

David Pánek

Elektroencefalografické
koreláty pohybového chování
a výkonnostní zátěže

KAROLINUM

Elektroencefalografické koreláty pohybového chování a výkonnostní zátěže

David Pánek

Recenzovali:

doc. Ing. Vladimír Krajča, CSc.

doc. MUDr. Alois Krobot, Ph.D.

Vydala Univerzita Karlova

Nakladatelství Karolinum

Redakce Jana Jindrová

Grafická úprava Jan Šerých

Sazba DTP Nakladatelství Karolinum

Vydání první

© Univerzita Karlova, 2016

© David Pánek, 2016

ISBN 978-80-246-3435-7

ISBN 978-80-246-3459-3 (pdf)



Charles University
Karolinum Press 2016

www.karolinum.cz
ebooks@karolinum.cz

Obsah

Úvod	9
1. Elektroencefalografie	10
1.1 Úvod do problematiky elektroencefalografie	10
1.2 Registrace elektrické aktivity mozku	10
1.3 Převod spojitého signálu do diskrétního	12
1.4 Hodnocení elektroencefalografického signálu	13
1.4.1 Základní frekvence EEG signálu	13
1.4.2 Topografické mapování mozkové aktivity	17
2. Standardized low-resolution brain electromagnetic tomography - sLORETA	20
2.1 Práce s programem	21
2.1.1 Hlavní funkce	22
2.1.2 Převod sLORETA dat do zobrazení v Talairachově atlasu	27
2.1.3 Statistické vyhodnocení dat	28
2.1.4 Zobrazení a prozkoumání sLORETA dat (Viewer/Explorer)	33
2.1.5 Souhrn práce s programem sLORETA	36
3. Základní interpretace výskytu alfa aktivity v EEG záznamu	37
4. EEG koreláty únavy	42
5. Behaviorální aktivační a inhibiční systém	43
6. EEG v průběhu čínského zdravotního cvičení a meditace	46
7. EEG v průběhu prolongované fyzické aktivity	49

8. EEG v průběhu šlapání na cyklistickém trenažéru	52
9. Neuroplasticita a fyzická aktivita	57
10. Změny elektrické aktivity mozku v sLORETA zobrazení v průběhu čínského zdravotního cvičení qi gong	59
10.1 Metodika experimentu	59
10.2 Výsledky	61
10.3 Alfa aktivita v průběhu cvičení qi gong	63
11. Změny mozkové aktivity v průběhu stupňovaného zátěžového testu na bicyklovém ergometru mezi skupinou vytrvalostních sportovců, nesportovců a vojáků	65
11.1 Metodika	65
11.2 Výsledky	66
11.2.1 Skupina triatlonistů	67
11.2.2 Skupina nesportovců	71
11.2.3 Skupina profesionálních vojáků	76
11.3 Souhrn výsledků pro všechny skupiny	83
12. EEG v režimu dynamických pohybových aktivit	85
12.1 Před nástupem cvičení	85
12.2 V průběhu cvičení	85
12.3 Po ukončení cvičení	87
Závěr	89
Literatura	90
Seznam zkratk	101
Summary	103

Poděkování

*Děkuji doc. MUDr. Františku Vělemu, CSc.,
a MUDr. Martinu Brunovskému, Ph.D.,
za jejich neocenitelné rady a pomoc při práci na této publikaci.*

Úvod

Elektroencefalografie (EEG) je běžnou neurofyziologickou diagnostickou metodou, která sleduje elektrickou aktivitu mozku v definovaném pásmovém rozmezí. Její hlavní použití je v oblasti lékařské diagnostiky funkčních a morfologických lézí mozku. Velkou výhodou oproti morfologickým vyšetřením (MR či CT mozku) je možnost opakovaného hodnocení mozkové funkce v průběhu delšího časového období bez větší zátěže pacienta. Toto longitudinální hodnocení elektrické mozkové aktivity přináší nenahraditelné informace o funkčním stavu centrální nervové soustavy. Právě neinvazivnost EEG vyšetření, spojená s možností sledování mozkové aktivity při různých pohybových činnostech, umožnila studium centrálních ukazatelů nástupu únavy a výkonnostní motivace ve sportu a rehabilitační medicíně (Pánek et al., 2014b).

Je však nutné upozornit na existující rozdíl mezi využitím EEG v klinické neurologické praxi a hodnocením elektrické aktivity mozku v experimentálních podmínkách zaměřených na studium pohybu. V rutinní klinické praxi existují ustálená pravidla pro registraci a hodnocení získaného záznamu. V oblasti studia pohybového chování je mnoho modifikací, které jsou přizpůsobeny designu studií spojených s aktivním pohybem. Také lze u této zdravé populace z neurologického pohledu předpokládat normální EEG záznamy, které však mohou obsahovat informace o fyziologických procesech mozku v průběhu aktivní činnosti. Hodnocení těchto změn vyžaduje využití moderních matematických postupů, které mohou ze skalpového EEG reprodukovat změny v oblasti vnitřních struktur mozku.

1. Elektroencefalografie

1.1 Úvod do problematiky elektroencefalografie

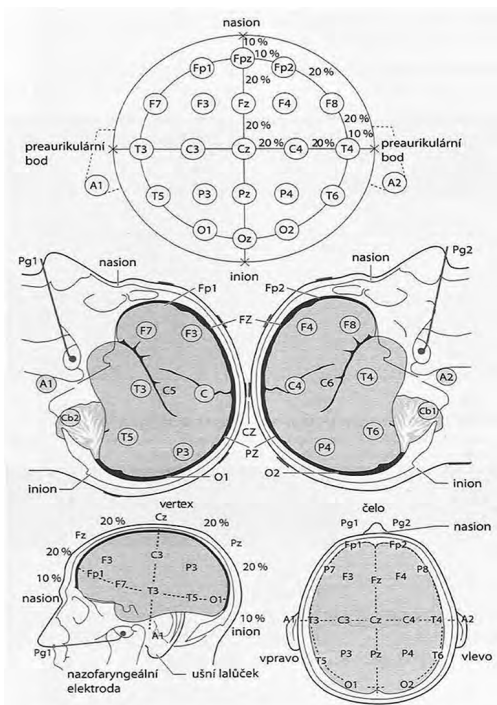
EEG signál představuje sumační postsynaptické korové neurální potenciály, které můžeme zaznamenat z oblasti skalpu. V rutinním EEG, které registrujeme v pásmovém rozmezí 0,5–70 Hz při vzorkovací frekvenci 256 Hz, jsou definovány čtyři základní frekvence: alfa (8–12,5 Hz), beta (12,5–30 Hz), théta (4–8 Hz) a delta (0–4 Hz). Pojmenování pásem není logické, ale historické: frekvence alfa a beta byly pojmenovány Hansem Bergerem v roce 1929, termín gama byl určen Jasperem a Andrewsem v roce 1938 pro frekvenci nad 30 Hz, která je nyní součástí frekvence beta. Termín delta byl zaveden Walterem v roce 1936 pro frekvenci pod alfa pásmem. Walter později v tomto pásmu oddělil ještě théta frekvenci (Moráň, 1995). Hodnocení vlastního EEG signálu vychází z okulometrického vyhodnocení charakteru křivek, které se kombinují s dalšími matematickými postupy, hodnotícími frekvenční a výkonovou charakteristiku signálu v oblasti celého skalpu (Pánek et al., 2014b).

1.2 Registrace elektrické aktivity mozku

Registrace elektrické aktivity mozku z oblasti skalpu se provádí pomocí speciálních EEG čepic zhotovených z pružné tkaniny. V této čepici jsou již zabudované registrační elektrody tvořené umělohmotnými trubičkami a ukončené plochými elektrodami s centrálním otvorem. Používají se elektrody nepolarizovatelné, potažené chloridem stříbřitým. Po navléknutí čepice se horními otvory elektrod aplikuje vodivý gel, který snižuje elektrodové odpory. Správná aplikace EEG čepice je nesmírně důležitá, protože elektrická aktivita mozku, která je převáděna na vstupy EEG

zesilovačů, je velmi malá – proud řádově 10 mA a potenciál 5–100 μV . Z tohoto důvodů je nutné, aby nasazení čepice bylo provedeno vyškoleným laborantem (Pánek et al., 2014b).

Rozmístění 19 elektrod na hlavě není náhodné, řídí se podle jednoduchého antropometrického měření, které navrhl H. Jasper. V roce 1957 byl tento systém sjednocen a schválen na mezinárodním kongresu EEG. Jedná se o tzv. systém 10–20, protože vzdálenost elektrod je 10 % nebo 20 % v obou rovinách, tj. v rovině sagitální (nasion–inion) i v rovině frontální (mezi oběma zvukovody). Spojení těchto 19 elektrod je pak různé, většinou podélné (longitudinální) nebo příčné (transverzální) (Faber, 1992). Rozmístění elektrod (obr. 1) je provedeno proporcionálně mezi čtyřmi body, které jsou v sagitálním směru nasion (kořen nosu) a inion (protuberantia occipitalis externa), v transverzálním směru jsou body těsně před ušními boltci. Těmito body proložená elipsa vymezuje prostor, který se rozdělí na úseky představující 10 nebo 20 % z celkových 100 % vzdálenosti. Elektrody nejbližší k této elipse jsou vzdáleny 10 % celkové vzdálenosti, další elektrody pak 20 % celkové vzdálenosti.



Obr. 1. Mezinárodní rozmístění EEG elektrod na skalpu nazývané systém 10–20.

Písmena označují lokalizaci elektrod: Fp – frontopolárně, F – frontálně, C – centrálně, P – parietálně, T – temporálně, O – okcipitálně. A1, A2 – ušní svody (Berlit, 2007)