

Magnetická rezonance

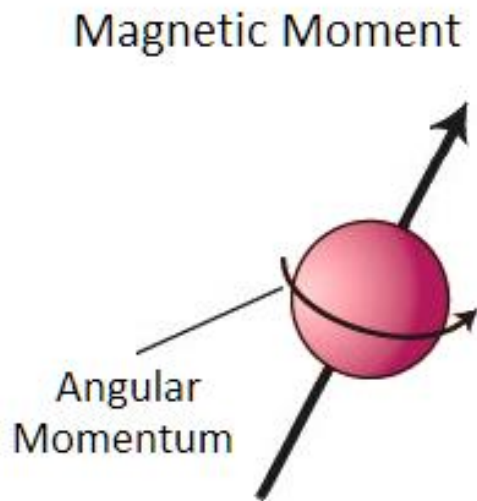
(zdravotnický záchranář/radiodiagnostika 2020)

MUDr. J. Šenkyřík KDR FN Brno a LF MU

Magnetická rezonance

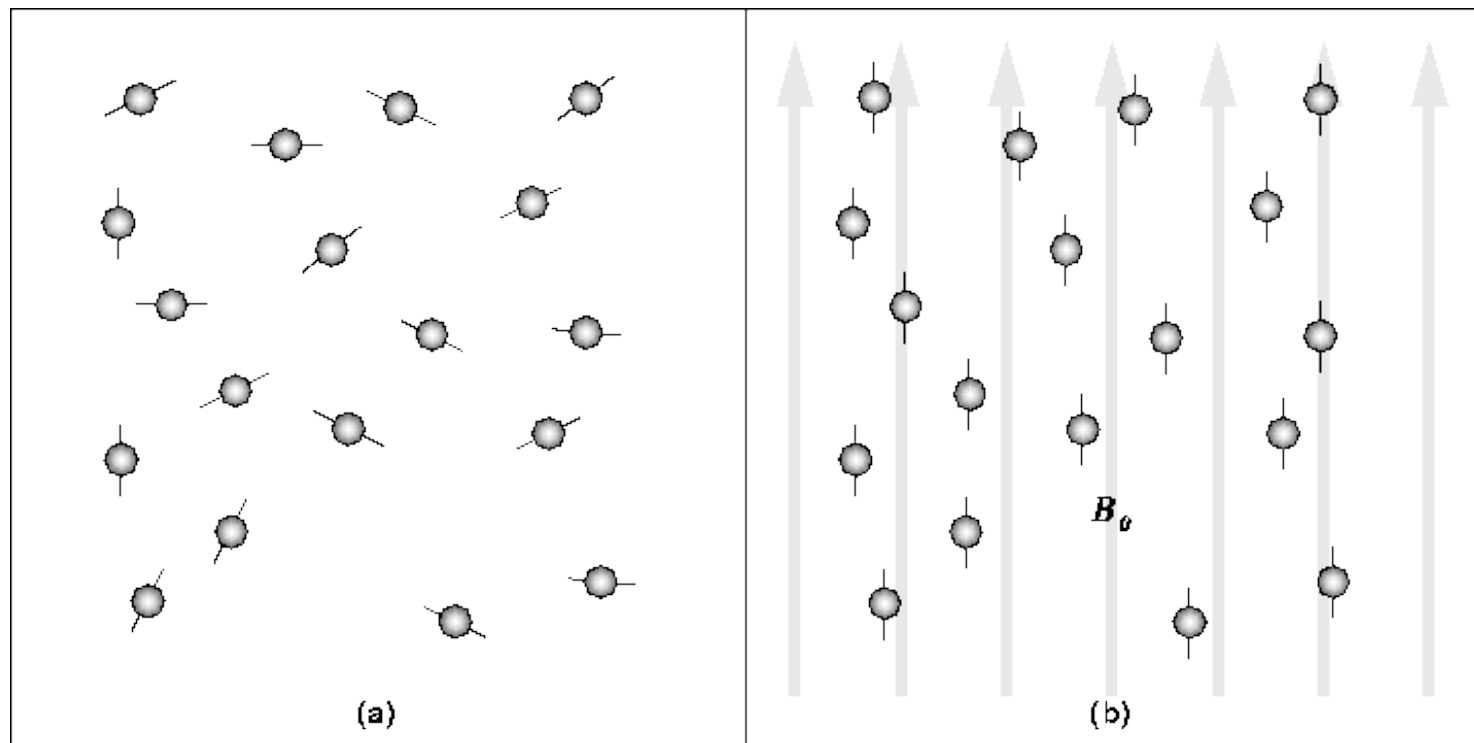
Zobrazuje tkáně na základě jejich magnetických vlastností – hustotě magnetizovatelných protonů ve vyšetřované tkáni.

Vyšetření probíhá v prostřední silného magnetického pole o síle několika Tesla (běžně užívané MR přístroje o síle v intervalu mezi 0,5-3 T, 7 T v současné době zejména pro výzkumné účely).

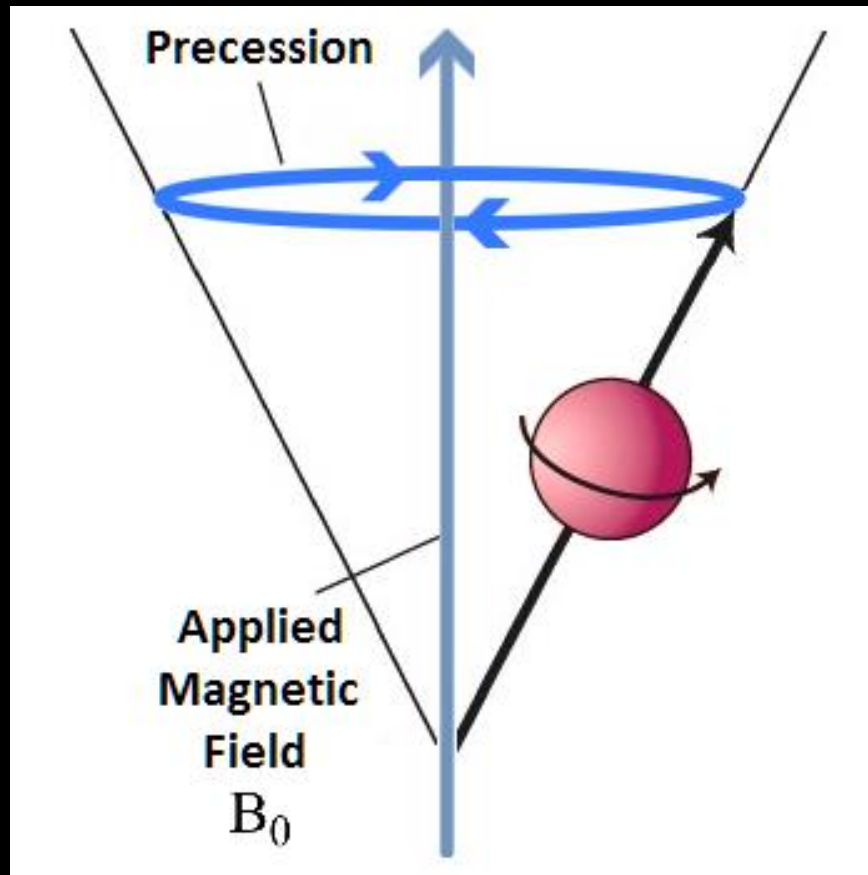


Jádra atomů s lichým nukleonovým číslem vykazují magnetický moment a spin (rotační pohyb). Jsou magnetizovatelné.

Ve tkáních jsou nejčastěji zastoupeny protony (játra) vodíku, v diagnostice, tedy běžně využívání zejména MR vodíkových jader.



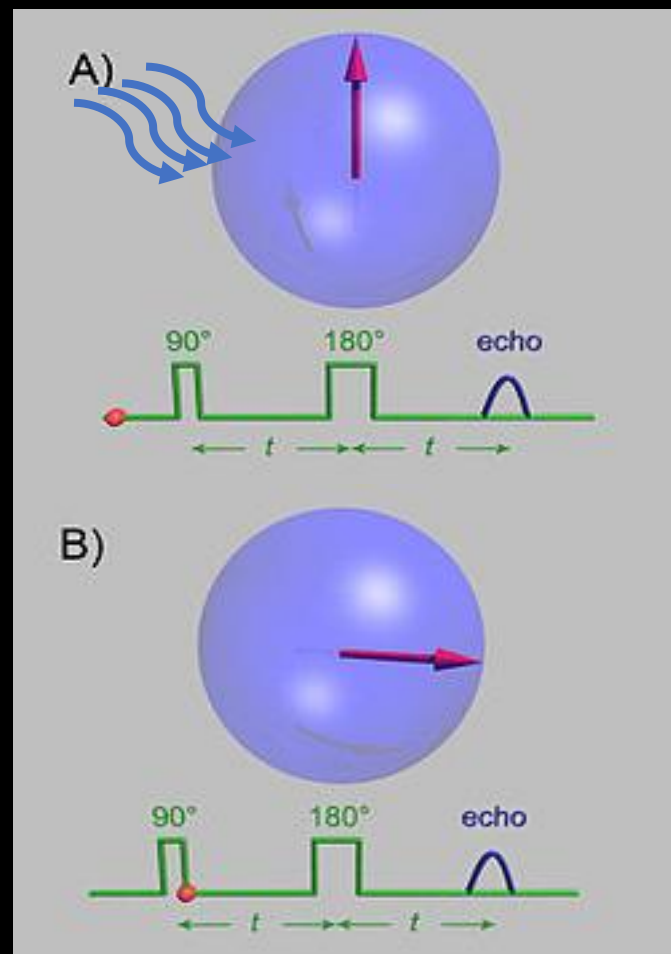
V prostředí silného magnetického pole se magnetické momenty seřadí podle siločar - ve směru gradientu. Jejich magnetický moment současně vykonává rotační pohyb nazývaný Precese (viz další slice).



Aplikujeme radiofrekvenční pulz, který vychýlí (sklopí) mag. moment protonů vodíku kolmo k siločarám pole elektromagnetu MR přístroje a zesynchronizuje fázi rotačního precesního pohybu

Po vypnutí pulzu dochází k návratu do rovnovážné polohy.

Měříme změny: nárůst magnetizace a pokles synchronizace spinů ve stanovených časech a tím zjišťujeme hustotu protonů vodíku ve vyšetřované tkáni.



RF (radiofrekvenční) cívky –
představují nezbytnou součást MR
systému, protože jsou jako antény
zodpovědné za příjem signálů
vysílaných z vyšetřovaných tkání,
tyto signály slouží k rekonstrukci MR
obrazu. Cívky se ukládají co nejbliže k
vyšetřované oblasti



MR systém se skládá z vyšetřovacího stolu, který se zasouvá do gantry – prostoru obklopeného silným elektromagnetem a radiofrekvenčním systémem produkujícím RF pulzy.





Otevřený MR systém
tvořený dvěma
elektromagnety tvaru disku,
mezi které se zasouvá
vyšetřovací stůl s pacientem.
Tento systém je metodou
volby MR vyšetření pro
pacienty trpící klaustrofobií.



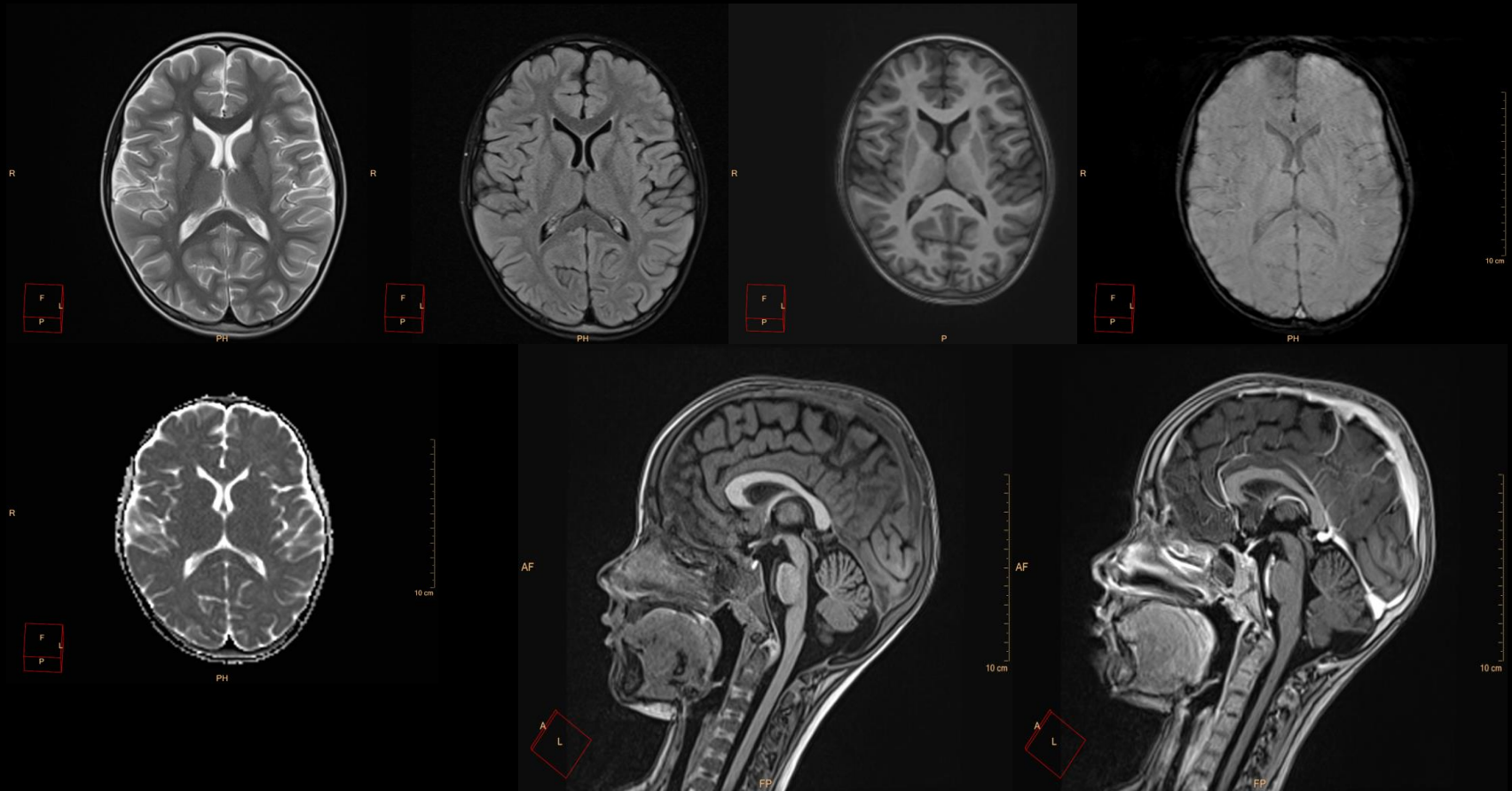
Indikace MR vyšetření

- Struktury CNS (mozek, mícha)
- Měkké tkáně pohybového aparátu (klouby, svaly, šlachy, vazy, kostní dřev, stav kloubních chrupavek)
- Vyšetření orgánů břicha a pánve
- Vyšetření plic

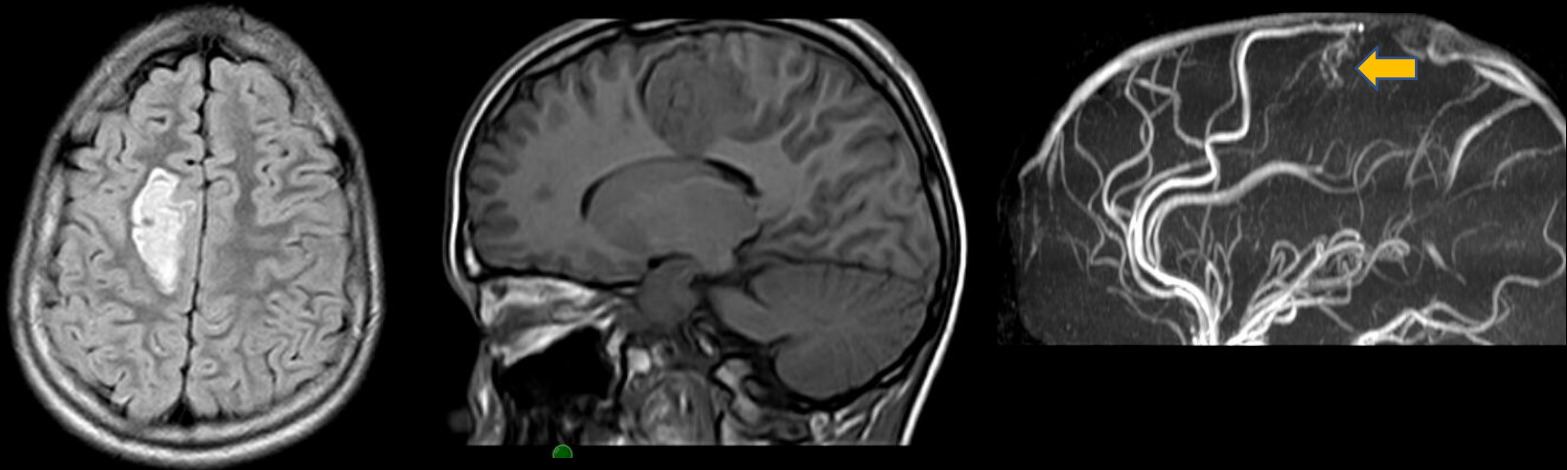
- Vyšetření cév - MR angiografie
- Funkční vyšetření (difuzní vážení, MR traktografie (zobrazení nervových drah mozku), fMRI mozku BOLD, MR spektroskopie)
- Prenatální MR vyšetření (vyšetření plodu k detekci vrozených vad)

MR: Struktury CNS (mozek)

- MR vyšetření probíhá v sekvencích - souborech obrazů se stejnými skenovacími parametry, na kterých mají určité tkáně specifickou intenzitu signálu (světlost). Vyšetření probíhá v předem zvolených rovinách.
- Pro MR se využívají gadoliniové kontrastní látky (obrázek vpravo dole - *T1* zobrazení v sagitální rovině se zvýšením kontrastu cév, sliznic ...).

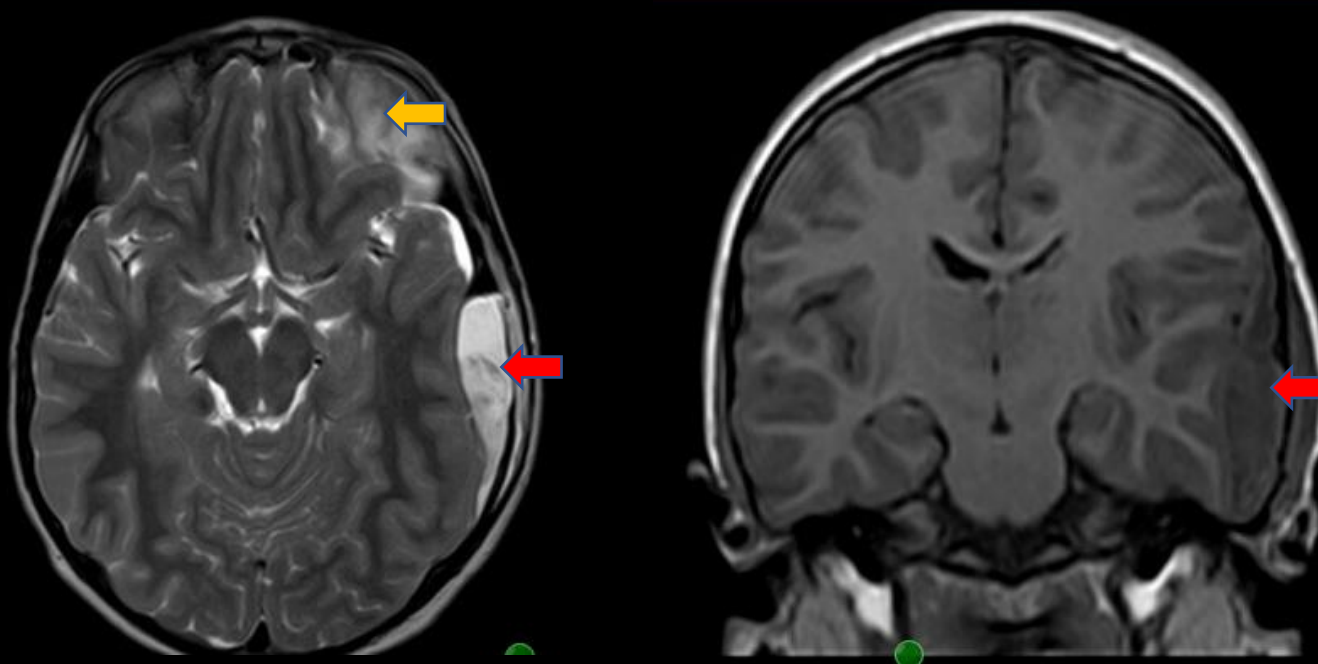


MR: Struktury CNS (mozek)



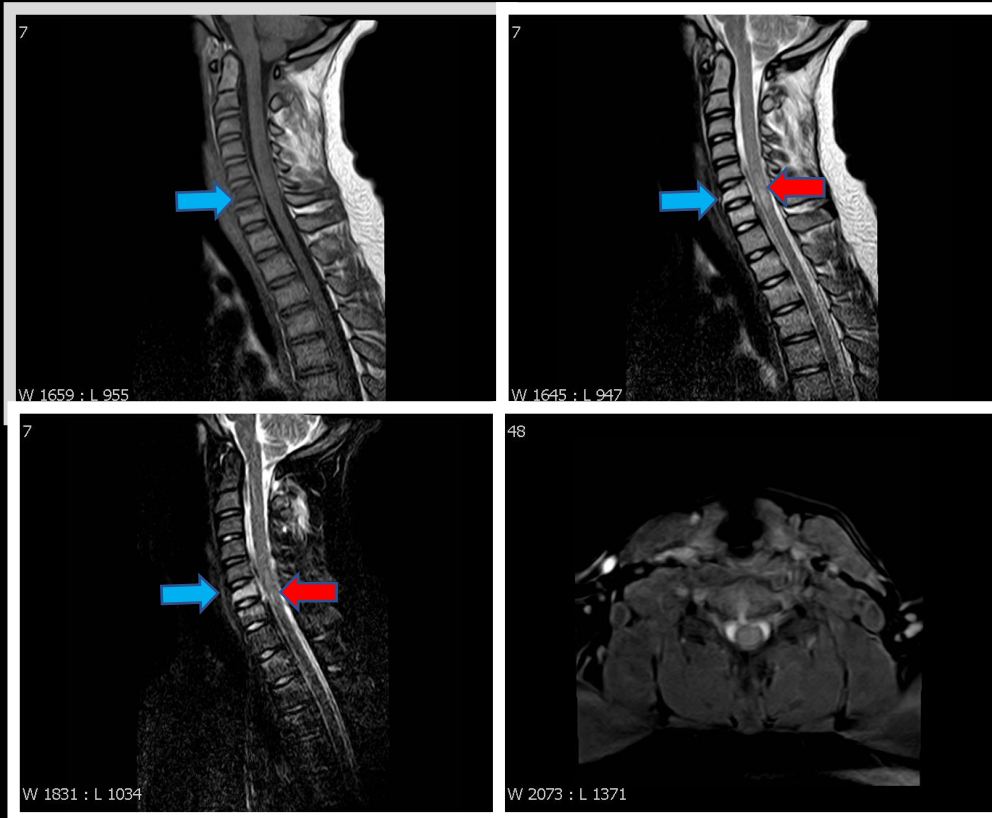
- MR vyšetření mozku – obraz hematomu pravé mozkové hemisféry.
- Flair sekvence transverzálně (vlevo), T1 sekvence sagitálně (uprostřed), MR angiografie (vpravo) - obraz **cévní malformace**, která je zdrojem krvácení do tkáně pravé hemisféry mozku.
- MR angiografie mozku bez nutnosti podání kontrastní látky (rozdíl proti CT angiografii, kde je pro zobrazení cév nutné intravenózní podání jódové kontrastní látky).

MR: Struktury CNS (mozek)



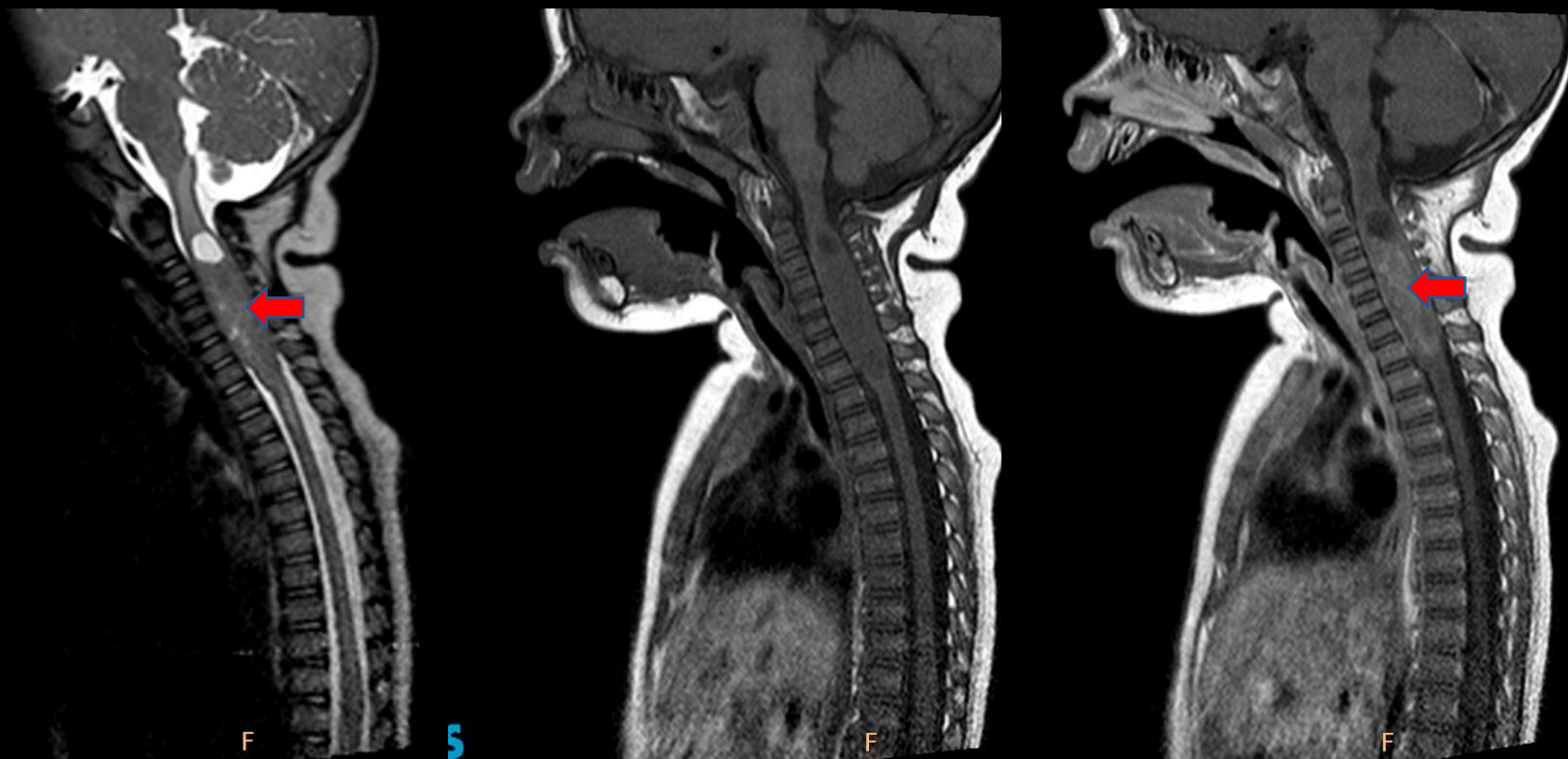
- MR vyšetření mozku po kraniotraumatu. T2 sekvence transverzálně vlevo, T1 sekvence koronárně vpravo.
- Obraz akutního *epidurálního hematomu* vlevo temporálně, ložiska *kontuze mozkové tkáně* vlevo frontálně.

MR: Struktury CNS (mícha)



- MR vyšetření je metodou volby pro vyšetření míchy pro dobrý kontrast míšní tkáně od okolních struktur - míšní léze je indikací k akutnímu MR vyšetření.
- Vpravo CT obraz translační fraktury bederní páteře v rámci polytraumatu - při CT není dobře diferencovatelná mícha.
- Vlevo MR obrazy **kontuze krční míchy** a **kompresivní fraktura 6. krčního obratle**.

MR: Struktury CNS (mícha)



- MR vyšetření krční a hrudní páteře. T2 sekvence vlevo, T1 uprostřed, T1 po podánní kontrastní látky vpravo.
- MR obraz **nádoru míchy** s drobnou cystou při horním okraji a s patrným sycením kontrastní látkou v solidní (pevné) části tumoru.

MR: Struktury CNS (mícha)



- MR vyšetření páteře. T2 sekvence vlevo, T1 po podání kontrastní látky sagitálně uprostřed a T1 po podání kontrastní látky transverzálně vpravo.
- MR obraz **kostního nádoru** hrudního obratle, který výrazně utlačuje míchu.

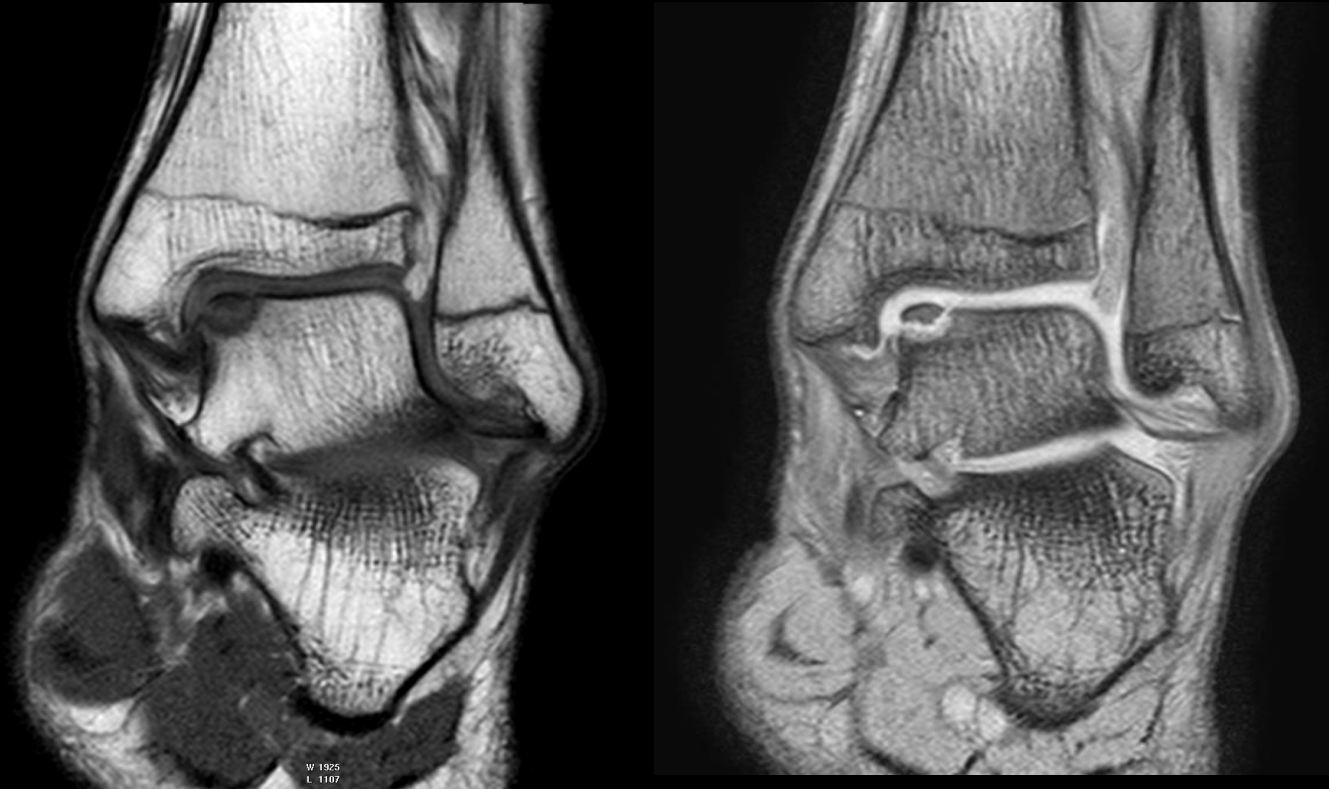
Měkké tkáně pohybového aparátu (klouby, svaly, kostní dřeň)



MR je vhodnou metodou vyšetření měkkých tkání pohybového systému a detekci jejich poranění, zánětů, nádorů, degenerativních stavů nebo vrozených vad.

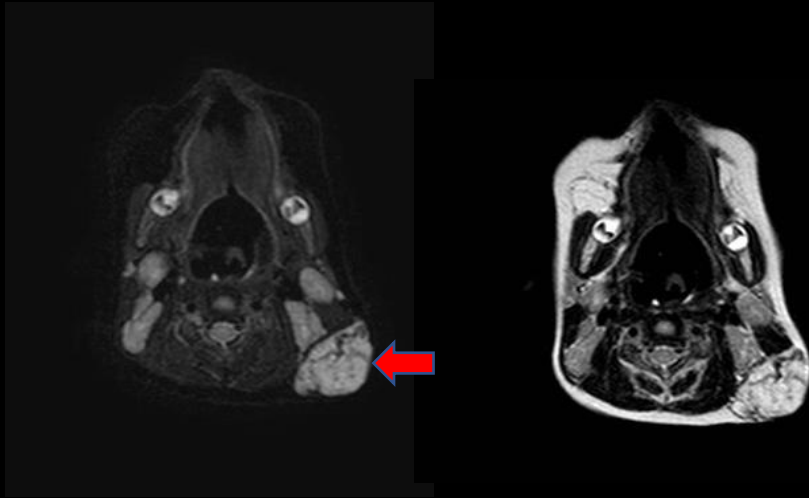
MR vyšetření kolene po ruptuře (roztržení) předního zkříženého kolenního vazů.

MR: Měkké tkáně pohybového aparátu (klouby, svaly, kostní dřeň)



MR vyšetření hlezna – obraz fragmentace okraje hlavice hlezenní kosti na podkladě avaskulární nekrózy kosti a přilehlé části kloubní chrupavky.

MR angiografie



Angiografie: znamená metodu pro zobrazení cévních struktur.

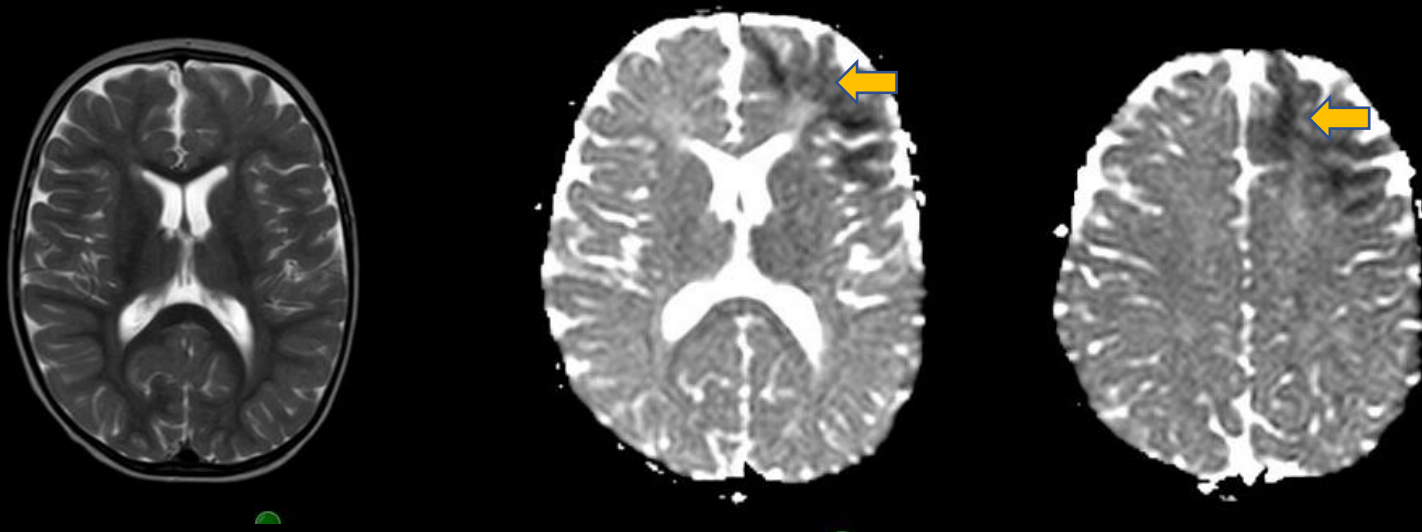
Při vyšetření magnetickou rezonancí jsou možnosti vyšetření bez nutnosti aplikace kontrastní látky do žíly pacienta (viz výše). Nebo po aplikaci kontrastní látky a subtrakci ostatních tkání (obrázek vpravo) – obraz **cévní anomálie – hemangiomu** na levé straně krku s drenáží do levé podklíčkové žíly).



Funkční vyšetření: difuzní vážení

DWI (difuzně vážené zobrazení) - je založeno na detekci pohybu volných molekul vody v mezibuněčném prostoru. Tento pohyb je omezen například při mozkovém infarktu – DWI je tak velmi citlivou metodou pro časnou detekci mozkového infarktu.

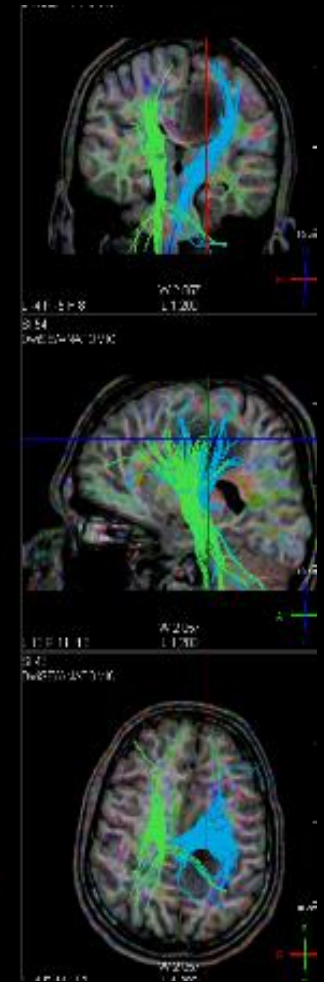
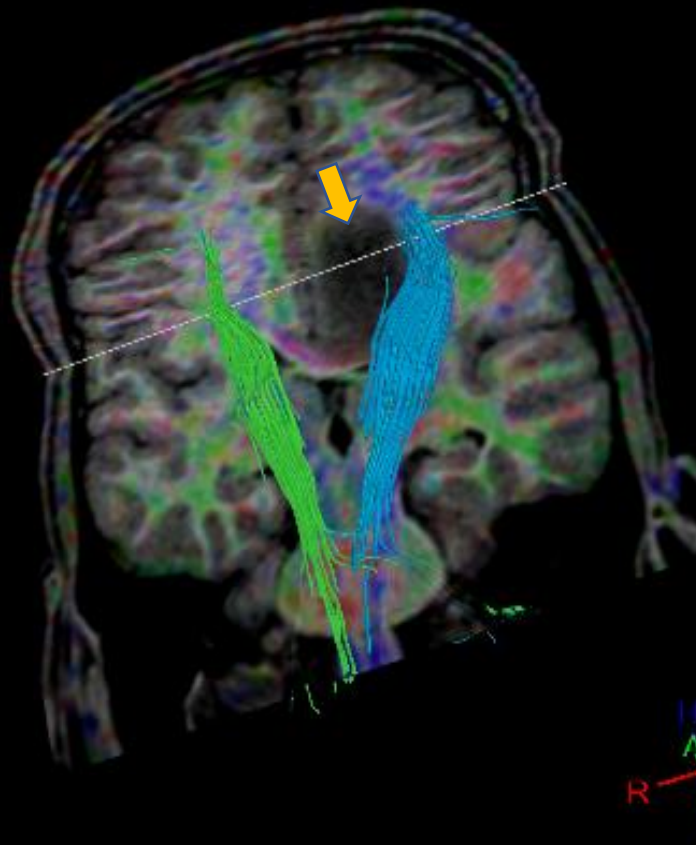
Na průměrových mapách tohoto zobrazení nacházíme v místě mozkové ischemie tmavé zóny, které nazýváme **restrikce difuze**.



Funkční vyšetření: MR traktografie

Traktografie je metoda zobrazující nervové dráhy na úrovni mozku. Podél nervových vláken je usnadněný pohyb molekul mezibuněčné vody, tyto zóny jsme schopni pomocí softwaru zobrazit jako důležité nervové dráhy.

Na obrázku jsou znázorněny motorické pyramidové dráhy - hlavní nervové dráhy pro pohyb člověka. Vlevo dráha těsně naléhá na **mozkový nádor**. Toto zobrazení je důležité před operačním neurochirurgickým výkonem.



Funkční vyšetření: fMRI mozku BOLD

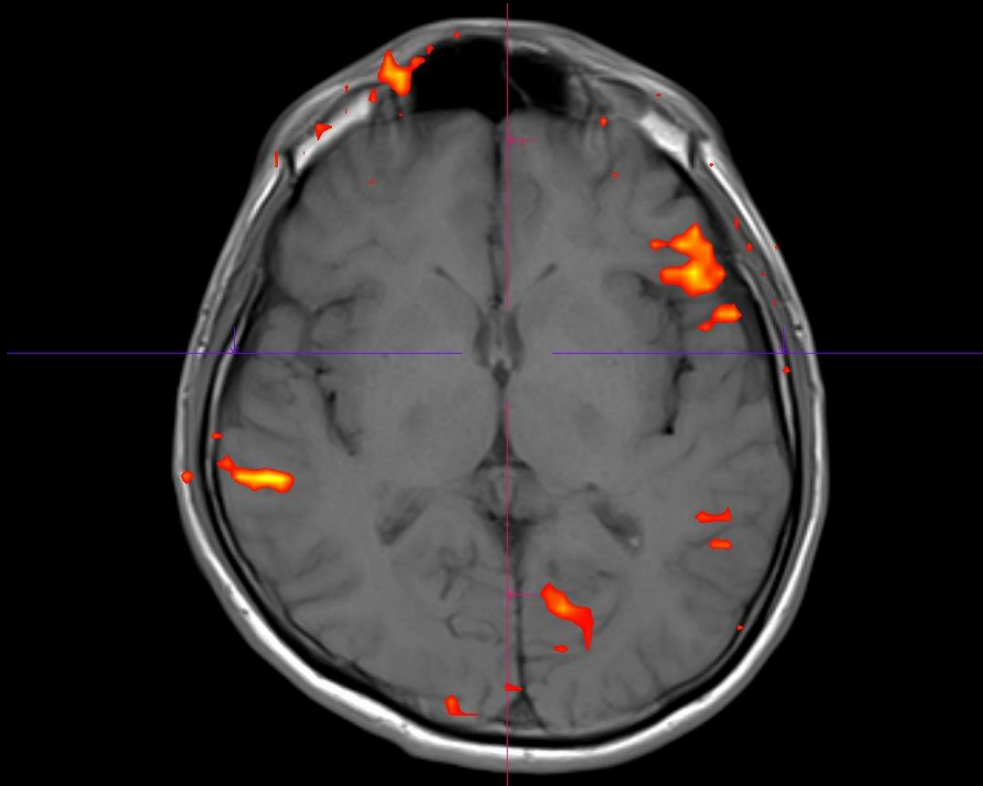
Technika BOLD (tzn. Blood Oxygenation Level Dependent).

Neokysličená forma hemoglobinu má paramagnetické vlastnosti a chová se jako přirozená MR kontrastní látka, která zkracuje relaxační čas T₂.

Změny poměru mezi okysličenou a neokysličenou formou Hb při specifické aktivitě pacienta (paradigmatu) – motorické či kognitivní zobrazí funkční oblasti mozku.

Pacient při vyšetření vykonává specifický úkol - kognitivní či motorickou aktivitu. Aktivované oblasti mozku se zobrazí barevně.

Funkční vyšetření: fMRI mozku BOLD

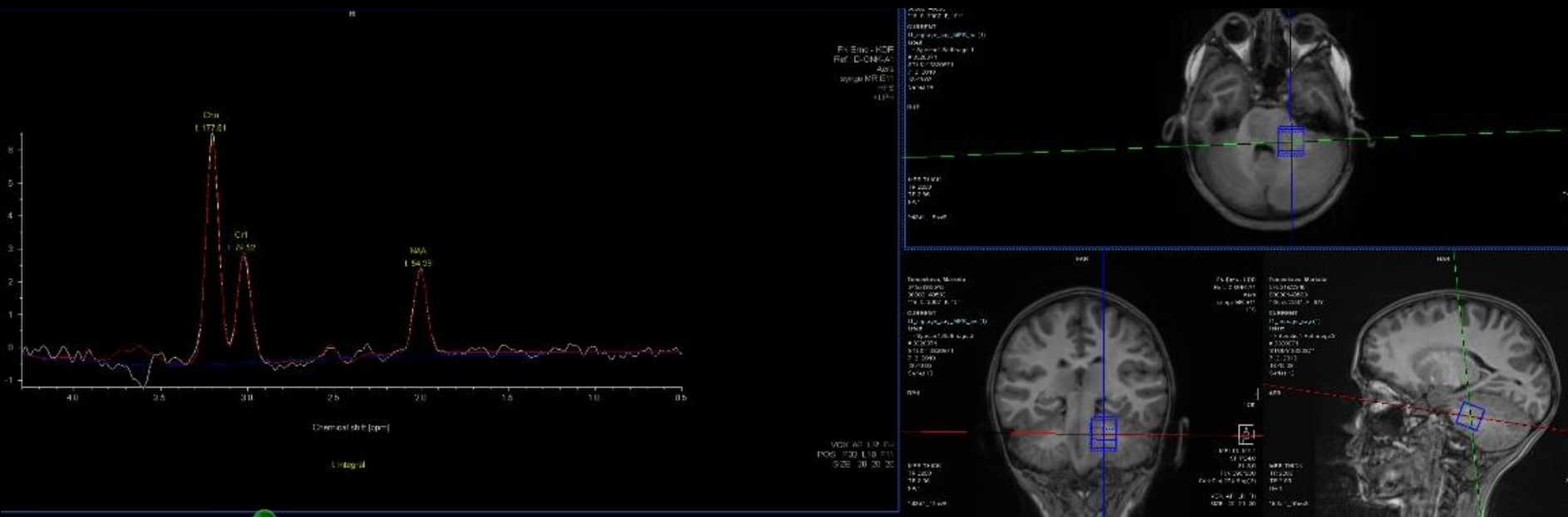


Výsledným obrazem funkčního MR vyšetření je fúzovaný obraz mozku s barevným mapováním oblastí zvýšené mozkové aktivity během vyšetření - tedy při vykonávání zadaného specifického úkolu.

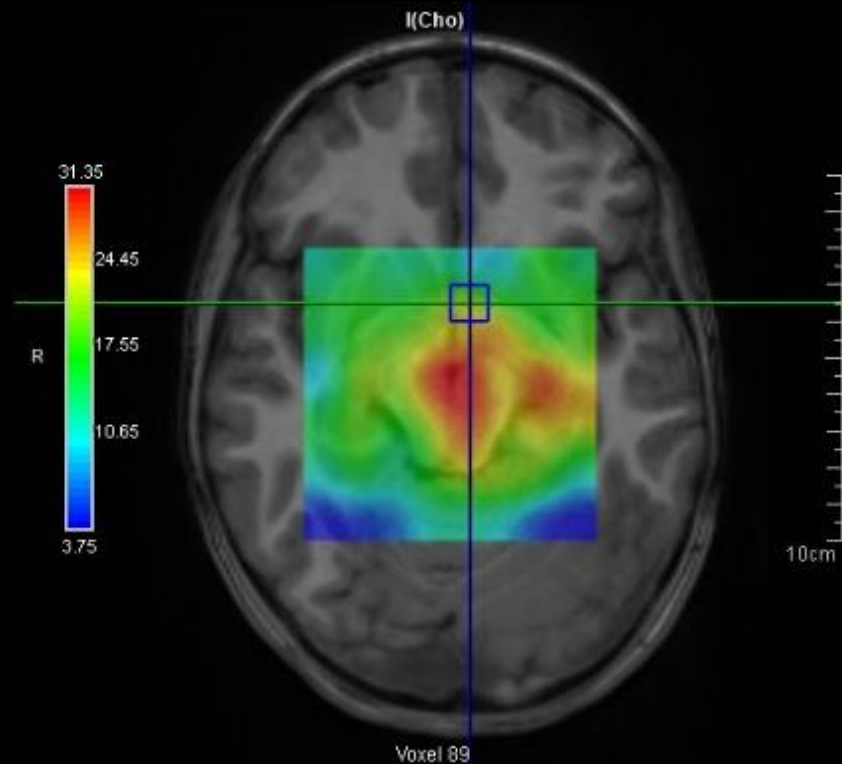
Funkční vyšetření: MR spektroskopie

MR spektroskopie je neinvazivní metoda, při které pomocí magnetické rezonance rozpoznáváme množství některých metabolitů ve tkáních a to na základě jejich magnetických vlastností.

Nejčastěji se využívá při vyšetření ložiskových změn a nádorů mozkové tkáně, nebo při vyšetření karcinomu prostaty.



Funkční vyšetření: MR spektroskopie

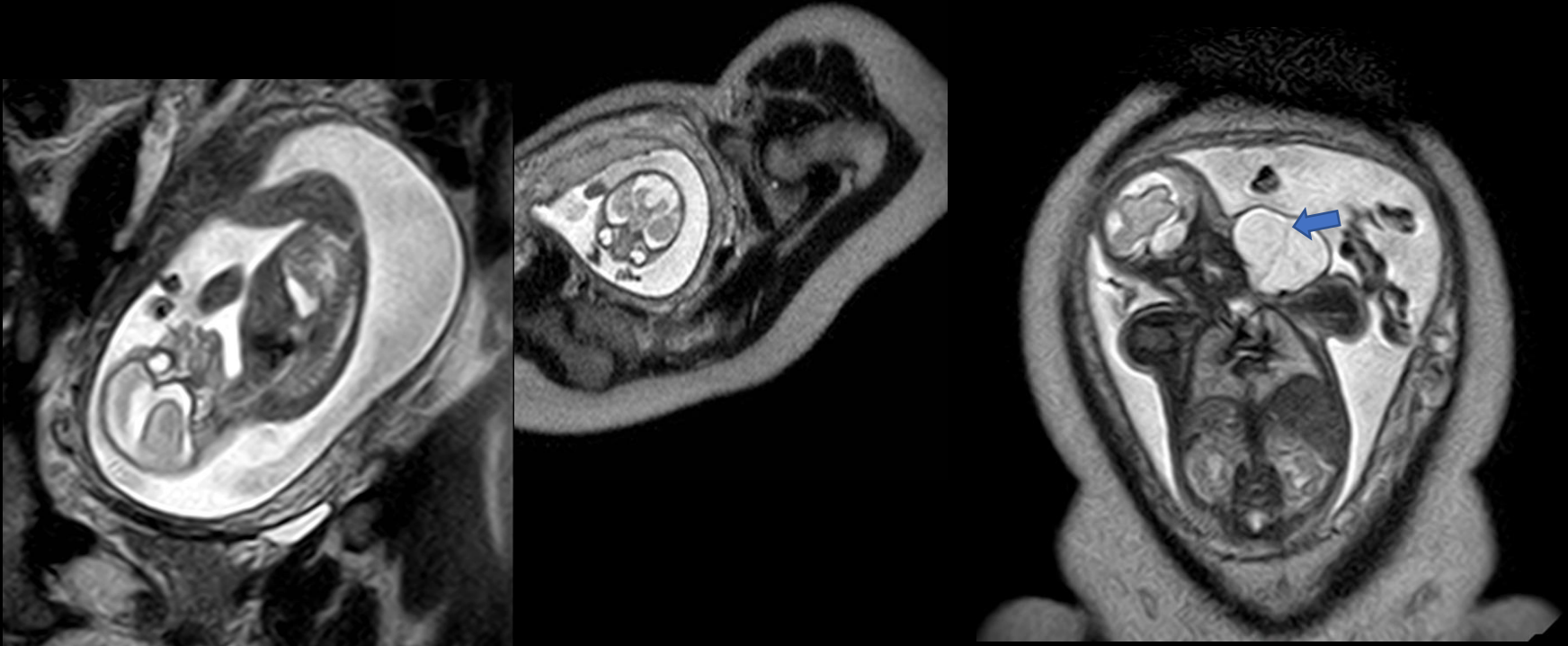


Výsledným obrazem MR spektroskopie je buď graf ukazující množství a vzájemný poměr více metabolitů (viz předchozí snímek), nebo fúzovaný obraz mozku s barevnou mapou určující hladinu jednotlivých zkoumaných metabolitů.

Prenatální MR vyšetření

MR vyšetření plodu v děloze matky. Slouží k detekci vrozených vývojových vad a doplňuje ultrazvukové vyšetření.

Provádí se rychlými sekvencemi k potlačení vlivu pohybů plodu na výsledný MR obraz – tedy bez nutnosti anestezie.



Cystický nádor lymfatických cév na pravém rameni -
lymfangiom.



GAME OVER