

## **VI. blok**

**16. Reflexy, principy EEG**

**17. Sluch, řízení motoriky**

**18. SIM shrnutí, hodnocení stavu pacienta**

## Reflexy, hodnocení vědomí, paměť, EEG

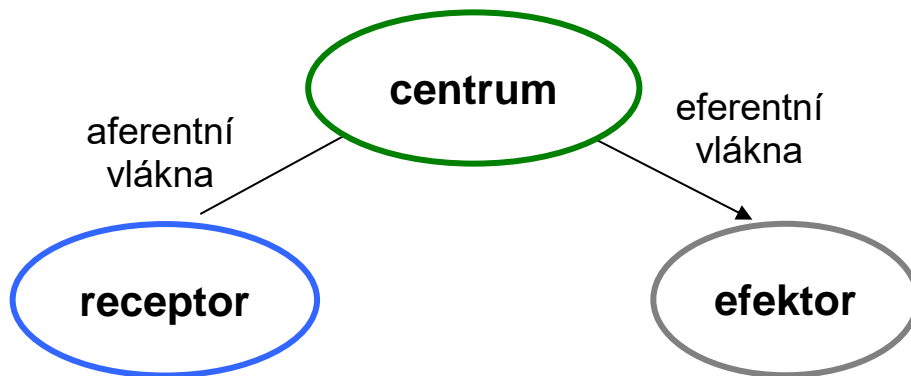
### 1. ÚVOD

(K. Jandová)

Klinické neurologické vyšetření patří k základním diagnostickým a vyšetřovacím postupům. K preciznímu provedení tohoto vyšetření je nezbytná znalost principů obecné i speciální reflexologie a dále znalost základních fyziologických mechanismů nervové soustavy. Zdrojem informací k těmto kapitolám jsou jednak literatura doporučená ke studiu fyziologie a jednak přednášky.

**1.1. Reflex** je základní funkční jednotkou nervové soustavy. Je to odpověď organismu na podráždění receptorů, za stejných podmínek je odpověď stereotypní.

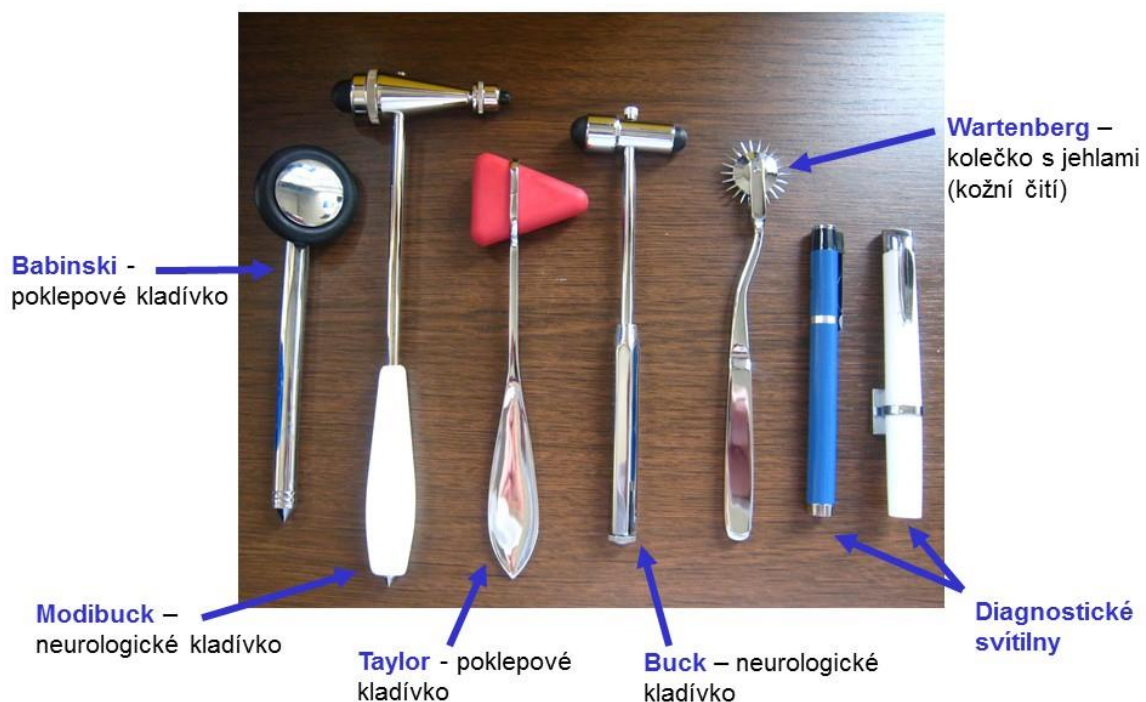
**1. 2.** Klasický **reflexní oblouk** má 5 částí. Skládá se z **receptoru** (čidla), dostředivé (**aferentní**) dráhy, **centra**, odstředivé (**eferentní**) dráhy a **efektoru** (výkonného orgánu) (obr.1)



Obr. 1 Schéma reflexu

POMŮCKY POUŽÍVANÉ PRAKTICKÉM CVIČENÍ:

## NEUROLOGICKÉ INSTRUMENTÁRIUM



### 1.3. Klasifikace reflexů

Vlastní reflexy je možné klasifikovat a třídit podle mnoha hledisek, především pak podle:

#### a) typu receptoru

*proprioceptivní reflexy* (receptor a efektor se nacházejí ve stejném svalu - viz Obr. 2)

*exteroceptivní reflexy* (receptor leží v jiném místě než efektor - viz Obr. 3)

*interoreceptivní reflexy* (např. chemoreceptory)

#### b) centra

*centrální reflexy* - mozkové  
- míšň

*extracentrální reflexy* - axonové  
- gangliové

#### c) efektoru

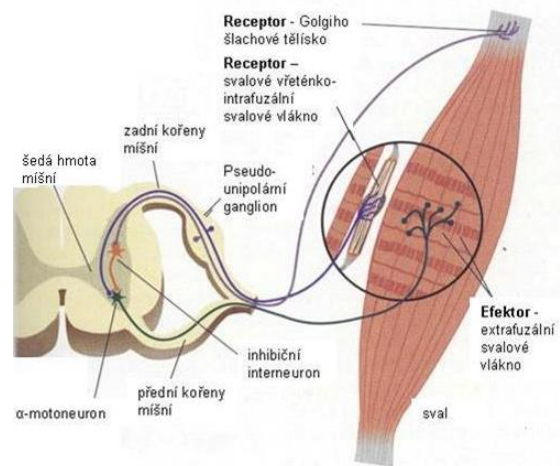
*somatické reflexy*  
*autonomní reflexy*

#### d) podmínek a pevnosti spojení

*nepodmíněné (vrozené) reflexy*  
*podmíněné (získané) reflexy*

#### e) počtu synapsí v reflexním oblouku

*monosynaptické reflexy* (1 synapse)  
*polysynaptické reflexy* (2 a více synapsí, přítomnost interneuronů)

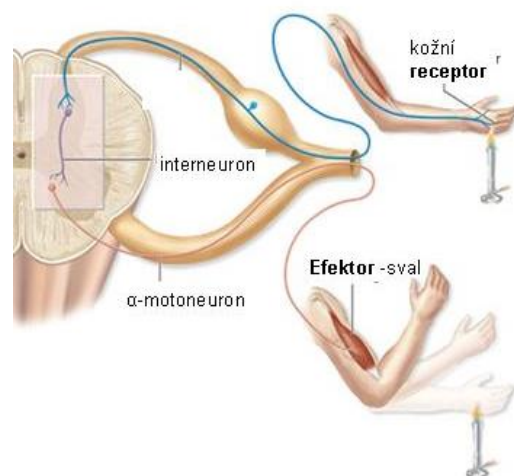


(Carlson's Foundations of Physiological Psychology)

#### Obr. 2 Schéma proprioceptivního reflexu

**a) Napívací (myotatický) reflex:** receptor = svalové vřeténko drážděné protažením svalu, aferentní dráha = senzitivní vlákna Ia a II. typu, centrum = mícha, eferentní dráha = axon  $\alpha$ -motoneuronu v předních rožích míšň, efektor extrafuzální vlákno téhož svalu; výsledkem = kontrakce svalu (*monosynaptický reflex*)

**b) Obrácený napívací reflex:** receptor = Golgiho šlachové tělísko drážděné protažením šlachy při kontrakci svalu, aferentní dráha = senzitivní vlákna Ib typu, centrum = mícha - přepojení přes inhibiční interneuron na  $\alpha$ -motoneuron, jehož axon (eferentní dráha) inhibuje kontrakci extrafuzálního vlákna (efektor) = relaxace svalu (*polysynaptický reflex*)



(Carlson's Foundations of Physiological Psychology)

#### Obr. 3 Schéma exteroceptivního reflexu

**Obranný (flexorový) reflex:** mechanoreceptor, aferentní dráha = senzitivní vlákna, centrum = mícha - přepojení přes interneuron na  $\alpha$ -motoneuron, jehož axon (eferentní dráha) vyvolá kontrakci příslušného flexoru = efektor (*polysynaptický reflex*)



## 2. VYŠETŘENÍ REFLEXŮ U ČLOVĚKA

(K. Jandová)

Reflexy u člověka vybavujeme vhodnými pomůckami. Nejčastěji se jedná o neurologické kladívko, ale i např. smotek vaty, zavírací špendlík, svítilna apod. (viz výše - Pomůcky užívané v praktickém cvičení).

Při vybavení reflexů hodnotíme jednak kvantitativní parametry (tzn. míru a intenzitu s jakou je reflex vybaven), jednak parametry kvalitativní. Kvantitativní změny mohou být ve smyslu zvýšení nebo snížení proti normě, hovoříme pak o hyper- respektive hyporeflexii. Někdy reflex vybavit nelze vůbec, jedná se pak o areflexii. Kvalitativní parametry mohou být např. ve smyslu změny svalového tonu. Při některých onemocněních je navíc možné vybavit reflexy, které vyhasly během postnatálního vývoje a u zdravého jedince nejsou přítomny.

Abychom mohli komplexně posoudit funkci nervového systému, je třeba vyšetřit celou škálu reflexů. V našem cvičení se zaměříme na vyšetření reflexů spojených s funkcí hlavových nervů, dále proprioreceptivních, exteroceptivních, vegetativních a elementárních posturálních (ERP).

### A) REFLEXY SPOJENÉ S FUNKCÍ HLAVOVÝCH NERVŮ

#### 1. Hlavový nerv I., n. olfactorius

Vyšetřovaného se dotážeme na jeho schopnost rozeznávat vůně a zápachy. Čich potom vyšetříme vhodnou aromatickou látkou (káva, mýdlo, chléb, ovoce) a to tak, že vždy vyšetřujeme každou nosní díрку zvlášť při zavřených očích vyšetřovaného.

#### 2. Hlavový nerv II., n. opticus

Vyšetřujeme orientačně visus (zraková ostrost), např. určením počtu ukazovaných prstů nebo poznáváním obrázků, podrobněji pak za použití Snellenových optotypů, které umožňují visus přesněji hodnotit. Dále vyšetřujeme rozsah zorného pole – perimetrii a barevné vidění (náplň praktického cvičení „Zrak“).

#### 3. Hlavový nerv III., IV., VI., n. oculomotorius, n. trochlearis, n. abducens (okohybný systém)

##### 3. 1. Vyšetření očních štěrbin a pohyblivosti očních bulbů

Při vyšetření očních štěrbin si všímáme jejich symetrie a šíře. Při vyšetření bulbů sledujeme jejich pohyblivost (měla by být volná všemi směry). Vyšetření provedeme tak, že vyzveme pacienta, aby sledoval náš prst (ve vzdálenosti 1m od očí vyšetřovaného), prstem pak pohybujeme jak horizontálně, tak vertikálně do krajních poloh. Touto metodou vyšetřujeme tzv. konjugované oční pohyby (verze), kdy se oba bulby pohybují symetricky ve stejném směru.

Všímáme si eventuálně přítomného nystagmu – kmitavé pohyby očí, které jsou-li přítomny u zdravých jedinců spontánně, jsou vždy patologické. Podrobně o tomto jevu je popsáno v praktických cvičeních „Sluch, řízení motoriky“.

Hodnocení:

	Pohyblivost očních bulbů	Poznámka
horizontální směr		
vertikální směr		

Závěr:

##### 3. 2. Vyšetření zornic

Posoudíme, zda zornice vyšetřovaného mají identický tvar a velikost a zda jsou okrouhlé. Dále vyšetříme reakci zornic na světlo, na konvergenci a divergenci.

##### 3. 2. 1. Fotoreakce (reakce zornic na osvit, pupilární neboli zornicový reflex)

Vybavujeme osvětlením jednoho oka pacienta kapesní svítilnou. Odpovědí je zúžení osvětlené zornice, hovoříme tedy fotoreakci **přímé**. Stejně tak sledujeme zúžení zornice neosvětlené, fotoreakce **nepřímá** (konsenzuální). Pro zúžení zornic používáme termín **mióza**, pro jejich rozšíření **mydriáza**.

##### 3. 2. 2. Reakce zornic na pohyb objektu v předozadním směru (konvergence a divergence)

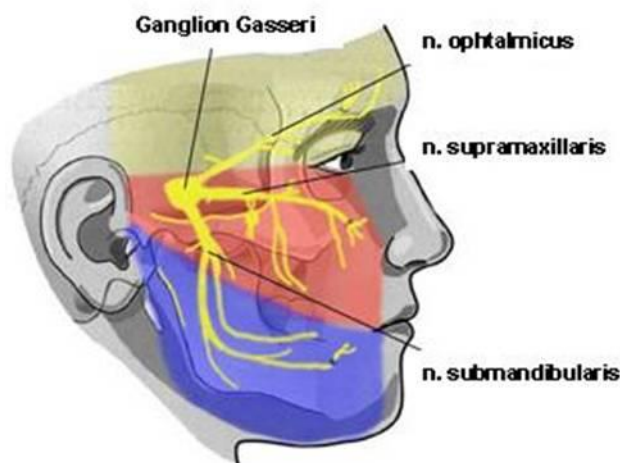
Jedná se o tzv. disjunktivní pohyby (vergence), kdy se oční bulvy pohybují sice symetricky, ale v opačném směru. Toto je snadno simulovatelné sledováním prstu, který je přibližován, respektive vzdalován od očí. Vyšetřovaného vyzveme, aby sledoval náš prst. Ten buď přibližujeme ze vzdálenosti cca 1m směrem k jeho očím, kdy oční bulvy konvergují a zároveň pozorujeme miózu obou zornic. Oddalováním prstu z bezprostřední blízkosti očí nastává divergence očních bulbů doprovázená mydriázou zornic.

Hodnocení:

Reakce zornic	Výbavnost + odpověď		Poznámka	Závěr:
	pravé oko	levé oko		
přímá fotoreakce				
nepřímá fotoreakce				
konvergence				
divergence				

#### 4. Hlavový nerv V., n. trigeminus

Jedná se o smíšený nerv, v praktickém cvičení se zaměříme na vyšetření jeho senzitivních větví (n. ophtalmicus, n. maxillaris, n. mandibularis). To provádíme zjišťováním kožní citlivosti štětičkou vaty nebo štětičkou umístěnou v neurologickém kladívku v inervačních oblastech jeho větví. Vyšetřujeme vždy na obou stranách obličeje. Orientačně vyšetříme i citlivost na teplo a chlad. Tepelný podnět bude simulovat prst vyšetřujícího, chlad pak studený konec neurologického kladívka.



Obr. 4 Nervus trigeminus a jeho senzitivní větve

Dále posoudíme event. palpační bolestivost výstupů všech 3 větví n.V., tedy v sulcus supraorbitalis, foramen infraorbitale a foramen mentale.

**Korneální reflex** znamená opatrný dotek smotkem vaty okraje rohovky (ze strany, nikoliv přímo proti oku). Odpovědí je prudké mžiknutí až sevření očních víček. Neprovádíme z důvodů bezpečnosti (hrozí poranění či zanesení infekce rohovky)

Hodnocení:

	n. ophthalmicus		n. maxillaris		n. mandibularis	
	vpravo	vlevo	vpravo	vlevo	vpravo	vlevo
teplo						
chlad						
palpační bolestivost						

#### 5. Hlavový nerv VII., n. facialis

Vyšetření n. facialis zahajujeme testem mimických schopností vyšetřovaného. Vyzveme ho, aby zvedl obočí, zamračil se, vycenil zuby, zavřel oči, zapískal, nafoukl tváře. Všimáme si symetrie, event. neschopnosti pokyn vykonat.

Dále vyšetříme **reflex akustikofaciální**, kdy sledujeme mrknutí očí jako odpověď na tlesknutí, a **mžikací reflex**, který vyvoláme rychlým přiblížením ruky před oči (**reflex nasopalpebrální**: vyvolává se úderem neurologického kladívka na kořen nosu -**velmi opatrně!**-, odpovědí je opět mrknutí).

Reflexy vyvolané z mediální čáry se nazývají **axiální**, kdy většina z nich je přítomna pouze v kojeneckém období a souvisí s maturací mozkové tkáně. Přítomnost v dospělosti je patologická. Patří sem **reflexy labiální horní a dolní**, kdy po lehkém poklepu rtů dojde k jejich vyšpulení, dále **reflex sací** vyvolaný lehkým dotykem rtů.

**Chvostkův příznak** zjišťujeme poklepem kladívka na spojnici mezi tragem a ústním koutkem. Nejedná se však o reflex v pravém slova smyslu, nýbrž o projev zvýšené idioneurální dráždivosti. Přítomnost tohoto příznaku není fyziologická.

Hodnocení:

	Výbavnost + odpověď	Poznámka
reflex akustikofaciální		
reflex mžikací		
reflex labiální		
reflex sací		
Chvostkův příznak		

Závěr:

#### 6. Hlavový nerv VIII., n. vestibulocochlearis

Vyšetřujeme jeho kochleární a vestibulární větev. Vyšetření kochleární větve je představováno tzv. ladičkovými zkouškami (Weberova, Schwabachova, Rinneho), jejichž podrobný popis je uveden v praktickém cvičení „Sluch, posturometrie“.

Vestibulární větev vyšetřujeme jednoduchými orientačními zkouškami (Hautant, Rombergovy stoje I-III, Baranyho zkouška), popsány ve zmíněném manuálu praktického cvičení „Sluch, řízení motoriky“.

#### 7. Hlavové nervy IX., X., XI., postranní smíšený systém

Základními rysy postižení postranního systému, jsou poruchy výslovnosti (artikulace) a polykání (patří sem např. **dávivý a patrový reflex**).

#### 8. Hlavový nerv XII., n. hypoglossus

Tento motorický nerv inervující svalstvo jazyka vyšetřujeme testováním hybnosti jazyka. Hodnotíme uložení jazyka v klidu v ústech a při plazení. Jazyk je normálně uložen ve středu úst a plazí ve střední čáře.

### B) REFLEXY MYOTATICKÉ

Při vybavování všech myotatických reflexů je nutné si bedlivě všimnout charakteru (intenzity) reflexních odpovědí.

Na horních končetinách:

- 1. Reflex bicipitový** (centrum v míšním segmentu C<sub>4</sub>–C<sub>5</sub>). Reflex vybavujeme úderem neurologického kladívka na lacertus fibrosus. Úder vedeme přesně podél palce, kterým byl lacertus fibrosus vyhmátán, paže vyšetřovaného je přitom lehce flektována a opřena o předloktí vyšetřující osoby. Reflexní odpovědí je flexe předloktí.
- 2. Reflex tricipitový** (C<sub>5</sub>–C<sub>7</sub>) vybavujeme úderem na šlachy m. triceps brachii těsně před olekranonem. Vyšetřovaný má přitom horní končetinu flektovanou v lokti a opřenou bezvládně přes předloktí vyšetřující osoby. Reflexní odpovědí je extenze předloktí vyšetřovaného.

Na dolních končetinách:

- 1. Reflex patelární** (L<sub>2</sub>–L<sub>4</sub>). Pro vyšetření patelárního reflexu v sedě, musí dolní končetina bezvládně viset z vyšetřovacího lehátka. Po úderu na lig. patellae nastane extenze bérce.
- 2. Reflex šlachy Achillovy** (L<sub>5</sub>–S<sub>2</sub>). Vyšetřovaný si klekne na židli tak, že se jí dotýká jen kolenem a částí bérce. Poklepem na Achillovu šlachy vyvoláme extenzi nohy. Při vyšetření reflexu Achillovy šlachy můžeme také položit vyšetřovanou osobu na břicho a těsně před poklepem na šlachy vyšetřující pasívně lehce napne m. triceps surae vyšetřované osoby, a tím vyvolá tonický napínací reflex, který překryje reflex fázický, vyvolaný následujícím poklepem na šlachy.

Hodnocení:

Reflex myotatický	Výbavnost + odpověď		Poznámka
	pravá končetina	levá končetina	
bicipitový			
tricipitový			
patelární			
šlachy Achillovy			

Závěr:

### C) EXTERORECEPTIVNÍ REFLEXY KOŽNÍ

Reflexy břišní patří mezi nejnázornější reflexy vybavené drážděním kožních receptorů.

1. **Horní břišní reflex** (Th<sub>7</sub>–Th<sub>9</sub>) vyvoláváme drážděním kůže epigastria jediným lehkým tahem hrotnatým předmětem (obvykle hrot zavíracího špendlíku) od střední čáry laterálním směrem. Odpovědí je stejnostranný stah břišního svalstva v epigastriu.
2. **Střední břišní reflex** (Th<sub>9</sub>–Th<sub>10</sub>) vyvoláme obdobně v mesogastriu a hodnotíme jako u 1.
3. **Dolní břišní reflex** (Th<sub>11</sub>–Th<sub>12</sub>) vyvoláme obdobně v hypogastriu a hodnotíme jako u 1.

Hodnocení:

Reflex exteroreceptivní	Výbavnost + odpověď		Poznámka
	vpravo	vlevo	
horní břišní			

Závěr:

### D) ELEMENTÁRNÍ REFLEXY POSTURÁLNÍ

**Elementární reflexy posturální (ERP)** jsou tonické reflexy fixační, které při pasivním ohybu některé končetiny umožňují na chvíli fixování dané polohy (proto posturální). Při ERP se uplatňuje nejen spinální mícha, ale i mozeček a střední mozek. ERP jsou výrazem funkčního stavu mimopyramidového systému.

Při vyšetření těchto reflexů leží vyšetřovaná osoba s uvolněným svalstvem (jako by spala).

Provedení:

1. Vyšetřující uchopí pravou rukou pravou horní končetinu vyšetřovaného za zápěstí a několika přerušovanými pasivními pohyby flektuje jeho předloktí. Levou ruku má přitom položenou lehce na m. biceps brachii.
2. Při každém pasivním přiblížení předloktí k paži sleduje vyšetřující levou rukou malé zvýšení tonusu, tzv. naskočení svalu. Totéž lze pozorovat i zrakem. K největšímu naskočení svalu dochází v okamžiku náhlého uvolnění předloktí po jeho předchozí flexi. Přitom bývá vidět i kratičká fixace předloktí v dané poloze.
3. Obdobně lze reflex vybavit i na dolních končetinách.

Hodnocení:

Elementární reflexy posturální	Výbavnost + odpověď		Poznámka
	pravá končetina	levá končetina	
horní končetina			
dolní končetina			

Závěr:

### E) VEGETATIVNÍ REFLEXY

Příkladem vegetativního reflexu je **reflex okulo-kardiální**. Dostředivou dráhu reflexu tvoří první větev n. trigeminus, odstředivou n. vagus.

Provedení:



1. Reflex vyvoláme lehkým tlakem prstů na oční bulby přes zavřená víčka (reflex může vyvolat každý na sobě, posluchače vegetativně labilní z pokusu vyřadíme).
2. Reflexní odpovědí je lehká bradykardie. Snížení tepové frekvence obvykle nepřekročí 10–12 tepů/min. Současně lehce klesá krevní tlak o 3–5 mmHg, tj. o 0,4–0,7 kPa.

**!Při nevolnosti vyšetření okamžitě přerušíme!**

**Hodnocení:**

Reflex okulo-kardiální	Výchozí tepová frekvence	Výbavnost + odpověď	Poznámka
1. posluchač			
2. posluchač			
3. posluchač			
4. posluchač			

**Závěr:**

### 3. Principy elektroencefalografie (EEG)

(D. Marešová, M. Hralová)

#### Úvod

Elektroencefalogram (EEG) je sumační záznam bioelektrické aktivity korových nervových buněk snímáný elektrodami přiloženými na kůži hlavy. Ve výjimečných případech (úrazy hlavy nebo mozkové operace) lze snímat elektrokortikogram (ECoG) přímo z povrchu mozkové kůry.

Bioelektrickou aktivitou rozumíme změny membránových potenciálů nervových buněk. Pro EEG jsou rozhodující excitační a inhibiční postsynaptické potenciály (EPSP a IPSP), méně se uplatňují akční potenciály. Na komplexní EEG aktivitě se podílí i neuroglie. Bioelektrická aktivita má velmi nízké napětí, řádově desítky mikrovoltů. Proto je toto napětí nutno nejdříve zesílit a pak dále zpracovat.

EPSP a IPSP jsou místní změny (depolarizace a hyperpolarizace) membránových potenciálů postsynaptických oblastí buněčných membrán. Rozdílná polarita různých částí membrán (dendritů a somat) vytváří nestálý elektrický dipól, který je v případě korových neuronů orientován především vertikálně, kolmo k povrchu mozkové kůry.

Pro vznik rytmické aktivity korových neuronů jsou rozhodující vstupy a zapojení specifických a nespecifických talamokortikálních drah. V 1. korové vrstvě končí na dendritech buněk především nespecifické talamokortikální dráhy a ve 4. korové vrstvě na somatech a dendritech především specifické projekční dráhy. Aferentním vstupem se vždy aktivuje a synchronizuje činnost buněk pouze určité části neuronové populace.

U zdravého jedince závisí křivka elektroencefalogramu na stupni zralosti mozku a na stavu vigility. Na křivce jsou výchylky směrem dolů standardně označeny jako pozitivní, směrem nahoru jako negativní.

Podle frekvence rozeznáváme tyto základní EEG rytmy (obr. 18.1.):

**Alfa-rytmus:** frekvence 8–13 Hz, amplituda 20–50  $\mu\text{V}$ . Má sinusoidální tvar, maximum výskytu je nad parietookcipitálními oblastmi mozkových hemisfér. Je přítomen v relaxované bdělosti a při zavřených očích. Tlumí se zvýšením pozornosti, hlavně zrakovým vjemem – otevřením očí – což označujeme jako blokádu alfa rytmu.

Individuálně charakteristická frekvence alfa rytmu je určována generátorem aktivity v talamu. Samotná mozková kůra je schopna tvořit pouze pomalé vlny (v delta pásmu).

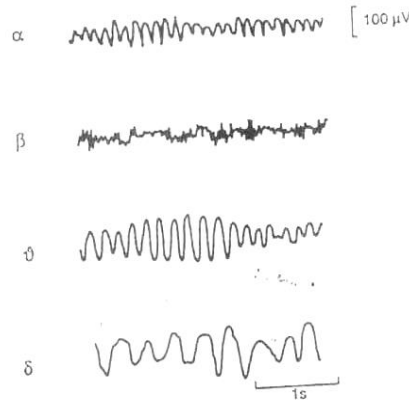
U některých jedinců můžeme registrovat v bdělém stavu a při zavřených očích i nepatologické atypické záznamy – plochý elektroencefalogram (amplituda křivky nepřesahuje 10  $\mu\text{V}$ ) s převahou beta aktivity nebo theta-aktivitu.

**Beta-rytmus:** frekvence > 14 Hz, amplituda mezi 40 až 80  $\mu\text{V}$ . Maximum výskytu nad frontálními oblastmi, směrem dozadu ubývá. Netlumí se otevřením očí.

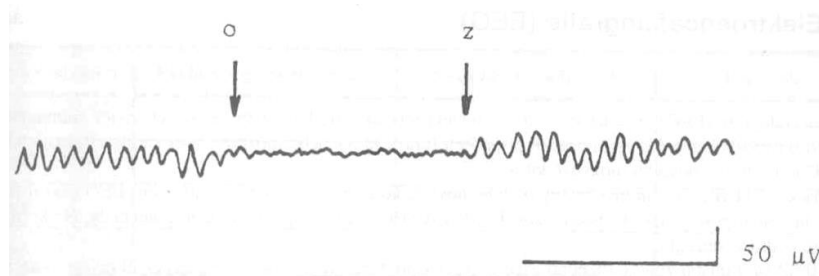
**Theta-rytmus:** frekvence vyšší než 4 a nižší než 8 Hz, amplituda 50–100  $\mu\text{V}$ . Fyziologicky je přítomen v útlém dětství a během fáze pomalého spánku.

Pokud se u dospělého člověka vyskytuje v bdělém stavu, epizodicky a o amplitudě vyšší než dvojnásobek alfa-aktivity je to patologický jev.

**Delta-rytmus:** frekvence < 4 Hz, amplituda 100 až 200  $\mu\text{V}$ . U bdělého dospělého člověka je vždy patologický. Fyziologicky je přítomen ve vývoji a během fáze pomalého spánku.



Obr. 18.1. Příklady základních křivek EEG

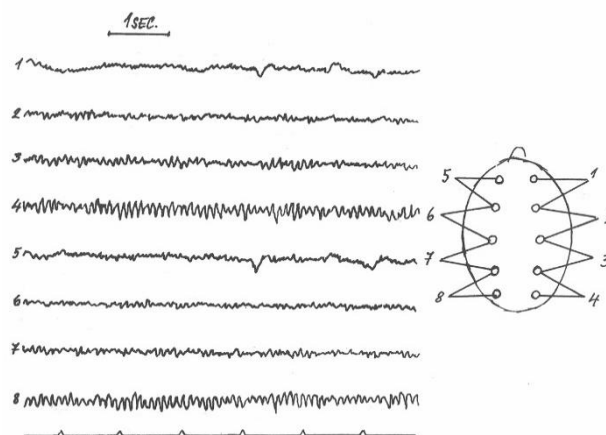


Obr. 18.2. Blokáda alfa-rytmu (o – otevření očí, z – zavření očí)

### a. Vývoj EEG

Mozkovou elektrickou aktivitu můžeme zaznamenat již od 5. měsíce intrauterinně. U fetů je bioelektrická aktivita diskontinuální – přerušovaná různě dlouhými úseky isoelektricity. Po narození se dále vyvíjí až do 18.–20. roku života. Další změny EEG jsou až v pozdním věku.

- Po narození převažují v záznamu delta vlny o nízké frekvenci a vysoké amplitudě. Netlumí se otevřením očí. Do 4. měsíce života stoupá jejich frekvence na 2 až 4 Hz a amplituda je kolem 100  $\mu\text{V}$ .
- V 6. až 7. roce se objevuje již  $\alpha$ -rytmus o nižší frekvenci (8–9 Hz) v okcipitální oblasti, který se již dobře tlumí otevřením očí. Theta-rytmus je stále přítomen.
- Od 15 roku se již křivka EEG podobá dospělému záznamu, postupně se jen stabilizuje frekvence a zvyrazňuje areální diferenciace: nad frontálními oblastmi převažuje nepravidelná nízkovoltážní (15–30  $\mu\text{V}$ ) beta aktivita, parietálně převažuje nižší alfa aktivita s drobnou superponovanou beta, okcipitálně pak dominuje alfa aktivita/rytmus okolo 50–75  $\mu\text{V}$ .
- Další změny EEG jsou ve stáří, kdy po 60. roku se postupně zpomaluje alfa-rytmus, difúzně přibývá theta-aktivita. U některých osob, a to bez známek zjevných patologických projevů, přibývá i beta-aktivita.



Obr. 18.3. Normální EEG záznam dospělého člověka v longitudinálním zapojení – správná areální diferenciace

### b. Stav vigility a EEG

Jak závisí EEG na zralosti CNS a úrovni bdělosti, tak se současně mění během usínání a spánku. Dvě odlišná spánková stadia, spánek pomalý – SWS (synchronizovaný, telencefalický, non-REM) a spánek desynchronizovaný (REM, rombencefalický, paradoxní) mají

charakteristický obraz v EEG:

### 1. Pomalý spánek – synchronní:

**I. spánkové stadium:** vyšetřovaný leží se zavřenými očima, začíná usínat. alfa-rytmus se postupně rozpadá, objevuje se nepravidelná theta-aktivita nižší amplitudy

**II. spánkové stadium:** základní je theta-aktivita. V záznamu jsou přítomná i »spánková vřetena

**III. spánkové stadium:** spánková vřetena se rozpadají, záznam tvoří z 20 až 50 %  $\delta$ -vlny;

**IV. spánkové stadium:** více než 50 % aktivity je představováno  $\delta$ -vlnami.

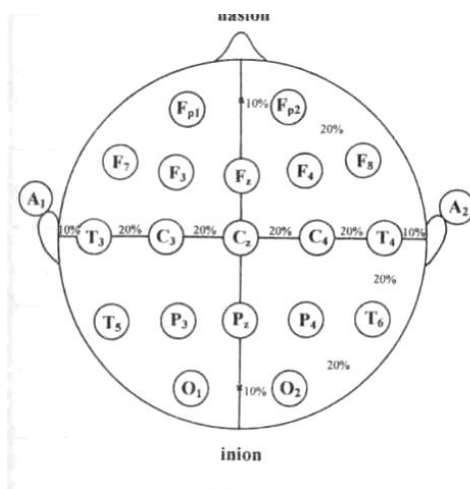
**2. Paradoxní, REM spánek:** v záznamu převládá rychlá nízkoamplitudová aktivita (podobná beta rytmu). Záznam je nepravidelný, jsou zde přítomné i pomalé frekvence nízké amplitudy. Podle pohybů očí a svalových záškubů popisujeme dvě fáze REM spánku: fáze fázická – v polygrafickém záznamu je tato fáze charakterizována rychlými, nepravidelnými pohyby očních bulbů, zvýšením dechové i tepové frekvence, zvýšením TK a svalovými záškuby hlavně axiálních svalů (obličejových a svalů trupu) a fáze atonická – bez očních pohybů a svalových záškubů. Intenzita REM spánku se posuzuje podle fázické složky, která je také obdobím, kdy se převážně zdají sny.

## c. Metodika snímání EEG

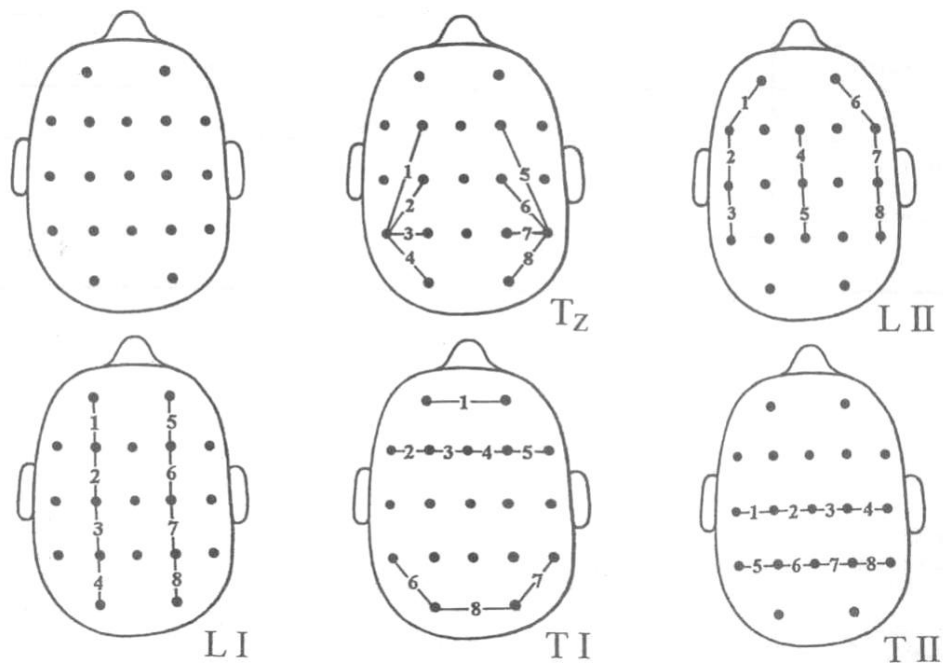
Ke snímání EEG se používají vícekanálové přístroje, které mimo snímání EEG umožňují záznamy tepu, EKG, EMG, dýchání ap. Základem elektroencefalografu je zesilovač.

EEG se snímá 21 stříbrnými elektrodami. Elektrody jsou obaleny mulem a navlhčeny ve fyziologickém roztoku. Před jejich přiložením na registrační místa je vhodné kůži odmastit. V současné době se využívá tzv. EEG čepice – elektrody jsou tu již zabudované v přesně rozměřených vzdálenostech. U novorozenců a malých dětí je počet registračních elektrod snížen na polovinu. Obvyklé zapojení elektrod je **bipolární** – podélné (longitudinální) nebo příčné (transverzální) (viz obr. 18.5.). V jednom typu zapojení má trvat záznam minimálně 20 min, vždy provádíme zkoušku reaktivity – otevření očí.

Při rutinním EEG vyšetření používáme vždy i některé aktivační (provokační) metody, které mohou pomoci odhalit patologické změny v bioelektrické aktivitě mozku či sledovat jejich reaktivitu na tyto metody. Jedná se zejména o hyperventilaci, fotostimulaci, a ve zvláštních indikacích i o spánkovou deprivaci nebo aplikaci různých léčiv.



Obr. 18.4. Umístění elektrod na kůži hlavy a boltců (Fp – frontopolární, F – frontální, T – temporální, C – centrální, O – okcipitální, P – parietální, A – ušní boltce)



Obr. 18.5. Příklady jednotlivých bipolárních zapojení elektrod (Tz – příčné zadní, L I a L II – podélné zapojení, T I a T II – příčné zapojení)



Obr. 18.6. EEG čepice

**Hodnocení:**

Jméno vyšetřovaného	X
Datum narození	X
Délka předchozího spánku	X
Užívání léků (uvedte konkrétně)	X
Požítí alkoholu (do 8 hod před vyšetřením)	X
Popis EEG – relaxovaná bdělost:	Lokalizace, frekvence, amplituda
alfa	
beta	
theta	
delta	
Popis EEG – aktivní bdělost:	Lokalizace, frekvence, amplituda
alfa	
beta	
theta	
delta	
Symetrie mezi pravou a levou hemisférou	
Reaktivita (na otevření očí či	

zvýšenou mentální činnost)	
Spánkové projevy	

**Závěr:**

#### **d. EEG – patologie a využití**

Hodnocení EEG se využívá zejména v neurologii k posouzení funkčního stavu CNS. Normální EEG u dospělého člověka se vyznačuje areální diferenciací (odlišení jednotlivých oblastí – frontální, centrální, temporální, parietální, okcipitální), s převahou alfa aktivity nad okcipitálními oblastmi, se zřetelně vyjádřenou reakcí zástavy (při otevřených očích).

EEG je nezastupitelnou pomocnou vyšetřovací metodou u záchvatovitých onemocnění (epilepsie), dále pak při úrazech hlavy, cévních mozkových příhodách, mozkových nádorech, zánětech mozku a dalších patologických procesech.

#### **e. EP – evokované potenciály**

Při vyšetření evokovaných potenciálů je sledována bioelektrická aktivita (EEG) nad určitými oblastmi mozku v závislosti na kontrolované a opakované senzické stimulaci. Dle těchto podnětů rozlišujeme EP:

- zrkové (VEP) – stimulace stroboskopem, záblesky, obrazovkou,
- sluchové (BAEP) – zvuková stimulace ze sluchátek,
- somatosenzorické (SEP) – stimulace somatosenzorické dráhy mírným elektrickým impulzem.

Každý z těchto podnětů vyvolá specifickou odpověď v EEG nad příslušnou mozkovou oblastí. Stimulace je opakovaná, odpovědi se sumují, zprůměrují a následně vyhodnotí. Průběh každého EP má své charakteristické rysy – tvar a amplituda vlny, délka její latence po stimulaci, a velmi důležitá je symetrie nad pravou a levou hemisférou.

#### **Kontrolní otázky:**

1. Jaká je podstata postsynaptických potenciálů?
2. Jak se aferentními vstupy do mozkové kůry aktivují neuronové populace?
3. Jaká je příčina desynchronizace alfa-rytmu?
4. Jak lze vysvětlit ontogenetický vývoj EEG křivky?
5. Které fyziologické principy se uplatňují při vzniku dipólu v mozkové tkáni?

Jméno:

Příjmení:

Studijní kroužek: Skupina: A, B, C, D

.....

datum

.....

podpis vyučujícího

### Vyšetření sluchu

(V. Kuthan, K. Jandová)

#### Úvod

Zvuk se od svého zdroje šíří v podobě podélného vlnění ve směru svého postupu různými prostředími, jako jsou plyny, kapaliny a pevné látky různou rychlostí (vzduch cca 340 m/s, voda 1 480 m/s, ocel 5 000 m/s, ve vakuu se zvukové vlny šířit nemohou).

Ve svém funkčním rozsahu 16–20 000 Hz je sluchem v oblasti tzv. **sluchového pole** zvuk různě intenzivně vnímán. Zvuky mohou být pravidelné, hudební, tj. tóny, které vznikají jednoduchým mechanickým, respektive harmonickým vlněním a lze je znázornit graficky sinusovou křivkou, jejíž kmitočet (frekvence, tj. počet vln za sekundu – Hz) udává absolutní výšku tónu, a amplituda jeho intenzitu. Naproti tomu zdroje nepravidelných (nehudebních) zvuků vytvářejí kmitavé pohyby smíšených frekvencí, kdy se jejich periodický charakter víceméně rozostřuje.

V hudební akustice je základním referenčním tónem  $a_1$  (tzv. komorní a o frekvenci 440 Hz), v technické akustice je to tón o frekvenci 1 000 Hz.

Při kmitání molekul vzduchu (vlnění) vybuzených energií rozkmitaného tělesa vznikají ve zvukovém poli oblasti zhuštění (přetlak) a zředění (podtlak) těchto molekul. Tím také vzniká **střídavý tlak**, superponovaný statickému (barometrickému) tlaku prostředí, jehož **amplituda** je na sinusoidové křivce představována maximální odchylkou od výchozí linie. Označuje se také jako **akustický (zvukový) tlak**. V tomto ohledu je třeba uvést, že molekuly vzduchu jeví již v klidu Brownův molekulární pohyb, na nějž nasedají při indukované změně střídavého tlaku další oscilace těchto molekul. Hodnota uvedeného akustického tlaku se udává v newtonech na metr plochy ( $N \cdot m^{-2}$ ), nebo v pascálech, přičemž  $1 N \cdot m^{-2} = 1 Pa$ . Absolutní práh sluchu takto vyjádřený je  **$2 \cdot 10^{-5} Pa$** .

**Intenzita zvuku**, udávaná ve  $W \cdot m^{-2}$  je definována jako energie zvuku, která proniká jednotkou plochy za jednotku času. Intenzita zvuku je úměrná čtverci akustického tlaku ( $I \sim p^2$ ). Absolutní sluchový práh vyjádřený v těchto jednotkách je  **$10^{-12} W \cdot m^{-2}$** .

#### Hladina intenzity zvuku, subjektivní hladina hlasitosti

K vyjádření hodnot intenzity zvuku či akustického tlaku se obvykle používá logaritmické míry, kdy se srovnává naměřená hodnota s prahovou referenční hodnotou. Vychází se přitom z **Weber-Fechnerova zákona**, podle kterého je **intenzita vjemu P** přímo úměrná logaritmu poměru dané intenzity ( $I$ ) podnětu k jeho intenzitě prahové ( $I_0$ ):  $P = k \cdot \log_{10} I/I_0$ .

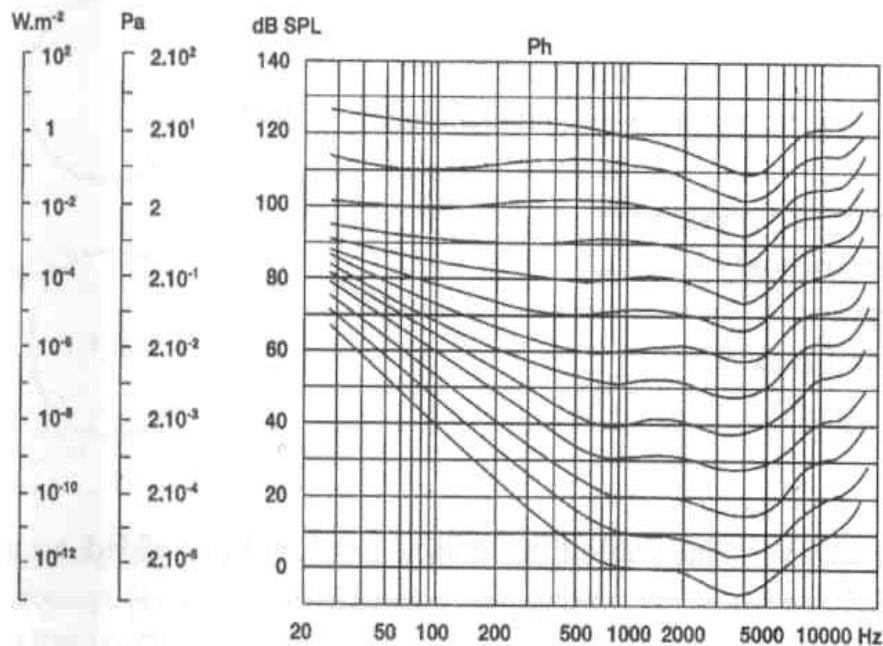
Když tedy takto vyjádříme **hladinu intenzity zvuku** v poměru k jeho referenční intenzitě prahové

(tj.  $10^{-12} W \cdot m^{-2}$  při frekvenci 1 000 Hz), a do čitatele dosadíme hodnotu 10x vyšší než je hodnota referenční, získáme jednotku ( $\log_{10} 10 = 1$ ) označenou podle A.G. Bella jako 1 Bel [B]. Je to tedy dekadický logaritmus kvocientu dvou intenzit, které jsou v poměru 10:1. 1 B má 10 decibelů [dB], přičemž 1dB je jednotkou soustavy SI. Hladina zvuku ( $L$ ) v decibelech takto stanovena  $L = 10 \log_{10} (I/I_0)$ .

Vyjádříme-li však, jak je to konvenčně zavedeno, hladinu zvuku  $L$  v hodnotách akustického tlaku ( $p$ ) ( $L = \log_{10} (p^2/p_0^2) = 2 \log_{10} (p/p_0)$ , protože  $I \sim p^2$ ), kdy referenční prahová hodnota akustického tlaku při frekvenci 1 000 Hz je  $2 \cdot 10^{-5} Pa$ , pak **dvacetinásobný dekadický logaritmus poměru daného akustického tlaku k tlaku referenčnímu udává hodnotu hladiny zvuku L v decibelech SPL (sound pressure level)**. Tedy:  $L = 20 \log_{10} (p/p_0)$  [dB SPL].

Označení SPL (Sound Pressure Level = hladina akustického tlaku) se připojuje proto, aby bylo zřejmé, že hodnoty v dB byly získány právě uvedeným způsobem. Zvýšení hladiny zvuku přibližně o 1 dB je ještě sluchem rozlišitelné (akustický tlak přitom vzroste zhruba o 10 %). Zvýšení o 10 dB je desetinásobné ( $10^1$ ), o 20 dB 100násobné ( $10^2$ ), o 30 dB 1 000násobné ( $10^3$ ) atd. Hodnota 0 dB neznamena absenci zvuku, ale prahovou hodnotu, kdy hodnota daného akustického tlaku je totožná s hodnotou prahovou  $2 \cdot 10^{-5} Pa$ . Jsou tedy v poměru 1:1, a  $\log 1 = 0$ . Nutno upozornit, že stanovení hladiny zvuku pracuje s fyzikálními veličinami (intenzita zvuku a akustický tlak).

Lidské ucho však není při různých tónových frekvencích stejně citlivé. Zatímco při velmi nízkých frekvencích (desítky Hz) slyšíme zvuk až při intenzitě cca 60 dB SPL, na frekvencích 1-5 kHz je lidské ucho ještě citlivější než výše definovaný práh sluchu 0 dB SPL (viz obr. 1).



Obr. 1. Závislost hlasitosti tónů na jejich frekvenci. Izofóny, hladina zvuku v dB SPL, subjektivně vnímané hlasitosti ve fónách (Ph)

Proto byla zavedena **stupnice subjektivně vnímané hlasitosti ve fónách (Ph)**, která se kryje se stupnicí decibelovou jen ve frekvenčním rozsahu kolem 1 000 Hz (viz obr. 15.1.). Je to  $10^{-12}$  W.m<sup>-2</sup> v jednotkách intenzity a  $2 \cdot 10^{-5}$  Pa v hodnotách akustického tlaku. (Ve skutečnosti je však sluch ještě citlivější při frekvenci 4 000 Hz; frekvence 1 000 Hz byla přijata jako základ z konvenčních důvodů.).

Když postupujeme k frekvencím nižším nebo vyšším, práh se zvyšuje, a hodnota decibelová je vyšší než hodnota fónová (viz obr. 15.1.). Jinak řečeno, k dosažení stejně vnímané hlasitosti při různých frekvencích (výškách tónů) je třeba pokaždé různého akustického tlaku, resp. hladiny zvuku vyjádřeného v dB. Tak např. tón frekvence 1 000 Hz, jehož hladina zvuku je při této frekvenci 30 dB, je slyšet stejně hlasitě (tj. jeho fónová hodnota je stejná) jako tón frekvence 100 Hz s hladinou zvuku 60 dB (viz obr. 15.1.). Křivky, které spojují stejné hladiny hlasitosti při různých frekvencích, se nazývají **izofóny**. Nulová neboli prahová izofóna má decibelovou hodnotu (hladiny zvuku) při frekvenci 50 Hz něco přes 50 dB, při frekvenci 40 Hz 10 dB atd., kdežto při frekvenci 1 000 Hz **0 dB**, kdy se tedy fónová hodnota kryje s hodnotou decibelovou. Tóny všech frekvencí, ležící na stejné izofóně, která je definována decibelovou, resp. fónovou hodnotou při frekvenci 1 000 Hz, jsou tedy vnímány stejně hlasitě. Jejich decibelové hodnoty se ovšem výrazně liší. Tóny, které mají stejnou fyzikálně definovanou hladinu intenzity zvuku v dB, leží naopak na přímkách probíhajících rovnoběžně s abscisou, a jejich decibelová hodnota je při všech frekvencích stejná (obr. 15.1.).

Z levé části tohoto obrázku také vyplývá, že v pásmu nižších frekvencí jen poměrně malé zvýšení intenzity zvuku vede k relativně většímu vzestupu subjektivnímu vnímání jeho hlasitosti. Naopak ve frekvenční oblasti kolem 1 kHz (500–2 000 Hz – pásmo řečových frekvencí) ke zvýšení subjektivní hlasitosti je nutné, aby intenzita zvuku se zvýšila relativně více. Proto také v této oblasti sluchového pole lze rozeznat i malé změny intenzity zvuku, což souvisí s větší vzdáleností jednotlivých izofón. Šepot odpovídá hladině hlasitosti asi 20–40 Ph, hovorová řeč 50–75 Ph, hluk dopravy 70–90 Ph a pneumatické vrtačky 120 Ph. Kolem 130 Ph je hranice bolesti.

Vedle právě popsaného stanovení hladin hlasitosti můžeme též takto subjektivně zjišťovat, kolikrát se jeví daný tón, popř. složený zvuk, silnější či slabší a to oproti referenčnímu tónu o frekvenci 1 000 Hz a intenzitě zvuku 40 dB, který vyjadřuje hlasitost rovnou 1 sonu. Např. tón, který se zdá dvakrát hlasitější, má hlasitost 2 sonů, 4krát hlasitější odpovídá 4 sonům, o polovinu slabší naopak 0,5 sonů atd. Bylo zjištěno, že při hodnotách nad 30 dB závisí subjektivní dojem hlasitosti na **Stevensově mocninové funkci**, která při frekvenci 1 000 Hz má exponent 0,64. Znázorníme-li příslušné hodnoty v grafu, jehož obě osy mají logaritmickou stupnici (hladina akustického tlaku, odhad hlasitosti), pak získáme přímkou, která zobrazuje zmíněnou funkci.

## Vzdušné a kostní vedení zvuku ve sluchovém systému

**Vzdušné aerotympanální vedení zvuku** je hlavní cestou, kterou se akustická energie dostává fyziologicky ke sluchovým smyslovým buňkám. Prochází zevním zvukovodem přes bubínek a sluchové kůstky, oválné okénko do perilymfy hlemýždě, a odtud přes Reissnerovu membránu do endolymfy v ductus cochlearis, kde se v Cortiho orgánu podráždí vláskové buňky, a tak vzhledem k převodu zvuku zevním zvukovodem a středním uchem svědčí vzdušné vedení o jejich funkci (**převodní vady sluchu**). **Kostní vedení zvuku** se realizuje při rozkmitání lebečních kostí, např. ladičkou nebo vibrátorem, a pak přímo přes stěny hlemýždě na perilymfu a endolymfu k vláskovým buňkám. Tak tedy tato cesta obchází normální aerotympanální převod. A proto je především ukazatelem kvality funkce vnitřního ucha, resp. sluchové dráhy (**percepční vady**). Nemůže být horší než vedení vzdušné, protože kostní vedení přes lebeční kosti působí přímo na hlemýžď. Má však vyšší práh než vzdušné vedení (cca o 40 – 50 dB) v závislosti na optimálním místě působení zvukového zdroje.

### Poznámka:

V audiometrických záznamech jsou prahové křivky po úpravě znázorněny tak, aby se za normálního stavu víceméně vzájemně kryly, takže práh je zdánlivě stejný (viz níže).

Pro normální sluchové vnímání nemá kostní vedení valný význam, jenom při slyšení silnějších tónů a vnímání vlastního hlasu v oblasti nízkých frekvencí. Proto také v magnetofonovém záznamu zní vlastní hlas poněkud odlišně. Z druhé strany jeho vyšetření je důležitou pomůckou při diagnostice sluchových vad. Existují dva druhy kostního vedení. Je to jednak **vedení přímé** přes kostěné pouzdro labyrintu, jednak vedení **osteotympanální**, kdy menší množství akustické energie proniká kostěnou částí zevního zvukovodu bubínkem a středním uchem (sluchové kůstky) k tekutinám vnitřního ucha a konečně k receptorům.

## Zkoušky sluchu

Cílem vyšetření sluchu je zjistit, je-li sluchová funkce snížena, a v tomto případě stanovit druh poruchy, (vada převodní, percepční nebo smíšená), její stupeň podle ztráty sluchu při určitých frekvencích – vyšších či nižších, a také míru srozumitelnosti předřikávaných slov šepotem i hovorovou řečí s převahou vyšších či nižších hlásek, což nás mimo jiné v určitém ohledu informuje o možnostech slovní komunikace vyšetřovaného.

### A) ZKOUŠKA ŘEČI Z RŮZNÉ VZDÁLENOSTI PŘI SNÍŽENÉ (ŠEPOTU) A Hovorové hladině zvuku

Při této klasické zkoušce zjišťujeme vzdálenost, ze které vyšetřovaný člověk slyší a je schopen opakovat předřikávaná slova při vyšší či nižší hladině zvuku. Velký rozdíl v maximální vzdálenosti, ze které jsou rozeznatelná šeptaná a hovorovou řečí pronášená slova je charakteristický pro **poruchu vnitřního ucha (percepční vada)**. Naproti tomu přibližně stejné omezení šepotu a hovorové řeči svědčí pro **převodní vadu**, která tkví ve středním uchu (převodní systém).

### Provedení:

1. Vyšetřujeme v tiché místnosti (hladina zvuku pokud možno do 30 dB). Vyšetřovaná osoba se postaví nebo posadí ke stěně bokem a vyšetřovaným uchem směrem k vyšetřujícímu, zavře oči, aby nemohla odezírat, a prstem si stlačí tragus nevyšetřovaného ucha. Tím se brání tzv. přeslechu, tj. nežádoucímu sluchovému vjemu v druhostranném uchu (ohlušení). Tento postup je postačující při vyšetřování šepotem. Když však vyšetřujeme hovorovou řečí anebo na audiometru, je třeba použít ohlušovač, kde lze nastavit určitou úroveň hladiny zvuku při příslušných frekvencích, anebo aspoň pravidelnými rychlými vibracemi prstu při tlaku na tragus dosáhnout méně přesného stupně ohlušení.
2. Zkoušku v obou případech začínáme ze dvou až tří metrů. Když vyšetřovaná osoba neslyší nejméně tři po sobě pronesená slova, přiblížíme se do menší vzdálenosti. V opačné situaci se od vyšetřovaného vzdalujeme (max. 10 m, rozhodující je vzdálenost 6 m) a určíme z jaké vzdálenosti je právě ještě slyší, jim rozumí, a je schopna je opakovat, což zaznamenáme do protokolu.
3. Konečně je třeba věnovat pozornost rozdílu **frekvenční skladby předřikávaných slov**. Volíme při tom střídavě slova s převahou hlubokých hlásek (hůl, dub, kolo, voda, duben, buben, kedluben) a hlásek vysokých – sykavek (sít, čest, měsíc, tisíc, sysel, sáček, silnice, sasanka). Když registrujeme pokles funkce sluchu, resp. rozumění slov s převahou vyšších hlásek, naznačuje to **poruchu percepční**, která se nejčastěji projevuje na audiogramu ztrátou sluchu v oblasti vyšších frekvencí. Při **převodní poruše** naopak vyšetřovaná osoba nerozumí slovům v nízkofrekvenční oblasti. Výsledek vyšetření si poznamenáme.
4. Vyšetření uskutečníme nejdříve na zdravém uchu a potom na uchu postiženém. Převodní vadu můžeme přitom napodobit ucpáním zevního zvukovodu. Výsledky zapíšeme do protokolu.

**Poznámka:** záznamy vedeme tak, jako bychom se dívali na „pacienta“. Záznam při normálním sluchu vypadá takto:

vpravo	vlevo
červená barva	modrá barva
>6 Vm >6	vyšetření hovorovou řečí (V, resp. Vm – vox magna)
>6 Vs >6	vyšetření šepotem (Vs – vox sibilans)



při převodní poruše vlevo např. vpravo  
 vlevo  
 červená barva                      modrá barva  
    >6 Vm >5  
    >6 Vs >3

při percepční poruše vpravo např. vpravo  
 vlevo  
 červená barva                      modrá barva  
    >5 Vm >6  
    >1 Vs >6

Podle vzdálenosti stanovené zkouškou řeči může být rozeznáván normální sluch (normakuzie), kdy vyšetřovaný rozumí šepot i hovorovou řeč ze 6 m, eventuálně i z větší vzdálenosti, lehká nedoslýchavost, při které je řeč rozeznávána ze 4–6 m, při středně těžké nedoslýchavosti je to ze vzdálenosti 2–4 m, při těžké nedoslýchavosti (1–2 m) a velmi těžké nedoslýchavosti (méně než 1 m, ev. a.c., tj. ad concham, tj. u boltce), praktické hluchotě, kdy je slyšet zvuk, ale není rozuměno slovům, a totální hluchotě bez slyšitelnosti jakéhokoliv zvuku.

**Hodnocení:**

Zkouška řeči	Základní vyšetření	Ucpání zvukovodu vpravo	Ucpání zvukovodu vlevo	Oboustranné ucpání zvukovodů
hlasitá řeč – vysoké hlásky				
hlasitá řeč – nízké hlásky				
šepot – vysoké hlásky				
šepot – nízké hlásky				

**Závěr:**

**B) LADIČKOVÉ ZKOUŠKY**

**Úvod**

Ladičky představují zdroj jednoduchých tónů určitých vybraných frekvencí. Dříve se jejich soubory užívaly ke zjišťování citlivosti sluchu, popřípadě jeho ztrát v různých oblastech sluchového spektra. Taková vyšetření byla nahrazena moderními audiometrickými metodami (viz níže). Avšak i v současné době jsou ladičky důležitým nástrojem při vyšetřování vzdušného a kostního vedení zvuku a tím i k rozlišování převodních (střední ucho) a percepčních vad (vnitřní ucho).

Frekvence požívaných ladiček má být nižší než vlastní rezonanční frekvence středního ucha, tj. pod 800–1 000 Hz. Velmi pomalu kmitající ladičky jsou příliš velké a také se s nimi obtížněji manipuluje. Z druhé strany však čím víc se kmitočet ladičky blíží k pásmu 800 Hz, jsou výsledky méně jednoznačné.

Proto se používají ladičky, které znějí v oblasti 128, 256, 435, či 512 Hz.

Rozeznáváme tři druhy ladičkových zkoušek: Weberovu (posouzení kostního vedení obou stran), Rinného (posouzení vzdušného a kostního vedení na jedné straně), a zkoušku Schwabachovu (porovnání kostního vedení mezi vyšetřovaným a vyšetřujícím).

**Pomůcky:** ladička, ev. smotek vaty nahrazující ucpání zevního zvukovodu prstem.

**Provedení:**

**1. WEBEROVA ZKOUŠKA**

Umístíme-li znějící ladičku, kterou rozezvučíme úderem o nějaký předmět, do střední čáry lebky (na čelo nebo raději na temeno) je slyšet tón ladičky při stejné citlivosti sluchu obou uší stejně na obou stranách, nebo uprostřed, popř. difúzně v celé lebce např. při oboustranně neporušeném sluchu. Sluchový vjem tedy není lateralizován. V případě jednostranné (např. levostranné) poruchy sluchu se sluchový vjem lateralizuje při převodní poruše na stranu nemocného (levého  $W \rightarrow$ ), kdežto při vadě percepční na stranu neporušeného ucha (pravého  $\leftarrow W$ ). Převodní vadu napodobíme ucpaním zevního zvukovodu. Při blokádě zevního zvukovodu pozorujeme, že tón zvučící ladičky je slyšet lépe na straně uzávěru, i když ladičku umístíme na druhé straně lebky. Zkráceně se říká, že Weber nelateralizuje či lateralizuje na tu či onu stranu. Výsledky zaznamenáme do protokolu.

**Poznámka:**

Výsledek Weberovy zkoušky při percepčních vadách je lehce pochopitelný: léze postiženého ucha nebo sluchové dráhy se projeví menší dráždivostí na postižené straně a proto Weber lateralizuje na stranu opačnou. Při vadách převodních se uplatňují tři komponenty:

**Hodnocení:**

Sluch	Weberova zkouška
normální – kontrola	
ucpaný levý zvukovod	
ucpaný pravý zvukovod	

**Závěr:**

**2. RINNÉHO ZKOUŠKA**

Při jejím provedení vyšetřujeme stav kostního a vzdušného vedení na témže uchu, resp. jejich poměr.

**Pomůcky:** ladička, stopky.

**Provedení:**

1. Rozkmitanou ladičku přiložíme držátkem na processus mastoideus.
2. Dbáme na to, aby se ladička svými rameny nedotýkala boltce nebo lebky.
3. Vyčkáme, až vyšetřovaný přestane tón ladičky slyšet, a čas zapíšeme do protokolu (kostní vedení).
4. Hned potom přeneseme ladičku před zevní zvukovod a zaznamenáme dobu, kdy dozní (vzdušné vedení).
5. Když vyšetřovaný slyší tón ladičky před boltcem déle než na processus mastoideus, je výsledek Rinného zkoušky pozitivní (R+), jak to zjistíme u normálního sluchu nebo u percepční vady. Normálně je ladička slyšet před zevním zvukovodem 1–2x déle (podle polohy umístění ladičky před boltcem i na proc. mastoideus).
6. Když pacient trpí převodní poruchou, je slyšet tón déle při přiložení ladičky na proc. mastoideus (v tomto případě je výsledek Rinného zkoušky negativní, R–), je třeba vyšetřovací postup obrátit, tj. umístit nejprve ladičku před ucho a teprve potom na processus mastoideus, samozřejmě s odečtem časových údajů.

I při Rinného zkoušce lze napodobit převodní vadu sluchu ucpaním zevního zvukovodu. Ladička zní déle při kostním vedení z proc. mastoideus (omezení šíření zvuku ven) než při působení jejího zvuku před blokovaným uchem, jehož citlivost je touto blokádou vzdušného vedení omezena. Uzavřeme-li však zevní zvukovod prstem nebo smotkem vaty, a necháme vyznít ladičku umístěnou na processus mastoideus, pak při jejím umístění před volný zvukovod těžší strany tón slyšíme dále vzdušným vedením (Rinné +).

**Hodnocení:**

Sluch	Pravé ucho	Levé ucho
normální – kontrola		
ucpaný levý zvukovod		
ucpaný pravý zvukovod		
ucpaný levý zvukovod při kostním vedení a volný při vedení vzdušném		
ucpaný pravý zvukovod při kostním vedení a volný při vedení vzdušném		

**Závěr:**

### 3. SCHWABACHOVA ZKOUŠKA

Při této zkoušce vyšetřujeme rozdíly mezi kostním vedením ucha vyšetřovaného člověka a zdravého ucha vyšetřujícího.

**Pomůcky:** Ladička, stopky.

**Provedení:**

1. Znějící ladičku přiložíme na processus mastoideus vyšetřovaného a zjistíme stopkami, za jak dlouho ji přestává slyšet, což zaznamenáme do protokolu.
2. V tom okamžiku přeneseme ladičku na svůj processus mastoideus (musíme si být jisti, že náš sluch není porušen) a zjistíme, jestli tón slyšíme dále či nikoliv. V případě, že tón dále slyšíme, je pak Schwabachova zkouška vyšetřovaného zkrácena (= Sch. zkr.), což naznačuje percepční poruchu daného ucha. Pokud tón již neslyšíme, Schwabachova zkouška může být v normě nebo prodloužená. Je třeba provést zkoušku obráceně, takže dříve vyšetříme sebe a potom teprve nemocného. Prodloužení Schwabachovy zkoušky u vyšetřovaného (= Sch. prodl.) svědčí o převodní poruše stejnostranného ucha.
3. Prodloužené kostní vedení při Schwabachově zkoušce lze docílit za normálních okolností ucpáním zevního zvukovodu, kdy trvá sluchový vjem déle, než když zvukovod není blokován.  
Při ucpání obou zvukovodů slyšíme zvuk jen na straně, kde je přiložena ladička.

**Hodnocení:**

Sluch	Pravé ucho	Levé ucho
normální – kontrola		
ucpaný levý zvukovod		
ucpaný pravý zvukovod		
oboustranné ucpání zvukovodů		

**Závěr:**

### Zápis výsledků vyšetření sluchu u zdravého jedince

- a) hovorovou řečí a šepotem z určité vzdálenosti
- b) ladičkovými zkouškami

#### Norma:

##### Ladičkové zkoušky:

P		L
→	W	←
+	R	+
norm.	Sch	norm.

##### Hovorová řeč:

P		L
>6	Vm	>6

##### Šepot:

P		L
>6	Vs	>6

## B) AUDIOMETRIE

### Úvod

Audiometr je tónový generátor, který umožňuje vyšetřit sluchové vjemy při expozici čistých tónů bez vyšších harmonických frekvencí při různé intenzitě zvuku, a tak mj. zjistit práh sluchového vnímání (tzv. **prahová audiometrie – subjektivní audiometrie**) při vzdušném i kostním (za pomoci speciálních vibrátorů) vedení. Pro další rozlišení zvukových vad se používá také **nadprahová audiometrie** a elektrofyziologické retrokochleární vyšetření sluchové dráhy na různých úrovních při použití počítačové techniky (**objektivní audiometrie**). Jde např. o projevy aktivity kochleoly (ECoG – elektrokochleografie – latence do 3 ms), mozkového kmene (BERA – brain stem evoked response activity – do 15 ms), středního mozku (MERA – midbrain ERA – latence do 100 ms), nebo mozkové kůry (CERA – cortex ERA – latence do 300 ms). Prodloužená latence je příznakem poruchy přenosu vzruchové aktivity v daném místě.

Při **otoakustických emisích** (OAE) reagují sluchové receptory v hlemýždi na přicházející zvuk slabým kmitáním, zvukem, který lze zaznamenat před uchem velmi citlivým mikrofonom. Svědčí pro dobrou funkci vnitřního ucha. Jejich absence naopak pro percepční vadu. Hodí se k vyšetření sluchu u malých dětí.

K podrobnějšímu vyšetření středního ucha se používá např. **tympanometrie** (impedanční audiometrie), která registruje odpor, který klade převodní aparát zvuku šířícímu se zevním zvukovodem (tj. tzv. akustický odpor či akustická impedance). Tympanometrická křivka poskytuje grafický záznam závislosti převodových vlastností bubínku na proměnlivém tlaku vzduchu v zevním zvukovodu. Tympanometrické metody poskytují také obraz o **funkci m. stapedius**, který se při zvucích větší intenzity stáhne a omezí tak přívod akustické energie do vnitřního ucha. Tuhost bubínku a tím i jeho odpor se tak zvýší.

### Prahová audiometrie

V praktických cvičeních používáme jeden z nejjednodušších typů audiometrů „screening audiometer MA 11“, (viz obr. 2), který umožňuje vyšetření sluchového prahu při několika vybraných frekvencích, ovšem jenom pro vzdušné vedení. Slouží orientačnímu vyhledávání (depistáží) sluchových poruch ve větších skupinách obyvatelstva, např. zaměstnanců v hlučných provozech. Když zjistíme, že práh pro vzdušné vedení je zvýšen při některé frekvenci více než o **20 dB**, je pro bližší diagnózu nutné, aby byly vyšetřeny audiometrické prahové hodnoty též pro vedení kostní na diagnostickém, resp. klinickém audiometru, které umožňují i další speciální zkoušky.

Prahovou křivku sluchu (tj. nulovou izofónu – viz obr. 1) můžeme vyšetřovat akusticky přesně definovanými tóny o různé frekvenci (Hz) a intenzitě, resp. velikosti akustického tlaku (dB SPL). Při takovém postupu získáme za normálních okolností křivku, **která je**

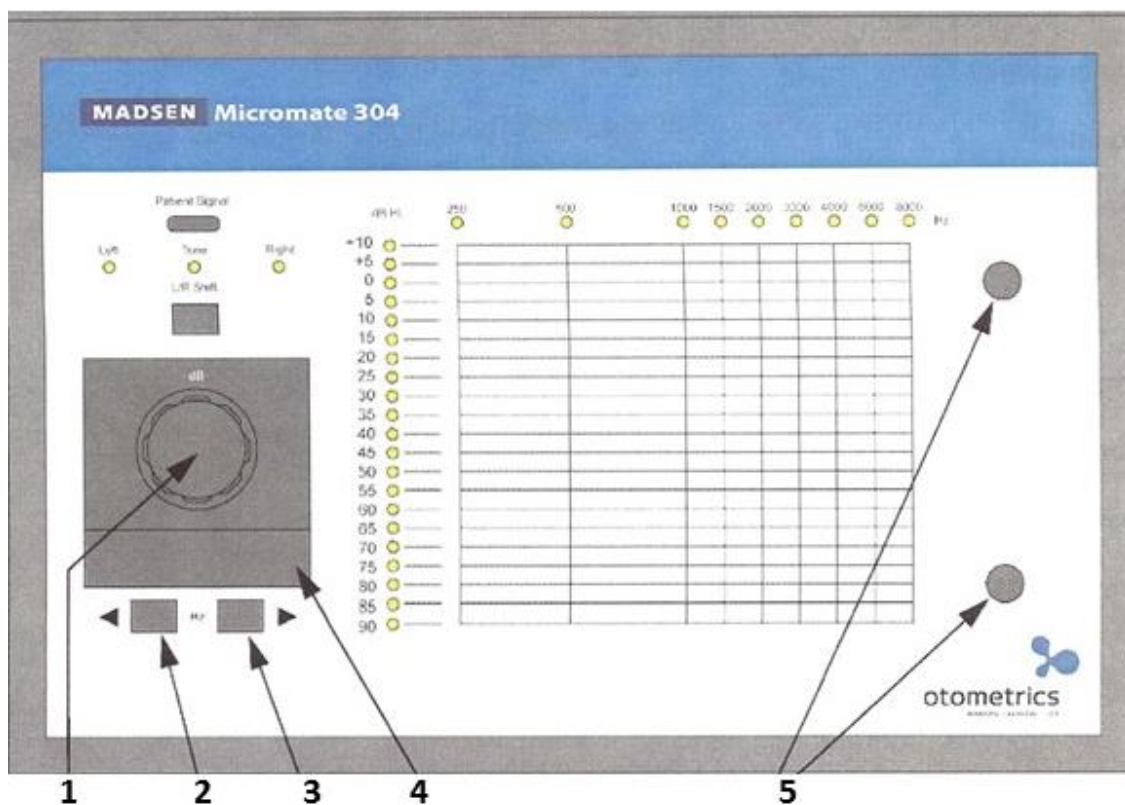
**svou konvexitou prohnuta dolů** (viz obr. 1) nebo **nahoru** podle toho, jestli vzrůstající decibelové hodnoty jsou značeny od dolního (viz obr. 1.) nebo horního okraje stupnic. Výsledek záznamu se označuje jako **absolutní práh sluchu**.

Ačkoliv lze absolutní práh sluchu takto měřit v různých akustických pokusech, v audiometrii se běžně používá stanovení tzv. **relativního sluchového prahu**, kdy audiometry jsou konstruovány tak, aby prahové hodnoty normálního audiogramu při různých tónových frekvencích **ležely na přímkce**. Tyto hodnoty, vycházející z **měření subjektivního prahu** vyšetřené na mnoha zdravých lidech (minimum audible) tak vytvářejí normu, od které se počítá posun sluchového prahu pro jednotlivé frekvence. Proto nejde o vzdálenost od absolutního sluchového prahu, neoznačují se naměřené hodnoty jako dB SPL (Sound Pressure Level) ale jako **dB HL** (Hearing Level).

Úroveň 0 dB HL je v audiogramu vždy vyznačena v jeho horní části. Při zhoršení sluchu (vzestup prahu) je v audiometrii patrný pokles křivky (**ztrátový audiogram**) k vyšším decibelovým hodnotám, které udávají o kolik je sluchové vnímání sníženo oproti normálu a samozřejmě tím i jak dalece je nutné zvýšit intenzitu zvuku k dosažení sluchového prahu při dané frekvenci.



*Obr. 2 Screeningový audiometr Micromate 304*



1 2 3 4 5

- 1 – točítko pro nastavení intenzity
- 2 – tlačítko pro snížení frekvence
- 3 – tlačítko pro zvýšení frekvence
- 4 – spínač tónu
- 5 – kolíčky pro upevnění audiogramu

Obr. 3 Screeningový audiometr Micromate 304, čelní panel



Obr. 4 Zadní panel audiometru Micromate 304

**Pomůcky:** audiometr Micromate 304, sluchátka, formulář audiogramu, vata k ucpání zevního zvukovodu.

**Provedení:**

1. Zapojte sluchátka (pravé-červené, levé-modré), patientské tlačítko a v případě síťového napájení i síťový adaptér do příslušných konektorů na zadním panelu přístroje (viz obr. 4).
2. Zapněte přístroj stiskem černého tlačítka pro zapínání stimulu (č. 4 -spínač tónu na obr. 3) na čelním panelu přístroje. Zapnutí je indikováno rozsvícením: 20dB, 1 000 Hz a LED Vlevo.
3. Upevněte prázdný audiogram na kolíčky (č. 5 na obr. 3)
4. Vyšetřovaný je poučen, aby vždy, když cokoliv uslyší, dal vyšetřujícímu znamení pomocí patientského tlačítka. Vyšetřovaný nemá vidět manipulaci vyšetřujícího na desce audiometru.
5. Přiložení sluchadel – dobré utěsnění.
6. Zpravidla se vyšetřuje nejdříve levé ucho.
7. Začínáme expozicí tónu 1 000 Hz nejnižší intenzity a zaznamenáme při použití spínače tónu (č. 4 na obr. 3) úroveň dB, kdy ho vyšetřovaný právě uslyší. Přerušovaným stlačením spínače tónu generujeme krátké pulsy dlouhé asi 1-2 sekundy. Intenzita tónu se mění černým točítkem (č. 1 na obr. 3), každý krok točítka zvýší nebo sníží intenzitu o 5 dB. Vyšetření několikrát zopakujeme a nejnižší hodnotu zaznamenáme do audiogramu.
8. Pak postupujeme stejně při vyšetřování ostatních frekvencí v těchto krocích: 1 000 – 2 000 – 4 000 – 6 000 – 3 000 – 500 – 250 – 125 Hz, a spojením těchto údajů úsečkami zhotovíme audiogram. Ke zvýšení či snížení frekvence slouží dvě tlačítka (č. 2 a 3 na obr. 3). Frekvence se mění před zapnutím tónu.
9. Obdobně je vyšetřeno druhé ucho.
10. Práh sluchu u obou uší testujeme rovněž při uzavřených zevních zvukovodech.
11. Dosažené údaje konfrontujeme s výsledky ladičkových zkoušek a zkoušek řeči, z čehož stanovíme ev. typ sluchové vady.

#### Hodnocení:

#### Závěr:

#### Kontrolní otázky:

1. Které části sluchového orgánu patří k převodnímu systému?
2. Co je to tonotopické uspořádání hlemýždě?
3. Co označujeme pojmy vzdušné a kostní vedení?
4. Co rozumíme pojmy převodní a percepční porucha?
5. Které ladičkové zkoušky znáte, vysvětlíte jejich princip.
6. Čím se především liší audiogram u převodní a percepční nedoslýchavosti?
7. Jaký typ poruchy vznikne ucpáním zevního zvukovodu?

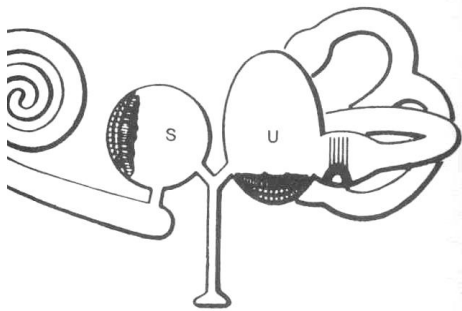
## Vyšetření vestibulárního aparátu

(V. Kuthan)

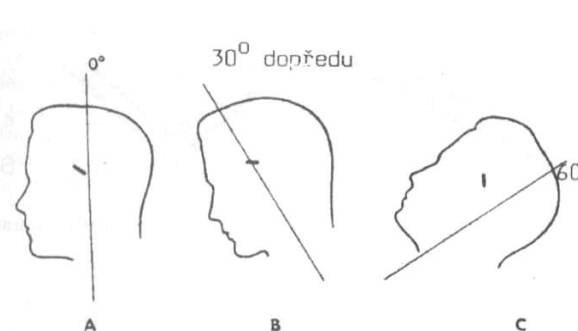
### Úvod

Vestibulární aparát slouží k udržování rovnováhy. Jeho periferní oddíl představují vlastní smyslové orgány (statokinetické čidlo) a z nich vycházející vestibulární vlákna statoakustického nervu. Je umístěn v zadní, vestibulární části labyrintu vnitřního ucha. K centrální části vestibulárního aparátu řadíme vestibulární jádra, která leží v pontu a prodloužené míše na spodině čtvrté komory a jsou spojena s dalšími strukturami centrálního nervstva.

**Statokinetické čidlo** se skládá z makulárních orgánů **utríkulu** a **sakulu** (čidlo statické) a **ze tří polokruhových kanálků**, horizontálního, předního a zadního svislého, které představují čidlo kinetické (obr. 17.1.). Všechny tyto dutiny blanitého labyrintu obsahují endolymfu, která se svým složením podobá intracelulární tekutině. Prostor mezi stěnami blanitého labyrintu a labyrintem kostěným je vyplněn perilymfou.

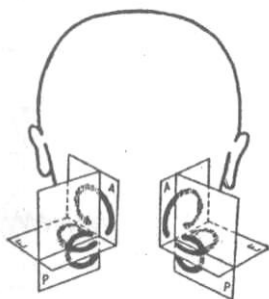


Obr. 17.1. Schematické znázornění vnitřního ucha

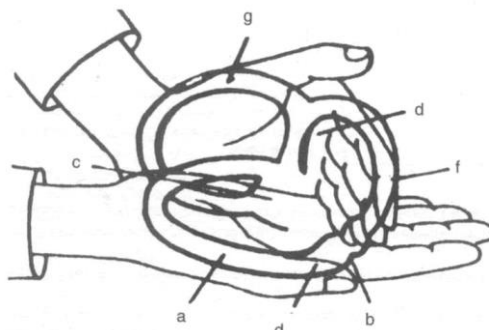


Obr. 17.2. Rovina horizontálních kanálků při různých polohách hlavy: vzpřímené (A), skloněné o 30° dopředu (B) a o 60° dozadu (C)

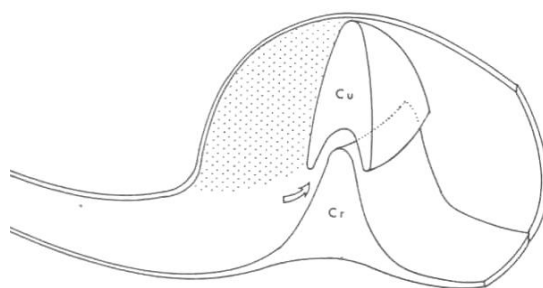
Semicirkulární kanálky jsou uloženy v rovinách, které jsou přibližně vzájemně na sebe kolmé. Horizontální kanálek probíhá v rovině, která při vzpřímeném postavení hlavy svírá s horizontální rovinou úhel asi 30° (obr. 17.2.). Roviny předního a zadního kanálku svírají s frontální a sagitální rovinou úhel přibližně 45°. Když porovnáme roviny kanálků obou stran, je zřejmé, že horizontální kanálky leží ve stejné rovině. Pokud jde o chodbičky svislé, ve stejné rovině jsou situovány přední vertikální kanálek jedné strany a zadní vertikální kanálek strany druhé (obr. 17.3.).



Obr. 17.3. Poloha polokruhovitých kanálků v lebce při pohledu zezadu



Obr. 17.4. Schematické znázornění polokruhových kanálků v prostoru podle Bárányho  
a – horizontální kanálek, b- ampula předního vertikálního kanálku, c – ampula zadního vertikálního kanálku, d- ampula horizontálního kanálku, f – přední vertikální kanálek, g – zadní vertikální kanálek



Cu : CUPULA      Cr : CRISTA

Obr. 17.5. Schématické znázornění reakce kupuly

Každý kanálek je při jednom svém ústí do utrikulu poněkud rozšířen a vytváří ampulu. Nerozšířené konce předního a zadního svislého kanálku jsou spojeny v tzv. crus commune kudy se pohybuje při rotaci endolymfa z jednoho kanálku do druhého. Polohu polokruhových kanálků levého labyrintu lze napodobit naznačeným postavením rukou (obr. 17.4).

Receptorové vláskové buňky jsou uloženy na ampulární křistě a překryty rosolovitou hmotou, tzv. kupulou, která více či méně uzavírá průsvit ampuly a vychyluje se, i když v malém rozsahu, prouděním endolymfem (obr. 17.5.). Vlásokové buňky mají ve svém apikálním povrchu chomáč stereocilií (40–100) a jedno delší kinocilium, které je uloženo při okraji stereociliárního svazku. Reagují při vychýlení kupuly různě podle směru, kterým endolymfa proudí.



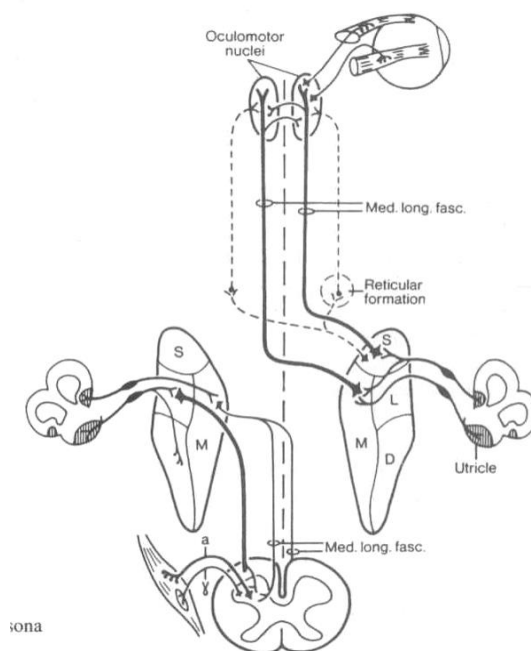
Vestibulární jádra jsou spojena s jádry okohybných nervů převážně cestou **fasciculus longitudinalis medialis**. Tak např. stimulací horizontálního kanálku jsou drážděny motoneurony kontralaterálního zevního a ipsilaterálního vnitřního přímého svalu, ale tlumeny motoneurony ipsilaterálního zevního a kontralaterálního vnitřního přímého svalu. Mimo to se v řízení okulomotoriky uplatňují též jiné dráhy vycházející z vestibulárních jader.

**Vestibulospinální dráhy** uskutečňují spojení s míšními motoneurony. Dráždění laterální vestibulospinální dráhy (z laterálního jádra Deitersova) působí budivě na gama a alfa motoneurony inervující extenzory a tlumivě přes interneurony na motoneurony flexorů. Tonus extenzorů ipsilaterálních končetin se zvyšuje.

**Vestibuloretikulární projekce** má význam při koordinaci posturální a okohybné aktivity. Jedna její část míří do prodloužené míchy (nc. reticularis gigantocellularis) a pontu (nc. reticularis pontis caudalis), odkud vychází retikulospinální dráha, jejíž dráždění působí na motoneurony flexorů a extenzorů **opačně než dráha vestibulospinální**. Jiná část vestibuloretikulární projekce míří do paramediální pontinní retikulární formace (PPRF), která se uplatňuje při generaci rychlé centrální složky nystagmu.

**Přímá vestibulocerebelární vlákna** (tj. bez interpolace ve vestibulárních jádrech) končí v nodulu, uvule, mnohem méně ve flokulu a částečně též v celém rozsahu vermis mozečku. Opačná přímá i nepřímá cerebelovestibulární spojení vycházející z těchto struktur se výrazně podílejí na jemném tlumivém ladění vestibulárních reflexů. Při mozečkových lézích se tyto reflexy odtlumí (např. zesílení nystagmu, změny svalového tonu a posturálních reakcí).

**Vestibulární spojení přes talamus** do mozkové kůry míří do gyrus postcentralis při dolním okraji interparietální brázd, a to do oblasti 2. Brodmannovy arey (tzv. area 2v) a jiná její část do arey 3. Vestibulární korová projekce se přimyká k projekci proprioceptivní. Slouží vědomé orientaci v prostoru a regulaci motoriky končetin. (obr. 17.6.) Konečně **spojení vestibulárních jader s hypotalamem** zprostředkuje vegetativní reakce, např. pocity nevolnosti, změny dechové a tepové frekvence apod.



Obr. 17.6. Centrální část vestibulárního ústrojí podle Henrikssona

#### Úkol:

Vyšetření kinetického čidla:

- postotačného nystagmu
- tonických svalových úchylek
- vestibulární ataxie.

Podrážděním vestibulárních buněk vybavujeme příslušné vestibulární reflexy. Jejich odchylky od normálního stavu nás upozorní na přítomnost léze a její lokalizaci.

Při rotačním vyšetření uvedeme endolymfu do pohybu otáčením v Barányho křesle. Dbáme přitom na to, aby hlava vyšetřovaného byla v poloze, která odpovídá rovině zkoumaného kanálku:

- horizontální kanálky - v mírném předklonu (30°)
- přední svislé kanálky - v hlubokém předklonu (90°)
- zadní svislé kanálky - v úklonu k rameni o 90°.

Na začátku rotace se inertní endolymfa opoždí za pohybem stěn kanálku a proudí tedy proti směru otáčení. Týmž směrem se vychyluje kupula, vlásky vestibulárních receptorů se ohnou a podle směru ohybu vznikne excitace nebo inhibice. Excitací se vybaví náležitá reflexní odpověď (perrotační nystagmus, tonické úchylky svalové). Není-li rotace dále zrychlována, proud endolymfy se zastaví, kupula se vrátí do výchozího postavení, nystagmus přestane a tonické úchylky svalové vymizí. Náhlým zastavením rotace se opět vzbudí pohyb endolymfy, ale v opačném směru, tj. ve směru původního otáčení.

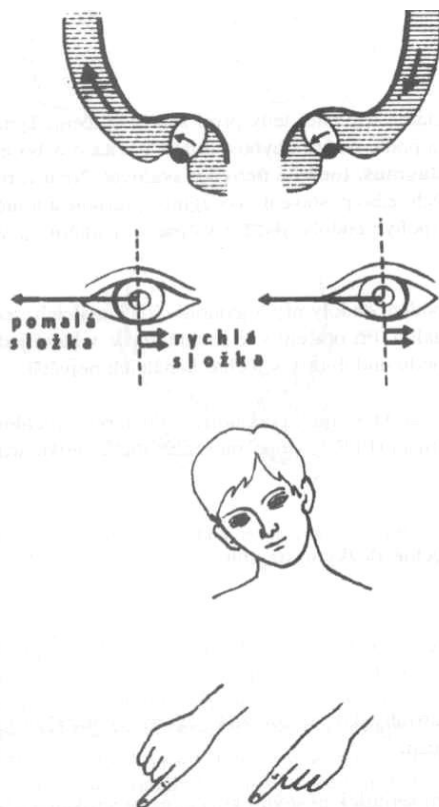
V závislosti na poloze hlavy během rotace je v různé míře urychleno proudění endolymfy v jednotlivých kanálcích, což částečně také umožňuje crura commune předního a zadního svislého kanálku. Při otáčení v té rovině hlavy, v které jednotlivé kanálky, resp. jejich páry leží (viz výše), je ovšem urychlení endolymfy v těchto kanálcích největší.

Jako **nystagmus** jsou označovány trhavé, rytmicky se opakující pohyby očí, které mají pomalou vestibulární a rychlou centrální složku, programovanou v pontinní paramediální retikulární formaci (PPRF), popř. mezeencefalické retikulární formaci (MRF). Spontánní nystagmus je vždy patologický.

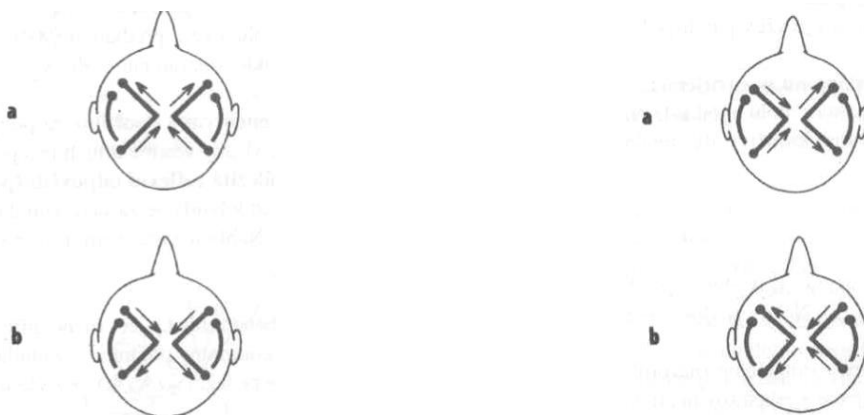
**Při hodnocení vestibulárního nystagmu posuzujeme:**

- směr (např. doprava, doleva, nahoru, dolů apod.). Určuje se podle rychlé složky nystagmu.
- tvar (např. horizontální, vertikální, krouživý, diagonální)
- amplitudu
- frekvenci
- trvání a latenci

Subjektivně pociťuje vyšetřovaný **závrať**, tj. vědomý pocit poruchy rovnováhy, kdy se mu zdá, jakoby se otáčel, a to v závislosti na směru rotace (viz níže). Někdy se dostavuje pocit nevolnosti.



Obr. 17.7. Projevy dráždění vestibulárního ústrojí (horizontální kanálky)



Obr. 17.8. Směr proudění endolymfy při sklonu hlavy k pravému rameni a po skončení rotace doleva jsou zadní kanálky drážděny (a). Při sklonu hlavy doleva a po skončení rotace doleva jsou přední kanálky drážděny (b)

Obr. 17.9. Směr proudění endolymfy. Při předklonu hlavy o 90° a zastavení rotace doprava jsou drážděny přední a zadní kanálek vlevo (a). Při předklonu hlavy o 90° a zastavení rotace doleva jsou drážděny přední a zadní kanálek vpravo (b)

**Horizontální kanálky**, jejichž polohu si můžeme znázornit předpaženými semiflektovanými končetinami s rukama sevřenými v pěsti (ampuly), vyšetřujeme v jejich rovině, tj. v předklonu o 30°. Na začátku otáčení doleva, nebo po skončení rotace doprava levá kupula se sklání ampulopetálním proudem endolymfy směrem do utrikulu (doprava) a působí ohyb vlásků týmž směrem. Receptory levé ampulární krysty jsou drážděny, vpravo naopak následkem ampulofugálního proudění tlumeny. Ve směru proudění endolymfy tj. doprava se dějí tonické úchytky svalové a pády (tonus levostranného extenzorového svalstva totiž vzrůstá drážděním levé vestibulospinální dráhy z levého labyrintu, a na pravé straně klesá – viz výše) a také pomalá vestibulární složka nystagmu. Rychlá jeho komponenta a závrať míří doleva, tj. proti směru proudu endolymfy (viz obr. 17.7.).

**V obou svislých kanálcích** je tomu naopak: ampulofugální proud endolymfy dráždí vestibulární receptory, kdežto ampulopetální proud je tlumí.

**Je-li hlava skloněna k pravému rameni, pak po skončení rotace doleva** proudí endolymfa v obou zadních vertikálních kanálcích od jejich zadní ampulární části dopředu a vyvolá v nich podráždění. Pomalá komponenta nystagmu a tonické úchytky směřují dolů. Rychlá komponenta nystagmu míří nahoru (= postrotační vertikální nystagmus nahoru). Týmž směrem je i pocit závratí. Endolymfa proudí dopředu přitom také v předních vertikálních kanálcích, jejichž receptory jsou tu jejím ampulopetálním pohybem tlumeny (viz obr. 17.8.a). Stejná situace nastává po rotaci doprava při úklonu hlavy k levému rameni.

Když byla ovšem **hlava skloněna doleva a rotace se dála také doleva** (podobně při úklonu doprava a po pravostranné rotaci), pak jsou drážděny ampulofugálním proudem endolymfy receptory obou předních svislých kanálků. Receptory v zadních kanálcích jsou ampulopetálním proudem endolymfy inhibovány (viz obr. 17.8.b). Tonické úchytky a pomalá komponenta nystagmu míří nahoru, kdežto pocit závratí a rychlá komponenta nystagmu dolů (= vertikální postrotační nystagmus dolů).

**Při předklonu hlavy o 90° a po zastavení rotace doprava** se endolymfa pohybuje v předních svislých kanálcích doprava, v levém ampulofugálně (dráždí) a v pravém ampulopetálně (tlumí). Její ampulofugální pohyb je též přítomen v levém zadním kanálku (viz obr. 17.9.a). Při takovém postupu se tedy dráždí zároveň receptory předního a zadního vertikálního kanálku levého labyrintu. V pravém labyrintu jsou obě tyto chodbičky tlumeny. Výsledkem je postrotační nystagmus, který je krouživý, což znamená, že se oči otáčejí kolem své sagitální osy. Jeho rychlá komponenta otáčí očima doleva, tj. proti směru hodinových ručiček, pomalá vestibulární komponenta doprava. Tonické úchytky míří přímo doprava.

**Když je hlava předkloněna o 90°**, pak po skončení levostranné rotace jsou drážděny ampulofugálním proudem endolymfy receptory předního a zadního kanálku pravého labyrintu, kdežto její ampulopetální proud tlumí tytéž kanálky vlevo (obr. 17.9.b). Lze pozorovat postrotační krouživý nystagmus s rychlou složkou doprava pomalou doleva. Svalové tonické úchytky mají směr přímo doleva.

**Úkol:** Vyšetření postrotačního nystagmu, tonických svalových úchytek a vestibulární ataxie

**Pomůcky:**

Barányho křeslo, Bartelsovy brýle (silné spojné čočky +20 D k zamezení fixace bulbů, která trvání nystagmu omezuje; brýle také usnadňují pozorování nystagmu), stopky.

**Provedení:**

I.  
V Barányho křesle fixujeme v náležitě poloze hlavu vyšetřovaného. Nasadíme Bartelsovy brýle.

Otáčíme křeslem přibližně rychlostí 10x za 20 sekund (cca 10 otoček)

Při otevřených očích vyšetřovaného můžeme během rotace sledovat perrotační nystagmus

Postrotační nystagmus lze lépe vyšetřit, když vyšetřovaný má během rotace zavřené oči.

Brzdou náhle zastavíme otáčející se křeslo. Hned potom odečteme latenci **nystagmu**, jeho směr, tvar, amplitudu, frekvenci a trvání.

II.

Při stejném postupu v jiném pokuse pozorujeme **tonické svalové úchytky hlavy, končetin a trupu**. Hlava se odklání ve směru proudění endolymfy. Porucha stíhání cíle, kdy se vyšetřovaný odchyluje v témže směru při snaze se trefit svými prsty obou rukou do našich natažených ukazováků exponovaných ve střední čáře (**Barányho pokus**).

Při **Hautantově** (čti ótantově) **zkoušce** se (při zavřených očích) uchylují předpažené horní končetiny (s palci orientovanými vzhůru) také ve směru proudění endolymfy. Zaznamenáme směr a velikost těchto úchytek.

III.

Také můžeme sledovat **vestibulární ataxii** (nestejnoměrnost a nesoulad pohybů). Manifestuje se např. při **Rombergově zkoušce**.

**Romberg I** stoj při mírně rozšířené bázi s předpažením a otevřenými očima

**Romberg II** stoj spojný s předpažením a otevřenými očima

**Romberg III** stoj spojný s předpažením a zavřenými očima

Kolísání stoje se označuje jako **titubace**.

Nesouměrnost při stoji se projeví odchylkami od olovnice a pády a to zejména při zavřených očích (Romberg III). Směr pádu závisí na poloze hlavy. Např. je-li pád v normální poloze pravostranný, při otočení hlavy vpravo padá vyšetřovaná osoba dozadu, otočením hlavy vlevo dopředu. Při chůzi se vestibulární ataxie opět projeví úchytkou od přímého směru v naznačeném smyslu a to

opět výrazněji při zavřených očích.

#### Hodnocení:

Sklon hlavy	Směr otáčení doleva Nystagmus – směr, trvání, tvar, latence, amplituda	Směr otáčení doprava Nystagmus – směr, trvání, tvar, latence, amplituda
30° dopředu		
90° dopředu		
k levému rameni		
k pravému rameni		

Pro vybraný sklon hlavy a směr otáčení

Zkouška	Odchylka směr	Odchylka směr
Barányho pokus (porucha stíhání cíle)		
Rombergova		
Hautantova		

## Vyšetření mozečku

(I. Valkounová)

Mozeček má význam pro regulaci svalového tonu, účastní se řízení udržování vzpřímené polohy a řízení správné koordinace pohybů.

### *Paleocerebelární syndrom*

(poškození vermis mozečku). Vyznačuje se poruchou stoje (astazie) a chůze (abazie). Nemocný ve stoji kolísá všemi směry, směr pádu nezávisí na poloze hlavy.

(U periferních vestibulárních poruch naopak závisí směr pádu na otočení hlavy.)

Vyšetření, která se provádějí jednak k vyšetření funkce mozečku - vermis, ale také k vyšetření vestibulárních poruch (viz praktikum vyšetření spontánních vestibulospinálních jevů)

1. vyšetření stoje: Romberg I, II, III
2. vyšetření chůze: chůze I (otevřené oči), chůze II (při zavřených očích)

#### Hodnocení:

### *Neocerebelární syndrom*

(postižení mozečkové hemisféry). Projevuje se ataxií, hypermetrií, dysmetrií, adiadochokinézou, intenčním třesem, svalovou hypotonií, dysartrií a dalšími symptomy.

**Ataxie:** Porucha stíhání cíle v prostoru. Pokud je příčinou ataxie mozečkové poškození, pak má ataxie charakter **hypermetrie** (přestřelení pohybu). **Dysmetrie** je tendence k minutí cíle. Typickým příkladem může být časté převrnutí skleniček u lidí v alkoholovém opojení, působící mj. přechodnou poruchu mozečkových funkcí.

**Adiadochokinéza:** Jde o neschopnost rychle střídavě zapojovat antagonistické svalové skupiny. Narušení programu vykonávání rychlých protichůdných pohybů.

**Intenční tremor:** Objevuje se při pohybu, zejména ruší pohyb před dosažením cíle.

**Svalová hypotonie:** Projeví se nadměrnou exkurzivitou v kloubech. Projevem svalové hypotonie je také zvýšená pasivita, vyšetřovaná např. posouzením stupně exkurzí podél těla volně visících horních končetin při pasivním otáčení trupu pacienta.

**Dysartrie** (porucha artikulace, mozečková dysartrie je charakteristická skandovanou artikulací, kdy pacient jednotlivé slabiky ze sebe vyaráží).

**Vyšetření prováděná k ověření poruch mozečkových hemisfér:**

1. Vyšetření taxie na HK: Pacient předpaží horní končetiny a vyšetřující ho vyzve, aby si sáhl prstem na nos. Totéž pacient provede bez kontroly zrakov. Významným rysem mozečkové ataxie je to, že se podstatně nezhoršuje při vyřazení zrakové kontroly. Současně sledujeme eventuelní přítomnost intenčního tremoru.
2. Vyšetření taxie na DK: Ležícího pacienta lékař vyzve, aby si dal patu na koleno opačné dolní končetiny.
3. Vyšetření diadochokinézy na HK: Pacient předpaží a provádí rychle střídavou pronaci a supinaci oběma rukama.
4. Vyšetření diadochokinézy na DK: Pacient se položí na břicho a lékař ho vyzve, aby střídavě rychle flektoval DK v kolenou (střídavě se „kope do hýždí“).

**Hodnocení:**

**Držení těla, stabilometrie**

(D. Marešová, V. Hrachovina)

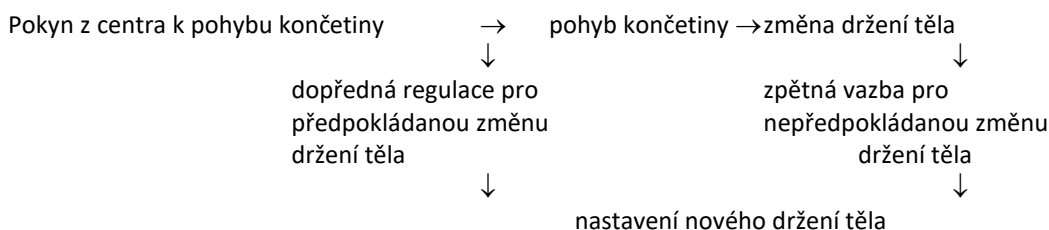
*Držení těla*

Držení těla si běžně neuvědomujeme, ale stane se zřejmým v okamžiku, kdy ztrácíme rovnováhu a padáme nebo při postižení systémů udržujících vzpřímenou polohu. Držení těla je součástí opěrné motoriky a pro každou pozici se mu musíme naučit – jak je dobře vidět u dětí, které z tříkolky přeseďnou na kolo.

**Postoj** – postavení můžeme definovat jako relativní pozici různých částí těla k sobě navzájem (egocentrický souřadnicový systém) nebo k prostředí (exocentrický souřadnicový systém). Třetí možností je vztah ke gravitačnímu poli (geocentrický souřadnicový systém). Takto můžeme popsat postavení hlavy vzhledem k okolnímu prostředí (důležité pro zrakový systém), k ostatním částem těla (důležité pro řízení vzpřímeného postojce) nebo vzhledem ke gravitaci (pro udržování rovnováhy).

Každému volnému pohybu (např. unožení) musí předcházet **protipohyb** (přesun těžiště na stojící nohu) zajišťující nové držení těla, protože jinak by vlivem gravitace následoval pád. Obdobně, stojíme-li opření o zeď a unožíme – tělo se odkloní od zdi.

I jednoduchý pohyb je tak zajišťován celou sérií regulačních dějů zajišťujících držení těla. Centrální řízení volného pohybu končetiny je spojeno s dopředným řízením předpokládané změny postavení. Nepředpokládaná změna postavení je řízena klasickou zpětnou vazbou prostřednictvím informací z jednotlivých receptorů (zrakových, vestibulárních, svalových, taktilních atd.).



**Úkol:** ověření dopředné a klasické zpětné vazby při změně držení těla (pracujeme ve dvojicích)

**1. Předvídaná změna držení těla:**

1. předpažte pravou horní končetinu
2. zavřete oči a levou rukou tlačte pravou ruku dolů
3. náhle uvolněte tlak na pravou končetinu
4. posuďte rozsah pohybu pravé končetiny (dá se měřit proti pozadí např. tabuli)

**2. Nepředvídaná změna držení těla:**

1. předpažte pravou horní končetinu
2. zavřete oči a kolega tlačí Vaši pravou končetinu dolů
3. náhle, bez upozornění, tlak uvolní
4. opět posuďte rozsah pohybu končetiny
5. výsledky obou pozorování porovnejte

Předvídaná změna držení	Pravá ruka	Levá ruka	Poznámka
Nepředvídaná změna držení			


**Závěr:**

### Stabilometrie

K vyšetření poruch držení těla a pro rehabilitační cvičení používáme stabilometr, který umožňuje registraci trajektorie těžiště a vyhodnocení směru pohybu

**Pomůcky:** plošina, analyzátor, molitanová podložka

**Úkol 1:** registrace trajektorie těžiště a jeho změny

**Provedení:**

1. nastavení programu:
  - perioda měření (délka intervalu mezi kroky načítání souřadnic těžiště vyšetřovaného v ms) = 40 ms , délka měření 20 s,
  - oblast pro výpočet váženého průměru 5 stupňů, krok úhlu při zobrazení vektorů 30 stupňů (velikost vektoru ve směru 0), konstanta plošiny (kalibrační konstanta plošiny pro přesné nastavení) 300, počátek harmonické analýzy v periodách (počet kroků měření od začátku, které se neuvažují pro harmonickou analýzu pohybu pacienta = 0, počet vzorků pro harmonickou analýzu (počet kroků měření, z nichž se provádí harmonická analýza pohybu pacienta) = 250
2. tlačítkem zvolíme „Nový pacient“
3. nové měření
4. tlačítkem „Kalibrace“ při uvolněné plošině se vynulují snímače a odstraní rozdíly dané vnější teplotou nebo jinými vlivy
5. stisknutím „Start“ registrujeme trajektorii těžiště:
  - a. při otevřených očích
  - b. při zavřených očích
  - c. při unožení – otevřené oči a zavřené oči
  - d. po přidání molitanové podložky

**Úkol 2:** nácvik změny držení těla

Podle předem definovaného vzoru rehabilitačního cvičení postupně měníme polohu těžiště

**Provedení:**

1. Nové měření: rehabilitační cvičení
2. tlačítkem „Rehabilitace“ načteme parametry plošiny
3. tlačítkem „ Kalibrace“ nastavíme plošinu
4. vyšetřovaný se snaží zasáhnout červeným terčem aktivní bod, který je namalován černě s bílým středem. Po dosažení tohoto cíle pokračuje k dalšímu bodu. Úloha končí po dosažení všech bodů

**Výsledky** všech měření zapíšeme a zhodnotíme

Kontrolní otázky:

1. Které smysly umožňují člověku orientaci v prostoru?
2. Kterou část statokinetického čidla podráždí nejvíce jízda výtahem?
3. Kterou část statokinetického čidla podráždí úklon hlavy?
4. Kterou část statokinetického čidla dráždíme rotací na židli?
5. Co je to nystagmus, vysvětlete vznik kalorického, perrotčního a postrotčního nystagmu?
6. Jaká znáte vyšetření vestibulospinálních jevů?

Jméno:

Příjmení:

Studijní kroužek: Skupina: A, B, C, D

.....  
datum

.....  
podpis vyučujícího