

Elektroencefalografie

Elektroencefalografie (EEG) je diagnostická metoda používána k záznamu elektrické aktivity mozku. EEG se řadí mezi neinvazivní metody. Změny v polarizaci neuronů jsou snímány povrchovými elektrodami.

Princip EEG

Elektroencefalogram je záznam časové změny polarizace neuronů a neuroglie v CNS. Jde především o aktivitu povrchových struktur (vliv podkorových na záznam je mnohem menší), amplituda potenciálů z povrchu kůže lebky v desítkách μV (membránový potenciál v mV). Zdrojem EEG aktivity jsou hlavně excitační (EPSP) a inhibiční postsynaptické potenciály (IPSP), podstatně méně AP (sice jsou větší, ale mnohem kratší a ne tak často). Zvláště významné jsou pro genezi EEG **neurony pacemakerového typu** – spontánní produkce oscilačních výbojů, inhibiční interneurony a zpětnovazebná spojení → základní princip funkce oscilátoru (kortikální neuronové sítě → rytmická aktivita 10–40Hz).

Podkladem synchronizované aktivity EEG jsou salvy AP → hromadné EPSP na korových neuronech; podstatou synchron. výbojů talamických jader: změna jejich membránového potenciálu (\leftarrow reciproční inervace s ncl. reticularis thalami, jejich GABA-ergní inhibiční interneurony hyperpolarizují membránu talamických převodních neuronů) → přicházející informace (EPSP) → aktivace napěťových Ca^{2+} kanálů → změna membránového potenciálu vstupem vápníku → aktivace dalších Ca^{2+} kanálů → spouštěcí úroveň → činnost talamických neuronů – série AP → hyperpolarizace membrány obnovena kalcium navozeným tokem draslíku → opakování cyklu. Membránový potenciál talamických převodních jader blízko prahu je udržován cholinergním vstupem z mozkového kmene a předního mozku, stejný vstup snižuje aktivitu ncl. reticularis thalami → brání navození hyperpolarizace → umožňuje převod senzorických informací do mozkové kůry v bdělém stavu.

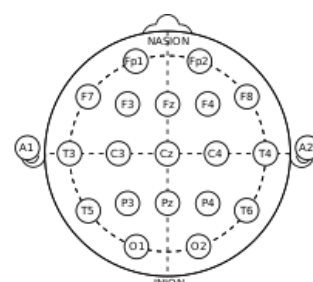
Technicky se při záznamu EEG porovnává potenciál dvou bodů na kůži lebky = **bipolární záznam**, nebo rozdíl elektrického potenciálu mezi aktivním bodem mozkové tkáně (pod aktivní, explorační elektrodou) proti bodu s nulovým potenciálem (pod neaktivní, referenční elektrodou – např. ušní boltec, kořen nosu) = **unipolární záznam**.

Postup

Elektrody se umísťují rovnoměrně na povrch lebky podle předepsaných schémat (např. systém 10–20). Elektrody jsou označeny písmeny (A = Ear lobe; C = Central; P = Parietal; F = Frontal; O = Occipital; T = Temporal) a čísly (lichá čísla pro elektrody umístěné nad levou mozkovou hemisférou, sudá čísla pro elektrody nad pravou hemisférou). Počet snímáček elektrod odpovídá množství záznamových kanálů a způsobu snímání. Využívá se zapojení v unipolárním i bipolárním režimu. U bipolárního zapojení se snímá rozdíl potenciálů mezi dvěma aktivními elektrodami, při unipolárním zapojení je snímán napětí detekováno mezi aktivní elektrodou a referenční elektrodou, příp. svorkou. U unipolárního se rozlišuje zapojení podle směru, zapojení předozadní a levo-pravé. Při zapojení může docházet i ke kombinaci směrů.

Použit lze povrchové nebo podpovrchové elektrody. Povrchové elektrody slouží k neinvazivnímu snímání elektrické aktivity mozku z povrchu hlavy. Používají se buď jednotlivé elektrody nebo elektrodové čepice. Podpovrchové elektrody slouží k invazivnímu snímání při elektrokortikografii. Mohou být v podobě drátků, jehel nebo terčíků z vhodného materiálu (Pt, Ag-Cl, aj.). Využit lze i bavlněné knoty v roztoku soli. Vodivým prostředím v případě podpovrchových elektrod jsou tělní tekutiny, v případě povrchových elektrod se obvykle používají vodivé gely.

Elektroencefalograf signály zesiluje a odfiltrovává šum. Získané výsledky zaznamenává do grafu. Aktivita mozku se liší frekvencí a amplitudou vln. Mezi **základní typy aktivit (rytmy EEG)** patří:



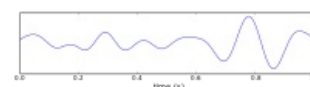
rozmístění elektrod na povrchu hlavy, systém 10 – 20



vlny alfa



vlny beta



vlny theta



vlny delta

| typ rytmu | normální nebo nenormální | rozsah frekvence (Hz) | amplituda | dobu přítomnosti i rytmu | lokální nebo difuzní | oblast převahy nebo maxima | podmínky přítomnosti |
|-------------------------|-------------------------------|--|-----------|--------------------------|----------------------|----------------------------|------------------------------------|
| alfa | normální | 8-12 | 5-100 | 5-100% | difusní | okcipitální a parietální | bdění, relaxace, zavřené oči |
| beta | normální | 18-30 | 2-20 | 5-100% | difusní | precentrální a frontální | bdění, motorický klid |
| gama | normální a spánková deprimace | 30-50 | 2-10 | 5-100% | difusní | precentrální a frontální | bdění |
| delta | normální, nenormální | 0,5-4,0 | 20-200 | variabilní | difusní | variabilní | ospalost bdění |
| theta | normální (?) nenormální | 5-7 | 5-100 | variabilní | lokální | frontální a temporální | bdění, vzrušení nebo stres |
| kappa | normální | 8-12 | 5-40 | lokální | variabilní | přední a temporální | bdění při řešení problému |
| lambda | normální (?) | pozitiv. negativní hrot nebo ostré vlny | 5-100 | variabilní | lokální | parieto-okcipitální | vizuální stimul. nebo otevření očí |
| K-komplex | normální (?) | pozitivně ostrá vlna + jiné pomalé pozit-negativní | 20-50 | variabilní | difusní | vertex | bdění – sluchová stimulace |
| | normální | | 50-100 | variabilní | difusní | vertex | ospalost – různá stimulace |
| spánková vřetena | normální | 12-14 | 5-100 | variabilní | lokální | precentrální | nástup spánku |

Evokované potenciály

Evokované potenciály jsou významné změny v EEG signálu vyvolané nějakým vnějším stimulem (světelným, zvukovým nebo somatosenzorickým). Současně se stimulem se musí do záznamu EEG vytvořit značka, která definuje čas vzniku stimulu pro pozdější vyhodnocení záznamu.

Jde o synchronizované odpovědi skupin neuronů na aferentní vzruchy nebo přímé el. dráždění = komplexnější typ odpovědi než jednotková aktivita jednotlivých neuronů. U jednotlivých potenciálů hodnotíme tvar, latenci vrcholů, amplitudu, strmost, polaritu a vzájemné vztahy vln. Skládají se z:

- **primární složky** – elektrická odpověď skupiny nejdříve aktivovaných neuronů
- **pozdní složky** – následuje po primární, je to reakce na impulsy z primárních neuronů, nebo odpověď na aferentaci pomalejšími vlákny, má větší latenci, pomalejší průběh, nižší amplitudu, rozmanitější tvar

Evokované potenciály nám umožňují mapovat projekce z periferie ve kmenových, podkorových a korových strukturách a posoudit stupeň funkčního vývoje senzorických systémů po narození. Z EEG je možné extrahovat evokované potenciály mozkového kmene – to lze použít pro vyšetření této oblasti. Je mnohem jednodušší zaznamenávat korové evokované potenciály (nejvýraznější v primár. projekčních oblastech velkých senzorických sys.)

Příklady

- VEP = Visual Evoked Potential
- AEP = Auditory Evoked Potential
- BERA = Brainstem Electrical Respony Audiometry
- CERA = Cortical Electrical Respony Audiometry
- SSEP = Somato-Sensory Evoked Potential

Použití

Nejčastěji v neurologii a psychiatrii. Monitorování a diagnostika chorob: epilepsie, kóma, migrény, CNS u dětí. Snímané signály elektrické aktivity mozku lze využít také k ovládání různých přístrojů a zařízení (tzv. neurofeedback) – např. u postižených pacientů nebo v armádě.

Elektrokortikografie

Snímání signálu přímo z kůry mozkové se nazývá elektrokortikografie, používá se při neurochirurgických zákrocích. Elektrokortikografie je přesnější než elektroencefalografie, protože u EEG dochází k oslabení signálu při průchodu přes lebku, řádově v mikrovoltech.

Odkazy

Související články

- Použití elektřiny v diagnostice
- Epilepsie
- Migréna

Externí odkazy

- Elektroencefalografie (česká wikipedie)
- Postup zapojení EEG v Brmlabu (https://brmlab.cz/project/brain_hacking/eeg)

Použitá literatura

- HRAZDIRA, Ivo a Vojtěch MORNSTEIN. *Lékařská biofyzika a přístrojová technika*. 1. vydání. Brno : Neptun, 2001. ISBN 80-902896-1-4.
- MYSLIVEČEK, Jaromír. *Základy neurověd*. 2. vydání. Praha : Triton, 2009. ISBN 978-80-7387-088-1.