

MR zobrazovanie v neurorádiológii

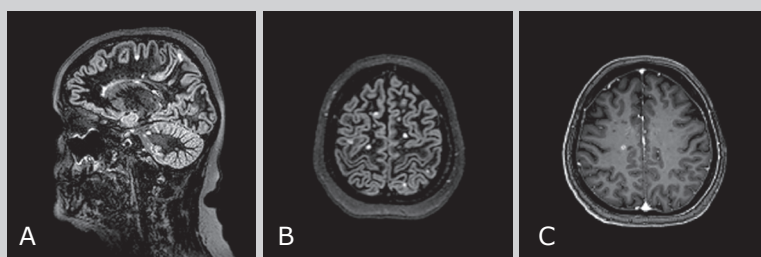
Magnetická rezonancia (MR) patrí k pokrokovým metódam neinvazívneho zobrazovania a v súčasnosti je neoddeliteľnou súčasťou **diagnostiky ochorení nervového systému a manažovaní neurologických a neurochirurgických pacientov**. Po zavedení **MR prístrojov** so silou magnetického poľa **3,0 Tesla** do klinickej praxe od roku 2000 sa postupne utvrdil prínos vyššieho magnetického poľa v kvalite obrazu pri zobrazovaní **štruktúr mozgu a ich patológií**. Technický vývoj s využitím multi-kanálových cievok a technikami paralelného zobrazovania viedli k výraznému zlepšeniu priestorového a časového rozlíšenia.

Pracovisko **Dr. Magnet Kramáre** je vybavené moderným MR prístrojom **Philips Ingenia 3,0T**, ktorý spĺňa technické predpoklady pre kvalitné zobrazovanie s vysokým rozlíšením v optimalizovanom čase. V rámci **štandardného štruktúrneho MR** zobrazovania umožňuje rutinné užívanie **izotropného 3D** zobrazovania a znamená výrazný pokrok aj v oblasti **rozšíreného (advanced) vyšetřovania**, ktoré sa označuje ako **funkčné-metabolické** zobrazovanie. MR 3,0T zobrazovanie s použitím aj nižšej dávky kontrastnej látky umožňuje vysokú kvalitu diagnostiky, ba posunulo ju aj do oblastí, ktoré boli predtým „neviditeľné“.

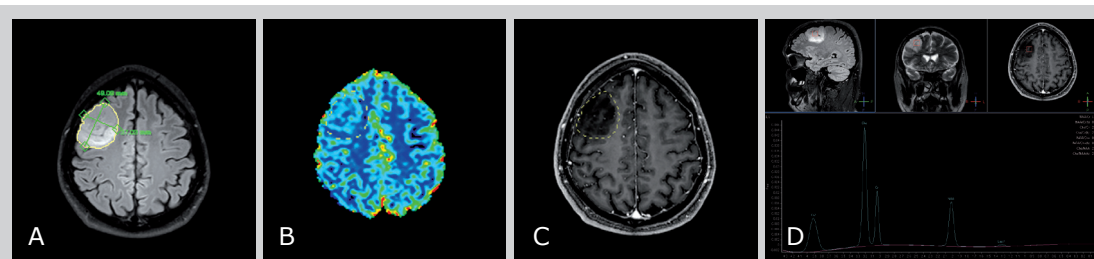


Štandardné štruktúrne MR zobrazovanie:

- **izotropné submilimetrové 3D sekvencie** - FLAIR, T1, T2 vážená, s možnosťou kvalitnej multiplanárnej rekonštrukcie v ľubovoľnej rovine
- **DIR** - double inversion recovery
- **3D aplikácie venous Bold (T2*, SWI)**
- **MRA** (MR angiografia): **MRA 3D TOF** - bez použitia kontrastnej látky a **CE MRA** (contrast enhanced MRA), TR CE MRA - časovo rozlíšená MRA s kontrastnou látkou
- **možnosť PET/CT-MR fúzie** (koregistrácie) a multi-modalitného vyhodnotenia obrazov
- **zobrazenie chrbtice v celom rozsahu** (C, Th, LS) s funkcionalitou **MobiView**



Obr. 1: **A)** 44-ročná pacientka s dg. SM s 3D DIR, 1 mm snímky, **B)** MPR v TRA rovine, 1 mm rekonštrukcia, **C)** postkontrastné 1 mm 3D T1 s drobným prstencovitým aktívnym ložiskom



Obr. 2: 38-ročný pacient s recidívou nádoru v F laloku I. dx. - radikálna resekcia, histológia: astrocytóm, WHO gr. II. **A)** FLAIR sekvencia s volumetriou, **B)** PMR - CBV mapa, **C)** postkontrastné 3D T1, **D)** SVS MRS - obrátený pomer Cho a NAA (rozšírené MR vyšetřenie je v súlade s hist. nálezom low grade gliómu)

Rozšírené (funkčné-metabolické) MR zobrazovanie mozgu:

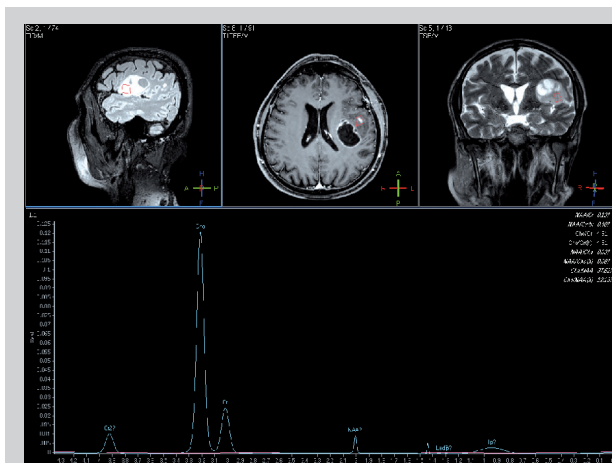
Ide o doplnkové metódy MR vyšetrení ku štandardným (štruktúrnym) MR vyšetreniam, ktoré rozširujú nález o funkčné informácie, t. j. informácie o:

- biochemických procesoch v mozgu (MRS)
- perfúzných charakteristikách (PMR)
- difúzných charakteristikách (DWI, DTI)
- funkčne dôležitých centrách v mozgu (fMR)
- volumetrii lézií

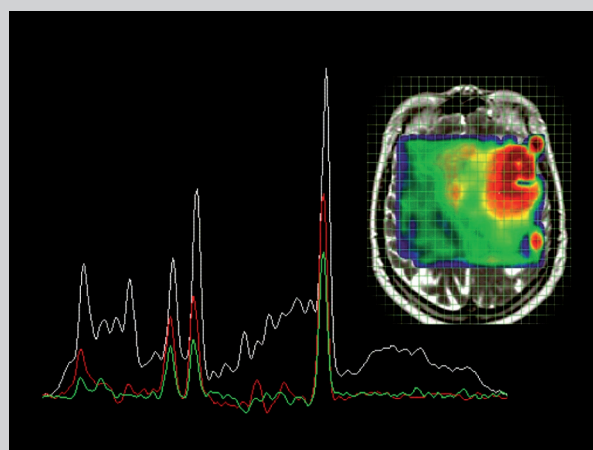
MR spektroskopia – MRS

- Umožňuje in vivo **posúdenie metabolitov vo vyšetrovaných tkanivách.**

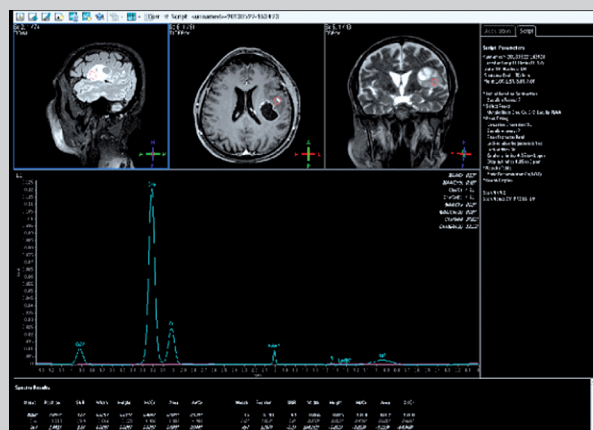
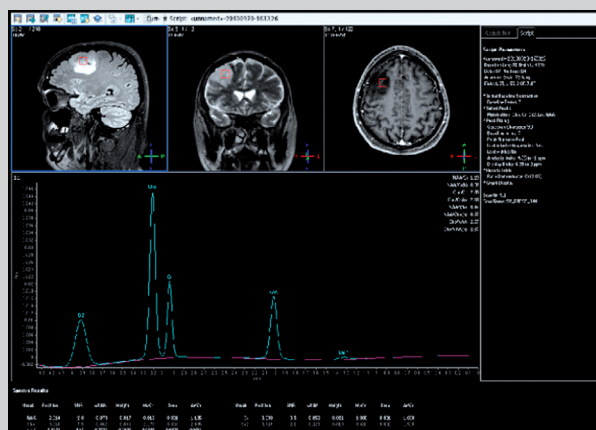
- Rozoznávajú sa dva spôsoby MRS:
 - SVS (single voxel spectroscopy) – vyšetrenie jedného voxelu s rozmermi obvykle 2 x 2 x 2 cm
 - MRSI (multivoxel spectroscopic imaging) alebo CSI (chemical shift imaging) so zobrazením spektier z viacerých menších voxelov s možnosťou tvorby farebných metabolických máp.
- V oblasti mozgu sa využíva najmä v diferenciálnej diagnostike lézií, odlišenie nádorového od nenádorového procesu, v predoperačnej charakterizácii mozgových nádorov, s možnosťou určenia optimálneho miesta biopsie. V pooperačnom sledovaní nádorov mozgu, na rozlíšenie progresie od pseudoprogresie a iných posterapeutických zmien.
- V špeciálnych prípadoch sa využíva pri hodnotení metabolických zmien v mozgu (ochoreniach vrodených alebo získaných), neurodegeneratívnych a v diagnostike temporálnej epilepsie.



Obr. 3: SVS MRS high grade glioma s vysokým Cho, s takmer nulovým NAA.



Obr. 4: MRS so zobrazením spektier vo farebných metabolických mapách



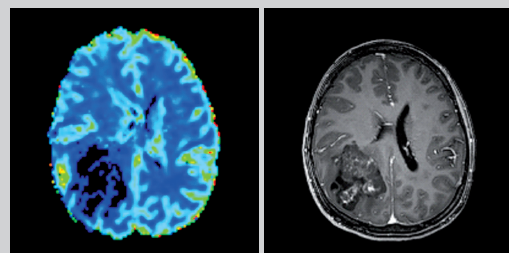
Obr. 5: MRS u pacienta s low-grade gliómom (vľavo) na porovnanie je demonštrované spektrum u pacienta s high-grade gliómom (na obrázku vpravo) s výrazne zmenenými pomermi jednotlivých základných metabolitov.

perfúzne MR - PMR (T1, T2*, ASL)

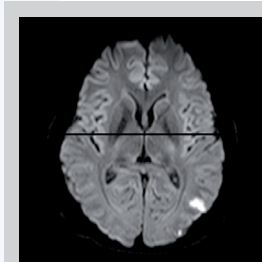
- Perfúzne vyšetrenie umožňuje **hodnotenie prietokových charakteristík sledovaných ložísk**. Patrí k najdôležitejším metodikám rozšíreného protokolu mozgu pri charakterizácii lézie, je súčasťou predoperačného vyšetrenia a posterapeutického sledovania.
- V súčasnosti existujú tri spôsoby perfúzneho vyšetrenia:
 - T1 perfúzne techniky (DCE – dynamic contrast enhance) s použitím kontrastnej látky aplikovanej vysokotlakovým injektorom *
 - T2* perfúzne techniky s použitím kontrastnej látky aplikovanej vysokotlakovým injektorom
 - ASL (arterial spin labeling) – bez použitia kontrastnej látky *

* tento typ vyšetrovacej metódy je v procese prípravy

- V T2 perfúzne technike v oblasti vyšetrovania mozgových nádorov je najvýznamnejšími parametrami CBV (cerebral blood volume) mapa, ktorá umožňuje odlíšiť malígny proces od nemalígných procesov, aj skorý postterapeutický efekt a pseudoprogresiu od progresie nádoru. Pri ASL sa sleduje CBF (cerebral blood flow), sľubné je využitie pri hodnotení neurodegeneratívneho procesu v mozgu, demencií.



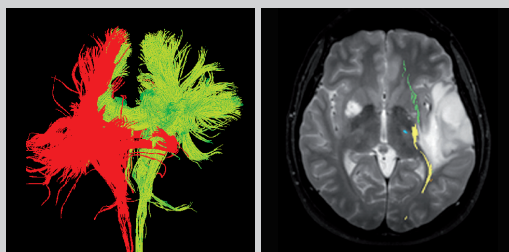
Obr. 6: PMR CBV mapa u pacienta s parazitárnou infekciou mozgu s chýbajúcou perfúziou a postkontrastné T1 3D



Obr. 7: DVO – ložisko akútnej mozgovej ischémie l. sin.

Difúzne zobrazovanie (DWI, DTI)

- kontrast v **MR obraze je vážený difúziou štruktúr obsahujúcich vodík**
- DVO (DWI) - difúzne vážené obrazy s hodnotou (b) magnetizačného faktoru 1000
- ADC mapa – odráža difúzne koeficienty – koreluje s celularitou mozgových nádorov, jasne zobrazuje akútnu ischémiu mozgu, umožňuje rozlíšiť absces, epidermoidnú cystu a pod.



Obr. 8: Vľavo je 3D priestorové zobrazenie mozgových dráh pomocou DTI. Vpravo je použité prierezové 2D zobrazenie u pacienta s inzulárnym gliómom a demonštrácia vzťahu okraja tumoru ku funkčne dôležitým mozgovým dráham.

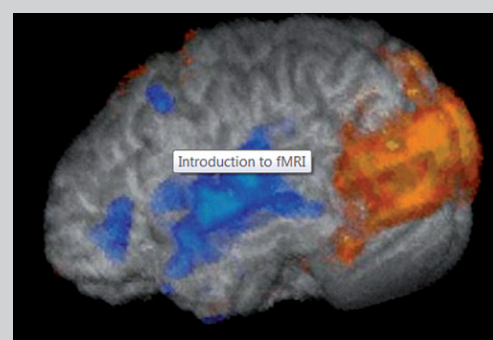
MR traktografia – MRT (DTI)

- Cieľom vyšetrenia je **vizualizácia traktov bielej hmoty** – najdôležitejšie sú motorické, vizuálne a rečové traky, podáva informáciu o mikroštruktúrálnej organizácii.
- Indikáciou je vyšetrenie mozgu pred chirurgickou resekciou tumoru alebo epileptochirurgiou, s plánovaním radikality výkonu s cieľom ušetriť motorické, rečové, kognitívne, vizuálne funkcie, dôležité pre pacienta pri ohľade na kvalitu života po operačnom výkone.
- Po nasnímaní mozgu vyžaduje manuálne post-processingové rekonštrukcie v 2D alebo 3D farebnom vyhotovení požadovaných dráh špecifikovaných odosielačim lekárom.

Funkčné MR - fMR *

- Vizualizácia neuronálnej aktivity pomocou BOLD kontrastu (blood oxygenation level dependent).
- Umožňuje pochopenie funkcie mozgu a lokalizáciu funkčných zón.
- Hlavnou indikáciou je predoperačné zobrazenie elokventných zón pred neurochirurgickou resekciou tumoru alebo epileptochirurgiou pre zváženie radikality výkonu.
- Menej častou indikáciou je mapovanie uzdravovacieho procesu a funkčnej aktivity po úraze alebo inom poškodení mozgu.

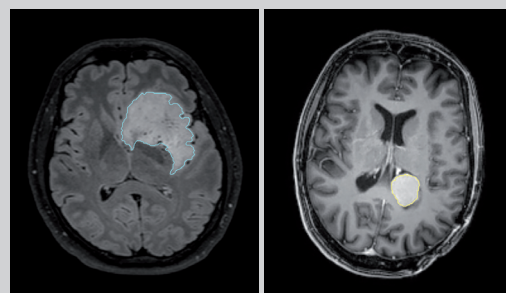
* tento typ vyšetrovacej metódy je v procese prípravy



Obr. 9: fMR mozgu so zobrazením sluchových (modré) a vizuálnych (oranžové) zón

Volumetria lézií

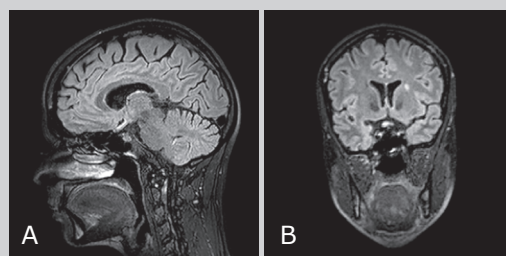
- Umožňuje pomocou špeciálneho softvéru **post-processingové stanovenie objemu sledovanej lézie v oblasti mozgu**.
- Využíva sa pri manažovaní benígnych mozgových nádorov – sledovanie pred liečbou a po liečbe low-grade gliómov mozgu a extraaxiálnych mozgových nádorov (meningeómov a neurinómov hlavových nervov)
- Vyžaduje nasnímanie sekvenciou s tenkými rezmi, najpresnejšie výsledky sú dosiahnuté s použitím izotropného zobrazovania (3D Flair, 3D T1vo, 3D T2vo).
- Najväčšie uplatnenie má v presnom posudzovaní progresie mozgových nádorov – ako jedno z najdôležitejších kritérií indikujúce liečbu a v monitorovaní po liečbe (neurochirurgickej a rádiochirurgickej, radiačnej).



Obr. 10: Volumetrická štúdia, naľavo u pacienta s low-grade gliómom hodnotená v 3D flair sekvencii, vpravo volumetrická štúdia u pacienta s intraventrikulárnym meningeómom v ľavej postrannej komore s použitím postkontrastného 3D zobrazovania.

Hlavné indikácie rozšíreného MR vyšetrenia mozgu:

- Súčasť neurorádiologickej charakterizácie patologickej **lézie mozgu**. Umožňuje dôležitú **diferenciálnu diagnostiku medzi gliovým nádorom a zápalom, lymfómom a abscesom**.
- **Predoperačné vyšetrenie** najmä pred vysokošpecializovanými **neurochirurgickými operáciami** v bdelom stave (awake surgery) v blízkosti funkčných centier a mozgových dráh, prípadne mikročirurgických operácií mozgu.
- Súčasť **sledovania pacientov po liečbe mozgových nádorov** s možnosťou odlíšenia progresie, pseudoprogresie a pseudoodpovede s dôsledkom pre pokračovanie rádiochemoterapie. Ďalej pre sledovanie pacientov s low-grade gliovými nádormi s cieľom detekcie progresie a malignizácie s možnosťou skorého liečebného zásahu.



Obr. 11: **A)** 37-ročná pacientka s dg. SM s retikulobulbárnou neuritídou, 3D FLAIR, 1 mm snímky, **B)** MPR v COR rovine, 1 mm rekonštrukcia,

Ako objednať vyšetrenie: Potrebne je vypísať žiadanku na MR vyšetrenie špecialistom (neurológ, neurochirurg, neuroonkológ, onkológ, radiačný onkológ, rádiológ). Dôležité je definovať požadovaný typ rozšíreného vyšetrenia mozgu (MRS, PMR, fMRI, DTI, volumetria), uviesť relevantné klinické údaje o pacientovi, najmä výsledky predchádzajúcich zobrazovacích metód, údaje o terapii (operácie, RAT, CHT) a výsledky histologického vyšetrenia. Žiadame uviesť špecifickú klinickú otázku (uviedenie konkrétnych traktov pre rekonštrukciu a požiadavku na vizualizáciu funkčných kôrových oblastí) a očakávaný prínos pre diagnosticko-terapeutický postup.

V prípade otázok a potreby bližších informácií kontaktujte naše pracovisko.

Adresa a kontakty:

Dr. MAGNET s.r.o.
 pracovisko Kramáre
 areál Nemocnice ak. L. Dérera Limbová 5,
 833 05 Bratislava
 Telefón: +421 2 32 661 251
 Fax: +421 2 32 661 252
 E-mail: info@dragnetkramare.sk
www.magnetickarezonancia.sk
www.dragnetkramare.sk

Vedúci lekár: MUDr. Vítazoslav Belan, PhD.
 E-mail: vbelan@prodiagnostic.sk
 Odborný garant: MUDr. Michaela Jezberová
 E-mail: mjezberova@prodiagnostic.sk

