

## KAPITOLA DRUHÁ

# Pomocné vyšetřovací metody v neurologii.

MUDr. Peter Krkoška

# 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.

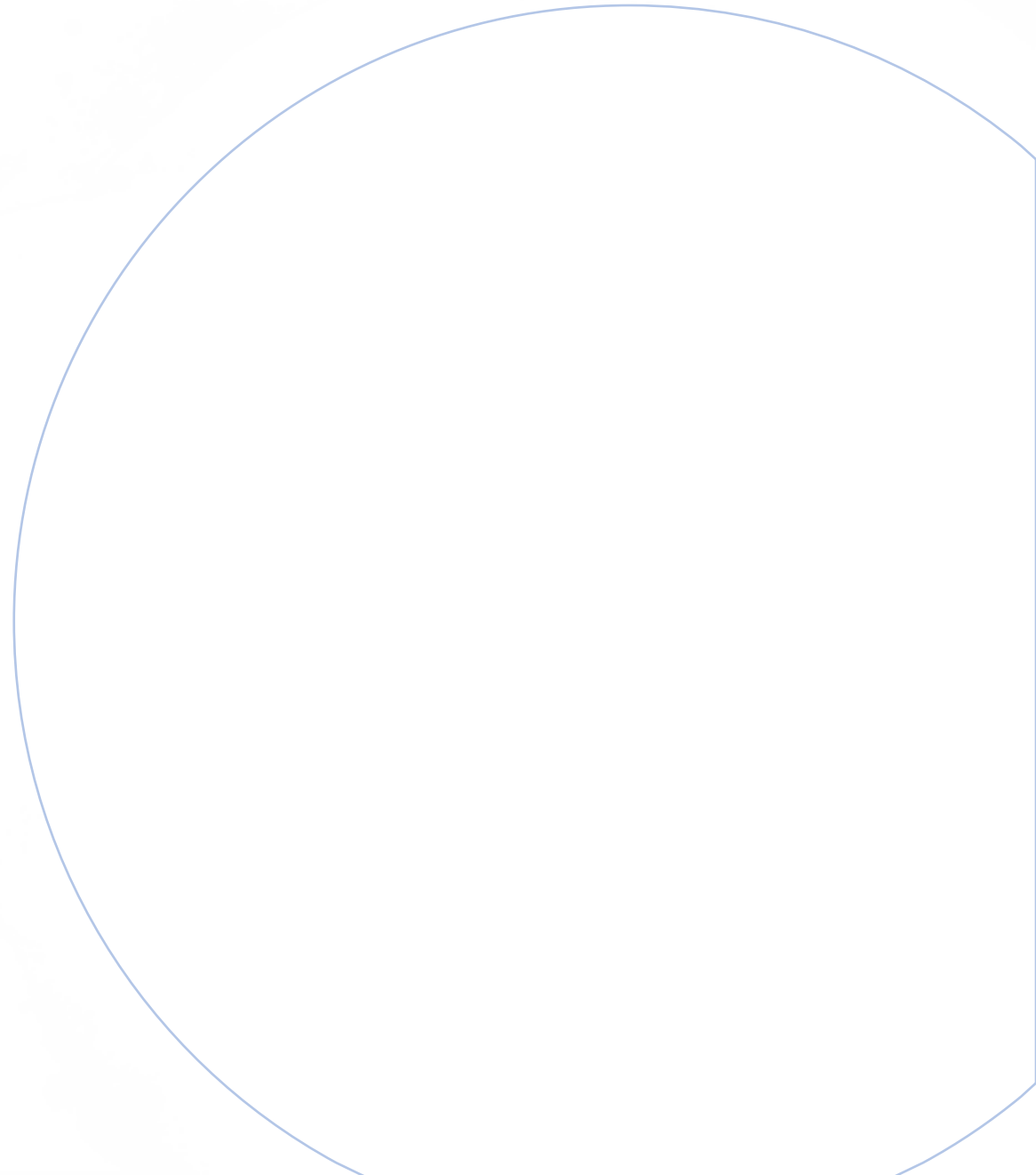
Elektromyografie.

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, biochemická, bakteriologická 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.

- **zánětlivá** onemocnění nervové soustavy:
  - **infekční** etiologie (tedy 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 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 úrovní 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.
  - Hodnota tlaku likvoru se liší v závislosti na poloze pacienta při punkci (je tedy jiná u pacienta sedícího než u ležícího).
- 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 nespécifickou 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.



# VYUŽITÍ EEG V BĚŽNÉ KLINICKÉ PRAXI

- 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.

# Základy ultrasonografie v neurologii.

- 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 vazospasmů 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 svaly 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:
  - senzorický – proto senzorické 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)

- 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.**

# Skiografie

- Skiografie 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 nedokrvením 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.



# Angiografie

---

- je název pro zobrazení cévního systému.
  - Pokud hovoříme o angiografii, pak tím myslíme zejména metodu využívající rentgenové záření, kde je vlastní cévní systém zobrazen pomocí kontrastní látky (případně zobrazení cévního systému při MR vyšetření pomocí působení magnetického pole a to i bez kontrastní látky).
-

# 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

# 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.

## KAPITOLA DRUHÁ

# Pomocné vyšetřovací metody v neurologii.

MUDr. Peter Krkoška