

МАГНЕТНА РЕЗОНАНЦИЈА ДОЈКИ – ДОМЕТИ И ПЕРСПЕКТИВЕ КЛИНИЧКЕ ПРИМЕНЕ

Зорица МИЛОШЕВИЋ, Ненад СПАСИЋ

Дијагностички имидинг центар, Клиничко-болнички центар „Бежанијска коса”, Београд

КРАТАК САДРЖАЈ

Магнетна резонанција (МР) дојки са применом контраста уведена је у клиничку праксу крајем осамдесетих година двадесетог века. Метод омогућава анализу морфологије и васкуларизације патолошких промена у дојкама и значајна је допуна мамографији и ехотомографији дојки, у односу на које је сензитивнији, са откривањем клинички или мамографски окултних промена. Специфичност методе у разликовању малигних и бенигних промена је нижа од сензитивности. Индикације за МР дојки су: разликовање локалног рецидива од постоперационе/ирадијационе фиброзе, дефинисање распрострањености тумора у преоперационом планирању, откривање карцинома у дојци са имплантом или руптуре импланта, метастазе у аксиларним лимфним чворовима окултног примарног тумора, случајеви недовољно дефинисани другим методима. Ограничења су: мала сензитивност за *in situ* карциноме, лажни негативни налази у 10% малигних тумора и могући лажни позитивни налази услед физиолошких хормонских варијација или хормонске супституционе терапије. Даљи домети метода су: рано откривање карцинома дојке у одабраној групи жена са високим ризиком за њихов развој, процена одговора на неoadјувантну хемотерапију, метод интервентне радиологије под контролом МР, примена нових контрастних средстава.

Кључне речи: дојка, магнетна резонанција.

УВОД

Магнетна резонанција (МР) дојки са применом контраста је савремен морфолошко-функционални метод за откривање патолошких промена у дојкама. За разлику од мамографије, која је и даље важећи златни стандард у раном откривању карцинома дојке и која бележи апсорпцију меких рендгенских зрака у различитим ткивима дојке, МР дојки је биолошки неинвазивни метод јер није заснован на јонизујућем зрачењу. Физички принцип МР је интеракција протона водоникових атома ткива у јаком магнетном пољу и поља радиофреквенцијских таласа. Због различите заступљености молекула воде настају одговарајући интензитет МР сигнала и контраст између хистолошки различитих градивних елемената дојки. Тако добијена изворна слика МР нема довољну сензитивност у разграничавању малигних и бенигних промена, те је неопходна интравенска примена парамагнетног контрастног средства, које повећава интензитет сигнала у добро прокрвљеним ткивима. У односу на друге методе у чијој је основи такође откривање различите васкуларизације малигних и бенигних промена (термографија, ехотомографија са колор Доплер сигнализацијом и компјутеризована томографија дојки са контрастом), од МР дојки се очекивала већа сензитивност и специфичност, што је и постигнуто [1]. Домети МР дојки са применом контраста дефинисани су током клиничке праксе која је дужа од деценије. Даљи правци развоја метода су сагледиви, што је у виду прегледа дато у овом раду.

ПАТОФИЗИОЛОШКИ ОСНОВИ И ТЕХНИЧКИ ЗАХТЕВИ ЗА ИЗВОЂЕЊЕ МЕТОДА

Магнетна резонанција дојки са применом контраста заснива се на одговарајућој фармакокине-

тици контрастног средства и карактеристикама васкуларизације малигних тумора дојке. Гадопентат димеглумин (*Gd-DTPA*, гадолинијум диетил-триамин-пентаацетат) је прво парамагнетно контрастно средство примењено у клиничкој пракси, које се и данас користи. Носилац парамагнетног контраста у сложену молекулу је јон Gd^{3+} , који повећава интензитет сигнала у МР секвенцама *T1-W*. Придодати хелат, *DTPA*, неутралише токсичност гадолинијумовог јона и обезбеђује повољна фармакокинетичка својства. Гадопентат димеглумин је екстрацелуларни контраст, јер се после интравенске примене у уобичајеној дози 0,1-0,2 *mmol/kg*, због хидрофилности и мале молекулске тежине, локализује у васкуларном и интерстицијумском простору, а затим се брзо елиминисе гломерулском филтрацијом [2].

Малигни тумори већи од 2 *mm* луче локалне факторе ангиогенезе који стимулишу даљи развој већ формираних капилара и настанак нових, измењене структуре зида, што доприноси већој пермеабилности капилара. Надаље, интерстицијумски простор малигних промена је већи у односу на бенигне. Резултат је да се гадопентат димеглумин у малигним променама накупља брже, непосредно после давања контраста и у већој концентрацији него у бенигним променама и нормалним ткивима. Стога постконтрастно повећање интензитета сигнала у приказу МР најпре настаје у малигном тумору и по интензитету је увек веће у односу на нормална ткива [3].

У прва два минута после давања контраста најбоље се одражава наведена разлика у васкуларизацији малигних и бенигних промена (такозвани дијагностички прозор), па технички услови МР дојки треба да обезбеде довољну временску резолуцију слике ради динамског праћења постконтрастних промена интензитета сигнала. Развој метода у овом смеру дао је врло брзе пулсне секвенце са временом аквизиције слике у трајању од десет секунди. Истовремено, неопходна је и задовољавајућа просторна резолуција сли-

ке са континуираним пресецима ткива тањим од 5 *mm*. Добијени мултипланарни тродимензионални приказ дојки омогућава откривање промена у почетку њиховог настанка, укључујући клинички или мамографски окултне малигне туморе.

Због непрекидног технолошког развоја метода, постоји више протокола за МР дојки с различитим пулсним секвенцама који још нису стандардизовани. Они се разликују у зависности од произвођача апарата и центара у којима се дијагностика обавља, а чија компарација би могла да буде тема посебног рада [4]. За сада постоји сагласност у вези са основним техничким захтевима, у које се убрајају: употреба наменске површинске билатералне завојнице, обликоване према дојкама у положају пронације у коме се преглед обавља, обавезна примена парамагнетног контраста и наведени компромис између временске и просторне резолуције у добијању слике [1].

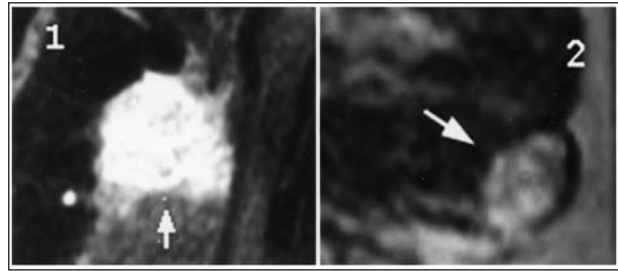
ДИЈАГНОСТИЧКИ КРИТЕРИЈУМИ

Природу патолошке промене на МР слици дефинишу три основна критеријума: морфологија патолошке промене у секвенцама *T1-W* и *T2-W*, интензитет сигнала у МР секвенци *T2-W TSE* и кинетика интензитета сигнала у секвенцама *T1-W* после примене контраста [5].

Морфологија се односи на облик, контуре и унутрашњу грађу промене, слично као у анализи поступка мамографије или ехотографије дојки. Према облику, патолошка промена припада једној категорији од пет категорија. Туморска промена је правилна или неправилна формација која се види у пре-контрастном и постконтрастном приказу МР и одговара бенижном или малижном тумору. За разлику од туморске, фокусна промена се не уочава пре давања контраста јер има исти интензитет сигнала као околних паренхим. Уочава се само постконтрастно, као локализовано повећање интензитета сигнала, и то код дисплазних промена или инципијентног карцинома дојке. Сегментна промена је троугласта зона повећања интензитета сигнала са врхом према мамили и припада процесу једног сегмента дојке. Постконтрастно повећање које се линеарно грана, слично галактографији, одговара арборизацији дуктуса. Регионално или мрљасто повећање интензитета сигнала се односи на површину већу од једног сегмента и припада најпре бенижним дисплазним променама.

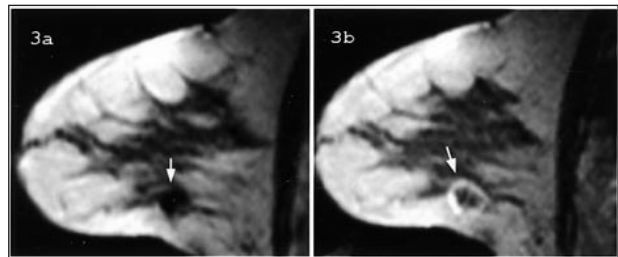
Стелатна форма, неправилне контуре, нехомогена грађа и ивично постконтрастно повећање интензитета сигнала јесу знаци који указују на малигнитет, те је потребно урадити биопсију без обзира на остале критеријуме. Правилан, кружни облик, оштро оцртане контуре и хомогена или септирана унутрашња грађа јесу обележја бенижних промена (Слика 1, 2, 3а и 3б).

Особине патолошке промене у секвенци *T2-W TSE* су други критеријум, јер је интензитет сигнала у доброј корелацији са њеном хистолошком грађом – фиброзом, доминантно ћелијским саставом и садржајем воде. Фиброза даје најнижи интензитет сигнала, за разлику од циста које су хомогеног, високог ин-

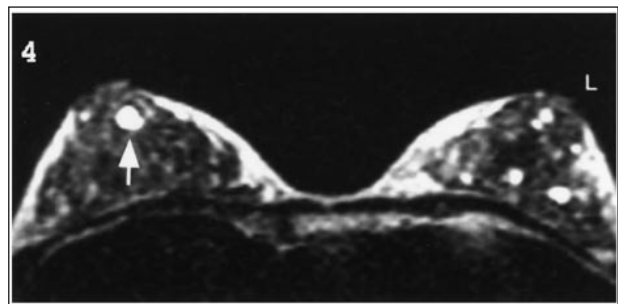


СЛИКА 1. (лево) Приказ типичне стелатне форме инвазивног карцинома дојке помоћу магнетне резонанције (деталј постконтрастне слике *T1-W* са супресијом масти).

СЛИКА 2. (десно) Приказ фиброаденома у секвенци *T1-W* помоћу магнетне резонанције, касна постконтрастна фаза: лобулирана промена с унутрашњим преградама у виду тракастих формација ниског интензитета сигнала које одговарају фиброзној компоненти тумора, уз везивање контраста у аденомској компоненти тумора (хиперинтензивне регије).



СЛИКА 3. Типична морфологија и начин везивања контраста у малижном тумору (секвенца *FFE T1-W*, сагитални пресеци): пре примене контраста (а) види се хипоинтензивна, неправилна туморска промена дубоко препекторално (стрелица), која постконтрастно (б) показује рубно повећање интензитета сигнала. Оно одговара периферној зони тумора са виталним ћелијама, док централни, хипоинтензивни део припада некротичном ткиву тумора.

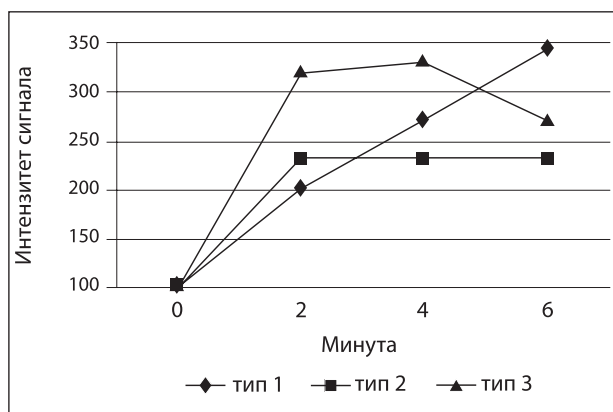


СЛИКА 4. Приказ обостраних циста у дојки помоћу магнетне резонанције (секвенца *TSE T2-W*, аксијални пресек): оштро ограничене туморске промене високог интензитета сигнала. Највећа циста је означена стрелицом.

тензитета сигнала, док је интензитет сигнала хомогених тумора између ових крајности (Слика 4).

Квантитативна анализа се односи на кинетику интензитета сигнала у секвенцама *T1-W* на мањем, репрезентативном делу површине патолошке промене (*region of interest – ROI*) у раном, интермедијалном и касном постконтрастном периоду, која је пропорционална везивању парамагнетног контраста у ткиву. Графички приказ је у виду криве интензитета сигнала у функцији времена (*time-intensity curve – TIC*) са три типичне криве које омогућавају разликовање бенижних и малижних промена (Графикон 1).

Сви наведени критеријуми су неопходни и учествују у доношењу коначног закључка. Тако, ако се анализира само кинетика везивања контраста, спе-



ГРАФИКОН 1. Крива интензитета сигнала у функцији времена после примене контраста, као параметар природе патолошке промене у дојци.

Тип 1 је „раван” или „закривљен” тип криве: интензитет сигнала континуирано расте или се у касној фази јавља ефекат сатурације. Одговара бенигним променама (фиброаденоми, фиброцистична дисплазија) или нормалном ткиву дојке, са односом према малигним променама од 9:1, када је реч о карциномима са ниском ангиогенетском активношћу.

Тип 2 је „плато” тип криве: интензитет сигнала се после почетног повећања одржава на истим вредностима у интермедијалном и касном постконтрастном периоду, са односом малигну према бенигним променама од 3:2.

Тип 3 је тзв. *wash-out* тип криве: интензитет сигнала после почетног изразитог повећања нагло опада кроз интермедијални период према касном постконтрастном периоду. Среће се првенствено код малигну тумора, али и у добро васкуларизованим бенигним променама (маститис, аденоматозни фиброаденоми, папиломи, пролиферативна дисплазија), са односом 6:1 између малигну и бенигну процеса.

цифичност је до 37%, док је, уколико се примене сви дијагностички критеријуми, она 75–85% [6].

Изузетно је важно да МР дојки никада није први метод у дијагностичком поступку, већ увек следи после исцрпног клиничког, мамографског и/или ехотомографског прегледа дојки. Због тога се сви закључци проистекли из анализе МР дојки посматрају у корелацији са налазима конвенционалних метода прегледа, како би се избегли лажни позитивни или негативни налази МР.

ТАБЕЛА 1. Сензитивност и специфичност магнетне резонанције дојки у односу на клинички преглед дојки, мамографију и ехотомографију дојки.

Индикација	Сензитивност (%)				Специфичност (%)			
	Клинички преглед	Мамографија	Ехотомографија	МР	Клинички преглед	Мамографија	Ехотомографија	МР
Рецидив после QUART [8]	89	67	/	100	76	85	/	93
Мултифокални карцином [9]	58	86	75	93	76	32	80	65
Руптура импланта у дојци [10]	/	11	70	81	/	89	92	92
Недефинисани случајеви [11]	/	60	99	/	/	45	/	65

ОСНОВНЕ ИНДИКАЦИЈЕ ЗА МАГНЕТНУ РЕЗОНАНЦИЈУ ДОЈКИ

Основне индикације за МР дојки су: разликовање рецидива малигну тумора од постоперационе и/или постирадијационе фиброзе, откривање мултиплих фокуса малигнуитета у преоперационом планирању (посебно у случају glandуларне грађе дојки), дојке са имплантом (дијагностика карцинома дојке или руптуре импланта), хистолошки потврђене метастазе у аксиларним лимфним чворовима окултног примарног тумора, противречни клинички, мамографски и ехотомографски налази (Табела 1) [7-11].

Разликовање рецидива карцинома дојке од фиброзе

Поштедна операција тумора дојке са постоперационом адјувантном зрачном терапијом (QUART) у тачно дефинисаним стадијумима болести омогућава истоветну контролу болести као мастектомија, уз добар естетски ефекат. Ризик од рецидива карцинома дојке после QUART је 1-2% случајева годишње, због чега је неопходно редовно надгледање. МР дојки омогућава поуздано разликовање рецидива од фиброзе шест месеци после операције или 18 месеци после радиотерапије. Тада се повлаче знаци реактивног запаљења који могу да буду узрок лажног позитивног патолошког налаза. Такође, после овог периода ожиљак чини хистолошки зрело везивно ткиво, слабо прокрвљено, без постконтрастног повећања интензитета сигнала. Основни визуелизациони методи у надгледању болесница после QUART су мамографија и ехотомографија дојки с обзиром на то да је сензитивност ехотомографије у овим случајевима нешто нижа од сензитивности МР (85% у односу на 91%) [12]. Индикација за преглед МР су случајеви када се сумња на рецидив, који нису довољно дефинисани претходним методима, будући да по својој специфичности (93%) МР превазилази све остале методе [8].

Откривање мултиплих фокуса малигнуитета

Мултицентрични или мултифокусни карцином дојке је најважнија контраиндикација за поштедну хируршку интервенцију. Учесталост мултиплих локализација карцинома у дојци на основу преоперационих конвенционалних метода дијагностике је 38%, док се патохистолошки после мастектомије потврђују у 73,5% случајева [13]. МР дојки може да утиче на промену преоперационог стадијума болести у 18% случајева јер се помоћу ње откривају мултипле локализације тумора, тачно одређују величина тумора, интрадуктусна распрострањеност малигну процеса и боље приказују мамографски или ехотомографски тзв. неме зоне дојке (препектусна регија и ретроареоларни простор) [14]. Сензитивност класичне „трипл” (*triple*) дијагностике (клинички преглед, мамографија и биопсија широком иглом) у откривању мултицентричног или мултифокусног типа карцино-

ма је 18% а специфичност 100%, док су исти параметри за МР дојки 100% и 86%. Иако је метод МР дојки са контрастом сензитивнији у откривању мултиплих локализација карцинома, за уобичајени преоперациони поступак довољни су клинички преглед, мамографија и ехотомографија. Међутим, МР дојки се препоручује као наредни, надређени метод, нарочито у glandularној базичној грађи дојки или код особа са позитивном породичном анамнезом [15]. Могућност обостраног карцинома дојке такође утиче на избор лечења и прогнозу болести. МР дојки открива карцином у другој дојци у 5% случајева са мамографски нормалним налазом код жена после мастектомије које су испитиване шест месеци после операције првог малигног тумора [16].

Дојке с имплантом

Силиконски импланти у дојкама не значе и већи ризик за настанак карцинома дојке. Међутим, малигни процес се најчешће открива касно, првенствено због ограничења конвенционалних метода дијагностике. На мамографији интензивна сенка импланта покрива и до 83% паренхимског конуса. Ехотомографија дојки је сензитивнија од мамографије, али су субјективност извођења прегледа и тумачења налаза основна ограничења метода. МР дојки је сензитивнија од осталих метода и све промене са постконтрастним повећањем интензитета сигнала треба да се посматрају као потенцијално малигне. Међутим, вредност специфичности МР прегледа дојки је нижа од нивоа сензитивности, јер посттрауматске или запаљенске промене у ткиву дојке око импланта такође могу да везују контраст [17].

МР дојки је тзв. златни стандард у дијагностици руптуре импланта са већим бројем типичних знакова интракапсуларне или екстракапсуларне руптуре који се приказују протоколима прегледа МР прилагођеним за дојке с имплантом. Специфичност ехотомографије дојки је приближна МР у дијагностици руптуре импланта, али је МР сензитивнија (Табела 1). Индикације за МР дојки с имплантом су симптоматски случајеви (промена облика и величине импланта, бол или осећај неагодности у дојци с имплантом), као и суспектни налази на мамографији и/или ехотомографији [18].

Метастазе у аксиларним лимфним чворовима и окултни карцином дојке

Клинички и мамографски окултни карцином дојке са метастазама у аксиларним лимфним чворовима јавља се код 1% свих малигнух тумора дојке. Код хистолошки потврђених метастаза у аксиларним лимфним чворовима непознатог примарног порекла, МР дојки, према подацима из литературе, може се открити примарни тумор у дојци код девет од 12 болесника, што непосредно утиче на избор лечења и прогнозу болести. Посебну предност за ову индикацију МР има код „густе” грађе дојки и, самим тим, смањене сензитивности мамографије [19].

Случајеви који нису дефинисани конвенционалним методама

Уколико постоји раскорак између клиничког, мамографског и ехотомографског налаза, МР дојки може ближе да одреди природу промене. Ако се прегледом МР утврде знаци малигнитета, потребне су биопсија и патохистолошка верификација. Уколико знаци малигнитета не постоје, дозвољено је даље клиничко-радиолошко надгледање. Како је хируршка биопсија инвазивни метод, применом МР дојки се избегавају непотребне биопсије бенигнух промена услед лажних позитивних налаза конвенционалних метода прегледа. Међутим, перкутана биопсија широком иглом омогућава непосредну патохистолошку дијагнозу и економски је повољнија од МР дојки, чија је специфичност у разграничењу бенигнух од малигнух промена ограничена на 30-70%. Због тога, у свим случајевима где је перкутана биопсија могућа треба је применити, а не заменити МР прегледом дојки [20].

ОГРАНИЧЕЊА МАГНЕТНЕ РЕЗОНАНЦИЈЕ ДОЈКИ СА ПРИМЕНОМ КОНТРАСТА

МР не може да открије микрокалцификације у дојкама. За разлику од ње, мамографија открива микрокалцификације димензија и до 0,1 mm. Како су микрокалцификације чест, а некада и једини знак *in situ* карцинома, значајно ограничење прегледа МР дојки је мала сензитивност у откривању дуктусног карцинома *in situ*. Знаци МР могућег дуктусног карцинома *in situ* су повећање интензитета сигнала које се линеарно грана, сегментно или фокусно повећање интензитета сигнала, које је по интензитету најчешће умерено, а по облику плато-типа [21].

Лажни негативни налази МР, без постконтрастног повећања интензитета сигнала у малигнуом тумору дојке потврђеном патохистолошки, могу да се очекују у 10% карцинома дојке. Малигни тумори не морају да везују контраст, што је појава код 65% *in situ* и 8,4% инвазивних карцинома (поједини инвазивни лобуларни карциноми, због специфичног дифузног инфилтративног раста и исхране путем околних капилара, као и слабо васкуларизовани скирусни карциноми немају значајнију ангиогенезу) [22].

У односу на клинички преглед и мамографију, важна предност МР дојки је већа поузданост у откривању малигнух промена у густој, glandularној базичној структури дојки, какву у нашој популацији има 70% жена које су у пременопаузи и 30% оних које су у постменопаузи [23]. Наведени дијагностички захтев је посебно значајан због померања добне границе оболевања од карцинома дојке према млађим добним групама током последњих деценија. Међутим, код жена у периоду репродукције, посебно до 35. године, јавља се проблем лажног позитивног патолошког налаза МР фокусних или дифузних зона везивања контраста у дојкама услед физиолошких хормонских варијација током менструалног циклуса. Налаз је пролазне природе, јер се поновљеним прегледом у другој, оптималној, недељи менструалног циклуса

више не уочава. Ова појава се назива „неидентификовани објекат у дојци” (*unidentified breast object – UBO*). Код жена у постменопаузи које добијају хормонску супституциону терапију МР дојки може да покаже сличне промене, па се препоручује контролни МР преглед дојки после шест месеци од престанка употребе егзогенних полних стероида, када се очекује повлачење њихових ефеката у дојкама. Трудноћа и лактација, због појачане васкуларизације и последичног дифузног постконтрастног повећања интензитета сигнала, нису индикационо подручје за МР дојки [4].

ДАЉИ ПРАВЦИ РАЗВОЈА КЛИНИЧКЕ ПРИМЕНЕ МАГНЕТНЕ РЕЗОНАНЦИЈЕ ДОЈКИ СА КОНТРАСТОМ

Магнетна резонанција дојки као метод скрининга карцинома дојке у групи жена с високим ризиком

За сада МР дојки не може да замени мамографију у скринингу карцинома дојке, јер се помоћу ње не откривају микрокалцификације у дојци. Међутим, МР дојки има место као методологија скрининга у одабраној групи жена које су носиоци *BRCA-1*, односно *BRCA-2* мутације. Око 50% жена у наведеној групи добије карцином дојке до педесете године. До сада је препоручено рано откривање карцинома дојке код жена с високим ризиком било у виду клиничких прегледа два пута годишње и контролних мамографија током једне године. Како је реч о млађим женама са густом, glandуларном базичном грађом дојки, мамографија у 62% случајева даје лажне негативне резултате, што је двоструко већи број него у општој популацији. Поред тога, карциноми запажени на мамографији најчешће нису директни знак малигнитета – стелатне сенке, већ су псеудобенигног аспекта – индиректни знак малигнитета, кружни и релативно оштро ограничени, са „потискујућим” границама, што се тумачи високим митотским индексом и претежно целуларним типом карцинома, без значајније дезмоплазичне реакције. Стога се од МР дојки очекује већа могућност раног откривања карцинома код жена с високим ризиком за развој карцинома дојке [24]. Почетни резултати скрининга показују предност МР дојки са контрастом у односу на клинички, мамографски и ехотомографски преглед: од 2,8 до 6,2% карцинома детектованих и патохистолошки потврђених МР код асимптоматских жена [25].

Праћење ефекта неoadјувантне хемиотерапије

Основни циљ неoadјувантне хемиотерапије је смањење величине тумора и превођење у операбилни стадијум, уз могућност поштедног хируршког захвата и очувања дојке. МР дојки утиче на правилан избор хируршког захвата и прогнозу болести јер се могу тачно дефинисати величина и распрострање-

ност резидуалног тумора после неoadјувантне хемиотерапије, као и тип регресије тумора. Концентричан тип регресије на МР дојки је додатни елемент за поштедну хируршку интервенцију, док је дендритични тип чешће повезан са позитивним ивичним препаратима на малигна ћелије, па се препоручује мастектомија [26]. Помоћу МР дојки, у поређењу са дефинитивним патохистолошким налазом, тачно се одређују димензије тумора у 63% случајева, док се клиничким прегледом то постиже у 52%, мамографијом у 38%, а ехотомографијом дојки у 43% случајева [27].

Интервентне процедуре вођене магнетне резонанције дојки код патолошких промена у дојкама

Висока сензитивност МР дојки, коју специфичност метода не прати пропорционално, довела је до потребе патохистолошке потврде да постоје промене у дојкама које се откривају искључиво МР прегледом. Постоји више техника обележавања промене ради ексцизионе биопсије или непосредне перкутане вакуум биопсије под контролом МР – са крајњим циљем минималне инвазивности у добијању репрезентативног узорка за патохистолошку анализу – чиме могу да се дијагностикују промене дијаметра који је мањи од 1 *cm* [28].

Нова контрастна средства

Екстрацелуларни контраст – гадобенат димеглумин (*Gd-BOPTA*) – делимично се излучује активним хепатобилијарним транспортом, из чега произилази основна намена у дијагностици обољења јетре. Почетни резултати показују да је применљив и код малигних тумора дојке, где у односу на исту дозу гадопентат димеглумина даје већи интензитет сигнала [29]. Такође, у фази испитивања су могућности парамагнетних контраста везаних за моноклонска антитела специфична за карцином дојке [30].

ЗАКЉУЧАК

Одређена бенигна обољења дојки која у физикалном и налазу конвенционалних визуелизационих метода симулирају малигне промене тема су даљих испитивања ради проналажења могућих специфичних МР знакова, чиме би се искључила малигна етиологија и избегле непотребне хируршке биопсије.

Као за све визуелизационе методе, тако је и за МР дојки потребан применљив, униформни речник израза који се употребљава у опису добијене слике. Он треба да одговара хистологији и клиничком значају основног патолошког супстрата, као и да буде усклађен са мамографском и ехотомографском терминологијом. Формирање јединственог лексикона за МР дојки такође је један од елемената даљег развоја клиничке примене метода [31].

ЗАХВАЛНИЦА

Аутори захваљују др Владиславу Недељковићу на техничкој помоћи у изради рада.

НАПОМЕНА

Део рада је реферисан на научном скупу „Домети и перспективе у дијагностици обољења дојки”, у организацији Академије медицинских наука Српског лекарског друштва, у Београду 26. марта 2003. године.

ЛИТЕРАТУРА

- Esserman L, Wolverton D, Hylton N. Magnetic resonance imaging for primary breast cancer management: current role and new applications. *Endocrine-Related Cancer* 2002; 9:141-53.
- Friedrich M. MRI of the breast: state of the art. *Eur Radiol* 1998; 8:707-25.
- Hylton NM. Vascularity assessment of breast lesions with gadolinium-enhanced MR imaging. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 2001; 9:321-32.
- Kuhl C. Magnetic resonance of the breast. In: Reimer P, Parizel PM, Stichnoth FA, editors. *MR clinical imaging: a practical approach*. 1st ed. Berlin: Springer Verlag; 1999; 397-413.
- Orel S. MR imaging of the breast. *Radiol Clin North Am* 2000; 38:899-913.
- Kuhl CK. MRI of breast tumors. *Eur Radiol* 2000; 10:46-58.
- Orel S, Hochman M, Schnall M, Reynolds C, Sullivan D. High-resolution MR imaging of the breast: clinical context. *Radiographics* 1996; 16:1385-401.
- Drew PJ, Kerin MJ, Turnbull LW, Imrie M, Carleton PJ, Fox JN, et al. Routine screening for local recurrence following breast-conserving therapy for cancer with dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging of the breast. *Ann Surg Oncol* 1998; 5:265-9.
- Fischer U, Kopka L, Grabbe E. Breast carcinoma: effect of preoperative contrast-enhanced MR imaging on the therapeutic approach. *Radiology* 1999; 213:881-8.
- Ahn C, De Bruhl N, Gorczyca D, Shaw W, Bassett L. Comparative silicone breast implant evaluation using mammography, sonography, and magnetic resonance imaging: experience with 59 implants. *Plast Reconstr Surg* 1995; 96:234-5.
- Heywang-Korbrunner SH, Beck R. Conventional breast diagnostics: possibilities, limitations and questions regarding new modalities. In: *Contrast-enhanced MRI of the breast*. 2nd ed. Berlin: Springer-Verlag; 1996; 1-6.
- Kramer S, Schulz-Wendtland R, Hagedorn K, Bautz W, Lang N. Magnetic resonance imaging in the diagnosis of local recurrences in breast cancer. *Anticancer Res* 1998; 18:2159-63.
- Tan J, Orel S, Schnall M, Schultz D, Solin L. Role of magnetic resonance imaging and magnetic resonance imaging-guided surgery in the evaluation of patients with early-stage breast cancer for breast conservation treatment. *Am J Clin Oncol* 1999; 22:414-48.
- Hlawatsch A, Teifke A, Schmidt M, Thelen M. Preoperative assessment of breast cancer: sonography versus MR imaging. *AJR Am J Roentgenol* 2002; 179:1493-501.
- Drew P, Chatterjee S, Turnbull L, Read J, Carleton P, Fox J, et al. Dynamic contrast enhanced magnetic resonance imaging of the breast is superior to triple assessment for the pre-operative detection of multifocal breast cancer. *Ann Surg Oncol* 1999; 6:599-603.
- Lieberman L, Morris EA, Kim CM, Kaplan JB, Abramson AF, Menell JH, et al. MR imaging findings in the contralateral breast of women with recently diagnosed breast cancer. *AJR Am J Roentgenol* 2003; 180:333-41.
- Piccoli C. Imaging of the patient with silicone gel breast implants. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 2001; 9:393-408.
- Herborn CU, Marincek B, Erfmann D, Meuli-Simmen C, Wedler V, Bode-Lesniewska B et al. Breast augmentation and reconstructive surgery: MR imaging of implant rupture and malignancy. *Eur Radiol* 2002; 12:2198-206.
- Stomper PC, Waddell BE, Edge SB, Klippenstein DL. Breast MRI in the evaluation of patients with occult primary breast carcinoma. *Breast J* 1999; 5:230-34.
- Van Ongeval C. Contrast assisted MRI of the breast. *Imaging decisions. MRI* 1998; 4:12-20.
- Zuiani C, Francescutti GE, Londero V, Zunnui I, Bazzocchi M. Ductal carcinoma in situ: is there a role for MRI? *J Exp Clin Cancer Res* 2002; 21:89-95.
- Teifke A, Hlawatsch A, Beier T, Werner Vomweg T, Schadmand S, Schmidt M. Undetected malignancies of the breast: contrast-enhanced MR imaging at 1.0 T. *Radiology* 2002; 224:881-8.
- Milošević Z. Kliničke, mamografske i ultrazvučne karakteristike promena u dojkaма žena sa diabetes mellitus-om (doktorska disertacija). Medicinski fakultet, Beograd, 2002.
- Tilanus-Linthorst M, Verhoog L, Obdeijn IM, Bartels K, Menke-Pluymers M, Eggermont A et al. A BRCA1/2 mutation, high breast density and prominent pushing margins of a tumor independently contribute to a frequent false-negative mammography. *Int J Cancer* 2002; 102:665-9.
- Tilanus-Linthorst MM, Obdeijn IM, Bartels KC, De Koning HJ, Oudkerk M. First experiences in screening women at high risk for breast cancer with MR imaging. *Breast Cancer Res Treat* 2000; 63:53-60.
- Nakamura S, Kenjo H, Nishio T, Kazama T, Doi O, Suzuki K. Efficacy of 3D-MR mammography for breast conserving surgery after neoadjuvant chemotherapy. *Breast Cancer* 2002; 9:15-19.
- Partridge SC, Gibbs JE, Lu Y, Esserman LJ, Sudilovsky D, Hylton NM. Accuracy of MR imaging for revealing residual breast cancer in patients who have undergone neoadjuvant chemotherapy. *AJR Am J Roentgenol* 2002; 179:1193-9.
- Viehweg P, Heinig A, Amaya B, Alberich T, Laniado M, Heywang-Korbrunner SH. MR-guided interventional breast procedures considering vacuum biopsy in particular. *Eur J Radiol* 2002; 42:32-9.
- Knopp MV, Bourne MW, Sardanelli F, Wasser MN, Bonomo L, Boetes C, et al. Gadobenate dimeglumine-enhanced MRI of the breast: analysis of dose response and comparison with gadopentate dimeglumine. *AJR Am J Roentgenol* 2003; 181:663-76.
- Kobayashi H, Shirakawa K, Kawamoto S, Saga T, Sato N, Hiraga A, et al. Rapid accumulation and internalization of radiolabeled herceptin in an inflammatory breast cancer xenograft with vasculogenic mimicry predicted by the contrast-enhanced dynamic MRI with the macromolecular contrast agent G6-(1B4M-Gd)(256). *Cancer Res* 2002; 62:860-6.
- Ikeda DM, Hylton NM, Kinkel K, Hochman MG, Kuhl CK, Kaiser WA, et al. Development, standardization, and testing of a lexicon for reporting contrast-enhanced breast magnetic resonance imaging studies. *J Magn Reson Imaging* 2001; 13:889-95.

MAGNETIC RESONANCE IMAGING OF THE BREASTS: CLINICAL PRACTICE AND FURTHER DEVELOPMENT

Zorica MILOSEVIC, Nenad SPASIC

Imaging Centre, Clinical Hospital "Bezanijska kosa", Belgrade

ABSTRACT

Magnetic resonance imaging (MRI) of the breasts was introduced in clinical practice over 10 years ago. The method is based on visualization of morphology of the lesion and pathophysiology of their vascularization. It is useful complementary method to mammography and breasts ultrasound, with potential to detect clinically or mammography occult lesions. Compared to the conventional visualization methods, MRI of the breasts is more sensitive, although specificity of the method is lower than sensitivity. The indications for MRI of the breasts are: differentiation between recurrent malignant disease and postoperative or post irradiation changes, local cancer staging in preoperative planning, breasts implants, axillary metastases with occult primary tumor and cases with inconclusive conventional imaging. The limitations of MRI of the

breasts are: low sensitivity for in situ carcinomas, false negative results for 10% carcinomas and hormone-induced false positive results. The further development of the method includes: breasts cancer screening in the patients with high risk, monitoring of the effects of neo-adjuvant chemotherapy, MR-guided biopsy and new contrast agents.

Key words: breasts, magnetic resonance imaging.

Zorica MILOŠEVIĆ

Dijagnostički imaging centar

Kliničko-bolnički centar "Bežanijska kosa"

Bežanijska kosa bb, 11080 Beograd

E-mail: nacelnik@bkosa.edu.yu