

DWI MAGNETNE REZONANCIJE U KARAKTERIZACIJI ŽARIŠNIH LEZIJA JETRE

ELMA JAHIĆ, AMELA SOFIĆ i AZRA HUSIĆ- SELIMOVIĆ¹

Univerzitetski klinički centar Sarajevo, Klinika za radiologiju i

¹Institut za gastrohepatologiju, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

Cilj ovog istraživanja bio je ispitati mogućnosti mjerenja vrijednosti ADC/DWI metodom ROI u svrhu preciznog razlikovanja žarišnih lezija jetre od normalnog parenhima jetre. U studiju je uključeno 100 jetrenih lezija, veličine ≥ 1 cm, koje su prethodno otkrivene pomoću UZ i CT metode. Mjeren je koeficijent difuzije ADC (MRI 3 T), postavljanjem ROI na periferni dio jetrene lezije. Isto je urađeno i na jetrenom parenhimu u neposrednoj blizini jetrene lezije. Statistički je dokazana razlika između prosječne ADC vrijednosti žarišnih jetrenih lezija ($1,24 \times 10^{-3}$ mm²/s) i zdravog parenhima oko fokalne lezije jetre (1.001×10^{-3} mm²/s). Nije statistički dokazana razlika prosječne ADC vrijednosti između zdravog parenhima jetre oko žarišne lezije i od nje udaljenog jetrenog parenhima ($1,003 \times 10^{-3}$ mm²/s). Wilcoxon rank test pokazao je da postoje razlike u prosječnim (medijana) ADC vrijednostima između zbroja svih žarišnih lezija i parenhima jetre neposredno oko njih ($p < 0,0005$). Wilcoxon rank test je pokazao da ukupno nema razlike u prosječnim (medijana) ADC vrijednostima između parenhima jetre neposredno oko ukupno žarišnih lezija i onog udaljenog od njih ($p < 0,0005$). Dobiveni rezultati za svaku žarišnu leziju uspoređivani su i s PH nalazima dobivenim punkcijom ili kirurški, a za cistične lezije bilo je dovoljno i radiološko praćenje. Za sve lezije jetre postignuta je ukupna DWI/ADC senzitivnost od 92 %, a specifičnost 77 %. Kendall tau - b koeficijent slaganja pokazao je za sve jetrene lezije statistički značajnu korelaciju između našeg DWI nalaza i PH nalaza ($p < 0,0005$). Hemangiomi i ciste su imali najveću razliku u ADC vrijednosti u odnosu na zdravi, normalni parenhim jetre. Nije bilo statistički značajne razlike u ADC vrijednosti za HCC i okolnog parenhima što bi se moglo objasniti sličnošću stanične građe. DWI/ADC ima potencijal u diferenciranju i boljem određivanju granica žarišnih lezija jetre, osobito za ciste i hemangiome, dok kod HCC mogu postojati poteškoće.

Ključne riječi: DWI, ADC, žarišne lezije jetre

Adresa za dopisivanje: Doc. dr. sc. Amela Sofić, dr. med.
Klinika za radiologiju, UKC Sarajevo
Bolnička 25.
71 000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina
E-pošta: amelasofic@yahoo.com

UVOD

DWI/ADC kod MRI ima sve veće značenje jer se pokazuje kao senzitivni parametar za mikroskopsku karakterizaciju tkiva i pruža jedinstvene kvantitativne informacije o celularnosti fokalnih jetrenih lezija (1). DWI postiže kontrastnost slike zahvaljujući slobodnom mikroskopskom (Brownovom) gibanju molekula vode u tkivu. U biološkim tkivima kretanje vode zavisi o odnosu tkivnih odjeljaka, staničnih membrana i unutarstaničnih organela. Zbog mobilnosti i viskoznosti molekule vode mogu biti evaluirane kao i odnos u intracelularnom i ekstracelularnom prostoru. Slikovni prikaz difuzije nudi mogućnost anatomske i funkcionalne karakterizacije lezija neovisno o primjeni kon-

trastnih sredstava, koristeći koeficijent difuzije na ADC karti *in vivo*. U MRI praksi se često i nakon primjene kontrastnog sredstva događaju dileme u karakterizaciji jetrenih lezija. Upotreba DWI dodatno poboljšava dijagnostiku i time smanjuje broj dijagnostičkih punkcija ili nepotrebnog dijagnostičkog praćenja. Osobito je značajna kod pacijenata kod kojih je kontraindicirana primjena kontrastnog sredstva (2-4).

CILJ RADA

Cilj rada bio je ispitati mogućnosti i korist mjerenja ADC vrijednosti (*apparent diffusion coefficient*) s me-

todom ROI (*regions of interest*) kod DWI (*diffusion weighted imaging*) za dobivanje preciznijeg diferenciranja fokalnih jetrenih lezija od normalnog parenhima jetre.

MATERIJAL I METODE

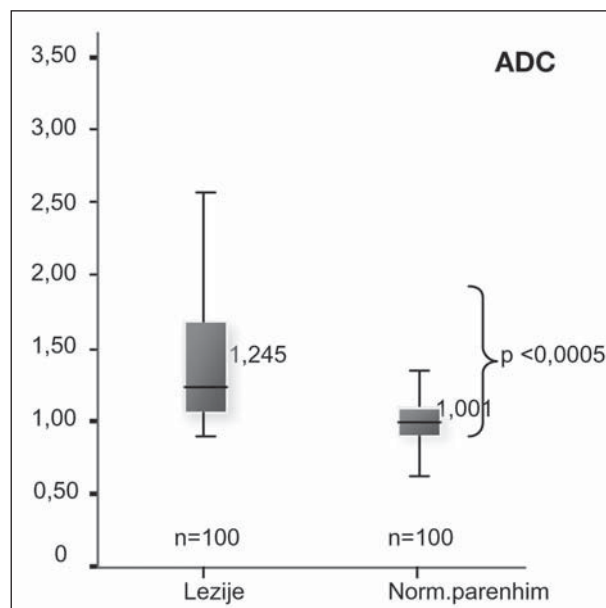
U studiju je uključeno 100 jetrenih lezija, veličine ≥ 1 cm koje su kod pacijenata prethodne otkrivene pomoću UZ i CT metode. Ispitivanja su obavljena na aparatu magnetne rezonancije od 3 T koristeći rutinske sekvence (T1, T2, HASTE, VIBE s aplikacijom kontrastnog sredstva i DWI sa tri b vrijednosti (b 50, b 300 i b 600 s/mm²). Mjeren je difuzijski koeficijent ADC karte s postavkom ROI na periferni dio jetrene lezije. Isto je učinjeno i na jetrenom parenhimu u neposrednoj blizini jetrene lezije, kao i na jetrenom parenhimu udaljenom od jetrene lezije. Na osnovi te procjene učinjena je evaluacija difuzijskih vrijednosti žarišnih lezija jetre posebice. Nakon toga je komparirana razlika izmjerenih ADC vrijednosti između jetrenih lezija prema vrsti, kao i između vrste jetrene lezije i jetrenog parenhima neposredno oko nje. Također su komparirane ADC vrijednosti između jetrenog parenhima neposredno oko jetrene lezije i onog koji se nalazi udaljen od jetrene lezije. Dobivene rezultate za svaku žarišnu jetrenu leziju posebice smo komparirali s PH nalazom dobivenim punkcijom ili kirurški, a za cistične lezije bilo je dovoljno i radiološko praćenje. Za statističku analizu dobivenih podataka korišten je programski paket SPSS for Windows (verzija 19.0, SPSS Inc, Chicago, Illinois, SAD) i Microsoft Excell (verzija 11. Microsoft Corporation, Redmond, WA, SAD).

REZULTATI

U našoj studiji bilo je 52 % muškaraca i 48 % žena, prosječne dobi od 59 godina. Od ukupno n = 100 jetrenih lezija verificirano je: hepatocelularni karcinom (HCC) 24 %, 19 % kolangocelularni karcinom (CCC), 16 % metalezije kolorektalnog karcinoma (MCRC), 10 % fokalna nodularna hiperplazija - FNH, 12 % hemangioma, 3 % meta lezija karcinoma dojke (MMC), 2 % metastaza nediferenciranih karcinoma (MNC) i 14 % cista. Mjerene su prosječne ADC vrijednosti kod svih (n=100) fokalnih lezija jetre.

Prosječne ADC vrijednosti svih evaluiranih lezija iznosile su 1,24 (1,12 -2,60) $\times 10^{-3}$ mm²/s. Prosječne ADC vrijednosti normalnog jetrenog parenhima koji se nalazi neposredno oko diferencirane lezije kretao se u prosjeku od 1,001 (0,83 do 1,06) $\times 10^{-3}$ mm²/s. Wilcoxon test ranga pokazao je da postoje razlike u

prosječnim vrijednostima (medijane) ADC između ukupno svih lezija kod ispitanika i jetrenog parenhima neposredno oko fokalne lezije (p<0,0005) (sl. 1). Prosječne vrijednosti ADC mape normalnog jetrenog parenhima koji se nalazi udaljen od žarišnih lezija kretao se u prosjeku od 1,003 (0,85 do 1,06) $\times 10^{-3}$ mm²/s. Wilcoxon test ranga pokazao je da ne postoje razlike u prosječnim vrijednostima (medijane) ADC jetrenog parenhima neposredno oko žarišnih lezija i jetrenog parenhima koji se nalazi udaljen od njih (p<0,0005).



Sl.1. Odnos ADC lezije i normalnog parenhima. Prosječne ADC vrijednosti lezija iznosile su 1,24 s/mm², dok su prosječne vrijednosti ADC okolnog normalnog parenhima iznosile 1,001 s/mm²

Prema vrsti jetrenih fokalnih lezija, mjerenjem smo dobili različite prosječne ADC vrijednosti. Kod cističnih lezija iznosile su 2,75 $\times 10^{-3}$ mm²/s, dok su ADC vrijednosti okolnog normalnog parenhima bile 1,01 $\times 10^{-3}$ mm²/s, gdje je dokazana statistički značajna razlika (Wilcoxon Test ranga p=0,001). Kod hemangioma iznosile su 1,74 $\times 10^{-3}$ mm²/s, dok su ADC vrijednosti okolnog normalnog parenhima 0,96 $\times 10^{-3}$ mm²/s, gdje je dokazana statistički značajna razlika (Wilcoxon test ranga p=0,002). Kod FNH iznosile su 1,28, dok su ADC vrijednosti okolnog normalnog parenhima iznosile 1,01 $\times 10^{-3}$ mm²/s, gdje je dokazana statistički značajna razlika (Wilcoxon test ranga p=0,0037). Kod CRC metastaza iznosile su 1,15 $\times 10^{-3}$ mm²/s, dok su ADC vrijednosti okolnog normalnog parenhima bile 1,01 $\times 10^{-3}$ mm²/s, gdje je dokazana statistički značajna razlika (Wilcoxon test ranga p=0,005). Kod CCC su iznosile 1,18 $\times 10^{-3}$ mm²/s, dok su ADC vrijednosti okolnog normalnog parenhima iznosile 1,00 $\times 10^{-3}$ mm²/s, gdje je dokazana statistički značajna razlika (Wilcoxon test ranga p=0,0005). Kod metastaza MMC

iznosile su $1,12 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, dok su ADC vrijednosti okolnog normalnog parenhima iznosile $0,83 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, gdje je dokazana statistički značajna razlika (Wilcoxon test ranga $p=0,02$). Kod HCC su iznosile $1,10 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, dok su ADC vrijednosti okolnog normalnog parenhima iznosile $1,10 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, gdje nije dokazana statistički značajna razlika (Wilcoxon test ranga $p=0,662$). Kod MNC iznosile su $1,12 (7,66-11,40) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, dok su ADC vrijednosti okolnog normalnog parenhima iznosile $0,84 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, gdje nije dokazana statistički značajna razlika (Wilcoxon test ranga $p=0,109$) (tablica 1).

Tablica 1.
 Razlike u prosječnim vrijednostima ADC karte između jetrenih lezija prema PH nalazu i normalnog jetrenog parenhima

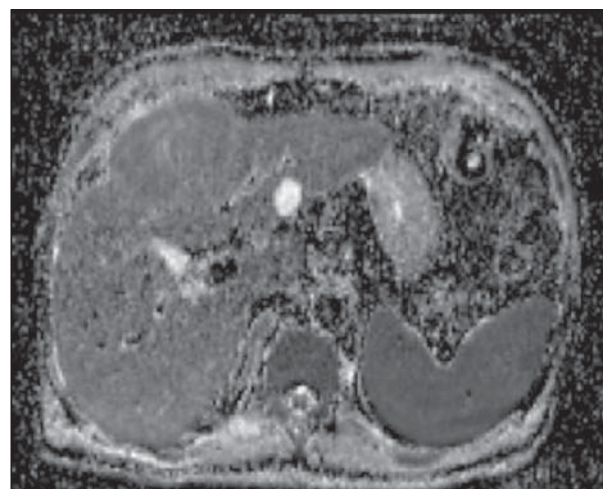
PH Dg.	ADC	N	Min.	Maks.	Percentile		Wilcoxon Ranks Test
					25ti	50 ^{ti} (Mediana)	
1. CISTA	Lezije	14	1,76	3,56	2,31	2,75	0,001
	Norm. parenh.	14	,66	1,13	,81	1,01	
2. HEMANGIOM	Lezije	12	1,04	2,46	1,10	1,74	0,002
	Norm. parenh.	12	,83	1,11	,90	,96	
3. FNH	Lezije	10	,90	2,40	,95	1,28	0,037
	Norm. parenh.	10	,74	1,22	,82	1,01	
4. MCRC	Lezije	16	,91	1,75	1,00	1,15	0,005
	Norm. parenh.	16	,57	1,31	,86	1,01	
5. CCC	Lezije	19	,98	1,58	1,14	1,18	0,0005
	Norm. parenh.	19	,74	1,17	,91	1,00	
6. HCC	Lezije	24	,96	1,79	1,03	1,10	0,66
	Norm. parenh.	24	,84	1,36	,97	1,10	
7. MMC	Lezije	2	1,02	1,22	,77	1,12	0,02
	Norm. parenh.	2	,63	1,03	,47	,83	
8. MNC	Lezije	3	1,05	1,34	1,05	1,09	0,109
	Norm. parenh.	3	,80	,89	,80	,84	

ANOVA test multiple komparacije pokazao je da nema razlike u ADC vrijednostima normalnog jetrenog parenhima, periferno od fokalnih lezija kategoriziranih prema vrsti dijagnoze, $F=1,854$; $p=0,086$. Dobili smo za sve jetrene lezije ukupnu DWI/ADC senzitivnost od 92 % i specifičnost od 77 %. Kendall's tau-b koeficijent podudarnosti pokazao je za sve jetrene lezije

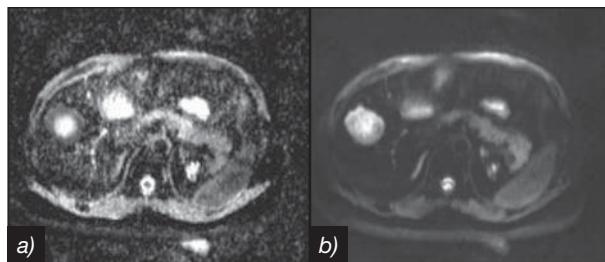
statistički značajnu podudarnost između naše DWI dijagnoze i PH verifikacije ($p<0,0005$).

RASPRAVA

Upotreba DWI u području trbuha i jetre počela je zahvaljujući upotrebi eho planar (EPI) tehnike, što je značajno skratilo vrijeme trajanja snimanja i omogućilo dobivanje kvalitetnije slike reducirajući tako artefakte pokreta (5,6). Osim vizualne procjene na osnovi b vrijednosti kod DWI koristi se i ADC karta. ADC karta je proizvod između logaritma intenziteta signala i više b vrijednosti koja se razlikuje u normalnom tkivu jetre u odnosu na patološke promjene. Signal molekule vode propada eksponencijalno s porastom b vrijednosti za različite vrste tkiva. Propadanje signala se smanjuje u tkivu s ograničenom difuzijom kao što je to slučaj npr. s tumorom. Obračunavanjem vrijednosti ADC mapa u svakom se slučaju osigurava preciznija DWI evaluacija, jer koeficijent difuzije definira količinu difuzije. Koeficijent difuzije je povezan s mobilnošću molekula vode čime odražava karakteristike tkiva kao i veličinu ekstracelularnog prostora, viskoznost i celularnost. Vrijednosti ADC mape (potrebno je imati najmanje dvije b vrijednosti) izražavaju se intenzitetom signala (kvalitativno), ali se mogu izraziti i srednjom brojanom vrijednosti za svaki voksel (kvantitativno - $10 \times 3 \text{ s/mm}^2$) postavljajući ROI na mjesto patološke promjene. Kod patoloških tkiva koja se pokazuju kao visok intenzitet signala i brojčane vrijednosti ADC mape će biti visoke (svjetle), a promjene niskog intenziteta signala (tamne) pokazuju niže brojčane vrijednosti ADC karte. To je još jedna od dodatnih karakteristika, koje nam omogućavaju precizniju dijagnostiku (sl.3 i 4).



Sl.2. ADC karta jetre: cista povišen intenzitet signala, HCC nizak intenzitet signala HCC: $ADC 1,18 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$.
 Cista: $ADC 3,09 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$.



Sl. 3. Meta lezija CRC u desnom režnju jetre:
a) ADC: $1,1 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$;
b) MR DWI black blood-b value = $50 \text{ sec}/\text{mm}^2$

Zbog relativno kratkog T2 vremena relaksacije normalnog parenhima jetre, b vrijednost koje se koriste za kliničke slike nisu veće od $1000 \text{ sec}/\text{mm}^2$ (7). Primjenom malih b vrijednosti $100\text{--}150 \text{ sec}/\text{mm}^2$ poništava se intrahepatalni vaskularni intenzitet dobijajući tako sekvencu koja se naziva "black-blood" sekvenca, koja poboljšava detekciju fokalnih jetrenih lezija, naročito malih veličina (ispod 1 cm), koje se dobro uočavaju, a vaskularne strukture ostaju tamne. (1,8-111). Veće b vrijednosti ($500 \text{ sec}/\text{mm}^2$) daju informacije o difuziji koje mogu pomoći u karakterizaciji lezija (12,13). Prigodom obavljanja DWI jetre potrebno je dobiti niže i više b vrijednosti (npr. b 50, b 100, b $500 \text{ sec}/\text{mm}^2$). Dodatne b vrijednosti mogu biti urađene u kontekstu znanstvenog istraživanja, kliničkih studija ili da je primarni cilj što točnija ADC vrijednost, jer više b vrijednosti smanjuje greške kod procjene ADC vrijednosti. Kako bi se osiguralo da se dobije najviši kvalitet slike, snimanje sekvenci bi se trebalo optimizirati kako bi se povećala SNR (signal noise ratio) i smanjili artefakti koji proizilaze iz pokreta, vrtložne struje, kemijskih pomaka, efekta osjetljivosti (7,11).

Difuzija se mijenja ovisno o stanju tkiva, što je omogućilo DWI MRI praćenje onkoloških pacijenata prije i nakon onkološkog tretmana. Zbog toga se određivanje koeficijenta difuzije pokazalo korisno za karakterizaciju fokalnih lezija u jetri, a može imati i potencijal u evaluaciji odgovora tumora na onkološku terapiju, kao i praćenju nastanka recidiva nakon interventivnih postupaka. (14). Osim toga, smatra se da je s DWI MRI moguće predvidjeti odgovor malignih tumora na liječenje kemoterapijom (15).

U našoj studiji dobili smo (za sve lezije) na osnovi ADC vrijednosti ukupnu DWI senzitivnost od 92 % i specifičnost od 77 %. Gourtsoyianni i sur. su analizirajući fokalne jetrene lezije dobili najveću moguću senzitivnost i specifičnost od 100 % za maligne lezije. U njihovu studiju nisu bile uključene lezije kao što su FNH i adenomi i na taj su način smanjili mogućnost dobivanja lažno pozitivnih malignih lezija koje su objavile neke studije (16). Bruegel i sar, objavili su visoku senzitivnost od 90 % i specifičnost od 86 % za dija-

gnosticiranje malignih lezija (14). Parikh i sur. su dobili niže rezultate (senzitivnost od 74 %, specifičnosti od 77 %) u ADC DWI analizi 211 lezija jetre. U toj skupini bio veliki broj adenoma i FNH, te je zbog preklapanja mogao utjecati na dijagnostičke rezultate. Postoje studije u kojima su autori komparirali DWI s drugim tehnikama (17). Zech i sur. su postigli osjetljivost DWI od 83 % odnosu na 61 % za T2 fsw (18.) Isti su autori u drugoj studiji za detekciju HCC lezija u cirotičnoj jetri postigli senzitivnost za DWI od 98 %, a konvencionalnim MRI protokolom od 83 do 85 %. Cieszanowski je dobio 79 % i specifičnost od 82,6 % (19). Filipe je postigao senzitivnost od 89,7 % i specifičnost od 90,6 % (20). Različiti naši rezultate i rezultati drugih studija mogu se objasniti korištenjem različitih protokola i standarda za akviziciju slike, a kako je DWI još uvijek tehnika u evoluciji moguće je očekivati u budućnosti i ujednačenje rezultate.

U našoj su studiji najviše ADC vrijednosti imale cistične lezije od $2,75 \times 10^3 \text{ mm}^2/\text{s}$ i hemangiomi od $1,74 \times 10^3 \text{ mm}^2/\text{s}$, kod kojih se molekule vode mogu slobodnije kretati, bez restrikcije difuzije, što se odražava na gubitak signala na DWI i korespondira s visokom ADC vrijednosti. Lezije solidnog tumorskog karaktera imale su niže ADC vrijednosti zbog veće gustoće stanične membrane, koja ograničava širenje protona vode i ograničava difuziju, što se odrazilo na DWI s visokim intenzitetom signala i na odgovarajući način niskim vrijednostima ADC karte. Time se objašnjava zašto su hemangiomi i ciste imali najveću razliku u ADC vrijednosti u odnosu na okolni normalni jetreni parenhim. Nije bilo statistički značajne razlike u ADC vrijednosti za HCC i okolnog parenhima, što bi se moglo objasniti sličnošću stanične građe. Nedavno objavljeni članci zaključuju da DWI ima nesavršenu osjetljivost u otkrivanju HCC (objavljen raspon između 62 % i 91 %), objašnjavajući to minimalnom razlikom u celularnosti dobro diferenciranih HCC i parenhima jetre (21,22).

Prema literaturi, ADC vrijednost za normalni jetreni parenhim je $0,69 - 2,28 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$. U našoj studiji je statistički dokazana razlika između prosječnih ADC vrijednosti svih evaluiranih fokalnih jetrenih lezija ($1,24 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$) i normalnog jetrenog parenhima koji se nalazi neposredno ($1,001 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$). U našoj studiji nije statistički dokazana razlika između prosječnih ADC vrijednosti između zdravog jetrenog parenhima koji se nalazi neposredno oko žarišne lezije i onog koji se nalazi udaljen od žarišne lezije ($1,003 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$.) To značajno doprinosi razlikovanju normalnog od patološkog jetrenog parenhima i pouzdanijem ograničavanju fokalnih lezija, što može biti od značenja u onkološkom praćenju, detekciji recidiva nakon terapijskih postupaka i planiranju dijagnostičkih punkcija.

ZAKLJUČAK

DWI MRI ima potencijal u karakterizaciji žarišnih lezija jetre i pouzdanijem određivanju njihovih granica u odnosu na normalni jetreni parenhim. ADC razgraničavanje fokalnih lezija od okolnog jetrenog parenhima je najpouzdanije za hemangiome i ciste, dok ADC razgraničavanje HCC može biti dijagnostička poteškoća zbog sličnosti stanične građe s jetrenim parenhimom.

L I T E R A T U R A

1. Blazic I, Op De Beeck B. Value of diffusion-weighted MRI in response evaluation of colorectal metastatic liver lesions to chemotherapy. 10.5444/esgar2014/SE-053.

2. Grobner T. Gadolinium – a specific trigger for the development of nephrogenic fibrosing dermopathy and nephrogenic systemic fibrosis? *Nephrol Dial Transplant* 2006; 21: 1104-08.

3. Sadowski EA, Bennett LK, Chan MR I sur. Nephrogenic systemic fibrosis: risk factors and incidence estimation. *Radiology* 2007 ; 243: 148-57.

4. Thomsen HS, Marckmann P, Logager VB. Update on nephrogenic systemic fibrosis. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 2008; 16: 551-60.

5. Muller MF, Prasad P, Siewert B, Nissenbaum MA, Raptopoulos V, Edelman RR. Abdominal diffusion mapping with use of a whole-body echo-planar system. *Radiology* 1994; 190: 475-83.

6. Reimer P, Saini S, Hahn PF, Brady TJ, Cohen MS. Clinical application of abdominal echoplanar imaging (EPI): optimization using a retrofitted EPI system. *J Comput Assist Tomogr* 1994; 18: 673-9.

7. De Bazelaire CM, Duhamel GD, Rofsky NM, Alsop DC. MR imaging relaxation times of abdominal and pelvic tissues measured in vivo at 3.0 T: preliminary results. *Radiology* 2004; 230: 652-9 .

8. Taouli B, Sandberg A, Stemmer A i sur. Diffusion-weighted imaging of the liver: comparison of navigator triggered and breathhold acquisitions. *J Magn Reson Imaging* 2009; 30: 561-8.

9. Van den Bos IC, Hussain SM, Krestin GP, Wielopolski PA. Liver imaging at 3.0 T: diffusion-induced black-blood echo-planar imaging with large anatomic volumetric coverage as an alternative for specific absorption rate-intensive echo-train spin-echo sequences: feasibility study. *Radiology* 2008; 248: 264-71.

10. Okada Y, Ohtomo K, Kiryu S, Sasaki Y. Breath-hold T2-weighted MRI of hepatic tumors: value of echo planar ima-

ging with diffusion-sensitizing gradient. *J Comput Assist Tomogr* 1998; 22: 364-71.

11. Hussain SM, De Becker J, Hop WC, Dwarkasing S, Wielopolski PA. Can a singleshot black-blood T2-weighted spin-echo-planar imaging sequence with sensitivity encoding replace the respiratory triggered turbo spin-echo sequence for the liver? An optimization and feasibility study. *J Magn Reson Imaging* 2005; 21: 219-29.

12. Nasu K, Kuroki Y, Sekiguchi R, Nawano S . The effect of simultaneous use of respiratory triggering in diffusion-weighted imaging of the liver. *Magn Reson Med Sci* 2006; 5: 129-36.

13. Kim T, Murakami T, Takahashi S, Hori M, Tsuda K, Nakamura H. Diffusion-weighted single-shot echoplanar MR imaging for liver disease. *AJR* 1999; 173: 393-8.

14. Bruegel M, Holzapfel K, Gaa J i sur. Characterization of focal liver lesions by ADC measurements using a respiratory triggered diffusion-weighted single-shot echo-planar MR imaging technique. *Euro Radiol* 2008; 18: 477-85.

15. Kele P, van der Jagt E. Diffusion weighted imaging in the liver. *World J Gastroenterol* 2010; 16: 1567-76.

16. Gourtsoyianni S, Papanikolaou N, Yarmenitis S, Maris T, Karantanas A, Gourtsoyannis N. Respiratory gated diffusion-weighted imaging of the liver: value of apparent diffusion coefficient measurements in the differentiation between most common encountered benign and malignant focal liver lesions. *Eur Radiol* 2008; 18: 486-92.

17. Parikh T, Drew SJ, Lee VS i sur. Focal liver lesion detection and characterization with diffusion-weighted MR imaging: comparison with standard breath-hold T2-weighted imaging. *Radiology* 2008; 246: 812-22.

18. Zech CJ, Herrmann KA, Dietrich O, Horger W, Reiser MF, Schoenberg SO. Black-blood diffusion-weighted EPI acquisition of the liver with parallel imaging: comparison with a standard T2-weighted sequence for detection of focal liver lesions. *Invest Radiol* 2008; 43: 261-6.

19. Cieszanowski A, Anysz-Grodzicka A, Szeszkowski W i sur., Characterization of focal liver lesions using quantitative techniques: comparison of apparent diffusion coefficient values and T2 relaxation times. *Eur Radiol* 2012; vol.?: 2514-24.

20. Flipe JP, Semedo LC, Lopes JC, Marcques MC, Alves FC. Diffusion-weighted imaging of the liver: usefulness of ADC values in the differential diagnosis of focal lesions and effect of ROI methods in ADC measurements. *Magnetic Resonance Materials in Physics, Biology and Medicine* 2013; 26: 303-12.

21. Kim YK, Kim CS, Han YM, Lee YH. Detection of liver malignancy with gadoteric acid-enhanced MRI: is addition of diffusion-weighted MRI beneficial? *Clin Radiol* 2011; 66: 489-96.

22. Gluskin J, Chegai F, Monti S, Squillaci E, Mannelli L. Hepatocellular Carcinoma and Diffusion-Weighted MRI: Detection and Evaluation of Treatment Response. *J Cancer* 2016; 7: 1565-70.

SUMMARY

DWI MAGNETIC RESONANCE IN CHARACTERIZATION OF FOCAL LIVER LESIONS

E. JAHIĆ, A. SOFIĆ and A. HUSIĆ-SELIMOVIĆ¹

*Sarajevo University Hospital, Department of Radiology and
¹Institute of Gastrohepatology, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina*

The aim of this study was to examine the possibilities of measuring ADC/DWI values with the ROI method for precise differentiation of focal liver lesions from normal liver parenchyma. The study included 100 liver lesions sized ≥ 1 cm, previously detected in patients by ultrasound and computed tomography. It is done by measuring the diffusion coefficient ADC folder (MRI 3T), setting the ROI on the periphery of hepatic lesions, on the liver parenchyma around the focal hepatic lesions and on liver parenchyma that is distant to hepatic lesions. In our study, difference between the average ADC value of focal liver lesions ($1.24 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$) and normal liver parenchyma around focal liver lesions ($1.001 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$) was statistically confirmed. There was statistically proven difference in the average ADC values between normal liver parenchyma around focal lesions and liver parenchyma located distant from focal lesions of ($1.003 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$). Wilcoxon rank test yielded differences in the average (median) ADC values between total lesions in patients and liver parenchyma directly around focal lesions ($p < 0.0005$). Wilcoxon rank test showed no differences in the average (median) ADC between liver parenchyma directly around focal lesions and distant of focal hepatic lesions ($p < 0.0005$). The results obtained for each focal liver lesion were compared with histopathology findings obtained by puncture or surgery, and for cystic lesions radiological follow up was sufficient. For all liver lesions, the resulting overall DWI/ADC sensitivity was 92% and specificity 77%. Kendall's tau-b coefficient of concordance showed a statistically significant correlation between our DWI diagnosis and histopathology verification for all liver lesions ($p < 0.0005$). Hemangiomas and cysts showed greatest difference in ADC values as compared with healthy liver. ADC values of hepatocellular carcinoma (HCC) and the surrounding normal liver parenchyma were not statistically different, which can be explained by similarities in their cell structure. Related articles conclude that DWI has inadequate sensitivity in detecting HCC, explaining this minimal difference in cellularity of well differentiated HCC and liver parenchyma. DWI/ADC has the potential to differentiate and reliably define the limits of focal lesions of the normal liver parenchyma. ADC delimitation of focal lesions of the liver parenchyma is most reliable for hemangiomas and cysts, while ADC delimitation of HCC can pose diagnostic difficulties.

Key words: DWI, ADC, focal liver lesions