

# Západočeská univerzita v Plzni

FAKULTA PEDAGOGICKÁ  
KATEDRA TĚLESNÉ A SPORTOVNÍ VÝCHOVY

AKTIVACE NERVOVÉ SOUSTAVY V PRŮBĚHU RELAXAČNÍCH CVIČENÍ  
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

*Petr Hranáč*  
*Tělesná výchova a sport*  
*léta studia (2012-2015)*

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

Plzeň, 14. dubna 2015

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

Plzeň, 14. dubna 2015

.....  
vlastnoruční podpis

Poděkování:

Děkuji paní Mgr. Daniele Benešové, Ph.D. za ochotnou pomoc a vedení při vypracování mé bakalářské práce. Poskytla mi též prostor a přístroje k testování a vytvořila příznivé podmínky pro celý výzkum. Také bych chtěl poděkovat probandům, kteří přišli a podrobili se testování ve svém volném čase. Nechci opomenout mou rodinu a přátele, kteří mi dodávali motivaci při tomto výzkumu.

## OBSAH

1	ÚVOD .....	1
1.1	CÍL VÝZKUMU .....	2
1.2	VÝZKUMNÉ OTÁZKY .....	2
1.3	HYPOTÉZY .....	2
1.4	ÚKOLY BAKALÁŘSKÉ PRÁCE .....	2
2	EDA – ELEKTRODERMÁLNÍ AKTIVITA .....	3
2.1	HISTORIE ELEKTRODERMÁLNÍ AKTIVITY .....	3
2.2	VLIV FYZIKÁLNÍCH ČINITELŮ NA MĚŘENÍ EDA .....	4
2.3	METODY SNÍMÁNÍ BIOELEKTRICKÉ AKTIVITY KŮŽE .....	5
2.4	DRUHY PŘÍSTROJŮ MĚŘÍCÍ ELEKTRODERMÁLNÍ AKTIVITU .....	6
2.5	VYUŽITÍ ELEKTRODERMÁLNÍ AKTIVITY V SOUČASNÉ PRAXI .....	6
3	ANATOMIE A FYZIOLOGIE KŮŽE .....	7
3.1	ANATOMIE KŮŽE .....	7
3.1.1	Mazové žlázy .....	8
3.1.2	Potní žlázy .....	8
4	MĚŘENÍ EOG – ELEKTROOKULOGRAFIE .....	10
4.1	PRINCIP EOG .....	10
4.2	PROBLEMATIKA VYHODNOCENÍ EOG .....	11
5	NERVOVÁ SOUSTAVA .....	13
5.1	ROZDĚLENÍ NERVOVÉ SOUSTAVY .....	13
5.2	AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM ANS .....	13
5.2.1	Parasympatikus .....	14
5.2.2	Sympatikus .....	15
5.2.3	Enterální nervový systém .....	16
5.3	LIMBICKÝ SYSTÉM .....	16
5.3.1	Hipokampální formace .....	17
5.3.2	Brocův velký limbický lalok .....	17
5.3.3	Amygdalární komplex .....	17
5.3.4	Hypotalamo-hypofyzární systém .....	18
5.3.5	Cirkadiánní rytmy .....	19
5.4	TEMPERAMENT A AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM .....	20
5.4.1	Teorie temperamentu .....	21
6	STRES .....	22
6.1	STRESOVÉ REAKCE .....	22
6.2	VŠEOBECNÝ ADAPTAČNÍ SYNDROM VAS .....	23
6.3	DOPAD STRESU NA ORGANISMUS .....	23
6.3.1	Syndrom vyhoření .....	23
6.4	JAK LZE BOJOVAT PROTI STRESU .....	24
7	MEDITACE .....	25
7.1	DOPAD MEDITACE NA ORGANISMUS .....	25
7.2	MOZKOVÉ VLNY .....	26
8	METODOLOGICKÁ ČÁST – TESTOVANÝ SOUBOR .....	27
8.1	MĚŘÍCÍ PŘÍSTROJ .....	27
8.2	POSTUP TESTOVÁNÍ .....	28
8.2.1	Testovací prostředí .....	28

---

8.2.2	Příprava testu .....	29
8.2.3	Průběh testování .....	30
8.2.4	Aktivita nervové soustavy v průběhu testování .....	32
9	INTERPRETACE VÝSLEDKŮ .....	33
9.1	POROVNÁNÍ NAMĚŘENÝCH HODNOT MEDITUJÍCÍ A NEMEDITUJÍCÍ SKUPINY ZA PŘÍSTUPU EDA A EOG ....	33
9.2	TESTOVÁNÍ HYPOTÉZY H1 .....	34
10	DISKUSE .....	35
11	ZÁVĚR.....	44
12	SEZNAMY .....	45
12.1	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	45
12.2	SEZNAM GRAFŮ .....	45
12.3	SEZNAM TABULEK .....	46
13	SEZNAM LITERATURY .....	47
14	RESUMÉ .....	49
15	CIZOJAZYČNÉ RESUMÉ .....	50
16	PŘÍLOHY .....	I

## 1 ÚVOD

Relaxační cvičení patří k důležitým částem současného aktivního života všech osob na světě. Rozhodně by tato složka neměla být opomíjena vzhledem k současnému hektickému způsobu životního stylu jednotlivců moderní společnosti. Relaxace znamená tělesné i duševní uvolnění. V mnoha publikacích je uváděna jako podnět relaxace uvolnění těla i mysli. Jedinec ovládající relaxační cvičení svým způsobem upevňuje své zdraví po psychické i fyzické stránce. Velmi blízko k relaxačním cvičením má i meditace. Co je to vlastně meditace? Slovo pochází z latinského výrazu „meditatio“, neboli rozjímání. Toto cvičení se zabývá utišením mysli a správným soustředěním se do svého nitra. Objevujeme klid, harmonii a nakonec i radost. Jinými slovy můžeme říci: „Jedná se o práci se svým vědomím. Touto cestou dochází k objevování a porozumění svému já“. Meditace by neměla být útekem od starostí či různých stresových situací každodenního života. Dle mého názoru se jedná pouze o pochopení těchto situací. Jestliže člověk medituje z důvodu útěku od problému, nejedná se o správnou meditaci. Dříve či později nás tento problém nakonec dostihne a donutí nás řešit jej. V případě neustálého oddalování tohoto problému by mohli vzniknout v horším případě i různé neurotické poruchy či vážnější onemocnění.

Meditace, aniž si to spousta lidí uvědomuje, probíhá i při činnostech, u kterých bychom to vůbec nečekali. Například maratonec běžící vzdálenost 42km se po určité době dostane do tzv. harmonie, kdy se mu stabilizují tělní pochody v určitém rytmu. Pouze vnímá okolní prostředí a psychickou a somatickou stránku svého těla.

Úkolem této bakalářské práce je dokázat pozitivní vliv autorelaxačních cvičení na lidský organismus. V průběhu testování budu mít dvě skupiny probandů. První skupina jsou osoby, které se zabývají meditačním cvičením, ve druhé skupině se budou nacházet osoby, které nemají s tímto cvičením žádnou zkušenost.

Testování bude probíhat na Fakultě pedagogické ZČU v Plzni, v laboratoři katedry tělesné a sportovní výchovy. Zde budu pomocí elektronického diagnostického přístroje měřit aktivitu autonomních nervů v průběhu autorelaxačního cvičení. Moje očekávání je takové, že osoby, které mají zkušenost s meditačním cvičením, dokáží snížit aktivitu nervového systému více, než osoby, které s touto technikou nemají žádnou zkušenost. Přístrojem změřím míru aktivace autonomních nervů.

## 1.1 CÍL VÝZKUMU

Cílem práce je porovnat psychofyziologické projevy v průběhu autorelaxačního cvičení u skupiny dlouhodobě medituujících a nemedituujících osob. Bude zjišťována rozdílnost aktivity nervové soustavy a to především sympatické části vegetativních nervů.

## 1.2 VÝZKUMNÉ OTÁZKY

- 1) Má pravidelné autorelaxační cvičení vliv na aktivitu vegetativních nervů?
- 2) Bude skupina dlouhodobě medituujících probandů v úrovni psychofyziologických ukazatelů ve stavu koncentrovaného vědomí a relaxace rozdílná od skupiny dlouhodobě nemedituujících?

## 1.3 HYPOTÉZY

H1: Předpokládáme, že skupina dlouhodobě medituujících probandů dosáhne větších rozdílů v úrovni psychofyziologických ukazatelů mezi stavem koncentrace a relaxace než skupina nemedituujících.

H0: Předpokládáme, že skupina dlouhodobě medituujících probandů nedosáhne rozdílnosti v úrovni psychofyziologických ukazatelů mezi stavem koncentrace a relaxace než skupina nemedituujících.

## 1.4 ÚKOLY BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

- 1) Výběr testů zatěžujících vědomí
- 2) Zvolení vhodné metody měření EDA, EOG
- 3) Sběr dat (testování probandů)
- 4) Zpracování výsledků
- 5) Analyzování a interpretování výsledků
- 6) Závěr bakalářské práce

## 2 EDA – ELEKTRODERMÁLNÍ AKTIVITA

Pojem EDA (elektrodermální aktivita) se vyvíjel několik desetiletí. Původní název byl psychogalvanický reflex, kožně-galvanická reakce či reflex, kožně-galvanický odpor. Termín elektrodermální aktivita vznikl v 60. letech 20. století.

V současně době rozeznáváme dva hlavní přístupy – Exosomatické a endosomatické.

Endosomatickému přístupu se věnoval Tarchanov. Kožní potenciál je prováděn za pomoci elektrod nacházející se na povrchu těla, bez použití externího zdroje elektrického proudu. Touto metodou se zachycuje pouze změna signálu. Potenciál je nutné snímat pouze ze stejného místa. Metoda vyžaduje velmi citlivé přístroje. Není tolik populární.

Exosomatický přístup naopak využívá externího zdroje elektrického proudu, ke sledování kožního odporu. Může se zaznamenávat i kožní vodivost, kdy se jedná se o převrácenou hodnotu kožního odporu. Využívání této jednotky je pro naše účely názornější, protože při větším vzrušení vodivost stoupá a naopak. Proud se používá střídavý i stejnosměrný. Princip tohoto měření využívá můstkovou metodu dle obr. 1. Snímání je prováděno pomocí bipolárních kožních elektrod, které se umísťují na prsty, dlaně, atd. V průběhu vývoje exosomatické metody bylo zjištěno, že výstupy jsou závislé na činnosti potních žláz a hustotě cévního zásobení.

Jeffress (1928) a R. H. Thouless (1930) zkoumáním zjistili, že je mezi těmito metodami vysoká korelace. Při zkoumání pozorovali latenci a amplitudu odpovědi (Uherík, 1965).

### 2.1 HISTORIE ELEKTRODERMÁLNÍ AKTIVITY

První vědec zabývající se problematikou elektrických jevů probíhajících v lidském těle, byl Bertholom v r. 1786, který své poznatky popisuje v *L'électricité du humain corps*. V roce 1878 R. Vigouroux provedl první měření kožního potenciálu. Dalším průkopníkem v této metodě měření změn kožního odporu s použitím exosomatického jednosměrného proudu byl E. Remak r. 1858. O několik let později r. 1888 se měření zabýval i Ch. Féré. S použitím galvanometru jako nulového indikátoru metodu zdokonalil. Bioelektrickou aktivitu kůže studoval i ruský vědec Tarchanov. V roce 1889 na rozdíl od Férého měřil bez



použití exosomatického proudu. Tarchanov byl první, který zaznamenal kolísání elektrických potenciálů mezi různými částmi kůže při ovlivňování podnětů na lidský organismus. Tento jev pojmenoval kožně-galvanickým reflexem. Snímání prováděl za pomoci elektrod přiložených do kruhu s citlivým galvanometrem. Ten znázorňoval výchylky při ovlivňování podnětu. Tarchanovovo a Férého měření je uznávané jako základní metodika zkoumání elektrokožního jevu.

K neznámějším vědcům, kteří studovali elektrodermální aktivitu v Československé republice, patří A. Uherík, B. Severová, P. Šlechta, V. Čelikovský, J. Lukavský. V 60 - 80 letech bylo měření elektrodermální aktivity nejintenzivnější.

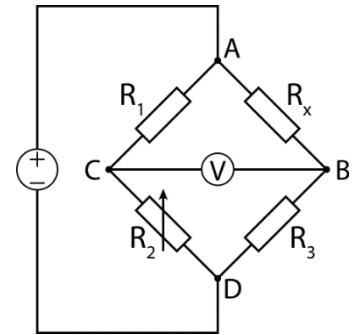
## 2.2 VLIV FYZIKÁLNÍCH ČINITELŮ NA MĚŘENÍ EDA

Na výsledné hodnoty EDA v průběhu měření mohou mít vliv i vnější fyzikální vlivy:

1. Teplota mikroklimatu – Názory na vliv teploty na EDA se rozcházejí. Jedna skupina odborné společnosti tvrdí, že tento fyzikální vliv má malý účinek na EDA chodidel a dlaní. Zde zapřičiňují převážně vzrůst produkce potu na palmárních a neplantárních oblastech těla z důvodu termoregulační funkce. Kdežto potní žlázy na dlani a chodidle odrážejí přípravné facilitační funkce těla. Druhá skupina autorů přednáší názor, že poklesem okolní teploty klesá i vodivost kůže celého organismu každého člověka.
2. Teplota kůže – v průběhu zkoumání bylo zjištěno, že s klesající teplotou lidského organismu a tím i kůže, stoupá její odpor a zároveň se kožní vodivost snižuje.
3. Vlhkost prostředí – vliv vlhkosti na výsledky EDA nebyl prokázán. Názory vědců se zde opět rozcházejí.
4. Aplikace farmakologických látek – v této otázce se zjistilo, že atropin v malých dávkách zeslabuje EDA. Naopak ve velkých dávkách potlačuje elektrodermální aktivitu. Tento jev zeslabuje také Meprobramat a alkohol. Káva snižuje latentní dobu. Adrenalin, podávaný jako lék vazokonstriktor, tlumí aktivitu potních žláz. V tomto případě dochází ke zvyšování kožního odporu a tím i snižuje vodivost (Uherík, 1965).

### 2.3 METODY SNÍMÁNÍ BIOELEKTRICKÉ AKTIVITY KŮŽE

- 1) Exosomatické a endosomatické metody (viz. 2 Elektrodermální aktivita)
- 2) Druhy přístrojů – v minulosti se používaly různé snímací přístroje. Na počátku byl elektroskop a kapilarioelektrometr. V současnosti se používají dvě metody měření – galvanometrická a elektronická. Při Galvanometrické metodě je využíván buď vnější zdroj proudu a Wheatstonova můstku či se měří bez účasti vnějšího zdroje. V případě měření bez externího zdroje se využívá vysoce citlivého smyčkového, nebo strunového galvanometru. Při elektronickém měření nahrazujeme záznamový přístroj osciloskopem s předřazeným zesilovačem. Například Broxon a Münzinger měřili statické potenciálové rozdíly v kůži u zkoumané osoby za pomoci kvadrantového elektrometru. Velká výhodou tohoto měření je v proudovém nezatěžování organismu probanda. Je možné při měření používat i miliampérmetr, který je kalibrován přímo v jednotkách vodivosti (Siemens). V soustavě SI se jedná o odvozenou jednotku. Ve skutečnosti se jedná o převrácenou hodnotu odporu  $\Omega = \text{ohm}$ .
- 3) Elektrody – při měření EDA je nutné zvolit určité svodové místo na těle, kam se budou přikládat elektrody. Především z důvodu rozdílné hustoty potních žláz a cévního zásobení. Podle Weberových údajů bylo zjištěno, že při použití stejnosměrného proudu je odpor u větších elektrod nižší. Největším problémem snímání kožního jevu se ukázalo právě použitím vhodných elektrod. Byly užívány buď kovové elektrody z platiny, zinku, nebo se namáčely prsty popřípadě ruce do speciálních roztoků se zinkem a uhlíkem s vysokou koncentrací chloridu amonného. U elektrod v případě střídavého proudu není důležitá velikost nebo tvar. Primární vlastností elektrod je vysoká vodivost (nízký odpor) a nemagnetické vlastnosti kovových částí.
- 4) Proud – získávání dat je zprostředkováváno za pomoci stejnosměrného, střídavého proudu. U stejnosměrném proudu se používá relativně nízké napětí 1 – 6 V. Remak uvádí, že odpor kůže vůči tomuto proudu je na začátku měření největší, který



Obrázek 1. Schéma Wheatstonova můstku

následně postupně klesá. Při opakovaném střídání směru proudu, odpor kůže kolísá. Poté se ustálí na střední hodnotě. Tento jev Remak zdůvodňuje vazodilatačním účinkem na kožní cévy. Podle autorů Gildemeister, Venables je kožní odpor při stejnosměrném proudu obecně větší z důvodu polarizace elektrolytů kožního vaziva. Se střídavým proudem pracovali také Hathaway 60 Hz, Thouless s měnitelnou frekvencí až 1000 Hz, Mc. Clendon až s 1 MHz (Uherík, 1965).

## 2.4 DRUHY PŘÍSTROJŮ MĚŘÍCÍ ELEKTRODERMÁLNÍ AKTIVITU

V minulosti se elektrodermální aktivita měřila několika způsoby, nichž často se používal způsob, kdy je galvanometr zapojený napříč Wheatstonovým můstkem. Postupně se k tomuto měření začaly používat výkonné operační zesilovače. S jejich pomocí bylo zkoumání velmi přesné v závislosti na různých proměnných (vlhkost, teplota, věk a pohlaví). Výstup tohoto měření byl zaznamenán na fotocitlivý papír nebo jiné druhy posuvného papíru. V současnosti již využíváme digitální záznam elektrodermální aktivity a následné počítačového on-line, nebo off-line zpracování.

## 2.5 VYUŽITÍ ELEKTRODERMÁLNÍ AKTIVITY V SOUČASNÉ PRAXI

Elektrodermální aktivita kůže je úzce spojena s psychickými mechanismy lidského organismu. Tato metoda se využívá především v těch odvětvích, kde je potřeba zaznamenat psychický stav osoby či jeho změny. Tato metoda je používána v některých státech jako podpůrný důkazní prostředek soudních sporů (detektor lži). U nás má využití spíše jako terapeutický přístroj u dětí s různými poruchami. Na obrázku č. 2 je vyobrazen jednoduchý měřicí přístroj s rozhraním USB k propojení s počítačem.

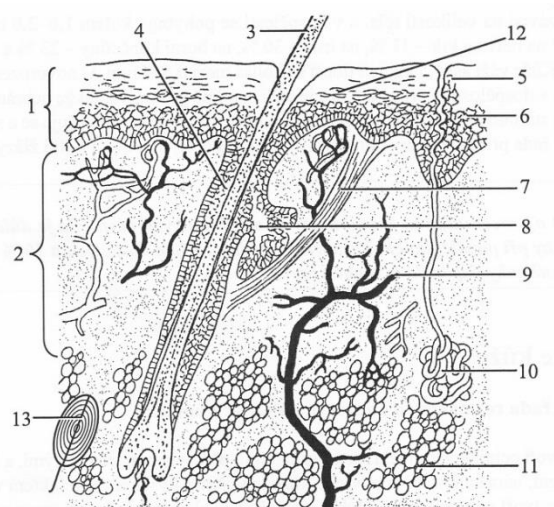


Obrázek 2. Jednoduchý přístroj na snímání EDA (převzato z <http://wikid.eu/index.php/File:Setup.jpeg>)

### 3 ANATOMIE A FYZIOLOGIE KŮŽE

Kůže je plošně a hmotnostně velký orgán, tvořící zevní povrch těla. Jedná se o biologickou bariéru chránící lidský organismus před vnějšími vlivy okolí (fyzikálními, mechanickými, chemickými, biologickými). Kůže je důležitým smyslovým orgánem, protože obsahuje velké a pestré množství specifických receptorů, z nichž každý přeměňuje určitou fyzikální energii na nervový vzruch. Pomocí kožních receptorů, jsme schopni vnímat dotyk, tlak, vibrace, bolest, teplo, chlad. Vzhledem k tomu, že je to velmi špatný vodič tepla, je považována za termoregulační systém, který je regulován žilním řečištěm v korelaci s činností potních žláz. Potní žlázy vylučují při nadměrném horku pot, jenž se na povrchu odpařuje a tím dochází k ochlazení organismu. Tento mechanismus je řízen zcela autonomně. Zároveň se pokožka významně podílí na metabolismu. Vrstva kůže je silná v rozmezí 0,5 – 4 mm podle lokace na těle a celková hmotnost činí v průměru 3 kg. Na zádech je tloušťka podstatně větší. Na penisu, očních víčkách je naopak nejmenší. Vlivem UV záření se v tomto orgánu tvoří vitamín D (Čihák, 2004).

- 1 - epidermis
- 2 - škůra
- 3 - vlas (chlup)
- 4 - vlasová pochva
- 5 - zrohovatělá vrstva pokožky
- 6 - zárodečná vrstva pokožky
- 7 - vlasový vzpřimovač
- 8 - mazová žláza
- 9 - kožní cévy
- 10 - potní žlázy
- 11 - podkožní tuk
- 12 - volná nervová zakončení
- 13 - hmatové tělísko



Obrázek 3. Průřez kůže (Kopecký, 2010)

#### 3.1 ANATOMIE KŮŽE

Kůže se skládá ze tří vrstev. Vrstva uložená na povrchu se nazývá pokožka (epidermis). Je tvořena mnohvrstevným dlaždicovým rohovějícím epitelem. Buňky epitelu na povrchu postupně odumírají, rohovatí a odlupují se. Spodní vrstvy epidermis se skládají z epitelu mnohvrstevného až cylindrického. Buňky obsahují velké množství keratinu. Ten je činí více odolné proti mechanickým a chemickým vlivům. Nacházejí se zde též

melanocyty, tvořící pigment. Melanocyty jsou citlivé na UV záření. Toto záření způsobuje, že se začíná měnit chemická struktura pigmentu a tím umožňuje kůži být odolnější proti tomuto záření.

Škára se skládá z vazivových elastických a kolagenních vláken, díky kterým je kůže pružná a pevná. Vazivo škáry je protkáno bohatou sítí krevních a mízních vlásečnic, citlivých nervových zakončení. Krevní vlásečnice zde regulují prokrvení kůže podle vnější teploty. Uvedený mechanismus se v organismu děje zcela autonomně. Při vyšší teplotě nebo fyzické aktivitě dochází k vazodilataci, při klesající teplotě okolí nastává vazokonstrikce, čímž se krevní průtok ve vlásečnicích sníží. Jedná se zároveň i o tzv. zásobárnu krve, která je v případě potřeby poskytnuta vnitřním orgánům.

Podkožní vazivo je nejspodnější část kůže. Je tvořena řídkou sítí vazivových pruhů uchycující dermis s povrchovou fascií, periostem. Mezery v síti jsou vyplněny tukovými buňkami. Což se vyznačuje na některých místech organismu jako podkožní tukový polštář. Tuková tkáň plní funkci mechanickou, tepelněizolační, energetickou zásobárnu a posuvnou vrstvu (Kopecký, 2010).

### **3.1.1 MAZOVÉ ŽLÁZY**

Nacházejí se po celé ploše těla. Největší hustota mazových žláz je na hrudníku, hlavě, tváři, zádech. S vlasem či chlupem tvoří jeden celek. Mazové žlázy produkují kožní maz, který s potem tvoří ochranný film. Hlavní funkcí mazu je ochranná funkce a zároveň zajišťování pružnosti pokožky. Produkce mazu se zvyšuje v pubescenci a snižuje ve stáří (Kopecký, 2010).

### **3.1.2 POTNÍ ŽLÁZY**

Celkový počet potních žláz v kůži je asi 2 mil. Žlázy jsou stejně jako mazové žlázy rozmístěny nerovnoměrně. Největší počet je na dlaních, chodidlech, na čele a v podpaží. Nejmenší výskyt je na zádech, tváři, dorsální straně paže. Na rtech se například nenachází. Obsahují dvě části.

Sekretorická část – počátek kanálku je stočený do klubíčka ve škáře, ojediněle až v podkožním vazivu. Vnitřní stěna obsahuje pot produkující cylindrické buňky.

Vývodná část – kanálek ústí na povrch kůže. V tomto vývodu se nacházejí bakterie rozkládající odumřelé buňky a tuk. Při rozkladu se uvolňuje kyselina mléčná uvolňující se jako tělesné pachy (Kopecký, 2010).

Pot dosahuje kyselosti v rozmezí 4 – 6 pH. Kyselost má negativní vliv proti množení různých patogenů. Především pyogenních. Z tohoto důvodu jsou místa na těle, kde se produkce potu zvyšuje (Čihák, 2004).

Výměškem potních žláz je bezbarvá, slabě kyselá tekutina nazývaná se pot. Tato tekutina vzniká z tkáňového moku. Hlavní složkou potu je voda, kyselina mléčná, cholesterol, močovina, aminokyseliny a z anorganických látek má největší podíl sloučenina NaCl. Produkce potu začíná při ohřátí kůže na teplotu 34,5 °C. Při normálním stavu vyloučíme cca 1 litr denně. Produkce se může zvýšit v korelaci na teplotě okolního prostředí, dehydrataci organismu, vlhkosti vzduchu, psychické a fyzické zátěži organismu, atd.

Potní žlázy jsou ovládány zcela autonomně za pomoci vegetativních nervů sympatiku. Můžeme zde mluvit o řídicí funkci tělesné teploty a regulace množství vody v těle (Kopecký, 2010).

## 4 MĚŘENÍ EOG – ELEKTROOKULOGRAFIE

Oči se řadí mezi důležité smyslové orgány. Jejich pomocí člověk přijímá nejvíce informací ze svého okolí. Tento senzor je ovládán vědomě za pomoci šestice okohybných svalů, které jsou uchyceny na vnějším obalu oka (bělimu). Svaly mohou pohybovat okem do všech směrů, nebo jej v určité poloze fixovat. Zároveň je ovládán i ANS sympatikem a parasympatikem.

Metoda EOG, též nazývaná elektromyografie je jedna z mnoha možností jak sledovat pohyby očí. EOG se nezařazuje mezi standardní klinické metody. Údaje získané měřením nám poskytují nové možnosti neinvazivních a inovativních diagnostik v oblasti pohybů očí, a to nejen ve zdravotnictví (Mošnerová, 2012).

### 4.1 PRINCIP EOG

Pohyb oční bulvy je snímán za pomoci elektrod, které jsou umístěné na kůži v okolí oka. Jedná se o neinvazivní, bezpečnou, levnou metodu. Oko se v této metodě chová jako dipól. EOG využívá podobně jako EDA elektrický potenciál, v tomto případě nacházející se mezi přední stranou oka (rohovkou - cornea) pozitivní a zadním segmentem (sítnicí - retina) negativní elektrický náboj. Elektrický náboj se nazývá též corneo - fundální potenciál (Marmor, 2011).

Potenciál má původ v pigmentovém epitelu sítnice (tzv.: RPE - Retinal pigment epithelium), jenž je závislý na:

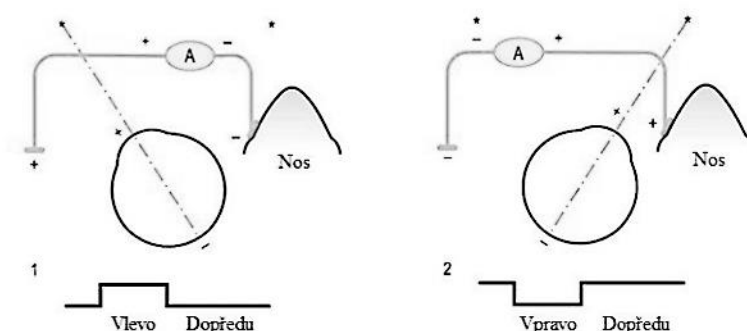
- 1) úhlu, ve kterém se mění postavení oční bulvy
- 2) intenzitě okolního osvětlení a adaptaci oka na světlo

Velikost napětí, v průběhu klidového potenciálu se pohybuje v rozmezí 2 – 17 mV. Původem jsou elektrochemické změny probíhající v Bruchově membráně a přilehlém pigmentovém epitelu sítnice (Stejskal, 1993).

Z tohoto důvodu za tmy v průběhu 8-10 minuty EOG signál poklesne. Naopak následné osvětlení sítnice způsobí v 60-75 sekundě počáteční pokles klidového potenciálu (fast oscillation – FO) následovaný pozvolným nárůstem během další 7-14 minuty.

Původem těchto změn je v iontových přechodech kanálů pigmentového epitelu. V průběhu měření v praxi je nutné využívat konstantního okolního osvětlení (Marmor, 2011).

V průběhu měnicích se poloh oka v elektrostatickém poli je napěťový rozsah  $10 \mu\text{V}$  –  $3,5 \text{ mV}$ . Výsledek těchto změn je zaznamenáván v grafu elektrookulogramu. Frekvenční rozsah se nachází v rozmezí  $0$  –  $100 \text{ Hz}$ . Pro snímání se používají plošné jednorázové standartní elektrody  $\text{Ag} - \text{AgCl}$  připojené k biozesilovači samotného přístroje. Elektrody se používají běžně k měření EKG, EEG. Tím odpadá problém s dezinfekcí a nutností aplikovat vodivý gel. V elektrookulogramu se rovněž může vyskytovat šum způsobovaný právě EEG a EMG signály. Ten by neměl být větší než velikost změny signálu při změně polohy oka o  $1^\circ$  (Bálek, 2011).



Obrázek 4. Znázornění kortikoretinální potenciálu oka (převzato z [https://dSPACE.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/14274/xlutzj00\\_pozicni\\_system\\_pocitacoveho\\_inteface\\_rizeny\\_EOG.pdf?sequence=2](https://dSPACE.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/14274/xlutzj00_pozicni_system_pocitacoveho_inteface_rizeny_EOG.pdf?sequence=2))

Jak je znázorněno na obr. 3. Při přibližování oka k vnější straně obličejové části, vede tento jev k pozitivnímu vychýlení snímané elektrody, naopak je tomu při pohybu oka ke střední čáře. V momentě, kdy pohled oka směřuje přímo, je signál nulový. Vhodným umístěním snímacích elektrod je možné rozeznat na elektrookulogramu i směr pohybujícího se oka.

## 4.2 PROBLEMATIKA VYHODNOCENÍ EOG

Základními funkcemi oka je fixovat určitý objekt nacházející se v zorném poli. V případě fixace objektu, jsou oči v takové poloze, aby se promítaný objekt na sítnici nacházel v oblasti žluté skvrny.

Oko provádí dva hlavní pohyby: Vědomé fixační pohyby a automatické fixační pohyby. Pro bližší vysvětlení: Za pomoci vědomých mechanismů nalezneme v okolí naší



blízkosti zájmový objekt. Po vybrání tohoto objektu nastupují automatické fixační pohyby, které udržují tento objekt právě na zmiňované žluté skvrně. Z důvodu největší koncentrace světločivých elementů a tím i nejefektivnějšího zpracování obrazu.

I v případě sledování statického objektu oči provádějí několik typů nepozorovatelných pohybů:

1. Tremory – jedná se o sérii malých záškubů o frekvenci 30 – 130 Hz, většinou však na horní hranici tohoto rozpětí (Csekes, 2008).
2. Sakády – jedná se o volně konjugované volní oční pohyby, kdy zrak prohlíží zorné pole. Pohyby následují vždy s odstupem nejméně 150 ms. Při fixaci pohledu na nepohyblivý předmět a současném posouvání hlavy sledujícího subjektu, oči vykonávají sledovací pohyb ve směru opačném proti pohybu hlavy (Csekes, 2008).
3. Mikrosakády - jsou náhodně se vyskytující rychlé pohyby oka s amplitudou 2' až 50' s trváním 10–20 ms. Úkolem těchto pohybů je vracet zrak zpět do základního postavení (Csekes, 2008).
4. Drift - jsou klouzavé, pomalé pohyby očí s frekvencí menší než 0,5 Hz. Tento pohyb je ukončen rychlým korekčním pohybem – sakádou. I v případě statického objektu, je tento objekt posouván po žluté skvrně sítnice (Skopalík, 2003).

Průběh sakadických pohybů mozek vesměs potlačuje, takže nevidíme vlastní pohyb mezi dvěma sledovanými objekty. V odborných publikacích se uvádí, že při čtení se oko věnuje 10% sakadickým pohybům a z 90% na fixování slov. Zároveň se publikuje, že ani ve fázi fixace není potenciál autonomních pohybů nulový. Naopak zde neustále dochází k tzv. mikrosakádám, které mají za úkol obnovování obrazu na sítnici (Lutz, 2010).

## 5 NERVOVÁ SOUSTAVA

Člověk je složitý biopsychosociospirituální systém, kde jsou jednotlivé subsystémy vzájemně hierarchicky a účelově uspořádány. Tyto celky mají mezi sebou i funkční propojení. Každý systém v organismu musí být regulován a řízen. To je prováděno za pomoci nervového systému, jehož základní stavební jednotkou je neuron. Nervový systém zajišťuje spojení všech míst v lidském těle. Je odpovědný za přenos informací, analýzu, vyhodnocení a následnou reakci na určitý podnět. Nejvýše položený systém, který všem vévodí, nazýváme hypotalamo-hypofyzární systém.

### 5.1 ROZDĚLENÍ NERVOVÉ SOUSTAVY

Nervový systém se dělí na dvě základní části:

**Centrální nervová soustava (CNS)** – skládá se z mozku v dutině lebeční (neurocraniu) a míchy nacházející se v páteřním kanálu tvořeném sloupcem páteřních obratlů. Úkolem CNS je příjem senzitivních podnětů a po určitém vyhodnocení odeslání informace k výkonnému orgánu.

**Periferní nervová soustava (PNS)** – se dělí na hlavové a míšní periferní nervy. Úkolem je spojení periferií a vnitřních orgánů s CNS.

Dráhy periferních nervů dělíme na odstředivé (motorické) a dostředivé (senzitivní).

1. Odstředivé periferní nervy – úkolem těchto nervů je přenášet vzruch z CNS k výkonným orgánům (svalům)
2. Dostředivé periferní nervy – hlavní činností těchto nervů je zpětná vazba za pomoci proprioreceptorů o provedeném pohybu výkonného orgánu.

V organismu se dále nachází autonomní nervový systém, obsahující vegetativní periferní nervy. Jenž mají za úkol vést informace ke tkáním a vnitřním orgánům zajišťujícím životně důležité procesy jako je dýchání, srdeční činnost, střevní peristaltiku atd.

### 5.2 AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM ANS

Termín autonomní znamená, že systém je zcela nezávislý a fungující samostatně bez účasti našeho vědomí. ANS reguluje životně důležité funkce všech vnitřních orgánů a následně je regulován na základně zpětné a hormonální vazby. Jedinec není schopen

vědomě rozšířit své zorničky či provést vazokonstrikci cév v pravé ruce, ale může do určité míry pomocí různých triků „podvádět“. Například záměrně vyvolaná emoce určitou představou „zkouška či návštěva u lékaře, hádka s partnerem“ může zrychlit srdeční tep.

ANS je úzce spojen s volnými pohyby. Pohyb způsobuje přes vegetativní nervový systém vazodilataci cév ve stimulovaných svalech. Tak, aby se zvýšilo zásobení těchto svalů krví a tím byla zajištěna jejich maximální funkčnost pro pohyb. Zároveň dochází ke stimulaci potních žláz. Při určitém pohybu ANS reguluje cévní řečiště, tak že zvýší TF myokardu a periferní odpor cév. Mluvíme o tzv. ortostatickém reflexu, jenž zajišťuje přísun krve do mozku (Nicholls, 2001).

Rozdíly mezi autonomním a motorickým nervovým systémem jsou, že při úplném tělesném a duševním klidu zůstávají eferentní vlákna ANS stále aktivní, aby byla zachována funkce vnitřních orgánů. Mluvíme o takzvaném tonickém vlivu ANS. Například: sympatické vazokonstrikční nervy. Působením sympatických nervů jsou cévy i za klidových podmínek stále zúženy. Řízení průměru těchto cév je prováděno poklesem nebo nárůstem tonu těchto vláken. Vnitřní orgány jsou řízeny sympatikem i parasympatikem, kdy jejich účinky jsou antagonistické. Sympatikem je srdeční frekvence zrychlována a parasympatikem naopak zpomalována. Účinky pozorujeme i u hladké svaloviny střeva či duhovky.

V organismu se nacházejí orgány obsahující obojí inervaci ANS, s tím, že významnost jednoho oddílu sympatiku či parasympatiku je menší. Například inervace slinných žláz.

Poslední skupinou jsou orgány, obsahující vlákna pouze jedné části ANS. Například většina cév je řízena pouze vlákny sympatických vazokonstrikčních nervů.

Autonomní nervový systém se dělí na dva hlavní oddíly, aferentní a eferentní oddíl. Eferentní oddíl se dále dělí na sympatikus a parasympatikus dle schématu na obr. 4.

### 5.2.1 PARASYMPATIKUS

Je aktivnější spíše v klidu. Můžeme říci, že v době odpočinku po jídle. Při zvýšené aktivitě dochází ke stimulaci činnosti GITu (gastrointestinálního traktu), dochází ke spouštění a udržování erekce.

Parasympatický oddíl eferentního autonomního nervstva se v odborných publikacích označuje jako oddíl kraniosakrální. Kvůli uloženým pregangliovým neuronům

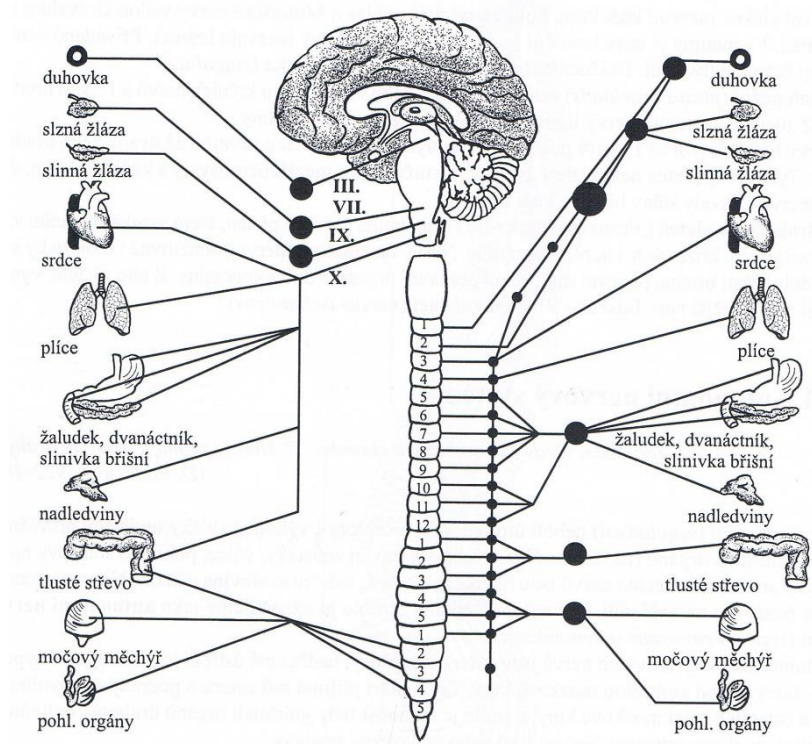
v jádrech mozkového kmene a v postranních rozích míšních segmentů S<sub>2</sub> – S<sub>4</sub>. Axony pregangliových neuronů jsou relativně dlouhé a procházejí bez přerušení, až k blízkosti cílového orgánu kde dochází k přepojení na druhý postgangliový neuron (Kralíček, 2011).

### 5.2.2 SYMPATIKUS

Tento oddíl ANS výrazně zvyšuje svoji aktivitu v ohrožení, situacích zvyšující nároky na aktivaci nervového systému organismu.

Sympatický oddíl eferentní je nazýván též cervikothorakolumbální. Nervová vlákna mají své pregangliové neurony uloženy v míšních segmentech C8 – L3. Myelizované axony těchto neuronů pronikají společně s předními míšními kořeny a tvoří synapse v gangliích, kde je spojen s druhým postgangliovým neuronem. Odtud je většinou spojení vedeno směrem k periférii podél cév.

Sympatikus nejvíce ovlivňuje krevní oběh. Zvyšuje srdeční frekvenci a sílu stahů srdce, vazokonstrikci pomocí vazokonstrikčních nervových vláken, naopak v kosterních svalech působí na vazodilatační vlákna, která způsobují zvětšení průsvitu cév. V plicích způsobuje rozšíření bronchů a tím efektivnější transport dýchacího plynu do plicních alveol.



Obrázek 5. Schéma autonomní nervové soustavy (Kopecký, 2010)

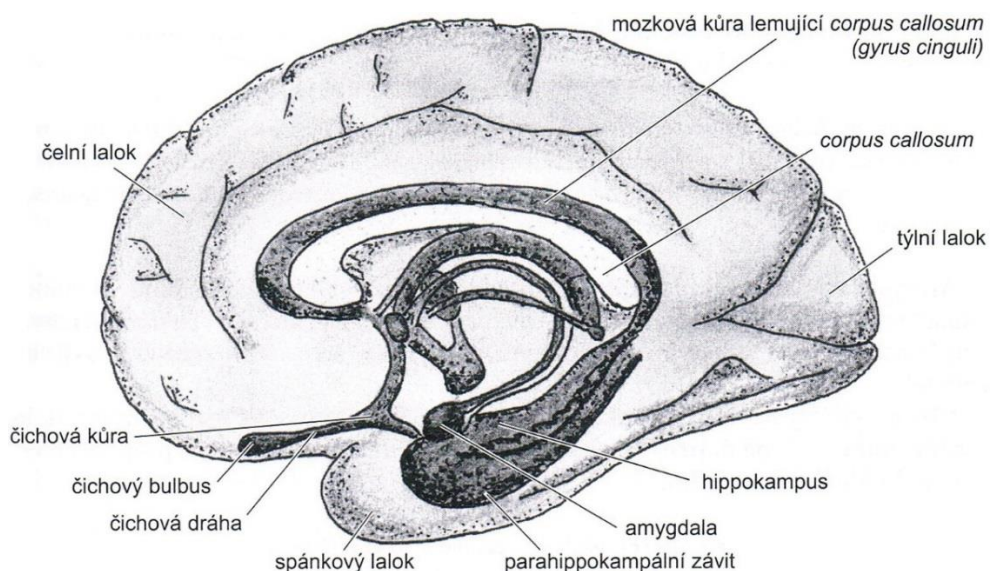
### 5.2.3 ENTERÁLNÍ NERVOVÝ SYSTÉM

V lidském organismu se dále nachází třetí část nervového autonomního systému, který se nazývá enterální nervový systém. Je zodpovědný za lokální regulační reflexy ve střevním traktu. V mechanismu enterálního nervového systému se nejedná o jednoduché procesy, neboť to je složitý systém, který obsahuje značné množství neuronů. Jen ve střevní stěně se ji nachází přes 10 mil. ve formě motoneuronů, senzoričkových neuronů, interneuronů. Nachází se zde relativně velké množství druhů neuropřenašečů, které byly odbornou společností objeveny právě zde (Nicholls, 2001).

### 5.3 LIMBICKÝ SYSTÉM

Zařazujeme ke složitějším systémům mozku. Limbický systém dělíme na část korovou a podkorovou, které jsou propojeny složitě nejen mezi sebou, aby bylo zjištěno určité propojení i s nelimbickými strukturami mozku. Hlavní systémem tohoto propojení se nazývá Papezův okruh (Orel, et al., 2009).

To již naznačuje fakt, že mozek ve skutečnosti pracuje jako funkční celek. Funkce limbického systému je mnohostranná, komplexní a v určitých směrech také zásadní. Ovlivňuje tělesné, psychické a sociální fungování člověka. Mezi primární funkce limbického systému zařazujeme emoce, paměť, motivaci, ovlivňující chování a prožívání člověka.



Obrázek 6. Schéma limbického systému (Orel, et al., 2009)

Jednotlivé oddíly limbického systému získávají neustále velké množství informací za pomoci nejen interoceptorů a exteroceptorů, ale i z různých oblastí mozku. Jedná se o činnost ovlivňující faktory jako například hormony, stav hydratace, atd.

Velká část limbických drah je uspořádána do tzv. okruhů. Za hlavní okruhy jsou považovány okruh hipokampální a amygdalární (Orel, et al., 2009).

### **5.3.1 HIPOKAMPÁLNÍ FORMACE**

Je uložena ve spánkových lalocích. Skládá se z hipokampu s příslušnými oblastmi. Hlavní úloha této struktury je přisuzována paměti. Podílí se na převodu informací z krátkodobé paměti do dlouhodobé (Orel, et al., 2009).

### **5.3.2 BROUČEV VELKÝ LIMBICKÝ LALOK**

Skládá se z cingulárního a parahipokampálního závitu (Orel, et al., 2009).

### **5.3.3 AMYGDALÁRNÍ KOMPLEX**

Jedná se o strukturu šedé hmoty tvaru mandle (řecké slovo – amygdalon x mandle), nacházející se hluboko ve spánkovém laloku v blízkosti hipokampální formace. Z anatomického hlediska se jedná o velmi složitý komplex skládající se z mnoha podjader – centrální, zevní, bazální, korové. Po určitém zpracování vstupních většinou senzitivních informací a následném spojení s minulou zkušeností, paměťovými stopami a vrozenými mechanismy přiřazuje amygdala určitou emoci a následně důležitost významu. (Orel, et al., 2009)

Amygdala se aktivuje při negativních i pozitivních emocích, tím je zodpovědná za zaměření pozornosti na podněty, pro nás emočně významné. Amygdala vyhodnocuje informace vnějších vlivů ze smyslových orgánů a různých nervových zakončení, aniž bychom si to uvědomovali. Každý příchozí podnět porovnává s informacemi (zážitky) z paměťových center (Orel, et al., 2009).

V případě vyhodnocení situace amygdalou jako nebezpečnou okamžitě tento útvar aktivuje sympatikus, který připravuje organismu na nadcházející nebezpečí (Šaněk, 2012).

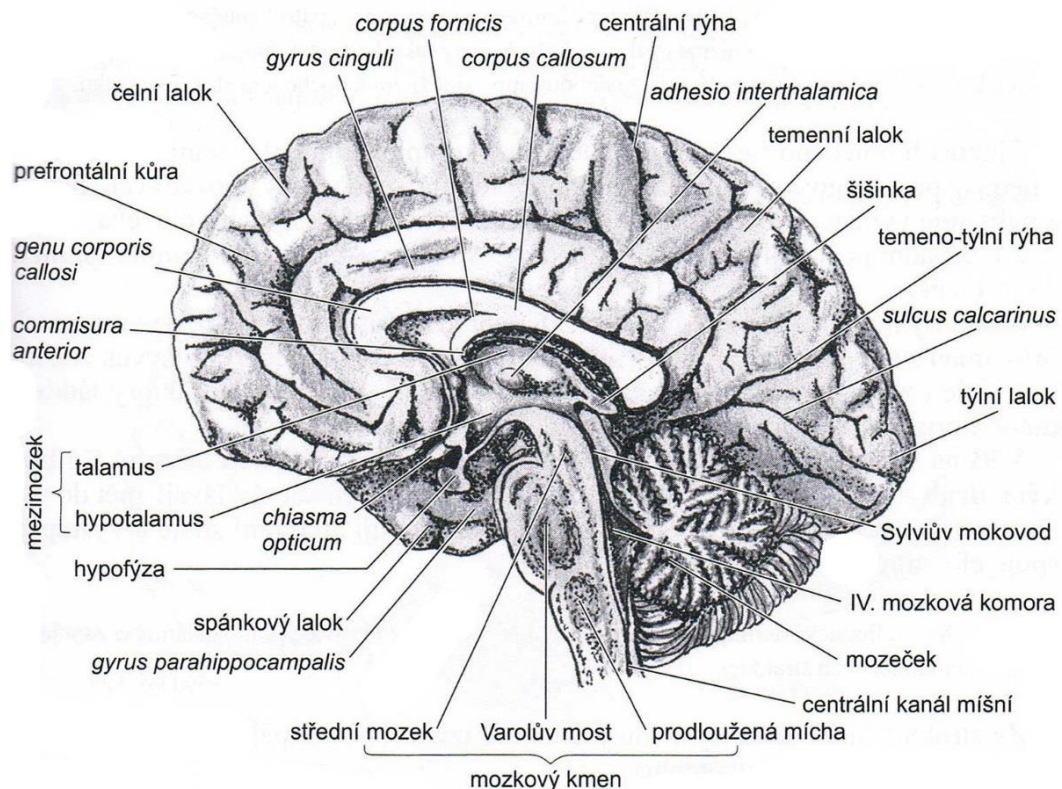
Amygdala je bohatě propojena s korovými oblastmi CNS (hlavně s asociačními oblastmi a čichovou kůrou), talamy, mozkovým kmenem, atd. Vzhledem k tomu, že je amygdala funkčně propojena i s hypotalamem, ovlivňuje i ANS v případě vyhodnocení

situace jako ohrožení. Amygdala ovlivňuje organismus nejen při stresové situaci, ale vlastně neustále, proto každá situace má pro člověka určitý emoční náboj (Orel, et al., 2009).

Kromě emočního náboje se amygdala podílí, také na emoční paměti. Například při významné události pro člověka s určitým emočním doprovodem tento prožitek uloží do paměti jako zkušenost. Mezi muži a ženami je zde určitá rozdílnost. Ženy si umějí lépe vybavovat emočně zabarvené události než muži (Orel, et al., 2009).

#### 5.3.4 HYPOTALAMO-HYPOFYZÁRNÍ SYSTÉM

Jedná se o jedno z velmi důležitých koordinačních center pro řízení autonomních funkcí. Je součástí mezimozku, stejně jako hypofýza, se kterou je funkčně spojený. Je známo, že přední hypotalamus řídí především funkce parasympatické, zatímco zadní hypotalamus naopak funkce sympatické. Dohromady tyto části tvoří funkční celek. Zároveň je hypotalamus spojen s vyššími i nižšími oblastmi nervové soustavy.

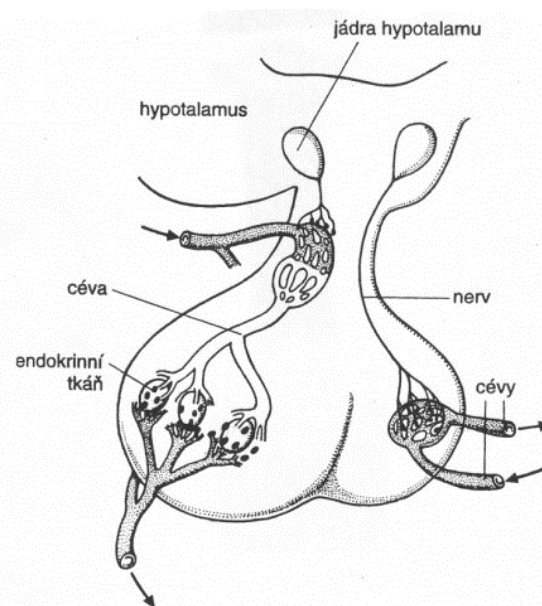


Obrázek 7. Schéma mozku - mediální řez (Orel, et al., 2009)

Jednou z důležitých funkcí hypotalamu je termoregulace. Je ovlivněna tak, že reaguje na teplotu v protékající krvi a zároveň vyhodnocuje informace z kožních chladových receptorů. Řídí se zde také příjem vody (pocit žízně), močení, vyměšování, srdeční

frekvence, nutkání se nadechnout při apnoei, laktace, arteriální tlak, atd. Hypotalamus má také vliv, i když dlouhodobě na tělesný růst, kde je tvořen somatotropní, neboli růstový hormon (Irmíš, 2007).

Např. hypotalamus se svým centrem hladu je místem, kde je pocit potřeby potravy registrován, limbický systém je oblastí, která mění chování k uspokojení této potřeby. Podobně lze tento mechanismus přiblížit i k pocitu žízně, sexuální potřeby a tendence k zachování rodu (Myslivoček, 2003).



Obrázek 8. Schéma hypofýzy

### 5.3.5 CIRKADIÁNNÍ RYTMY

Jedná se o rytmy s periodou přibližně 24 hodin, které jsou významnou součástí lidského života. Jsou řídicím mechanismem mezi bděním (vědomím) a spánkem (bezvědomím). Bdění určujeme jako stav, při kterém vnímáme, prožíváme realitu okolního prostředí. Pojem cirkadiální rytmus se v odborné literatuře nazývá též vigilita. Spánek můžeme definovat jako stav bezvědomí, ze kterého může být člověk probuzen přiměřeným sensorickým podnětem. Spánek řadíme mezi základní životní potřeby. I plod vyvíjející se v děloze spí. Spánek je důležitý pro regeneraci mozkových funkcí, při kterých se ukládají informace do dlouhodobé paměti a zároveň dochází ke konsolidaci paměti. V případě chybějících vnějších vlivů se tyto 24 hodinové cykly udržují pomocí vnitřních biologických



hodin. Vnitřní mechanismus může být ovlivněn upravením periody světla a tmy. Funkce ANS jsou ovlivněny právě těmito biologickými hodinami, které působí na část CNS epifýzu a tím na jeho vylučování hormonu melatonin. Z tohoto důvodu je ovlivněna rytmicity sekrece hormonů, pohybová aktivita, pitný režim, atd. Klíčovým mechanismem pro chod rytmicity vnitřních hodin v hypotalamu savců je tzv. suprachiasmatické jádro. Kam je do této oblasti přivedeno nervové vlákno vedoucí z oka. V organismu jsou kromě cirkadiánních rytmů i jiné biologické rytmy. Například funkce děložní sliznice probíhá v periodě dlouhé přibližně jednoho kalendářního měsíce (Myslivoček, 2003).

#### 5.4 TEMPERAMENT A AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM

Jedná se o vliv temperamentových vlastností na ANS (tonus, reaktivita). Tento vztah je pouze jedním z faktorů projevující konstituční rozdíly. Zde mluvíme o problematice širšího interdisciplinárního oboru, který se v literatuře nazývá Psychofyziologie temperamentu. Jmenovaný obor, kromě jiných teorií v sobě zahrnuje individuální rozdíly v adaptaci, podmiňování, aktivační hladiny atd. Porozuměním svému temperamentu, snadněji porozumíme svým reakcím na různé podněty a tím se lépe vyrovnáme s případným stresem (Irmiš, 2007).

Teorie této problematiky se utváří z několika přístupů. V současnosti zatím není jednotná teorie.

Důležitým tématem pro tuto práci je, do jaké míry probíhají psychologické procesy, jak intenzivně se mění. Jak hluboko daný jedinec tyto prožitky a jakou intenzitou projevuje své chování na venek ve srovnání se svým vnitřním já. Pro nás hlavním ukazatelem je jak intenzivně probíhají psychické procesy, jak rychle se mění naše psychické stavy na úrovni EOG a EDA. Celkově se temperament projevuje navenek spontánností, silou, vzrušivostí. Další vlastností, ke kterým, bychom měli přihlídnout, jsou citová naladění, emoční prožívání, percepční citlivost, odolnost, trvalost psychických stavů atd. Samozřejmě zohledňujeme shodu mezi vnitřním a vnějším prožíváním (Klausová, 2013).

### 5.4.1 TEORIE TEMPERAMENTU

Teorie zabývající se temperamentovými vlastnostmi prošly v historii, ale i v současnosti značným vývojem. Na tuto oblast bychom se měli dívat z několika stran. Za prvé se jedná o emocionální charakteristiky osobnosti, nebo za druhé o formální aspekty chování. Shora uvedené pohledy tím rozdělují vědeckou odbornou společnost na dvě části. Tím se liší i jejich náhled k určitým závěrům.

Samozřejmě zde dochází k ovlivňování temperamentových vlastností vnějšími a vnitřními vlivy prostředí, které tyto vlastnosti do jisté míry ovlivňují. V minulosti se tato úvaha popírala. V současnosti se teorie o ovlivňování temperamentu již připouští. Že dochází k ovlivňování těchto vlastností na základě výchovy, zkušeností, interakce se sociálním prostředím.

Opět jsou zde dvě protikladné strany odborných společností. Kde jedna strana prezentuje spojitost temperamentových vlastností s genotypem jedince. Druhá část tuto vlastnost vnímá pouze jako fenomenologický obraz. Dle těchto teorií dělíme pojetí temperamentu na vysvětlující a deskriptivní (Klausová, 2013).

## 6 STRES

Stres je v dnešní době velmi skloňovaný pojem, který má v současnosti má svědomí i různá civilizační onemocnění. Již je známý i laické společnosti, která se tímto tématem začíná spontánně zabývat. Již se podrobně popisují stresové mechanismy a jejich škodlivý vliv na organismus. Stres definujeme jako funkční stav organismu. Jedná se o souhrn obranných reakcí, na podněty či situace vyhodnocené mozkiem. Kdy tyto reakce zatěžují či stimulují organismus. Cílem reakcí je obnovit homeostázu a zabránit jeho poškození. Zároveň dochází k reorganizaci priorit organismu. Podněty vyvolávající stres neboli stresory mohou být různé povahy: Vnitřní, vnější, psychické, fyzické, mentální, emocionální. Organismus reaguje na stres určitým adaptačním mechanismem (přizpůsobení se proti stresu). Tento adaptační mechanismus byl popsán Selyem jako všeobecný adaptační syndrom (VAS).

Dříve lidé nebyli tak často vystavováni tzv. psychosociálnímu stresu jako v dnešní době. Boj se stresem je téměř každodenní jev u většiny pracujících.

### 6.1 STRESOVÉ REAKCE

Jsou rozlišovány dva hlavní typy humorálních stresových reakcí. První je aktivace osy hypotalamu – sympatoadrenální systém – dřeň nadledvin a následné vyplavení katecholaminů do krve. Jedná se o nevyraznější stresovou odpověď. Sympatikus se aktivuje při stresových situacích, během kterých došlo k ohrožení (boj, útěk). V průběhu stresových reakcí se zvyšuje tvorba obou stresových hormonů (adrenalinu a noradrenalinu).

Druhá humorální reakce stresu popsaná Selyem (1950), je aktivace osy hypotalamu – CRH – adenohipofýza – ACTH – kůra nadledvin – glukokortikoidy. K této reakci dochází až po adrenergní odpovědi, nebo po jejím selhání. Větší ohrožení vede k vyplavení ACTH, jehož prostřednictvím dojde ke zvýšení nadledvinových korových hormonů. ACTH stimuluje tvorbu nadledvinových steroidů: glukokortikoidy (kortizol, kortikosteron), mineralokortikoidy (aldosteron), androgeny. Glukokortikoidy mobilizují energetické rezervy, což vede zpětnovazebně k inhibici sekrece ACTH.

Předpokládá se, že ACTH zvyšuje schopnost učení v nové situaci. Naopak kortikoidy tuto schopnost zhoršují a vyvolávají inhibici až k depresi. Jestliže jedinec nemá zátěžovou

stresovou situaci pod kontrolou, zvyšuje se hladina kortikoidů. To následně způsobuje až k úzkostně depresivní reakci při dlouhodobé stresové zátěži (Irmíš, 2007).

## 6.2 VŠEOBECNÝ ADAPTAČNÍ SYNDROM VAS

Mluvíme zde o tzv. neurohumorální reakci, která navrácí nepříznivý vliv opět do rovnováhy. Na počátku akutní nervové poplachové reakce je vždy snaha o rozpoznání zdroje a následné vyhodnocení povahy stresoru. Uvedený mechanismus zajišťuje především prefrontální mozková kůra, kterou je následně touto oblastí stimulován limbický systém. Poté vstupuje do hry určitá emocionální reakce proti stresoru. V limbickém systému se stresová odpověď koordinuje a ten přes hypotalamus aktivuje endokrinní osu hypotalamus-hypofýza-nadledviny a sympatický oddíl ANS. Obě cesty vedou k sekreci katecholaminů dřeně nadledvin působící na organismus. Dochází tak produkci kortizolu a antidiuretického hormonu, zvyšující společně s katecholaminy i krevní tlak.

V dalším stádiu začínají působit glukokortikoidy, které jsou za normálních okolností pro organismus životně důležité. Při dlouhodobém působení chronického stresu jsou až kontraproduktivní. Ovlivňují metabolismus, imunitní systém, působí na aktivitu nervové soustavy (Handl, 2014).

## 6.3 DOPAD STRESU NA ORGANISMUS

Stres má dopad na celkový organismus po psychické i biologické stránce. Projevy stresu dělíme na psychické, fyzické, behaviorální. Opakovanost a závažnost jednotlivých projevů stresu je rozdílné. Zde záleží na predispozicích každého jedince. Velmi závažný pro lidský organismus je dlouhotrvající (chronický) stres způsobující změny téměř všech orgánových soustav.

### 6.3.1 SYNDROM VYHOŘENÍ

S chronickým neléčeným stresem je velmi úzce spjat tzv. syndrom vyhoření. Tento pojem je definován jako emoční či kognitivní vyčerpanost, celková únava, poruchy spánku, paměti a soustředění. Můžou se vyskytnout i potíže gastrointestinálního traktu,

kardiovaskulárního, kardiopulmonálního systému, atd. Jedná se o stav ztráty motivace, profesionálního zájmu, osobního zaujetí.

Syndrom je většinou vyvolán nadměrným chronickým stresem ve spojení dalších faktorů např. vysoké nároky na tvořivost, zodpovědnost. Velmi důležitý aspekt vzniku syndromu vyhoření je minimální možnost odpočinku.

#### 6.4 JAK LZE BOJOVAT PROTI STRESU

Za důležité faktory bojující proti stresu můžeme považovat životosprávu, psychohygienu, zdravou výživu, dostatek spánku. Samozřejmě je vhodné zařadit do denního režimu i vhodnou pohybovou aktivitu, při které se jedinec může dostatečně zrekreovat či odreagovat od všedních starostí. Je dobré mít kvalitní odpočinek v příjemném, klidném prostředí bez rušivých vlivů. Proti stresu se používají různé techniky či metody jako např. asertivita, proaktivita, dechová cvičení.

V dnešní době se opět velmi často začíná využívat techniky zvaná meditace, která dokáže velmi účinně odstranit stres a zároveň jeho negativní důsledek.

Například vědecká studie z Harvardské univerzity dokázala identifikovat čtyři důležité komponenty uvědomování si okolí. Těmito komponenty jsou: uvědomování si vlastního těla, schopnost regulovat své emoce, pozornost, mít smysl sám pro sebe. Spolu jmenované komponenty pomáhají nám se vypořádat s mentálními a fyziologickými účinky stresu. I když jsou tyto komponenty odlišné, byla zde zjištěna úzká propojenost (Britta Hölzel, 2011).

## 7 MEDITACE

Meditace je v současnosti velmi diskutovanou oblastí zvláště v biomedicínských oborech a nejen v nich. Již dnes můžeme tvrdit, že je stále více akceptována jako účinný prostředek proti stresu.

Existuje mnoho definic pro tento pojem, ale v jednom se ve směr shodují. Meditace je stav mysli, při kterém je záměrně snížena její aktivita. Již v 70. letech byl vědeckou studií prokázán pozitivní vliv meditace na krevní tlak (Handl, 2014).

### 7.1 DOPAD MEDITACE NA ORGANISMUS

Dosažení zklidněné a vyrovnané mysli je v meditaci předpokladem pro její pozitivní efekt. Ve stavu bezmyšlenkového vědomí dochází k ovlivnění aktivity limbického systému, ke snížení aktivity sympatického oddílu ANS, zároveň ke zvýšení aktivity parasympatických nervů. V neposlední řadě k inhibici produkce katecholaminů a kortizolu. Na základě těchto změn klesá SF, TK, dechová frekvence, spotřeba kyslíku.

Díky meditaci dochází zároveň i ke změnám v CNS. Na základě EEG bylo zjištěno, že dochází k posunu beta vln k alfa a théta vlnám. Théta vlny byly pozorovány převážně ve frontálním laloku na levé straně. Zároveň se aktivovaly fronto-limbické dráhy, které jsou znakem pozitivních emocí. Odborné studie potvrdily redukci nelineárního rozčlenění korové aktivity. Tím dochází k potlačení nadbytečných myšlenek ve vědomí. Proto jsme schopni více vnímat vnitřní vjemy.

Při meditaci dochází i ke změnám hladiny neuromediátorů. Hladina serotoninu a beta-endorfinu se zvyšuje. Tento jev má za následek opět pozitivní myšlení a tím dochází k potlačení negativního vědomí (Manocha, 2013).

V jiných studiích byl prokázán i pozitivní vliv meditace na amygdalu. Meditace dokáže provést určité změny amygdaly i v případě, kdy se meditace praktikuje nepravidelně. V tomto případě se jedná o emoční stabilitu a reakce na určitý stres (Šaněk, 2012).

## 7.2 MOZKOVÉ VLNY

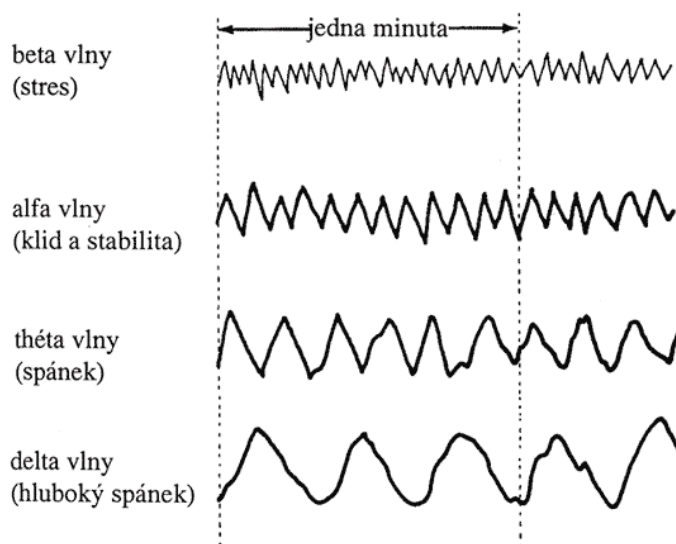
Na základě složitých biochemických procesů v CNS vzniká kolem mozku slabé elektromagnetické pole. Toto pole osciluje na různých základních frekvencích.

**Beta vlny (14 – 40 Hz)** – Tyto vlny vznikají v mozku téměř po celý den, kdy je jedinec v bdělém stavu. Při vyšších frekvencích mluvíme o stresovém stavu, nebo situaci kdy je organismus v napětí, strach, úzkost atd. (Kulišťák, 2011).

**Alfa vlny (8 – 13 Hz)** – Zde mluvíme o stavu uvolnění, bez duševního napětí. Jedná se o stav bdělosti bez pocitu ospalosti. Běžně se vyskytuje při sensorickém odpočinku, hluboké relaxaci, nebo meditaci (Kulišťák, 2011).

**Théta vlny (4 – 8 Hz)** – nacházíme se ve stavu hluboké relaxace a uvolnění, meditaci, nebo lehkému spánku. V tomto frekvenčním pásmu dochází ke zlepšení spíše dlouhodobé paměti. Jedná se o styk s nevědomím (Kulišťák, 2011).

**Delta vlny (1 – 4 Hz)** – Jedná se o mozkovou aktivitu s nejnižší frekvencí mozkových vln. V tomto frekvenčním pásmu se nacházíme při hluboké relaxaci, spánku, až v bezvědomí (Kulišťák, 2011).



Obrázek 9. Druhy mozkových vln (převzato <http://www.alfa-aplikace.cz/wp-content/uploads/2011/09/graf-vlny1.png>)

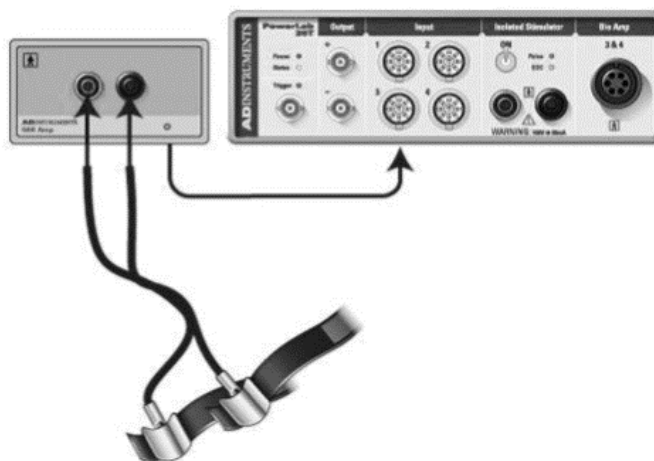
## 8 METODOLOGICKÁ ČÁST – TESTOVANÝ SOUBOR

K experimentu byly vytvořeny dva výběrové soubory. První výběrový soubor obsahoval probandy, kteří se meditacím nevěnují či neměli v minulosti žádné zkušenosti s meditačním cvičením. Ve druhé skupině se naopak nacházely osoby pravidelně meditující či zabývající se technikou, která je součástí meditačních cvičení či vnímání vnitřních vjemů (jóga, tai-či atd.). Základní podmínkou u druhé skupiny byla, že osoby se musely v současnosti pravidelně věnovat tomuto cvičení. Zároveň byla vytvořena společná kritéria probandů u obou souborů. Věk 30 – 40 let, ženské pohlaví.

Další podmínkou testování je naprostá dobrovolnost. V případě nesplnění této zásadní podmínky by došlo ke zkreslení výsledků a tím i ke vzniku různých odlišností naměřených hodnot. Probandi byli vybráni zcela náhodně za pomoci různých komunikačních kanálů z území Plzeňského kraje. Jednalo se o osoby všech možných profesí, národností, různých sociálních sfér a původu.

### 8.1 MĚŘICÍ PŘÍSTROJ

Změny elektrodermální aktivity byly měřeny přístrojem ADInstruments PowerLAB 8/30 se zesilovačem ML 116 GSR Amp.



Obrázek 10. PowerLAB 8/30 se zesilovačem ML 116 GSR Amp a elektrodami (převzato z <http://www.adinstrument.com>)



Tento systém slouží pro zobrazení a záznam měřených dat s následným vyhodnocením. Měřicí přístroj v sobě integruje hardwarovou i softwarovou část.

Základním prvkem hardwarové části je mikroprocesor PowerPC taktovaný na frekvenci 240MHz a obsluhující 16MB dynamickou vyrovnávací paměť. Komunikace s PC je zajištěna pomocí USB 2.0, mající teoretickou maximální přenosovou rychlost 480 Mbit/s. Toto rozhraní podporuje zpětně i protokol USB 1.1.

Součástí přístroje jsou analogové vstupy. Do kterých je přiváděn externí signál. Signál je následně za pomoci 16 bitového A/D převodníku digitalizován. A/D převodník je schopen v přístroji zpracovat až 400 tisíc vzorků za sekundu. Vzorky jsou následně přes PowerPC mikroprocesor a sběrnici USB přeneseny do PC, kde jsou zobrazovacím programem SCOPE 3 od ADInstruments vizualizovány a nahrávány k dalšímu analyzování.

ADInstruments je zároveň vybaven 75 Hz oscilátorem, jehož signál má téměř obdélníkový průběh s nízkou impedancí, napětím 22 mV rms pro prstové elektrody. Hlavní funkce popisovaného nízkonapěťového signálu je redukce polarizace elektrod a tím i vznik případných zkreslení nacházejících se ve stejnosměrných systémech, v tomto případě lidského organismu.

Základní specifikací tohoto přístroje je bezpečnostní galvanická izolace s osvědčením standardu IEC601-1 BF pro zařízení připojující lidské tělo. Zesilovač je nutné před měřením kalibrovat na nulovou hodnotu SCL. Pomocí bipolárních prstových elektrod, připojených na distální články prostředníku a prsteníku pomocí suchého zipu se snímá kožně galvanická reakce neboli EDA.

Síla připevnění elektrod k prstům musela být taková, aby proband neměl pocit, že elektroda spadne, naopak aby nevznikl pocit pulzující krve ve snímaném článku (Ltd., 2009).

## 8.2 POSTUP TESTOVÁNÍ

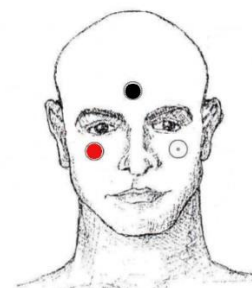
### 8.2.1 TESTOVACÍ PROSTŘEDÍ

K dispozici mi bylo poskytnuto pro experiment zázemí nacházející se na Katedře tělesné výchovy a sportu Fakulty pedagogické ZČU v Plzni. V místnosti se teplota vzduchu pohybovala kolem 23 °C. Byly zde zajištěny pro tento účel podmínky přirozené, nerušené prostředí, tím v maximální míře eliminovány vnější rušivé vlivy v průběhu měření.

Před samotným testováním byl proband seznámen se samotným experimentem a obsahem testování. Šlo o to, aby byl co nejvíce informován o nezávadnosti testování na lidský organismus. Tím co nejméně stresován případnou neinformovaností. Dalším cílem, bylo vzbudit zájem a motivaci u samotného probanda. Zároveň tím testovaná osoba získala větší důvěru u examinátora.

### 8.2.2 PŘÍPRAVA TESTU

Po seznámení se proband usadil na testovací lehátko, kde mu byli aplikovány pro měření EOG tři elektrody na obličejovou oblast hlavy za pomoci jednorázových lepicích terčů dle obrázku 11. Tím odpadla povinnost probanda nanášet vodivý gel na pokožku, neboť lepicí terč již tento gel obsahuje. Černá zemní elektroda na čelo mezi obočí, červená elektroda na levou a bílá elektroda na pravou lící kost symetricky rozložené pod očima.

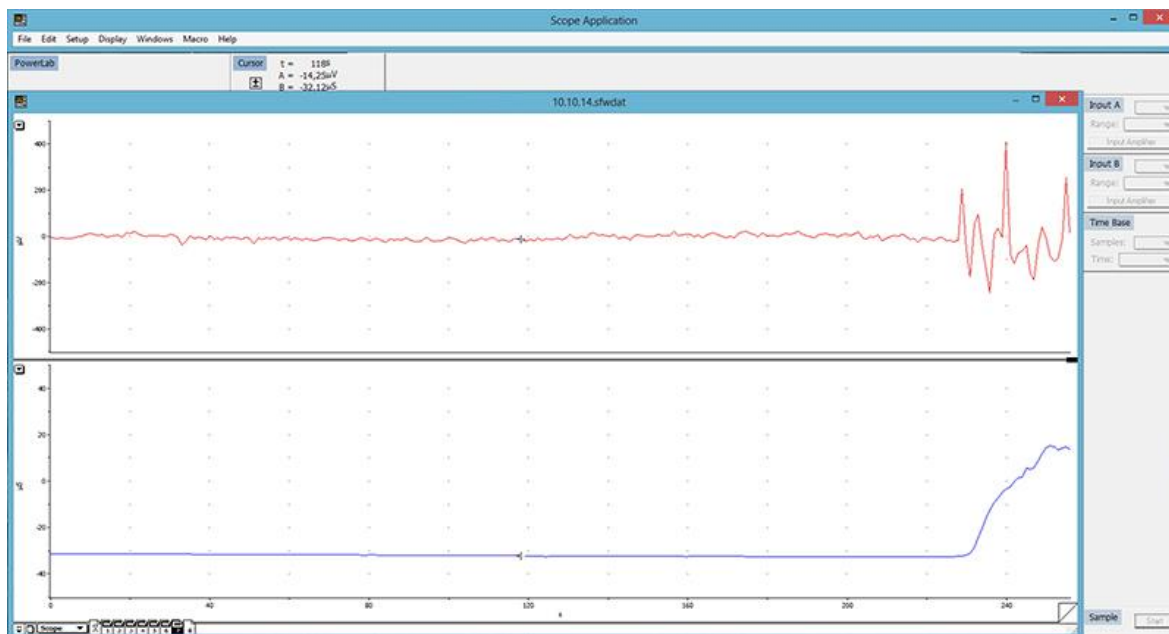


Obrázek 11. Umístění elektrod EOG

Následně se instalovaly bipolární elektrody pro měření EDA na distální články prstů nedominantní ruky. Dominantní rukou bylo potřeba ovládat počítač s psychologickými testovými programy.

K testování byli použity dva počítače. Na jednom byla pozorována EDA, EOG a na druhém proband prováděl tři jednoduché psychologické testy.

Měření bylo zaznamenáváno v programu od firmy ADInstruments SCOPE ver. 3.8.7. Softwarové rozhraní je znázorněno na obrázku 12. Aktivita ANS byla zaznamenávána paralelně za pomoci dvou přístupů. Horní křivka vykazuje aktivitu EOG, spodní EDA.



Obrázek 12. Uživatelské prostředí programu SCOPE

Před každým testováním byly vstupní kanály nastaveny na hodnoty:

EOG – vstupní kanál 3, rozsah citlivosti vstupu  $\pm 500 \mu\text{S}$

EDA - vstupní kanál 5, rozsah zaznamenávání  $\pm 50 \mu\text{S}$

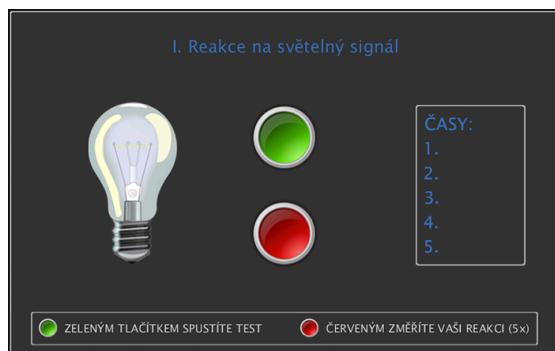
Dále je důležité zesilovač GSR Amp po každém umístění elektrod na TO a před každým měřením kalibrovat na klidovou hodnotu. Měřené hodnoty EOG, EDA jsou v uvedeném programu zaznamenávány graficky.

### 8.2.3 PRŮBĚH TESTOVÁNÍ

Před každým měřením byli probandi instruováni vždy shodně. Testy byli zaměřené na reakční rychlost, pozornost a rozhodování. Při plnění psychologických testů byla měřena ANS v průběhu koncentrovaného vědomí na základě EDA a EOG. Zároveň se zapisoval čas plnění jednotlivých testů.

#### 1. Test – reakční rychlost

Test je zaměřen na rychlost reakce na základě vizuálního podnětu, kdy měl proband zareagovat v co nejkratším čase. Zmáčkout tlačítko touchpadu po rozsvícení žárovky na monitoru notebooku. Test se skládal z 5 pokusů.

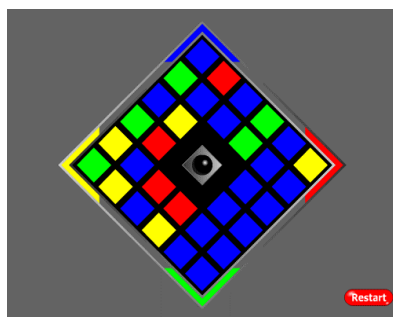


Obrázek 13. Prostředí testu reakční rychlosti (sejmuto z <http://www.sciencegate.cz/e-learning/138-clovek-a-jeho-schopnosti/zalozky/pokusy/pokus-iv>)

Tento test lze nalézt na internetové stránce: <http://www.sciencegate.cz/e-learning/138-clovek-a-jeho-schopnosti/zalozky/pokusy/pokus-iv>

## 2. Test - rychlost rozhodování

Podle převládajících barev se musela testovaná osoba rozhodnout pro danou barvu umístěnou v rohu obrazce. Test se ovládal pouze za pomoci šipek na klávesnici. Každá šipka odpovídala určité barvě v rohu obrazce. Test začínal od úrovně lehké až plynule po složitější kombinaci barev. Ke konci testu již nebylo na první pohled patrné, které barva je dominantní.



Obrázek 14. Prostředí testu rychlosti rozhodování (sejmuto z <http://clovekonline.cz/test-rychlosti-rozhodovani/>)

Tento test lze nalézt na internetové stránce: <http://clovekonline.cz/test-rychlosti-rozhodovani/>

### 3. Test- pozornosti

V této číselné matici bylo úkolem klikat na určitá čísla. Test zadával hodnoty nacházející se v obrazci. Úkolem probanda bylo nalézt číslo. V matici je celkem 25 čísel od 1 do 100.

1	5	9	13	15
21	25	29	33	37
41	45	49	53	57
61	65	69	73	77
81	85	89	93	97

Obrázek 15. Prostředí testu pozornosti (sejmuto z <http://www.i-psychologia.sk/pozornost4.php>)

Tento test lze nalézt na internetové stránce: <http://www.i-psychologia.sk/pozornost4.php>

Následně ve druhé části měření probandi zaujali svojí subjektivně nejpohodlnější polohu na testovacím lehátku v horizontální poloze. Takto setrvali 15 minut se zavřenými očima. Osoby pouze relaxovali či meditovali. Při případném vnějším rušivém vlivu jako houkání sirény z ulice či procházení studentů po chodbě, atd. byl tento rušivý jev zaznamenán do průběhu sledované křivky EDA.

Po uplynutí 15 minut dal examinátor pokyn probandovi k pomalému otevření očí s následným pomalým vstáváním do sedu. Tímto byl celý test ukončen.

#### 8.2.4 AKTIVITA NERVOVÉ SOUSTAVY V PRŮBĚHU TESTOVÁNÍ

Jak již bylo výše uvedeno před samotným testováním byly hodnoty každého probanda nastaveny na tzv. subjektivní nulu. Následně se přistoupilo k první části testování, při kterém se plnily jednoduché psychologické testy.

V první části testování aktivita EDA kolísala v okolí subjektivní nuly, zároveň jak naznačuje graf, byla relativně zvýšená aktivita EOG.

V průběhu druhé části po zaujmutí subjektivně pohodlné polohy na testovacím lehátku, zde již byl pozorován sestupný trend měřených hodnot.

## 9 INTERPRETACE VÝSLEDKŮ

Pro zjištění výsledků byly použity průměrné hodnoty koncentrovaného vědomí a relaxace EDA a EOG. Naměřená data byla porovnána Mann-Whitney U testem pro neparametrická data. V těchto testech je vyhodnocena též statistická významnost p, která nám potvrzuje či vyvrací vzájemný vztah proměnných hodnot. Data byla vyhodnocena za pomoci programu STATISTICA 6.0. Pro názornější přiblížení jsem použil především grafickou podobu.

### 9.1 POROVNÁNÍ NAMĚŘENÝCH HODNOT MEDITUJÍCÍ A NEMEDITUJÍCÍ SKUPINY ZA PŘÍSTUPU EDA A EOG

Tabulka č. 1 znázorňuje, že při u-testu pro průměrné hodnoty koncentrovaného vědomí a relaxace obou výběrových skupin je pro nás výsledek statisticky významný na základě hodnot EDA při relaxaci. Ve druhé fázi testování EDA, skupina meditujiících osob dopadla lépe než nemeditujiící osoby. Při testování koncentrovaného vědomí, nebyly rozdíly tak veliké, abychom je mohly považovat za statisticky významné.

Mann-Whitneyův U test poukazuje na skutečnost, že statisticky významné rozdíly mezi skupinami byly zaznamenány pouze u průměrné hodnoty EDA v průběhu relaxace. Rozdíly mezi skupinami u ostatních proměnných nejsou statisticky významné. Pro průměrné naměřené hodnoty můžeme považovat za statisticky významný výsledek pouze EDA při relaxaci. Ostatní hodnoty EDA a EOG jsou poměrně vyrovnané, a proto jsou pro nás statisticky nevýznamné. Je nutné ale dodat, že ve všech pokusech dosáhly meditujiící osoby kromě EOG při relaxaci nižší úrovně aktivace ANS než nemeditujiící.

Tabulka 1. u-test naměřených průměrných hodnot

	Rank Sum	Rank Sum	U	Z	p-level	Z	p-level	Valid N	Valid N
EDA_kv	120	90	35	1,13389	0,25684	1,13389	0,25684	10	10
EOG_kv	84	126	29	-1,58745	0,112412	-1,58745	0,112412	10	10
EDA_r	146	64	9	3,09931	0,00194	3,10047	0,001932	10	10
EOG_r	89	121	34	-1,20949	0,226477	-1,20994	0,226302	10	10

**Seznam použitých zkratk:**

EDA\_kv – průměrná hodnota koncentrovaného vědomí EDA

EOG\_kv – průměrná hodnota koncentrovaného vědomí EOG

EDA\_r – průměrná hodnota relaxace EDA

EOG\_r – průměrná hodnota relaxace EOG

Mean X – průměrné hodnoty skupiny nemeditujících probandů

Mean Y - průměrné hodnoty skupiny meditujících probandů

p-level - hladina významnosti

## 9.2 TESTOVÁNÍ HYPOTÉZY H1

**„Předpokládáme, že skupina meditujících probandů dosáhne větších rozdílů v úrovni psychofyziologických ukazatelů mezi stavem koncentrace a relaxace než skupina nemeditujících.“**

Pro zjištění výsledků a ověření hypotézy H1 jsem použil u-test pro nezávislé soubory. V tomto případě jsem porovnával EDA v průběhu koncentrovaného vědomí a autorelaxace skupiny meditujících a nemeditujících osob. Po porovnání vyšel výsledek pro autorelaxaci  $p=0,002$ , což je statisticky velmi významné.

Z těchto výsledků můžeme vyvodit, že hypotéza H1 byla statisticky potvrzena.

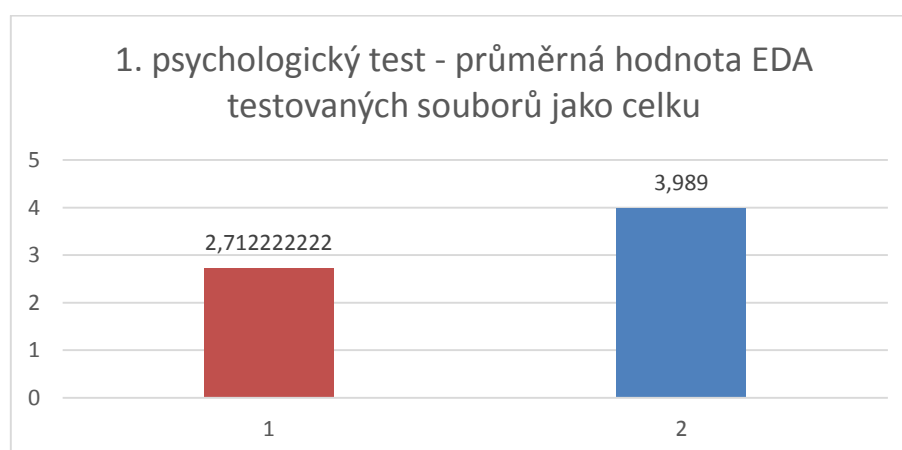
Naopak nezávislost dvou souborů pro stav koncentrovaného vědomí se statistická významnost nepotvrdila.

## 10 DISKUSE

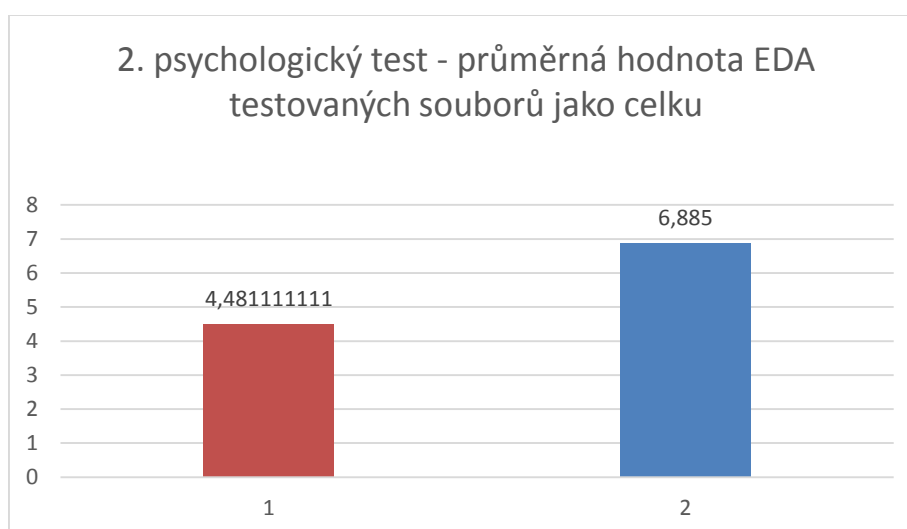
Jak naznačují následné grafy č. 1, 2, 3, průměrné hodnoty testovaných osob obou výběrových souborů v průběhu psychologických testů jsou velmi podobné. Aktivita sympatiku při koncentrovaném vědomí měřené na základě přístupu EDA se pohybovala mírně v kladných hodnotách od subjektivní nuly každé testované osoby. U třetího psychologického testu byl rozdíl největší dle grafu č. 3. Jednalo se o test pozornosti. Zde testované osoby museli, hledat v číselné matici konkrétní čísla.

1- meditující skupina osob

2- nemeditující skupina osob

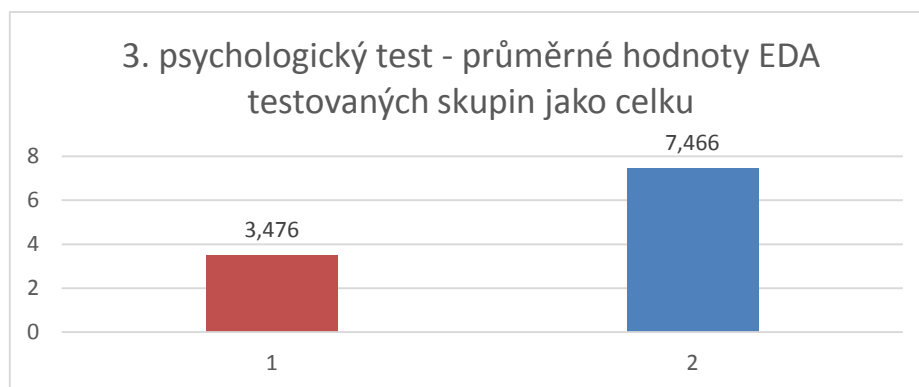


Graf 1. Průměrné hodnoty EDA v průběhu 1. psychologického testu



Graf 2. Průměrné hodnoty EDA v průběhu 2. psychologického testu



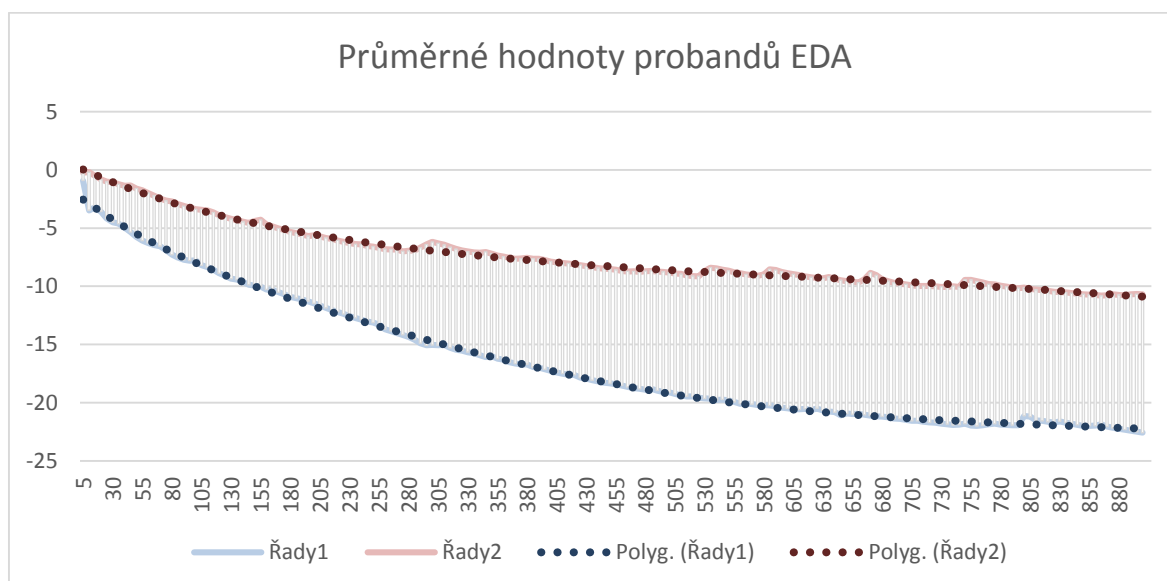


Graf 3. Průměrné hodnoty EDA v průběhu 3. psychologického testu

V druhé části měření bylo potvrzeno, že u obou souborů dochází k poklesu EDA a zároveň i ke snížení amplitudy EOG. Mezi výběrovými soubory byly zaznamenány odlišné hodnoty poklesu aktivity nervové soustavy.

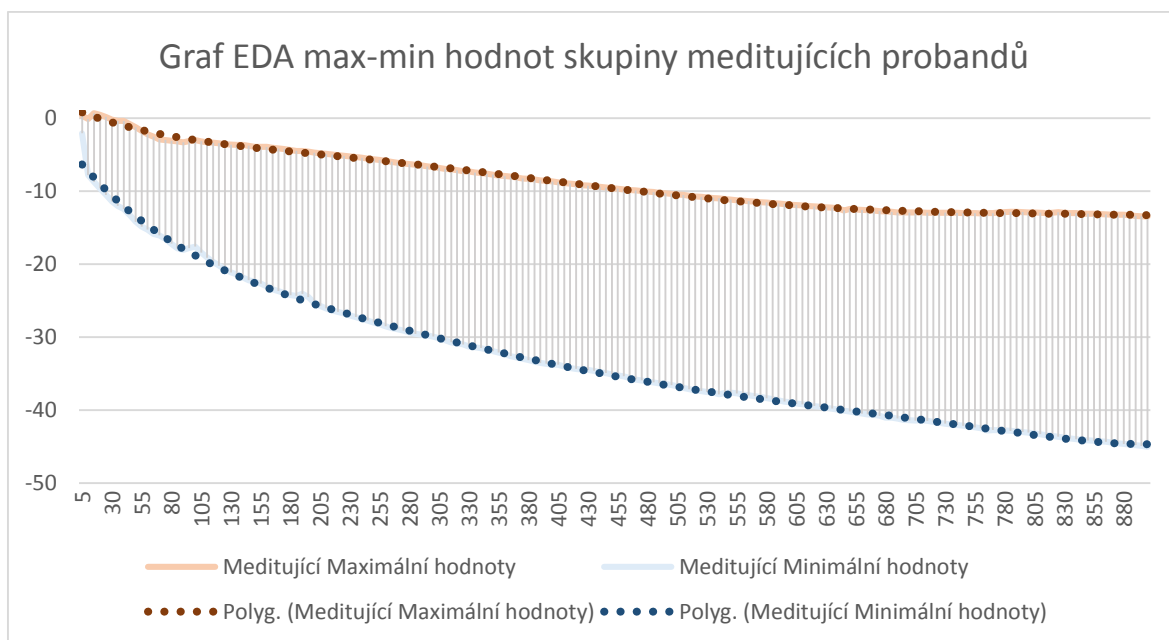
Nadcházející grafy č. 4, 5, 6, 7, 8 jsou situované tak, že údaje v horizontálním sloupci znázorňují čas v (s) a vertikální sloupec obsahuje údaje aktivity ANS měřenou v ( $\mu\text{S}$ ).

Jak znázorňuje graf č. 4 je zde u skupiny meditujících osob na počátku měření patrný výraznější pokles, který se ke konci měření mírně snižuje. I tak dochází stále ke snižování elektrodermální aktivity, která je u této skupiny výraznější než u skupiny druhé. U některých osob v nemeditující skupině, má průběh křivky EDA ke konci měření až stagnující charakter.



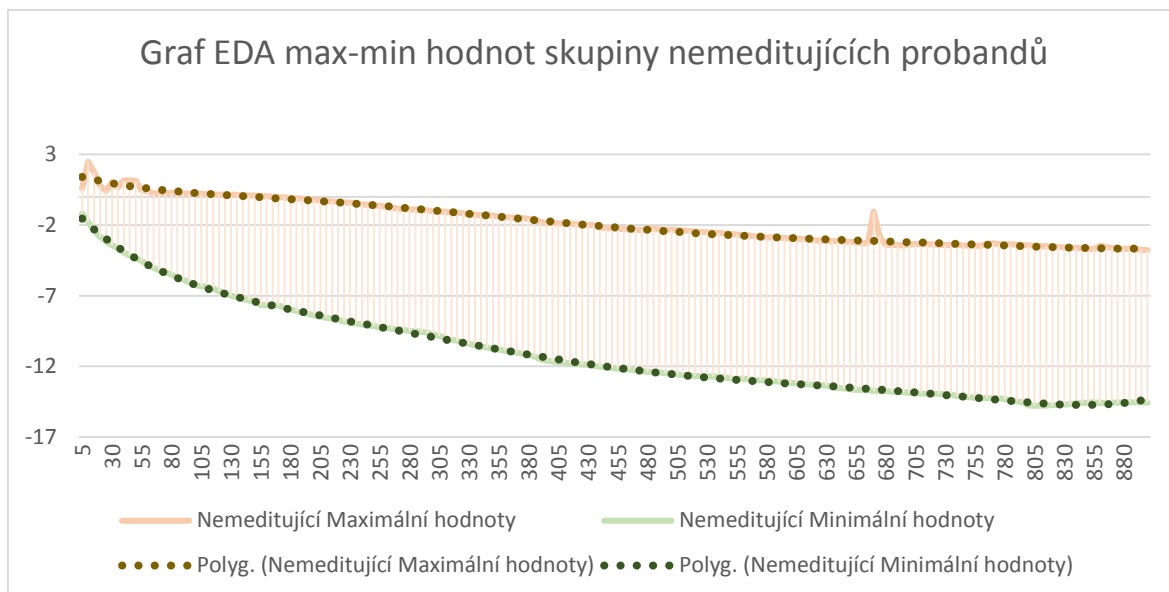
Graf 4. Průměrné hodnoty probandů EDA

V grafu č. 5 naměřených hraničních hodnot jsou patrné velké rozdíly. Zde je znázorněno, že soubor meditujících probandů dokázal snížit EDA ke konci testu (15. minutě) v rozmezí  $-13 \mu\text{S}$  až  $-45 \mu\text{S}$ . Zároveň graf naznačuje neustále sestupnou tendenci obou křivek. Pokles spodní křivky je zde výraznější.



Graf 5. Max - min hodnot meditujících probandů

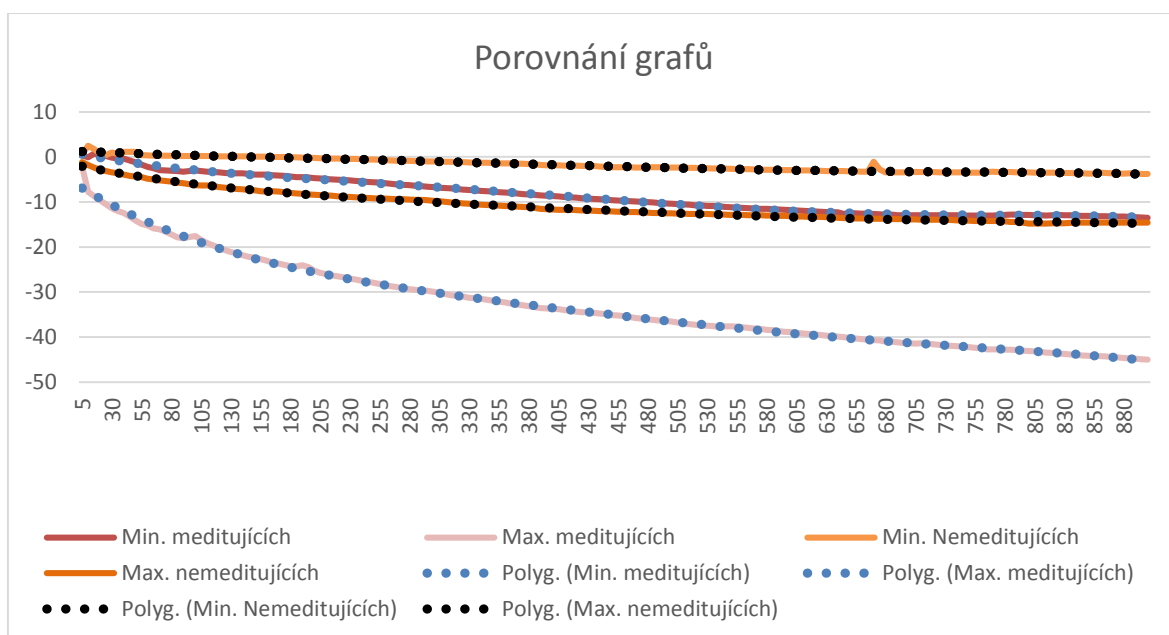
V následujícím grafu č. 6 je znázorněno. Neditující osoby dokázali v 15. minutě autorelaxace snížit aktivitu ANS na  $-3,77 \mu\text{S}$  až  $-13,23 \mu\text{S}$ . I zde jsou patrné celkem velké rozdíly v EDA. Spodní křivka hodnot souboru neditujících probandů zde vizualizuje ke konci testu již stagnaci, až mírné zvýšení. Z tohoto důvodu můžeme předpokládat, že by zde již k žádnému poklesu nemělo docházet, jako u druhé skupiny.



Graf 6. Max - min hodnot skupiny nemeditujících osob

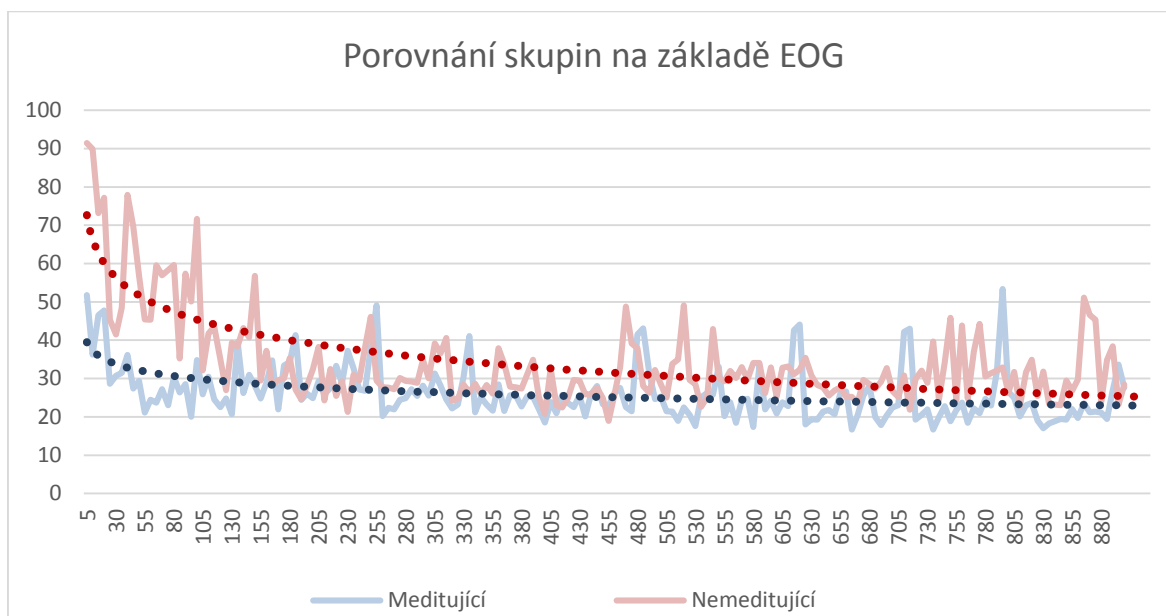
Pro lepší názornost jsem tyto dva grafy spojil přes sebe. Tím byly odhaleny další poznatky. Nejnižší hodnoty EDA u skupiny nezabývajících se meditací se nacházely na úrovni horních hodnot u skupiny zabývajících se dlouhodobě meditací. Ke konci testu byla aktivita EDA u obou skupin téměř srovnatelná.

Tudíž dle grafu je patrné, že lze různými relaxačními či autorelaxačními technikami dospět k hlubšímu uvolnění ANS. Musíme zde zároveň zohlednit temperamentové vlastnosti každého jedince.



Graf 7. porovnání grafů EDA obou skupin

V otázce EOG dle grafu č. 8 bylo zjištěno, že pokles amplitudy okulomotoriky byla u skupiny nemeditujících na začátku testu výraznější, než u skupiny meditujících. V průběhu měření se tyto odchylky neustále snižovali, až hodnoty těchto křivek obou souborů byly ke konci testu velmi vyrovnané.



Graf 8. porovnání skupin maximálních hodnot EOG

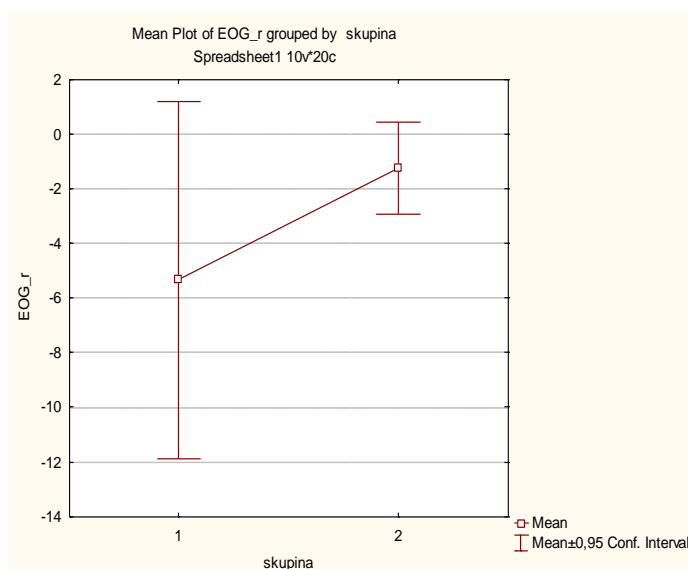
Při měření byly registrovány rušivé faktory z vnějšího i vnitřního prostředí pouze akustického charakteru. V tomto případě došlo k zaznamenání těchto jevů naměřené křivce EDA a EOG u skupiny nemeditujících osob. Po skončení testu byly probandi dotazováni zda tento rušivý zvuk v průběhu relaxace registrovali. U všech bylo shodně zjištěno, že ano. Tato odpověď byla zpětná vazba pro examinátora, že byli po celou dobu testování osoby při vědomí.

V otázce rychlosti uvolnění zde byla zjištěna nevýznamná diference. Některé osoby nemeditující byly v této otázce i na lepší úrovni. Zde je nutné zohlednit právě individuální osobnost a temperament měřeného jedince.

U několika meditujících osob nebyly zjištěny očekávané výsledky v poklesu aktivity sympatiku. Po ukončení testu nezávisle tři probandi spontánně examinátorovi oznámili, že v testovací místnosti nemohly správně či vůbec medítovat. Z důvodu nevyhovujícího prostředí a vnímání elektrod po celou dobu měření na obličejové části.

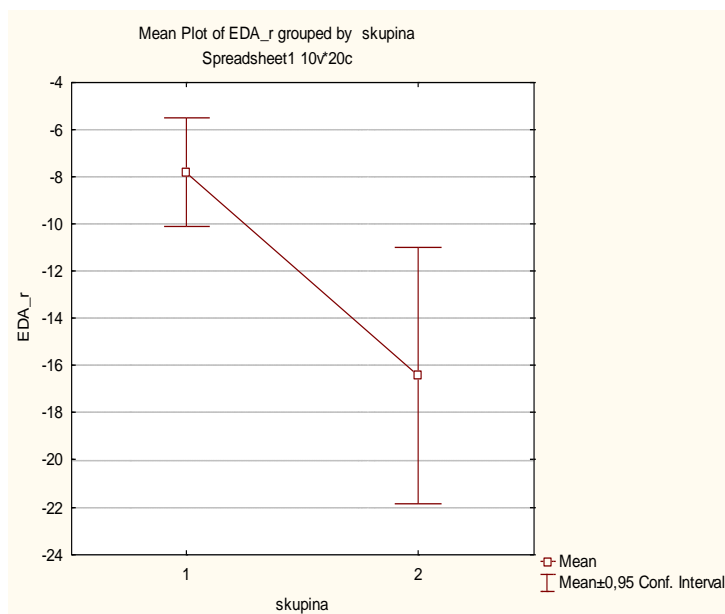
V grafech č. 9, 10, se zabýváme interpretací výsledků obou skupin v průběhu autorelaxace. V grafech č. 11, 12 se zabýváme naopak výsledky v průběhu koncentrovaného vědomí. Z těchto grafů typu boxplot byly naměřené špičkové hodnoty odstraněny a následně zprůměrované na celé jednotky v  $\mu\text{S}$ .

U grafu č. 9 je znázorněno, že 1. skupina nemeditujících má daleko větší rozptyl naměřených hodnot, než skupina č. 2 meditujících osob. Hraniční hodnoty 1. skupiny se nacházejí v rozmezí  $1 \mu\text{S}$  až  $-12 \mu\text{S}$ . Kde velikost mezních hodnot je  $13 \mu\text{S}$ . U druhé skupiny se jedná o hodnoty v rozmezí  $0 \mu\text{S}$  až  $-3 \mu\text{S}$ , s rozdílem  $3 \mu\text{S}$ .



Graf 9. průměr EOG obou skupin při autorelaxaci

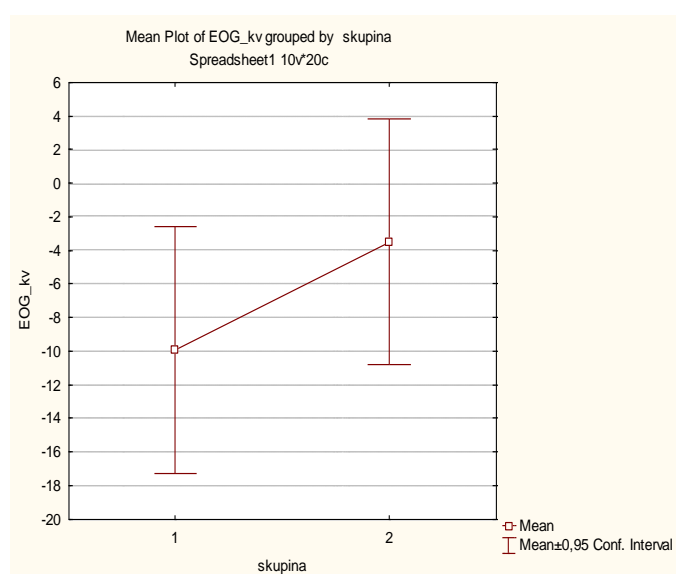
Graf č. 10 znázorňuje elektrodermální aktivitu v průběhu autorelaxačních. Na základě zjištěných hodnot se dospělo k tomuto závěru. Skupina č. 1 nemeditujících osob má daleko menší rozptyl s mezními hodnotami  $-6 \mu\text{S}$  až  $-10 \mu\text{S}$ . Rozdíl těchto hodnot je  $4 \mu\text{S}$ . Naopak skupina č. 2 meditujících má větší rozptyl výsledků  $-11 \mu\text{S}$  až  $-22 \mu\text{S}$ . Tento rozdíl činí  $11 \mu\text{S}$ . Mým závěrem je, že větší rozptyl u meditujících osob je způsoben rozsáhlejší variabilitou trénovanosti osob v oblasti meditačních cvičení a konkrétní uvolněností, momentálnímu psychickému stavu jedince.



Graf 10. průměr EDA obou skupin při autorelaxaci

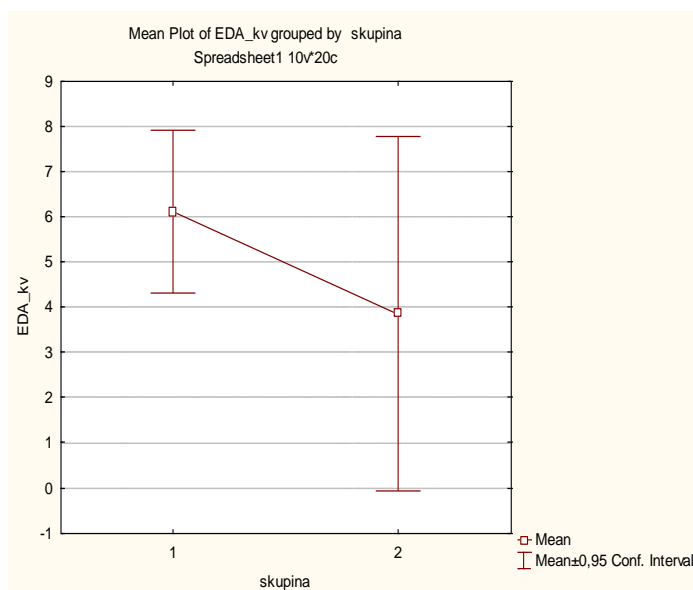
V dalším grafu č. 11 interpretující výsledky elektrookulografie v průběhu koncentrovaného vědomí je znázorněno, že naměřené hodnoty bez špičkových údajů 1. skupiny nemeditujících osob jsou  $-1 \mu\text{S}$  až  $-17 \mu\text{S}$ . Rozdíl těchto údajů činí  $16 \mu\text{S}$ .

U druhé skupiny byly naměřené hodnoty v rozmezí  $4 \mu\text{S}$  až  $-11 \mu\text{S}$ . Tento rozdíl je o velikosti  $15 \mu\text{S}$ . Z těchto výsledků můžeme usuzovat, že výsledky obou skupin jsou velmi podobné.



Graf 11. průměr EOG obou skupin při koncentrovaném vědomí

U grafu č. 12 byly získány hodnoty na základě přístupu elektrodermální aktivity v průběhu koncertovaného vědomí. Hodnoty jsou u první skupiny v rozmezí 8  $\mu$ S až 4  $\mu$ S. Rozdíl těchto hodnot činí 4  $\mu$ S. U druhé skupiny jsme naměřily hodnoty 8  $\mu$ S až 0  $\mu$ S. Rozdílem je velikost 8  $\mu$ S. Opět zde můžeme přisuzovat obou rozdílům velkou podobnost

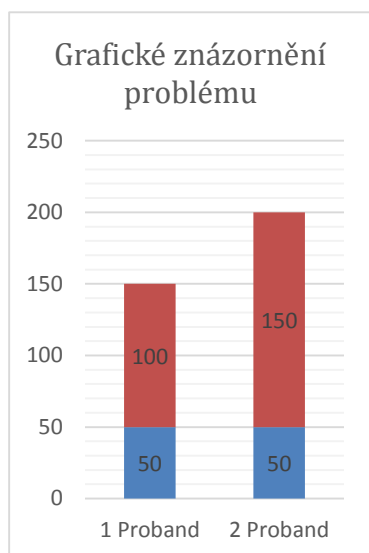


Graf 12. průměr EDA obou skupin při koncentrovaném vědomí

Je otázka jak by tento experiment dopadl v přirozenějším prostředí (přírodním), kam tito lidé chodí běžně medítovat. Lze usuzovat, že výsledky měření by byly daleko zajímavější. Samozřejmě s tím i spojená technická náročnost zabezpečení měření v tomto prostředí.

V průběhu budoucího měření by bylo třeba zohlednit do testování skutečnou hodnotu vodivosti či převrácené hodnoty odporu. Každá osoba má svou vlastní individuální hodnotu vodivosti. Kdy při vyšší vodivosti či nižším odporu jsou rozdíly menší. Ve skutečnosti jsou prakticky větší, jak znázorňuje nadcházející graf. Je patrné, že kdybychom u jednoho probanda naměřili jako počáteční subjektivní hodnotu odpor 50k $\Omega$  a u druhého probanda odpor 150 k $\Omega$ . Při stejné poklesu v obou případech 50 k $\Omega$  je zde určitá rozdílnost poklesu vůči celkovému odporu na počátku měření. Pro větší přiblížení problému, jsem uvedl dvě osoby jako příklad, kde jejich hodnoty jsou zcela smyšlené. Tento jev musíme vnímat z parciálního či procentuálního hlediska.

Jak je vidět v tomto příkladě, tak i při relativně velkých rozdílnostech je tato otázka pro náš problém nevýznamná.



Graf 13. Grafické znázornění problému

Dle jednoduchého vztahu:

$$\frac{\text{Úbytek vodivosti v } \mu\text{S}}{\text{Celková vodivost v } \mu\text{S}} \cdot 100 = \text{Úbytek vodivosti v } \%$$

1. Proband  $\frac{50 \mu\text{S}}{200 \mu\text{S}} \cdot 100 = 25 \%$
2. Proband  $\frac{50 \mu\text{S}}{150 \mu\text{S}} \cdot 100 = 33,3\%$

Přístroj, který je popsán v předchozích kapitolách, jímž byl tento experiment měřen, bohužel neumí zohlednit tuto skutečnou hodnotu probanda.

K poklesu EDA na základě sympatiku dochází u obou testovaných skupin, s tím, že u skupiny meditujících osob je tento pokles výraznější. Proto lze usuzovat, že meditační cvičení má pozitivní vliv na lidský organismus.



## 11 ZÁVĚR

V této bakalářské práci jsem se pokusil popsat změny v aktivitě nervové soustavy v průběhu relaxačních cvičení. Ze získaných dat se potvrdilo na základě přístupu EDA a EOG, že k tomuto poklesu opravdu dochází. Zároveň jsem se snažil najít rozdíly mezi osobami zabývajícími se meditací a jedinci, které s touto technikou nemají žádné zkušenosti. Ze získaných dat bylo zjištěno, že je mezi těmito skupinami určitá diferenciací.

Musíme však brát na vědomí, že výsledky tohoto testování mohou být značně individuální a že k zobecnění těchto hypotéz by byl vhodný daleko širší, reprezentativní vzorek výzkumného souboru.

Na základě tohoto výzkumu se můžeme domnívat, že meditace a relaxační cvičení mohou mít pozitivní vliv na lidský organismus a lepší predispozice pro kvalitnější život. Zároveň je nutné si uvědomit, že meditace je další vhodnou cestou, jak snížit počet různých civilizačních onemocnění v dnešní populaci. Tím zkvalitnit jejich život.

Tímto výzkumem jsem získal možnost nahlédnout hlouběji do uvedené problematiky. Děkuji vedoucí mé práce, že jsem si mohl zkusit měření elektrodermální aktivity a EOG. Zároveň sledovat, jak reaguje u každého jedince nervová soustava zcela odlišně, individuálně.

V rámci této bakalářské práce jsem získal mnoho znalostí a zkušeností v problematice tohoto tématu, EDA, EOG. Tím bych chtěl uvést, že bych velmi rád v této kvalifikační práci pokračoval i nadále. Nahlédnout za pomoci těchto přístupů měření hlouběji do uvedené problematiky.

## 12 SEZNAMY

### 12.1 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1. Schéma Wheatstonova můstku .....	5
Obrázek 2. Jednoduchý přístroj na snímání EDA (převzato z <a href="http://wikid.eu/index.php/File:Setup.jpeg">http://wikid.eu/index.php/File:Setup.jpeg</a> ) .....	6
Obrázek 3. Průřez kůže (Kopecký, 2010).....	7
Obrázek 4. Znázornění kortikoretinální potenciálu oka (převzato z <a href="https://dspace.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/14274/xlutzj00_pozicni_system_pocitacoveho_interface_rizeny_EOG.pdf?sequence=2">https://dspace.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/14274/xlutzj00_pozicni_system_pocitacoveho_interface_rizeny_EOG.pdf?sequence=2</a> ).....	11
Obrázek 5. Schéma autonomní nervové soustavy (Kopecký, 2010).....	15
Obrázek 6. Schéma limbického systému (Orel, et al., 2009) .....	16
Obrázek 7. Schéma mozku - mediální řez (Orel, et al., 2009) .....	18
Obrázek 8. Schéma hypofýzy .....	19
Obrázek 9. Druhy mozkových vln (převzato <a href="http://www.alfa-aplikace.cz/wp-content/uploads/2011/09/graf-vlny1.png">http://www.alfa-aplikace.cz/wp-content/uploads/2011/09/graf-vlny1.png</a> ) .....	26
Obrázek 10. PowerLab 8/30 se zesilovačem ML 116 GSR Amp a elektrodami (převzato z <a href="http://www.adinstrument.com">http://www.adinstrument.com</a> ) .....	27
Obrázek 11. Umístění elektrod EOG.....	29
Obrázek 12. Uživatelské prostředí programu SCOPE .....	30
Obrázek 13. Prostoru testu reakční rychlosti (sejmuto z <a href="http://www.sciencegate.cz/e-learning/138-clovek-a-jeho-schopnosti/zalozky/pokusy/pokus-iv">http://www.sciencegate.cz/e-learning/138-clovek-a-jeho-schopnosti/zalozky/pokusy/pokus-iv</a> ) .....	31
Obrázek 14. Prostoru testu rychlosti rozhodování (sejmuto z <a href="http://clovekonline.cz/test-rychlosti-rozhodovani/">http://clovekonline.cz/test-rychlosti-rozhodovani/</a> ) .....	31
Obrázek 15. Prostoru testu pozornosti (sejmuto z <a href="http://www.i-psychologia.sk/pozornost4.php">http://www.i-psychologia.sk/pozornost4.php</a> ) .....	32

### 12.2 SEZNAM GRAFŮ

Graf 1. Průměrné hodnoty EDA v průběhu 1. psychologického testu .....	35
Graf 2. Průměrné hodnoty EDA v průběhu 2. psychologického testu .....	35
Graf 3. Průměrné hodnoty EDA v průběhu 3. psychologického testu .....	36
Graf 4. Průměrné hodnoty probandů EDA.....	36
Graf 5. Max - min hodnot meditujících probandů.....	37
Graf 6. Max - min hodnot skupiny nemeditujících osob .....	38
Graf 7. porovnání grafů EDA obou skupin .....	38
Graf 8. porovnání skupin maximálních hodnot EOG.....	39
Graf 9. průměr EOG obou skupin při autorelaxaci .....	40
Graf 10. průměr EDA obou skupin při autorelaxaci .....	41
Graf 11. průměr EOG obou skupin při koncentrovaném vědomí .....	41
Graf 12. průměr EDA obou skupin při koncentrovaném vědomí .....	42
Graf 13. Grafické znázornění problému .....	43

### 12.3 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. u-test naměřených průměrných hodnot .....	33
--	----

## 13 SEZNAM LITERATURY

- Bálek, B., 2011. *Souhrný sborník konference nápadů učitelů fyziky*. [Online]  
Available at: <http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/16-01-Balek.html>  
[Přístup získán 20 12 2014].
- Benešová, D., 2011, Disertační práce. *Dynamika změn aktivační úrovně jako komponenta motorické docility*. Praha: Fakulta tělesné výchovy a sportu (FTVS).
- Britta Hölzel, o. J. L. U. a. H. M. S., 2011. *Science Daily*. [Online]  
Available at: [www.sciencedaily.com/releases/2011/10/111031154134.htm](http://www.sciencedaily.com/releases/2011/10/111031154134.htm)  
[Přístup získán 03 03 2015].
- Csekes, A., 2008. *www.vutbr.cz*. [Online]  
Available at:  
[https://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=9477](https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=9477)  
[Přístup získán 09 02 2015].
- Čihák, R., 2004. *Anatomie 3*. Praha: Grada.
- Dylevský, I., 2013. *Základy funkční anatomie člověka*. Praha 6: ČVUT v Praze.
- Handl, L., 2014. <http://web.practicus.eu/>. [Online]  
Available at: <http://web.practicus.eu/sites/cz/Documents/Practicus-2014-01/07-prevence-stresu-a-syndromu-vyhoreni.pdf>  
[Přístup získán 29 08 2014].
- Irmiš, F., 2007. *Temperament a autonomní nervový systém, 1. vyd.*. Praha 5: Galén.
- Klausová, V., 2013. *otik.uk.zcu.cz*. [Online]  
Available at: <https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/handle/11025/8065/BP%20-%20Klausova.pdf?sequence=1>  
[Přístup získán 30 03 2015].
- Kopecký, M. a. k., 2010. *Somatologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Králíček, P., 2011. *Úvod do speciální neurofyzologie, 3. vyd.*. Semily: Galén.
- Kulišák, P., 2011. *Neuropsychologie, 2. vyd.*. Praha: Portál.
- Ltd., A. P., 2009. *ADI instruments*. [Online]  
Available at: [http://cdn.adinstruments.com/adi-web/manuals/PowerLab\\_30\\_Series\\_OG.pdf](http://cdn.adinstruments.com/adi-web/manuals/PowerLab_30_Series_OG.pdf)  
[Přístup získán 20 03 2015].
- Lutz, J., 2010. *POZIČNÍ SYSTÉM POČÍTAČOVÉHO INTERFACE ŘÍZENÝ ELEKTROOKULOGRAMEM*. [Online]  
Available at:  
[https://dspace.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/14274/xlutzi00\\_pozicni\\_system\\_pocitacoveho\\_interface\\_rizeny\\_EOG.pdf?sequence=2](https://dspace.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/14274/xlutzi00_pozicni_system_pocitacoveho_interface_rizeny_EOG.pdf?sequence=2)  
[Přístup získán 13 10 2014].
- Manocha, R. S., 2013. *nccam.nih.gov*. [Online]  
Available at: <http://nccam.nih.gov/health/meditation/overview.htm#research>  
[Přístup získán 30 08 2014].

- Marmor, M. F., 2011. *ISCEV standard for clinical electro-oculography*. [Online] Available at: <http://www.iscev.org> [Přístup získán 19 12 2014].
- Mošnerová, J., 2012. *www.vutbr.cz*. [Online] Available at: [https://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=52344](https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=52344) [Přístup získán 19 12 2014].
- Mysliveček, J., 2003. *Základy Neurověd*. Praha: Triton.
- Nicholls, J. G., 2001. *Od neuronu k mozku*. Praha: Academica.
- Orel, M., Facová, V. & kolektiv, 2009. *Člověk, jeho mozek a svět*. Praha 7: Grada.
- Robertson, D., 2012. *Primer on the autonomic nervous system, 3. vyd.*. USA: Academic Press.
- Skopalík, A., 2003. *Soudní inženýrství*. [Online] Available at: <http://www.sinz.cz/archiv/docs/si-2004-05-251-253.pdf> [Přístup získán 09 02 2015].
- Stejskal, L., 1993. *Evokované edpovědi a jejich klinické využití*. Praha: Praha Publishing.
- Šaněk, L., 2012. *http://psychologie.cz*. [Online] Available at: <http://psychologie.cz/meditujici-mozek/> [Přístup získán 05 11 2014].
- Uherík, A., 1965. *Bioelektrická aktivita kůže*. Bratislava: Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied v Bratislavě.

## 14 RESUMÉ

Tento výzkum je zaměřen na porovnání aktivace sympatické části vegetativní nervové soustavy. Komparace je prováděna mezi osobami aktivně se zabývajících meditací a osobami nemeditujícími v průběhu koncentrovaného vědomí a následné autorelaxace za přístupu EDA a EOG.

V teoretické části se zabýváme přiblížením této problematiky čtenáři. Jedná se o kapitoly: elektrodermální aktivita, anatomie a fyziologie kůže, nervové soustavy, funkční mechanismy CNS. Je zde také přiblížena i psychická stránka jedince, především temperament ve vztahu k ANS.

V metodologické části se nachází popis samotného přístroje pro měření EDA a EOG, jeho pozitiva a negativa. V této části jsou popsány psychologické testy pro měření v průběhu koncentrovaného vědomí a následná kritéria pro autorelaxaci.

Ve výzkumu je popsány závěry výsledků měření, že meditující osoby jsou schopny více snížit EDA, než nemeditující populace.

## 15 CIZOJAZYČNÉ RESUMÉ

This research is focused on comparing the activation of the sympathetic part of the autonomic nervous system between two groups of people. The comparison is made between persons actively engaged in meditation and persons non meditating during concentrated conscious and subsequent autorelaxacion EDA for access and EOG.

I bring this issue to the readers in the theoretical part. In the theoretical part we approach this issue readers. It is a chapter electrodermal activity, anatomy and physiology of the skin, nervous system, CNS functional mechanisms. There is also introduced the psychological aspect of individuals, particularly in relation to the temperament of the ANS.

The methodology section for a description of the actual measurement instruments for EDA and EOG, its positives and negatives. There are described also psychological tests to measure during a concentrated conscious and follow criteria for autorelaxacion.

In conclusion, this research describes the results of measurements. Meditating people are able to reduce the EDA more than non meditating population.

## 16 PŘÍLOHY