva na bazi gadolinijuma sa praćenjem dinamike njegove tkivne akvizicije (dynamic contrast enhancement – DCE MRI) [2-6].

Adresa autora:
Prof. dr Siniša Ristić
Studentska 4
73330 Foča
risticsinisa@yahoo.com

Tehnički zahtjevi za izvođenje magnetne rezonance dojke

Protokol MRM mora biti optimalan za postizanje visoke senzitivnosti koja treba da premašuje senzitivnost mamografije u detekciji karcinoma dojke, u pogledu klasifikacije morfologije lezije i njene postkontrastne kinetike/dinamike [1,2].

Uobičajeno se pregledaju obje dojke, pri čemu ispitanica leži potrbuške, postavljanjem dojki u magnetne navoje (kalemove) za dojke u koje se one spuštaju slobodno vertikalno. Naglašava se potreba pregleda obje dojke jer istraživanja ukazuju da 4 % žena sa nedavno detektovanim karcinomom dojke imaju invazivni karcinom kontralateralne dojke koji se može otkriti obično samo MRM. Obično se vrši snimanje u aksijalnoj i sagitalnoj ravni, a aksijalna ravan može da se proširi na prikaz aksile sa mogućim aksilarnim produžetkom mliječne žlijezde i limfnim čvorovima. Preporučena debljina presjeka je 3 mm, a veličina piksela 1 mm u svakoj ravni [1,2].

Magnetno polje jačine 3T do sada nije često upotrebljavano, iako se njim postiže bolji odnos signal/šum te bolja prostorna i vremenska rezolucija. Međutim, izgleda da se pri tome povećava broj artefakata u poređenju sa rutinski korištenim MRM čije je magnetno polje jačine 1,5 T [7].

Dinamična magnetna rezonanca dojke (Dynamic contrast enhancement MRM)

U cilju povećanja sposobnosti detekcija karcinoma dojke, odnosno smanjenja rizika da se ne uoči postojeći karcinom dojke na MRM, uvedena je dinamična magnetna rezonanca dojke (dynamic contrast enhancement - DCE MRI), da bi se povećala kontrastnost/uočljivost eventualno postojeće lezije. Gadolinijumhelat se kao kontrastno sredstvo u MRM aplikuje intravenski u dozi 0,1-0,2 mmol/kg, brzinom 1-2 ml u sekundi. Rade se uobičajeno jedan prekontrastni i 4-5 postkontrastnih skeniranja, pri čemu se prvi postkontrastni snimak radi 7 minuta nakon aplikacije kontrasta, a zatim se rade snimanja na 1-2 minute. Najjednostavniji način da se pri tome prikažu lezije dojke je subtrakcija (prekontrastno/postkontrastno) [1,2,8].

DCE MRM predstavlja najsenzitivniji vizuelizacioni način u dijagnostici karcinoma dojke. Maligne lezije obično pokazuju brzo preuzimanje kontrasta, a potom slijedi njegovo brzo ispiranje zbog povećane prokrvljenosti i propusnosti zidova krvnih sudova (neoangiogeneza).

Međutim, i dinamički MRM ima određena ograničenja/nedostatke. Kinetička krivulja posmatranog uzorka tkiva može pokazivati značajno preklapanje između benignih i malignih lezija, odnosno normalnog vezivnožlezdanog tkiva i patoloških lezija. Takođe, pomenuta kontrastna sredstva imaju i određene nuspojave [1,2,8,9].

Kliničke indikacije za primjenu magnetne rezonance dojke

Korištenje MRM treba da bude zasnovano na principima medicine zasnovane na dokazima. Smjernice American College of Radiology (ACR) iz 2008. i 2013. godine navode kao indikacije za MR dojke tri glavne kategorije: skrining, određivanje raširenosti (staging) bolesti i dodatna procjena kliničkih ili vizuelizacionih nalaza. Na tabeli 1 navedene su kliničke indikacije za MR dojke [1,2].

Skrining. Brojni nedostaci, a posebno visoka cijena izvođenja, uprkos visokoj osjetljivosti MRM u otkrivanju karcinoma dojke, razlog su da ona nije preporučljiva za skrining žena s prosječnim rizikom za nastanak karcinoma dojke. Preporučuje se kao dopunski vizuelizacioni metod skrininga karcinoma dojke kod žena sa povećanim rizikom, nakon kliničkog pregleda, mamografije, ultrazvuka i tkivne dijagnostike vođene palpacijom i/ili mamografski i/ili ultrazvučno [1,2,10].

Određivanje stadijuma karcinoma dojke (staging). MRM može dati vrijedne informacije potrebne za donošenje odluke o liječenju karcinoma dojke. MRM se može koristiti za precizno određivanje pre/postoperativnog TNM stadijuma kod pacijentkinja koje su inoperabilne ili im se uključuje neoadjuvantna terapija. MRM ima visoku osjetljivost pri procjeni širenja tumora na grudni koš i kožu, što ima veliku važnost u procjeni operabilnosti i određivanju stadijuma bolesti. MRM može pružiti i informacije o stanju lokoregionalnih limfnih čvorova: supraklavikularno, aksilarno

Tabela 1. Kliničke indikacije za magnetnu rezonancu dojke

Skrining
Žene sa visokim rizikom za nastanak karcinoma dojke
Žene sa novodijagnostikovanim karcinomom dojke gdje se preporučuje skrining druge dojke
Žene poslije uvećanja dojki
Proširenost bolesti
Multifokalne i multicentrične tumorske lezije
Proširenost lezije na grudni koš i kožu
Rezidualni karcinom dojke
Procjena odgovora na terapiju
Dodatna procjena
Preciznije diferenciranje lezije kod nejasnih rezultata prethodnih pregleda
Ponovno javljanje bolesti
Sumnje na metastaze u regionalnim limfnim čvorovima ili udaljene metastaze nakon urednog fizikalnog pregleda i mamografije
MRM-vođene biopsije za lezije koje se mogu vidjeti samo korištenjem magnetne rezonance

i parasternalno [1,2].

U određivanju broja i distribucije tumorskih žarišta u dojci MRI ima poseban značaj. Od uvođenja MRI dojke u preoperativnoj pripremi uočeno je da je karcinom dojke u 20-25% bolesnica multifokalan (dva ili više tumorskih žarišta u istom kvadrantu dojke) i/ili multicentričan (dva ili više tumorskih žarišta u različitim kvadrantima iste dojke ili tumorska žarišta sa međusobnom udaljenošću preko 4 cm), dok se postojanje tumora u drugoj dojci (sinhroni kontralateralni tumor) detektuje u 2-3% bolesnica. MRM nakon pošteditnih operativnih zahvata omogućava procjenu rezidualne i rekurentne bolesti na temelju kliničke sumnje i/ili suspektne nalaza mamografije i/ili ultrazvuka [1,2,11,12].

Promjena veličine tumora je radiološki kriterijum za procjenu njegovog odgovora na liječenje, i u tu svrhu se može vršiti određivanje volumena tumora 3D MRI prije i nakon primjene neoadjuvantne hemoterapije te procjena veličine preostalog tumora prije hirurške intervencije. Dvije glavne klasifikacije volumena tumora koje se pri tome koriste su klasifikacija Svjetske zdravstvene organizacije (World Health Organisation – WHO) i RECIST (Response Evaluation Criteria in Solid Tumors) klasifikacija, a obje ove klasifikacije baziraju se na procjeni postotka odgovora (redukcije) tumora određivanjem promjene mjerljive veličine tumora, prije i nakon terapije. Terapijski odgovori se dijele u četiri kategorije: potpuni odgovor (CR – complete regression), djelimičan odgovor (PR – partial regression), stabilna bolest (SD

– stable disease) i progresivna bolesti (PD – progressive disease). Najvažnija razlika između WHO i RECIST klasifikacije je metoda mjerenja veličine tumora. WHO klasifikacija se temelji na dva mjerenja pri čemu se mjeri najduži promjer (D1) i najduži perpendikularni promjer (D2), pa se pomnože ta dva broja ($D1 \times D2$), dok se RECIST klasifikacija temelji na jednom mjerenju (najduži promjer D1). Takođe, postavljanje markera u tumor prije početka liječenja može biti važno radi mogućnosti identifikacije njegovog položaja u slučaju potpunog terapijskog odgovora [1,2,13,14].

Dodatna procjena kliničkih ili dijagnostičkih vizuelizacionih nalaza. MRM se može koristiti kada ultrazvuk i mamografija nisu u mogućnosti da sa sigurnošću ukažu na postojanje/prirodu lezije (sumnjivi i dvosmisleni/nepodudarni nalazi kliničkog pregleda, mamografije i ultrazvuk dojke), a biopsija se ne može izvršiti. MRM može da se koristi kod sumnje na recidiv, nakon operacije rekonstrukcije dojke, sumnje na metastatsku bolest/ aksilarnu limfadenopatiju, ako nije poznata lokalizacija primarnog tumora [1,2].

Da bi dijagnostički metod bio ekonomičan/pouzdan, mora imati negativnu prediktivnu vrijednost veću od 98%, što nije slučaj za MRM, pa ga je u dijagnostici karcinoma dojke potrebno koristiti u strogo definisanim slučajevima zbog velikih troškova i mogućnosti dobijanja lažno pozitivnih nalaza. MRM se ne preporučuje za rutinsku upotrebu, ni rješavanje problema dijagnostičke mamografije u smislu dodatne vizuelizacije uočene suspektne lezije. U tim

slučajevima preporučuje se ultrazvukom vođena perkutana biopsija, jer je sigurna, jeftinija i lako izvodljiva [1,2].

MRM kao dodatak mamografiji je najkorisniji u lezijama koje su klasifikovane kao BIRADS 0 ili 3. Upotreba MRM u dodatnoj kategorizaciji („downgrade“) BIRADS 3 lezija nije se pokazala kao ekonomična, a ne postoje ni opravdani razlozi za primjenu MRM kao dopune mamografskog nalaza suspektnih mikrokalifikata [1,2].

Indikacija za MRI dojke je i procjena integriteta implanta dojke (rekonstrukcija nakon operativnog zahvata ili augmentacija), gdje je superiornija u odnosu na konvencionalne vizuelizacione metode u otkrivanju recidiva bolesti i komplikacija vezanih za implantat (ruptura i sl.) [15].

Magnetna rezonanca dojke u dijagnostici metastatski izmijenjenih aksilarnih limfnih čvorova kod primarnog tumora nepoznatog porijekla

MRM dojke može u 60% slučajeva dijagnostikovati okultni, obično istostrani, karcinom dojke prezentovan samo metastatskim aksilarnim limfnim čvorovima bez mamografskog i/ili ultrazvučnog i/ili kliničkog dokaza

njegovog postojanja u dojkama. To se viđa kod manje od 1% bolesnika oboljelih od karcinoma dojke. Evropsko društvo za vizuelizaciju dojke preporučuje korištenje MRM u slučaju lokalizovane metastatske bolesti, kao što su metastaze u regionalnim limfnim čvorovima, kada kliničkim pregledom, mamografijom i ultrazvukom nije identifikovan primarni karcinom dojke. Kod postojanja opsežnih metastaza u udaljenim organima, kada je prognoza loša, nema indikacije za MRM [1,16].

Kategorizacija i klasifikacija lezija uočenih magnetnom rezonantnom mamografijom

Uočeni znaci MRM lezija podliježu kategorizaciji i klasifikaciji koja olakšava donošenje dijagnostičkih zaključaka. Klasifikaciji MRM nalaza se bazira na ARC BI-RADS atlasu. Na tabeli 2 je prikazana kategorizacija i klasifikacija morfologije lezija dojke uočenih MRM [1,2,17,18].

Magnetna rezonantna mamografija kod gustih/fibroznih izmijenjenih dojki

Gušće dojke, u kojima dominira vezivno i/ili žljezdano tkivo povezane su sa češćim obolje-

Tabela 2. Kategorizacija i klasifikacija lezija dojke uočenih magnetnom rezonantnom mamografijom

Radiološka kategorizacija		Radiološka klasifikacija
Masa - lezija koja zauzima 3D prostor i ima različite granice i oblik	Oblik: okrugli, ovalni, lobulirani ili nepravilni Margine: glatke, lobulirane, nepravilne ili spikulirane Tip promjene unutar tkiva dojke: homogena, heterogena ili marginalna	Benigno: Ciste ili limfne žlijezde ili nekroza masti Vjerovatno benigno: Glatke ivice, specifično uvećanje, T2 hiperintenzitet, benigna kinetika kod pacijenta bez mutacije BRCA gena Sumnjivo: Iregularne ivice, heterogenost ili uvećanje ivica Kinetička kriva ispiranja kontrasta
Lezija koja nema karakter mase, a pokazuje postkontrastno pojačavanje (engl. <i>non mass like enhancement</i>) – vide se samo nakon davanja kontrasta i nakon njegove raspodjele	Način raspodjele: fokalno, linearno, duktalno, segmentalno, regionalno, više regionalno ili difuzno Tip promjene unutar tkiva dojke: homogena, heterogena, tačkasta, grudvasta ili retikularna Simetrija	Benigno: Bilateralna simetrija, benigna kinetika Vjerovatno benigno: Difuzno unilateralno ili regionalno neujednačeno i tačkasto Sumnjivo: Regionano tačkasto, duktalno, heterogeno, segmentalno
Fokus	Čvorić < 5 mm	Benigno: Multiplo ili bilateralno, jedna lezija, bez ispiranja kontrasta Vjerovatno benigno: Jedna lezija, ispiranje kontrasta, kod pacijenata bez BRCA gena Sumnjivo: Jedna lezija, ispiranje kontrasta kod pacijenata sa mutacijom BRCA gena

vanjem od karcinoma dojke, a njihova detekcija u ovakvim dojka je nedovoljno sigurna korišćenjem mamografije i/ili ultrazvuka. Ipak, zbog nedovoljne specifičnosti MRM gusta dojka nije indikacija za njenu primjenu. S druge strane, osjetljivost mamografije i ultrazvuka kod operisanih bolesnica ili nakon radioterapije dojke je smanjena usljed razvoja fibroze, pa se MRM može koristiti kao metoda izbora u postterapijskom praćenju ovih asimptomatskih bolesnica, zbog povećanog rizika za razvoj novog karcinoma [19,20].

Mjerenje difuzije pomoću magnetne rezonance (Diffusion-Weighted Imaging)

Mjerenje difuzije pomoću MR (Diffusion-Weighted Imaging – DWI) pruža podatke o funkcionalnom/metaboličkom karakteru tkiva i okruženju na osnovu čega može da se razlikuje zdravo od malignog tkiva. DWI je osjetljiva na promjene u difuziji vode u ćelijskom i vanćelijskom prostoru, što se kvantifikuje koeficijentom difuzije vode (Apparent diffusion coefficient – ADC), i mjeri je celularnosti lezije. Maligne lezije dojke uglavnom imaju niže vrijednosti ADC u odnosu na benigne lezije, kao odraz ograničene difuzija vode usljed povećane ćelijske gustoće u malignim lezijama [2,21-23].

Biopsija vođena magnetnom rezonancom

Razvijene su i MRI-vođene intervencije u cilju postavljanja tkivne dijagnoze tj. biopsije lezija obilježenih markerima koje se ne mogu detektovati drugim dijagnostičkim metodama ili kliničkim pregledom. U tom pogledu je prednost MRI nad drugim dijagnostičkim metodama u tome, što može da detektuje lezije dojke veličine oko 1 mm, kao i postkontrastna pojačanja koja nemaju izgled mase. Uspješnost MRI vođene biopsije kreće se u rasponu 95%–100%, a procenat dijagnostikovanih karcinoma u ovako uzetim uzorcima je varijabilan (5% do 61%) [2,24,25].

Prednosti, nedostaci i kontraindikacije za magnetnu rezonantnu mamografiju

Prednosti MRM uključuju: izostanak jonizu-

jućeg zračenja, neinvazivnost i dobru kontrastnost pregleda tkiva dojke, te činjenicu da pruža jedinstvene funkcionalne informacije [1,2].

Nedostaci MRM su veliki troškovi pregleda, nedostatak široke dostupnosti i stručnosti u tumačenju nalaza, duže trajanje pregleda, potreba za upotrebom intravenskog kontrasta sa mogućim komplikacijama i glomazan postupak MR vođenih biopsija lezije [1,2].

Magnetno polje jačine 1,5T ne izaziva poznate štetne biološke efekte, a kod određenog broja pacijenata se javlja klaustrofobija. Do sada nisu uočeni biološki štetni učinci na fetusima, ali se pretpostavlja da su mogući, naročito u prvom tromjesečju trudnoće, pa se trudnicama savjetuje odgađanje MRM do završetka prvog tromjesečja trudnoće[1,2].

MRM se ne može primjenjivati kod pacijenata koji imaju ugrađene aneurizmske klipseve, pejsmejkere, određene modele vještačkih valvula, otološke implante ili ugrađena/zadesna feromagnetna tijela. Većina drugih implanta (vještački kuk i dr.) danas se prave od materijala koji nisu feromagnetni, npr. titanijum, pa nisu kontraindikacija za obavljanje MRI pregleda [1,2,9].

Zaključak

Mamografija i ultrazvuk dojke su osnovne metode vizuelizacije za dijagnostiku karcinoma dojke. Brojna istraživanja sprovedena širom svijeta, pokazala su da MRM ima veću osjetljivost u detekciji karcinoma dojke u odnosu na ove dvije metode. Danas se MRI koristi u dijagnostičkom algoritmu karcinoma dojke kao posljednja u nizu metoda i u korelaciji s prethodno urađenim. Relativno niska specifičnost MRM i visoka cijena ograničavaju njenu rutinsku upotrebu.

Istraživanja su usmjerena razvoju i primjeni naprednih tehnika kojima bi se poboljšala specifičnost MRM, a posebno u cilju definisanja parametara koji bi omogućili postavljanje preciznijih indikacija za biopsiju dojke, kao i bolju procjenu odgovor na terapiju.

Autori izjavljuju da nemaju sukob interesa.
The authors declare no conflicts of interest.

Literatura

1. Shetty MK. The Basics of Breast MRI. In: Shetty MK, editor. Breast Cancer Screening and Diagnosis. New York: Springer; 2015. p. 163–79.
2. El Khouli RHE, Jacobs MA, Macura KJ. Breast MRI for Diagnosis and Staging of Breast Cancer In: Shetty MK, editor. Breast Cancer Screening and Diagnosis. New York: Springer; 2015. p. 180–200.
3. Sardanelli F, Boetes C, Borisch B, et al. Magnetic resonance imaging of the breast: recommendations from the EUSOMA working group. *Eur J Cancer* 2010;46:1296–316
4. Sutcliffe 3rd JB, Otto PM. Controversies in breast MRI. *Curr Probl Diagn Radiol* 2013;42(4):149–63.
5. Moy L, Elisa K. Patel V, et al. Is breast MRI helpful in the evaluation of inconclusive mammographic findings? *AJR Am J Roentgenol* 2009;193(4): 986–93.
6. Ikeda DM. Updated breast MRI Lexicon. *Eur J Radiol* 2012;81(Suppl 1):S63.
7. El Khouli RH, Macura KJ, Kamel IR, Jacobs MA, Bluemke DA. 3-T dynamic contrast-enhanced MRI of the breast: pharmacokinetic parameters versus conventional kinetic curve analysis. *AJR Am J Roentgenol* 2011;197(6):1498–505.
8. El Khouli RH, Macura KJ, Jacobs MA, et al. Dynamic contrast-enhanced MRI of the breast: quantitative method for kinetic curve type assessment. *AJR Am J Roentgenol*. 2009;193(4):W295–300
9. Kanal E, Barkovich AJ, Bell C, et al. ACR guidance document for safe MR practices: 2007. *AJR Am J Roentgenol* 2007;188(6):1447–74.
10. Boetes C. Update on screening breast MRI in high-risk women. *Obstet Gynecol Clin North Am* 2011;38(1):149–58.
11. Baltzer PA, Dietzel M, Burmeister HP, et al. Application of MR mammography beyond local staging: Is there a potential to accurately assess axillary lymph nodes? Evaluation of an extended protocol in an initial prospective study. *AJR Am J Roentgenol* 2011;196:W641–7.
12. Rahbar H, Partridge SC, Javid SH, Lehman CD. Imaging axillary lymph nodes in patients with newly diagnosed breast cancer. *Curr Probl Diagn Radiol* 2012;41(5):149–58.
13. Park JO, Lee SI, Song SY, et al. Measuring response in solid tumors: comparison of RECIST and WHO response criteria. *Jpn J Clin Oncol* 2003;33(10):533–7.
14. Partridge SC, Gibbs JE, Lu Y, et al. MRI measurements of breast tumor volume predict response to neoadjuvant chemotherapy and recurrence-free survival. *AJR Am J Roentgenol* 2005;184(6):1774–81.
15. Middleton MS. MR evaluation of breast implants. *Radiol Clin North Am* 2014; 52(3) 591–608.
16. Ko E, Han BK, Shin JH, Kang SS. Breast MRI for evaluation patients with metastatic axillary lymph node and initially negative mammography an sonography. *Korean J Radiology* 2007;8(5): 382–9.
17. Kaiser WA. Signs in MR-mammography. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2008.
18. American College of Radiology (ACR) Breast Imaging Reporting and Data System Atlas (BI-RADS Atlas). 5th edition. Reston, Va: American College of Radiology; 2013.
19. Kerlikowske K, Cook AJ, Buist DS, et al. Breast cancer risk by breast density, menopause, and postmenopausal hormone therapy use. *J Clin Oncol* 2010;28(24): 3830–7.
20. Yaghjian L, Colditz GA, Collins LC, et al. Mammographic breast density and subsequent risk of breast cancer in postmenopausal women according to tumor characteristics. *J Natl Cancer Inst* 2011;103(15):1179–89.
21. Marini C, Iaconi C, Giannelli M, Cilotti A, Moretti M, Bartolozzi C. Quantitative diffusion-weighted MR imaging in the differential diagnosis of breast lesion. *Eur Radiol* 2007;17(10):2646–55.
22. Park SH, Moon WK, Cho N, et al. Diffusion-weighted MR imaging: pretreatment prediction of response to neoadjuvant chemotherapy in patients with breast cancer. *Radiology* 2010;257(1):56–63.
23. Wu LM, Hu JN, Gu HY, Hua J, Chen J, Xu JR. Can diffusion-weighted MR imaging and contrast-enhanced MR imaging precisely evaluate and predict pathological response to neoadjuvant chemotherapy in patients with breast cancer? *Breast Cancer Res Treat* 2012;135(1):17–28.
24. Meeuwis C, Veltman J, van Hall HN, et al. MR-guided breast biopsy at 3 T: diagnostic yield of large core needle biopsy compared with vacuum-assisted biopsy. *Eur Radiol* 2012;22(2):341–9.
25. El Khouli RH, Macura KJ, Barker PB, et al. MRI-guided vacuum-assisted breast biopsy: a phantom and patient evaluation of targeting accuracy. *J Magn Reson Imaging* 2009;30(2):424–9.

Breast magnetic resonance imaging

Siniša Ristić^{1,2}, Sandra Joković¹, Mirjana Ćuk^{1,2}

¹Faculty of Medicine Foča, University of East Sarajevo, the Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina

²University Hospital Foča, Foča, the Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina

Breast cancer is the most frequent malignant tumor in female population. Mammography and breast ultrasound are the basic modalities for the breast cancer diagnosis, and studies have shown that magnetic resonance imaging has a greater sensitivity in relation to them. Magnetic resonance imaging (MRI) is included in the diagnostic algorithm of breast cancer but still after mammography and ultrasound and in correlation with them. However, low specificity and high cost of MRI implementation are limits of its wider use.

The paper presents contemporary possibilities and importance of MRI in diagnosing, screening and determining the spread of breast cancer, as well as post-therapy of the patients. MRI is characterized by high sensitivity but lower specificity which is increased by making use of contrast agents (dynamic contrast enhanced MRI of the breast). One of its advantages is enabling the performance of targeted biopsies.

Keywords: breast cancer, magnetic resonance imaging, mammography, ultrasound

Primljen - Received: 09/10/2014

Prihvaćen - Accepted: 01/03/2015