

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ
KATEDRA TĚLESNÉ A SPORTOVNÍ VÝCHOVY

**POROVNÁNÍ VYBRANÝCH PSYCHOFYZIOLOGICKÝCH
UKAZATELŮ V PRŮBĚHU SENZOMOTORICKÉHO UČENÍ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Bc. Helena Polanská

Tělesná výchova a sport, obor TVS

Vedoucí práce: Mgr. Daniela Benešová, Ph.D.

Plzeň, 2014

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

V Plzni, červen 2014

.....
vlastnoruční podpis

Poděkování

Chtěla bych poděkovat především své školitelce Mgr. Daniele Benešové, Ph.D. za její odbornou pomoc při psaní této bakalářské práce, za cenné rady a ochotu, kterou mi věnovala a také za to, že mi umožnila využívat prostory a přístroje k testování. Rovněž děkuji svým spolužákům a dalším studentům, že se ve vlastním volném čase zúčastnili testování a poskytli mi tak potřebná data pro vznik této práce.

Dále bych chtěla poděkovat celé své rodině a svým přátelům, za podporu a toleranci, protože bez nich by tato práce nemohla vzniknout.

OBSAH

1	ÚVOD	- 6 -
2	CÍL A ÚKOLY BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	- 7 -
2.1	ÚKOLY BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	- 7 -
2.2	VÝZKUMNÁ OTÁZKA	- 7 -
2.3	HYPOTÉZY A TEORIE	- 8 -
3	ELEKTRODERMÁLNÍ AKTIVITA	- 9 -
3.1	HISTORIE VÝZKUMU EDA	- 9 -
3.2	KŮŽE	- 10 -
3.2.1	Anatomickofyziologické vlastnosti kůže	- 10 -
3.2.2	Potní žlázy	- 11 -
3.3	FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ EDA	- 11 -
3.3.1	Fyzikální faktory	- 12 -
3.3.2	Psychofyziologické faktory	- 13 -
4	ELEKTROOKULOGRAFIE	- 15 -
4.1	HISTORIE ELEKTROOKULOGRAFIE	- 15 -
4.2	ANATOMIE OKOHYBNÉHO SYSTÉMU	- 17 -
4.2.1	Anatomickofyziologické vlastnosti oka	- 17 -
4.2.2	Okohybné svaly	- 18 -
4.3	OČNÍ POHYBY	- 18 -
4.3.1	Konjugované oční pohyby	- 18 -
4.3.2	Diskonjugované oční pohyby	- 19 -
5	NERVOVÁ SOUSTAVA	- 20 -
5.1	CENTRA NS	- 20 -
5.2	PERIFERNÍ NS	- 20 -
5.3	ŘÍZENÍ POHYBU	- 21 -
5.3.1	Reflexní pohyby	- 21 -
5.3.2	Úmyslné pohyby	- 21 -
5.3.3	Zraková dráha a řízení očních pohybů	- 22 -
5.3.4	Oční pohyby	- 23 -
5.4	AKTIVACE NERVOVÉ SOUSTAVY	- 23 -
6	SENZOMOTORICKÉ UČENÍ	- 24 -
6.1	FORMY A DRUHY	- 24 -
6.2	PRŮBĚH A FÁZE	- 24 -
6.3	BIOLOGICKÁ PODSTATA SENZOMOTORICKÉHO UČENÍ	- 26 -
7	VÝZKUMNÉ METODY A POSTUP ŘEŠENÍ	- 28 -
7.1	ZRCADLOVÉ KRESLENÍ	- 28 -
7.2	VÝZKUMNÝ SOUBOR	- 28 -
7.3	POPIS TESTOVÁNÍ	- 29 -
7.4	POUŽITÉ PŘÍSTROJE	- 30 -
7.4.1	Eda	- 30 -
7.4.2	EOG	- 31 -
8	VÝSLEDKY	- 32 -
8.1	POUŽITÉ STATISTICKÉ METODY	- 32 -
8.1.1	Pearsonův koeficient součinné korelace	- 32 -
8.1.2	Studentův T- test	- 32 -
8.1.3	Effect size test (Cohenův koeficient věcného účinku)	- 32 -

8.2	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	- 33 -
8.3	VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ.....	- 33 -
8.4	TESTOVÁNÍ HYPOTÉZ	- 33 -
8.4.1	H ₁ :	- 34 -
8.4.2	H ₂ :	- 34 -
9	DISKUSE	- 37 -
10	ZÁVĚR.....	- 41 -
11	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	- 42 -
11.1	LITERATURA	- 42 -
11.2	INTERNETOVÉ ZDROJE	- 44 -
12	SEZNAMY OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ	- 45 -
12.1	OBRÁZKY	- 45 -
12.2	TABULKY	- 45 -
12.3	GRAFY	- 45 -
13	PŘÍLOHY	- 46 -
14	ABSTRAKT	- 48 -
15	SUMMARY	- 49 -

1 ÚVOD

V současné době je známé, že psychika a emoční prožívání se velkou měrou podílejí na sportovním výkonu. Emoční vyladění a aktuální psychický stav mají velký dopad na využití kondiční připravenosti sportovce i na zužitkování jeho technických a taktických dovedností. Psychofyziologické ukazatele poskytují možnost, jak zkoumat emoční vyladění a stav člověka. Elektrodermální aktivita se využívala např. v oblasti detekce lži, elektrookulografická měření jsou nejčastěji aplikována v lékařství při vyšetřování nemocí, jako jsou poruchy spánku, nystagmus, poruchy čtení nebo dysgrafie. Výzkum elektrookulografie a elektrodermální aktivity a osvětlení jejich vzájemného vztahu by mohlo napomoci zefektivnit tréninkový proces i přispět k vylepšení tělovýchovného vyučovacího procesu.

V našem výzkumu se pokusíme objasnit, jaký je vzájemný vztah těchto psychofyziologických ukazatelů a jak jsou hodnoty elektrookulografie a elektrodermální aktivity ovlivňovány úspěšností probandů v průběhu senzomotorického učení při testu zrcadlového kreslení.

Součástí této práce jsou teoretické kapitoly přibližující historii a principy elektrodermální aktivity a elektrookulografie, anatomii a fyziologii kůže a očí, která s oběma metodami úzce souvisí. Dále jsem do teoretické části zahrnula kapitoly o nervové soustavě a řízení pohybu, problematiku aktivace nervové soustavy a pro objasnění procesů v průběhu testování jsem zařadila také kapitolu o senzomotorickém učení.

V metodické části této práce jsme stanovili hypotézy a dále jsme zařadili popis výzkumného souboru, postupy a metody testování, použité přístroje a způsob vyhodnocení. V poslední kapitole přijmeme závěry vyplývající z vyhodnocení výsledků.

2 CÍL A ÚKOLY BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Tato bakalářská práce se zabývá porovnáním elektrodermální aktivity (EDA) a elektrokulografie (EOG) během testu zrcadlového kreslení. Cílem této bakalářské práce je zjistit míru závislosti EOG a EDA během senzomotorického učení. Výzkum se uskutečnil na náhodně zvoleném vzorku studentů Pedagogické fakulty oboru Tělesná výchova a sport nebo Tělesná výchova se zaměřením na vzdělávání.

Porovnání křivek elektrookulografie a elektrodermální aktivity během výkonu by mělo ukázat, jaká je míra závislosti koncentrace organismu a očních pohybů. Soubor studentů bude měřen v klidném prostředí laboratoře, aby byl maximálně eliminován vliv vnějšího prostředí a získaná data tak byla relevantní. I tak ale při zhodnocení dat budu brát faktory, které by mohly mít vliv na výsledky studie, jako je např. typ skupiny – aktivní sportovci kolem 22 let věku, nebo měnící se podmínky prostředí, vlhkost vzduchu, teplota, denní čas testování atp., příp. vliv individuálních rozdílů psychofyziologických funkcí u jednotlivých probandů. Domnívám se, že v tomtéž prostředí budou mít oba psychofyziologické ukazatele křivky s vyššími hodnotami v případě, že půjde o méně soustředěného jedince. Dále si také myslím, že vyšší hodnoty budou vykazovat probandi, jejichž schopnosti motorické docility budou nižší, a v důsledku toho pro ně bude úkol – zrcadlové kreslení náročnější.

2.1 ÚKOLY BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

1. Stanovení objektivizace EDA
2. Stanovení objektivizace EOG
3. Definování faktorů ovlivňující křivky elektrodermálního napětí a elektrookulografie
4. Porovnání křivek EDA a EOG
5. Vyvození závěru

2.2 VÝZKUMNÁ OTÁZKA

Existuje závislost mezi dynamikou elektrodermálních změn a průběhem elektrookulografie?

Souvisí změny křivek EDA a EOG s průběhem senzomotorického učení?

2.3 HYPOTÉZY A TEORIE

H₁: „Předpokládáme, že křivky EDA a EOG měřené během výkonu při zrcadlovém kreslení budou pozitivně korelovat.“

H₂: „Předpokládáme, že průběh EDA i EOG bude souviset s průběhem senzomotorického učení.“

3 ELEKTRODERMÁLNÍ AKTIVITA

Elektrodermální aktivita (EDA) je dnes užívaný termín pro bioelektrickou aktivitu kůže. V literatuře lze nalézt i označení psychogalvanický reflex, kožně-galvanický odpor nebo kožně galvanická reakce, tyto pojmy jsou dnes již zastaralé. Změny elektrodermální aktivity, měřené pomocí elektrod připevněných nejčastěji na konce prstů, odrážejí velmi citlivě změny emočního stavu jedince, a proto je EDA využívána při sledování aktuálního psychického stavu jedince a je také klíčovou veličinou detektoru lži. Rozlišujeme dva základní způsoby měření EDA podle zdroje proudu. Exosomatický přístup využívá vnější zdroj proudu, endosomatická metoda měření snímá kožní potenciál přímo, bez vnějšího zdroje proudu (Uherík, 1965).

3.1 HISTORIE VÝZKUMU EDA

Počátky zkoumání elektrodermální aktivity se datují do roku 1849, kdy německý lékař a fyziolog du Bois-Reymond prováděl pokusy, u kterých probandům vkládal ruce či nohy do roztoku síranu zinečnatého a pozoroval napětí jdoucí z uvolněné končetiny do končetiny druhé, která byla kontrahována. Du Bois-Reymond toto napětí přisoudil v souladu s tehdejším všeobecným přesvědčením akčnímu potenciálu svalů.

První experiment, který prokázal souvislost mezi činností potních žláz s elektrickou aktivitou kůže provedli ve Švýcarsku 1878 Hermann a Luchsinger s kurarizovanou kočkou, již byl drážděn sedací nerv v důsledku čehož se zvyšovala aktivita potních žláz a rostlo napětí v tlapce – to byl důkaz bioelektrické aktivity kůže nezávisle na činnosti svalů. Další, kdo se zabýval elektrodermální aktivitou kůže byl francouzský vědec Vigouroux, který v roce 1879 jako první pozoroval souvislost mezi psychologickými faktory a EDA.

Zásadní objevy v oblasti bioelektrické aktivity kůže jsou spojeny se jmény Féré a Tarchanoff, kteří nezávisle na sobě snímali elektrodermální aktivitu, každý však používal odlišný způsob měření. Francouzský neurolog Féré využíval externí zdroj elektrického proudu a pozoroval následné změny v kožní reakci po emoční stimulaci u hysterických pacientů. Naproti tomu ruský fyziolog Tarchanoff měřil elektrodermální aktivitu endosomatickým způsobem bez použití vnějšího zdroje proudu. Napětí, které snímal u testovaných jedinců po stimulaci označil jako výsledek činnosti potních žláz závislých na sekretorických nervech. Tento jev nazval kožně-galvanickým reflexem (KGR) (Boucsein, 2012), (Uherík, 1965).

3.2 KŮŽE

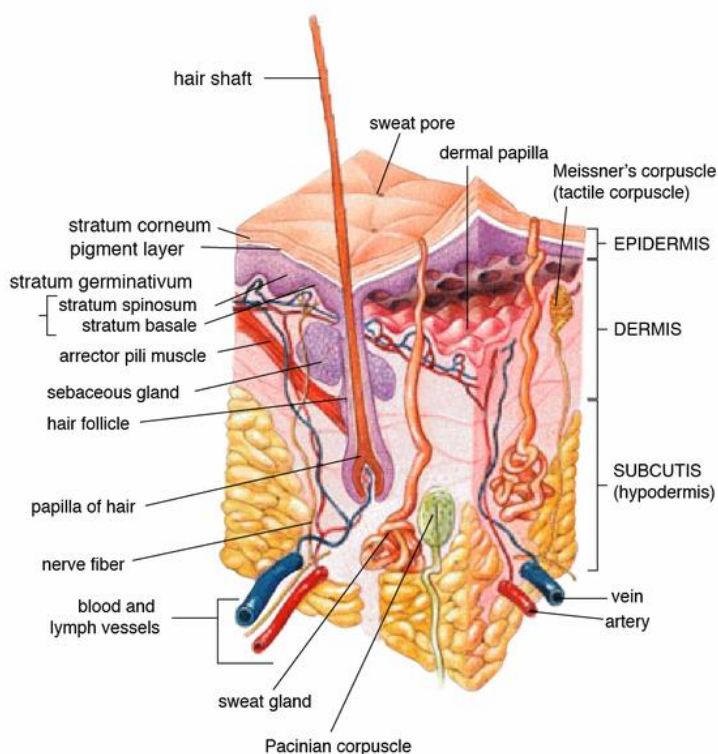
Kůže je rozsáhlý plošný orgán lidského těla, který tvoří hranici mezi vnějším a vnitřním prostředím organismu. Plocha kůže dosahuje u dospělého téměř 2m, hmotnost je okolo 3 kg, ale může být až 20 kg v případě velké vrstvy podkožního tuku. Tloušťka kůže je různá podle tělní krajiny – nejtenčí kůže je v oblasti očních víček, penisu a na vlasaté části hlavy, nejsilnější je kůže na zádech. Uspořádání žláz a krevního řečiště spolu se špatnou tepelnou vodivostí tvoří z kůže velmi účinný termoregulační systém. Kůže je součástí imunitního systému, neboť obsahuje imunokompetentní buňky. Účastní se i metabolických dějů jako orgán dýchací a exkreční. V kůži se také tvoří prostřednictvím světla vitamin D (Čihák, 2004).

3.2.1 ANATOMICKOFYZIOLOGICKÉ VLASTNOSTI KŮŽE

Kůže je tvořena třemi vrstvami – škárkou, pokožkou a podkožním vazivem. Škára (dermis, corium) je složena z vazivových buněk s kolagenními a elastickými vlákny. Je to bohatě prokrvená pružná tkáň, obsahující množství nervových zakončení a také svazky hladké svaloviny dvojí struktury. Jeden typ tvoří síť v hlubších vrstvách dermis, druhý typ jsou vzpřimovače chlupů. Podkožní vazivo (tela subcutanea) jako další vrstva kůže propojuje škáru s povrchovou fascií nebo s periostem. Je tvořeno vazivem a tukovými buňkami o různé tloušťce.

Poslední z vrstev tvořících kůži je pokožka (epidermis), která je zodpovědná za bariérovou funkci kůže. Je tvořena především několika vrstvami buněk keratinocytů, které v povrchové vrstvě pokožky rohovatí a odlupují se. Dále jsou součástí pokožky melanocyty (buňky hromadící melanin, který pak jejich dendritickými výběžky prostupuje do keratinocytů), imunokompetentní Langerhansovy buňky, jež jsou nejperifernější částí imunitního systému a také Merkelovy buňky, které se podílejí na neurosekreční a mechanorecepční funkci kůže. Nedílnou součástí pokožky jsou i její deriváty chlupy, vlasy, nehty a kožní žlázy mazové a potní. Činností mazových žláz je na povrch kůže sekretován tukový kožní maz, který kůži chrání před účinky vlhka, před vysycháním, zvláčňuje vlasy a jeho přeměnou vzniká antimikrobiálně působící kyselé prostředí povrchu kůže (Čihák, 2004).

Obr. 1 Průřez kůže (<http://www.wikiskripta.eu/index.php/Soubor:Skin.png>)



3.2.2 POTNÍ ŽLÁZY

Potní žlázy (*glandulae sudoriferae*) jsou dvojího druhu – malé potní žlázy (ekrinní), které jsou rozesté téměř po celé kůži a jejich sekretem je pouze tekutina a velké potní žlázy (apokrinní), jimž se říká také aromatické, protože vylučovaný sekret obsahuje také apikální části buněk, které způsobují typický zápach sekretu. Velké potní žlázy jsou lokalizovány v oblasti podpaží, v okrajích očních víček, v zevním zvukovodu, v okolí řitního otvoru, na stydkém pahorku a na velkých stydkých pyscích a jejich vývody ústí téměř vždy do pochev terciárních chlupů (Čihák, 2004).

Potní žlázy se podílejí velkou měrou na termoregulaci, která je u člověka zajišťována svalovou aktivitou (svalový tonus, svalový třes), zvýšením metabolické úrovně, produkcí potu, evaporací vody z povrchu kůže a sliznic a dále také radiací, kondukcí a konvekcí tepla z povrchu těla, příp. hnědým tukem u kojenců, (Trojan a kol., 1996).

3.3 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ EDA

Měření elektrodermální aktivity může být ovlivněno řadou okolností, které mají za následek zkreslení výsledných hodnot.

3.3.1 FYZIKÁLNÍ FAKTORY

1. Teplota prostředí

Názory na vztah teploty prostředí a EDA nejsou jednoznačné. Jedna skupina autorů tvrdí, že změny teploty mikroklimatu mají jen malý vliv na bioelektrické vlastnosti kůže. Např. Darrow a Freeman jsou přesvědčeni, že potní žlázy na dlaních a ploskách nohou odrážejí přípravné a facilitativní funkce organismu na rozdíl od potních žláz neplantárních a nepalmárních částí těla, které představují především termoregulační mechanismus.

Druhá skupina autorů zastává názor, že při poklesu teploty prostředí, klesá i vodivost kůže všech oblastí těla, tj. i plantárních a palmárních částí těla (Uherík, 1965).

2. Teplota kůže

Výzkum Görtnera a Freibergera na mrtvolách ukázal, že vodivost kůže se snižuje se snižující se teplotou kůže a naopak vzrůstá odpor. Tentýž výsledek byl pak dokázán na živém těle. Při ochlazování těla zůstávají poslední oblastí s největší vodivostí konce prstů na končetinách a ústa (Uherík, 1965).

3. Vlhkost vzduchu

Vztah vlhkosti a EDA není zcela jasný. Názory vědců jsou různé, jednoznačný souvislost mezi vlhkostí a kožní vodivostí nebyla prokázána (Uherík, 1965).

4. Farmakologické látky

Některá farmaka díky svému složení ovlivňují vodivost kůže. Např. atropin zeslabuje a ve větších dávkách může téměř potlačit elektrodermální reakci. Narkotika (př. urethan) působí tlumivě na elektrodermální reakci. Adrenalin v malých dávkách kožní odpor zvyšuje. Meprobramat a alkohol elektrodermální reakci snižují, zvláště u osob se zvýšenou emoční reaktivitou, naproti tomu alkaloid pilokarpin kožní odpor snižuje (UHERIK, 1965).

3.3.2 PSYCHOFYZIOLOGICKÉ FAKTORY

1. Ontogeneze

Během vývoje člověka dochází ke změnám vodivosti. Po narození je možné naměřit bioelektrickou aktivitu pouze stimulací již vyvinutého centra mozku, jako je např. pokrmové centrum. V průběhu dalšího vývoje dítěte dochází ke zvyšování elektrické vodivosti od prvního roku, do 20 let. Po 20. roce má elektrická vodivost klesající tendenci, která je dobře patrná zejména starých lidí (Uherík, 1965).

2. Intraindividuální zvláštnosti

Výzkum Klinga a Schlosberga (1961) ukázal, že při opakovaném měření bioelektrické aktivity kůže při téže proceduře se změny vodivosti u téhož jedince podobaly více sobě navzájem než změnám ostatních testovaných osob. Intraindividuálně se tedy změny vodivosti odlišují, ale menší měrou než interindividuálně (Uherík, 1965).

3. Individuální zvláštnosti

Individuální vlastnosti jednotlivých osob jsou dalším faktorem, který má vliv na EDA. Freeman a Pathman (1942) sledovali tento vztah vlastností a elektrodermální reakce ve svém výzkumu a zjistili, že navenek motoricky neklidní lidé mají nižší elektordermální reaktivitu než lidé navenek motoricky klidní. Dále někteří autoři uvádějí, že EDA má vztah k typu nervového systému (V. M. Mjasiščev, 1945) nebo k temperamentu (B. L. MacKiver). Výzkum vlivu různého druhu hudby na děti a dospělé (Zimny a Weidenfeller, 1960) ukázal, že reaktabilita na hudbu je větší u dětí než

u dospělých a také, že „vzrušující“ hudba má tlumivý efekt na hodnotu kožního odporu a zvyšuje vodivost, zatímco hudba „uklidňující“ vodivost snižuje a odpor zvyšuje (Uherík, 1965).

4. Svalová činnost

Řada autorů došla k poznatku, že kožní odpor přímo souvisí s hladinou excitace svalů těla. Wenger a Irwin zjistili, že kožní odpor klesá se vzrůstající námahou. Kožní odpor kolísá i během dne, což Regelsberger přisuzoval i aktivitě trávicích orgánů a rytmických výkyvů vegetativního systému. Výsledky výzkumu Fraissea a Blocha (1952), kteří sledovali elektrodermální reakci v experimentu kreslení v zrcadle ukázaly závislost mezi výkonem a změnami vodivosti kůže, především když se subjekt orientoval na rychlost provedení (Uherík, 1965).

5. Adaptace a habituace

Vztah habituace a EDA zkoumala řada autorů. Davis (1934) pozoroval zvyšování kožního odporu v průběhu učení, podobně i Kantor, který navíc uvádí rozdíly ve změnách odporu v závislosti na oblasti těla. (Vodivost dlaní a čela klesá, vodivost zápěstí nikoliv.) Naproti tomu Seward a Sewardová (1955) a Maslow (1940) tento trend nepozorovali. Výsledky týkající se adaptace jsou jednoznačné, kožní vodivost v průběhu opakování podnětů klesá (Uherík, 1965).

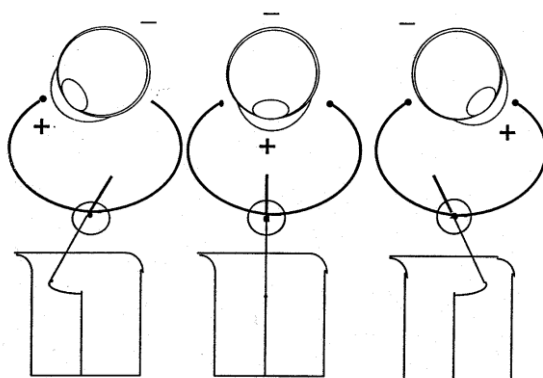
4 ELEKTROOKULOGRAFIE

Elektrookulografie (EOG) je bezkontaktní metoda měření očních pohybů. U kontaktních metod je k povrchu oka připevněno cizí těleso, např. kontaktní čočka (Syka a kol., 1981).

EOG je způsob měření, který využívá rozdílného elektrického potenciálu oka, závislého na polarizaci nervových buněk sítnice. Oko si můžeme představit jako elektrický dipól, jehož zadní strana tvořená sítnicí je negativně nabitá a přední strana, rohovka je nabitá kladně. Elektrody (2 ks) umístěné v oblasti lícních kostí (pod očima) a na čele (1 ks) zaznamenávají elektrický potenciál oka, elektrookulogram (Barea a kol., 1999).

Potenciál dipólu závisí na směru pohledu oka. Je-li pohled upřený přímo, pak je korneoretinální potenciál nulový, protože dipól je umístěn symetricky mezi elektrodami. Přiblíží-li se oko k elektrodě, stane se kladnou, protější elektroda naopak zápornou a výsledný rozdíl napětí na elektrodách tak odráží polohu oka vůči hlavě (Fejgl, 2011).

Obr. 2 Model dipólu oka (Barea a kol., 1999)



4.1 HISTORIE ELEKTROOKULOGRAFIE

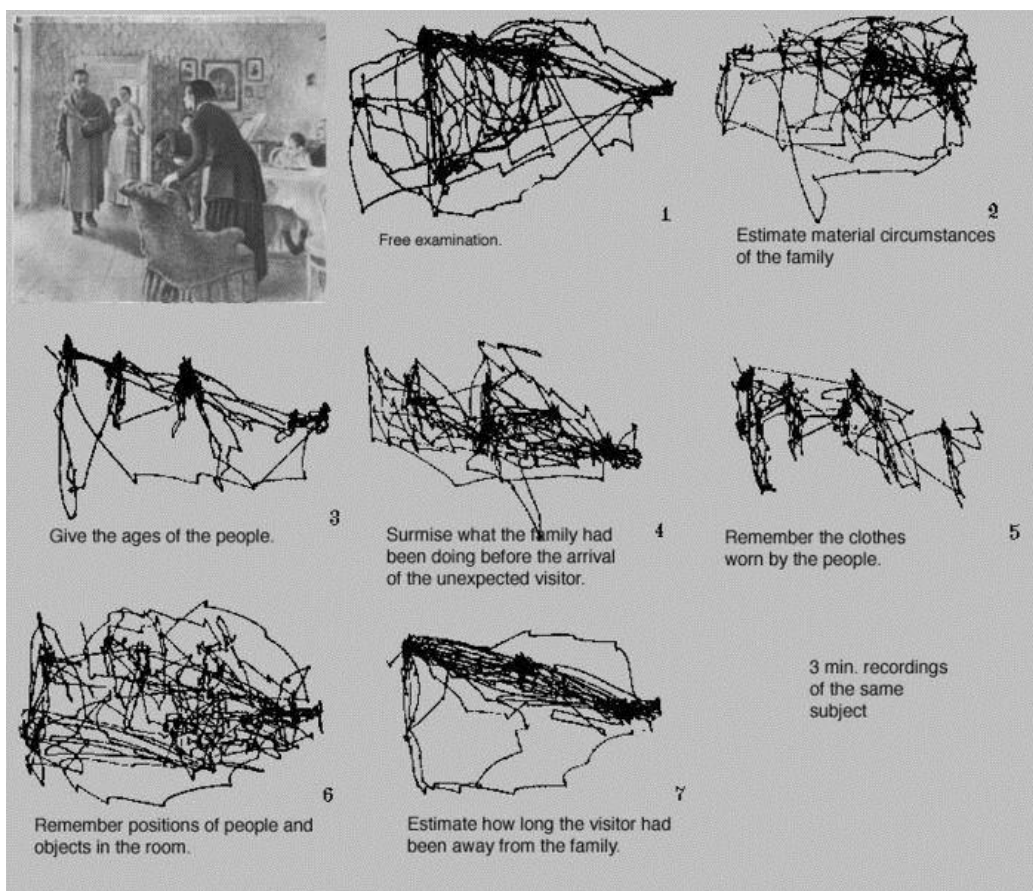
První studie očních pohybů jsou spjaty se jménem Louis Émile Javal, který na konci 19. století pozoroval pomocí zrcátka pohybující se oči čtenářů. Tímto způsobem mohl však experimentátor pozorovat pouze velké pohyby oka, rotace o 1° a následný pohyb sítnice o 0,2 mm nemohl postřehnout. Pro zvětšení oka se později používaly optické pomůcky např. optické čočky nebo mikroskop (Yarbus, 1967). Tato pozorování přinesla zjištění, že čtení není hladké přejíždění textu, nýbrž série zastávek (fixací) střídaných rychlými pohyby (sakádami). Počátek používání mechanických systémů pro sledování

a zaznamenání očních pohybů se pojí se jménem Edmund Huey. Použil zařízení sestavené z kontaktních čoček s hliníkovým ukazatelem, jenž kopíroval a zaznamenával pohyby oka. Díky tomuto zařízení Huey přišel na to, že některá slova nejsou při čtení vůbec fixována a že jen minimum pohybů oka, jsou pohyby zpětné (regrese). První kdo použil systém, který testované nerušil, byl Guy Thomas Buswell. Využil paprsků odrážejících se od oka a ty zaznamenával na fotografický papír (Vojtíšek, 2010).

Od roku 1936 (Mowrer, Ruch a Miller) je známo, že existuje rozdíl potenciálu mezi vnitřní a vnější stranou sítnice. Během rotačních pohybů oka se mění potenciál a tyto změny mohou být detekovány za použití elektrod, umístěných na kůži v okolí očí. Protože existuje lineární závislost mezi změnou potenciálu a rotací oční koule, může být tato metoda použita pro určení očních pohybů (Yarbus, 1967).

Jedním ze zakladatelů moderního výzkumu očních pohybů je Alfred Lukyanovich Yarbus, ruský vědec, který se zabýval také vztahem očních pohybů a myšlenkových procesů. Ukázal, že fixace při pohledu na obrázek se mění, když se mění úkol pro pozorování. (Tatler a kol., 2010).

Obr. 3 Ukázka změn dráhy pohledu při různých úkolech (Yarbus, 1967)



4.2 ANATOMIE OKOHYBNÉHO SYSTÉMU

4.2.1 ANATOMICKOFYZIOLOGICKÉ VLASTNOSTI OKA

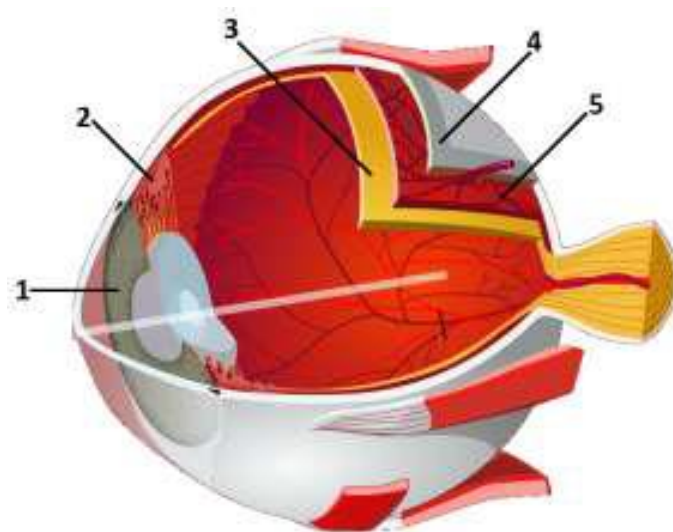
Člověk stejně jako ostatní primáti patří mezi „zrakové savce“, tj. zrakové ústrojí je pro něj nejdůležitějším smyslovým orgánem. Hlavním orgánem tohoto ústrojí je oko, tvořené oční koulí (bulbus oculi) nepravidelného kulovitého tvaru. Předozadní rozměr je v průměru 25 mm, vertikální rozměr čítá 23 mm.

Oko se skládá z oční stěny a jejího obsahu. Vazivová vnější vrstva oční stěny (tunica fibrosa bulbi) odděluje oko od vnějšího prostředí dvěma vrstvami – nejvýše uloženou průhlednou rohovkou (cornea), která je kryta epitelem a zajišťuje odolnost oka a dorzálněji uloženou bělimou (sclera), tvořící pevný, mechanický obal oka.

Střední vrstva stěny oka (tunica vasculosa bulbi) se nazývá též žilnatka (uvea). Je tvořena pigmentovou vrstvou cévnatkou (choroidea) a v její přední části se nachází řasnaté těleso (corpus ciliare) a duhovka (iris). Za duhovkou je na řasnatém tělese zavěšena čočka (lens), která je ve spojení s řasnatým tělesem schopná akomodace.

Třetí, vnitřní vrstva stěny (tunica interna bulbi) je tvořena sítnicí, která vystylá celou dutinovou stranu oční koule až k okraji duhovky (Čihák, 2004), (Dylevský, 2000), (Synek a Skorkovská, 2004).

Obr. 4 Oční koule (1 - Duhovka, 2 - řasnaté těleso, 3 - sítnice, 4 - bělima, 5 - cévnatka) (Fejgl, 2011)



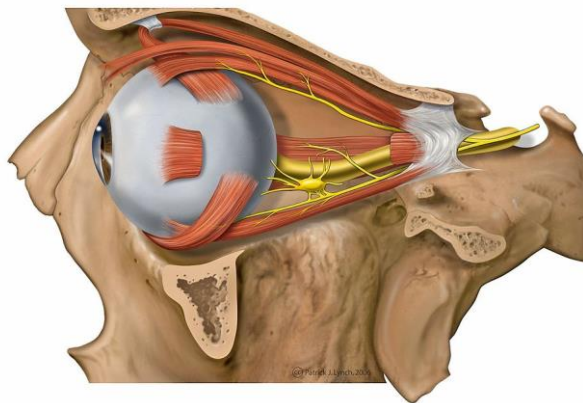
Oční koule je uložena na tukovém polštáři v obličejové části lebky, zvané očníce. Kulový tvar očníce zajišťuje volnou pohyblivost oka a umožňují tak vidění a zaostření i při změnách polohy hlavy nebo těla (Syka a kol., 1981).

K oko patří řada přídatných orgánů, umožňujících správnou funkci oka. Tvoří je spojivka a slzní aparát, víčka, fascie a vazivový aparát očníce a okohybné svaly (Čihák, 2004).

4.2.2 OKOHYBNÉ SVALY

Pohyb oka zajišťuje 6 okohybných svalů, z toho 4 svaly jsou přímé (hroní, dolní, zevní a vnitřní) a 2 jsou svaly šikmé (horní a dolní). Svaly přímé pohybují okem ve vertikální nebo horizontální rovině, zatímco svaly šikmé stáčí oční kouli šikmo nahoru a dolů zevně. Všechny tyto svaly začínají vzadu v očníci od anulus tendineus communis, kromě šikmého svalu musculus obliquus inferior, jenž začíná na dolní stěně očníce. Druhým šikmým svalem je musculus obliquus superior; mezi svaly přímé řadíme musculus rectus superior, medialis, inferior a lateralis (Syka a kol., 1981), (Synek a Skorkovská, 2004).

Obr. 5 Okohybné svaly (http://en.wikipedia.org/wiki/Extraocular_muscles)



4.3 OČNÍ POHYBY

Pohyby oka dělíme do dvou základních skupin na konjugované a diskonjugované. U konjugovaných očních pohybů se oči pohybují stejným směrem vzhledem k objektu u diskonjugovaných ve směru opačném.

4.3.1 KONJUGOVANÉ OČNÍ POHYBY

1. Fixace

Když se díváme v klidu na pevný bod, oko se stále pohybuje. Známe 3 druhy fixačních očních pohybů tremor, drift a mikrosakády. Tremor, třes neboli chvění je jiné u každého oka a vždy má vysokou frekvenci. Drift, unášivý oční pohyb je také u každého oka jiný, ale jeho frekvence je nižší a proměnlivá. Mikrosakády jsou u obou očí vzájemně spřažené a vyznačují se vysokou rychlostí. Fixační oční pohyby jsou nezávislé na vůli.

2. Sakády

Sakadické pohyby jsou nejrychlejší pohyby oka, sloužící k zachycení rychle se pohybujícího objektu a promítnutí jeho obrazu na sítnici. Mezi jednotlivými sakádami bychom měli obraz vidět rozmazaně, ale protože je dochází k sakadické supresi, jsou nám nezřetelné obrazy skryty.

3. Plynulé sledovací oční pohyby

Plynulé sledovací oční pohyby umožňují kontinuální vidění objektů, pohybujících se určitou rychlostí. Jsou určeny pro hladké pozorování, proto nepřetržitě porovnávají rychlost pohybu oka a sledovaného objektu. Tato schopnost je snížena, není-li pohyb objektu konstantní, a pokud je mezní rychlost plynulých sledovacích očních pohybů překročena, nastupují sakády. Plynulé sledovací oční pohyby stejně jako sakády lze trénovat a vylepšit tak kvalitu okulomotorického systému a oba druhy jsou vůli ovlivnitelné.

4. Vestibulární a optokinetické oční pohyby

Vestibulární a optokinetické pohyby očí patří mezi reflexy a jsou řízeny z nižších úrovní mozku. Zajišťují udržení obrazu pozorovaného objektu v místě nejostřejšího vidění (žlutá skvrna na sítnici, fovea) při pohybech hlavy, které jsou trvale přítomné, ať už sedíme nebo se pohybujeme. Umožní tak stále zřetelné a ostré vidění sledovaného objektu.

4.3.2 DISKONJUGOVANÉ OČNÍ POHYBY

Funkcí diskonjugovaných očních pohybů nazývaných vergence je zajistit, abychom pozorované objekty viděli jako jeden obraz a nikoliv dvojmo. Např. při čtení se oči pohybují každé jinou rychlostí. Vergence tyto jemné odchylky rychlostí srovnávají, abychom text viděli stále zřetelně (Jošt, 2009).

5 NERVOVÁ SOUSTAVA

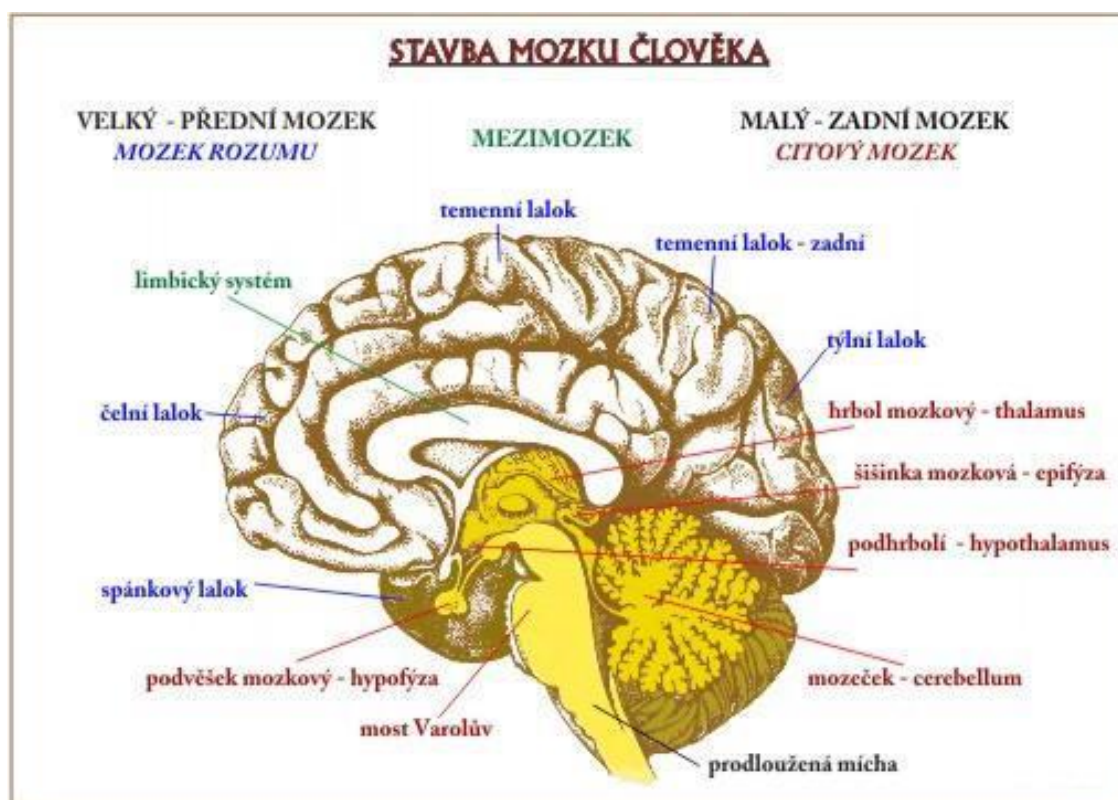
Nervová soustava (NS) je rozhodující pro řízení pohybu i pro zpracování senzorických informací. Skládá se z centrální nervové soustavy (CNS; mozek a mícha) a periferní nervové soustavy (mozkomíšni a autonomní nervy). Periferní nervy vedou vzruchy eferentními drahami z CNS k výkonným orgánům, jakým jsou především svaly. Základními jednotkami NS jsou neurony, které díky prostorovému uspořádání v trojrozměrné síti, umožňují předávání vzruchů skrze kontakty zvané synapse (Čihák, 2004).

5.1 CENTRA NS

Neurony NS jsou seskupeny do několika nervových center, uložených v hlavě a v páteři. Jedním z nich je hřbetní mícha (medulla spinalis), druhým je mozek (encephalon), složený z několika částí. Nejstarší oblastí mozku je mozkový kmen, tvořený prodlouženou míchou (medulla oblongata), Varolovým mostem (pons Varoli) a středním mozkem (mesencephalon). Dále je mozek členěn na mezimozek (diencefalon), mozeček (cerebellum) a koncový mozek (Dylevský a kol., 2000).

5.2 PERIFERNÍ NS

Periferní eferentní nervová soustava je složená především ze 2 systémů, podle mediátoru na zakončení postgangliových vláken. Jedná se o systém adrenergní, sympatický, u něhož se uvolňuje noradrenalin a o systém cholinergní, parasympatický, kde se uvolňuje acetylcholin. Vnitřní orgány jsou většinou inervovány oběma druhy vláken, sympatikem i parasympatikem. Jejich účinek může být souhlasný nebo protichůdný a často o něm rozhodne okamžitý funkční stav efektoru. Obecně při spánku, trávení a zotavování převládá vliv parasympatiku (jedná se o anabolické pochody), zatímco při svalové práci, chladu, stresu nebo nemoci převažuje tonus sympatiku (katabolické děje). Sekreci potních žláz ovlivňují oba systémy, akomodační pohyby oka do dálky stimuluje sympatikus, akomodaci na blízko, parasympatikus. Stažení svalů cév, vazokonstrikci způsobuje adrenergní reakce, vazodilataci naopak reakce cholinergní, parasympatická (Trojan a kol. 1996).



5.3 ŘÍZENÍ POHYBU

Pohybovou aktivitu můžeme rozdělit na pohyby reflexní (mimovolní) a pohyby úmyslné.

5.3.1 REFLEXNÍ POHYBY

Mezi reflexní pohyby patří neuvědomované pohyby zajišťující motorický systém polohy a opěrnou motoriku. Na jejich řízení se podílí především retikulární formace, statokinetické čidlo a mozeček. Informace významné pro hybnost, jejich zpracování a integraci v CNS spolu s výslednou pohybovou činností se nazývají senzomotorika.

Mimovolní pohyby zahrnují reflexy propioceptivní (myotaktické, napínací), které představují základní element spinální motoriky a exteroceptivní, jež jsou součástí obranných reakcí (Trojan a kol., 1996).

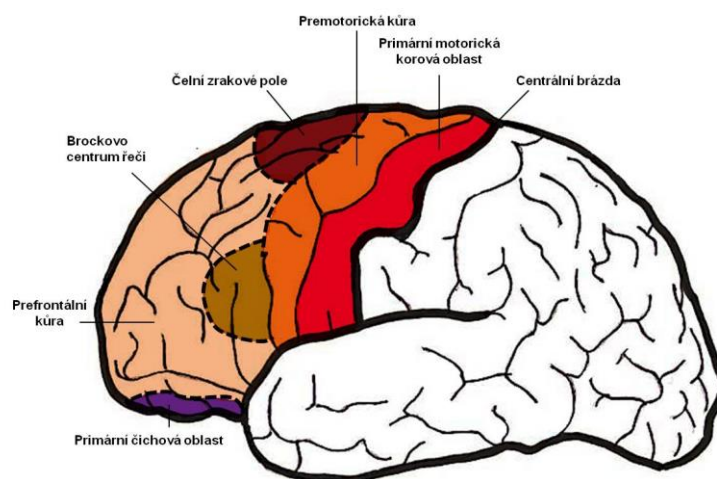
5.3.2 ÚMYSLNÉ POHYBY

Nervové mechanismy, které jsou podkladem úmyslného pohybu plní několik úkolů. Nejdříve vznikne primární popud k pohybu, následuje senzoričká analýza pohybu, dále je vypracován plán akce a posledním krokem je samotná realizace pohybu. Zásadní roli v realizaci úmyslných pohybů hraje mozková kůra, především oblast premotorická,

primární motorická korová (Králíček, 2002) a suplementární motorická oblast, jejíž stimulací jsou vyvolávány bilaterální chápavé pohyby rukama. Tento mechanismus je zřejmě evolučním rudimentem nutným pro pohyb ve větvích stromů. Signál z mozkové kůry ke svalům jde skrze kortikospinální dráhu nebo přes podkorová centra – mozeček, bazální ganglia a různá jádra kmene (Online skripta 3. LF UK).

Premotorická kůra vybírá pohyby k realizaci a je propojená se sousední kůrou motorickou, která ovládá mechanismus provedení jednotlivých pohybů. Dále se v tomto procesu uplatňuje prefrontální kůra. Ta řídí kognitivní procesy tak, aby byly odpovídající pohyby provedeny včas a na správném místě (Kulišťák, 2003).

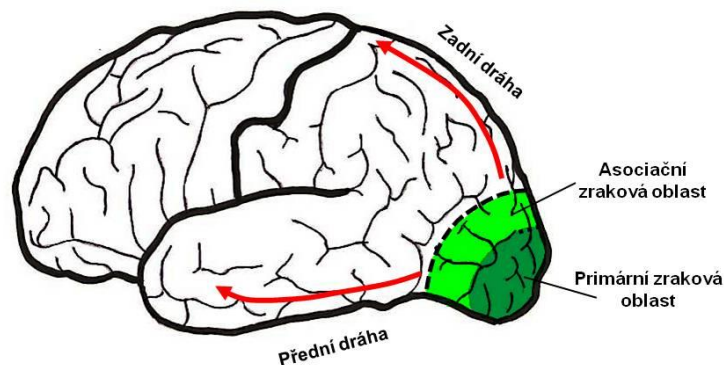
Obr. 7 Oblasti čelního laloku (<http://pfyziolffup.upol.cz/castwiki/?p=3265>)



5.3.3 ZRAKOVÁ DRÁHA A ŘÍZENÍ OČNÍCH POHYBŮ

Zraková dráha je skupina 4 neuronů, které převádějí vizuální vjem z oka do příslušné korové projekční oblasti CNS. První neurony jsou světločivné buňky sítnice, tyčinky a čípky. Druhé neurony dráhy jsou propojením se třetí vrstvou neuronů sítnice, které se sbíhají v místě sítnice, kde nejsou světločivné buňky a tedy opouštějí oční kouli, jako tlustý svazek neuronů (nervus opticus). Vizuální vjemy jsou dále vedeny do corpus geniculatum laterale a odtud jsou 4. neurony odvedeny do kůry okcipitálního laloku a končí v primární zrakové kůře. Primární zraková kůra provádí dekódování vizuální informace a přeměňuje ji v nejjednodušší vjem zvaný počitek (Čihák, 1997).

Obr. 8 Oblasti týlního laloku (<http://pfyziolffup.upol.cz/castwiki/?p=3265>)



5.3.4 OČNÍ POHYBY

Oční pohyby volní, chtěné jsou kontrolovány frontálním zrakovým polem Centrem horizontálních sakadických pohybů je paramediální povinná retikulární formace), vertikálních mesencephalická oblast retikulární formace (Trojan a kol., 1996). Klíčovou strukturou pro řízení hladkých sledovacích pohybů, rychlých rytmických pohybů očních koulí (optokinetického nystagmu) a vergencí jsou korové oblasti detekující pohybovou složku zrakové informace (Králíček, 2002).

5.4 AKTIVACE NERVOVÉ SOUSTAVY

Aktivita organismu se projevuje psychofyzilogickými reakcemi určitého stupně excitace (vzrušení) a určitým typem chování. Změny v aktivaci se týkají celého organismu a slouží tak, jako jeden z ukazatelů aktuálního psychického stavu jedince. Za optimální lze považovat stav, kdy organismus je ve stavu bdělé mysli a soustředěné pozornosti. Podle intenzity probíhajících procesů rozlišujeme hladinu (úroveň) aktivace. Úroveň aktivace závisí na aktivaci mozku, která je ovlivňována aktivitou smyslových orgánů a mírou vzrušení z prožívaných emocí. Hlavní struktura, která se na aktivaci podílí, je retikulární formace, zajišťující příliv vzruchů ze smyslových orgánů. Spolu s limbickým systémem se podílí na vzniku napětí mozkové kůry, která tak přímo ukazuje aktivační úroveň jedince. Úroveň aktivace je ovlivňována i činností hypotalamu, který řídí funkci sympatiku a parasympatiku (Benešová, 2011), (Nakonečný, 1997).

6 SENZOMOTORICKÉ UČENÍ

Senzomotorické učení je proces zlepšování dovedností na základě získávání zkušeností. Důkazem o proběhnutém senzomotorickém učení jsou relativně trvalé změny v pohybových dovednostech učícího se (Schmidt, 2000), (Valach, 2008).

6.1 FORMY A DRUHY

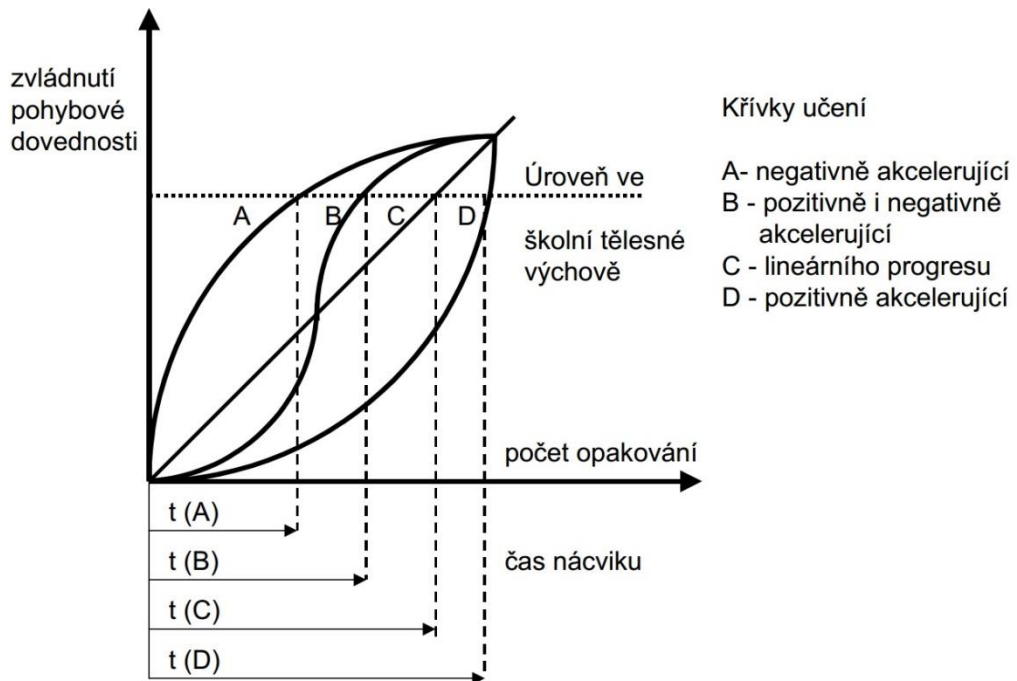
Senzomotorické učení můžeme rozdělit do dvou forem – záměrné (přímé) a spontánní (nepřímé). Dále rozeznáváme několik druhů senzomotorického učení:

1. Imitační – jedinci se po seznámení s pohybem snaží podle ukázky daný pohyb napodobit.
2. Instrukční – cvičenci se na základě slovních povelů snaží provést daný pohyb. Předpokladem je znalost odborného názvosloví pro porozumění verbálním instrukcím.
3. Zpětnovazební – jedinec provádí pohyb metodou pokus – omyl a na základě zpětné vazby díky reakci trenéra, videozáznamu nebo skrze vlastní vnitřní prožitek dochází ke korekci prováděného pohybu. Tato metoda se využívá spíše u složitějších pohybů a přináší znatelné zkvalitnění tréninkového procesu.
4. Problémové učení – je nejsložitější a klade vysoké nároky na schopnosti cvičence. Pomocí analýzy a tvořivého přístupu dochází k nalezení nejefektivnějšího řešení problému. Cvičenec postupuje sám nebo za pomoci trenéra.
5. Ideomotorické učení – je vhodným doplňkem praktického učení. Cvičenec si v mysli vyvolá představu pohybu a na základě této představy dojde k podráždění kinestetických buněk vedoucích k aktivaci příslušných struktur (Choutka a kol., 1999).

6.2 PRŮBĚH A FÁZE

Průběh senzomotorického učení nejlépe charakterizují křivky učení na obrázku 8, křivky motorického učení.

Graf 1 Křivky motorického učení (Rychtecký, 2002)



Průběh motorického učení můžeme zjednodušeně rozdělit do několika fází. Tyto fáze byly stanoven z hlediska souboru psychofyziologických změn v organismu a rovněž z hlediska didaktického. Jedná se o fázi generalizace, diferenciaci, automatizace a tvořivé asociace.

1. **Fáze generalizace** – je charakterizována seznámením žáka s danou pohybovou dovedností. Mentální aktivita v této fázi je relativně vysoká, žák se snaží v dané situaci zorientovat a zpracovat poznatky; dochází k prvním pokusům o provedení pohybového úkolu. V této fázi je přítomna difúzní iradiace vzruchů, díky níž je do pohybu zapojeno mnoho svalových skupin a vyskytují se souhyby.
2. **Fáze diferenciaci** - je etapou opakování a nácvičku. Hlavním mechanismem je zpevnování a tvorba asociačních spojů na základě pozitivní zpětné vazby po splnění úkolu (pochvala, úspěch, dobrý pocit). Mentální aktivita je střední, iradiace vzruchů z fáze generalizace přechází v jejich koncentraci v aktuálně využívaných oblastech mozku. Prováděný pohyb bývá arytmiický a křečovitý.

3. **Fáze automatizace** – dochází ke stabilizaci a zpevnění správných reakcí. Pohyb je již koordinovaný, plynulý a ekonomický, mentální aktivita potřebná k provádění je již nízká.

Dovednost zvládnutá až do této etapy se vyznačuje vysokým stupněm retence.

4. **Fáze tvořivé asociace** – je již nadstavbovou etapou, kdy cvičenec zvládá pohybovou dovednost na vysoké úrovni a za pomoci vlastní tvořivosti dokáže pohybové dovednosti využít a přetvořit je dále v rámci vlastního osobního stylu a vyjádření. V této etapě mentální aktivita stoupá a jsou typické mechanismy jako je transfer, integrace a anticipace.

Průběh motorického učení i jeho výsledek je ovlivňován řadou pozitivních i negativních činitelů. Mezi nejdůležitější patří motivace, schopnosti, cíl vyučování, stimulace, percepce pohybové dovednosti, motorická reakce a její regulace a korekce, zpevňování, retence, integrace a transfer (Rychtecký, Fialová, 2002).

6.3 BIOLOGICKÁ PODSTATA SENZOMOTORICKÉHO UČENÍ

Učení a paměť jsou mechanismy představující schopnost ukládat a využívat informace získané během života. Podmínkou jejich fungování je dostatečná úroveň bdělosti a pozornosti. Tyto jevy jsou umožněny plasticitou nervového systému, která v průběhu ontogenetického vývoje upravuje stavbu a funkci neuronálních systémů a v dospělosti přizpůsobuje stavbu a funkci změnám funkčního zatížení. Nejvyšší potenciál plastických změn je v období vývoje člověka, v dospělosti jsou možnosti plasticity nervového systému výrazně sníženy.

Učení je proces změny odpovědi organismu na získané podněty. Informace a podněty pro motorické učení jsou přijímány prostřednictvím smyslových jednotek, analyzátorů složených z receptoru, dostředivé (aferentní) dráhy a senzoryckých polí v kůře mozkové (Choutka a kol., 1999). Analyzátoři můžeme dělit podle umístění receptorních zakončení na exteroceptory, podávající informace o vnějším světě a interoceptory, informující o vnitřním stavu organismu. Interoceptory se dále dělí na visceroreceptory, sledující stav vnitřních orgánů (jsou uloženy ve stěnách vnitřních orgánů a cév) a proprioreceptory, řídící polohu, pohyb a napětí těla (OREL a kol., 2010).

Analyzátory jsou dvojího druhu:

- I. Zrakový, sluchový, vestibulární, kinestetické, somatosenzorické a časový
- II. Svalová vřeténka, Golgiho tělíska, Ruffiniho tělíska a Pacciniho tělíska

Ve vztahu k motorice považujeme za nejdůležitější analyzátory II. druhu, tj. exteroceptory (Choutka a kol., 1999).

7 VÝZKUMNÉ METODY A POSTUP ŘEŠENÍ

7.1 ZRCADLOVÉ KRESLENÍ

Zrcadlové kreslení je jedna z nejstarších používaných psychodiagnostických metod.

V této práci jsme využili elektronickou verzi testu, jejímž autorem je Ing. Jan Dvořák. Zrcadlové kreslení je neverbální test, jehož principem je obkreslování geometrického tvaru (šesticípá hvězda) při zakrytém přímém pohledu na ruku s elektronickou tužkou. Testovaná osoba (TO) vidí pouze převrácený obraz ruky v zrcadle, umístěného kolmo na desku s předloženým obrazcem. Z hlediska výkonu jde o percepčně motorickou situaci, která testovanou osobu uvádí do percepčního konfliktu. Tato metoda zkoumá psychomotorickou koordinaci „ruka – oko“ a ukazuje schopnost učít se novým pohybovým dovednostem metodou pokus a omyl nebo racionálním rozbořem podmínek činnosti.

Vyšetření bylo prováděno za pomoci přístroje napájeného z vnějšího zdroje, který je připojen k osobnímu počítači vybaveného programovým prostředím umožňujícím okamžité zpracování testu, tisk výsledného protokolu a archivaci získaných dat. Test je standardizován (BENEŠOVÁ, 2011).

7.2 VÝZKUMNÝ SOUBOR

Testovaný soubor sestával z 60 osob, z toho 36 byli muži a 24 ženy. Všichni testovaní byli studenti Pedagogické fakulty Západočeské univerzity, oboru zaměřeného na Tělesnou výchovu, jednalo se tedy převážně o aktivní sportovce různé výkonnostní úrovně.

Výběr testovaných byl náhodný, založený na dobrovolnosti a dostupnosti jedinců (Hendl, 2009).

Tab. 1 Složení souboru

Pohlaví	Ženy	Muži
Počet	24	36
Vyjádření v %	40%	60%

Tabulka 1 Poměr pohlaví v souboru

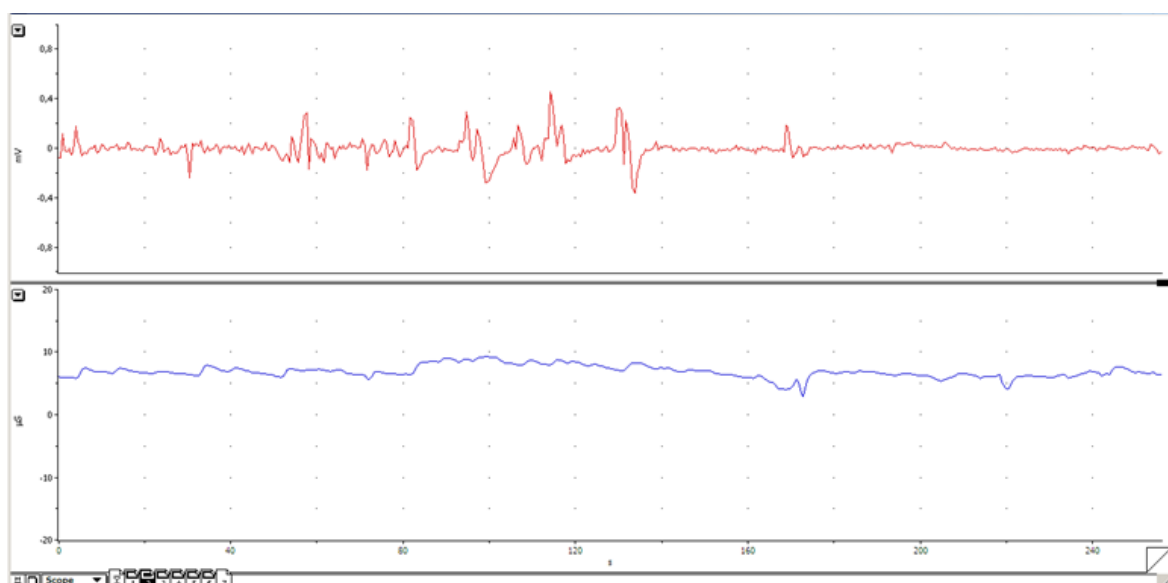
7.3 POPIS TESTOVÁNÍ

Testování probandů bylo prováděno v laboratoři zátěžové diagnostiky Fakulty pedagogické ZČU v Plzni, která poskytovala neměnné prostředí, tj. přibližně stálou teplotu (cca 23°C) i vlhkost vzduchu po celou dobu, kdy v laboratoři probíhal výzkum. Rovněž bylo po dobu testování v místnosti zajištěno ticho, klid a stálé standardní osvětlení.

Před vlastním testem byly každému probandovi po krátkém vysvětlení připevněny elektrody na poslední články prostředníku a ukazováku nedominantní ruky pro vyšetření EDA a současně mu byly nalepeny tři jednorázové elektrody na pokožku v oblasti čela a lícních kostí. Před začátkem testování byly oba přístroje zkalibrovány na individuální klidové hodnoty každého testovaného.

Na povel examinátora začal proband vlastní testování, které sestávalo z jednoho nultého (cvičného) pokusu a pěti pokusů řádných. Pokus začínal přiložením elektronické tužky na spodní cíp hvězdy na straně dominantní ruky. Ukončení každého pokusu bylo oznámeno zvukovým signálem, když proband obkreslil hvězdu až do výchozí polohy, na spodním cípu hvězdy. Během řádných pokusů byl proband zvukovým signálem upozorňován na chyby, při cvičném pokusu nikoliv. Tímto testováním jsme získali sadu křivek znázorňující změny vodivosti kůže a aktivitu očí, které jsme dále zpracovávali v softwarovém prostředí Power Lab Chart.

Obr. 9 Příklad záznamu měření EOG a EDA (Vlastní zpracování 4. 12. 2013)



7.4 POUŽITÉ PŘÍSTROJE

Pro testování byly použity dva počítače, na jeden byl připojen přístroj pro zrcadlové kreslení a na druhém byly zaznamenávány hodnoty EDA a EOG.

7.4.1 EDA

Elektrodermální aktivita byla měřena přístrojem firmy ADInstrument ML116 Amp, jenž je opatřen softwarem Power Lab Chart. Tímto měřením získáme záznam o změnách vodivosti kůže v průběhu času. Na začátku vyšetření je nutné přístroj vždy zkalibrovat na interindividuálně odlišnou klidovou hodnotu testovaného. Záznam samotného měření získáme pomocí dvou odizolovaných elektrod připevněných páskami na distální články prostředníku a ukazováku nedominantní ruky. Během testování je ruka s elektrodami položena volně na podložce.

Přístroj je tvořen 75 Hz oscilátorem s téměř obdélníkovou vlnou, nízkou impedancí a nízkým napětí (22 mV) na elektrodách.

PowerLab 8/30 je zcela izolován a jeho provedení odpovídá standardu IEC 60601 1.

Obr. 10 Power Lab 8/30 s elektrodami a zesilovačem ML116 GSR Amp
(<http://www.adinstruments.com>, dne 20. 6. 2014)



7.4.2 EOG

Elektrookulografický záznam byl snímán přístrojem BioAmp, propojeném rovněž se softwarem Power Lab Chart. Signál byl měřen pomocí jednorázových elektrod, přilepených na lící kosti a čelo.

Přístroj BioAmp je diferenciální zesilovač speciálně určený pro měření široké škály biologických signálů, jako je EOG, EKG, EMG a EEG. Zařízení je vybaveno filtry pro odrušení nechtěných signálů a díky plnému odizolování je zajištěna bezpečnost testovaného subjektu.

Bio Amp plně odpovídá standardu IEC 60601 1.

Obr. 11 Bio Amp s vodiči a jednorázovými elektrodami (<http://www.adinstruments.com>, dne 20. 6. 2014)



8 VÝSLEDKY

Pro vyhodnocení výsledků jsme použili následující proměnné: průměrná hodnota EDA, průměrná hodnota EOG, počet chyb, čas chyb a celkový čas, po který trvalo zrcadlové kreslení.

Vzájemné závislosti proměnných jsme zjišťovali užitím Pearsonova korelačního koeficientu, t-testu pro nezávislé výběry a effect size testu. Statistické zpracování jsme provedli v programu Statistica 6.0.

8.1 POUŽITÉ STATISTICKÉ METODY

8.1.1 PEARSONŮV KOEFICIENT SOUČINOVÉ KORELACE

Pearsonův koeficient (r) ukazuje míru vztahu dvou náhodných spojitých proměnných. Korelační koeficient nabývá hodnot z intervalu $[-1;1]$, přičemž kladné hodnoty ukazují na pozitivní závislost a hodnota $r = 0$ ukazuje na nekorelované proměnné. Nejvyšší míru závislosti mají hodnoty nejbližší číslům 1 a -1 (HENDL, 2009).

8.1.2 STUDENTŮV T- TEST

Použili jsme t – test pro nezávislá data, abychom porovnali hodnoty EDA a EOG mezi různě úspěšnými jedinci (Bedáňová a Večerek, 2007).

Pro vyhodnocení výsledků jsme testované rozdělili do skupin 1-3, podle počtu chyb v zrcadlovém kreslení. Skupina 1 představuje soubor nejúspěšnějších jedinců, skupina 2 průměrné a skupina 3 je tvořena jedinci s nejvyšším počtem chyb. K výběru probandů do skupin byla použita průměrná hodnota počtu chyb a směrodatná odchylka této proměnné.

8.1.3 EFFECT SIZE TEST (COHENŮV KOEFICIENT VĚCNÉHO ÚČINKU)

Ke zjištění věcné významnosti rozdílu mezi průměry EOG a EDA jednotlivých skupin jsme použili effect size test. Výpočet ES jsme provedli podle vzorce: $(M1 - M2) / s$, kde $M1/2$ je průměr souboru 1,2 a s je směrodatná odchylka.

Výsledky, tj. velikost účinku jsme zhodnotili takto: pokud má Cohenův koeficient d hodnotu menší než 0, 20 jde o zanedbatelný efekt; je-li hodnota d mezi 0, 20 a 0, 50 hovoříme o malém účinku, pokud je hodnota d mezi 0, 50 a 0, 80 jedná se o střední úroveň věcné významnosti a v případě, že koeficient d dosahuje hodnot 0, 80 a vyšších, je úroveň

věcné významnosti vysoká (SIGMUNDOVÁ A SIGMUND, 2012), (BUDÍKOVÁ A KOL., 2010), (HENDL, 2009), (THOMAS A NELSON, 2003).

8.2 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

POČET_CH – počet chyb během zrcadlového kreslení

ČAS_CH – čas chyb (čas, po který proband chyboval)

CELK_ČAS – celkový čas zrcadlového kreslení

Std. Dev. – směrodatná odchylka (standard deviation)

8.3 VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

Nejprve jsme použili korelační analýzu pro zjištění vzájemného vztahu mezi proměnnými. V programu statistika jsme po vložení dat získali následující korelační matici:

Tab. 2 Korelační matice všech proměnných

	EOG	EDA	POKUS	POČET_CH	ČAS_CH	CELK_ČAS
EOG	1, 00	0, 01	-0,06	0, 29	0, 25	0, 07
EDA	0, 01	1, 00	0, 12	-0,03	-0,07	-0,01
POKUS	-0,06	0, 12	1, 00	0, 16	-0,01	-0,11
POČET_CH	0, 29	-0,03	0, 16	1, 00	0, 84	0, 29
ČAS_CH	0, 25	-0,07	-0,01	0, 84	1, 00	0, 30
CELK_ČAS	0, 07	-0,01	-0,11	0, 29	0, 30	1, 00

V uvedené tabulce jsou červeně vyznačené statisticky významné korelační koeficienty ($\alpha = 0, 05$).

Z tabulky je patrná závislost mezi chybovostí a časem chyb i celkovým časem. Dále v tabulce vidíme závislost mezi EOG a počtem chyb a těsně pod hranicí významnosti se nachází také korelační koeficient pro vztah mezi EOG a čas chyb.

8.4 TESTOVÁNÍ HYPOTÉZ

Pro ověřování hypotéz jsme použili z velké části hlavně grafické znázornění, z něhož jsou dobře patrné vzájemné vztahy mezi proměnnými. Z důvodu posuzování vlivu chybovosti na průběh křivek EDA a EOG jsme soubor rozdělili do skupin 1, 2, 3, podle počtu chyb v zrcadlovém kreslení. Skupina 2 je úspěšná průměrně, počet chyb je v intervalu od 7, 6 do 21, 2; skupina 1 je nadprůměrně úspěšná, počet chyb je pod 7, 6

a skupina 3 je naopak nejvíce chybující, počet chyb probandů ze skupiny 3 je vyšší než 21, 2. Rozdělení jsme provedli pomocí hodnot průměrného počtu chyb a směrodatné odchylky.

8.4.1 H₁:

„Předpokládáme, že křivky EDA a EOG měřené během výkonu při zrcadlovém kreslení budou pozitivně korelovat.“

Pro testování této hypotézy jsme použili Pearsonův korelační koeficient pro vypočtení míry závislosti EDA a EOG. Výsledná hodnota koeficientu je:

$$r = 0,01$$

Z uvedeného výsledku vyplývá, že neexistuje statisticky významná závislost mezi elektrodermální aktivitou a elektrookulografií na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

Korelace křivek EDA a EOG se nepotvrdila, hypotéza H₁ byla tedy vyvrácena.

8.4.2 H₂:

„Předpokládáme, že průběh EDA i EOG bude souviset s průběhem senzomotorického učení.“

Ověření této hypotézy jsme provedli výpočtem korelačního koeficientu pro vztah EOG a počtu chyb během zrcadlového kreslení. Totéž jsme využili pro zhodnocení vztahu mezi EDA a počtem chyb.

Korelační koeficienty těchto proměnných jsou vidět v tabulce 3

Tab. 3 Korelační koeficienty

	EOG	EDA	POKUS	POČET_CH	ČAS_CH	CELK_ČAS
EOG	1,00	0,01	-0,06	0,29	0,25	0,07
EDA	0,01	1,00	0,12	-0,03	-0,07	-0,01
POČET_CH	0,29	-0,03	0,16	1,00	0,84	0,29
ČAS_CH	0,25	-0,07	-0,01	0,84	1,00	0,30
CELK_ČAS	0,07	-0,01	-0,11	0,29	0,30	1,00

Z tabulky vyplývá, že existuje statisticky významná mezi EOG a chybovostí, korelační koeficient vztahu EOG a počtu chyb $r = 0,29$ je označen jako statisticky významný. Podobně, těsně pod hranicí statistické významnosti se nachází hodnota

$r = 0,25$, ukazující na závislost mezi EOG a časem chyby. Naopak korelační koeficient EDA a počtu chyb, který má hodnotu $r = -0,03$ je hodnocen jako statisticky nevýznamný, stejně tak i vztah času chyb a EDA. Korelaci mezi časem chyb, celkovým časem a počtem chyb bylo možné předpokládat, vzhledem k typu proměnných, se dala jejich závislost očekávat.

Z uvedeného lze tedy tvrdit, že průběh EOG souvisí s průběhem senzomotorického učení, naopak závislost mezi průběhem EDA a senzomotorického učení se nepotvrdila. Hypotéza H2 byla tedy částečně potvrzena.

Dále jsme provedli t- test, pro zjištění odlišností mezi průběhem EOG a EDA u jednotlivých skupin.

Tab. 4 T - test pro skupiny 1/ 2

	Mean 1	Mean 2	t-value	p	N 1	N 2	Std.Dev. 1	std.Dev. 2
EOG	0,005877	0,001119	-1,76327	0,084496824	25	23	0,011861868	0,005377222
EDA	7,7528	6,628261	0,461981	0,646272233	25	23	8,180489248	8,68363385
POKUS	0,72	0,73913	-0,14589	0,884643849	25	23	0,458257569	0,448977759
POČET_CH	3,88	13,78261	-11,075	0	25	23	2,107921567	3,895878028
ČAS_CH	2,38	8,443478	-5,55255	0,000001	25	23	1,793042108	5,134360727
CELK_ČAS	91,28	107,0478	-0,96587	0,339158572	25	23	43,07296136	68,20027239

Tab. 5 T - test pro skupiny 1/ 3

	Mean1	Mean 3	t-value	p	N 1	N 3	Std.Dev.1	Std.Dev.3
EOG	0,005877	0,000435	-1,68407	0,101066662	25	12	0,011861868	0,007443071
EDA	7,7528	6,898333	0,323936	0,747914472	25	12	8,180489248	5,787304025
POKUS	0,72	0,916667	-1,35745	0,183328128	25	12	0,458257569	0,288675135
POČET_CH	3,88	37,58333	-14,6813	0	25	12	2,107921567	11,23677674
ČAS_CH	2,38	24,74167	-8,11167	0	25	12	1,793042108	13,74927822
CELK_ČAS	91,28	167,8	-2,10767	0,042293521	25	12	43,07296136	173,0809375

Tab. 6 T - test pro skupiny 2/ 3

	Mean 2	Mean 3	t-value	p	N 2	N 3	Std.Dev.2	std.Dev.3
EOG	0,001119	0,000435	-0,71003	0,482671498	23	12	0,005377222	0,007443071
EDA	6,628261	6,898333	-0,09676	0,92350255	23	12	8,68363385	5,787304025
POKUS	0,73913	0,916667	-1,23802	0,224443193	23	12	0,448977759	0,288675135
POČET_CH	13,78261	37,58333	-9,2501	0	23	12	3,895878028	11,23677674
ČAS_CH	8,443478	24,74167	-5,09827	0,000014	23	12	5,134360727	13,74927822
CELK_ČAS	107,0478	167,8	-1,49132	0,145376265	23	12	68,20027239	173,0809375

Uvedené tabulky ukazují, že neexistuje statisticky významný rozdíl mezi průběhem EOG a EDA u různě chybujících skupin. Statisticky významné se u všech porovnání jeví pouze rozdíly v počtu chyb a času chyb, což odpovídá tomu, že skupiny byly rozděleny na základě počtu chyb, na němž závisí i čas chyb. U porovnání skupin 1/ 3 je patrný ještě statisticky významný rozdíl mezi celkovým časem těchto skupin. Tento jev odpovídá velkému rozdílu v počtu chyb skupiny 1, která měla chyb nejméně a skupiny 3, která měla počet chyb největší.

Hodnoty t – testů ukázaly, že průběh EOG a EDA se statisticky významně neliší při porovnávání různě úspěšných skupin jedinců. Z toho vyplývá, že chybovost nemá zásadní vliv ani na průběh EOG ani na průběh EDA. Pomocí t- testu se tedy hypotéza H2 nepotvrdila.

Posledním testem (effect size) jsme ověřili věcnou významnost rozdílu mezi průběhem EDA a EOG u jednotlivých skupin.

Tab. 7 Věcná významnost rozdílu

	d EOG	d EDA	Mean Std.Dev. EOG	Mean Std.Dev. EDA
ES 1/ 2	-0,81166	0,133365	0,008619545	8,432061549
ES 1/ 3	0,563874	0,122348	0,00965247	6,983896636
ES 2/ 3	-0,24233	-0,03733	0,006410147	7,235468937

V této tabulce je zvýrazněna hodnota Cohenova koeficientu $d = 0,563874$ pro rozdíl průběhu EOG u skupiny 1 a 3, která ukazuje, že mezi nejvíce a nejméně chybující skupinou je statisticky významný rozdíl na střední úrovni věcné významnosti, tj. hodnota d je v intervalu $(0, 2 - 0, 5)$. Významnost rozdílu mezi ostatními skupinami není signifikantní. Z uvedeného výsledku tedy vyplývá, že existuje závislost mezi průběhem EOG a chybovostí, ale pouze u skupin s velkým rozdílem.

Hypotézu H2 můžeme tedy na základě testu věcné významnosti rozdílu potvrdit jen zčásti.

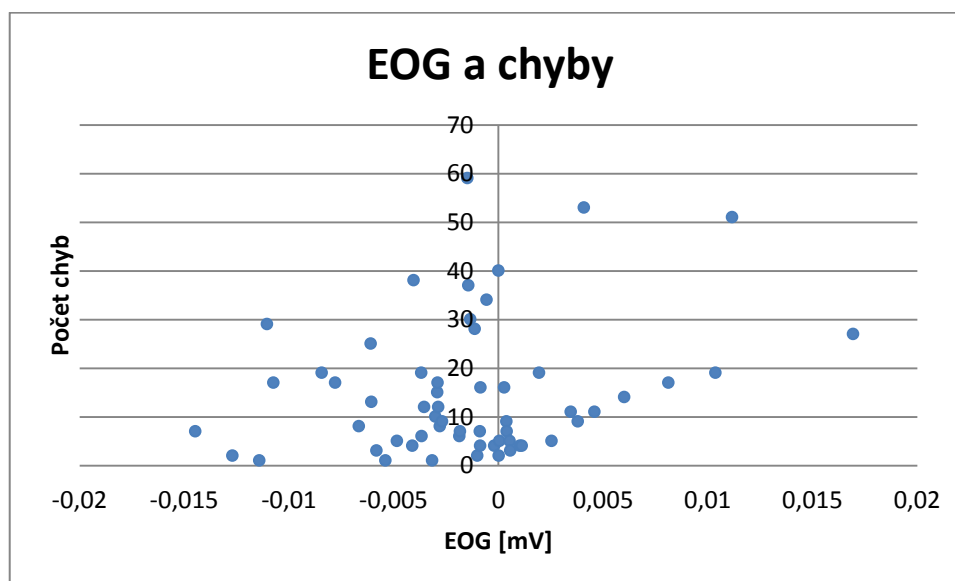
9 DISKUSE

Výzkumný soubor sestával ze studentů, sportovců, kteří se výzkumu zúčastňovali dobrovolně a se zájmem, je tedy nepravděpodobné, aby se pokoušeli úmyslně chybovat, nebo se pokoušet jiným způsobem zkreslit výsledky výzkumu.

Vyhodnocení výsledných dat bylo provedeno v počítačovém programu, čímž bylo zajištěno rychlejší a efektivnější zpracování výzkumných dat a také objektivita a správnost výsledků. V našem výzkumu jsme se snažili o maximální reprezentativnost souboru, ovšem vzhledem k tomu, že výběr probandů byl založen na jejich dobrovolné účasti, lze předpokládat, že výsledný soubor nemůže být úplně reprezentativní. Rovněž během testování, kdy jsme se snažili zajistit všem probandům tytéž standardní podmínky, mohly být výsledky ovlivněny individuálními rozdíly potivosti, aktuálního psychického stavu probandů stupněm únavy apod. Také nevědomé přitlačování prstů na elektrody během testování jsme se snažili eliminovat použitím polštářku pro ruku s elektrodami, přesto není možné vliv tohoto faktoru úplně vyloučit.

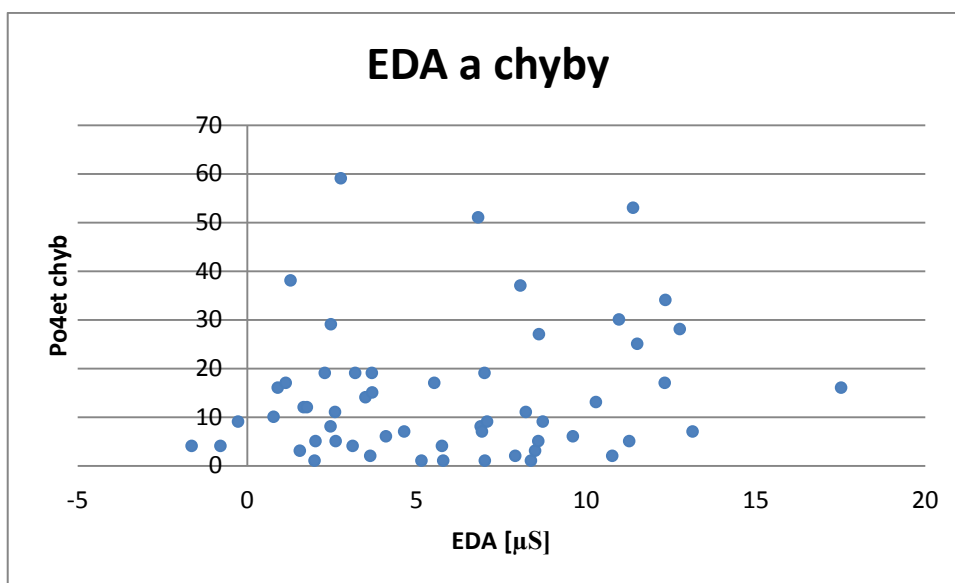
Z naměřených výsledků jsme pro názornost zpracovali několik grafů, které znázorňují vztahy naměřených dat. V grafu 1 je vidět, že hodnoty EOG jsou rozloženy především v oblasti kolem 0 a že většina testovaných měla počet chyb menší než 20. Také všichni jedinci, jejichž EOG dosahovalo vyšších hodnot měli, kromě několika výjimek, počet chyb menší než 20.

Graf 2 Průměrné hodnoty EOG a počet chyb



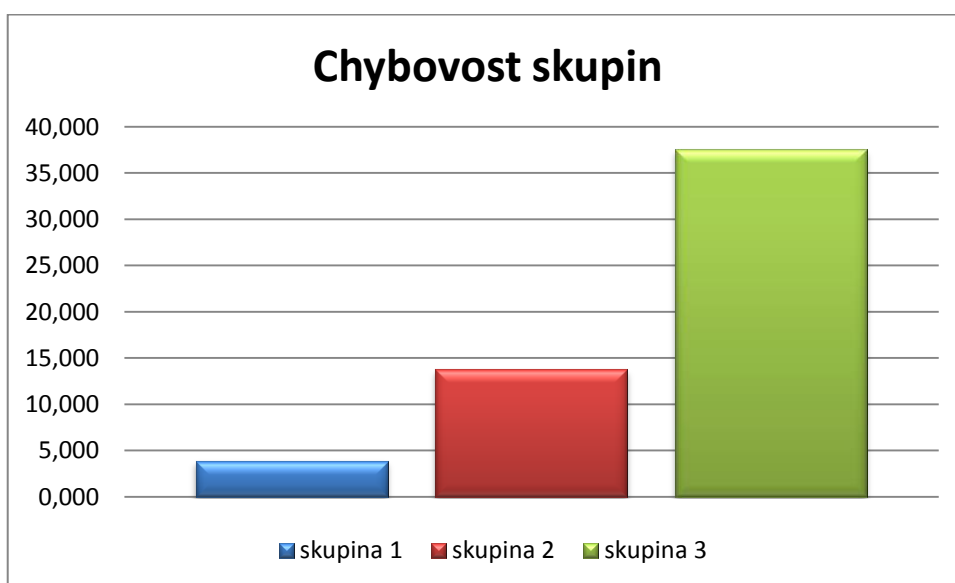
Při grafickém znázornění hodnot EDA a počtu chyb nelze vysledovat téměř žádnou zřetelnou závislost. Hodnoty jsou rozloženy rovnoměrně jak na ose x, tak na ose y. Zajímavý je fakt, že všichni probandi, jejichž EDA byla záporná se pohybují v oblasti do 10 chyb.

Graf 3 Průměrné hodnoty EDA a počet chyb



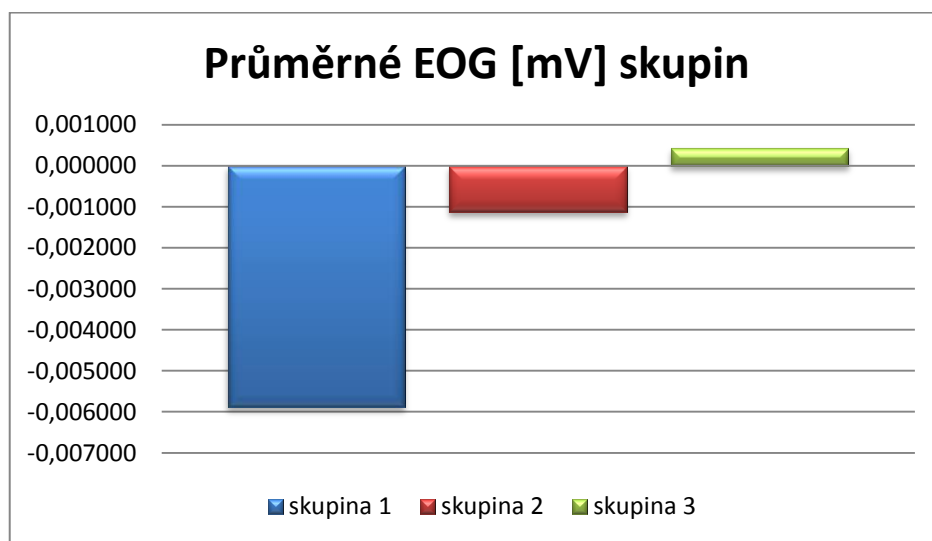
Graf chybovosti skupin přehledně ukazuje velikost průměrné chyby v jednotlivých skupinách.

Graf 4 Znázornění průměrných chyb skupin



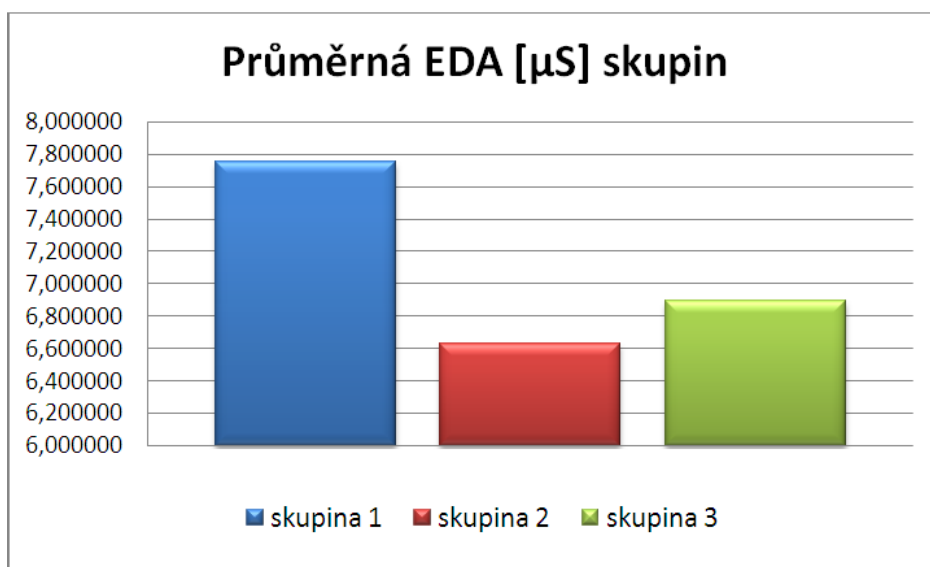
Graf znázorňující průměrné hodnoty EOG ve skupinách ukazuje, že při porovnání absolutních hodnot jednotlivých skupin, měla nejvyšší hodnotu skupina s nejmenším počtem chyb a naopak nejnižší hodnotu skupina s největším počtem chyb. Tento fakt je zajímavý a odráží závislost chybovosti a průběhu EOG, kterou jsme prokázali potvrzením hypotézy H2. Porovnááme absolutní hodnoty EOG, protože při měření EOG posuzujeme pohyby očí ve směru od elektrody i k elektrodě a záporná hodnota znamená pouze to, že pohyb oka, jenž proběhl, směřoval od elektrody a nikoliv k ní.

Graf 5 5 Průměrné EOG skupin



Následující graf zobrazuje, že nejvyšší hodnotu EDA měla skupina 1, tj. s nejnižším počtem chyb a nejnižší hodnoty měla skupina 2, s průměrným počtem chyb. Tento graf ukazuje, že by mohla existovat určitá míra závislosti mezi EDA a počtem chyb, i když testováním hypotézy H_2 jsme statisticky významnou závislost neprokázali. Tyto hodnoty mohou odrážet úroveň aktivace nervové soustavy, která je zřejmě vysoce aktivovaná v případě neúspěšnější skupiny. Tato aktivace odráží soustředěnost probandů, jež se následně odráží v úspěšnosti provedení úkolu. Průměrná skupina má hodnoty EDA znatelně nižší, je tedy možné, že jejich nervová soustava dostatečně aktivovaná nebyla a jejich výkon by tedy mohl být lepší, v případě vyšší aktivace. Skupina 3 má hodnoty EDA relativně vysoké. Dalo by se polemizovat, zdali by jedinci skupiny 3 při vyšší míře aktivace dosáhli lepších výsledků nebo nikoliv, protože jejich schopnosti tomu neodpovídají.

Graf 6 Průměrná EDA skupin



10 ZÁVĚR

V předložené bakalářské práci jsme se pokusili porovnat křivky elektrodermální aktivity a elektrookulografie v průběhu senzomotorického učení a stanovit, jaké faktory mají vliv na průběh křivek.

Po vyhodnocení dat jsme došli k závěru, že průběhy křivek EDA a EOG spolu nesouvisí, takže naše hypotéza se nepotvrdila. Dále jsme zkoumali faktory ovlivňující EDA a EOG, především úspěšnost provádění testu zrcadlového kreslení. Statistickým vyhodnocením dat se ukázalo, že hodnoty elektrookulografie prokazatelně souvisí s počtem chyb, kterých se proband dopustil během úkolu. Co se týče hodnot elektrodermální aktivity, nelze jasně říci, že by počet chyb byl zásadní pro průběh EDA, ale grafické znázornění EDA a počtu chyb ukázalo, že o určité, byť nevelké míře závislosti mezi úspěšností a EDA by bylo možné spekulovat. Tato závislost by mohla být předmětem dalšího zkoumání.

Je pravděpodobné, že na hodnoty obou psychofyziologických ukazatelů má vliv míra aktivace nervové soustavy, vnitřní vyladění subjektu, osobnostní typ, který se odráží v míře vzrušivosti jedince a také okolnosti vnějšího prostředí, které mohou narušovat probandovo soustředění.

Výsledky našeho zkoumání nelze zobecnit, z důvodu nedostatečného rozsahu výzkumného souboru. Přesto lze říci, že bude-li testovaný subjekt úspěšnější v průběhu senzomotorického učení, aktivita jeho očí bude nižší než u méně úspěšného subjektu

11 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

11.1 LITERATURA

BAREA, R., BOQUETE L., LÓPEZ, E., MAZO, M. (1999). *Guidance of a wheelchair using electrooculography*. University of Alcalá. Department of Electronics.

BENEŠOVÁ, D. (2011). *Dynamika změn aktivační úrovně jako komponenta motorické docility*. Praha. Disertační práce. Univerzita Karlova v Praze. Fakulta tělesné výchovy a sportu.

BOUSCEIN, W.(1992). *Electrodermal activity*. New York: Plenum.

BUDÍKOVÁ, M., KRÁLOVÁ, M. a MAROŠ, B. (2010). *Průvodce základními statistickými metodami*. Grada Publishing as.

BULLING A., WARD, J. A., GELLERSEN, H., TROSTER, G. (2011). *Eye movement analysis for activity recognition using electrooculography*. Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions. 33.4: 741-753

ČIHÁK, R. (1997). *Anatomie 3*. Praha: GRADA Publishing, spol. s r. o.

DYLEVSKÝ, I. (2000). *Funkční anatomie*. Praha: Grada Publishing spol. s r. o.

FEJGL, M. (2011). *Fokusace očí na charakteristické prvky vizuálního vjemu*. Brno. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií.

FOUNTOULAKIS, K. N., FOTIOU, F., IACOVIDES, A., KAPRINIS, G. (2005). *Is there a dysfunction in the visual system of depressed patients?.* Annals of general psychiatry 4.1: 7.

HENDL, J. (2009). *Přehled statistických metod: analýza a metaanalýza dat*. Praha: Portál,

CHOUTKA, M., BRKLOVÁ, D, a J. VOTÍK. (1999). *Motorické učení v tělesné výchově a sportovní v praxi*. Plzeň: Vydavatelství západočeské univerzity.

JOŠT, J. (2009). *Oční pohyby, čtení a dyslexie*. Praha. Fortuna.

KRÁLÍČEK, P. (2002). *Úvod do speciální neurofyzologie*. Praha: Karolinum.

- KULIŠŤÁK, P. (2003). *Neuropsychologie*. Praha: Portál.
- MOŠNEROVÁ, J. (2012). *Praktické postupy v elektrookulografii*. Brno. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií.
- NAKONEČNÝ, M. (1997). *Encyklopedie obecné psychologie*. Praha: Academia.
- REMICK, R. A., ZIS, A. P. (1991). *Low electrooculographic ratios in patients with seasonal affective disorder*. Am J Psychiatry 148.1: 1526-1529.
- SIGMUNDOVÁ, D., SIGMUND, E. (2012). *Statistická a věcná významnost a použití koeficientů „EFFECT SIZE“ při hodnocení dat o pohybové aktivitě*. Tělesná kultura 35.1: 55-72.
- SCHMIDT, R. A. (1975). *A Schema Theory of Discrete Motor Skill Learning*. Psychological Review. 82, 225-260.
- SCHMIDT, R., WRISBERG, C. (2000). *Motor learning and performance*. Champaign: Human Kinetics Publishers.
- SYKA, J., VOLDŘICH, L., VRABEC, F. (1981). *Fyziologie a patofyziologie oka a vidění*. Praha: Avicentrum.
- ŠTÁL, P. (2012). *Dynamika změn elektrodermální aktivity v průběhu testu reakční rychlosti*. Plzeň. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta pedagogická.
- TATLER, Benjamin W., WADE, N. J., KWAN, H., FINDLAY, J. H., VELICHKOVSKY, B. M. (2010). *Yarbus, eye movements, and vision*. i-Perception 1.1: 7.
- THOMAS, R. T., NELSON, K. N., SILVERMAN, S. J. (2003). *Research methods in physical activity*. Champaign: Human Kinetic.
- TROJAN, S. (2004). *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada Publishing spol. s r. o.
- UHERÍK, A. (1965). *Bioelektrická aktivita kůže*. Bratislava: Vydavateľstvo SAV.
- VALACH, P. (2008). *Tvorba gymnastických pohybových dovedností v procese motorického učení*. Brno. Disertační práce. Masarykova univerzita. Fakulta sportovních studií.

VOJTÍŠEK, J. (2010). *Systém pro sledování pohybu očí* [online]. Brno. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií.

VOLFOVÁ, M. (2013). *Dynamika změn v elektrodermální aktivitě v závislosti na motorickém učení - test zrcadlové kreslení*. Plzeň. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta pedagogická

YARBUS, A. L. (1967). *Eye Movements and Vision*. Plenum. New York.

11.2 INTERNETOVÉ ZDROJE

ADInstruments [online]. 2014. [cit. 2014-06-20]. Dostupné z <http://www.adinstruments.com/>

BEDÁŇOVÁ, I., VEČEREK, V. (2007). *Základy statistiky pro studující veterinární medicíny a farmacie*. Brno. Výuková skripta VFU Brno [online]. 2014 [cit. 2014-06-13]. Dostupné z: <http://cit.vfu.cz/statpotr/>

Multimediální výuková skripta 3. LF UK [online]. 2014. [cit. 2014-06-22]. Dostupné z <http://fbt.cz/skripta/regulacni-mechanismy-2-nervova-regulace/8-motoricke-funkce/>

RYCHTECKÝ A., FIALOVÁ L. *Didaktika školní tělesné výchovy* [online]. Praha: Karolinum, 2002. Dostupné z: <http://www.ftvs.cuni.cz/katedry/ppd/materialy/skriptadidaktika/uvod-str1-4.pdf>

<http://www.wikiskripta.eu/index.php/Soubor:Skin.png>

http://en.wikipedia.org/wiki/Extraocular_muscles

http://www.szsmc.cz/admin/upload/sekce_materialy/CNS_I..pdf

<http://pfyziollfup.upol.cz/castwiki/?p=3265>

12 SEZNAMY OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

12.1 OBRÁZKY

Obr. 1 Průřez kůže (http://www.wikiskripta.eu/index.php/Soubor:Skin.png)	- 11 -
Obr. 2 Model dipólu oka (Barea a kol., 1999).....	- 15 -
Obr. 3 Ukázka změn dráhy pohledu při různých úkolech (Yarbus, 1967).....	- 16 -
Obr. 4 Oční koule (1 - Duhovka, 2 - řasnaté těleso, 3 - sítnice, 4 – bělima, 5 – cévnatka) (Fejgl, 2011)	- 17 -
Obr. 5 Okohybné svaly (http://en.wikipedia.org/wiki/Extraocular_muscles).....	- 18 -
Obr. 6 Stavba mozku (http://www.szsemb.cz/admin/upload/sekce_materialy/CNS_I..pdf) ..	- 21 -
Obr. 7 Oblasti čelního laloku (http://pfyziolfup.upol.cz/castwiki/?p=3265)	- 22 -
Obr. 8 Oblasti týlního laloku (http://pfyziolfup.upol.cz/castwiki/?p=3265).....	- 23 -
Obr. 9 Příklad záznamu měření EOG a EDA (Vlastní zpracování 4. 12. 2013).....	- 29 -
Obr. 10 Power Lab 8/30 s elektrodami a zesilovačem ML116 GSR Amp (http://www.adinstruments.com , dne 20. 6. 2014)	- 30 -
Obr. 11 Bio Amp s vodiči a jednorázovými elektrodami (http://www.adinstruments.com , dne 20. 6. 2014).....	- 31 -

12.2 TABULKY

Tab. 1 Složení souboru	- 28 -
Tab. 2 Korelační matice všech proměnných	- 33 -
Tab. 3 Korelační koeficienty	- 34 -
Tab. 4 T - test pro skupiny 1/ 2	- 35 -
Tab. 5 T – test pro skupiny 1/ 3	- 35 -
Tab. 6 T - test pro skupiny 2/ 3	- 35 -
Tab. 7 Věcná významnost rozdílů	- 36 -
Tab. 8 Hodnoty souboru	- 46 -

12.3 GRAFY

Graf 1 Křivky motorického učení (Rychtecký, 2002).....	- 25 -
Graf 2 Průměrné hodnoty EOG a počet chyb.....	- 37 -
Graf 3 Průměrné hodnoty EDA a počet chyb.....	- 38 -
Graf 4 Znázornění průměrných chyb skupin.....	- 38 -
Graf 5 5 Průměrné EOG skupin	- 39 -
Graf 6 Průměrná EDA skupin	- 40 -

13 PŘÍLOHY

Tab. 8 Hodnoty souboru

Mean EOG, mV	Mean EDA, μ S		Počet chyb	Čas chyb	Celkový čas	Skupina
-0,001	10,78	1	2	0,6	87,3	1
0,001042	-1,63	0	4	2,9	85	1
0,000027	7,92	1	2	0,9	111,9	1
-0,00087	28,38	1	7	2,1	92,9	1
0,000545	8,6	1	5	1,7	165,2	1
-0,00085	-0,78	0	4	4,1	80,6	1
-0,0058	8,5	1	3	0,6	57,5	1
0,000406	13,15	1	7	4,4	64,7	1
0,001138	35,25	0	4	3,5	154,3	1
-0,01447	4,64	1	7	4,8	58,6	1
-0,05276	8,38	1	1	0,5	118,1	1
-0,00018	3,12	0	4	3,3	173,2	1
-0,00182	6,94	1	7	7,7	48	1
-0,01269	3,64	1	2	1,3	48,1	1
-0,00484	2,62	0	5	2,5	154,2	1
-0,02848	7,02	1	1	0,3	61,9	1
-0,0041	5,76	1	4	2,5	96,2	1
0,002558	11,28	1	5	2,9	110,1	1
-0,00538	5,15	1	1	1,1	38	1
-0,00365	9,62	0	6	4,5	60,1	1
0,000069	2,03	1	5	2,6	42,8	1
-0,01141	2	1	1	0,2	47,6	1
0,000584	1,56	1	3	2,3	44,2	1
-0,00185	4,1	0	6	1,8	144,6	1
-0,00316	5,79	1	1	0,4	136,9	1
0,008136	12,33	1	17	7,9	61,1	2
-0,00299	0,79	1	10	3,5	44	2
-0,00368	3,2	1	19	12,8	97	2
0,00602	3,5	1	14	7,3	156,3	2
0,000297	17,53	1	16	7,9	30,1	2
-0,00843	2,3	1	19	6,4	131,1	2
-0,00279	6,9	0	8	2,6	212,7	2
-0,00286	1,77	1	12	3,4	41,3	2
-0,00083	0,91	1	16	8,8	121,9	2
-0,00605	10,3	1	13	8,6	38,2	2
-0,01074	5,53	0	17	8,8	92,3	2
0,000393	7,09	0	9	7,8	82,2	2
0,003801	-0,26	1	9	6,8	136	2
-0,00288	1,15	0	17	21,5	47,2	2

-0,00267	8,73	1	9	5,8	220,1	2
-0,00778	41,3	1	17	14,5	91,9	2
-0,00665	2,47	1	8	4,8	75,4	2
0,010376	3,69	1	19	7,8	82,3	2
-0,00353	1,68	0	12	6	312	2
0,001958	7,01	1	19	21,4	45,3	2
0,003467	8,23	0	11	4,5	102,5	2
0,004598	2,6	1	11	2,7	102,1	2
-0,0029	3,7	1	15	12,6	139,1	2
-0,01103	2,48	1	29	11,9	91,6	3
0,000011	-6,28	0	40	58	134,8	3
-0,00112	12,77	1	28	22,4	129,2	3
-0,00054	12,35	1	34	12,8	80,2	3
0,016956	8,62	1	27	15,4	98,7	3
0,011181	6,82	1	51	32,9	148,8	3
-0,00608	11,52	1	25	9,5	69,6	3
-0,00133	10,98	1	30	23,3	80,1	3
-0,00146	2,77	1	59	20,6	135,4	3
-0,00403	1,29	1	38	20,3	178,9	3
0,004093	11,39	1	53	38,7	160,2	3
-0,00143	8,07	1	37	31,1	706,1	3

14 ABSTRAKT

Tato práce se zabývá porovnáním průměrných hodnot elektrodermální aktivity (EDA) a elektrookulografie (EOG) v průběhu senzomotorického učení. Testovaní jedinci budou měřeni přístroji na snímání EDA a EOG během zrcadlového kreslení. Soubor jedinců představuje skupina aktivních sportovců, studentů TVS a TVSV na Pedagogické fakultě ZČU. Předpokládáme, že křivky EDA a EOG budou pozitivně korelovat a budou odrážet jak temperamentové vlastnosti jedince, tak jeho schopnosti motorické docility. Informace o vztahu mezi EDA a EOG by mohly pomoci objasnit faktory, které mají vliv na průběh motorického učení, a tím přispět k zefektivnění tréninkového procesu.

15 SUMMARY

This work is concerned to comparison between average values of electrodermal activity and electrooculography during the process of sensomotoric learning. Tested subjects will be measured by devices to measure EDA and EOG during „mirror drawing“. The group of tested subects is collected from active sportsmen, students of sports and education at the Faculty of education, at the University of West Bohemia. We suppose, that the curves of EDA and EOG will be positive correlating and there will be apparent temperament qualities of individuals the set and their abilities of motory learning. The information about the relationship between EDA and EOG will be helpful for clearing up the factors, which influence a motory leasing and thus this information can help to make training process better.