



Magnetno-rezonantna perfuzija (MRPWI) mozga

Armana Premilovac¹, Adnan Šehić¹, Fuad Julardžija¹, Merim Jusufbegović²

¹Fakultet zdravstvenih studija Univerziteta u Sarajevu

²Klinika za radiologiju KCUS

Corresponding author: Armana Premilovac, Fakultet zdravstvenih studija Univerziteta u Sarajevu, Stjepana Tomića 1, 71000 Sarajevo, Email:armana.1996@hotmail.com

Abstract

MR brain perfusion represents the diagnostic method by which brain perfusion is being followed, that is brain blood supply. The method is useful for the estimation of the tissue after the acute stroke, histological noninvasive estimation of tumor, the estimation of neurodegenerative conditions as Alzheimer disease, the estimation of effects of the drugs being used for the treatment of these conditions. The aim of this study is to relate the advantages, as well as the manner of performing this method by magnetic resonance. MR perfusion represents the promising means that can be easily inserted as a part of routine examination of brain in order to be found in wide application.

Key words: MR perfusion, MRI of brain, CBV, CBF, MTT.

Apstrakt

MR perfuzija mozga predstavlja dijagnostičku metodu kojom se prati perfuzija mozga, tj prokrvljenost mozga. Metoda je korisna za procjenu tkiva nakon akutnog moždanog udara, histološki neinvazivne procjene tumora, procjene neurodegenerativnih stanja kao što su Alzheimerova bolest, procjenu učinka lijekova koji se koriste za liječenje ovih stanja. Cilj rada je opisati koristi kao i načine izvođenja ove metode magnetnom rezonansom. MR perfuzija predstavlja obećavajuće sredstvo koje se lako može uvrstiti kao dio rutinskog pregleda mozga kako bi se našla u širokoj primjeni. Ključne riječi: MR perfuzija, mri mozga, CBV, CBF, MTT.

Uvod

Cerebralna perfuzija definirana je kao ravnomjerna isporuka kisika i hranjivih tvari putem krvi do moždanog parenhima i obično se mjeri u mililitrima na 100 g tkiva u minuti.

MRI perfuzija je radiološka dijagnostička metoda koja služi za praćenje prokrvljenosti određenog organa. Sama perfuzija magnetnom rezonansom predstavlja primjenu neke od tehnika imidžinga koja prije svega mora da omogući diferenciranje stacioniranog tkiva od krvi koja se kreće i da na taj način omogući registrovanje signala, na osnovu čega će biti moguće odrediti regionalnu perfuziju i odrediti osnovne hemodinamske parametre mikrocirkulacije.

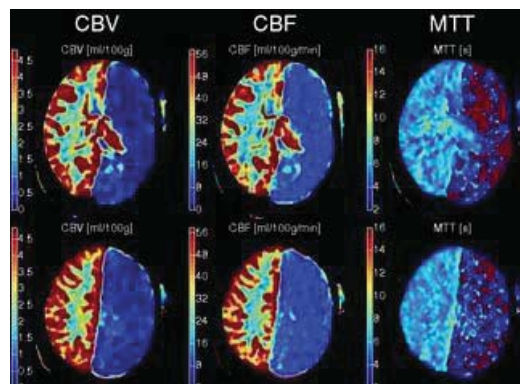
U osnovne hemodinamske parametre spadaju:

- cerebralna zapremina (CBV – cerebral blood volume);
- protok krvi (CBF – cerebral blood flow);
- srednje vrijeme prolaska (MTT – mean transit time).

Cerebralna zapremina predstavlja zapreminu krvi u mikrocirkulaciji po jedinici mase tkiva, odnosno zapremina krvi unutar vokselu po jedinici mase vokselu (mjerna jedinica: ml/g).

Cerebralni protok je kapilarni protok i predstavlja protok krvi kroz voksel po jedinici mase vokselu (mjerna jedinica: ml/g/s)

Srednje vrijeme prolaska je vrijeme koje je potrebno krvi da prođe kroz vaskulaturu vokselu.



Slika 1. CBV, CBF, MTT

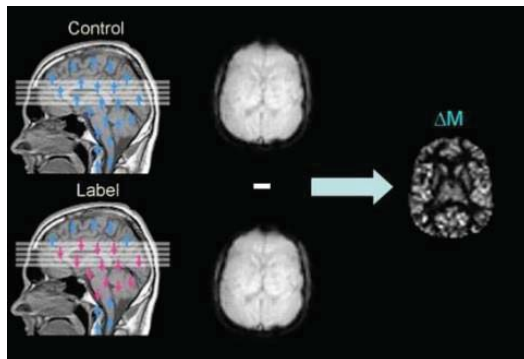
MR perfuzija mozga koristi se za:

- procjenu tkiva nakon akutnog moždanog udara,
- histološki neinvazivne procjene tumora,
- procjene neurodegenerativnih stanja kao što su Alzheimerova bolest,
- procjenu učinka lijekova koji se koriste za liječenje ovih stanja.

Tehnike perfuzije magnetnom rezonansom

Sve tehnike perfuzije magnetnom rezonansom registruju promjenu intenziteta signala do koje dolazi pri prolasku obilježivača kroz cerebrovaskularni sistem.

Obilježivač može biti endogeni i to je slučaj u kome magnetna rezonansa koristi protone iz molekula vode arterijske krvi. Tada govorimo o perfuziji bez kontrasta, odnosno o tehnici obilježavanja arterijskih spinova (ASL). U slučaju endogenog obilježivača (protona), radi se o difuzionom obilježivaču, s obzirom da se transport molekula vode kroz hematoencefalnu barijeru odvija bez prepreka.

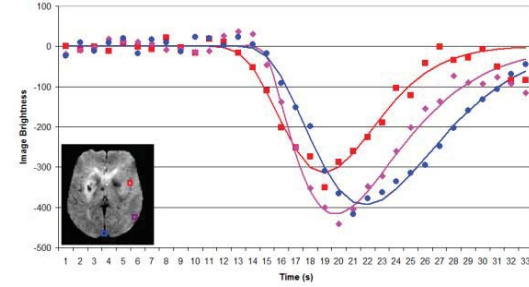


Slika 2. ASL procedure

Perfuzija sa kontrastom (DSC PWI)

Obilježivač može biti egzogeni – kada se koristi neki od paramagnetnih kontrastnih sredstava i tada se govori o perfuziji sa kontrastom, odnosno perfuziji sa dinamskim kontrastom susceptibilnosti (DSC PWI). U ovom slučaju, podrazumijeva se da je kontrast nedifuzibilni obilježivač i da u toku cjelokupne akvizicije slike ostaje u vaskularnom dijelu, ne prolazi kroz hematoencefalnu barijeru. Perfuzija sa kontrastom (DSC PWI) je najzastupljenija tehnika perfuzije i ona se opisuje kao praćenje bolusa paramagnetnog kontrastnog sredstva kroz mikrokapilarni sliv gdje on izaziva privremeni, ali značajan gubitak intenziteta

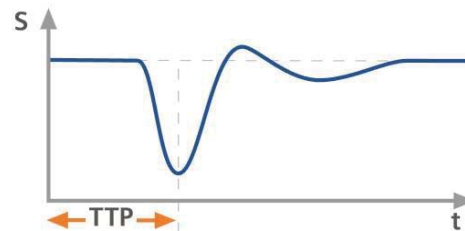
signala zbog redukcije T2*, koji se registruje jednom dinamskom serijom.



Slika 3. Gubitak intenziteta signala (DSC PWI)

DSC PWI akvizicija

Što se tiče izbora sekvence kojom ćemo registrirati ovakav kratkotrajni efekat, ona je limitirana činjenicom da je vrijeme prolaska bolusa kroz moždano tkivo 4-6 s, a vrijeme postizanja maksimuma opadanja ovog signala je definirano tzv. „time to peak“ vremenom, i iznosi nekih 15-ak sekundi. Dakle, bit će potrebna izuzetno brza tehnika akvizicije, a to je tehnika „echo-planar imaging-a“ (EPI) koja omogućava akviziciju višestrukih presjeka za vrijeme do 1 s. Sekvenca izbora će biti gradijent echo sekvence (GE EPI) kao najsenzitivnija.



Slika 4. TTP

Protokol pregleda

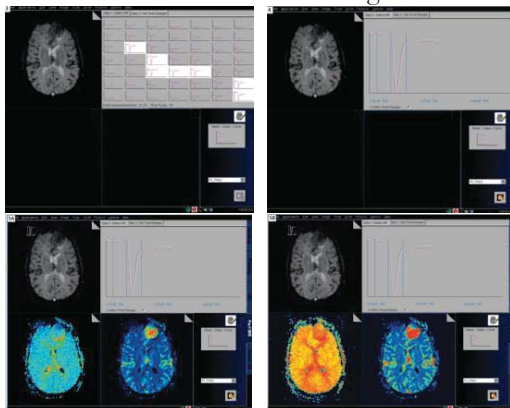
1. Plasiranje i.v. katetera (kalibra 18 – 20) u kubitalnu venu i njegovo povezivanje sa automatskom špricom
2. Brzina aplikacije KS je 4 ml/s. Normalna kontrastna doza treba biti 0,1 mM/kg. Poslije svakog apliciranja bolusa KS aplicira se i 200 ml fiziološkog rastvora.
3. Pregled se najčešće obavlja neposredno prije postkontrastne T1 sekvence.
4. Orijehtacija i debljina presjeka – kao kod T2W aksijalne, distance factor: 10-20%.
5. Automatska šprica se aktivira nakon 6-7 mjerenja, da bismo dobili prvih 10 akvizicija bez kontrasta, odnosno da bismo definirali baznu liniju.
6. Kompletno mjerenje traje oko 2 minute.



DCS postprocessing

Osnovni cilj postprocesinga je da procijeni funkciju arterijskog inputa (da bi smo dobili što tačnije i preciznije hemodinamske parametre).

To podrazumijeva identifikovanje jedne od glavnih cerebralnih arterija na osnovu sirovih slika, koje će se iskoristiti za dobijanje jednog seta krivih u zavisnosti od intenziteta signala.



Slika 5 – postprocessing obrada DSC PWI

Na rezultirajućoj krivoj je potrebno odrediti baznu liniju, vrijeme opadanja signala i vrijeme oporavka signala.

DSC PWI ekstravazacija

Povećanjem permeabilnosti hematoencefalne barijere kontrastno sredstvo više nije intravaskularni obilježivač u toku cjelokupne akvizicije. Tada se ispoljava T1 efekat ekstravazacije, tj. efekat kontrastnog sredstva na relaksaciju tkivnih protona i to će se manifestovati na krivoj u zavisnosti od intenziteta signala, na taj način što će se poslije potpunog oporavka intenziteta signala dobiti dodatni porast intenziteta signala i narušiti tačnost mjerenja.

Ovaj neželjeni efekat se može prevenirati „preload-om“, odnosno apliciranjem određene količine kontrastnog sredstva prije otpočinjanja samog perfuzionog mjerenja (1/3; 1/2 standardne doze KS), i odlaganjem samog mjerenja za nekih 5-8 minuta. Na taj način dolazi do:

- saturacije tkiva u zoni ekstravazacije,
- smanjenja T1 efekata za glavni bolus,
- preciznijeg mjerenja.



Slika 6. Efekat ekstravazacije

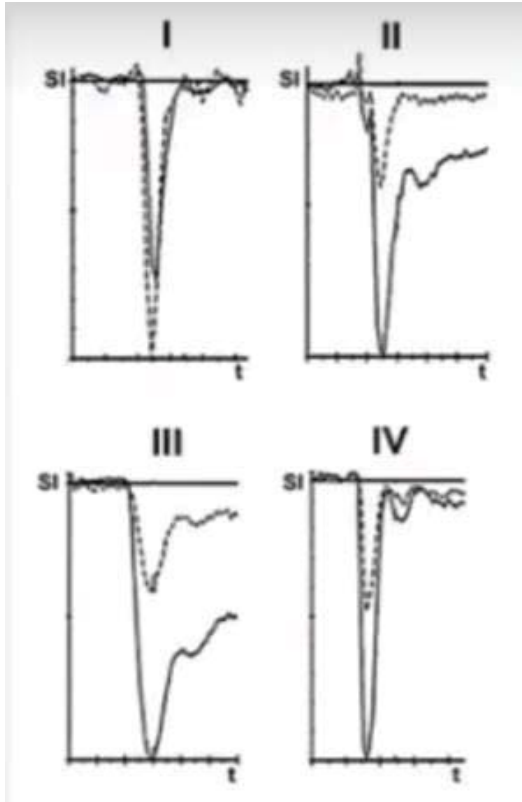
Značaj perfuzije u otkrivanju lezija

Na osnovu ponašanja intenziteta signala mogu se razmatrati različite vrste lezija. Na slici su prikazani različiti tipovi glioblastoma multiforme (GBM). Isprekidanom linijom su prikazani intenziteti signala za normalan parenhim, a punom linijom su prikazane perfuzione krive tumora.

Tip I – nagli gubitak intenziteta signala i nagli i brzi oporavak do bazne linije, smatra se da je ovakvo ponašanje perfuzione krive posljedica postojanja AV šantova usljed kojih dolazi do brze drenaže KS i skraćenja MTT.

II i III tip – nagli gubitak signala, ali bez oporavka do bazne linije, što ukazuje na zaostajanje KS u aberantnim krvnim sudovima.

IV tip – nagli gubitak signala, brzi i privremeni oporavak, nakon čega slijedi još jedan manji gubitak signala i ovakav tip ponašanja predstavlja primjer kada imamo recirkulaciju KS, što se tumači postojanjem AV šantova.



Slika 7. Ponašanje intenziteta signala za GBM

Zaključak

Perfuzija, kao jedna od novih MR tehnika koja je razvijena zahvaljujući napretku hardvera i odgovarajuće softverske podrške omogućila je dobijanje novih informacija koje pomažu u dijagnostici, razlikovanju i planiranju tretmana različitih patologija u neuroradiologiji. MR perfuzija je obećavajuće sredstvo

koje se lako može uvrstiti kao dio rutinskog pregleda mozga, a pregled bi se produžio za samo dvije minute. Iako su prednosti MRI perfuzije poznate već duži vremenski period, ona još nije u širokoj primjeni.

Literatura

1. Bešlić Š. Magnetna rezonansa (MR) i MR kontrastna sredstva; Zalibica; Sarajevo 2011; (91.-94.).
2. Julardžija F, Šebić A, Hasanbegović A, Merbemić Z. MR perfuzija mozga; Klinika za radiologiju KCUS; Internet; Dostupno na [http://www.uimr.ba/slajdovi/2013/MR%20PERFUZIJA%20MOZGA.pps.](http://www.uimr.ba/slajdovi/2013/MR%20PERFUZIJA%20MOZGA.pps;); (Pristupljeno 27.11.2017)
3. Daković M. Nove MRI tehnike u neuroradiologiji; International Journal "Total Quality Management & Excellence", Vol. 36, No. 1 - 2, 2008, YUSQ ICQ 2008; Internet; Dostupno na: <http://www.neuroradiologija.com/public/documents/OdabraneTeme/New%20techniques%20in%20MR%20neuroradiology.pdf> (Pristupljeno 27.11.2017)
4. Binesh N, Maya M, Schultze HH, Moster F. Brain Perfusion; How & Why; Internet; Dostupno na: http://clinical-mri.com/wp-content/uploads/new_technologies/Brain_Perfusion_n_Flash49.pdf. (Pristupljeno 27.11.2017.)
5. Siemens; Magnets, Flows and Artifacts; (86-92); Internet; Dostupno na: http://cbbi.udel.edu/wp-content/uploads/2017/01/MagnetsFlows_Eng.pdf. (Pristupljeno 28.11.2017)