

**Univerzita Karlova v Praze
2. lékařská fakulta**

Studijní obor: Radiologický asistent



Bakalářská práce

**Úloha radiologického asistenta při diagnostických vyšetření
mozku**

2009

**Autor: Kateřina Váchová
Vedoucí práce: MUDr. Jiří Lisý, CSc.**

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním mé bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze provozované Univerzitou Karlovou na jejích internetových stránkách.

V Kopidlňě dne

.....
Podpis

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce, MUDr. Jiřímu Lisému, CSc., za jeho odborné vedení, cenné rady, připomínky a čas, který mi věnoval při zpracování této práce.

V Kopidlně dne

.....

Podpis

ANOTACE:

V této práci popisuji úlohu radiologického asistenta při diagnostických vyšetřovacích metodách, jako vyšetřovanou oblast jsem si zvolila mozek.

V úvodní části se věnuji anatomii mozku, mozek je anatomicky velice složitý, proto se zaměřuji pouze na základní anatomické struktury. Vysvětluji základní princip CT a MR, stavební prvky přístrojů, typy přístrojů, typy sekvencí a druhy zobrazení. U značného množství vyšetření se podávají kontrastní látky, proto se o nich v mé práci zmiňuji. Dalším důležitým bodem je radiační ochrana při práci s ionizujícími zdroji.

V další části popisuji nejvýznamnější vyšetření a úlohu radiologického asistenta při nich. Mezi základní zobrazovací metody vyšetřování mozku patří výpočetní tomografie a magnetická rezonance. Tyto metody umožňují rychle a přesně lokalizovat nitrolební krvácení, nádory, záněty, vývojové anomálie, degenerativní změny, cévní malformace a jejich komplikace, nekrózy, traumata atd.

V závěrečné části práce porovnávám výhody, nevýhody a přínosy každé z uvedených metod. Do práce jsem zařadila také výzkumnou část. Výzkum spočívá v porovnání počtu vyšetření mozku provedených za rok 2008.

ANNOTATION:

This thesis describes the role of the radiological assistant in diagnostic examination methods, while the brain was chosen as the examined area.

The introductory part deals with brain anatomy; as for its anatomical composition, the brain shows a very complex nature, and therefore I focus only on fundamental anatomical structures in this thesis. The essential principle of CT and MR is explained, as well as structural elements of the apparatuses, their types, types of sequences and ways of display. Contrast substances are applied in a considerable number of examinations, they are thus mentioned in this thesis, as well. Another important issue concerns radiation protection when working with ionizing sources.

The next part describes the most significant examinations and the radiological assistant's role in such examinations. Fundamental imaging methods of examining the brain include computer tomography and magnetic resonance. These methods make it possible to localize accurately and very quickly intracranial bleeding, tumours, inflammations, development anomalies, degenerative changes, vascular malformations and their complications, necroses, traumas etc.

The final part of this thesis compares the advantages, drawbacks and benefits of each of the methods mentioned. The thesis includes a research part, as well. The research provides comparison of the number of brain examinations performed in 2008.

OBSAH:

ÚVOD	8
1. ANATOMIE.....	9
1.1 Hmotá mozková	9
1.2 Meninges – obaly centrálního nervstva.....	9
1.3 Dutiny centrálního nervstva	10
1.4 Bazální ganglia	10
1.5 Diencephalon – mezimozek	10
1.6 Hemisféry	11
1.7 Hypofýza	11
1.8 Mozeček	11
1.9 Cévní zásobení mozku.....	11
2. ZÁKLADNÍ PRINCIP CT A MR.....	12
2.1 Princip CT	12
2.2 Stavební prvky CT.....	13
2.3 Princip MR	14
2.4 Stavební prvky MR	15
3. RADIAČNÍ OCHRANA.....	15
3.1 Biologické účinky ionizujícího záření.....	15
3.2 Základní veličiny dozimetrie.....	15
3.3 Vztah dávky a biologického účinku	16
3.4 Základní cíle radiační ochrany	17
3.5 Základní způsoby ochrany před zářením.....	18
3.6 Radiační monitorování a osobní dozimetrie.....	19
3.7 Pracoviště a jejich kategorie.....	19
4. SKIAGRAFIE LEBKY	20
4.1 Indikace k RTG lebky	20
4.2 Příprava pacienta	20
4.3 Úloha radiologického asistenta	21
4.4 Další druhy projekcí lebky	22
4.5 Radiační zátěž pacienta	23
4.6 Výhody RTG	23
4.7 Nevýhody RTG	23

5. KONTRASTNÍ LÁTKY PŘI CT A MR	23
5.1 KL při CT	23
5.1.1 Intravaskulární podání KL	23
5.1.2 Perorální podání KL	24
5.1.3 Per rektální podání KL	25
5.1.4 Transuretrální podání KL	25
5.1.5 Intrathékální podání KL	25
5.2 Kontrastní látky při MR	25
5.2.1 Extracelulární KL	25
5.2.2 Tkáňově specifické hepatobiliární paramagnetické KL	26
6. POČÍTAČOVÁ TOMOGRAFIE	26
6.1 Indikace k CT vyšetření mozku	26
6.2 Kontraindikace při vyšetření CT mozku	27
6.3 Příprava pacienta před CT vyšetřením	28
6.4 Úloha radiologického asistenta při CT vyšetření	28
6.5 Zátěž pacienta při CT	31
7. MAGNETICKÁ REZONANCE	31
7.1 Indikace k MR	32
7.2 Kontraindikace k MR	32
7.3 Příprava pacienta před MR vyšetřením	32
7.4 Úloha radiologického asistenta při MR vyšetření	33
7.5 Zátěž pacienta při MR vyšetření	34
8. ANGIOGRAFIE MOZKU	34
8.1 Indikace CTA	35
8.2 Kontraindikace k CTA	35
8.3 Příprava pacienta	35
8.4 Úloha radiologického asistenta při CTA	36
8.5 Výhody CTA	36
8.6 Nevýhody CTA	36
9. MR ANGIOGRAFIE	36
9.1 Indikace k MRA	37
9.2 Kontraindikace k MRA	37
9.3 Příprava pacienta k MRA	37
9.4 Úloha radiologického asistenta při MRA	37

9.5 Výhody MRA	37
9.6 Nevýhody MRA	38
10. PŘÍKLADY INDIKACÍ.....	38
10.1 Mozková ischemie.....	38
10.1.1 Diagnostika	38
10.2 Intrakraniální krvácení	39
10.2.1 Diagnostika	39
10.3 intrakraniální infekční onemocnění.....	40
10.3.1 Diagnostika	40
10.4 Mozkové nádory.....	41
10.4.1 Diagnostika	42
10.5 CTA Willisova okruhu	43
10.6 Angiografické stanovení mozkové smrti.....	43
11. VYŠETŘENÍ U DĚTÍ.....	44
11.1 MR vyšetření u dětí	44
11.2 CT u dětí.....	46
12. POROVNÁNÍ CT A MR, VÝHODY A NEVÝHODY	47
12.1 Výpočetní tomografie.....	47
12.2 Magnetická rezonance	48
13. ZÁVĚR.....	49
14. VLASTNÍ PRÁCE	50
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	
PŘÍLOHY	

ÚVOD:

Vyšetření mozku pomocí CT a MR je v dnešní době velice důležité a časté, proto jsem si toto téma vybrala.

Při již známé diagnóze slouží tyto metody k posouzení vývoje onemocnění, progresu či regrese patologického nálezu, a to jak při konzervativní léčbě, po neurochirurgických operacích, tak po chemoterapii a radioterapii tumorů a jiných lézí mozku. U tumorů jde především o posouzení vývoje, vyloučení komplikací a změnu léčebné strategie.

Každá z metod má svůj specifický přínos v určité diagnostické problematice. Výpočetní tomografie přináší informaci o případném nitrolebním krvácení, zatímco magnetická rezonance velice jasně zobrazí rozlišení mezi šedou a bílou hmotou mozkové tkáně.

Hlavní úlohou radiologického asistenta při těchto diagnostických metodách je zjistit, zda pacient nemá nějakou alergii, zda nejsou přítomny možné kontraindikace, dále seznámit a poučit pacienta o průběhu vyšetření, uložit ho a fixovat, nastavit a naplánovat vyšetřované oblasti na ovládací konzoly a spustit vyšetření. V průběhu celého vyšetření radiologický asistent pacienta sleduje přes prosklenou stěnu a má možnost komunikovat s pacientem přes mikrofon a reproduktory.

Cílem mé práce je shrnout nejčastější vyšetření mozku, porovnat jejich specifitu, problematiku a poukázat na důležitou přítomnost radiologického asistenta při vyšetření.

1. ANATOMIE:

Anatomie mozku je velmi složitá a rozsáhlá. V této práci jsem vypsala základní anatomické struktury mozku. Mozek je rozdělen na dvě části – hemisféry (pravou a levou) a každá je tvořena ohraničenými oblastmi.

1.1 Hmota mozková

- ***Substantia grisea – šedá hmota mozková a míšň***

Je označena podle zbarvení, představuje makroskopické okrsky CNS, kde jsou blízko sebe četná perikarya neuronů a mezi nimi neuroglie. Tkáň okolo perikaryí, která obsahuje terminální úseky axonů, dendrity a jejich trny, výběžky buněk neuroglie a kapiláry, se označuje jako neuropil.

- ***Substantia alba – bílá hmota mozková a míšň***

Tvoří makroskopické bílé okrsky CNS, kde je množství axonů s myelinovými pochvami. Dendrity uvnitř CNS myelinovou pochvu nemají. Axony neuronů v určitých místech CNS probíhají často společně, v charakteristických, makroskopicky patrných pruzích a svazcích bílé hmoty – tractus nervosus – nervová dráha. Dráhy začínají jako axony perikaryí skupin neuronů – jader a představují cestu převodu vzruchů na další strukturu CNS. Dráhy jsou označovány podle průběhu a funkce:

- Aferentní dráha – přívodná
- Eferentní dráha – odvodná
- Ascendentní dráha – vzestupná
- Descendentní dráha – sestupná

1.2 Meninges – obaly centrálního nervstva

- V makroskopické anatomii se popisují tři vrstvy obalů:
 - dura mater – zevní obal – tvrdá plena mozkomíšň
 - arachnoidea – zevní ze dvou měkkých plen –

(pavučnice) – zevnitř přiložená k zevní tvrdé pleni

- pia mater – vnitřní ze dvou měkkých plen –
omozečnice – přiložená těsně na povrch CNS.
Mezi arachnoideou a pia mater je štěrbiná vyplněná mozkomíšním mokem – latium subarachnoideum.

1.3 Dutiny centrálního nervstva

Dutiny jsou vyplněné mozkomíšním mokem a vznikají z původní dutiny neurální trubice.

- Canalis centralis medullae spinalis – centrální kanálek míšni
- Ventriculi encephali – mozkové komory:
 - ventriculus quartus – dutina v původním rhombencephalon (obrázek č. 6)
 - ventriculus tertius – dutina v diencephalon, s IV. komorou je spojena kanálkem skrze mesencephalon, který se označuje jako aqueductus mesencephali ventriculus lateralis dexter et sinister (obrázek č. 4)
 - ventriculus lateralis dexter et sinister - pravá a levá postranní komora mozková jsou uloženy v hemisférách koncového mozku a mají podkovovitý tvar. (obrázek č. 8)

1.4 Bazální ganglia

Mezi bazální ganglia se řadí: corpus striatum tj. nucleus caudatus a nucleus lentiformis (globus pallidus a putamen), nucleus amygdalae a claustrum.

1.5 Diencephalon – mezimozek

Vzniká z nejkraniálnějšiho váčku mozkového kmene. Je překryt mozkovými hemisférami. Dělí se na tři základní části: thalamus, hypothalamus a subthalamus.

1.6 Hemisféry

Laloky hemisféry koncového mozku: levá hemisféra, pravá hemisféra. Rozlišujeme čtyři mozkové laloky: frontální, parietální, temporální a okcipitální.

Rýhy oddělující laloky hemisfér: sulcus lateralis – hluboká, horizontální rýha mezi čelním a spánkovým lalokem vpředu a mezi temenním a spánkovým lalokem vzadu. Sulcus centralis: odděluje lobus frontalis od lobus parietalis. Sulcus parietooccipitalis odděluje týlní lalok od temenního. (obrázek č. 2)

1.7 Hypofýza (obrázek č. 12)

Je uložena ve fossa hypophysealis baze lební, shora je krytá duplikaturou tvrdé pleny – diafragma sellae. Dělí se na lobus anterior (adenohypofýza) a lobus posterior (neurohypofýza) (obrázek č. 9).

1.8 Mozeček (cerebellum) (obrázek č. 6)

Leží na dorsální straně mozkového kmene, s ním je spojen třemi pedunkuly. Skládá se ze dvou hemisfér a střední části – vermis. Spodní plocha mozečku tvoří strop IV. komory. Mozeček je složen z kory (šedá hmota), která vybíhá v transverzální řasy. Bílou hmotu představuje substantia medularis, která je uložena uvnitř a vybíhá v pedunkuly. Bílá hmota obsahuje mozečková jádra.

1.9 Cévní zásobení mozku

„Přívod krve pro mozek a průtok krve mozkem jsou důležité funkční komponenty činnosti centrálního nervstva.“^[2] To je velmi citlivé na přísun kyslíku a tedy na poruchy tepenného zásobení.

Příjem látek z krve má v CNS své omezení – tzv. hematoencefalickou bariéru, která omezuje výměnu látek mezi krví a mozkem na kyslík, oxid uhličitý a vodu. Např. aminokyseliny a glukosa procházejí touto bariérou pomocí zvláštních transportních mechanismů.

- *Tepny mozku*

Hlavním zdrojem cév pro mozek jsou pravá a levá a. vertebralis a pravá a levá a. karotis interna, které spolu s dalšími cévami vytvářejí circulus arteriosus cerebri (Willisi), který je tvořen:

- aa. vertebrales, dx et sin (obrázek č. 7)
- a. basilaris (obrázek č. 6)
- aa. cerebri posteriori, dx et sin
- aa. carotides internae, dx et sin
- a. cerebri anterior dx et sin
- a. communicans anterior
- a. cerebri media dx et sin
- a. communicans posteriori dx et sin

Z circulus arteriosus cerebri vystupují trojí tepny: korové tepny, aa. basales, aa. choroideae.

▪ *Žíly mozku*

Odtokové žíly mozkového kmene:

- v. basalis
- v. cerebri interna (obrázek č. 10, č. 3)
- vena cerebri magna (Galeni) (obrázek č. 3)
- venae cerebelli superiores et inferiores

Odtokové žíly hemisfér koncového mozku:

- povrchové
- hluboké

2. ZÁKLADNÍ PRINCIP CT A MR

2.1 Princip CT

Při CT pořizujeme u pacienta, který je v poloze vleže, transverzální řezy. Pacient leží mezi rentgenkou a detektorem. Při změně uložení rentgenky se změní uložení detektoru tak, aby se udržela jejich vzájemná poloha. Cílem CT je zjistit hodnotu absorpce RTG záření v jednotlivých okrscích tkání. Těmto okrskům říkáme *voxel*, jejich plošnému zobrazení na snímku *pixel*. Detektory zjistí součet absorpcí všech voxelů, kterými paprsek prošel. Ke zjištění absorpce každého voxelu je potřeba, aby záření prošlo každým voxelem opakovaně pod nejrůznějšími úhly. Počítače CT pracují na principu Fourierových transformací s

postupnou skladbou a zpětnou projekcí dat. Obraz vzniká již během řezu a je celý rekonstruován se skončením řezu.

Rekonstrukční čas je shodný s časem skenovacím. Při rekonstrukci se provádí řada korekcí, bez kterých by nebyl obraz kvalitní. Např. odstranění artefaktu, který vzniká na rozhraní kosti a měkkých částí, např. mozku.

Kostí je měkkčí záření absorbováno a za kost se dostává záření kratších vlnových délek, tím vzniká *Hounsfieldův efekt*. Počítač převede různé digitální hodnoty v příslušné stupně šedi. Hounsfield je původcem *Hounsfieldových jednotek (HU)*, neboli jednotek absorpce. Př. voda 0 jednotek, -1000 jednotek vzduch, -100 HU tuk, čerstvá krev má 60 - 80 HU.

Různé odstíny šedi tvoří CT obraz. Používáme tzv. okénko (window), jehož parametry jsou hladina čili úroveň (level), a šíře okénka (width), které udává maximální a minimální rozsah oblasti vyšetřených denzit. Okénko můžeme rozšiřovat, zužovat, zvyšovat a snižovat jeho hladinu. Př. hladina pro vyšetření baze lebeční je 35 HU. V praxi to vypadá tak, že pracujeme s počítačem, kde máme přednastaveny šířky a středy oken pro každý orgán nebo část těla. Parametry můžeme nastavit i individuálně.

2.2 Stavební prvky CT

- 1. Vyšetřovací stůl s úložnou deskou, kterou lze posunovat dopředu, dozadu, nahoru a dolů. Posun můžeme řídit počítačem.
- 2. Gantry, která obsahuje rentgenku, detektory a celý mechanismus. Uprostřed gantry je kruhový otvor až o průměru 70 cm, ve kterém se nachází úložná deska s pacientem. Gantry se dá sklonit z vertikální polohy o určitý úhel k nohám či hlavě.
- 3. Výkonná rentgenka
- 4. Detektory, které musí pracovat rychle, aby se co nejdříve po nárazu fotonů vracely k nulové hodnotě.
- 5. Výkonný generátor, např. třífázový dvanáctipulzní.
- 6. Ovládací panel.

2.3 Princip MR

V tomto principu mají důležitou roli atomová jádra s lichým počtem protonů nebo neutronů. Taková jádra mají tzv. *spin*, tj. otáčejí se kolem vlastní osy. Nejčastějším prvkem v lidském těle, jehož jádro má spin, je vodík. Osy otáčení probíhají nejrůznějšími směry. Když se však jádra atomů nacházejí v silném magnetickém poli, probíhají osy otáčení ve směru tohoto pole, teda vzájemně rovnoběžně. Čím je magnet silnější, tím je rovnoběžné uspořádání os dokonalejší. Když na jádra zapůsobíme vysokofrekvenčním střídavým magnetickým polem, vyvedeme je z rovnováhy. Dojde k tzv. *precesi*. Osa otáčení se vychýlí a pohybuje se po plášti pomyslného kužele. Pokud působí vysokofrekvenční magnetické pole, probíhá precese souhlasně, tj. ve fázi. Všechna jádra jsou na stejných místech pomyslných plášťů kuželů.

Když přestaneme působit vysokofrekvenčním pulzem, vrací se jádro do rovnovážného stavu a indukuje napětí na stejné cívice. Doba, po kterou rezonance trvá, se rovná relaxaci. Relaxaci tvoří čas T_1 a T_2 . T_2 se nazývá relaxace spin – spin nebo také příčná relaxace. Probíhá od vypnutí impulzu až po dobu, kdy se začnou osy otáčení jader vracet do rovnovážného stavu, tj. mimo fázi. T_1 se nazývá spin – mřížka, nebo podélná relaxace. Je to doba, kdy se vracejí osy otáčení z vychýleného stavu do rovnovážného. T_1 je vždy delší než T_2 .

Abychom mohli zachytit rezonanci z určité vrstvy těla a mohli ji zobrazit, slouží gradientní cívky. Cívky vyvolají lineární vzestup základního magnetického pole ve směru osy X, Y, Z. Při vyslání vysokofrekvenčního signálu při zapojení cívky, dojde k precesi jen v jedné rovině.

Na tvorbě obrazu se podílí hustota fotonů a T_1 a T_2 . Nejčastěji se užívá dvou vyšetřovacích metodik, tzv. sekvencí. Sekvencí *spin – echo* tvoří impulz 90° , za kterým následuje jeden nebo více impulzů 180° . Druhou sekvencí je *inversion recovery*. Při ní je první impulz 180° , za kterým následuje jeden či více impulzů 90° . Při měření jsou podstatné dva časy:

- a) TR = *time repetition*, tj. doba opakování. Čas mezi dvěma impulzy. Při spin – echo mezi dvěma impulzy 90° a u inversion recovery mezi dvěma impulzy 180° .
- b) TE = *time echo*, tj. doba, která uplyne mezi vysláním impulzů a mezi zachycením rezonančního signálu.

Při krátkém TR a TE vzniká obraz vážený T_1 . Při dlouhém TR a TE vzniká obraz vážený T_2 . Pokud použijeme SE (spin – echo), dostaneme obrazy s lepší geometrickou rozlišovací schopností, zatím co při IR, získáme obraz s lepším kontrastem.

2.4 Stavební prvky MR

- 1. Magnet, v němž je tunel pro pacienta. Magnety jsou supravodivé (do 2 Tesla) a permanentní (do 0,3 Tesla). Supravodivé potřebují helium a dusík ke chlazení cívky, permanentní spotřebují více elektrického proudu.
- 2. Shim cívka, která homogenizuje statické magnetické pole.
- 3. Gradientové cívky
- 4. Vysokofrekvenční cívka – zachycuje signály z hloubky 5 - 8 cm.
- 5. Počítač, obslužný a vyhodnocovací panel a multiformátová kamera.

3. RADIČNÍ OCHRANA

3.1 Biologické účinky ionizujícího záření

Účinky záření na živou tkáň a organismy se z medicínského hlediska zabývá obor radiobiologie. Proces účinku ionizujícího záření na živou tkáň probíhá ve čtyřech etapách, které se liší rychlostí a druhem probíhajících procesů:

1. Fyzikální stadium
2. Fyzikálně – chemické stadium
3. Chemické stadium
4. Biologické stadium

3.2 Základní veličiny dozimetrie

Míra fyzikálně – chemických účinků záření na látku je úměrná koncentraci iontů vzniklých v daném objemu látky. Tato koncentrace iontů je úměrná energii záření, která se v daném objemu látky absorbovala.

- **Absorbovaná dávka D** = energie ionizujícího záření absorbovaná v daném místě ozařované látky na jednotku hmotnosti $D = \Delta E / \Delta m$, jednotkou je 1 Gray = 1 J / 1 kg.
- **Dávkový příkon D'** = dávka obdržená v daném místě ozařované látky za jednotku času $D' = \Delta D / \Delta t$, jednotkou je Gray za sekundu - [Gy.s⁻¹].
- **Dávkový ekvivalent H** = součin absorbované dávky v daném místě a jakostního faktoru $H = Q \times D$, jednotkou je Sievert [Sv].
- **Efektivní dávka H_E** = součet vážených středních hodnot ekvivalentních dávek v tkáních či orgánech $H_E = \sum w_T \times H_T$.

3.3 Vztah dávky a biologického účinku

Biologický účinek záření je závislý na velikosti absorbované dávky, s dávkou tedy roste. Rozlišujeme dva základní typy účinků:

- **Stochastické účinky** – závažnost postižení a průběh vzniklého onemocnění nejsou závislé na výši dávky. Na absorbované dávce závisí pouze pravděpodobnost výskytu nádorového nebo genetického poškození. Mají dlouhou dobu latence, jejich manifestace roste s časem od ozáření. Při ozáření v mladším věku je k dispozici více času na projevení pozdních stochastických účinků. Při ozáření ve starším věku se stochastické účinky často nestačí uplatnit. U dětí probíhá v důsledku růstu intenzivní dělení buněk, proto jsou děti více radiosenzitivní. Pravděpodobnost výskytu poškození je lineárně závislá na dávce. Stochastické účinky jsou bezprahové – mohou být vyvolány i velmi malými dávkami.
- **Deterministické účinky** – poškození tkáně je přímo úměrné obdržené dávce záření. Objevují se až po dosažení určité prahové dávky. S rostoucí dávkou roste pravděpodobnost vzniku poškození a zvyšuje se závažnost postižení.

Vlastnosti:	Deterministické účinky	Stochastické účinky
Patogeneze:	Smrt buněk – snížení počtu	Změna cytogenetické informace - mutace
Specifičnost:	Specifický klinický obraz, typický pro účinky ioniz. záření	Nespecifický obraz, neodlišitelný od spontánních případů
Závislost na dávce:	Účinek se projeví až od určité prahové dávky, pak roste s dávkou	Pravděpodobnost výskytu roste s dávkou od nuly (bezprahová závislost)
Časová závislost:	Většinou poměrně rychlý nástup	Pozdní účinky, dlouhá doba latence

Tabulka č.1.: „Porovnání charakteru deterministických a stochastických účinků záření na organismus“^[11]

Časné účinky z ozáření se vyvíjejí během krátké doby po jednorázovém ozáření větší dávkou záření, kdy dochází k zániku významné části buněk ozářené tkáně. Patří sem: akutní nemoc z ozáření, akutní radiační dermatitida, poškození embrya a plodu.

Pozdní účinky z ozáření se mohou projevit po letech od ozáření. Vznikají buď jako deterministické účinky po dlouhodobé nebo opakované expozici, nebo jako stochastické účinky. Zařazujeme sem: chronická radiační dermatitida, zákal oční čočky, zhoubné nádory, genetické změny.

3.4 Základní cíle radiační ochrany

„Cílem radiační ochrany je vyloučení deterministických účinků ionizujícího záření a snížení pravděpodobnosti stochastických účinků na rozumně dosažitelnou úroveň.“^[10]

Z obecného hlediska se při zajišťování cílů radiační ochrany používají tři principy:

- **Princip odůvodněnosti**

Při činnosti vedoucí k ozáření ionizujícím zářením je nutné zajistit, aby ozáření bylo odůvodněno přínosem, který vyvažuje rizika, která při tom vznikají.

- **Princip optimalizace**

Při činnosti doprovázené ionizačním ozářením je nutné dodržovat takovou úroveň radiační ochrany, aby riziko škodlivých účinků bylo optimálně nízké, nakolik ho lze rozumně dosáhnout z hlediska technického a ekonomického.

- **Princip limitování**

Při činnostech s ionizujícím zářením je nutno omezovat záření osob tak, aby celková radiační dávka za určitá období (1 rok, 5 let) nepřesahovala stanovené limity. Limity radiačních dávek: roční limit pro pracovníky s RTG zářením je 50 mSv, pětiletý činí 100 mSv. Limit pro ostatní obyvatelstvo je 1 mSv/rok.

3.5 Základní způsoby ochrany před zářením

Cílem radiační ochrany je snížení radiační absorbované dávky IZ v organismu na co nejnižší míru. Obdržená dávka je určena několika faktory: intenzitou, druhem a energií záření, dobou expozice a geometrickými podmínkami (vzdálenost, stínění).

1. ČAS – absorbovaná dávka záření je přímo úměrná době expozice. Zkrácením doby pobytu v exponovaném místě úměrně snížíme obdrženou dávku záření. Zbytečně se nezdržovat v prostoru s IZ a práci s radioaktivními látkami je třeba promyšleně připravit a provádět je co nejrychleji.
2. VZDÁLENOST – intenzita záření je nepřímou úměrnou druhé mocnině vzdálenosti od zdroje IZ. Je třeba se zdržovat co nejdále od zdrojů záření a pacientů s aplikovanou aktivitou. Při práci se zářiči je dobré je držet co nejdále od těla a používat pinzety apod.
3. STÍNĚNÍ – efektivní ochranou je odstínění záření vhodným absorbujícím materiálem. Postavíme-li záření do cesty vhodný stínící materiál, dosáhneme podstatného snížení intenzity záření.
 - Záření gama a X – olovnaté sklo, olovo
 - Záření beta – plexisklo, tenká vrstva olova
 - Záření alfa – plast
4. ZABRÁNĚNÍ KONTAMINACE – při práci s radionuklidy (roztoky, prášky, aerosoly, plyny) hrozí nebezpečí kontaminace – povrchové, vnitřní (ingestce, inhalace, kůží, cílená aplikace RF).

3.6 Radiační monitorování a osobní dozimetrie

Radiační monitorování je cílené měření veličin charakterizujících záření za účelem zajištění optimální úrovně ochrany osob a pracovního či životního prostředí před škodlivými účinky IZ.

Monitorování osob spočívá v měření osobních dávek záření jednotlivých pracovníků. Monitorování zevního ozáření se provádí pomocí osobních dozimetrů, které nosí pracovníci během všech prací s IZ a pobytu v kontrolovaném pásmu. Dozimetry jsou ve stanovených časových intervalech vyhodnocovány (zpravidla 1x za měsíc).

3.7 Pracoviště a jejich kategorie

Stavba, uspořádání a vybavení pracoviště musí být provedeny tak, aby byla zajištěna dostatečná radiační ochrana pracovníků. Projekty a pracoviště s IZ schvalují pracovníci SÚJB.

Pracoviště se dělí podle toho, zda jsou určena k práci s otevřenými (rentgenologická, radioterapeutická) nebo uzavřenými zářiči. Podle závažnosti radiačního rizika se pracoviště dělí do 4 kategorií.

I. kategorie: práce s nízkými aktivitami radionuklidů.

II. kategorie: zpracovávají střední aktivity otevřených radionuklidů, mají kontrolované pásmo, jsou vybaveny ochrannými pomůckami (digestoře, oddělená kanalizace aktivních odpadů).

III. kategorie: je určeno pro nejnáročnější práce se silnými uzavřenými zářiči (urychlovače, ozařovače v radioterapii) a s vysokými aktivitami otevřených radionuklidů.

IV. kategorie: jaderné reaktory, výrobní radionuklidů, úložiště radioaktivních odpadů o vysokých aktivitách.

Kontrolovaným pásmem jsou nazývány pracoviště s IZ, a kde je třeba dodržovat režim ochrany osob před IZ.

„Každý, kdo užívá zdrojů ionizujícího záření je povinen, v mezích své působnosti činit všechna potřebná opatření k ochraně zdraví svého, svých spolupracovníků i ostatních osob. Základním legislativním rámcem pro práci s ionizujícím zářením je v současné době tzv. "Atomový zákon" (zákon č. 18/1997 o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření) a související normy a předpisy. Je to především vyhláška SÚJB č. 184/1997 – novelizována vyhláškou SÚJB č. 307/2002 a nakonec vyhláškou SÚJB č. 499/2005, dále vyhlášky SÚJB č. 146/1997 a SÚJB č. 214/1997.“^[10]

4. SKIAGRAFIE LEBKY

Konvenční skiagramy mají stále důležitou úlohu v diagnostice onemocnění lebky. Zatímco dříve tvořily celou osu neuroradiologické diagnostiky, dnes je jejich úloha vyhrazena především pro detekci patologických nálezů týkajících se vlastního skeletu lebky.

Při hodnocení snímků musíme dobře znát fyziologický reliéf, abychom ho nezaměnili za patologický nález.

Při standardních projekcích lebky se k orientaci používají některé hmatné nebo viditelné body a pomocné čáry, které tyto body spojují. Velký význam má **mediální rovina**, která dělí lebku vertikálně, zřepdu nazad na dvě souměrné poloviny. **Orbitomeatální čára** spojuje zevní oční koutek se středem zevního zvukovodu. **Frankfurtská horizontála** spojuje dolní okraj očníce s horním okrajem zevního zvukovodu.

4.1 Indikace k RTG lebky

Prosté snímky mají význam hlavně v traumatologii, diagnostice onemocnění skeletu a zjišťování různých anomálií.

4.2 Příprava pacienta

K přípravě nemocného patří odstranění všech spon a jiných kovových předmětů z vlasů, sundání náušnic, řetízku a jiných šperků (piercing) z vyšetřované oblasti. Dále je nutné, aby pacient vyjmul umělý chrup. Při snímkování radiologický asistent zakryje trup nemocného např. skiaskopickou vestou. Snímkovací stůl s Bucky clonou nebo sklopná vyšetřovací stěna.

4.3 Úloha radiologického asistenta

Radiologický asistent obdrží od pacienta vyplněnou žádanku, ve které si přečte jméno a věk pacienta a požadované vyšetření (případně projekce) od indikujícího lékaře. Do žádanky asistent napíše, jaký formát kazety použil, kolik snímků udělal a otiskne své razítko a podepíše se. Poté pacienta vyzve do kabinky, upozorní na odložení šperků, umělého chrupu apod. a poučí ho o průběhu vyšetření. Mladých dívek a žen se zeptá, zda nejsou těhotné, případně jim dá podepsat prohlášení toto potvrzující.

Před snímkováním si asistent připraví kazetu velikosti 24/30, na kterou nalepí stranovou značku (P,L) podle vyšetřované strany. Zkontroluje vzdálenost ohnisko – film – objekt. Na ovládacím panelu přístroje pomocí tlačítek nastaví oblast, kterou bude snímkovat a zadá kV a mA (u automatických ovladačů se nastaví i expozice (kV,mA)).

Základními projekcemi pro zobrazení lebky jsou zadopřední (okcipitofrontální, PA) a boční (laterální).

PA projekce: pacient leží na břiše, hlava je přiložena k úložné desce čelem a nosem, frankfurtská horizontála je kolmo na úložnou desku a pod hrudník je vložen polštářek. Stranová značka P,L je uložena zrcadlově. Centrální paprsek míří kolmo na kořen nosu a střed kazety. Pokud si asistent pacienta správně nastavil, řekne mu, aby se nehýbal a nedýchal, zavře dveře a exponuje. Po ukončení expozice dveře otevře a dovolí pacientovi opět dýchat.

Boční projekce: technické předpoklady jsou jako u PA projekce. Pacient leží na břiše, hlavu má vytočenou vyšetřovanou stranou k úložné desce tak, aby mediosagitální rovina probíhala rovnoběžně s úložnou deskou. Stranová značka uložena podle vyšetřované strany normálně P,L. Centrální paprsek míří nad a před zevní zvukovod nevyšetřované strany kolmo do středu kazety. Důležité je přesné boční nastavení hlavy. Na výsledném snímku se obě ramena dolní čelisti překrývají, vzdálenější je projekčně mírně zvětšeno. Vhodné je mírné zvednutí brady pacienta, aby byla zobrazena celá lebka. Pokud si asistent pacienta správně nastavil, řekne mu, aby se nehýbal a nedýchal, zavře dveře a exponuje. Po ukončení expozice dveře otevře a dovolí pacientovi opět dýchat.

Poté pošle pacienta do kabinky, označí film signa fotem, na kterém je uvedeno jméno, rodné číslo pacienta, oddělení a datum vyhotovení snímku. Poté

dá vyvolat snímky, pokud jsou snímky dobře provedené, radiologický asistent pošle snímky lékaři nebo je dá pacientovi (podle žádanky).

Po každém vyšetření asistent utře úložnou desku např. Desidentem po každém nemocném a pod obličej dá nemocnému čistou roušku nebo buničinu.

Pokud snímkuje malé dítě či kojence, fixujeme pomocí fixačních pomůcek pro jeho neklid. U vyšetření mohou asistovat rodiče, kteří si obléknou olověnou vestu. Vyšetření dětí je komplikováno zvýšeným rizikem gonádových dávek, proto vždy gonády vykrýváme!

4.4 Další druhy projekcí lebky

Modifikací PA projekce je projekce dle Caldwell, které se docílí skloněním paprsku o 15 – 23° kaudálně od orbitomeatální linie tak, že se skalní kosti dostanou pod dolní okraje očních.

„Zvýšením sklonu paprsku na 37° kaudálně od orbitomeatální linie dosáhneme tzv. semiaxiální (Watersovy) projekce, která velmi dobře zobrazuje vedlejší nosní dutiny a struktury zygomaticomaxilárního komplexu.“^[1]

Další projekcí je projekce Townnova, která používá předozadní směr paprsku, který je skloněn o 30° kaudálně od orbitomeatální čáry. Tato projekce je vhodná pro zobrazení okcipitální kosti, foramen magnum a pyramid.

Axiální projekcí lebky je submentovertikální projekce, kdy paprsek prochází kolmo na orbitomeatální linii. Hodí se pro zobrazení klínové kosti a otvorů na bazi střední jámy lební.

Mezi další speciální projekce patří cílené snímky tureckého sedla, optických kanálů atd. Projekce dle Stenverse zobrazí skalní kost s dobrým zobrazením hrotu pyramidy, struktur vnitřního ucha a vnitřního zvukovodu. Je to projekce s rotací hlavy 45° od PA linie a sklonem paprsku o 10 – 15° kaudálně.

Schüllerova projekce (boční, sklon paprsku 30° kaudálně) dobře zobrazí středouši a zhodnotí stav pneumatičce mastoidálního výběžku.

4.5 Radiační zátěž pacienta

Pacient je u tohoto vyšetření vystaven ionizačnímu záření. Při RTG vyšetření lebky obdrží pacient cca 0,07 mSv ekvivalentní dávky.

4.6 Výhody RTG

Výhodou tohoto vyšetření je nízká cena, časová nenáročnost a rychlost jak při vyšetření tak při objednací době. Dále je možné redukovat dávku, následně upravovat obrazy a archivovat je v digitální formě.

4.7 Nevýhody RTG

Radiační zátěž pacienta.

5. KONTRASTNÍ LÁTKY PŘI CT A MR

5.1 KL při CT

Tkáně lidského těla absorbují RTG záření téměř stejně. K jejich odlišení nám pomůže podání KL, která se absorpční schopností liší od absorpční schopnosti měkkých tkání. KL nesmí být toxické. KL jsou buď roztoky, suspence, oleje, nebo tablety. KL podáváme nitrožilně, ústy nebo transrektálně.

5.1.1 Intravaskulární podání KL

Po aplikaci KL se zvyšuje denzita cév a v různém stupni a charakteru i denzita normálních cévně zásobených měkkotkáňových struktur. „*Kromě cévního řečiště proniká kontrast i do extracelulárního prostoru parenchymatózních orgánů. V případě CNS je tomu tak tehdy, je-li porušena hematoencefalická bariéra.*“^[7]

Intravaskulárně podáváme KL jódové, které jsou hyperosmolární, hypoosmolární nebo isoosmolární. Kontraindikací podání KL je alergie na KL, renální selhávání, hypertyreóza, akutní cévní mozková příhoda – nutnost podat isoosmolární KL.

Mezi nežádoucí účinky patří teplo, pocit sucha v ústech, nevolnost, zvracení, kopřivka, dušnost, křeče, bezvědomí, zástava oběhu...

Dynamika distribuce KL v organismu: žilní předfáze, arteriální fáze, parenchymatózní fáze, žilní fáze, fáze ekvilibria, vylučování ledvinami a vývodným systémem do močového měchýře.

Místo podání KL:

- a) horní končetina – kubitální žilou
- b) dolní končetina – femorální žilou
- c) centrální žilní kanyla

Způsob podání KL:

- a) Manuální podání – nedostačující u CTA mozku, extrakraniálních úseků krkavic, renálních tepen, a. mesenterica superior a truncus coeliacus.
- b) Automatické podání přetlakovým injektorem – vhodné ve všech indikacích CTA.

Faktory načasování:

- a) cirkulační čas – doba od aplikace bolu KL po dostatečnou opacitu vyšetřované cévy
- b) průtok
- c) objem
- d) směr skenování

Spuštění skenování:

- a) odhadem – v obvyklý čas
- b) bolus timing – malé množství KL (20 ml) jako testovací bolus, zjištění křivky průtoku KL v oblasti zájmu
- c) bolus tracking – sledování přítoku KL do oblasti zájmu

5.1.2 Perorální podání KL

Používáme kontrastní látky izodenzní (voda, metylcelulóza), hyperdenzní (roztoky jodových KL – př. Telebrix 300, baryové suspenze), hypodenzní (vzduch).

5.1.3 Per rektální podání KL

Nutnost vyprázdnění před vyšetřením. Používají se KL hyperdenzní a isodenzní.

5.1.4 Transuretrální podání KL

Je nutné naplnění močového měchýře. Používá se jen zředka. Přesnější než podání i.v. a čekání na vyloučení ledvinami.

5.1.5 Intrathékální podání KL

Používáme isoosmolární KL. KL podáváme do mozkomíšního moku lumbální punkcí.

5.2 Kontrastní látky při MR

„Kontrastní látky u MR nejsou zobrazovány, ale mění vlastnosti tkání, do nichž proniknou, a zde většinou způsobí mimo jiné zkrácení T_1 relaxačního času. Vzhledem k široké biologické variaci se relaxační časy normální a abnormální tkáně překrývají. Tato skutečnost do značné míry omezuje schopnost MR detekovat patologickou tkáň. Kontrastní látka mění relaxační časy tkání a tím i jejich signální intenzitu. Paramagnetické a superparamagnetické kontrastní látky zkracují T_1 a T_2 relaxační časy, a zvyšují tedy rychlost relaxace. Schopnost kontrastní látky zvýšit rychlost relaxace se nazývá relaxivita.“^[6]

Kontrastní látky dělíme na: extracelulární (nespecifické)
tkáňově specifické

5.2.1 Extracelulární KL

Cheláty gadolinia

Čisté gadolinium je vysoce toxické, proto musí být v chelátu. Renální exkrece s poločasem 90 minut, kompletní eliminace z organismu do 24 hodin. Nepřestupuje hematoencefalickou bariéru. Podává se 0,2 ml/kg (0,1 mmol/kg)

váhy. U poruch funkce ledvin je komplikací nefrogenní systémová trombóza. Jelikož prostupuje placentou, nelze KL podat v těhotenství.

- Omniscan, Dotarem

5.2.2 Tkáňově specifické hepatobiliární paramagnetické KL

- Paramagnetické: Primovist, Teslascan
- Superparamagnetické: Resovist, Sinerem

6. POČÍTAČOVÁ TOMOGRAFIE

Zavedení počítačové tomografie do klinické praxe 70. let znamenalo revoluci v lékařské diagnostice. Pro neuroradiologii to platilo snad dvojnásobně a rychlý ústup invazivních, složitých a z dnešního hlediska přemalo diagnosticky výtěžných metod byl na obzoru. „Dnes tvoří CT zcela neodmyslitelnou součást neuroradiologické diagnostiky, bez které se na sklonku tisíciletí ani neurochirurgie, ani neurologie nemůže obejít.“^[1] CT je suverénní metodou v diagnóze akutních onemocnění CNS včetně traumat.

Výpočetní tomografie je základním vyšetřením u intrakraniálních lézí. Má rozhodující význam v urgentní diagnostice, hlavně v traumatologii a CMP, protože ihned odhalí čerstvé krvácení a kvalitně zobrazí patologické změny na skeletu.

„Normální obraz mozku: šedá hmota má denzitu kolem 35-45 HU, bílá asi 25-35 HU. Komorový systém vyplněný likvorem, má denzitu asi 0-10 HU. Postranní komory, 3. a 4. komora jsou za normálních okolností bez dislokace, osa septum pellucidum – 3. komora – 4. komora je ve střední čáře. Po podání KL i.v. se dobře vykreslí hlavní kmeny Willisova okruhu a lehce se zvýší denzita šedé hmoty.“^[4]

6.1 Indikace k CT vyšetření mozku

Indikace k CT vyšetření mozku jsou různé, lze je rozdělit na akutní a ostatní.

Vyšetření mozkové perfúze při mozkových ischemiích, které umožňuje plánovat další léčbu pacienta a upřesňuje prognosu onemocnění.

Další indikací je nitrolební hypertenze a jakékoli podezření na organické postižení mozku a jeho obalů, nádory, zánětlivá onemocnění, vývojové anomálie, degenerativní onemocnění, cévní malformace a jejich komplikace atd.

CT indikujeme také při již známé diagnóze k posouzení vývoje onemocnění, progresu či regrese patologického nálezu, a to při konzervativní léčbě, po neurochirurgických operacích nebo radioterapii nádorů i jiných lézí mozku, ale i při léčbě zánětlivých postižení mozku – abscesů, nekrotizujících encefalitid a zvláště u nitrolebních krvácení.

Základní patologické nálezy na CT

1. *„Změny polohy a tvaru komorového systému a subarachnoideálních prostorů – dislokace komor nebo jejich patologické rozšíření nebo zúžení.“^[4]*
2. Změny denzity tkáně:
 - a) hyperdenzní ložiska, jsou hlavně u čerstvého krvácení, arteriovenózních malformací a většiny vaskularizovaných nádorů. Patologické kalcifikace mají denzitu nad 100HU;
 - b) hypodenzní ložiska jsou naopak tmavší než okolní tkáň – malárie, kontuze nebo záněty, mozkový edém, gliální nádory
3. Po podání KL se u zdravých pacientů (mají neporušenou hematoencefalickou bariéru) kontrastně zobrazí tepny na bazi lebeční a nepatrně se zvýší denzita mozkové kůry. Za patologických okolností dojde ke zvýšenému nasycení patologických útvarů.

6.2 Kontraindikace při vyšetření CT mozku

Nativní vyšetření:

Je v indikovaných případech možno provést kdykoli, relativní kontraindikací je pouze těhotenství.

Vyšetření s kontrastní látkou:

Vyšetření nesmí být provedeno u pacientů alergických na jodové kontrastní látky.

V následujících stavech může být vyšetření provedeno pouze v mimořádných případech (vitální indikace - vyšetření je nutno provést pro záchranu života pacienta) a za mimořádných opatření specifických pro daný případ (rozšířená antialergická příprava, asistence anesteziologa, zajištění hemodialýzy atd.):

- těhotenství
- renální insuficience (porucha funkce ledvin)
- neléčená nekorigovaná hypertyreóza (zvýšená funkce štítné žlázy)
- feochromocytom (nádor produkující katecholaminy).

Před vyšetřením je nutno cíleně pátrat a vyloučit či potvrdit přítomnost kontraindikací. Každý pacient je ošetřujícím lékařem poučen o rizicích nitrožilního podání kontrastní látky a v případě jejího předpokládaného podání během CT vyšetření si ošetřující lékař vyžádá a spolupodepíše pacientův písemný informovaný souhlas s jejím nitrožilním podáním. Při relativních kontraindikacích je nutno zvážit poměr rizika a zisku vyšetření.

6.3 Příprava pacienta před CT vyšetřením

Před CT vyšetřením bez aplikace kontrastní látky není nutná žádná příprava. Při předpokládaném podání kontrastní látky přichází pacient nalačno a platí zásada 3N – nejíst, nepít, nekouřit nejméně 6 hodin před vyšetřením. Jedná-li se o záchranu života, se vyšetřují pacienti i bez přípravy.

Obvyklou medikaci užije pacient vždy. Výjimkou jsou pacienti – diabetici, kteří užívají metforminová perorální antibiotika. Při vyšetření s kontrastní látkou je nutné tyto léky vysadit a pacienty převést na inzulín.

Pacient musí odložit všechny kovové předměty, které se nacházejí ve vyšetřované oblasti.

Aby mohlo být vyšetření provedeno, musí pacient podepsat informovaný souhlas s vyšetřením, který dostane od radiologického asistenta, který je povinen mu vše vysvětlit.

6.4 Úloha radiologického asistenta při CT vyšetření

Radiologický asistent provádí vyšetření pod vedením lékaře – radiologa.

Radiologický asistent uloží pacienta na stůl CT přístroje. Většinou se vyšetření provádí vleže na zádech. Hlava je fixovaná v držáku připevněném ke stolu CT přístroje. Vyšetření musí zahrnovat celý mozek, tj. od foramen magnum až po vrchol kalvy. Také je třeba zachytit skelet celé baze lební včetně spodiny přední, střední a zadní jámy.

Radiologický asistent si po uložení pacienta určí v programu CT rozsah oblasti zájmu a nastavení orientace roviny vrstev, nastavení skenovacích parametrů, nastavení obrazových parametrů a následné zpracování definitivní obrazové dokumentace ve správném nastavení šíře a středu okénka.

Standardní orientace transverzálních CT vrstev při vyšetření mozku je shodná s supraorbitomeatální linií, která spojuje horní okraj očnice a zevní zvukod. Pokud chci redukovat nežádoucí artefakty ze skalních kostí při cíleném zobrazení mozkového kmene, musím sklápět gantry opačným směrem tak, aby rovina vrstvy byla kolmá na zadní okraj klivu. Při zobrazení orbit je optimální, když rovina skenu prochází zřetěženými nervy, přibližně po ose spojující zevní koutek oka a horní okraj ušního boltce. Při maximálním záklonu hlavy lze na CT provést přímé vyšetření v koronární rovině, vhodné pro zobrazení spánkových laloků, tureckého sedla, oblasti kavernózních sinů, očnic a vedlejších dutin nosních.

V případě vyšetření vyžadujícího aplikaci KL (detekce nádorových lézí nebo zánětlivých onemocnění), zavede asistent pacientovi nitrožilní kanylu.

Ve většině případů postačí u mozku nedynamické i.v. podání KL těsně před vyšetřením, skenovat začínám až po dokončení aplikace KL a odchodu personálu z vyšetřovny. „*Standardně podáváme KL v množství 1 ml/kg hmotnosti vyšetřovaného, u dospělých nepřekračujeme celkový objem 60 ml.*“^[1]

Dynamické i.v. podání bolu KL (80 – 120 ml) je vzácně používaná varianta při kontrastním vyšetření mozku. Používá se v diagnostice cévních onemocnění (trombóza žilních splavů) nebo u vybraných nádorových lézí (mikroadenomy hypofýzy). Kontrastní látka je ve většině případů aplikována automatickým injektorem – pumpou v určité fázi vyšetření.

K cílenému vyšetření tureckého sedla a jeho okolí zvolí radiologický asistent skeny rovnoběžné s infraorbitomeatální linií, čímž se výrazně zredukuje artefakty z pyramid. Součástí vyšetření tureckého sedla v axiální rovině je dohotovení multiplanárních rekonstrukcí (sagitálně, koronárně). Vyšetření

detailních struktur skalní kosti spadá do kategorie HRCT vyšetření a vyžaduje použití velmi tenkých, axiálních, koronárních vrstev a speciálního algoritmu zvyšujícího geometrické rozlišení.

Během vyšetření je nutné, aby se pacient nehýbal. Celé vyšetření běžně trvá asi půl minuty.

Po ukončení vyšetření asistent vyndá pacientovi kanylu. Pacient počká 30 – 60 minut v čekárně, aby mu mohla být poskytnuta lékařská péče v případě pozdějších komplikací.

Následuje zpracování obrazů a zhotovení dokumentace na film nebo CD.

Rozsah vyšetření:

- topogram – přehledný orientační snímek, na kterém se stanovuje poloha, orientace a počet tomogramů a úhel sklonu gantry. Při topogramu je rentgenka nehybná a pacient plynule projíždí gantry během expozice. Poté se rekonstruuje sumační rentgenový snímek zachycené oblasti. Topogram mozku se zhotovuje v bočné projekci.

- základní vyšetřovací rovina je transversální, sklopení gantry – sklopení roviny.

Strategie	Nativně (trauma), postkontrastně (tumor)
Topogram	Bočný
Rozsah	Od baze ke klenbě lební
Rovina	Supraorbitomeatálně (shodná s bází)
Tloušťka vrstvy	Infratentoriálně 2 – 5 mm, supratentoriálně 8 – 10 mm
Směr skenování	Kaudokraniální
Rekonstrukční algoritmus	Měkké tkáně
Nastavení okna	Mozková tkáň 80 – 120/30 – 40 V zadní jámě 120 – 250/30 – 40 Skelet 1200 – 2000/300 - 600
Kontrastní látka	Ionická či neionická , 300 mgI/ml
Množství a podání KL	80 ml, podáváme jako bolus i.v. z ruky těsně před spuštěním vyšetření

Tabulka č.2: „Tabulka podle protokolu CT mozku“^[7]

6.5 Zátěž pacienta při CT

Zátěž pacienta při CT tvoří rentgenové ionizující záření. Za jedno vyšetření dostane pacient dávku 2,3 mSv, která odpovídá dávce 115 PA RTG snímků hrudníku. Rovná se dávce z přírodního pozadí za 1 rok. Vyšetření musí být vždy indikované s ohledem na radiační zátěž a diagnostickou výtěžnost.

7. MAGNETICKÁ REZONANCE

Magnetická rezonance patří již dlouho do arzenálu základních vyšetřovacích metod v neuroradiologii. Jejimi přednostmi jsou: vynikající tkáňový kontrast, multiplanární zobrazení, kvalitativní hodnocení tkání, neinvazivnost a absence škodlivých vlivů na lidský organizmus.

V urgentní diagnostice má MR omezený význam, protože trvá výrazně déle než CT a špatně detekuje trauma skeletu. Největší diagnostický přínos: onemocnění bílé hmoty, nádory střední čáry, drobné cévní malformace, epilepsie, mozkové ischemie, zobrazení tepen neinvazivním způsobem.

„Normální obraz na MR: kalcifikace, kortikální kosti, vzduch, hemosiderin jsou hyposignální, to znamená, že na T1 a T2 v.o. jsou vždy černé. Platí to rovněž o rychloprůtokových cévách – artériích, nebo zkratech v cévních malformacích (flow void fenomén). Struktury s vyšším obsahem vody (hlavně likvor) jsou na T1 v.o. tmavé a T2 v.o. světlé, hypersignální. Tuková tkáň je na T1 v.o. světlá, na T2 v.o. slabě šedá – platí to rovněž o bílé hmotě. Patologické obrazy jsou komplikovanější než na CT, ale všechny procesy, u kterých dochází ke zvýšenému obsahu vody – edém, ischemie, zánětlivá infiltrace, glióza a některé druhy nádorů se na MRT projevují obdobně – na T1 v.o. jsou hyposignální, na T2 v.o. hypersignální.“^[4]

7.1 Indikace k MR

MR mozku je nejcitlivější metodou pro posouzení morfologie a patologie mozku. Indikací jsou především zánětlivá onemocnění mozku – hlavně demyelinizační – roztroušená skleróza mozkomíšní, záchvatovitá onemocnění – epilepsie, nádorová onemocnění, onemocnění cév, vrozené vady, hydrocefalus, bolesti hlavy, onemocnění podvěsku mozkového (hypofýzy), následky úrazů hlavy a podobně.

7.2 Kontraindikace k MR

Kontraindikace k vyšetření jsou absolutní a relativní. Mezi absolutní kontraindikace patří přítomnost implantovaných elektrických či elektromagnetických přístrojů (kardiostimulátor, kochleární implantát), protože jsou programovatelné zevním magnetem. V zásadě hrozí nebezpečí pohybu a ohřevu cizího kovového tělesa. Tyto implantáty způsobují rozsáhlé artefakty, které znemožňují zobrazení struktur v jejich bezprostředním okolí. Velká obezřetnost by měla být věnována cévním svorkám např. na intrakraniálních aneuryzmatech, srdečním chlopním, stentům, intravaskulárním spirálám....
„Informace týkající se vyšetřování MR v době těhotenství nejsou ucelené a v zásadě převažuje názor, že vyšetření plodu neškodí, nicméně jednoznačně tato skutečnost potvrzena nebyla.“^[6]

Jednou z možných kontraindikací je také klaustrofobie.

7.3 Příprava pacienta před MR vyšetřením

Před MR vyšetřením mozku není nutná žádná speciální příprava. Vzhledem k silnému magnetickému poli musí pacient odložit všechny kovové předměty včetně zlatých doplňků, jinak by bylo zhodnocení zcela znehodnoceno. Pacient také musí odložit a vyndat všechny kovové věci z oblečení (klíče, telefon,...). Obvyklou medikaci pacient vždy užije.

7.4 Úloha radiologického asistenta při MR vyšetření

Radiologický asistent provádí vyšetření pod vedením lékaře radiologa, který má zkušenosti s MR diagnostikou.

Radiologický asistent poučí a informuje pacienta o průběhu vyšetření.

Radiologický asistent uloží pacienta na úložnou desku (stůl) MR přístroje a kolem hlavy mu umístí speciální cívku. Většinou se vyšetření provádí vleže na zádech. Pacient dostane do ruky zařízení, které mu umožní komunikovat s obsluhujícím personálem během vyšetření.

Volba vyšetřovací roviny není na MR při vyšetření mozku omezená. Jako vodítka pro plánování transverzálních vrstev může sloužit linie, mezi spodinou přední a zadní komisury. Koronární vrstvy se zpravidla orientují kolmo na dlouhou osu temporálních laloků. Orientace sagitálních vrstev vyplývá ze stranové symetrie mozku, vrstva střední čáry by měla procházet infundibulem hypofýzy a Sylviovým akveduktem.

„Při běžném vyšetření mozku zobrazujeme minimálně ve dvou rovinách a ve dvou „váženích“ (nejčastěji T1 sagitálně a T2 transverzálně). Protokol pro rutinní MR vyšetření mozku tedy obsahuje T1 sagitální 5 mm vrstvy provedené technikou konvenčního spinového echa SE (TR 450 – 700 ms, TE 10 – 20 ms) a T2 transverzální 5mm vrstvy v provedení rychlého spinového echa (TSE, FSE), případně jako konvenční, avšak časově výrazně náročnější SE. “^[1] T2 sekvence je nejčastěji aplikována jako sekvence dvojitého echa (dual echo), tj. sekvence produkující v rámci jednoho repetičního intervalu TR dva různé signály: protondenzitní PD a T2 vážené. V rámci jednoho měření tak získám dvě různé sady obrazů. Někdy bývají PD obrazy nahrazovány technikou FLAIR, která selektivně eliminuje signál mozkomíšního moku dlouhým inverzním časem TI 1800 – 2200 ms.

Výběr dalších vyšetřovacích sekvencí je závislý na charakteru a umístění patologické léze.

Efektivní zvýšení kontrastu mezi šedou a bílou hmotou mozkovou poskytují IR, případně turbo IR sekvence. Protože tuková tkáň má krátký relaxační čas T1, lze IR sekvence s krátkým inverzním časem TI použít k selektivnímu potlačení signálu tukové tkáně (STIR).

Během vyšetření se pacient nesmí hýbat (pohyb znehodnocuje zobrazení, a tak celé vyšetření).

Podání KL (gadolinia) má mnoho indikací, nejčastěji jsou to nádorová a zánětlivá onemocnění. V případě vyšetření vyžadujícího aplikaci kontrastní látky zavede radiologický asistent, pacientovi nitrožilní kanylu. Po aplikaci KL zhotovuje radiologický asistent T1W obrazy alespoň ve dvou rovinách. U jedné z rovin by měl mít asistent již zhotoveny zcela identicky orientované nativní vrstvy pro srovnání a případnou subtrakci.

U vyšetření dítěte je možné, aby byli ve vyšetřovně přítomni rodiče. U dětí mladších 4-5 let je vzhledem k obtížné spolupráci a nutnosti úplného klidu dítěte, vyšetření prováděno v sedaci či anestézii pod vedením anesteziologa.

Celé vyšetření mozku trvá 15-20 minut. U vyšetření s podáním kontrastní látky trvá vyšetření 20 až 30 minut.

Přednostně jsou vyšetřováni pacienti v závažném klinickém stavu.

7.5 Zátěž pacienta při MR vyšetření

Magnetická rezonance nefunguje na principu ionizujícího záření, proto zde nehrozí žádná radiační zátěž.

8. Angiografie mozku

„Před érou digitálních tomografických metod (CT, MR) představovala angiografie (AG) základní techniku v diagnostice mozkových nádorů, krvácení i ischemií. Od poloviny 70. let se však s nástupem především výpočetní tomografie její postavení v neuroradiologii začalo postupně vyhranovat až do dnešní doby, kdy představuje vysoce specializovanou vyšetřovací metodu s množstvím terapeutických implikací. I přes překotný rozvoj CT angiografie a MR angiografie v posledních letech neposkytuje dosud žádná jiná vyšetřovací metoda takový morfologický detail vaskulární anatomie jako právě angiografie.“^[1]

Mozková AG by měla být prováděna na přístrojích, které umožňují digitální subtrakci obrazu – DSA.

U pacientů s ischemiemi ve vertebrobasilárním nebo karotickém povodí indikujeme AG u osob, u kterých UZ vyšetření prokázalo na magistralních

krčních tepnách stenózu 60 % a více. V indikovaných případech se může výkon doplnit o balónkovou angioplastiku nebo o zavedení stentu.

8.1 Indikace CTA

Indikace k provedení mozkové AG představují dnes pouze ta onemocnění, kdy relevantní informaci nelze obdržet pomocí jiných, méně invazivních technik. Zařazují se sem diagnostika vaskulárních zdrojů subarachnoidálních krvácení, arteriovenózních malformací, cílená vyšetření tepenných stenóz, případně průkaz arteritidy, disekce nebo některých specifických typů nádorů. Nezastupitelná je v průkazu mozkové smrti.

CT angiografie má velkou přesnost v diagnostice extrakraniálních uzávěrů, stenóz a posuzování cévních malformací hlavně na bazi lebeční. 3D rekonstrukce optimálně zobrazí aneurysma ve třech rovinách. CTA mozku musí vždy předcházet nativní rutinní CT mozku, ze kterého vyplyne indikace CTA a základní orientace o probíhajícím patologickém procesu.

8.2 Kontraindikace k CTA

1. Jedná se o vyšetření s kontrastní látkou, proto nesmí být provedeno u pacientů alergických na jodové kontrastní látky.
2. Další kontraindikací je těhotenství.
3. Renální insuficience
4. Neléčená nekorigovaná hypertyreóza
5. Feochromocytom

V těchto případech může být CTA provedena pouze pro záchranu života pacienta a za mimořádných opatření.

8.3 Příprava pacienta

Pacient nesmí před vyšetřením 6 hodin kouřit a přichází nalačno. Obvyklou medikaci pacient užije vždy a může ji zapít douškem vody. Výjimkou jsou pacienti diabetici, které je nutno převést z léků na inzulín, proto bývá v tomto případě před vyšetřením nutná 2 – 3 denní hospitalizace. Sestra pacienta připraví k výkonu: zajistí žilní vstup.

8.4 Úloha radiologického asistenta při CTA

Radiologický asistent poučí a informuje pacienta o průběhu vyšetření a dá pacientovi podepsat informovaný souhlas s podáním kontrastní látky.

Pacienta převlečeného do nemocničního úboru položí radiologický asistent na vyšetřovací stůl. Poté radiologický asistent nastaví technické parametry k provedení: kolimace 1 mm a increment 0,5 mm, při vyšetření akutního ischemického iktu stačí kolimace 2 – 3 mm, průtok KL 3 ml/s, obvyklý cirkulační čas 12 – 20 s. V akutním stadiu mozkové ischémie je bezpodmínečně nutné, aby radiologický asistent podal jen neionické KL v redukované dávce.

Rozsah vyšetření a lokalizaci volí asistent podle charakteru předpokládané patologie. Při podezření na aneurysma nebo tepenný uzávěr cílí asistent na circulus Willisi.

8.5 Výhody CTA

Mezi hlavní výhody CTA patří vysoká prostorová rozlišovací schopnost, relativní dostupnost a dobrá vyšetřitelnost i u málo kooperujících nemocných.

8.6 Nevýhody CTA

Mezi nevýhody patří rizika spojená s použitím ionizujícího záření a s nutností podání jódové kontrastní látky, dále pak obtížná kvantifikace stenóz v přítomnosti hrubých kalcifikací.

9. MR angiografie

MRA nabízí zobrazení cévního řečiště bez podání kontrastní látky. Rychlý rozvoj technologie od druhé poloviny 90. let 20. století přinesl mimo jiné možnost provádět velmi rychlá měření s vysokým rozlišením v průběhu průchodu bolu KL oblastí zájmu, což výrazně rozšířilo indikace k využití MRA.

„V současné době rozeznáváme tři typy MRA.“^[6] První skupina je založena na fenoménu inflow a nazývá se TOF technika. Druhá skupina využívá skutečnosti, že chování fáze makroskopické magnetizace může být citlivé na pohyb a označuje se jako PC. Třetí skupina je založena na aplikaci kontrastní látky a nazývá se CE MRA.

9.1 Indikace k MRA

V současnosti je nativní MRA vyhrazena výhradně k vyšetření intrakraniální tepenné i žilní cirkulace. Indikací jsou stenotickookluzivní změny intrakraniálního řečiště, aneuryzmata, disekce a AV malformace.

Kontrastní MRA s aplikací paramagnetické KL je velmi vhodnou miniinvazivní metodou pro detekci patologických stavů hrudní a břišní aorty a jejich větví.

9.2 Kontraindikace k MRA

Kontraindikací jsou pacienti s kardiostimulátorem, kochleárním implantátem, kovovými svorkami, tetováním atd...

9.3 Příprava pacienta k MRA

Příprava pacienta k MRA je podobná jako k vyšetření MR.

9.4 Úloha radiologického asistenta při MRA

Radiologický asistent při vyšetření MRA plní stejnou úlohu jako při vyšetření MR. Poučí pacienta o průběhu vyšetření a dá mu k podepsání informovaný souhlas pacienta s vyšetřením, kde pacient vyplní dotazník na kontraindikace. Poté uloží pacienta na vyšetřovací stůl a hlavu pacienta zafixuje. Pacient leží v klidu a bez pohybů po celou dobu vyšetření. Radiologický asistent opustí vyšetřovnu a v ovladovně navolí příslušné parametry k vyšetření. Během vyšetření asistent komunikuje s lékařem a radí se o dalším postupu při a po vyšetření.

9.5 Výhody MRA

Mezi výhody patří absence rizik spojených s expozicí ionizujícímu záření, zanedbatelná nefrotoxicita a alergie na používané paramagnetické KL (chelátu gadolinia).

9.6 Nevýhody MRA

Mezi nevýhody je nutno zařadit vyšší cenu vyšetření, nižší dostupnost, vyšší nároky na spolupráci pacienta a nemožnost vyšetřit osoby absolutně kontraindikované k MR vyšetření, především osoby s kardiostimulátorem, implantovaným defibrilátorem nebo s aneurymatickými cévními svorkami.

10. Příklady indikací

10.1 Mozková ischemie (obrázek č. 18)

K ischemickým změnám v mozku dochází při nedostatečném zásobení mozkové okysličenou krví. Příčiny mohou být různé, může jít o celkové onemocnění nebo postižení cév jako je arterioskleróza, arteriitidy, angiodyplazie, aneuryzmata, úrazy stěn tepen, hemopatie, vazospazmy, migrény apod. Nejčastější příčinou je arterioskleróza se stenózami a postupujícími uzávěry tepen nebo s doprovázející trombózou.

10.1.1 Diagnostika

„Diagnostickou metodou mozkových ischemií je CT. Obraz závisí na čase, v kterém bylo vyšetření od vzniku příhody provedeno. V iniciální fázi do 24 hodin, kdy začínají v postižené oblasti edematózní změny, je na CT (kromě příznaku hyperdenzní tepny) normální nález, který pouze vyloučí krvácení do mozkové tkáně. V subakutním stadiu, které trvá asi 3 týdny, se edém prohlubuje a na CT se objevují hypodenzní změny. Postupně však dochází k nekróze a asi po 3. týdnu je kavítace patrna i na CT. Chronické stadium je charakterizováno vznikem malatické pseudocysty, atrofii a jizevnatým procesem.“^[8]

Na postkontrastních skenech dochází už v prvním týdnu na periferii ložiska k zvýšení denzity. Na skenech se zobrazí už v první minutě po podání kontrastního bolusu. Teprve po aplikaci kontrastní látky dochází ke zvýšení denzity v důsledku poruchy hematoencefalické bariéry, kdy se kontrastní látka dostává extravaskulárně při porušení cévní stěny.

Na postkontrastních skenech se poruchy perfúze projevují jako okrajové, prstenčité zvýšení denzity, různé šířky, se zvýšením gyrů.

MR zobrazení u akutních cévních příhod prokáže edém mozkové tkáně časněji než CT, nedokáže však odlišit ischemické ložisko od hyperakutního intracerebrálního krvácení a není proto vhodná pro akutní diferenciální diagnostiku. V dalších dnech se struktura ischemických lézí v MR obrazu vyvíjí analogicky. Po nitrožilní aplikaci paramagnetických kontrastních látek se projevuje i porucha hematoencefalické bariéry. Drobná ložiska gliózy jako následek infarktů menšího rozsahu, mohou být zobrazena pouze pomocí MR.

AG je v současnosti nejběžněji používaná metoda před plánovaným revaskularizačním zásahem na mozkových tepnách. Ten je doporučován u pacientů s proběhlou lehkou cévní mozkovou příhodou, je-li stenóza tepny větší než 70 %. AG má schopnost přesně posoudit funkčnost Willisova okruhu a možnosti kolaterálního oběhu.

10.2 Intrakraniální krvácení

Intrakraniální krvácení dělíme na epidurální krvácení (nad tvrdou plenu mozkovou), subdurální (pod tvrdou plenu mozkovou), intracerebrální (do mozkové tkáně), intraventrikulární (do mozkových komor) a subarachnoidální (pod měkké mozkové pleny). Intracerebrální krvácení se dělí na arteriální, kapilární a venózní. Nejčastějším krvácením je krvácení arteriální. K arteriálnímu krvácení dochází při ateroskleróze, při různých arteritidách nebo do ischemických ložisek. U velkých krvácení dochází k provalení hematomu do komor a k obturaci mozkových cest.

Mezi cévní malformace patří aneuryzmata, arteriální (obrázek č. 29) a venózní malformace. Aneuryzmata se dělí podle tvaru, anatomické skladby stěny a podle vzniku. Klinicky se aneuryzma projevuje podle svého umístění a velikosti. Velká aneuryzmata tlačí na okolní mozkovou tkáň, mozkové nervy a skelet, což způsobuje prudkou bolest hlavy s nauzeou a někdy ztrátou vědomí. Krvácení z aneuryzmatu je subarachnoideální a intracerebrální.

10.2.1 Diagnostika

„Suverénní diagnostickou metodou krvácení do mozkové tkáně je CT. Hematom je spontánně hyperdenzní. Perifokální edém vytváří na CT hypodenzní lem, který může dosáhnout značných rozměrů. Hemisféra je zvětšena, gyry jsou oploštělé, subarachnoideální prostory a komory jsou komprimovány a dochází k přesunu struktur ze střední části pod falxem kontralaterálně. Mezi 1. až 8.

týdnem po krvácení se na postkontrastních skenech zvyšuje denzita na periférii ložiska v důsledku poruchy hematoencefalické bariéry.^{„[8]}

10.3 Intrakraniální infekční onemocnění

Intrakraniální infekční onemocnění jsou různého původu. „Podle infekčního agens se dělí na onemocnění pyogenní, tuberkulózní, mykotická a parazitární (obrázek č. 30). K radiologickým diagnostickým metodám patří nativní snímky, angiografie, výpočetní tomografie, ultrasonografie, magnetická rezonance a vyšetření radionuklidy.“^[8]

Pyogenní infekce:

- a) purulentní meningitida
- b) extracerebrální empyémy
- c) mozkové abscesy
- d) ventrikulitidy
- e) tromboflebitidy
- f) následné stavy.

10.3.1 Diagnostika

V časně fázi může být na CT normální nález. Při zmnožení hnisavého obsahu se rozšiřují subarachnoideální prostory a zvyšuje se denzita moku. Při intravenózním podání kontrastní látky se zvyšuje denzita mozkových obalů a povrchu mozku, zvýrazňuje se gyrifikace a denzita šedé hmoty proti bílé hmotě. V pozdějším stadiu dochází ke vzniku opouzdřených extracerebrálních empyémů i mozkového abscesu. Po 3 týdnech přejde purulentní meningitida do chronického stadia s tvorbou granulační tkáně v subarachnoideálních prostorech.

MR diagnostika je (stejně jako je tomu u CT) založena na zobrazení „zahuštěného“ obsahu rozšířených cisteren a především na nálezu difúzního sycení leptomenig po nitrožilní aplikaci paramagnetické kontrastní látky. Rozsah postižení sice demonstruje MR poněkud přesněji (senzitivněji) než CT, ale nepřináší specifické informace.

10.4 Mozkové nádory

„Podle lineárních údajů na 100 000 obyvatel připadá ročně 5-6 nemocných s mozkovým nádorem, u dětí jsou mozkové nádory mezi novotvary na 2. místě po leukémii. Některé tumory mají vazbu na věk: meduloblastom postihuje děti kolem 8 let, meningeomy trpí více ženy nad 40 let.“^[6]

Cílem zobrazovacích metod je vyloučení ostatních, nenádorových, expanzivních procesů (abscesu, vstřebávajícího se hematomu, cysty ..), které mají jiné klinické příznaky.

Při zobrazení nádorů bychom měli zodpovědět tři základní otázky, charakterizující tumor:

- a) Typing – odlišení nenádorových patologických procesů a histologická klasifikace tumoru.
- b) Stating – stupeň pokročilosti růstu nádoru, kde je nutné i neurologické a histologické vyšetření.
- c) Grading – hodnotíme 4 základní znaky malignity. Stupeň 1: nemocný je vyléčený pokud přežívá 5 let od odstranění nádoru. Stupeň 2: přežívání nemocných do 4 – 5 roků od diagnostiky nádoru. Stupeň 3: přežití nemocného 2 – 3 roky od prvních klinických příznaků. Stupeň 4: velmi pesimistická prognóza, tumory obsahují nekrózy.

„Intrakraniální nádory se podle místa vzniku dělí na intraaxiální a extraaxiální. Podle současné klasifikace je základní dělení nádorů na primární a sekundární. Primární nádory tvoří 70 – 75 % a podle buněk, z kterých vyrůstají, se dělí na:

- 1) gliomy (astrocytomy, oligodendrogliomy, ependymomy, papilomy chorioideálních plexů),
- 2) nádory nervových buněk (gangliocyatomy, neuroblastomy),
- 3) primitivní neuroektodermální nádory (PNET – neuroblastom),
- 4) nádory nervových obalů (neurilemomy),
- 5) nádory lymforetikulární tkáně (lymfomy, leukemické infiltráty),

- 6) nádory embryonálních reziduí (kraniofaryngom, dermoid, lipom, teratom..),
- 7) mezenchymální nádory (meningeomy, hemangioblastomy),
- 8) fakomatózy. ^{“[8]}

„Sekundární nádory tvoří 25 – 30 % intrakraniálních neoplazmat. Do mozku nejčastěji metastazuje bronchogenní karcinom (obrázek č. 23), karcinom prsu, melanoblastom a Grawitzův nádor ledviny (obrázek č. 28). V dětském věku jsou nádory lokalizovány převážně infratentoriálně, jsou obvykle primární, metastázy jsou vzácné. V dospělosti je 70 % intrakraniálních nádorů uloženo supratentoriálně, metastázy jsou časté.“^[8]

10.4.1 Diagnostika

Na nativních snímcích lebky se nádorové procesy projeví přímo nebo nepřímo. K přímým znakům patří strukturální kostní změny u meningeomů a kostních nádorů a kalcifikace v nádorech. Daleko častěji jsou na skiagramech nepřímé známky ve formě dislokace fyziologických kalcifikací, kostní změny odpovídající lokálnímu tlaku nádorů a projevům nitrolební hypertenze. CT je u nitrolebních nádorů základní a nejdostupnější vyšetřovací metodou. Nativně se nádory projevují hypodenzním, izodenzním nebo hyperdenním ložiskem, jehož objem a rozsah bývá zvětšen kolaterálním edémem, dále kalcifikacemi, tlakovými změnami na komorovém systému, zúžením subarachnoideálních prostorů, dislokací středových struktur kontralaterálně, herniací cisternální, transtentoriální a subokcipitální, kalcifikacemi nebo krvácením do nádoru a v kostním okénku pak strukturálními změnami na skeletu. Kontrastní náplň nebo naopak nezobrazení splavů umožní posoudit kompresi žilního systému při zvyšující se nitrolební hypertenzi.

Ve srovnání s CT je MR metoda citlivější pro rozlišení struktury měkkých tkání, je možné výběru optimální orientace roviny vrstvy (zpravidla ve 2 – 3 rovinách) a nativní rozlišení krve proudící v cévách. Tak MR prokáže, který úsek tepenného řečiště je do nádoru zavzat nebo do kterého splavu tumor prorůstá. Paramagnetické kontrastní látky zlepšují ohraničení některých druhů tumorů. MR je méně spolehlivá při prokazování nádorových kalcifikací a strukturálních změn na mineralizovaném skeletu.

Při zobrazení MR mohou být nádory v T1W obraze hypo-, izo-, i hypersignální, v T2W jsou nejčastěji hypersignální. Za nezbytné se považuje vyšetření po aplikaci Gd-DTPA, zvyšuje senzitivitu vyšetření, dokáže odlišit tumor od edému.

10.5 CTA Willisova okruhu

Indikací jsou stenozující procesy tepen, aneuryzmata a disekce.

Základní strategií vzhledem k podání KL i.v. je nativní a spirální kontrastní sken. Rozsah vyšetřované oblasti začíná od baze lební vzhůru 6 – 8 cm, tloušťka vrstvy je 1 mm a rekonstrukční interval mezi vrstvami je 0,5 mm. Pitch je tedy 1,5. Skenuje se kraniokaudálně. Podává se KL ionická nebo neionická s koncentrací 300 mgJ/ml v množství 2 – 3 ml/kg váhy pacienta (běžně 120 – 180 ml), včetně 10 – 20 ml bolus timing, 3 – 3,5 ml/s a to přetlakovým injektorem. Zpoždění zahájení spirálního skenu je obvykle 18 – 20 s nebo dle timingu. Rekonstrukční algoritmus je pro měkké tkáně. Skenuje se v axiálních řezech a výchozí okno 500/50 je třeba upravit tak, aby bylo možno odlišit náplň tepny od stěny a kalcifikací.

10.6 Angiografické stanovení mozkové smrti

Kontrastní látka se vstříkne (katétr pigtail) neselektivně do oblouku aorty. KL musí být v co nejvyšší koncentraci jódu, aby se dobře zobrazil i malý průnik do mozkových tepen. Jako KL se používá např. Omnipaque 350, Iomeron 400 nebo Ultravist 370. Aplikace KL 50 ml rychlostí 15 ml/s a doba snímkování trvá nejméně 20 s s rychlostí 2 snímky/s. Provádí se projekce PA se sklonem kranálně a bočná, kdy úhel C – ramene je 0° a -25° a 90° a 0°. V době aplikace je vhodné zastavit řízené dýchání ventilátorem, tím se zamezí pohybovým artefaktům a při překládání pacienta na vyšetřovací stůl je třeba umístit všechny spojovací hadičky, nasogastrickou sondu, hadici od ventilátoru, eventuálně svod od sondy pro měření intrakraniálního tlaku umístit tak, aby v žádné projekci nepřekrývaly oblast intrakraniálního řečiště a nevytvářely artefakty. Artefakty by mohly být zaměnitelné s náplní mozkových tepen, což by znemožnilo správné rozhodnutí o zástavě perfúze.

AG musí zobrazit intrakraniální i extrakraniální řečiště vyšetřovaných tepen od úrovně bifurkace karotid. Mozková smrt je potvrzena průkazem zástavy mozkové cirkulace, tedy naplní-li se kontrastní látkou nejdálší úsek přední mozkové tepny a úsek střední mozkové tepny. U vertebrální tepny se může nejdálší naplnit proximální část bazilární tepny bez periferní náplně dolních mozečkových tepen. U pacientů se zrátočným poraněním kalvy nebo pro kraniektomii může zůstat průtok mozkom nebo jeho částí zachován. Průnik KL do některé mozkové tepny smrt mozku nevyklučuje, ale u těchto pacientů nelze angiografií smrt mozku potvrdit.

Mezi další indikace k AG, CT a MR patří vrozená onemocnění mozku, metabolická a degenerativní onemocnění mozku, poruchy myelinizace, herniace, hydrocefalus (obrázek č. 24), atrofie mozkové tkáně, ... Pro dodržení daného rozsahu této práce není možné věnovat pozornost všem indikacím.

11. VYŠETŘENÍ U DĚTÍ

„Zobrazování postižení mozku novorozenců a kojenců se v jistém smyslu vymyká z problematiky neuroradiologie starších dětí a dospělých. Příčinou jsou jednak specifické encefalopatie, s kterými se v nejmladším věku setkáváme, a dále skutečnost, že vazivové lupínky a široké lebeční švy poskytují v raném dětském věku příhodná akustická okna k provedení dvourozměrného nebo dopplerovského ultrazvukového vyšetření nitrolebních struktur.“^[1]

Výpočetní tomografii a magnetickou rezonanci, které vyžadují zklidnění nemocného dítěte, provádíme po rozvaze za účelem zpřesnění morfologického nálezu. Podmínkou správné interpretace nálezů je znalost nefyziologické obrazové charakteristiky nezralého a zralého dětského mozku.

11.1 MR vyšetření u dětí

Výhody MR u dětí:

- přítomnost rodičů či doprovodu ve vyšetřovně v průběhu vyšetření
- chybí radiační zátěž
- vyšetření často bez aplikace KL

Nevýhody MR u dětí:

- délka vyšetření
- hluk při vyšetření
- pohybové artefakty

Jsou děti, které vyžadují sedaci a které sedaci nevyžadují. Nerozhoduje věk pacienta.

Technika MR u dětí:

Improvizace při výběru cívek, úprava parametrů sekvencí a snaha o rozumnou maximální redukci vyšetřovacího času.

Vyšetření v sedaci či CA:

- přítomnost anesteziologa
- nutnost hospitalizace
- monitorace pulzu a tlaku kyslíku
- možnost řízené ventilace

Pediatrická neuroradiologie:

- specifické indikační skupiny
 - specifické typy tumorů
 - výhody MR (multiplanarita, chybí radiační zátěž)
-
- Anomálie neuronální migrace příčiny: infekce, ischemie, exogenní toxiny, metabolické poruchy.
 - Metabolická poškození CNS: bílá hmota, šedá hmota, bílá i šedá hmota, toxické poškození.
 - Fakomatozy: neurofibromatóza, tuberózní skleróza, Sturge – Weber, Von Hippel – Lindau.
 - Tumory mozku dětského věku:
Zadní jáma - (medulloblastom, astrocytom, ependymom, gliom kmene)

Střední čára - (germinom (obrázek č. 22), gliom, kraniopharyngeom)

Mozkové hemisféry - (gliom, plexuspapilom)

Prenatální diagnostika:

- Neurologické indikace
- Porodnické indikace

11.2 CT vyšetření u dětí

Při vyšetření CT u pacientů v raném dětském věku platí obecné zásady techniky.

1. Děti do 3 – 5 let věku vyžadují pečlivé zklidnění před vyšetřením.
2. V nízkých věkových kategoriích vyšetřujeme vzhledem k nemožnosti spolupráce při klidném mělkém dýchání, u starších dětí se vyplatí pečlivá psychologická příprava a vhodně vedená instruktáž.
3. Konstituce dětských nemocných dovoluje často výrazné snížení dávky (nastavení mA) ve srovnání s dospělými. Při každém vyšetření musíme dbát o volbu co nejnižší diagnosticky akceptovatelné dávky záření – princip ALARA.
4. Vždy pečlivě přizpůsobujeme FOV rozsahu vyšetřované oblasti.
5. Kolimaci vrstev můžeme volit u dětí od 1 – 4 let (konvenční skeny provádíme většinou návazně, při spirálním způsobu pitch 1,0 – 1,5, rekonstrukční interval shodný s kolimací):

Novorozenci kojenci	5 mm
Starší děti infratentoriálně	5 mm
Starší děti supratentoriálně	8 - 10 mm

Tabulka č.3

Výhody:

- přednastavené „dětské“ programy 100 kV/80 kV
- princip ALARA = As low as reasonably possible →
Snížit dávku na co nejmenší možnou úroveň, ale ne na úkor diagnostické výtěžnosti.

Nevýhody:

Dětský organismus je citlivější k ionizujícímu záření. Děti mají před sebou ještě dlouhý život – nastřádají více negativních účinků ionizujícího záření než dospělý. Nezralé tkáně jsou citlivější k radiačnímu poškození. Červená kostní dřeň je citlivější.

Indikace:

Jsou metody, které nepracují s RTG zářením a jsou schopny podat stejnou informaci – UZ, MR.

- Trauma skeletu, orgánů.

Metodika vyšetření:

Použití kontrastní látky - p.o. - Telebrix, Micropaque (ne v CA, polytrauma..)

- i.v. - neionická dimerní jodová KL (Iomeron ...).

Pro i.v. podání použijeme automatický injektor. Příprava pacienta + psychologická příprava u spolupracujících dětí, nácvik ... Nespolupracující děti vyšetřujeme v CA či v sedaci. V CA musí být anesteziologický dozor během vyšetření. Zavedení kanyly předem je výhodou.

Po vyšetření je nutná dobrá hydratace pacienta (nefrotoxicita KI). Kvůli možné alergické reakci musíme pacienta asi 20 minut sledovat.

Algoritmus vyšetřovacích metod u dětí:

1. UZ, RTG
2. CT
3. MR

12. POROVNÁNÍ CT A MR, VÝHODY A NEVÝHODY

12.1 Výpočetní tomografie

Mezi výhody CT patří nízká cena. Jedno vyšetření stojí cca 1500 Kč. Další výhodou je vysoká rychlost vyšetření (20s). CT kvalitně zobrazí prakticky všechny orgány v lidském těle.

Velkou nevýhodou CT je radiační zátěž. CT mozku (20 skenů po 8 mm) je dávka 2,3 mSv. Nevýhodou je také špatné rozlišení šedé (45 HU) a bílé (35 HU) hmoty mozku.

Podání kontrastní látky může být provázeno alergickou reakcí.

12.2 Magnetická rezonance

Mezi výhody MR patří kvalitní zobrazení především měkkých tkání lidského těla. MR je vyšetření bez ionizujícího záření → žádná radiační zátěž. U vyšetření dětí je výhodou možnost přítomnosti rodičů při vyšetřování.

Nevýhodou je dlouhá vyšetřovací doba (cca 20 minut) a vysoká cena vyšetření (4000 – 5000 Kč). Mezi hlavní nevýhody patří kontraindikace k vyšetření MR. Vyšetření doprovází velký a nepříjemný hluk. Někteří pacienti citliví na stísněný prostor mohou vyšetření snášet velmi negativně (klaustrofobie). Na MR je celkem dlouhá objednací doba.

Obě vyšetření, CT i MR, mají společné nevýhody u vyšetřování dětí – celková anestézie.

13. Závěr:

Zobrazování v neuroradiologii ovládaly po celá desetiletí techniky konvenční i kontrastní rentgenové. Velké množství rentgenových projekcí nebo složitých invazivních vyšetření je dnes nehrazeno méně invazivními a diagnosticky mnohem přínosnějšími postupy. Pro konvenční rentgenové metody zůstal na sklonku 20. století vymezený prostor v diagnostice skeletálních patologických lézí. Rychlý rozvoj techniky přinesl do neuroradiologie zástup nových vyšetřovacích metod jako ultrasonografii, výpočetní tomografii a poté magnetickou rezonanci. Tyto tomografické metody znamenaly revoluční skok kupředu a do zobrazování přinesly nové možnosti, nejen pro neuroradiologii.

Úloha radiologického asistenta při radiologických vyšetření je velmi důležitá. Radiologický asistent nese velkou zodpovědnost za přípravu pacienta k vyšetření a jeho samotný průběh. Musí být schopen rychle reagovat na nečekané změny a události, dobře komunikovat s pacientem a pracovním týmem. Radiologický asistent se při práci s ionizujícím zářením řídí podle atomového zákona České republiky.

14. Vlastní práce

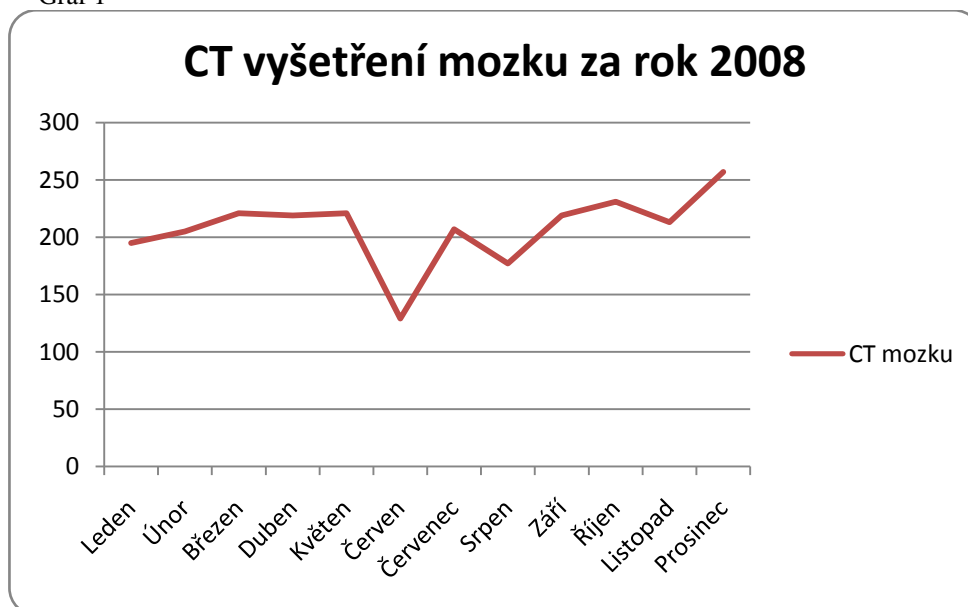
Zajímalo mě jak časté je vyšetření mozku a kolik pacientů se vyšetří ve Fakultní nemocnici Motol, proto jsem vytvořila statistiku za rok 2008.

Na klinice zobrazovacích metod pro dospělou část ve Fakultní nemocnici Motol jsem získala data o počtu vyšetření provedených na tomto oddělení v roce 2008. Data obsahují zápis o proběhlých vyšetření na magnetické rezonanci a počítačové tomografii.

Z každé složky jsem vytřídila vyšetření zaměřené na mozek, které jsem spočítala za každý měsíc zvlášť a vyhotovila grafy.

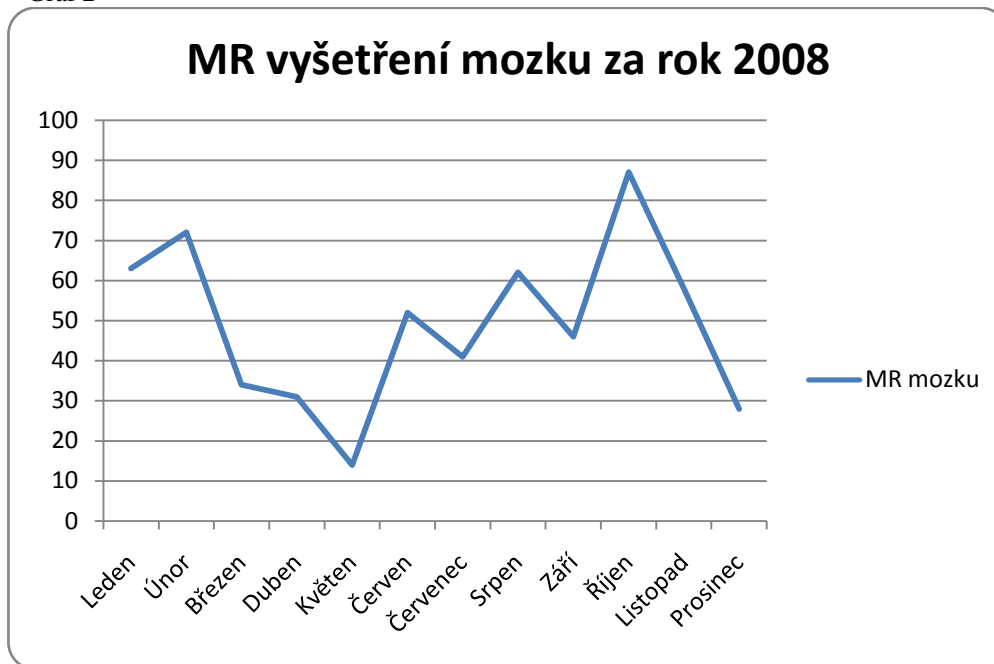
Na grafu 1 je zobrazena křivka, která znázorňuje počet vyšetření mozku na CT. Z grafu tedy vyplývá, že každý měsíc je vyšetřeno přibližně 200 pacientů. Nejméně vyšetření mozku bylo provedeno v červnu, kdy bylo vyšetřeno 129 pacientů a naopak největší počet vyšetření mozku bylo provedeno v prosinci. V prosinci vyšetření podstoupilo 257 lidí.

Graf 1



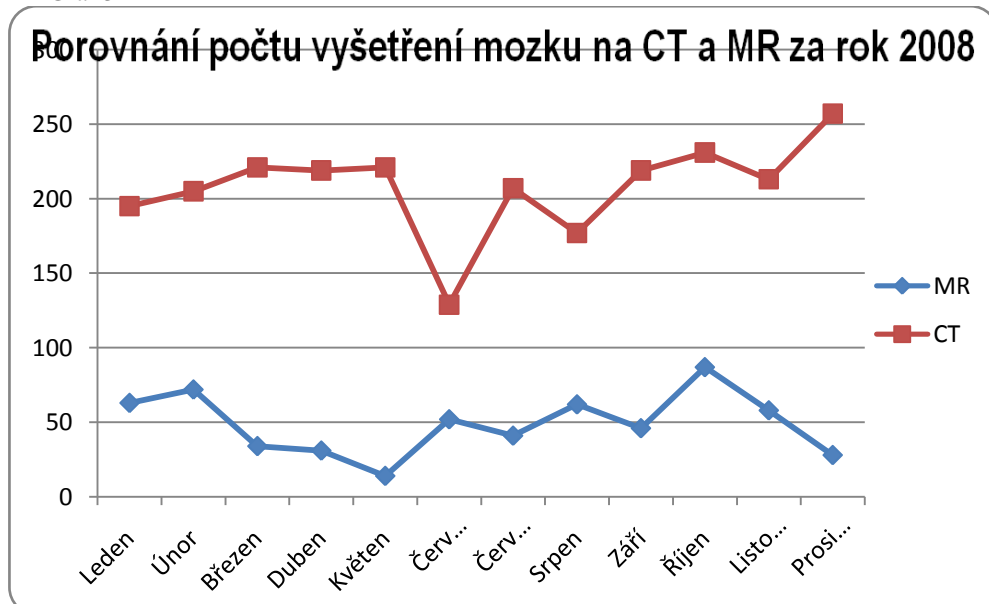
Na grafu 2 křivka znázorňuje počet vyšetření mozku magnetickou rezonancí. Z grafu vyplývá přibližný počet vyšetřených pacientů za měsíc, kterých je asi 50. Nejvíce křivka propadá v měsíci květnu, kdy bylo provedeno 14 vyšetření mozku. Naopak největší výstup křivka dosahuje v měsíci říjnu. V říjnu bylo vyšetřeno 87 lidí

Graf 2



Graf 3 zobrazuje vzájemné porovnání vyšetření mozku provedených jak na CT, tak na MR. Celkově z grafu plyne, že mnohem častější je vyšetření mozku počítačovou tomografií. Předpokládám, že za toto tvrzení mohou hlavně traumata hlavy (rychlost vyšetření). Zatím co na magnetické rezonanci se spíše vyšetřují ostatní indikace.

Graf 3



Seznam použité literatury:

1. ČERNOCH, Zdeněk, et al. *Neuroradiologie*. 1. vyd. Hradec Králové : Nucleus HK, 2000. 588 s. ISBN 80-901753-9-2.
2. ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 3*. 2. upravené a doplněné vyd. Praha : Grada Publishing, 2004. 692 s. ISBN 80-247-1132-X.
3. CHUDÁČEK, Zdeněk. *Radiodiagnostika : 1. část*. 1. vyd. Brno : Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1995. 293 s. ISBN 80-7013-114-4.
4. NEKULA, Josef. *Radiologie*. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci; 2003. 205s. ISBN 80-244-0672-1.
5. ORT, Jaroslav, STRNAD, Sláva. *Radiodiagnostika II.část : Radiodiagnostika kostí - projekční část*. Brno : Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1997. 124 s. ISBN 80-7013-240-X.
6. SEIDL, Zdeněk, VANĚČKOVÁ, Manuela. *Magnetická rezonance hlavy, mozku a páteře*. Martin Tarant. 1. vyd. Praha : Grada Publishing, 2007. 324 s., 4 barevné strany. ISBN 978-80-247-1106-5.
7. VÁLEK, Vlastimil, et al. *Moderní diagnostické metody : 2. díl Výpočetní tomografie*. 1. vyd. Brno : Idvpz, 1998. 84 s. ISBN 80-7013-294-9.
8. VYHNÁNEK, Luboš, et al. *Radiodiagnostika : kapitoly z klinické praxe*. 1. vyd. Praha : Grada Publishing, 1998. 486 s. ISBN 80-7169-240-9.
9. Výpočetní tomografie\CT protokoly\CT kurz - protokoly CT\CD-ELI\KAP07.HTM
10. <http://astronuklfyzika.cz/RadiacniOchrana.htm>
11. http://www.nemlib.cz/web/index.php?menu=1_33_39 (3.12.2008)
12. http://www.nemlib.cz/web/index.php?menu=1_33_39_80_48 (3.12.2008)
13. www.csfm.cz
14. www.srla.cz
15. www.sujb.cz/c_id=701 (3.1.2009)
16. www.sujb.cz/docs/atomovy_zakon_IV.pdf. (3.1.2009)

Použité zkratky

a. - arteria

aa. - arteria

AG – angiografie

ALARA – as low as reasonably achievable

apod. – a podobně

atd. – a tak dále

AV – arteriovenózní

CA – celková anestézie

CD – compact disk

CE MRA – contrast enhanced MR angiografie

cm – centimetr

CMP – cévní mozková příhoda

CNS – centrální nervová soustava

CT – počítačová tomografie

CTA – CT angiografie

DSA – digitální subtrakční angiografie

dx – dexter

FLAIR – Fluid Attenuated Inversion Recovery

FOV – field of view

FSE – fast spin echo

hod. – hodina

HRCT – high resolution CT

HU – Hounsfieldovy jednotky

i.v. – intravenózně

IR – inversion recovery

IZ – ionizující záření

Kč – koruna česká, měna

KL – kontrastní látka

kV – kilovolt

KZM – klinika zobrazovacích metod

mA – miliampér

ml – mililitr

MR – magnetická rezonance

MRA – magnetická rezonanční angiografie

ms – milisekunda

mSv – milisievert

p.o. – per os

PA – posterior – anterior, předo-zadní

PC – phase contrast

PD – protondenzitní

př. – příklad

RF – radiofarmakum

RTG – rentgenové, rentgen

s - sekunda

SE – spin echo

sin – sinister

STIR – Short Tau Inversion Recovery

SÚJB – Státní úřad pro jadernou bezpečnost

T1W – T1 vážený obraz

T2W – T2 vážený obraz

TE – time echo

tj. – to jest

TOF – time of flight

TR – time repetition

TSE – turbo spin - echo

tzv. – tak zvané

UZ – ultrazvukové vyšetření

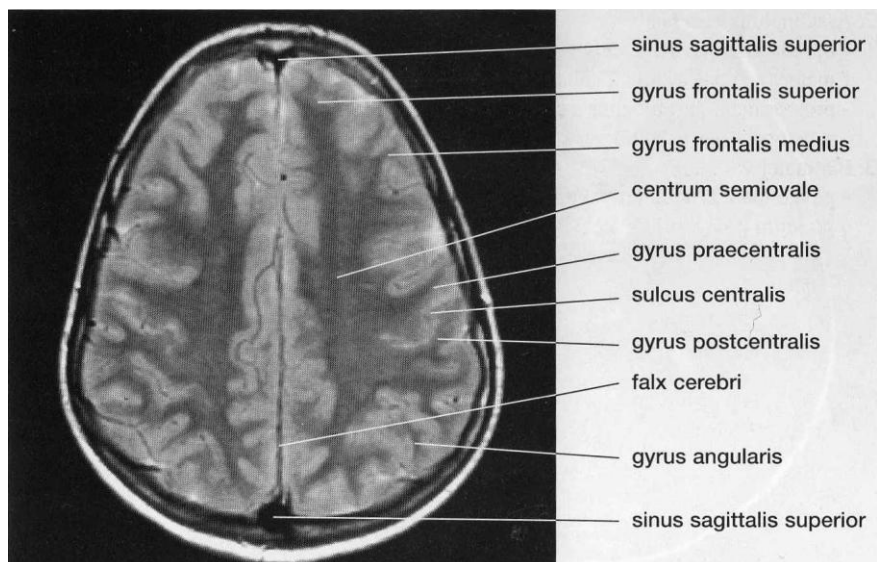
v. – vena

v.o. – vážený obraz

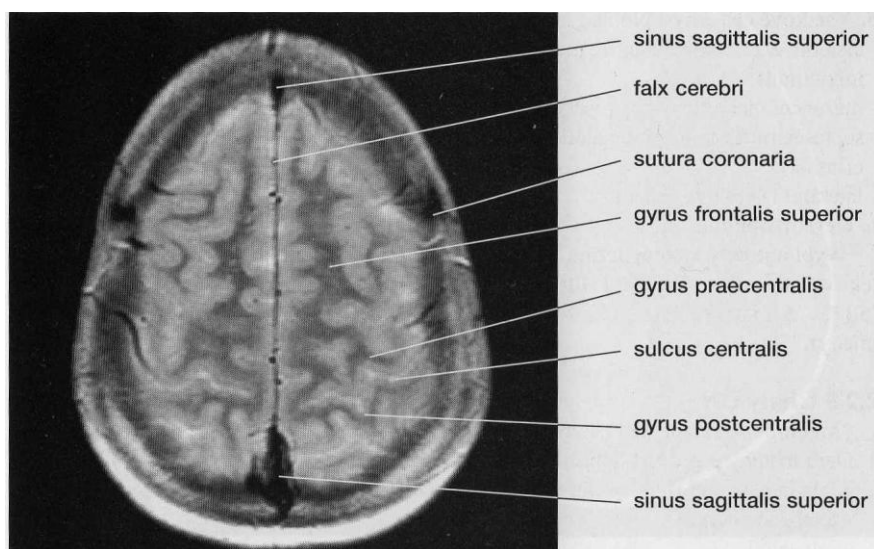
Klíčová slova

Mozek, radiologický asistent, výpočetní tomografie, magnetická rezonance, pacient, radiační ochrana, vyšetření, indikace, kontraindikace.

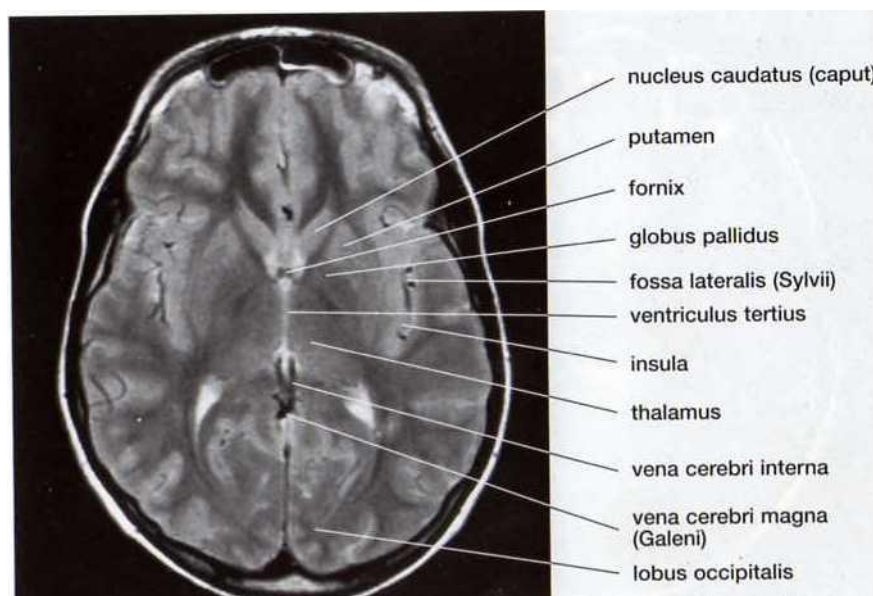
Přílohy:



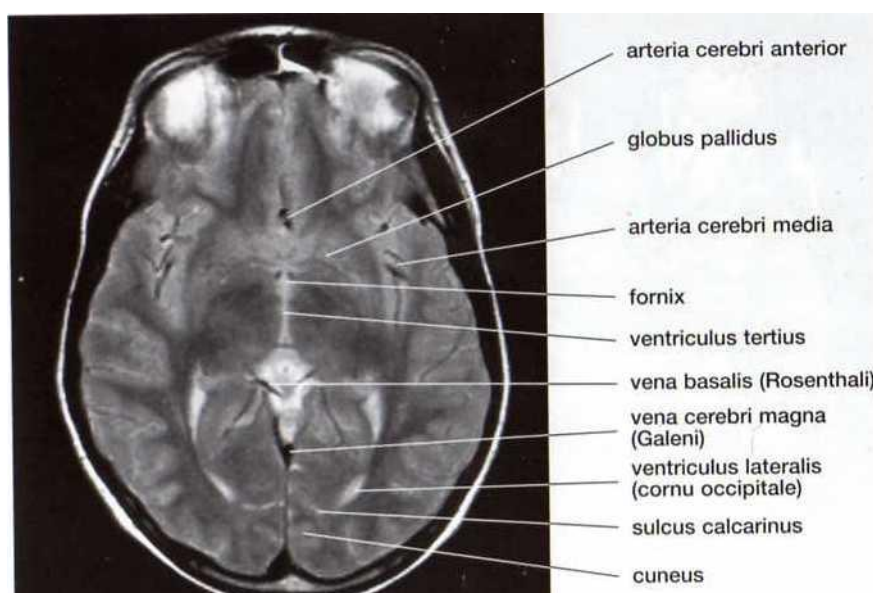
Obrázek č. 1 „MR Axiální T2 obraz“^[1]



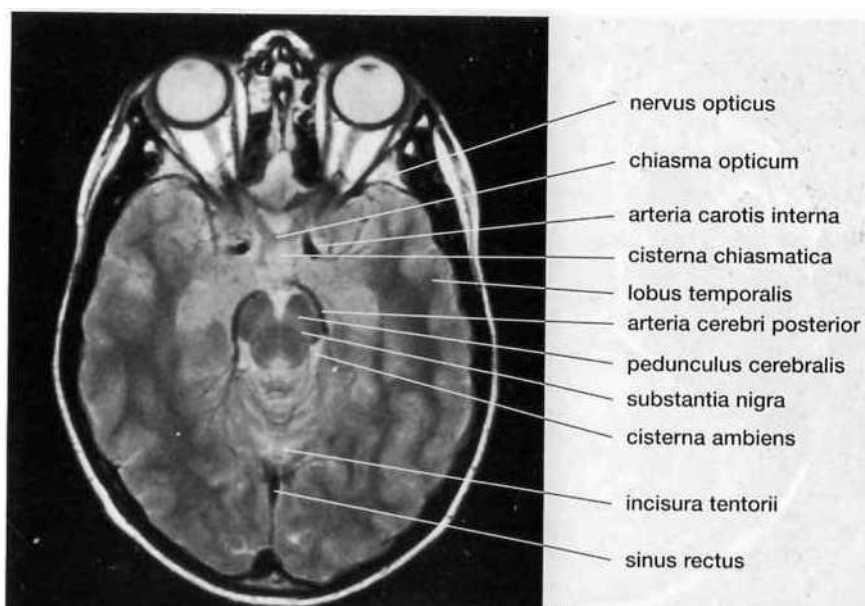
Obrázek č. 2 „MR Axiální T2 obraz“^[1]



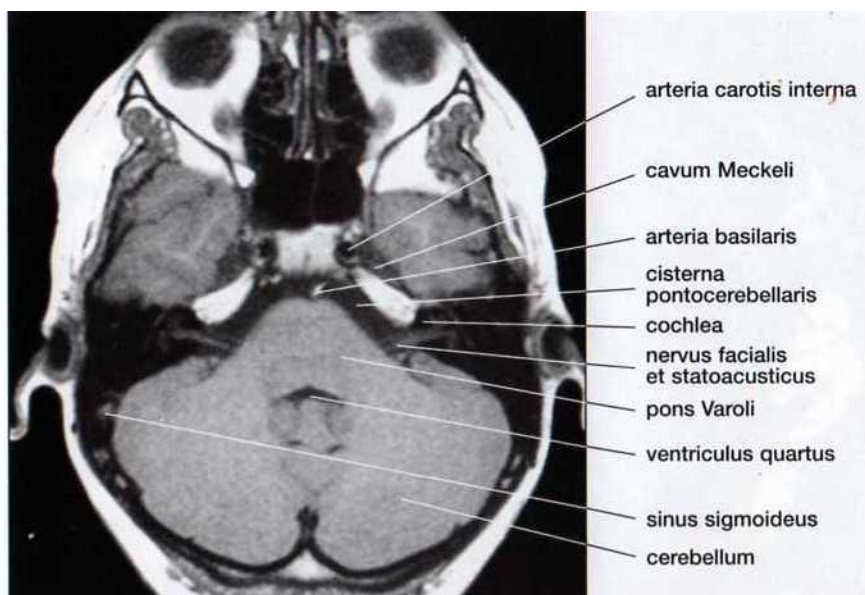
Obrázek č. 3 „MR Axiální T2 obraz“^[1]



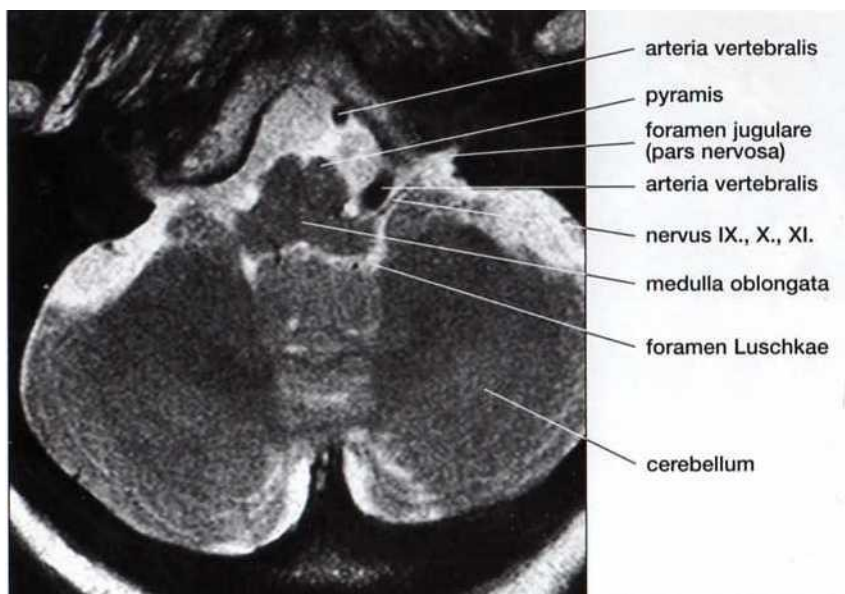
Obrázek č. 4 „MR Axiální T2 obraz“^[1]



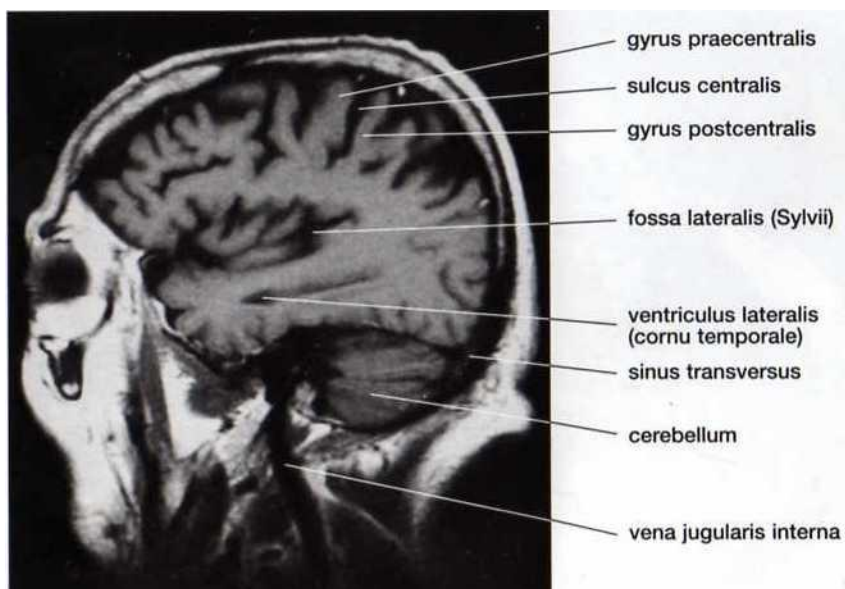
Obrázek č. 5 „MR Axiální T2 obraz“^[1]



Obrázek č. 6 „MR Axiální T1 obraz“^[1]



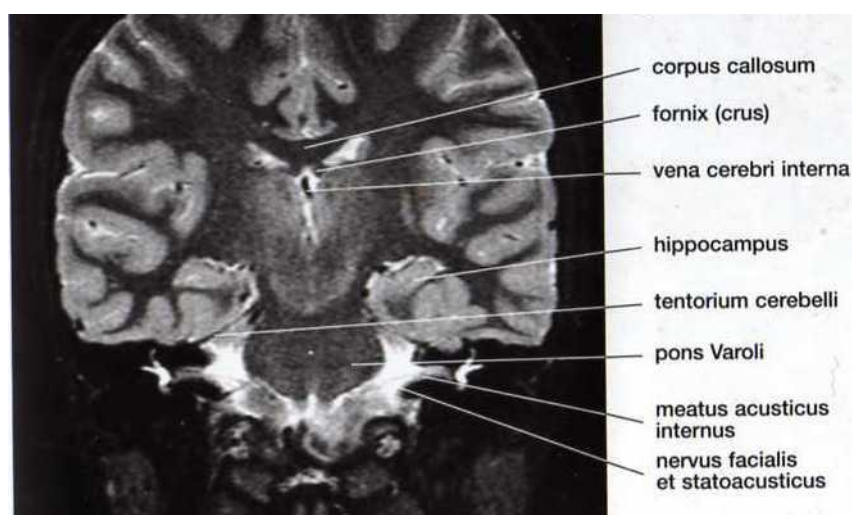
Obrázek č. 7 „MR Axiální T2 obraz“^[1]



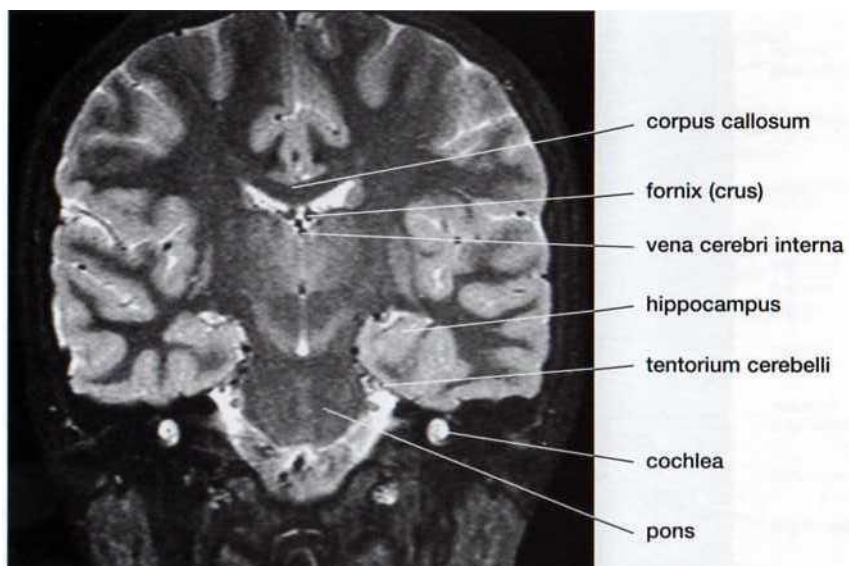
Obrázek č. 8 „MR Sagitální T1 obraz“^[1]



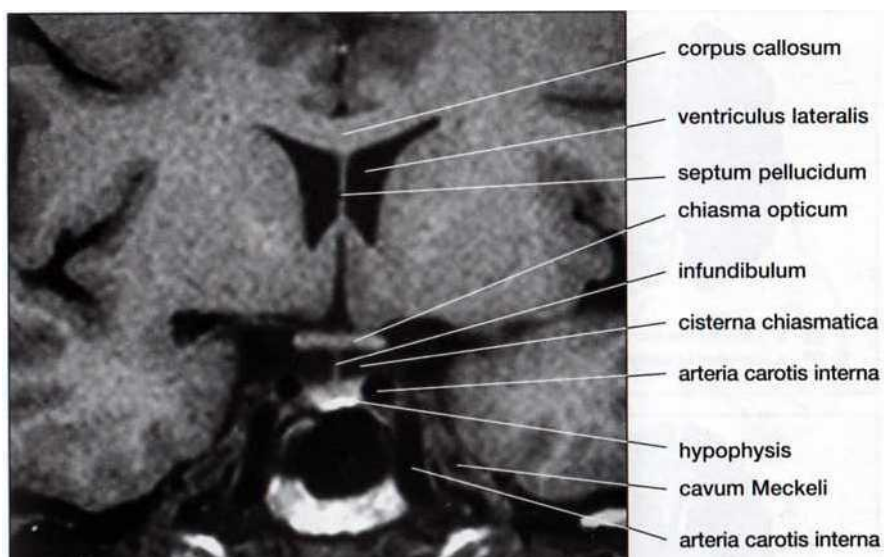
Obrázek č. 9 „MR Sagitální T1 obraz“^[1]



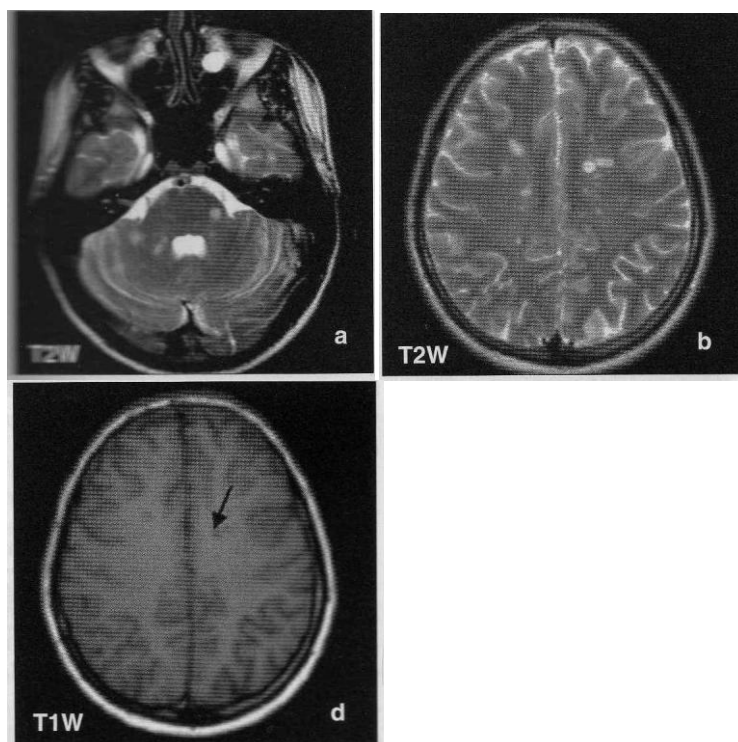
Obrázek č. 10 „MR Koronární T2 obraz“^[1]



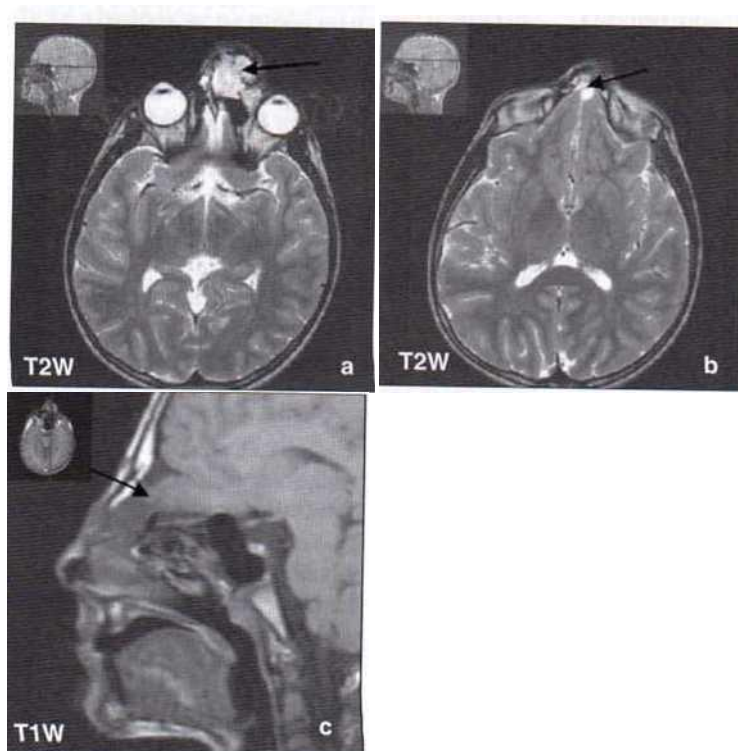
Obrázek č. 11 „MR Koronární T2 obraz“^[1]



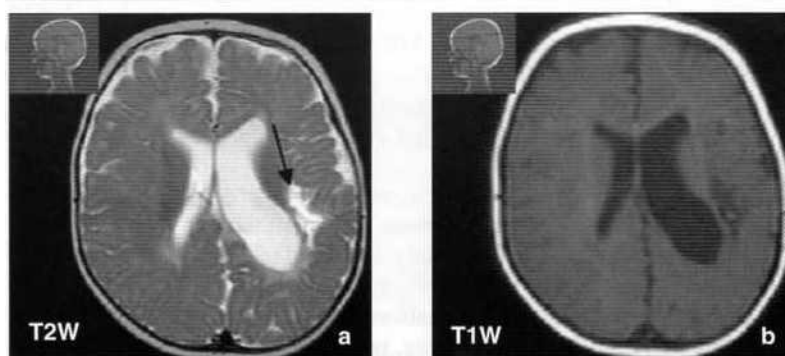
Obrázek č. 12 „MR Koronární T1 obraz“^[1]



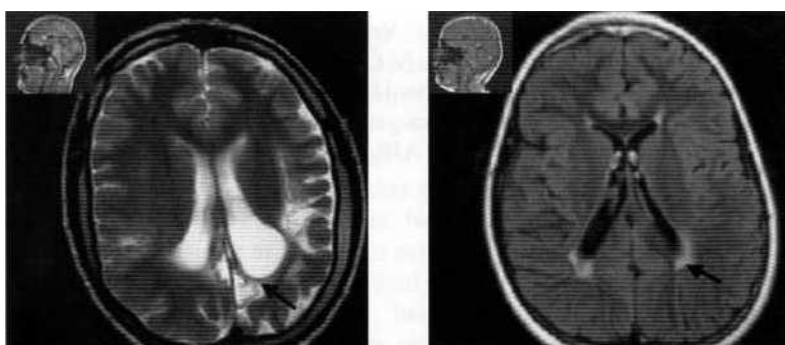
Obrázek č. 13 a,b,c MR „**Roztroušená skleróza mozkomíšní**, ložiska zvýšeného signálu v T2W obraze supra i infratentoriálně, některá ložiska mají korelát sníženého signálu v T1W obraze (šipka).“^[6]



Obrázek č. 14 a,b,c MR „**Frontoetmoidální encefalomeningokéla**“^[6]



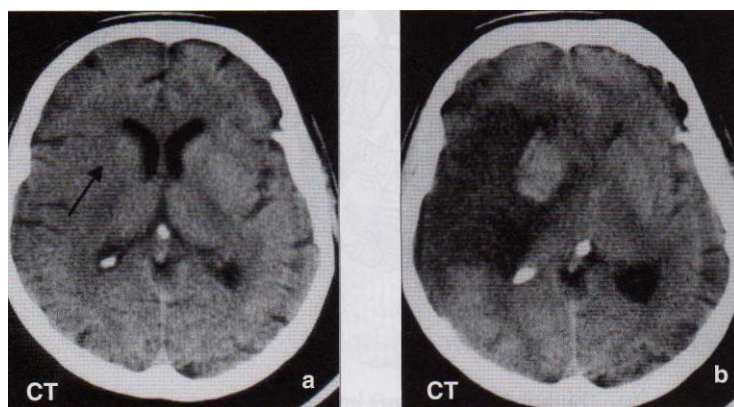
Obrázek č. 15 a,b MR „*Hemiparetická forma DMO, porencefalie a rozšíření postranní komory*“^[6]



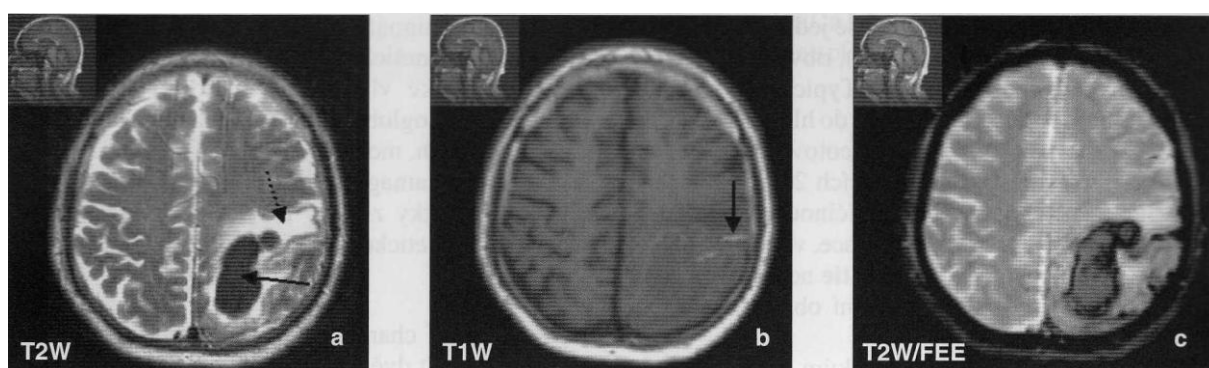
Obrázek č. 16 a,b MR „*Diparetická forma DMO s rozšířením parietooccipitální části postranních komor*“^[6]



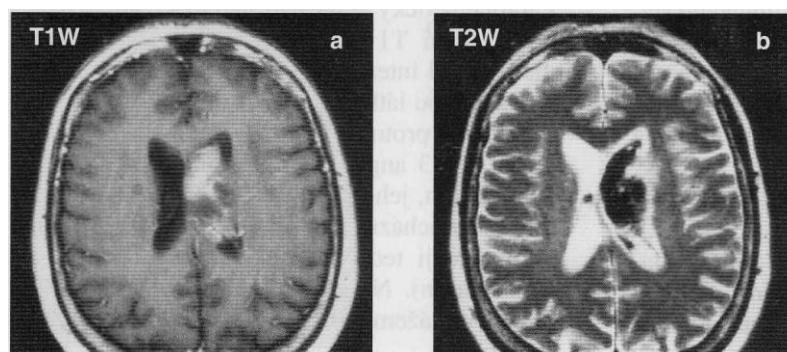
Obrázek č. 17 a,b,c MR „*Parkinsonova choroba, celková mozková atrofie, atrofie pars compacta substantia nigra*“^[6]



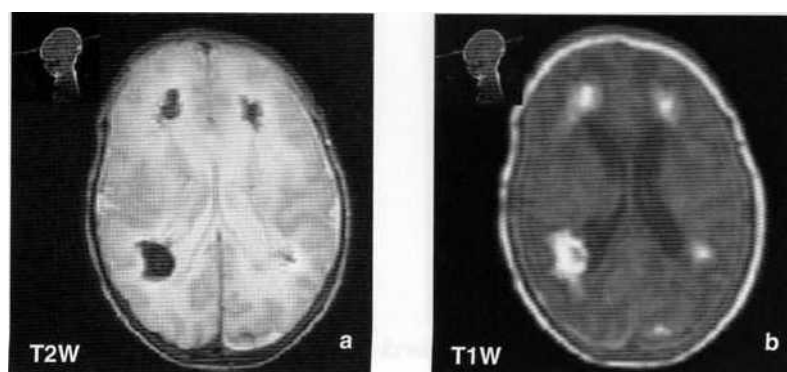
Obrázek č. 18 a,b CT „*Včasně příznaky ischemie, setřelá struktura bazálních ganglií, ztráta diferenciace šedé a bílé hmoty v kortikosubkortikální oblasti.*“^[6]



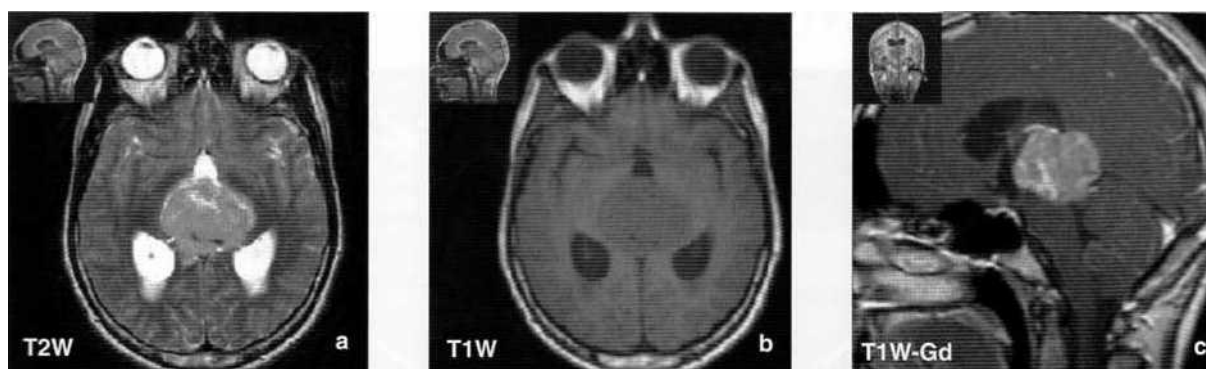
Obrázek č. 19 a,b,c MR „*Akutní stadium krvácení*“^[6]



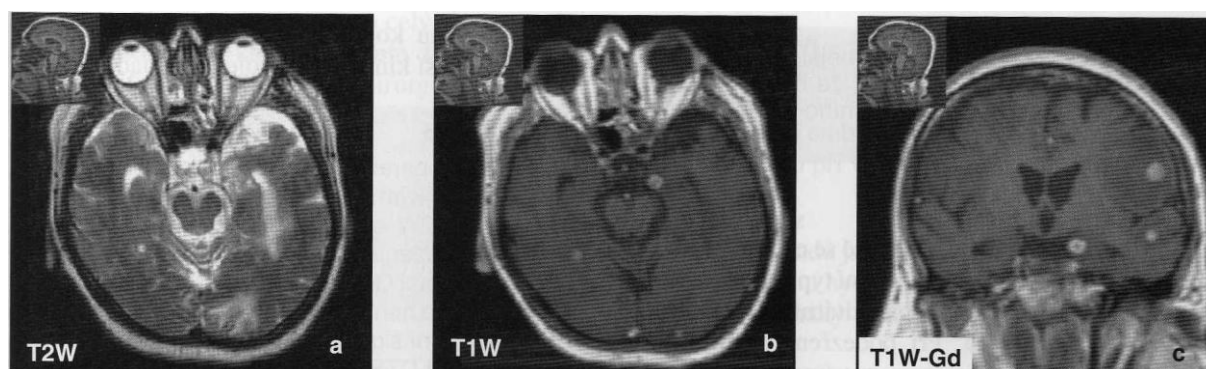
Obrázek č. 20 a,b MR „*Subakutní stadium krvácení*“^[6]



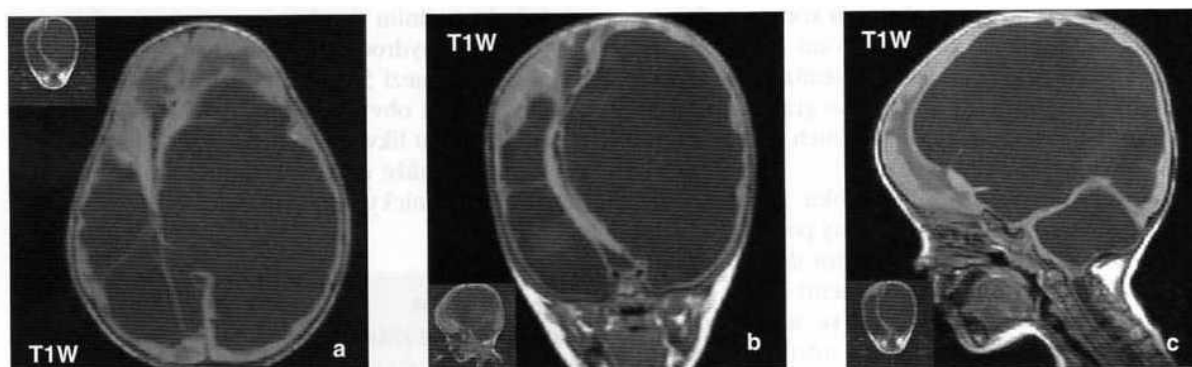
Obrázek č. 21 a,b MR „*Krvácení u novorozence do germinalní matrix*“^[6]



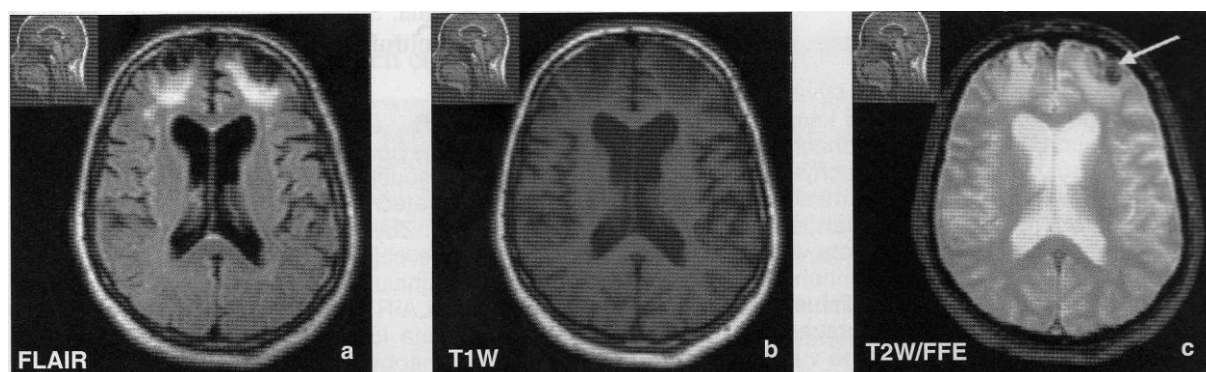
Obrázek č. 22 a,b,c MR „*Germinom v oblasti glandula pinealis se známkami obstrukce likvorových cest*“^[6]



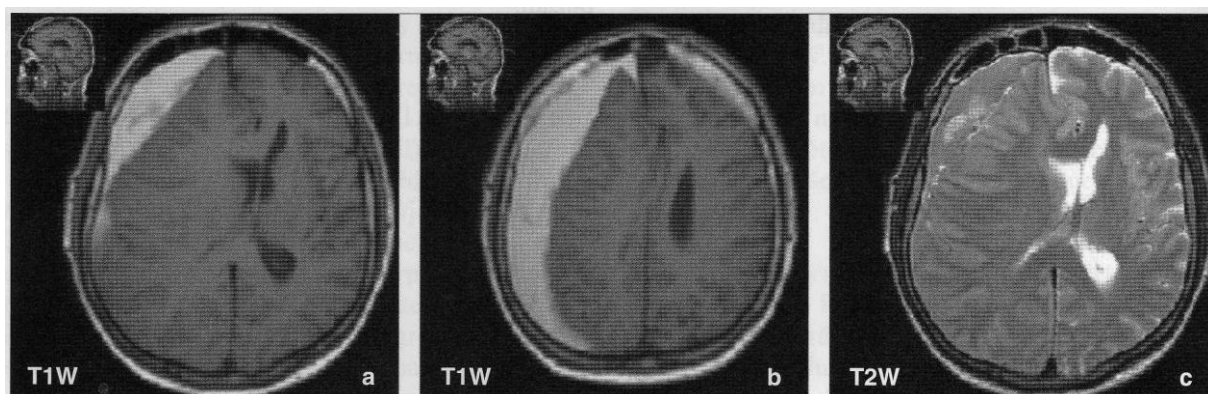
Obrázek č. 23 a,b,c MR „*Mnohočetné metastázy bronchogenního karcinomu*“^[6]



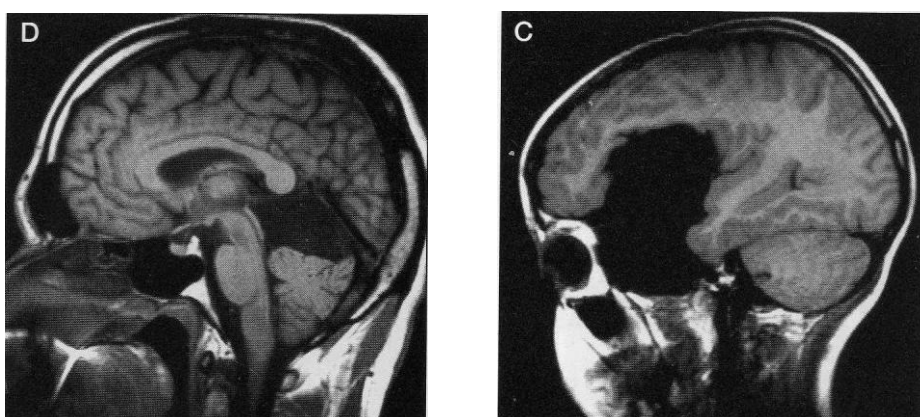
Obrázek č. 24 a,b,c MR „*Extrémní hydrocefalus po proběhlé ventrikulitidě*“^[6]



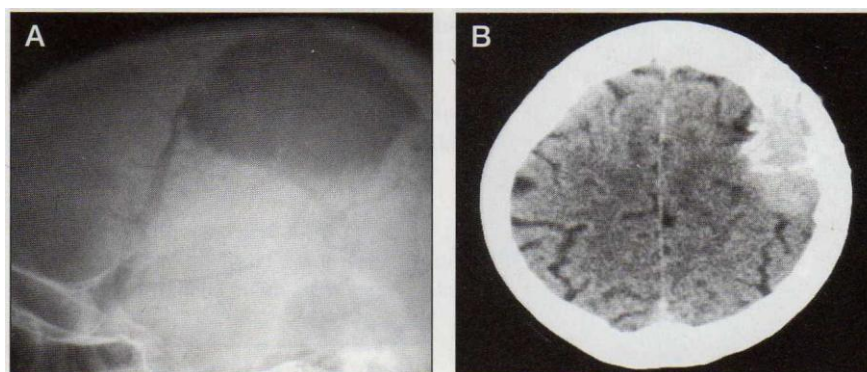
Obrázek č. 25 a,b,c MR „*Kontuze frontálně na obou stranách, vlevo s větší přítomností krve*“^[6]



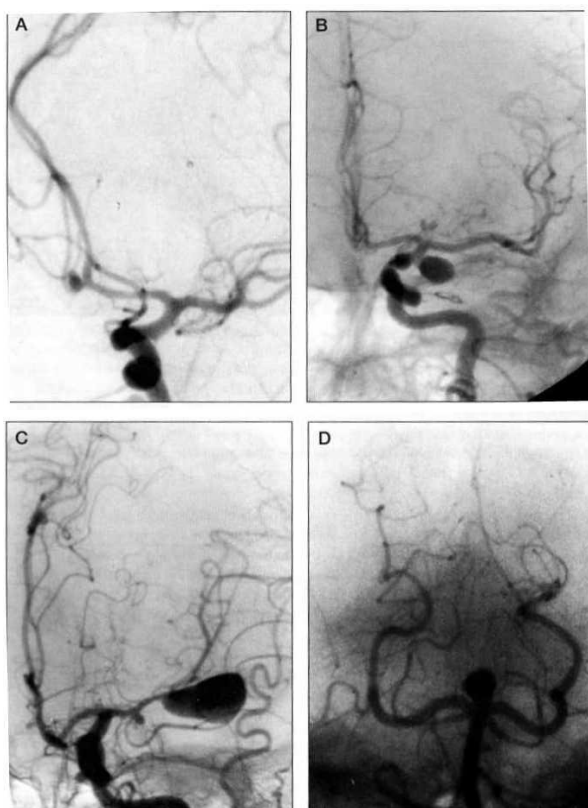
Obrázek č. 26 a,b,c MR „Subakutní až chronický subdurální hematóm vpravo, přetlačení středěčárových struktur doleva, počínající známky subfalxiální herniace“^[6]



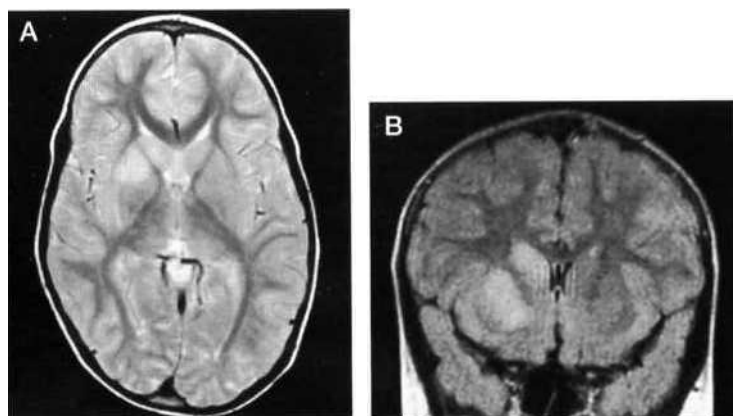
Obrázek č. 27 d,c „Charakteristické nálezy arachnoidálních cyst v CT a MR obrazech“^[1]



Obrázek č. 28 a,b „A. Solitární metastáza Grawitzova tumoru s nepravidelně ohraničeným velkým defektem v parietální kosti. B. Na CT je vidět prorůstání tumoru intrakraniálně.“^[1]



Obrázek č. 29 a,b,c,d „*Vakovitá aneurysmata v nejčastějších lokalizacích: A.a.communicans anterior, B.a. communicans posterior, C.a. cerebri media, D.a. basilaris*“^[1]



Obrázek č. 30 a,b „*B. MR T2 obraz a FLAIR. Akutní klíšťová encefalitida. A,B. Vpravo nucleus caudatus a putamen je hyperintenzní ložisko zánětlivé etiologie bez edému.*“^[1]



„Přístroj CT“ Vyfoceno na dospělé části KZM ve Fakultní nemocnici Motol



„Držák používaný při vyšetření hlavy na CT“ Vyfoceno na dospělé části KZM ve Fakultní nemocnici Motol



„Cívka používaná při vyšetření hlavy na MR“ Vyfoceno na dospělé části KZM ve Fakultní nemocnici Motol



„Přístroj MR“ Vyfoceno na dospělé části KZM ve Fakultní nemocnici Motol

