

HRVATSKA AKADEMIJA ZNANOSTI I UMJETNOSTI
Zavod za kliničku i transplantacijsku imunologiju i molekularnu
medicinu u Rijeci

MEDICINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI
KLINIČKI BOLNIČKI CENTAR RIJEKA
HRVATSKI LIJEČNIČKI ZBOR – podružnica Rijeka

15. simpozij

**MAGNETSKA REZONANCIJA: SADAŠNJI DOSEG I
POGLED U BUDUĆNOST**

SAŽETCI



26. rujna 2016.

9,30 sati

Sveučilišni kampus, Sveučilišni Odjeli, Dvorana O-030, Radmile Matejčić 2, Rijeka

Znanstveni temelji i principi nuklearne magnetske rezonancije (Nmr)

Prof. dr. sc. Dražen Vikić-Topić

Voditelj Centra za NMR, Institut Ruđer Bošković, Zagreb i
Odjel za biotehnologiju Sveučilišta u Rijeci, Rijeka

Nuklearnu magnetsku rezonanciju (NMR) eksperimentalno su detektirali 1938. godine I. Rabi i suradnici u molekulskom snopu LiCl u plinskoj fazi. U tekućinama i krutinama NMR efekt je otkriven tek 1946. godine. F. Bloch i suradnici su detektirali signal vodika u vodi, a F. M. Purcell i suradnici signal vodika u parafinskom vosku. NMR je spektroskopska metoda koja se temelji na interakciji magnetskog momenta atomskih jezgri s dodatnim vanjskim magnetskim poljem, uz pobudu tih jezgri s radiovalnim zračenjem. Najčešće se mjere jezgre atoma vodika jer je vodik najzastupljeniji u prirodi, nalazi skoro u svim spojevima, a jezgra atoma vodika ima i najpogodnija magnetska svojstva za mjerenje. NMR je nedestruktivna metoda, koja omogućuje detekciju više od sto različitih jezgri skoro svih elemenata periodnog sustava, i nije invazivna metoda budući da za pobudu koristi radiovalove.

NMR se najviše rabi u kemiji za određivanje strukture i dinamike molekula, u temeljnim, razvojnim i primijenjenim istraživanjima (farmaceutika, hrana, novi materijali, idr.). NMR se proširio u biologiju i medicinu iza 1971. godine kada je Damadian utvrdio porast vremena relaksacije vodika u tumorskim tkivima sisavaca. 1972. snimljeni su prvi NMR spektri žive stanice, a 1977. prve NMR "slike" ljudskih organa, a 1981. prvi puta je provedeno kliničko NMR oslikavanje cijelog čovjeka. Metoda je u medicini preimenovana u Magnetic Resonance Imaging (MRI). Danas se u medicini i biologiji standardno koriste jezgre ^1H , ^{13}C , ^{19}F , ^{23}Na , ^{31}P , ^{35}Cl , i ^{39}K , a za neka posebna istraživanja i ^2H , ^3H , ^{113}Cd i druge jezgre.

Nedostatci NMR-a su niska osjetljivost i relativna sporost metode na vremenskoj skali atomskih i molekulskih procesa. Prednosti su što atomske jezgre imaju promjer od nekoliko femtometara, vrlo su lokalizirane i osjetljive na male promjene u susjedstvu, koje se reflektiraju na NMR spektralnim parametrima što omogućuje da se jedno- i višedimenzionalnim - 2D, 3D, 4D, nD - NMR metodama mogu vrlo točno odrediti strukturne i konformacijske promjene molekula u fiziološkim uvjetima, što nije slučaj s drugim spektroskopskim metodama.

Istraživanje kognitivnih procesa na osnovu funkcionalnog oslikavanja aktivnosti mozga (fMRI) putem BOLD (blood-oxygen-level dependent) signala

Prof. dr. sc. Dražen Domijan

Odsjek za psihologiju, Filozofski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka

Funkcionalno oslikavanje aktivnosti mozga putem BOLD signala dominantna je neinvazivna metoda istraživanja neuronskih osnova kognitivnih funkcija. Ova metoda zasniva se na različitim magnetskim svojstvima oksidirane i neoksidirane krvi, odnosno koristi hemoglobin kao kontrastni agent. BOLD signal je pojačan u dijelovima mozga koji imaju pojačane metaboličke zahtjeve odnosno potrošnju kisika zbog pojačane neuronske aktivnosti koja nastaje uslijed rješavanja određenog kognitivnog zadatka. Međutim, problem je što nije jasno koji aspekt neuronske aktivnosti prikazuje BOLD signal. On bi mogao biti povezan s okidanjem akcijskih potencijala (Heeger i Ress, 2002), sinaptičkom aktivnošću (Logothetis i Wandell, 2004) ili s aktivnošću dendrita (Lauritzen, 2005), ali do sada nije postignut konsenzus o ovom pitanju (Ekstrom, 2010). Kako se istražuju kognitivni procesi putem

BOLD signala i kakvi se problemi s interpretacijom rezultata pojavljuju ilustrirat ćemo kroz dva primjera istraživanja: a) perceptivne organizacije i b) vidnog radog pamćenja.

Perceptivna organizacija je proces kojim vidni sustav grupira elemente u vidnom polju radi efikasnije obrade informacija. Wertheimer (1935) je identificirao nekoliko principa perceptivne organizacije kao što su blizina, sličnost, zajedničko kretanje, zatvorenost, dobro nastavljanje, simetrija, paralelizam i prethodno iskustvo. Zanimljivo je da su istraživanja fMRI BOLD signalom pokazala da se različiti dijelovi mozga aktiviraju ovisno o tome koji princip grupiranja je na djelu. Nadalje, oslikavanje mozga pokazuje da se aktivnost u primarnom vidnom korteksu (V1) smanjuje s povećanjem kompleksnosti perceptivne interpretacije podražaja. S druge strane, obrnuti uzorak aktivacije dobiva se za lateralni okcipitalni kompleks (LOC). Ovaj rezultat može se objasniti modelom prediktivnog kodiranja prema kojem vidni korteks neprestano generira hipoteze o potencijalnim izvorima stimulacije te se u V1 uspoređuju predikcija sa senzornim informacijama. Međutim, neurofiziološka mjerenja otkrivaju da neuroni u V1 koji kodiraju istu perceptivnu grupu pokazuju povećanu a ne smanjenu aktivaciju u odnosu na pozadinu (Roelfsema, 2006). Suprotstavljene nalaze iz fMRI BOLD studija i elektro-fizioloških mjerenja pokušat ćemo pomiriti matematičkim modelom neuronske mreže za perceptivnu organizaciju koji polazi od pretpostavke da se različiti objekti reprezentiraju različitom razinom aktivacije.

Vidno radno pamćenje omogućava nam da zadržimo određenu količinu informacija nakon što je podražaj nestao. Istraživanja metodom detekcije promjene su pokazala da je kapacitet vidnog radnog pamćenja ograničen na četiri elementa. Međutim, nije jasno da li je kapacitet fiksni ili ovisi o kompleksnosti podražaja. Također, nije jasno da li se u vidno radno pamćenje spremaju integrirani objekti ili nezavisna obilježja koja se pažnjom integriraju u cjelinu. Istraživanja fMRI BOLD signalom otkrila su da inferiorni intraparietalni sulcus (IPS) pokazuje fiksni kapacitet dok superiorni IPS pokazuje manji kapacitet kada se pamte kompleksniji objekti u zadatku detekcije promjene. Pri tome, inferiorni IPS ukazuje na položaj objekata u prostoru dok superiorni IPS sprema nezavisna obilježja objekata. Isti model neuronske mreže za perceptivnu organizaciju koji je prethodno opisan uspješno je primijenjen i u razumijevanju spoznaja o vidnom radnom pamćenju. Na kraju, možemo zaključiti da je potreban veliki oprez pri interpretaciji rezultata fMRI BOLD istraživanja pri čemu važnu ulogu mogu imati matematički modeli neuronskih mreža.

Primjena nuklearne magnetske rezonancije (NMR) u dizajnu i razvoju lijekova

Prof. dr. sc. Predrag Novak

Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb

Jedno- i dvodimenzijske tehnike NMR nezaobilazne su u istraživanju i razvoju lijekova. Danas je gotovo nemoguće zamisliti suvremeni kemijski ili farmaceutski laboratorij bez spektrometra NMR visoke rezolucije. U ovome predavanju prikazat će se neki primjeri korištenja spektroskopije NMR u farmaceutici s naglaskom na istraživanje interakcija lijekova i bioaktivnih molekula s njihovim biološkim metama. Pojasnit će se pristupi koji se koriste u probiru bioaktivnih molekula i istraživanju odnosa strukture i aktivnosti pomoću tehnika NMR. Znanja koja se mogu steći na ovaj način vrlo su bitna za dizajn novih lijekova s poboljšanom biološkom aktivnošću. U drugom dijelu predavanja pojasnit će se uloga i značaj spregnute tehnike tekućinska kromatografija-ekstrakcija na čvrstoj fazi-nuklearna magnetska rezonancija (LC-SPE-NMR) u analizi onečišćenja prisutnih u gotovim farmaceutskim proizvodima i u istraživanju metabolita lijekova.

Do dijagnoze i dalje: MR tumora mozga, glave i vrata

Prof. dr. sc. Zoran Rumboldt

Medical University of South Carolina, Charleston, USA

Uloga radiologije u bolesnika s tumorskim procesima se već desetljećima sastoji od: a) otkrivanja lezija i njihove proširenosti, b) određivanja vrste patološkog procesa, c) evaluacije uspješnosti liječenja i d) praćenja pacijenata s ciljem rane detekcije progresije/recidiva.

Tehnološki napredak slikovnih metoda, prvenstveno magnetske rezonance (MR), je znatno doprinjeo brzom razvoju kliničkih istraživanja u ovom području, koja su pak vodila značajnim poboljšanjima radiološke dijagnostike. Sve bolja kvaliteta snimaka i sve kraće trajanje pregleda su itekako dobrodošle, no revolucionaran je doprinos novijih tehnika koje omogućuju prikaz difuzije vode i perfuzije tkiva. Ove MR tehike su se pokazale vrlo korisnima za pouzdano dijagnosticiranje pojedinih tumora mozga kao i za praćenje pacijenata po završetku liječenja.

Za razliku od ostalih dijelova tijela, u bolesnika s tumorima glave i vrata otkrivanje i određivanje vrste lezija ne spada u primarne uloge radiologije, no precizna procjena proširenosti neoplastičkih procesa je od izuzetne važnosti, kao i evaluacija uspješnosti liječenja te rano otkrivanje recidiva. MR tehnike difuzije i perfuzije tkiva su se i ovdje pokazale vrlo korisnima u postterapijskom praćenju pacijenata, pomažući u razlikovanju recidiva maligne bolesti od drugih procesa.

Stvarna se preciznost dijagnostičkih metoda može odrediti jedino usporedbom s ishodom bolesnika, kao istinskim referentnim standardom, a ne s uobičajenim i ukorijenjenim premda često lošijim metodama. Zahvaljujući razvoju tehnologije i istraživanja započela je i promjena uloge radiologije u liječenju onkoloških pacijenata, koja više nije samo dijagnostička metoda već postaje sve korisnija i za usmjeravanje terapije. Znatno napredak u ovom području je omogućio i brzi razvoj molekulske dijagnostike, tako da bi se daljnje usavršavanje ciljanog liječenja bolesnika moglo temeljiti upravo na sinergističkoj primjeni radioloških i molekularnih tehnika.

MR baze lubanje i kranijalnih živaca

Dr. sc. Petra Valković Zujic

Klinički bolnički centar Rijeka, Rijeka

Interpretacija patologije baze lubanje i dubokih regija vrata magnetnom rezonancijom (MR) i kompjutoriziranom tomografijom (CT) jedan je od najvećih izazova u radiologiji. Razvojem mikrokirurgije omogućen je pristup dubokim regijama glave i baze lubanje koja su nedostupna kliničkom pregledu. Ključna je uloga radiologa u prepoznavanju benignih lezija ili anatomskih varijacija koje ne zahtijevaju biopsiju kao i u dijagnosticiranju hipervaskulariziranih tumora za koje biopsija nije preporučljiva. Za točnu procjenu patološkog procesa i njegovu proširenost, o čemu ovisi izbor liječenja i opseg kirurškog zahvata, osim poznavanja anatomije i predilekcije pojedinih lezija, važan je izbor modaliteta snimanja koji ne ovisi samo o vrsti patološkog procesa već i o njegovoj lokalizaciji. CT je zbog bolje prostorne rezolucije metoda izbora za prikaz koštanih struktura, foramina, fisura, karotidnog kanala, kanala jugularne vene, facijalnog kanala te kranio-cervikalnog prijelaza,

bilo kod traume ili u prikazu koštane patologije. MR je zbog bolje kontrastne rezolucije metoda izbora za analizu mekog tkiva i prikaza neuralnih struktura na bazi lubanje i pontocerebelarnih kutova. Specifične MR sekvence poput difuzije omogućuju jasno razlikovanje pojedinih lezija poput kolesteatoma, cefalokela ili kolesterolskih granuloma. MR je superiorniji u odnosu na CT kod procjene hrskavične infiltracije, invazije baze lubanje, u procjeni perineuralnog širenja tumora, detekciji retrofaringealnih limfnih čvorova kod nazofaringealnog karcinoma te ekstrapodnog širenja metastatskih limfnih čvorova. U procjeni proširenosti ranog karcinoma grkljana (T1 i T2 stadij), MR ima veću specifičnosti i osjetljivost u odnosu na CT, poglavito u procjeni hrskavične infiltracije što uz procjenu infiltracije prednje komisure i paraglotičnog prostora direktno utječe na izbor liječenja i prognozu. Baza lubanje jedna je od najkompleksnijih regija ljudskog tijela. Može biti zahvaćena brojnim patološkim stanjima od kongenitalnih varijacija (encefalokela, arahnoidalnih cista, kraniosinostoza), infekcija (otogeni osteomijelitis), intrinzičnih bolesti koštanog sustava (Pagetova bolest, fibrozna displazija), upalnih promjena, fraktura i primarnih ili sekundarnih neoplazmi. Sistemske bolesti također se mogu manifestirati promjenama koštane strukture baze lubanje. Centralni dio zauzima klinasta kost koja sadrži brojne kanale i otvore za neurovaskularne strukture, kojima je moguće širenje zloćudnog ili upalnog procesa okolnim regijama glave i vrata. Rbdomiosarkom nazofarinksa u djece i nazofaringealni karcinom u odraslih mogu infiltrirati koštanu strukturu baze lubanje te se širiti intrakranijalno i intraaksijalno. Kod većih tumora moguća je infiltracija kavernoznog sinusa koja se manifestira ispadom funkcije kranijalnih živaca. Središnji položaj na bazi lubanje zauzima pterigopalatalna jama te predstavlja anatomska raskrižje sinusa, orbita, ždrijela, lubanjske jame i kranijuma iz kojeg se patološki proces lako širi u svim smjerovima.

Uređajima jakosti magnetskog polja 1,5 T i više, moguće je skenirati cijelu regiju glave i vrata što je neophodno u predoperativnoj procjeni proširenosti neoplazme i u procjeni limfogene propagacije bolesti. Funkcionalne MR tehnike, difuzija i perfuzija, dozvoljavaju personalizirani pristup i individualnu procjenu eventualne rezistencije primarne neoplazme na kemoiradijaciju. Usprkos sofisticiranim metodama, postoperativna procjena rezidualnog tumora ili povrata bolesti u ožiljno promijenjenom tkivu može biti znatno otežana. Hibridne tehnike poput PET/CT-a i u novije vrijeme PET/MR-a, imaju veću osjetljivost i specifičnost u procjeni primarne neoplazme i u procjeni povrata bolesti. Nove hibridne metode pružaju istovremeno morfološke, funkcionalne i metaboličke informacije, no usprkos tehničkim dostignućima, dijagnostička interpretacija tumora glave i vrata i dalje je zahtjevna, a uloga radiologa u procjeni proširenosti, uočavanju hrskavične i koštane invazije i perineuralnog širenja neoplazme, kao i praćenju učinka liječenja i pravovremenoj detekciji povrata bolesti je od presudne važnosti za izbor liječenja, praćenje bolesti i ishod pacijenta.

Prijeoperacijski MR dojki: da ili ne?

Prof. dr. sc. Boris Brkljačić

Klinički zavod za dijagnostičku i intervencijsku radiologiju, Klinička bolnica „Dubrava“,
Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Svjetska stručna društva preporučuju godišnji screening magnetskom rezonancijom za žene s visokim rizikom za karcinom dojke. MRI je također najbolja metoda za procjenu proširenosti karcinoma u dojci i detekciju multicentričnog i multifokalnog karcinoma (samo manji dio karcinoma dojke je unicentričan), kao i za procjenu eventualne bilateralnosti. Ipak, jednom kada se dijagnosticira karcinom dojke, treba li svim ženama s invazivnim duktalnim

karcinomom učiniti preoperacijski MRI pregled nije jasno i to je pitanje predmet mnogih kontroverzi. Za invazivne lobularne karcinome nema bitnijeg spora i MRI se preporučuje.

Iz iskustva znamo da MRI često prikaže da je karcinom znatno prošireniji nego što bi se zaključilo na temelju mamografskog i ultrazvučnog nalaza, a još 2005 su Schnall i koautori pokazali na 426 žena da MRI omogućuje prijeoperativno otkrivanje dopunskih fokusa u 18% bolesnika, te da su 22% tih fokusa in-situ karcinomi. Kuhl je 2007.g. objavila da MRI mijenja odluku o liječenju u 20-35% žena s karcinomom dojke (šira ekscizija, mastektomija zbog multicentričnog karcinoma).

S druge strane, Solin i koautori su 2008. pokazali da prijeoperativna uporaba MRI ne smanjuje stopu recidiva, jer je na 756 bolesnica, od kojih je 215 imalo preoperacijski MRI pokazano tijekom osmogodišnjeg praćenja da je stopa recidiva u skupini s MRI bila 3%, a u skupini koja nije imala MRI 4%. Studija Sunga i koautora iz 2014 nije pokazala bitne razlike u stopi recidiva i preživljenju bez bolesti između žena koje su imale i koje nisu imale MRI prije operacije, ali je manje žena sa MRI trebalo reeksciziju (29% vs 45%, $p=0.02$). Vos i koautori su 2015 na temelju analize podataka iz nizozemskog registra za rak utvrdili da preoperacijski MRI nije utjecao na rizik pozitivnih resekcijskih rubova i stopu reekscizija nakon kvadrantektomija, te zaključuje da preoperacijski MRI treba biti ciljan. Debald i Kuhl su na preko 1.000 bolesnica uočile da žene u premenopauzi, žene s ILC i žene s visokom mamografskom gustoćom dojke imaju češće dodatna maligna žarišta uz indeks karcinom i da te žene imaju koristi od preoperacijske MRI.

Nema objavljenih pravih, prospektivnih randomiziranih studija koje bi analizirale stope lokalnih recidiva, distalnih recidiva, ukupnog preživljenja, broja kirurških zahvata i stope pozitivnih resekcijskih rubova.

Razumno je pretpostaviti da je prijeoperacijski MRI koristan ženama koje su BRCA pozitivne, mlađe od 50 godina, s nejasnom procjenom proširenosti karcinoma na mamografiji, koje imaju ILC, koje imaju triple-negativni karcinom i koje imaju Her2 pozitivni karcinom, jer imaju puno veći rizik recidiva u usporedbi s češćim tipovima invazivnih karcinoma dojke.

Magnetska rezonancija upalnih bolesti crijeva

Prof. dr. sc. Damir Miletić

Klinički bolnički centar Rijeka, Rijeka

Upalne bolesti crijeva obuhvaćaju dva glavna entiteta: Crohnovu bolest (CB) i ulceracijski kolitis (UK), dok mikroskopski kolitis nije moguće dijagnosticirati endoskopskim i radiološkim tehnikama. Magnetska rezonancija (MR) omogućuje prikaz patoloških promjena crijevnih stijenki i ekstraintestinalnih komplikacija zahvaljujući izvrsnoj kontrastnoj rezoluciji, bez izlaganja bolesnika ionizirajućem zračenju. Preduvjet je adekvatna distenzija crijeva jer kolabirano crijevo može imitirati ili sakriti određene patološke promjene. Dok je UK dominantno bolest sluznice i podsluznice debelog crijeva kod koje je endoskopija dijagnostička metoda izbora, CB je recidivirajuća i progredirajuća transmuralna upala koja može zahvatiti bilo koji dio probavne cijevi od usta do anusa s mogućim ekstraintestinalnim komplikacijama koje se ne mogu evaluirati endoskopijom. Gotovo 80% isključivo upalnih oblika CB tijekom života progredira u stenozirajuće ili čak penetrantne oblike, dok je promjena anatomske lokalizacije relativno rijetka. Cilj liječenja jest postići održivu kliničku i endoskopsku remisiju te prekinuti progresiju bolesti koja u konačnici vodi prema crijevnoj insuficijenciji. Zbog tendencije promjene fenotipa, uporabe lijekova s ozbiljnim nuspojavama i potrebe za

pravodobnim kirurškim liječenjem određenih bolesnika, potrebno je periodično praćenje tijeka Crohnove bolesti neinvazivnom slikovnom tehnikom bez štetnih posljedica za ispitanika. Razlučivanje akutne upalne komponente od ireverzibilnih fibroznih promjena ima veliki klinički značaj zbog odabira načina liječenja s obzirom na nezadovoljavajuću korelaciju između kliničke aktivnosti bolesti, endoskopskih promjena i patohistološkog nalaza uzetih tkivnih uzoraka. MR enterokolonografija je također važna u procjeni težine i ekstenzivnosti upalnih bolesti crijeva, u procjeni opstruktivne komponente kod stenoza i u detekciji komplikacija. MR enterokolonografijom istodobno se prikaže tanko i debelo crijevo te perianalna regija. Kod MR entero(kolono)grafije koriste se brze sekvence koje omogućuju prikupljanje podataka u jednom udahu bolesnika: HASTE, True-FISP i 3D T1WI prije i nakon aplikacije intravenskog gadolinijeva kontrasta. Oralna kontrastna sredstva su najčešće bifazična, što omogućuje dobar kontrast u odnosu na crijevnu stijenkicu na T1 i T2 mjerenoj slici. Distenzija se postiže oralnom i/ili rektalnom aplikacijom otopina koje će se sporo resorbirati i zadržati u lumenu tijekom pretrage. Za debelo crijevo je dovoljna klizma mlake vode nakon prethodnog čišćenja, a za tanko crijevo treba primijeniti hiperosmolarne otopine. Zadebljanje crijevne stijenke >4mm, povećanje omjera signala crijevne stijenke i cerebrospinalnog likvora na T2 mjerenim slikama te stratifikacija nakon intravenske aplikacije kontrastnog sredstva pokazali su signifikantnu korelaciju s akutnom upalom. Proliferacija masnog tkiva u mezenteriju zahvaćenih crijevnih vijuga zaštitni je znak CB i može poslužiti za razlikovanje od UK u bolesnika kod kojih postoji kliničko preklapanje. Fistule između crijevnih vijuga, prema urogenitalnom sustavu ili koži se mogu izvrsno prikazati ovom metodom čak i kada je lumen obliterated granulacijskim tkivom te nakon medikamentozne okluzije vanjskog ušća. Detekcija ekstraintestinalnih apscesnih kolekcija bitno određuje smjer liječenja, posebice zbog mogućnosti primjene biološke terapije. Novije MR tehnike poput dinamičke postkontrastne opacifikacije (DCE), procjene difuzije molekula vode u tkivu (DWI), in vivo određivanja metabolita pomoću magnetske spektroskopije (MRS) ili magnetskog transfera energije (MT) omogućuju bolje razumijevanje angiogeneze i kapilarne permeabilnosti te praćenje metaboličkih procesa u stijenci zahvaćenoj akutnom ili kroničnom upalom, procjenu stupnja fibroze i prirode upalne stenozne. Dramatičan tehnički napredak MR uređaja, razvoj novih sekvencija i mogućnost njihove primjene u dnevnoj rutini, omogućit će značajan iskorak prema personaliziranom pristupu liječenju bolesnika s upalnom bolesti crijeva.

Dometi Mr dijagnostike koštano-zglobnog sustava

Doc. dr. sc. Igor Borić

Specijalna bolnica "Sveta Katarina", Zabok

Potreba za ranim otkrivanjem oštećenja organa u stadiju kada ona još nisu vidljiva izvana ili praćenje uspješnosti liječenja bili su poticaj u iskorištavanju tehničkih i tehnoloških dostignuća za razvoj radioloških dijagnostičkih metoda. Mogućnost modernih radioloških metoda, u prvom redu magnetske rezonancije (MR) da osim morfološkog prikaza organa prikazuju i "in vivo" njihov biokemijski sastav te molekularnu aktivnost tkiva, učvrstila je mjesto radiologije kao nezaobilazne struke u zbrinjavanju bolesnika.

Morfološki prikaz zdravog i oštećenog tkiva domena je gotovo svih radioloških metoda pa i MR-a. Takve informacije u dijagnostici su od iznimne važnosti. Upotrebom visokokanalnih zavojnica te MR uređaja veće jakosti magnetskog polja omogućeno nam je MR pregled obaviti u kraćem vremenu i uz veću prostornu i kontrastnu rezoluciju, dakle uz veću kvalitetu

slike. MR uređaji visoke jakosti magnetskog polja gotovo da omogućuju mikroskopski prikaz tkiva pa se i naziva “MR mikroskopija”.

Obzirom da oštećenja hrskavice, bilo traumatska ili u sklopu degenerativnog procesa neminovno dovode do osteoartritisa i posljedično smanjenja radne nesposobnosti, zanimanje za liječenje takvih oštećenja je u porastu. Histološka i biokemijska građa hrskavice vrlo je složena, a dokazano je da je podloga hrskavičnih oštećenja kod osteoartritisa gubitak glikozaminoglikana i kolagenih vlakana iz staničnog matriksa. Kontrastnim sredstvom osnaženo MR oslikavanje – dGEMRIC (“delayed gadolinium-enhanced MR imaging of cartilage”) pokazuje glikozaminoglikanski sastav hrskavice. Za prikaz nedostatka kolagenih vlakana tipa 2 koristimo tehniku “T2 mapiranja” koja se temelji na činjenici da se električki nabijeni ioni vode natjeću za vezanje na mjestima u hrskavičnom matriksu na kojima nedostaje kolagenih vlakana, a što se vidi u obliku promjene intenziteta signala na MR slici. Opisanim metodama može se precizno, za svakog pojedinačnog pacijenta, odrediti količina oštećenih staničnih elemenata i shodno tome izabrati metoda liječenja hrskavice koja će biti optimalna za dotičnog pacijenta.

Korištenjem tehnika snimanja funkcijskom MR-a možemo analizirati promjene u tkivu na staničnoj razini. Konkretno, u koštano-zglobnoj radiologiji najčešće upotrebljavamo metodu difuzije, tj. praćenja difuzije molekula vode kroz staničnu membranu. Određena patološka stanja dovode do raznih poremećaja u difuziji vode što onda dijagnostički koristimo u razlučivanju takvih patoloških stanja (npr. upale, tumora, osteoporoze, traumatskih stanja). Primjenom MR specifičnog kontrastnog sredstva mogu se također potvrditi određena patološka stanja bilo da se prati primanje kontrasta u tkivo na MR slici (kontrastom osnažen MR pregled) ili da se mjeri brzina ili intenzitet primanja kontrasta u tkivo pri MR pregledu (MR perfuzija).

Mogućnosti MR dijagnostike u oslikavanju organa velike su, ali je nezanemariva prednost metode u nepostojanju štetnog djelovanja na pacijente što joj širom otvara vrata suvremenog pristupa u liječenju.

Magnetska rezonancija u dijagnostici ishemijskih i neishemijskih kardiomiopatija

Mr. sc. Slavica Kovačić

Medicinski fakultet Sveučilšta u Rijeci i KBC Rijeka, Rijeka

Magnetska rezonancija srca (CMR) neinvazivna je dijagnostička tehnika koja je započela svoju kliničku uporabu ranih 1980-ih. Od temeljnih principa nuklearne magnetske rezonancije (NMR) do generiranja slike ljudskog tjela bio je potreban značajan napredak. Tehnike su se razvijale u svrhu detekcije male količine radio-frekventne energije (RF) generirane vrtnjom protona vodika kada je bolesnik u jakom magnet-skom polju. Oslikavanje se danas temelji na jakim magnetskim poljima, supravodljivim magnetima i naprednoj elektronici koja usmjerava i obrađuje RF energiju.

Osnovni izazov MR dijagnostike srca je kretanje srca tijekom srčanog ciklusa i kretanje pluća tijekom respiratornog ciklusa koji proizvode artefakte pokreta na slici. Dišni pokreti mogu biti ublaženi zadržavanjem daha tijekom snimanja. Problem srčanih pokreta rješava se korištenjem EKG-a. EKG engl. “gating” prikuplja podatke za oslikavanje samo u određenom

dijelu srčanog ciklusa, obično za vrijeme diastole. R val EKG-a koristi se kao referentna točka za prikupljanje podataka. Slike nastaju iz podataka prikupljenih u seriji srčanih ciklusa (R – R intervalima). Napretkom tehnike CMR je postala standardni pregled u procjeni bolesti miokarda zbog mogućnosti procjene etiologije kardiomiopatija u svrhu boljeg liječenja i praćenja.

Kardiomiopatije su heterogena skupina bolesti koje u prvome redu zahvaćaju miokard, nepoznate etiologije, a nisu posljedica ishemijske, hipertenzijske, valvulne, urođene ili perikardne bolesti srca ili bolesti drugih organa.

Dijele se na primarne kod kojih je srce jedini zahvaćeni organ i sekundarne kod kojih je kardiomiopatija manifestacija sistemske bolesti. Pacijenti mogu biti bez simptoma, ali kod uznapredovale bolesti javlja se srčano zatajivanje i aritmija .

CMR pomaže u procjeni kardiomiopatije pružajući točna i ponovljiva mjerenja biventrikularnog volumena i istisne frakcije, procjenu bolesti zalistaka srca i otkrivanje tromba. Odgođene postkontrastne sekvence mogu otkriti obrasce fibroze kojima razlikujemo ishemijsku u odnosu na neishemijsku etiologiju. Zahvaljujući odličnom kontrastu mekih tkiva lako se razlikuje edem, mast, tromb, i fibroza.

CMR je postao nezamjenjiv u svakodnevnoj kliničkoj praksi kod dijagnostike bolesti srca.