

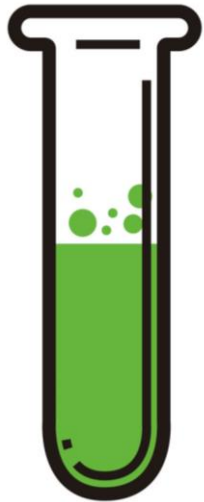
# Pomocné vyšetřovací metody v neurologii.

MUDr. Jan Kočica a MUDr. Jan Kolčava, Ph.D.

Z této online verze prezentace byly odstraněny obrázky, na které autoři nemají právo nebo nejsou volně přístupné.

# Základní rozdělení

- Pomocné vyšetřovací metody nám umožňují **zpřesnit a zrychlit diagnostický proces** i léčebný proces.



**LABORATORNÍ  
METODY**



**ELEKTROFYZIOLOGICKÉ  
METODY**



**RADIODIAGNOSTICKÉ  
METODY**

# Základní rozdělení



## LABORATORNÍ METODY

Stanovení analytických hodnot (biochemie, krevní obraz, likvorologie)



## ELEKTROFYZIOLOGICKÉ METODY

Zachycení biopotenciálů (EEG, EMG, EKG, atp.)



## RADIODIAGNOSTICKÉ METODY

Zobrazení anatomických ale i funkčních poměrů (MRI, CT, PET, atp.)

# Pomocné vyšetřovací metody v neurologii

Vyšetření mozkomíšního moku, lumbální punkce.

Elektroencefalografie.

Základy ultrasonografie v neurologii.

Elektromyografie.

Evokované potenciály.

Základy neuroradiologie: skiografie, počítačová tomografie, angiografie, magnetická rezonance, pozitronová emisní tomografie.

# Pomocné vyšetřovací metody v neurologii

Vyšetření mozkomíšního moku, lumbální punkce.

Elektroencefalografie.

Základy ultrasonografie v neurologii.

Elektromyografie.

Evokované potenciály.

Základy neuroradiologie: skiografie, počítačová tomografie, angiografie, magnetická rezonance, pozitronová emisní tomografie.

# Mozkomíšní mok (likvor; cerebrospinal fluid)

- **Čirá, bezbarvá tekutina.** Má totožné kvalitativní, ale odlišné kvantitativní složení ve srovnání s plazmou.
- Vznik mozkomíšního moku se uskutečňuje **aktivní sekrecí buňkami plexus choroideus** a ependymu jednotlivých mozkových komor (50 –70 %). Další podíl je vytvářen ultrafiltrací krevní plazmy choroidálními kapilárami.
- Objem likvoru u dospělého jedince činí asi **120 –180 ml**.
- Likvor se nachází intracerebrálně (20 %) v oblasti dvou postranních komor, třetí a čtvrté komory a spojů mezi komorami, a extracerebrálně (subarachnoidálně) (80 %) v prostoru mezi pia mater a arachnoideou na povrchu mozku a míchy.
- **Funkce:**
  - mechanická
  - homeostatická
  - metabolická
  - imunitní

# Vyšetření mozkomíšního moku, lumbální punkce.

- Cytologická (typy buněk), biochemická (např. bílkovina, laktát, glykémie), bakteriologická (tzv. sérologie) a imunologická analýza mozkomíšního moku (synonymum: likvor, anglicky cerebrospinal fluid - CSF) je **významnou součástí neurologické diagnostiky**.
- Odběr mozkomíšního moku se v naprosté většině případů provádí z lumbální punkce.

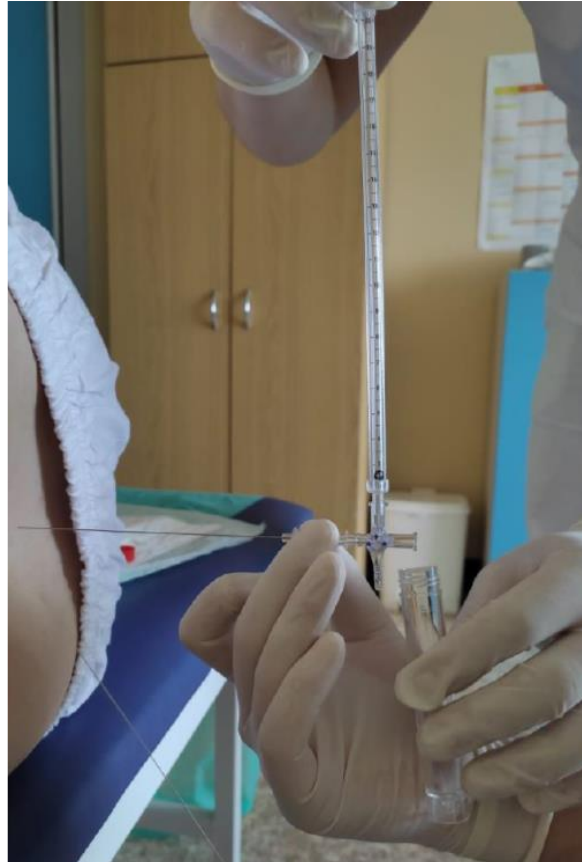


# Indikace vyšetření mozkomíšního moku, lumbální punkce

- **Zánětlivá** onemocnění nervové soustavy:
  - **Infekční** etiologie (meningitidy, encefalitidy, myelitidy, radikulitidy či neuritidy bakteriální, virové, mykotické nebo parazitární etiologie, kde vyšetření CSF umožní stanovit přítomnost zánětu a současně určit jeho původce)
  - **Autoimunitní** (např. roztroušená skleróza, syndrom Guillain-Barré, autoimunitní encefalitidy apod.)
- **Nádorová** postižení nervového systému (primární i metastazující), zejména nádorová infiltrace měkkých plen
- **Subarachnoidální krvácení** s negativním či nejasným CT nálezem
- Některé **demence** (kdy vyšetření přispívá k diferenciální diagnostice)
- Vyšetření výtokového (otvíracího) tlaku likvoru

# Lumbální punkce

- Odběr mozkomíšního moku z **lumbální punkce** (LP) se provádí za sterilních podmínek a to punkční jehlou zavedenou do likvorových prostor pod spojnicí hřebenů kostí kyčelních, tedy na úrovni meziobratlového prostoru L3-4 nebo L4-5 (v závislosti na anatomické variabilitě), každopádně však **pod úroveň obratle L2, tedy v prostoru, kde již není mícha.**
- **V rámci vyšetření tedy nemůže dojít k poškození míchy** (což je častou obavou pacientů před plánovanou lumbální punkcí).



# Lumbální punkce

- V rámci vyšetření je v úvodu možné **změřit tlak likvoru ručičkovým manometrem**, který se propojí se zavedenou punkční jehlou.
- Po případném měření likvorového tlaku následuje vlastní odběr likvoru.
  - Zpravidla **odebíráme 5-10 ml likvoru**.
  - Při odběru hodnotíme jeho **vzhled** (čirý – zakalený – hemorrhagický) a vzorky odesíláme k další analýze do laboratoře.



# Postpunkční syndrom.

- Klinické obtíže odpovídají **syndromu nitrolební hypotenze**.
- Jedná se o bolesti hlavy, často spojené s nevolností a zvracením, případně závratí.
- Potíže se typicky objevují při vertikalizaci (ve stoje) a naopak se zmírňují vleže.
- Mohou začít bezprostředně po LP, ale i za 2 týdny. U 90 % nemocných se projeví do 3 dnů (72 hodin).
- V naprosté většině případů jsou jen krátkodobé, u 80 % nemocných obtíže odezní do 5 dnů.

# Lumbální punkce

- V rámci prevence zmíněných komplikací je proto u každého **pacienta PŘED LP NUTNÉ PROVEDENÍ:**
  - Krevních odběrů (koagulace a krevního obrazu, zejména hladiny trombocytů)
  - očního pozadí, nebo lépe strukturálního vyšetření mozku (CT, MR)

# Pomocné vyšetřovací metody v neurologii

Vyšetření mozkomíšního moku, lumbální punkce.

**Elektroencefalografie.**

Základy ultrasonografie v neurologii.

Elektromyografie.

Evokované potenciály.

Základy neuroradiologie: skiografie, počítačová tomografie, angiografie, magnetická rezonance, pozitronová emisní tomografie.

# Elektroencefalografie (EEG)

- Pomocná funkční elektrofyziologická vyšetřovací metoda, jenž umožňuje **snímat bioelektrické potenciály, které neustále vznikají mozkovou činností**. Hodnotí tedy elektrickou aktivitu mozku. EEG je možné snímat neinvazivně bez porušení kožního krytu (skalповé EEG), či invazivně.
- EEG se většinou provádí jako ambulantní vyšetření.
- Pacientovi je na hlavu nasazena speciální čepice s elektrodami, na které bylo předtím naneseno malé množství vodivého gelu.

# Elektroencefalografie (EEG)

- Vyšetření probíhá vleže na lůžku, pacient relaxuje a má zavřené oči. Celé vyšetření trvá asi 30 minut. Během vyšetření je pacient vyzván, aby krátce otevřel a poté zase zavřel oči, dále jsou provedeny tzv. aktivační metody. Tyto metody mohou zvýraznit nespecifickou i epileptiformní abnormitu v EEG a patří k nim:
  - Fotostimulace pomocí záblesků světla ideálně pomocí lampy s kruhovým reflektorem
  - Hyperventilace (zrychlené a prohloubené dýchání) nosem a ústy - záznam EEG po spánkové deprivaci (po probdělé noci), což však není součástí rutinního EEG vyšetření



# FYZIOLOGICKÉ EEG

- V bdělém klidovém záznamu u dospělého zdravého člověka se zavřenýma očima registrujeme nad zadními kvadranty (tedy zejména okcipitálně - nad kůrou týlního laloku) **alfa aktivitu**.
- Nad čelními kvadranty je pak patrná nízkovoltážní (s nízkou amplitudou) beta aktivita, směrem ke spánkovým lalokům pak s malou příměsí nízkovoltážní nerytmické theta aktivity.
- Aktivita pozadí je symetrická a lze odlišit jednotlivé oblasti, např. čelní od týlní.
- Otevřením očí dochází k potlačení alfa aktivity, jejich zavřením k jejímu opětovnému obnovení.

# ABNORMITA V EEG

- V EEG obecně rozeznáváme tři základní typy abnormit, které se mohou v každém konkrétním EEG grafu vyskytovat jednotlivě či se mohou vzájemně kombinovat (prolínat).
- **Jedná se o:**
  - 1. **Abnormity pozadí** (zpomalení, asymetrie, potlačení – oploštění až vymizení)
  - 2. **Abnormity pomalé** (theta, delta) a to regionální či generalizované
  - 3. **Abnormity epileptiformní:** o hroty (v trvání < 80 ms) o ostré vlny (trvání 80-200 ms) o jejich kombinace do komplexů SWC (hrot-vlna) či PSWC (mnohočetný hrot-vlna) atd.
- Tyto abnormity mohou být regionální či generalizované.

# VYUŽITÍ EEG V BĚŽNÉ KLINICKÉ PRAXI

- Více než **10 % zdravých osob** má **nespecifickou abnormitu** v EEG a přibližně kolem 1 % zdravých osob má epileptiformní abnormitu v EEG, aniž by kdy měli epileptické záchvaty.
- EEG vzorce jsou různě těsně či volně spojeny s onemocněním centrálního nervového systému.
- Hlavní indikací provedení EEG je **klinické podezření na epileptické onemocnění jako nedílná součást diagnostického procesu**.
- Okolo 70 % indikací k EEG vyšetření se týká právě epileptologické problematiky.
- Pravděpodobnost, že se během rutinního EEG zachytí záchvat, **je velmi malá**.
- Rutinní EEG tedy spoléhá na hodnocení nepřímých známek, a proto může pro diagnózu poskytnout nejvýše důležitou podpůrnou informaci, zřídka však nezvratný důkaz.

# Pomocné vyšetřovací metody v neurologii

Vyšetření mozkomíšního moku, lumbální punkce.

Elektroencefalografie.

**Základy ultrasonografie v neurologii.**

Elektromyografie.

Evokované potenciály.

Základy neuroradiologie: skiografie, počítačová tomografie, angiografie, magnetická rezonance, pozitronová emisní tomografie.

# Základy ultrasonografie v neurologii.

- Vyšetření ultrazvukem patří mezi **moderní, neinvazivní diagnostické metody**, využívané v neurologii především v diagnostice cévních onemocnění mozku a u novorozenců a kojenců také k diagnostice a sledování vývoje různých patologických nitrolebních procesů.

- Vyšetření nevyžaduje žádnou přípravu, probíhá vleže na zádech a trvá asi 20 minut (v závislosti na závažnosti nálezu a zobrazitelnosti tkání).
- Ultrazvuková sonda je přikládána na krk do oblasti nad přívodné mozkové tepny a/nebo při transkraniálním vyšetření na místa na hlavě, kde je kost nejtenčí a odkud ultrazvuk nejlépe proniká do nitrolebí (tzv. akustická okna - transtemporální, transorbitální, subokcipitální a submandibulární).
- Vyšetření je nebolestivé, pacienti mohou cítit pouze mírný tlak sondy na krku nebo v jiném místě vyšetření (na spánku).
- Mezi výhody ultrazvukového vyšetření patří zejména bezpečnost, neinvazivnost, opakovaná proveditelnost.

# Základy ultrasonografie v neurologii.

- UZ se nejčastěji využívá pro hodnocení výskytu zúžení či uzávěrů na sledovaných mozkových tepnách, vznikajících obvykle na podkladě jejich aterosklerotického postižení.
- Významným přínosem je také možnost hodnocení vazospazmů u pacientů se subarachnoidálním krvácením.
- V dalších indikacích má UZ v dospělosti význam spíše pomocný, v novorozeneckém a časném kojeneckém období se však jedná o velmi důležitou diagnostickou metodu, umožňující hodnocení řady patologických nitrolebních procesů.

# Pomocné vyšetřovací metody v neurologii

Vyšetření mozkomíšního moku, lumbální punkce.

Elektroencefalografie.

Základy ultrasonografie v neurologii.

**Elektromyografie.**

Evokované potenciály.

Základy neuroradiologie: skiografie, počítačová tomografie, angiografie, magnetická rezonance, pozitronová emisní tomografie.



# Elektromyografie

- Elektromyografie (EMG) je souhrnný název pro skupinu metod, využívaných v diagnostice onemocnění:
  - periferních nervů
  - svalů
  - nervosvalového přenosu
  - motorických neuronů
- Vyšetření je nejčastěji prováděno za účelem diagnostiky syndromu karpálního tunelu a dalších postižení periferních nervů a/nebo pletení, kořenových syndromů (krčních či bederních), polyneuropatií, svalových onemocnění a amyotrofické laterální sklerózy.
- Vyšetření se skládá ze dvou základních částí:
  - 1. kondukčních studií periferních nervů
  - 2. jehlové EMG

# Elektromyografie

- V rámci KONDUKČNÍCH STUDIÍ jsou periferní nervy stimulovány elektrickým proudem nízké intenzity, odpověď na stimulaci je snímána v jiném místě nad průběhem nervu a/nebo nad svalem, který je daným nervem zásobován.
- JEHLOVÁ EMG využívá tenkou jehlovou elektrodu, která (po vpichu do vyšetřovaného svalu po předchozí desinfekci kožního povrchu) umožní snímat elektrickou aktivitu ve svalu v klidu a při aktivaci .
  - V klidu za fyziologických podmínek ve svalech tzv. elektrické ticho (tedy není patrná žádná elektrická aktivita).
  - U akutních postižení periferních nervů (nebo motoneurických neuronů) je ve svalech přítomna tzv. abnormální spontánní aktivita.
  - Při aktivaci umožní metoda vidět jednotlivé motorické jednotky a hodnotit jejich parametry.

# Pomocné vyšetřovací metody v neurologii

Vyšetření mozkomíšního moku, lumbální punkce.

Elektroencefalografie.

Základy ultrasonografie v neurologii.

Elektromyografie.

**Evokované potenciály.**

Základy neuroradiologie: skiografie, počítačová tomografie, angiografie, magnetická rezonance, pozitronová emisní tomografie.

# Evokované potenciály

- Evokované potenciály (EP) představují skupinu elektrofyziologických metod, využívaných pro hodnocení funkce některých nervových drah (senzitivní, zrakové, sluchové, motorické).
- Termín evokovaný potenciál znamená změnu elektrické aktivity, snímanou v různých částech nervového systému jako odpověď na zevní podnět:
  - sensorický – proto sensorické evokované potenciály
  - zrakové
  - sluchové a/nebo somatosenzorické
  - případně může jít o reakci na stimulaci motorické kůry magnetickými či elektrickými stimuly – odpověď je v tomto případě snímaná ze svalů (motorické evokované potenciály)

# Evokované potenciály

- Evokované potenciály odrážejí aktivitu jednotlivých výše zmíněných drah nervového systému. V klinické praxi jsou proto využívány k potvrzení/vyloučení funkčního postižení těchto nervových drah a to:
  - v rámci diagnostiky některých onemocnění (roztroušená skleróza, onemocnění míchy, nádory – např. v oblasti mosto-mozečkového koutu apod.)
  - při hodnocení obecného funkčního stavu mozku či jeho částí (kortexu či mozkového kmene) v rámci stanovení mozkové smrti či prognózy komatózních stavů
  - při monitoraci pacientů během operačních výkonů k zábraně vzniku případného neurologického postižení při těchto výkonech (pro bližší vysvětlení viz jednotlivé EP)

# Evokované potenciály

- Vyšetření EP je obecně nenáročné, bezpečné a dobře tolerované.
- S výjimkou zrakových evokovaných potenciálů je většina používaných EP nezávislá na spolupráci a soustředění pacienta a lze je tedy využít i u pacientů v bezvědomí či nespolupracujících.
- Nedostatečná svalová relaxace u některých pacientů je však podkladem horší technické kvality záznamu (vzhledem k výskytu četných artefaktů z pohybového systému)

# Pomocné vyšetřovací metody v neurologii

Vyšetření mozkomíšního moku, lumbální punkce.

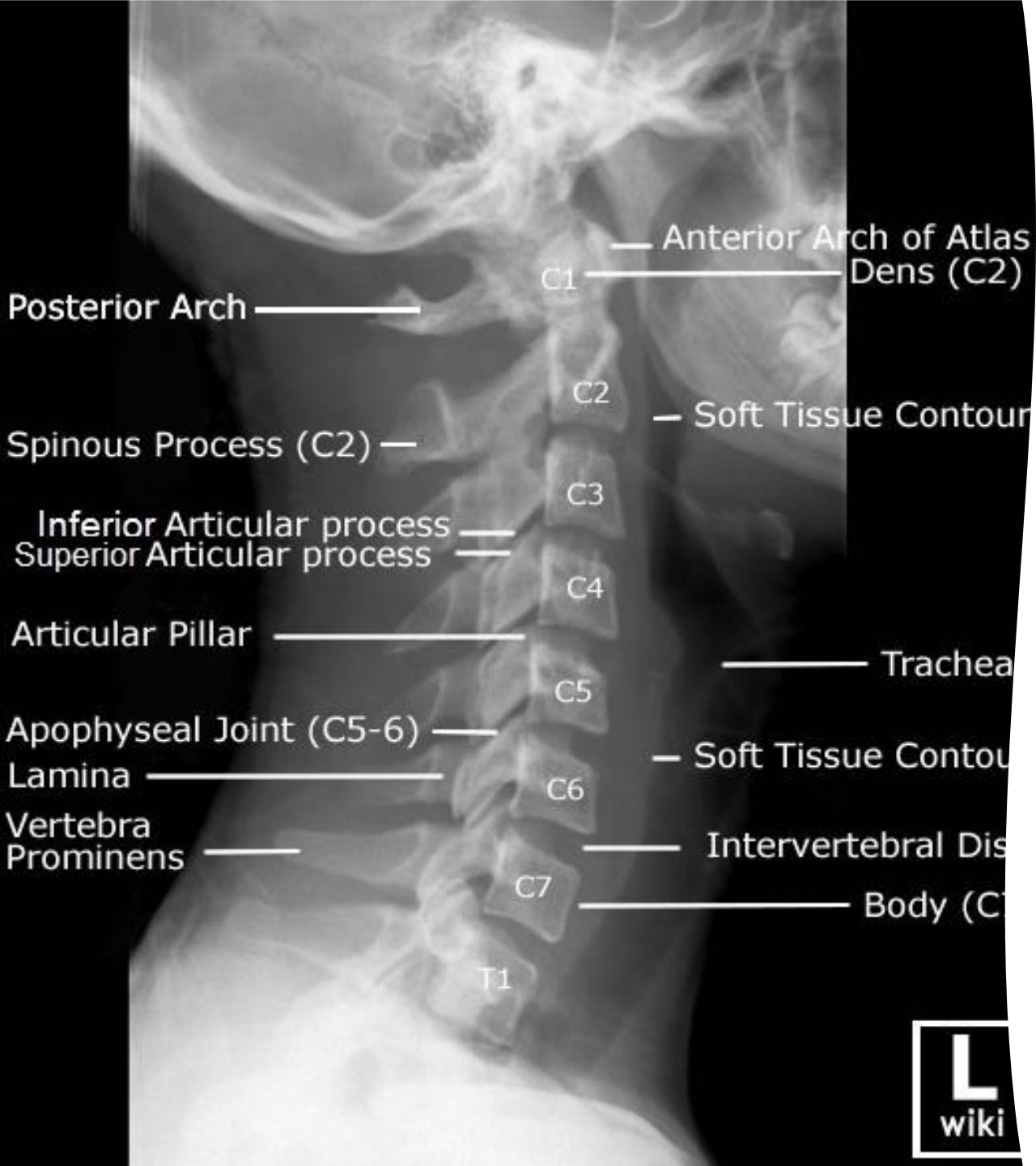
Elektroencefalografie.

Základy ultrasonografie v neurologii.

Elektromyografie.

Evokované potenciály.

**Základy neuroradiologie: skiografie, počítačová tomografie, angiografie, magnetická rezonance, pozitronová emisní tomografie.**



# Skiagrafie

- Skiagrafie je diagnostická zobrazovací metoda využívající rentgenové (RTG) záření.
- Rentgenové záření je elektromagnetické vlnění, jehož energie je dostačující k vyražení elektronu z atomového obalu - tzv. ionizaci. Jedná se tedy tzv. ionizující záření.
- Při průchodu RTG záření objektem (např. lidským tělem) dochází k pohlcení části rentgenových paprsků a to odlišně v různých typech látek či tkání.
- Nejčastěji indikovaným skiagrafickým vyšetřením v neurologii je prostý RTG snímek páteře. Vyšetření ve většině případů prokáže pouze degenerativní změny. Ty ale můžeme od určitého věku téměř s jistotou očekávat prakticky u všech pacientů.
- RTG snímek lbi po traumatu je v dnešní době považován za obsolentní.



# Počítačová tomografie (CT)



- CT neboli počítačová tomografie je radiologická vyšetřovací metoda, která pomocí rentgenového záření umožňuje zobrazení požadované oblasti v sérii řezů.
- Podobně jako při skiografii využíváme rentgenku jako zdroje RTG záření, které po průchodu pacientem dopadá na detektory uložené naproti rentgence.
- Vyšetření lze provádět:
  - nativně (tj. bez podání kontrastní látky)
  - postkontrastně, tedy po aplikaci jodové kontrastní látky

# Počítačová tomografie (CT)

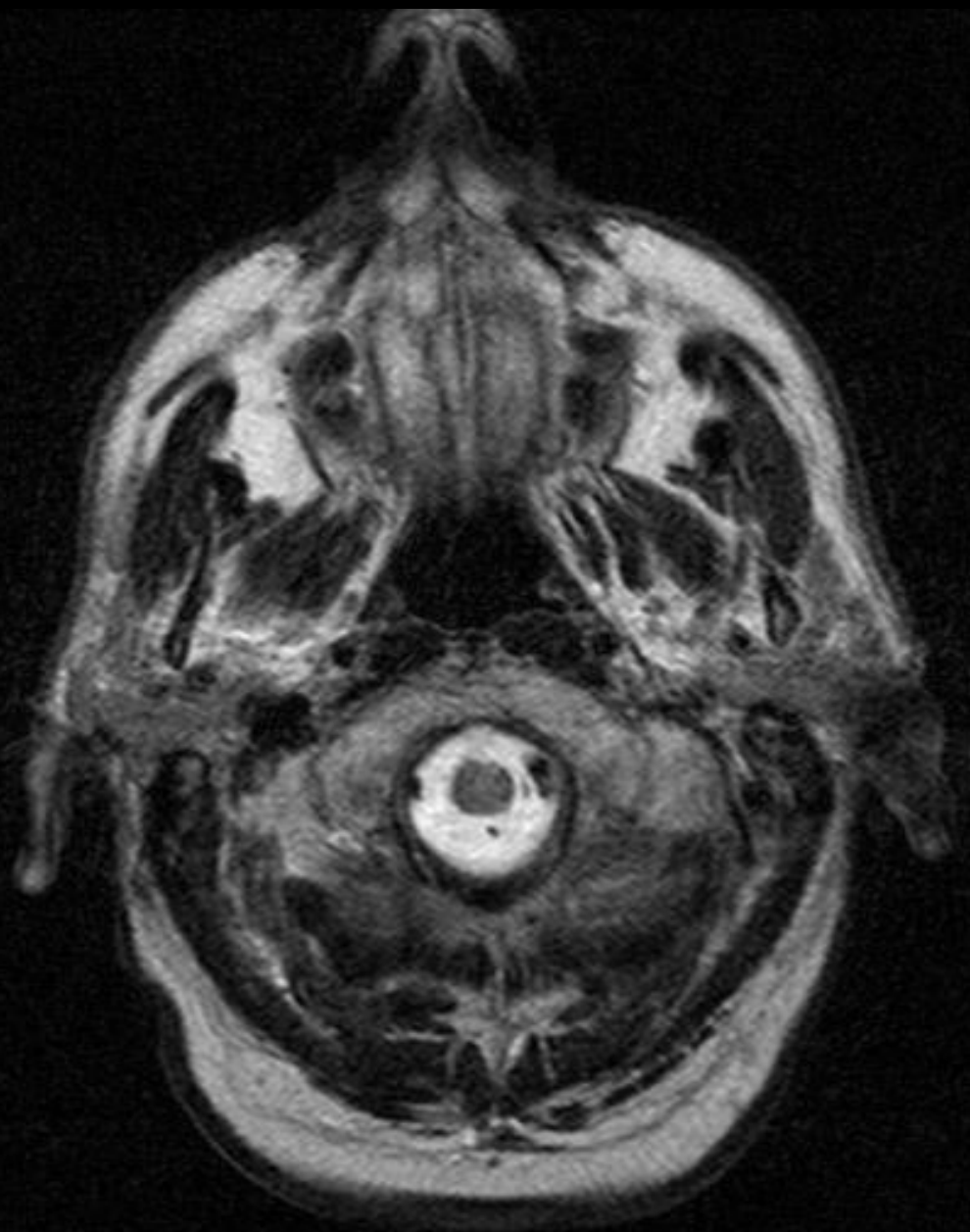
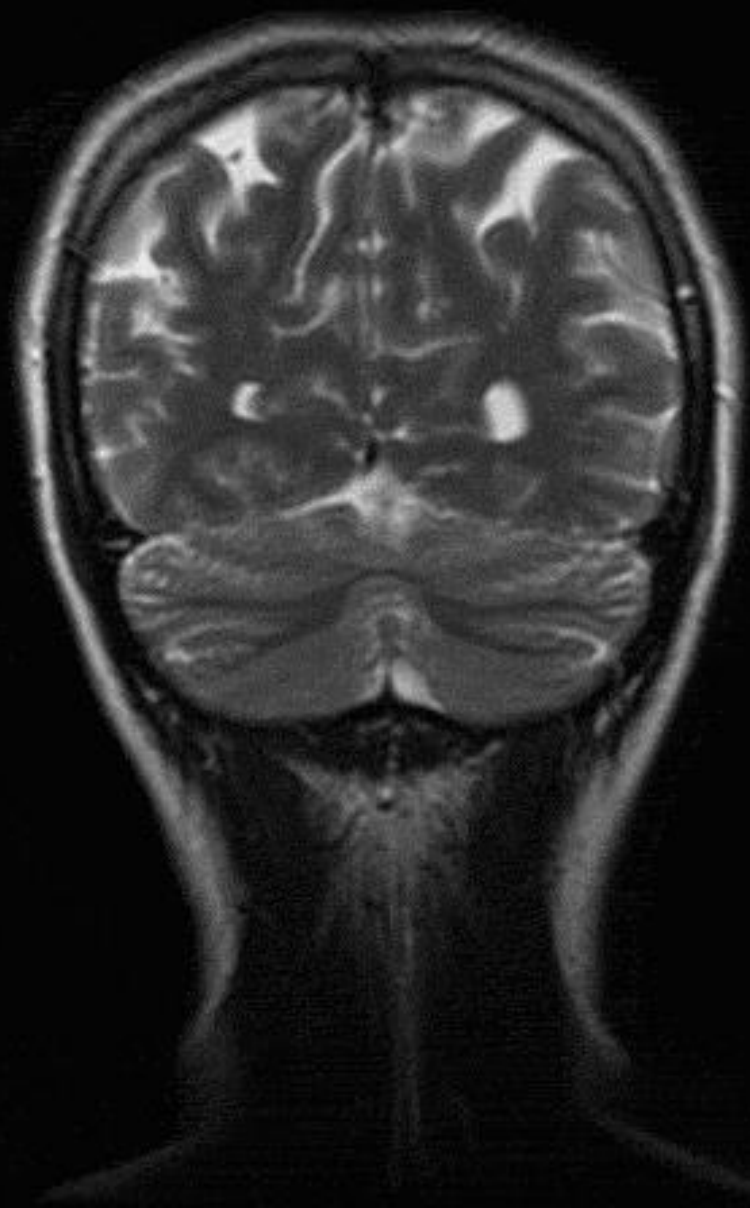
- CT hlavy
  - Mezi hlavní indikace k provedení akutního CT patří v dnešní době zejména cévní mozková příhoda a úrazy hlavy.
- CT vyšetření se užívá k rozlišení různých typů cévních mozkových příhod, tedy příhod ischemických (vzniklých nedokrvěním určité oblasti mozku) a hemoragických (vzniklých krvácením v nitrolebním prostoru)
- CT angiografie je miniinvazivní vyšetření zobrazující cévní systém pomocí výpočetní tomografie. Po intravenózní aplikaci kontrastní látky se v definovaném čase (v tzv. arteriální fázi tj. při prvním průchodu kontrastní látky tepnami) provádí náběr obrazových dat pomocí CT přístroje.

# Magnetická rezonance (MR)

- Magnetická rezonance je tomografická metoda, tj. metoda zobrazující lidské tělo v jednotlivých řezech. Její velkou výhodou je výrazný tkáňový kontrast - schopnost odlišení jednotlivých tkání a to i v případě, že mají podobnou strukturu. Tohoto se využívá při odlišení normální tkáně od tkáně patologické. V tomto ohledu má magnetická rezonance výsadní postavení mezi všemi zobrazovacími metodami.
- Současně se jedná o metodu bezpečnou: dosud nebyly prokázány žádné škodlivé vedlejší účinky magnetické rezonance na lidský organizmus.

# Magnetická rezonance (MR)

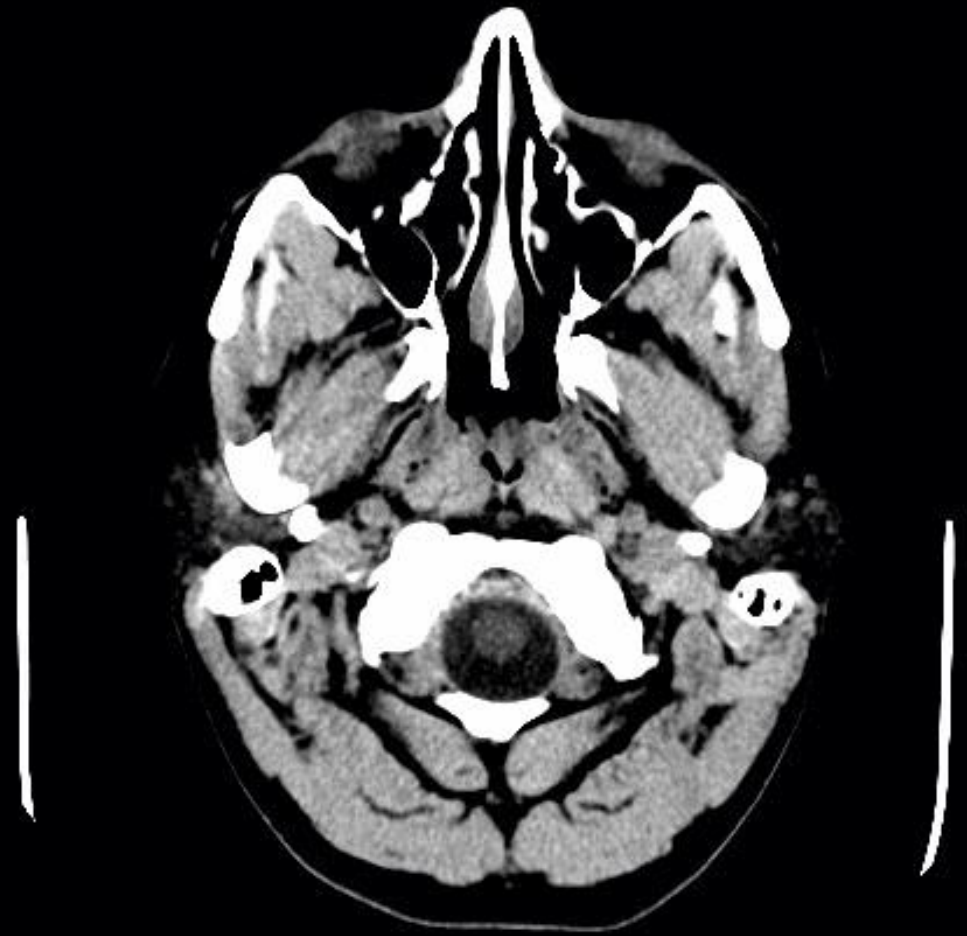
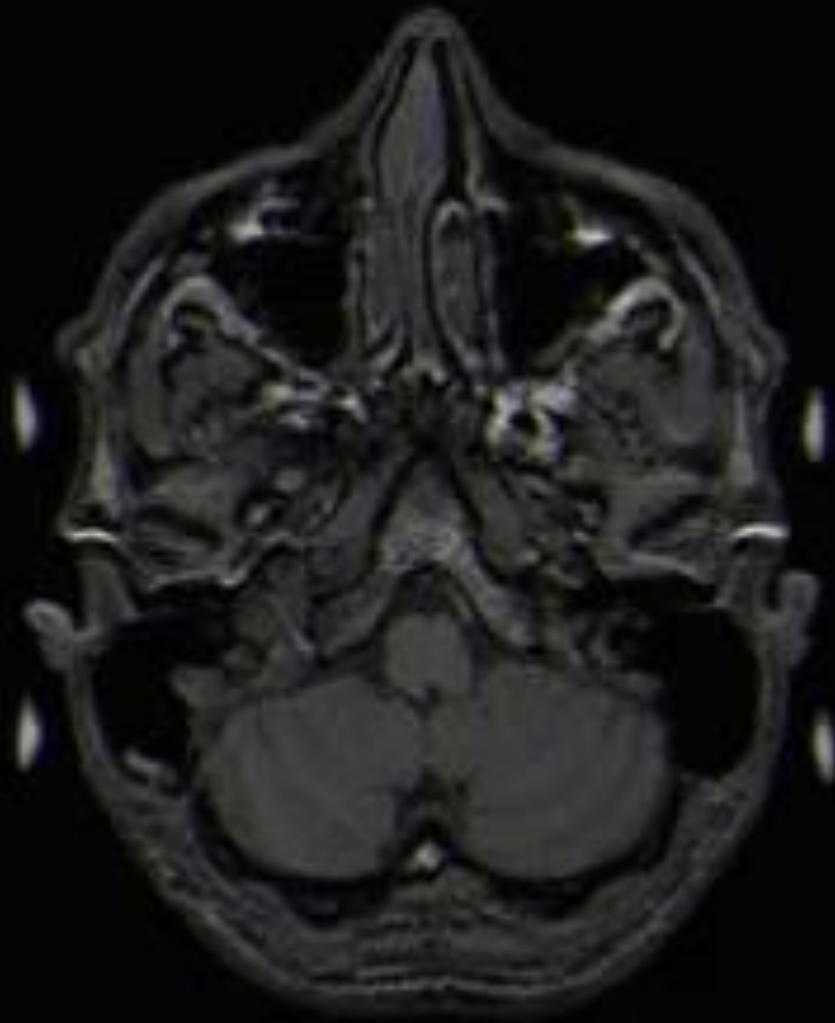
- Výhodou magnetické rezonance je:
  - výborný kontrast mezi jednotlivými tkáněmi (umožňující jejich velmi dobré rozlišení) - absence ionizujícího záření
  - vynikající bezpečnost metodiky (u vyšetření bez podání kontrastní látky dosud nebyly prokázány žádné škodlivé vedlejší účinky MR na lidský organizmus)
  - při vyšetření pomocí kontrastní látky i její malé množství v porovnání s CT vyšetřením
- Nevýhodou je:
  - delší trvání vyšetření při srovnání např. s CT (vyšetření páteře s aplikací kontrastní látky může trvat i 45 minut, běžné trvání MR vyšetření je kolem 30 minut)
  - nutnost spolupráce pacienta

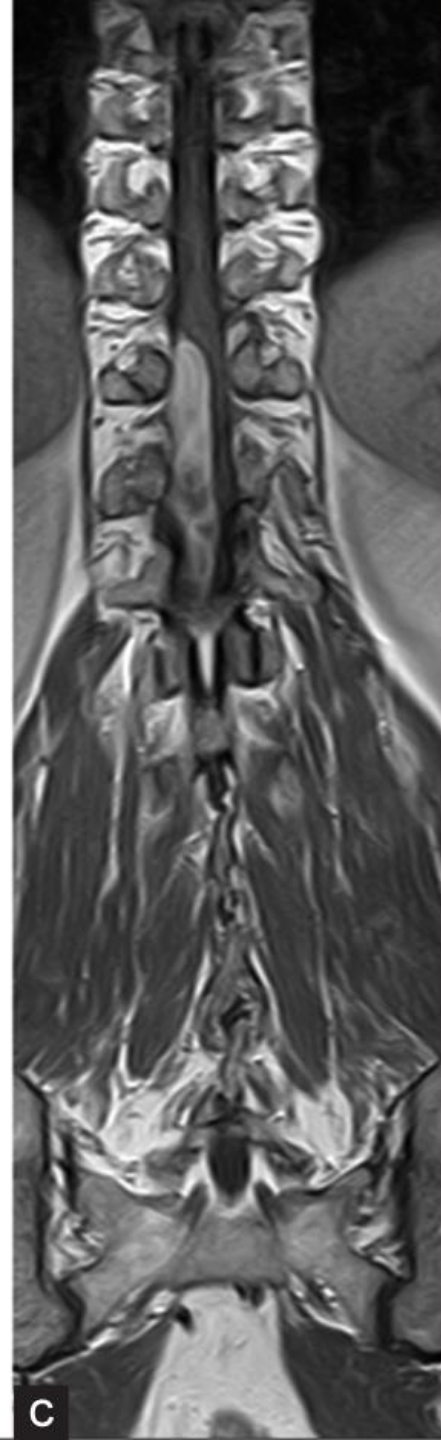
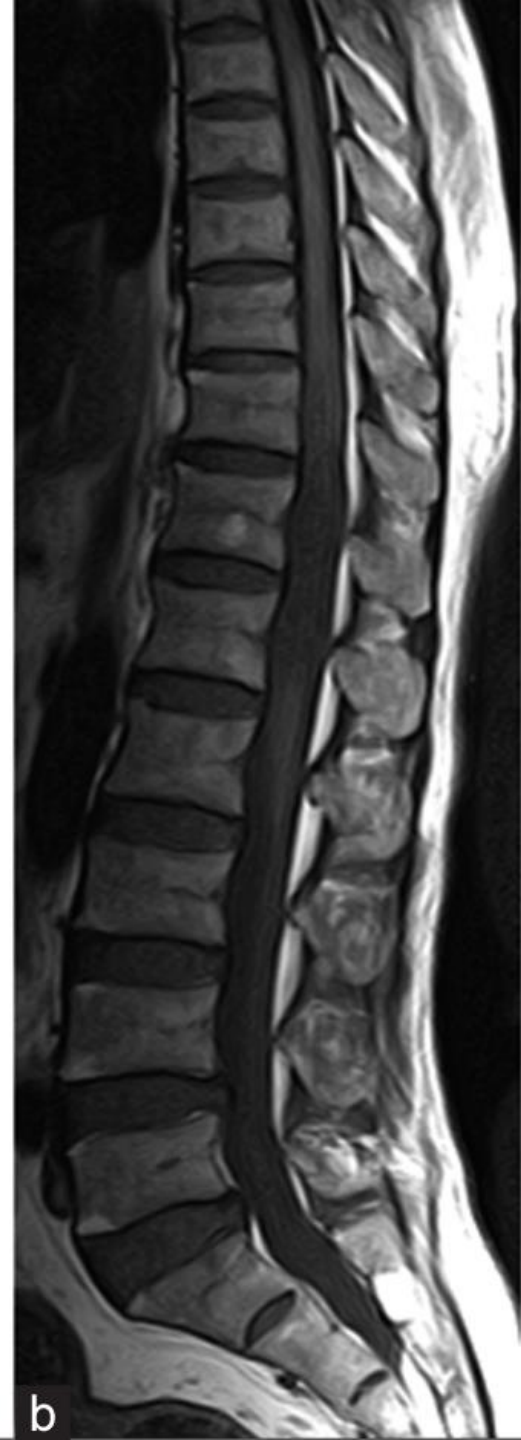
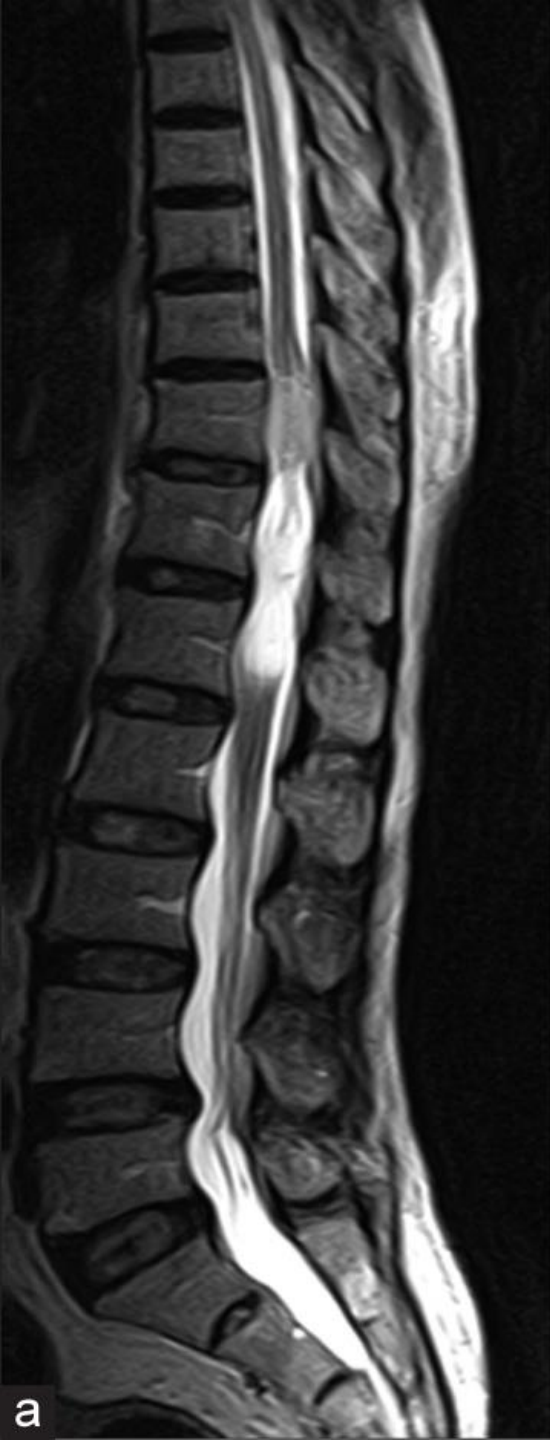


MR

vs.

CT





# Pozitronová emisní tomografie (PET)

- Je tomografická metoda funkčního zobrazení procesů v lidském těle. Vyšetření tedy umožní zobrazit aktivitu určitých funkcí (např. metabolických procesů) v různých místech těla.
- Jedná se o tzv. emisní metodu, při které je zachycováno záření vycházející z těla pacienta.
- PET se využívá zejména v onkologických indikacích, dále při infektech neznámého původu (kdy metoda umožní najít primární ložisko jako zdroj infekce).
- Z neurologických indikací jde zejména o epileptologii (při hledání oblastí, z nichž vychází epileptická aktivita) a stanovení metabolické aktivity tumorů, případně diferenciální diagnostiku demencí.



# Pomocné vyšetřovací metody v neurologii

Vyšetření mozkomíšního moku, lumbální punkce.

Elektroencefalografie.

Základy ultrasonografie v neurologii.

Elektromyografie.

Evokované potenciály.

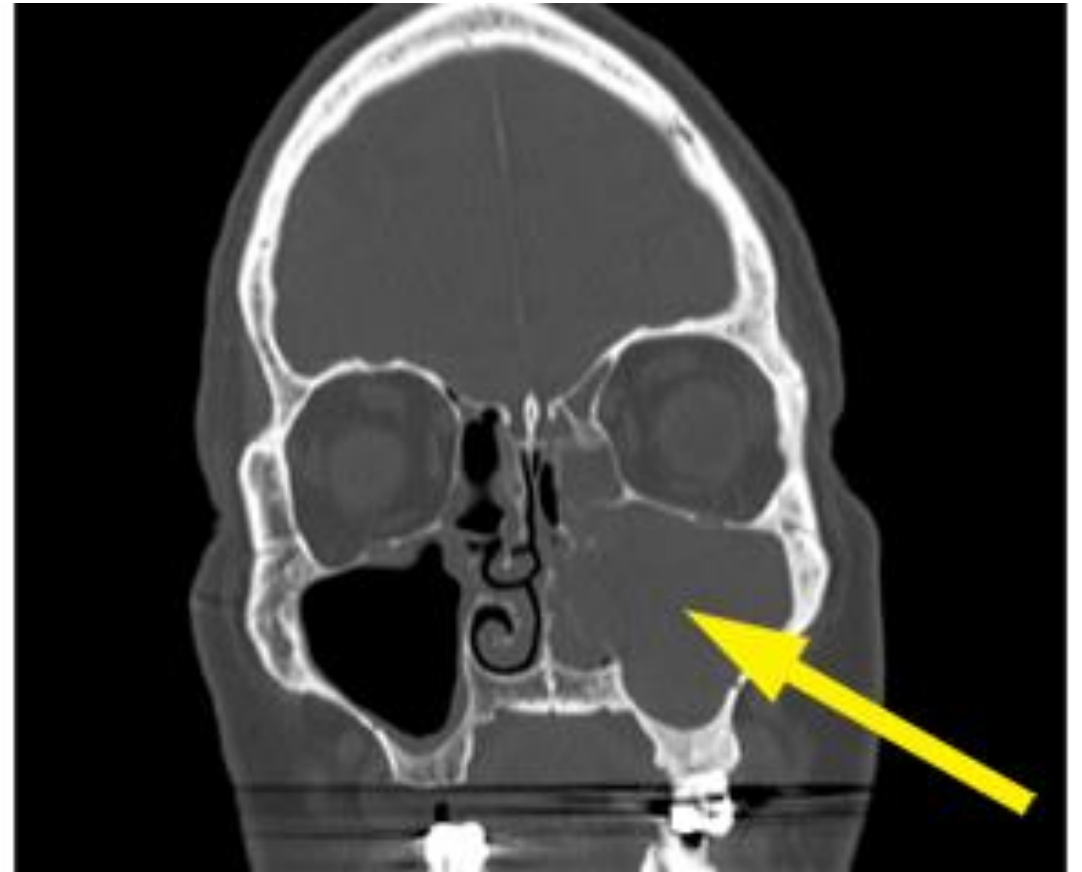
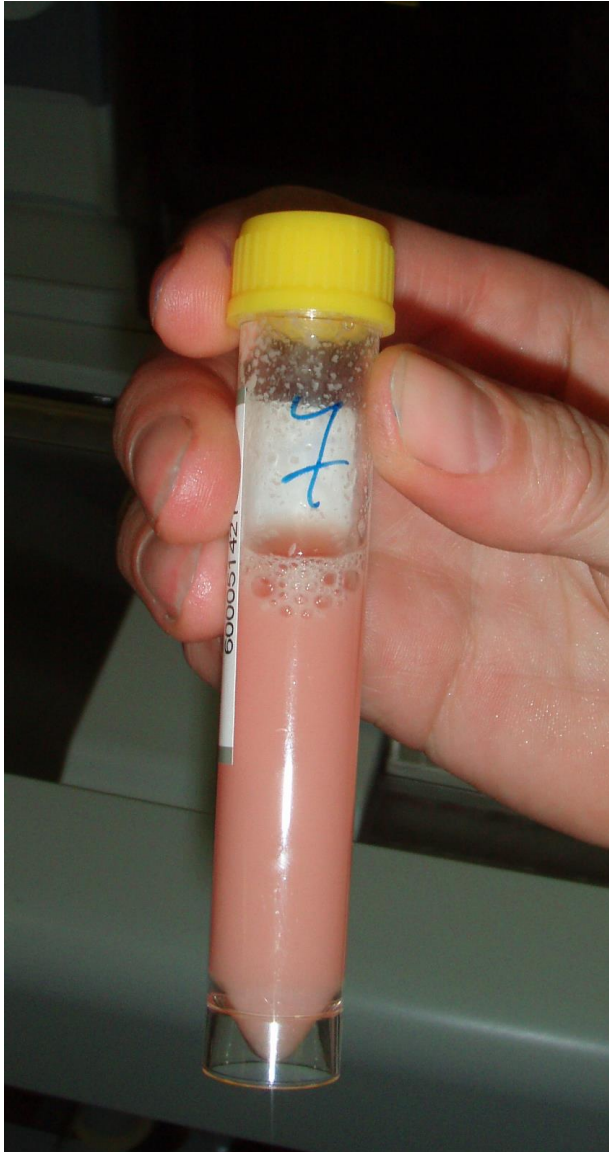
Základy neuroradiologie: skiografie, počítačová tomografie, angiografie, magnetická rezonance, pozitronová emisní tomografie.

# Pomocné vyšetřovací metody v neurologii.

MUDr. Jan Kolčava Ph.D.

# KAZUISTIKA Č. 1

- Žena, 34 let. S ničím se dlouhodobě **neléčí**, nebere žádné léky
- Vstupně si **stěžuje na bolesti hlavy**, kašel a sekreci z nosu, **teplotu měla** kolem 38°C a tak zůstala doma. Po třech dnech začala **stoupat teplota**, žena opakovaně **zvracela**, vadilo jí světlo, byla zahleněná, na oslovení reagovala s latencí. Volána RZP a převoz do nemocnice.
- Při přijetí do nemocnice: **39,4°C**, TK 120/70 mmHg, DF 36/min, TF 105/min.
- **Objektivně neurologicky**: Somnolence, bez paréz, bez postižení hlavových nervů
- Přítomné příznaky **meningeálního dráždění** (horní a dolní meningeální jevy pozitivní)



# KAZUISTIKA Č. 2

- Muž, 59 let. Nebere žádné léky a nemá žádné chronické onemocnění. Pracuje jako technik a projektant plynárenské firmy. Často pracuje na počítači.
- Asi 5 let trvá **brnění 1.–3. a přilehlé části 4. prstu na volární straně ruky** a dorsálně v okolí nehtů týchž prstů v někdy i bolestivého charakteru, **zejména v noci**, pacient se budí ze spánku a nutí ho **svěsit ruku a protřepávat ji**, je to úlevový manévr. Potíže se zhoršují také při zapínání knoflíků, držení drobných předmětů. **Ruka je asi 3 měsíce oslabená**, především stisk či úchop.
- **Objektivně neurologicky:** Hypotrofie svaloviny thenaru, pozitivní provokační testy (tzv. Tinellův příznak).

**Pomocné vyšetření:**

Elektromyografie (EMG) –  
kondukční studie prokazuje  
známky poškození nervus medianus  
v oblasti prstů postižené ruky.



# KAZUISTIKA Č. 3

- Žena, 62 let. Léčena pro vysoký krevní tlak. Pracuje jako prodavačka.
- **Nynější onemocnění:** Asi měsíc se **rozvíjí slabost PHK**. Dnes ráno **náhlá ztráta vědomí** s propnutím, promodráním a **následně křeče celého těla**. Poté pacientka byla zmatená, rodinou volána RZP.
- **Objektivně neurologicky:** Pacientka při vědomí, ale není orientována časem ani místem. Lehká slabost pravé horní končetiny (PHK)

## Pomocná vyšetření:

- **CT mozku:** Nádorová expanze v levé mozkové hemisféře
- **EEG:** Specifická epileptická aktivita nad levou mozkovou hemisférou
- **Magnetická rezonance:** Potvrzení diagnózy - meningeom

