

Část 1 - Snímání EEG za různých podmínek z různých míst

Lesson 3

Teorie

Funkce neuronů, šíření elektrického impulsu

Nervový systém člověka obsahuje přibližně 10^{10} neuronů, z nichž je většina soustředěna v mozku. Typický neuron se skládá ze somatu, axonu a dendritů. Axon je dlouhé vlákno vycházející z těla neuronu. Na konci se mnohonásobně větví, aby se mohlo napojit se na krátké výběžky (dendrity) mnoha ostatních neuronů. Vytváří se tak soustava pro přenos signálu. Vzruch se v soustavě neuronů šíří následujícím způsobem: Tělo neuronu dostává slabé elektrické impulsy od svých dendritů. Jestliže součet potenciálů těchto impulsů překročí určitou hodnotu, neuron vyšle signál do axonu, na který jsou napojeny dendrity dalších neuronů a proces se opakuje. Aby byl přenos impulsu po dlouhém axonu co nejrychlejší, je axon obalen Schwannovými buňkami. Rotací buněk okolo axonu a jejich zhuštěním vzniká u mnoha neuronů nevodivý myelin, tvořící zevní lipoproteinovou pochvu axolemy. Myelinová pochva je v intervalech přibližně 1,5mm přerušována Ranvierovými zářezy. Při průběhu signálu axonem se proudy uzavírají přes Ranvierovy zářezy, čímž nedochází k jejich rozptýlu do okolí a proces předání signálu dalšímu neuronu se významně urychlí.

Útvar, který umožňuje spojení axonu jednoho neuronu a dendritu nebo somatu druhého neuronu, je nazýván synapse. Nejdůležitějšími částmi synapse, které zprostředkovávají přenos signálu, jsou synaptická štěrbina, presynaptická a postsynaptická membrána. Synaptická štěrbina je široká 10-40nm a funguje jako izolant mezi jednotlivými neurony. Elektrický impuls, který dosáhne presynaptické membrány, uvolní do synaptické štěrby neurotransmiter, který difunduje k postsynaptické membráně a vybudí další změnu potenciálu, která je přenášena dále.

Tuto schopnost potenciálových změn mají pouze nervové a svalové buňky. Je dána jejich schopností měnit permeabilitu a tím i vodivost svých membrán, která vede ke změnám jejich normálního (klidového) potenciálu na potenciál akční. Klidový potenciál vzniká spojením obou stran membrány živých buněk. Dosahuje 60-100nV. Tento klidový potenciál je výsledkem nerovnoměrného rozložení iontů uvnitř a vně buňky. Zjednodušeně lze říci, že ionty sodíku (Na) jsou nepřetržitě pumpovány ven z buňky ionty draslíku (K) naopak do buňky. Metabolicky tento stav zajišťuje Na-K ATPáza. Díky malé propustnosti membrány v podstatě nedochází k samovolné zpětné difúzi iontů.

Akční potenciál začíná v axonovém hrbolku. Zde je nejnižší prahový potenciál, na jehož hodnotu musí klesnout klidový potenciál, aby došlo k depolarizaci a tím změně potenciálu membrány. Depolarizace membrány je způsobena zvýšením prostupnosti pro sodíkové ionty, které nyní mohou volně proudit do buňky. Akční potenciál postupuje po nemyelinizovaném vláknu jako lokální zóna depolarizace. V případě myelinizovaných vláken (axon) procházejí proudové smyčky mezi Ranvierovými zářezy a šíření akčního potenciálu je přibližně 20x rychlejší.

Lidský mozek, jeho rozdělení a funkce jednotlivých částí

Lidský mozek je velmi složitý systém, který v sobě integruje somatické funkce (např. metabolismus), psychické funkce (paměť, spánek) a činnost sama sebe.

Mozek lze rozdělit na několik částí, z nichž každá je specializována na určitou činnost. Mezi nejdůležitější oblasti mozku patří:

- Thalamus- nachází se uprostřed mozku, zpracovává signály z periferních smyslových orgánů a předává je dále, nejčastěji do cortexu.
- Cortex=kůra mozková, se nalézá těsně pod lebkou. Je sídlem vyšších psychických funkcí.
- Hippocampus lze nalézt pod thalamelem. Řídí naše emoce, paměť a pocit reality.
- Bazální ganglia jsou umístěna nad thalamelem a koordinují pohyb a učení.

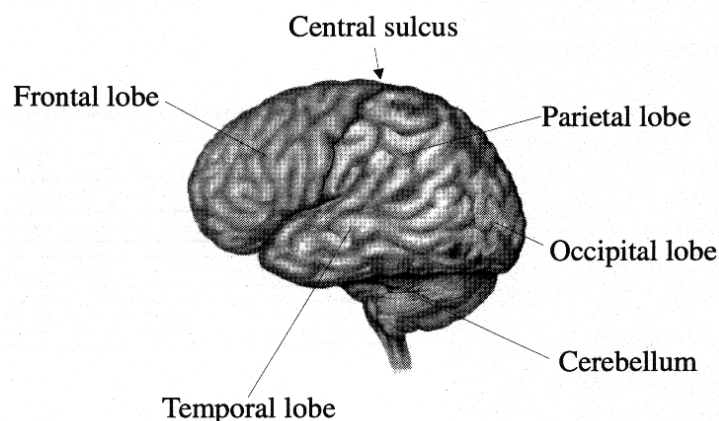
Jednotlivé části mozku spolu navzájem spolupracují a vytvářejí tak určité funkční celky, systémy. Pro měření elektrické aktivity jsou nejdůležitější tyto:

- Thalamo-cortikální systém- realizuje reaktivitu, racionální mentaci (matematické a logické myšlení), částečně se podílí na spánku a jsou zde naše paměťové stopy, které jsou však vybavitelné jen s pomocí septo-hippokampové soustavy.
- Septo-hippokampová soustava- je středem limbického systému, který vytváří časoprostorový rejstřík pro paměťové stopy, emoce, strukturu osobnosti a je velmi aktivní v REM spánku.

Vznik EEG

Aktivním projevem činnosti mozku jsou změny elektrického napětí, které lze snímat pomocí elektrod z povrchu hlavy. Charakter této aktivity je však podstatně rozdílný od aktivity jednotlivého neuronu. Zatímco u neuronu se elektrická aktivita projevuje sledem diskrétních, krátkých impulsů až do frekvence 1000Hz, aktivita mozku je doprovázena spojitým průběhem napětí o podstatně nižší frekvenci, ve kterém je možno rozlišovat pomalejší a rychlejší vlny. Tato aktivita vzniká synchronizovanou činností určité skupiny neuronů, přesněji jejich synaptodendritických membrán, nejčastěji na povrchu cortexu. Zásadné do této činnosti zasahuje thalamus. Frekvence a amplituda této aktivity je modifikována charakterem a intenzitou synchronizace excitačních a inhibičních okruhů cortexu.

Frekvence a amplituda mozkové činnosti je částečně modifikována vnějšími stimuly, je reakcí na senzitivní a sensorické podněty (např. zrakové, sluchové, chuťové atd.)- mluvíme o tzv. evokovaných potenciálech. Druhou složku průběhu mozkové činnosti vytváří víceméně náhodné nebo nám dosud neznámé činnosti nervové soustavy.



Metody měření EEG

Elektrickou aktivitu mozku lze měřit pomocí elektrod umístěných na povrchu hlavy podle určitého schématu. Technicky je možné měřit EEG i přímo na povrchu mozku, avšak tento způsob měření je z hlediska využití EEG v běžném životě celkem nezajímavý.

Elektrody měřící změny potenciálů na povrchu hlavy mají průměr 7-10mm a jsou vyrobeny nejčastěji ze stříbra. Jejich povrch bývá pokryt chloridem stříbrným. Pod elektrodu je nutné pro lepší kontakt dávat tzv. elektrodovou pastu (bentonit, soli chloru a látka mající adhezivní vlastnosti). Na hlavu zkoumané osoby se umísťují rovnoměrně a v počtu 19 (klasické snímání) až 128 (speciální vyšetření).

Z praktického hlediska má velké uplatnění EEG čepice, která je zhotovena z pružné tkaniny a v níž jsou rozmístěny elektrody podle systému 10-20 (celkem 19 elektrod). EEG čepice bývá proti mechanickému posunu jištěna elastickými pásy přes hrudník.

Základní EEG rytmy

Na normálním EEG lze nalézt několik základních rytmů, jejichž proporce se mění v souvislosti s různými stavy (otevřené a zavřené oči, psychicky náročná činnost, spánek) pozorovaného subjektu. Zde je přehled základních EEG rytmů:

- Alfa rytmus
 - Frekvence 8-13Hz
 - Amplituda 20-200uV
 - Alfa aktivita je základním rytmem EEG. Jejím zdrojem je thalamus.
 - Nejlépe je patrná v bdělém stavu, ale při zavřených očích, kdy thalamocortikální mechanismy pracují synchronizovaně a vytváří tak na záznamu EEG dobře viditelné vlny.
 - Při otevření očí a při spánku přestává být alfa aktivita zřetelná, protože thalamické generátory pracují nesynchronizovaně, nejsou ve fázi.
 - Alfa rytmus se zvyšuje při ospalosti a naopak snižuje mentální činnosti a zvýšené pozornosti.
- Beta rytmus
 - Frekvence vyšší než 13Hz, nejčastěji 15-25Hz
 - Amplituda 5-20uV
 - Zdrojem je, stejně jako u alfa aktivity, thalamus.
 - Vyskytuje se při otevřených i zavřených očích.
 - Beta rytmus se snižuje při ospalosti.
- Theta rytmus
 - Frekvence 4-7 Hz
 - Amplituda je menší než 30uV
 - Tvůrcem theta aktivity je septo-hippokampový systém.
 - Rytmičké výboje theta aktivity se objevují při ospalosti a usínání.
- Delta rytmus
 - Frekvence 0,5-4 Hz
 - Amplituda do 20-200uV
 - Zvyšuje se při psychické zátěži, je např. při psaní náročného testu.

Cíl měření

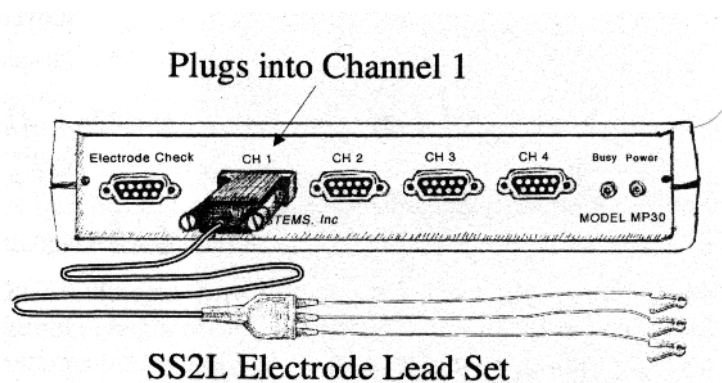
- zaznamenat EEG při otevřených i zavřených očích
- určit alfa, beta, delta a theta komponenty EEG
- určit vliv hyperventilace na EEG (Lesson 3)
- popsat vliv duševní zátěže na EEG (Lesson 4)

Vybavení

- EEG vodiče BIOPAC SS2L
- 3 EEG elektrody EL503
- EKG gel BIOPAC GEL1 a alkohol na odmaštění

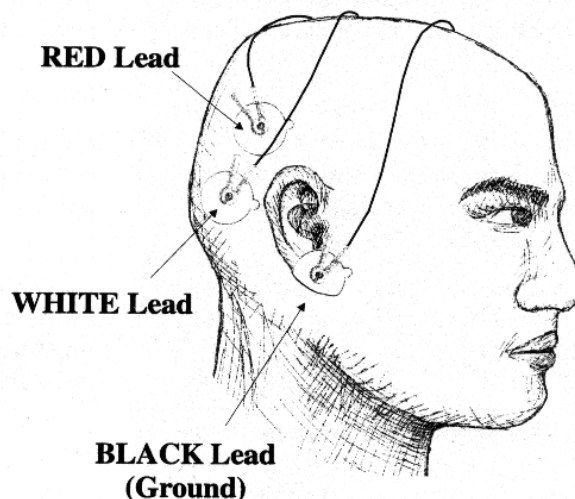
Nastavení

- při vypnutém BIOPACu zapojte elektrodový kabel SSL2 do vstupu CH1
- podle obrázku připevněte elektrody k měřené osobě a připojte měřicí kabely
- zapněte PC a BIOPAC
- min 5 min před zahájením měření by měla měřená osoba mít zavřené oči a relaxoval
- spusťte BIOPAC Student Lab Program a zvolte Lesson 3
- soubor nazvěte podle svého loginu



Pokyny pro připevnění elektrod

- snažte se aby pod elektrodou bylo co nejméně vlasů
- elektrodu držte přimáčkutou přibližně 1min.
- měřená osoba by se měla vyvarovat všech pohybů včetně mrkání
- zemnicí elektrodu přilepte k boltci, pokud nebude držet přilepte ji za ucho
- měřicí kablíky mějte hozené přes hlavu, aby nestahovaly elektrody z hlavy



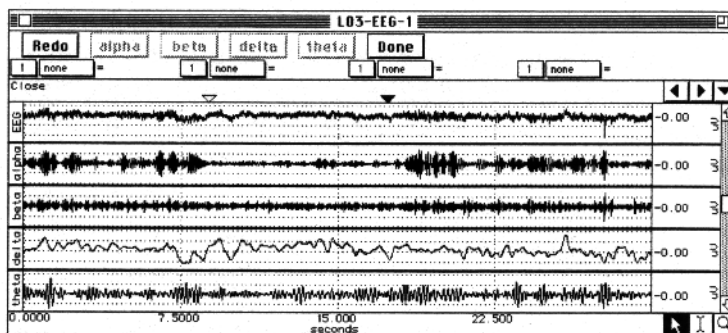
Kalibrace

- kalibrace je při tomto měření velmi důležitá neboť se podle ní nastaví vnitřní parametry jako zesílení, offset nebo vstupní rozsah

- po zapojení elektrod a spuštění programu kliknete na Calibrate
- program bude přibližně 15s zaznamenávat signál EEG a podle něj se nastaví
- zaznamenaný signál v okně by měl být velmi slabý a vyrovnaný

Záznam signálů

Záznamu spustíte kliknutím na tlačítko Rekord. Nahrajte nejprve 10s signálu se zavřenými očima, poté 10s signálu s otevřenými očima a poté opět 10s signálu s očima zavřenými. Při otevření nebo zavření očí vložte do signálu značku pomocí klávesy F9. Okno s výsledným signálem by mělo vypadat přibližně následovně, pokud nevypadá, měření opakujte kliknutím na Redo.



Pokud signál vypadá v pořádku, kliknutím na tlačítka ve vrchní části okna zobrazíte spektrální výkonové hustoty příslušných pásem (alpha-theta). Kliknutím na Done máte možnost zopakovat měření.

Zpracování dat

Přejděte do Review Saved Data. V okně uvidíte zaznamenané signály pásem alfa, beta, delta theta. Na tlačítkách v horní části obrazovky zvolte

CH2 - stddev (= směrodatná odchylka)
 CH3 - stddev
 CH4 - stddev
 CH5 - stddev

Kliknutím spolu s klávesou Ctrl skryjete CH1. Označovací kurzorem označte oblast od začátku po okamžik otevření očí a poznamenejte si hodnoty stddev. To samé proveďte pro oblast kdy byly oči otevřené i pro poslední oblast, kdy byly oči opět zavřené.

Potom tlačítka v horní části přepněte do stavu

CH2 - Freq
 CH3 - None
 CH4 - None
 CH5 - None

Zoomem si zobrazte první 3-4s záznamu a pomocí I kurzoru označte jednu periodu alfa signálu, poté označte ještě dvě jiné periody alfa signálu a poté i jednotlivé periody ostatních signálů a zapište si frekvence těchto označených částí.

Do protokolu uveďte:

- tabulku s naměřenými směrodatnými odchylkami pro jednotlivá pásma a jednotlivé části záznamu (zavřené-otevřené-zavřené oči)
- jednotlivé naměřené frekvence signálů pro jednotlivá pásma a jednotlivé části signálu a dále ze uveďte průměrnou frekvenci pro každé pásmo

Otázky

- jak ovlivňuje otevření očí alfa, beta, delta a theta rytmy

Část 2 – Alfa rytmus v okcipitální oblasti

Lesson 4

Cíl měření

- záznam EEG při zavřených očích a relaxaci – Segment 1
- záznam EEG při zavřených očích a duševní zátěži – Segment 2
- záznam EEG při hyperventilaci – Segment 3
- záznam EEG při otevřených očích – Segment 4
- porovnání alfa aktivity za uvedených podmínek

Vybavení

- stejné jako v předešlé úloze

Nastavení

- stejné jako v předešlé úloze
- pouze s tím rozdílem, že spustíte úlohu Lesson 4

Kalibrace

- stejné jako v předešlé úloze

Doporučení

- měřená osoba by se měla co nejméně hýbat
- při otevřených očích nemrkat
- nemluvit
- jako duševní zátěž je vhodné například v duchu přičítat 7 k náhodnému číslu
- při měření segmentu s hyperventilací je třeba rychle a hluboce dýchat přibližně 2min před vlastním měřením, v jeho průběhu již dýchal normálně

Postup měření

Po kalibraci a při zavřených očích měřené osoby stiskněte Rekord a nahrávejte záznam přibližně 10s, poté klikněte na Suspend. Po stisku resume pořídte 20s záznamu s počítáním v duchu a následně opět přerušte kliknutím na Suspend. Poté začněte zhluboka dýchat po dobu přibližně 2min. a následně zaznamenejte 10s již za standardní ventilace. Na závěr, po krátké pauze, opět kliknutím na Resume/Suspend zaznamenejte 10s záznamu při otevřených očích. Program automaticky vytvoří značky oddělující jednotlivé segmenty (jsou vidět nad grafy). Pokud jste se záznamy spokojeni klikněte na Done, pokud ne, můžete záznam zopakovat kliknutím na Redo.

Zpracování dat

Přejděte do Review Saved Data. V grafech vidíte

CH1 – EEG
CH40 – alpha

CH41 – alpha RMS

Na tlačítkách nastavte následující konfiguraci

CH1 – stddev (= směrodatná odchylka = amplituda neperiodického signálu)

CH40 – stddev

CH41 – mean

CH40 – Freq

Pomocí I kurzoru označte vždy segment mezi značkami a zapište si hodnoty z horní části okna.

Do protokolu uveďte:

- směrodatnou odchylku EEG, směrodatnou odchylku alfa pásma a efektivní hodnotu signálu alfa pásma (alpha RMS)
- do tabulku porovnejte hodnoty segmentů 2-4 se segmentem 1

Otázky

- za jakých podmínek je amplituda EEG největší
- za jakých podmínek je amplituda v pásmu alfa největší
- za jakých podmínek je amplituda v pásmu alfa nejmenší