

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ

KATEDRA TĚLESNÉ A SPORTOVNÍ VÝCHOVY

**VZTAH AUTONOMNÍ NERVOVÉ SOUSTAVY A VÝKONU
V TESTU ROVNOVÁHOVÝCH PŘEDPOKLADŮ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Ondřej Soukup

Tělesná výchova a sport

Vedoucí práce: Mgr. Karel Švátora

Plzeň 2019

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

V Plzni 2019

.....
vlastnoruční podpis

CHTĚL BYCH PODĚKOVAT MGR. KARLU ŠVÁTOROVI ZA VEDENÍ MÉ PRÁCE, CENNÉ RADY A POMOC PŘI JEJÍM ZPRACOVÁNÍ. ZA POSKYTNUTÍ TESTOVACÍCH PROSTORŮ A MATERIÁLNÍHO VYBAVENÍ, BEZ KTERÉHO BYCH SE NEOBEŠEL. DÁLE BYCH CHTĚL PODĚKOVAT VŠEM STUDENTŮM, KTEŘÍ SE DOBROVOLNĚ VE SVÉM VOLNÉM ČASE ZÚČASTNILI VÝZKUMU.

VZTAH AUTONOMNÍ NERVOVÉ SOUSTAVY A VÝKONU V TESTU
ROVNOVÁHOVÝCH PŘEDPOKLADŮ.

OBSAH

1	ÚVOD	2
1.1	CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	3
1.2	VÝZKUMNÉ OTÁZKY	3
1.3	HYPOTÉZA	3
1.4	ÚKOLY BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	3
2	TEORETICKÁ ČÁST	4
2.1	NERVOVÁ SOUSTAVA	4
2.1.1	Centrální nervová soustava (CNS)	4
2.1.2	Periferní nervová soustava (PNS)	7
2.1.2.1	Nervy mozkomíšní	8
2.1.2.2	Autonomní nervová soustava (ANS)	8
2.2	POSTUROGRAFIE	10
2.2.1	Posturální stabilita	11
2.2.1.1	Senzorická složka	11
2.2.1.2	Řídící složka	12
2.2.1.3	Výkonná složka posturální stability	12
2.2.1.4	Faktory ovlivňující stabilitu	13
2.2.2	Rovnováha	13
2.3	ELEKTRODERMÁLNÍ AKTIVITA (EDA)	16
2.3.1	Anatomie kůže	16
3	METODOLOGICKÁ ČÁST	21
3.1	PŘÍSTROJ NA MĚŘENÍ ELEKTRODERMÁLNÍ AKTIVITY	21
3.2	PŘÍSTROJ PRO MĚŘENÍ POSTURÁLNÍ STABILITY	22
3.3	TESTOVACÍ PROSTOR	23
3.4	TESTOVANÝ SOUBOR	23
3.5	PRŮBĚH TESTOVÁNÍ	24
4	INTERPRETACE VÝSLEDKŮ	28
4.1	VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ	29
4.1.1	Aktivace ANS	29
4.1.2	Rozdíly muži x ženy	30
4.1.3	Testování hypotézy	31
5	DISKUZE	32
6	ZÁVĚR	34
7	RESUMÉ	35
8	SUMMARY	36
9	SEZNAM LITERATURY	37
10	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK, GRAFŮ	39
10.1	SEZNAM OBRÁZKŮ	39
10.2	SEZNAM TABULEK	39
10.3	SEZNAM GRAFŮ	39
11	PŘÍLOHY	I

1 ÚVOD

Pohyb je základním projevem každého živého organismu. Pro člověka je charakteristický pohyb ve vzpřímené poloze a při udržování stálé rovnováhy. Schopnost udržovat tělo ve vzpřímené poloze se nazývá posturální stabilita. Postura a rovnováha spolu úzce souvisí a člověk by bez nich nemohl fungovat. Obě tyto funkce jsou řízeny nervovou soustavou, která se na základě podnětů z vnitřního a vnějšího prostředí aktivuje. Podněty jsou v nervové soustavě zpracovány a vytvořeny na ně odpovědi, které jsou posílány k výkonným orgánům. K aktivaci nervové soustavy dochází při jakémkoli našem volném či mimovolním pohybu. Ať už u běžného člověka nebo sportovce, bude při určitém výkonu aktivace nervové soustavy jiná.

V této práci se zaměřím na aktivaci autonomní nervové soustavy. Ta bude po celou dobu testování snímána za pomoci elektrodermální aktivity. Proband podstoupí 2 pretesty a jeden hlavní test rovnováhového typu, při kterých bude pozorován jeho výkon a elektrodermální aktivita. Na základě měření bude možné zjistit vztah autonomní nervové soustavy a výkonu v testu rovnováhových předpokladů.

V teoretické části se zaměřuji na popis nervové soustavy a její hlavní části. Dále se zde věnuji posturální stabilitě a rovnováze, na jejichž základě jsou vybrány testy statického a dynamického charakteru. Elektrodermální aktivita, které závisí na vodivosti kůže, nám bude objektivizovat aktivaci autonomní nervové soustavy. V metodické části popisuji přístroje pro měření elektrodermální aktivity a rovnováhových schopností. Dále se zde zmiňuji o výběru probandů a průběhu testování. Nakonec se vyhodnotí výsledky a udělají závěry.

Doufám, že tato práce bude přínosná nejen pro mě, ale i pro ostatní, kteří se rozhodnou zabývat touto problematikou a přinese nám nové poznatky.

1.1 CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Cílem práce je zhodnotit vztah autonomní nervové soustavy na výkonu v testu rovnováhových předpokladů.

1.2 VÝZKUMNÉ OTÁZKY

Bude mít aktivace autonomní nervové soustavy vliv na výkon v rovnováhovém testu?

1.3 HYPOTÉZA

Předpokládáme, že úroveň aktivace autonomní nervové soustavy významně ovlivní výkon v rovnováhovém testu.

1.4 ÚKOLY BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

- 1) Formulovat teoretická východiska
- 2) Sestavit design výzkumu
 - a. Zvolit vhodný způsob aktivace autonomní nervové soustavy.
 - b. Výběr vhodného testu pro měření rovnováhových předpokladů.
 - c. Zvolit vhodný způsob objektivizace aktivace autonomní nervové soustavy.
- 3) Provést sběr dat
- 4) Zpracovat výsledky
- 5) Interpretovat výsledky
- 6) Vytvořit závěry bakalářské práce

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 NERVOVÁ SOUSTAVA

Zprostředkovatel mezi vnější částí, organismem a mezi všemi částmi uvnitř organismu. Charakteristickým znakem nervové soustavy je dokonalé regulační řízení, vše probíhá velmi rychle a díky tomu nastává okamžitá reakce organismu na změny zevního i vnitřního prostředí. Nervová soustava řídí a kontroluje činnost všech částí organismu a zajišťuje přizpůsobování se podmínkám z vnějšku a zároveň se snaží udržovat co nejstálější vnitřní prostředí.

Děje, působící na vnitřní a vnější prostřední organismu, ať už fyzikální (mechanické, tepelné, elektrické) nebo chemické se nazývají podněty. Ty vyvolávající podráždění, které zachytí receptory a formou nervového vzruchu se šíří dostředivými vlákny obvodových nervů do nervových ústředí centrální nervové soustavy (CNS). Zde se vzruch zpracuje a následně jde po odstředivých nervech k výkonnému orgánu, kde probíhá následná reakce. Tato dráha se nazývá reflexní oblouk a děj, který po ní probíhá, se nazývá reflex. Reflex představuje základní funkční jednotku nervové soustavy.

- 1) Receptor – vzniká podráždění působením podnětu a převádí se na vzruch
- 2) Dostředivá (aferentní) vlákna obvodových nervů
- 3) Nervová ústředí v CNS
- 4) Odstředivá (eferentní) nervová vlákna
- 5) Výkonný orgán (efektor)

Nervový systém dělíme na centrální nervový systém složený z 2 hlavních částí, mozku a míchy. A periferní nervový systém – vodivá vlákna spojující CNS s periferií organismu. (Machová 2005, Kopecký, Cihá, 2005).

2.1.1 CENTRÁLNÍ NERVOVÁ SOUSTAVA (CNS)

CNS tvoří mozek, který je uložený v dutině lebeční a hřbetní mícha, která je uložena v páteřním kanálku. Je tvořena šedou a bílou hmotou. Šedá hmota se skládá z těl

nervových buněk a jejich krátkých výběžků. Analyzuje a syntetizuje vzruchy. Bílá hmota je tvořena dlouhými výběžky nervových buněk, které se sdružují v nervové dráhy. Jejich schopností je vést vzruchy.

Hřbetní mícha je 40 – 45 cm dlouhý nervový provazec, který sahá až horním koncem až k týlnímu otvoru, kde na ni navazuje prodloužená mícha. Dolním koncem se zužuje a končí u druhého bederního obratle. Skládá se z centrálního kanálku, který je obalen šedou hmotou ve tvaru písmene H, kterou dále obklopuje hmota bílá. Meziobratlovými otvory vstupují do míchy jak dostředivá, tak odstředivá nervová vlákna a dohromady tvoří tzv. míšní segment. Celkově je 31 míšních segmentů. Míšní nerv má vlákna motorická, senzitivní a autonomní.

Mozek se nachází v dutině lebeční. Zpracovává vstupní signály smyslových orgánů a vytváří na ně odpovědi, které posílá k výkonným orgánům. Funkce mozku je integrace a koordinace aktivit. Mozek se skládá z 6 částí: Prodloužená mícha, Varolův most, střední mozek, mozeček, mezimozek a koncový mozek. (Orel, Merkunová, 2008, Kopecký a kol., 2010).

Prodloužená mícha je pokračování hřbetní míchy dlouhá 20 – 25 mm. Varolův most, střední mozek a prodloužená mícha vytváří tzv. mozkový kmen. Z přední strany vystupuje posledních 7 párů mozkových nervů. V části pod spodinou IV. mozkové komory se nacházejí životně důležitá centra reflexů, která jsou zapojena do řízení autonomních funkcí.

Centrum:

- Regulace srdeční akce.
- Cévohybné.
- Dýchací.
- Řízení trávení.
- Řízení obranných reflexů.
- Motorická centra.

Varolův most tvoří nápadný příčný sval nad prodlouženou míchou a po stranách je stěněmi mozečkovými raménky připojen k mozečku. Vystupuje z něj

nejmohutnější V. mozkový nerv, nerv Trojklaný. Je důležitou spojovací stanicí dostředivých a odstředivých nervových drah.

Střední mozek je uložen mezi mostem a mezimozkem. Je to nejmenší oddíl mozku. Čtverohrbolí zařizuje podílení se na integraci zrakových a sluchových signálů a také je centrem orientačního reflexu. (Machová 1994, Kopecký, Cihá, 2005).

Mozeček je uložen v zadní lebeční jámě nad prodlouženou míchou a Varolovým mostem. Je složený ze dvou polokoulí (hemisfér), které jsou spojeny mozečkovým červem a krytí mu zajišťuje mozečková kůra, která je hluboce zprohýbána. Jeho povrch tvoří bílá i šedá hmota.

Mozeček je důležitým integračním a koordinačním centrem mimovolních i úmyslných pohybů. Přicházení k němu vzruchy z receptorů celé periferie těla, kosterního svalstva, ze sluchového a rovnovážného ústrojí a z motorické oblasti mozkové kůry. Dále kontroluje svalovou činnost a uplatňuje se:

- Zabezpečuje udržování rovnováhy
- Reguluje svalový tonus
- Zajišťuje časovou koordinaci pohybů
- Je důležitou koordinační složkou propioceptivní inervace
- Působí na přesnost svalových pohybů
- Podílí se na plánování, provedení a kontrole pohybů
- Uplatňuje se při učení novým pohybům (motorické učení)
- Je důležitou složkou řízení a kontroly pohybové aktivity
- Poškození mozečku vede k ataxii (nejisté pohyby), třesu a poruchám rovnováhy. Krátkodobě můžeme tyto poruchy sledovat při ovlivnění etylalkoholem (Kopecký a kol, 2010)

Mezimozek navazuje na mozkový kmen. Vzniká z předního mozkového váčku, který se rozděluje na mezimozek a koncový mozek. Má tvar trubice, ve které se nachází III. mozková komora. Tvoří ho 2 hlavní části: mezimozkový hrbol (thalamus) a podhrdlí (hypotalamus).

Thalamus je šedá hmota složená ze dvou párových vejčitých útvarů (velikosti holubího vejce) nazývaných hrbol zrkový. Vsruchy do něj nepřichází přímo, ale jsou přesušeny míše, prodloužené míše nebo mozečku a vstupují do něj až druhé dostředivé neurony. Neurony thalamu tyto podněty přijímají a předávají je dále do kůry koncového mozku, kde jsou přijímány do vědomí. Proto se mu také nazývá „Brána vědomí“.

Hypothalamus tvoří spodinu III. mozkové komory. Tvoří ho šeda hmota, v níž jednotlivé skupiny buněk vytvářejí jádra. Je nejdůležitějším nadřazeným koordinačním centrem vegetativních funkcí. Jeho přední část řídí parasymptikus a zadní část symptikus. Regulace vegetativních funkcí se uskutečňuje buď reflexně nebo hypofýzou. Dále se zde nachází centrum sytosti a hladu, ústředí tepelné regulace a řídí stálost objemu tělních tekutin. (Machová, 2005)

Koncový mozek je to největší část mozku polokulovitého tvaru, složená ze dvou polokoulí (hemisfér). Mezi těmi je hluboká podélná mozková štěrbina, kde je uloženo kalózní těleso (svazek bílých vláken), která obě hemisféry spojuje. Na povrchu polokoulí je plášť tvořený šedou hmotou a jejich vnitřek je vyplněn bílou. Ve spodní části mozku se nacházejí spodinové uzliny (bazální ganglia). Hemisféry se dělí na 4 laloky – čelní, temenní, spánkový a týlní. U hemisfér se rozlišuje jejich dominance. Levá je více dominantní pro řeč, porozumění řeči, racionální myšlení a pravá pro chápání jevů v čase a prostoru. (Machová, 2005)

2.1.2 PERIFERNÍ NERVOVÁ SOUSTAVA (PNS)

Skládá se z mozkomíšních a autonomních nervů. Mozkomíšní nervy jsou určené pro oblast tzv. animální a autonomní pro oblast útrobní. Spojuje všechny orgány těla s centrální nervovou soustavou. Periferní nervstvo neboli obvodové tvoří slabší nebo delší svazečky nervů o různé délce. U CNS jsou silnější a směrem k periférii se větví na tenčí a tenčí větévky. Někde se v nervových vláknech objevují nervové shluky tzv. ganglia. (Linc, Doubková, 1993)

2.1.2.1 NERVY MOZKOMÍŠNÍ

S mozkomíšními ganglii představují somatomotorický a somatosenzitivní systém nervových vláken a dělí se na dvě skupiny.

Nervy míšní vznikají spojením vláken předních a zadních kořenů míšních. Přední jsou motorické povahy a zadní spíše senzitivní. Vzruchy přivádějí z periferie senzitivní vlákna a zpět k hladkému svalstvu je odvádějí vlákna motorická. Ve střední míše se nachází senzitivní i motorické ústředí a nervy tedy nazýváme smíšené. Máme 31 párů míšních nervů.

- 8 párů krčních nervů.
- 12 párů hrudních nervů.
- 5 párů bederních nervů.
- 5 párů křížových nervů.
- 1 pár kostrční nervů.

Nervy mozkové neboli hlavové tvoří 12 párů nervů. Nervy jsou buď čistě senzitivní, motorické nebo smíšené na rozdíl od míšních, kde jsou všechny smíšené.

- Senzitivní nervy – čichový, zrakový, předsíňohlemýžďový
- Motorické nervy – okohybný, kladkový, odtahující, lícní, přídatný a podjazykový.
- Smíšené nervy – trojklaný, jazykohltanový, a bloudivý. (Linc. Doubková, 1993, Kopecký, Cihá, 2005)

2.1.2.2 AUTONOMNÍ NERVOVÁ SOUSTAVA (ANS)

Autonomní neboli vegetativní nervy regulují činnost orgánů vlastního těla a podílí se tím na vytváření hodného vnitřního prostředí. Jejich receptory i výkonné složky jsou převážně umístěny ve stěnách vnitřních orgánů. Nervy pracují automaticky, proto se nezývají autonomní, jsou nezávislé na naší vůli a bez našeho vědomí ovládají a regulují činnost hladkého svalstva stěn cévních a činnost jednotlivých soustav. Vstupní částí autonomních nervů jsou interoreceptory, nadřazeným ústředím je mezimozek,

hypotalamus, který je pod kontrolou mozkové kůry. Autonomní nervy se skládají z dostředivých a odstředivých vláken. Vzruch je zde přenášen vždy nejméně dvěma nebo více vlákny. Těla neuronů vytvářejí tzv. vegetativní uzliny (vegetativní ganglia), která jsou umístěna mimo ústřední nervovou soustavu. Autonomní nervy vycházejí z mozku a hřbetní míchy souběžně s mozkomíšními nervy nebo jsou přidruženy k tepnám. Odstředivá vlákna dělíme na sympatikus a parasympatikus. (Kopecký, Cihá 2005, Linc, Doubková, 1993).

Centrální část autonomní nervové soustavy je uložena v míše, prodloužené míše, hypotalamu a v mozkové kůře. Jedná se o shluky buněk: jádra - centra, která svou aktivitou ovlivňují smršťování buněk hladké svaloviny.

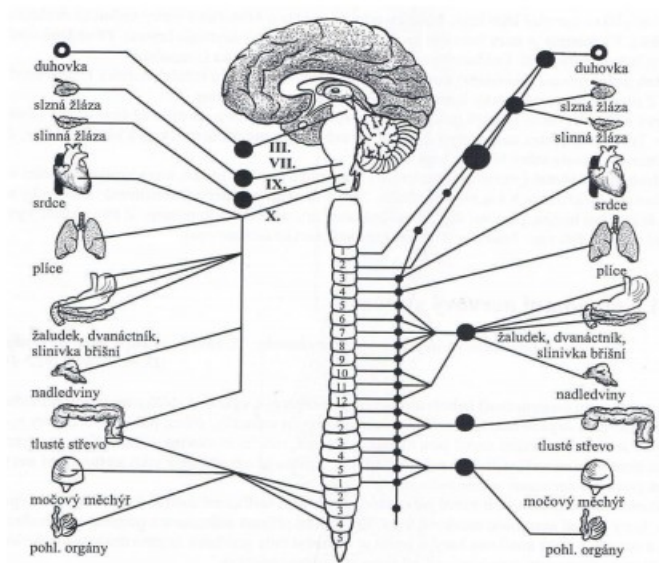
Periferní část autonomní nervové soustavy je tvořena nervovými vlákny hlavových nervů, která inervují hladkou svalovinu v oblasti příslušného hlavového nervu. Dále jej tvoří vlákna míšních nervů, která inervují hladkou svalovinu oblasti příslušného míšního nervu. (Dylevský, 2011)

Sympatikus je akční systém, který připravuje organismus k aktivitě. Ve stresových situacích aktivuje tělesné systémy a připravuje tělo například na boj či útěk. Podněcuje všechny orgány, jejichž činností je mobilizace energetických zdrojů organismu. Vychází z buněk uložených v hrudní a bederní míše. Sympatikus podél páteře vytváří vegetativní uzliny, jejichž spojením vznikají tzv. sympatické kmene. Podle umístění rozeznáváme krční, hrudní, bederní, křížovou a kostrční část kmene sympatického. Mediátorem sympatiku je noradrenalin.

Parasympatikus podněcuje systémy, které slouží k zotavení, k úspoře energie. Je aktivován především v době klidu. Má opačné účinky než sympatikus. Tvoří ho nervová vlákna vycházející z buněk uložených v mozku nebo křížové části míchy. Vedou do parasympatických uzlin, která leží v blízkosti inervovaných orgánů. Mediátorem parasympatiku je acetylcholin.

Činnost sympatiku a parasympatiku je udržovat náš organismus v určité rovnováze. Působí na sebe jako antagonisté, ale vzájemně se doplňují. Některé orgány mají pouze jedinou inervaci a to buď sympatickou nebo parasympatickou. Většina orgánů má však většinou obě inervace. V jednotlivých orgánech na sebe působí protichůdným

účinkem. Parasympatikus tlumí aktivitu sympatiku. (Merkunová, Orel, 2008, Kopecký, Cihá, 2005)



Obrázek 1: Schéma parasympatických a sympatických vláken (Kopecký, 2010)

2.2 POSTUROGRAFIE

Vyšetřovací metoda, která se snaží o posouzení přímého stoje a chůze u zdravých i nemocných pacientů pomocí gravitačních sil. Získala významné místo v otoneurologickém vyšetřovacím schématu. Rozlišujeme posturografii statickou a dynamickou.

Posturografie je vyšetřovací metoda, která informuje o vestibulospinálních a vestibulookulárních aspektech balanční funkce a dysfunkce. Dále jsme schopni kvantitativního hodnocení velikosti spontánní balance. Je to snaha posuzovat schopnost udržení rovnováhy člověka. Poloha lidského těla není trvale stálá a malé změny jsou korigovány v CNS. V různé úrovni CNS jsou aferentní informace zpracovány a na základě zpracování jsou eferentními motorickými dráhami prováděny muskulární korekční změny, které vedou k udržování vzpřímeného postoje člověka v klidu i při pohybu. Vyšetření posturografie se provádí za pomoci posturografu. (Caretta, 2008)

2.2.1 POSTURÁLNÍ STABILITA

Schopnost reagovat na změny zevních a vnitřních sil, zajištěním vzpřímeného držení těla, tak aby nedošlo k neřízenému pádu. (Vařeka, 2002a)

Posturální stabilita se u člověka rozvíjí už od jeho početí a neustále se vyvíjí a mění podle toho, jak se rozvíjí jeho funkční diferenciací CNS při torbě posturálních procesů. Vojta (1992) tento proces nazval jako posturální ontogenéze v rámci vývojové kineziologie. (Véle 1995)

Posturální motorika udržuje nastavenou polohu jednotlivých segmentů těla neustálým vyvažováním zaujaté polohy (balancování kolem střední polohy), kterým se zajišťuje pohotovost k rychlému přechodu z klidu do pohybu a naopak. Udržování polohy je podvědomě naprogramováno, ale i přesto se flexibilně přizpůsobuje okolí a při náhlé změně podmínek ihned vstupuje do vědomí a je schopno reagovat. (Véle, 2006)

Vzpřímené držení těla (postura) je podle Dylevského (2009): „dynamický proces udržování polohy těla a jeho součástí před započítím a po skončení pohybu“.

Postura je aktivní držení segmentů těla proti působení zevní sil ze kterých má největší význam síla tíhová. Udržování vzpřímené polohy nezávisí pouze na fyzikálních parametrech (gravitace, hmotnost a výška těla, struktura segmentů), ale i především na svalové aktivitě. Řízení postury zajišťuje CNS, do ní přicházejí informace o změnách vnitřního a vnějšího prostředí a ovlivňují tak stabilizační procesy. Vzpřímené držení těla je dynamický proces udržující tělo ve vertikále. Má dvě uvedené varianty: pohotovostní režim (stand by) a orientované držení (atituda). (Véle, 2006, Vařeka, 2002a).

Udržování vzpřímeného držení těla (posturální stability) je zajištěno třemi složkami:

- 1) Senzorická složka
- 2) Řídící složka
- 3) Výkonná složka

2.2.1.1 SENZORICKÁ SLOŽKA

Úkolem sensorické složky vzpřímeného držení těla je poskytování informací o měnících se podmínkách vnitřního nebo vnějšího prostředí tak, aby na ně mohl posturální systém adekvátně reagovat. Senzory (receptory) přijímají podněty z prostředí, přeměňují

je na vzruch, který se dále šíří po dalších částech sensorických systémů do mozkové kůry. Sensory rozdělujeme na exteroceptory, propioceptory a interoceptory. Exteroceptory přijímají podněty z vnějšího prostředí (zrak, sluch, hmat, čich a chuť). Proprioceptory registrují polohu a pohyby těla (svalová vřeténka, šlachová tělíska, kloubní receptory). Interoceptory odpovídají na chemické a mechanické podněty z vnitřního prostředí. Mezi sensorické systémy řadíme systém čichový, chuťový, somatoviscerální (např. mechanorecepce, propiocepce), sluchový, vestibulární a zrakový. Vestibulární systém informuje o směru gravitace v klidu i v pohybu vnímáním změn polohy hlavy, lineárního či úhlového zrychlení. Je tak úzce spojen s pohybem, polohou a orientací v prostoru. (Rokyta, 2000).

2.2.1.2 ŘÍDÍCÍ SLOŽKA

Nervový systém je hlavním řídicím systémem organismu. Přenáší informace z receptorů, dále je zpracovává a vysílá nové signály na efekторы. Řídicí složkou posturální stability (vzpřímeného stoje v gravitačním poli země) je centrální nervový systém (CNS), který představuje analytické a syntetické regulační ústředí. Přiřazením určitého významu zpracováním sensorickému podnětu tvoříme informace, jejichž výměna tvoří pozadí řízení stabilizačního procesu (Véle, 2006). Signály, přicházející ze sensorické složky, jsou zpracovávány složkou řídicí, která je tvořena CNS, tedy mozkem a míchou. (Rokyta, 2000).

2.2.1.3 VÝKONNÁ SLOŽKA POSTURÁLNÍ STABILITY.

Výkonnou složkou při udržování vzpřímeného držení těla je pohybový systém člověka. Jeho výkonným orgánem je sval. Kosterní svalstvo zajišťuje klidovou vzpřímenou polohu i pohyb. Svalstvo dělíme na fázické a posturální. Fázické svaly zajišťují antigravitační reflexy, fázické svaly zajišťují pohyby v prostoru. Vzpřímená poloha je zajišťována svalovým systémem pasivně (kostěné a chrupavčité struktury, ligamenta) nebo aktivně (svaly účastníci se stabilizace polohy). Při zajišťování posturální stability nemůžeme tyto dva systémy od sebe oddělit. Posturální stabilita (jako stabilizační systém polohy) je zajišťována tzv. hlubokým stabilizačním systémem, posturálním systémem nebo axiálním systémem (Suchomel, 2006).

2.2.1.4 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ STABILITU

Dělí se na faktory fyzikální a neurofyziologické

Fyzikální faktory:

- Oporná plocha
- Hmotnost a poloha těžiště
- Charakter kontaktu těla s opornou plochou
- Postavení a vlastnosti hybných segmentů

Neurofyziologické faktory:

- Psychická a vlivy vnitřního prostředí
- Nastavující excitabilitu
- Spouštěcí pohybové programy
- Zpětnovazebné.

Klinické projevy nestability jsou subjektivní pocity, které provázejí zhoršenou stabilitu a mezi ně patří nejistota a závrať

- Nejistota – udržování stability při pohybu je někdy provázeno nepříjemnými pocity nestability, nejistoty, ataxie až strachu z pádu. Pocit nejistoty zhoršuje pohybovou koordinaci, prostorovou orientaci, zhoršuje pohybový výkon a může vést až k pádu.
- Závrať – stupeň nejistoty, který je vyjádřen poruchou orientace v prostoru, vzhledem ke směru pohybu. Postižený má pocit nestability okolí. (Véle, 1995)

2.2.2 ROVNOVÁHA

Dle fyzikální definice je rovnováha takový stav, kdy se výslednice na soustavu působících sil rovná nule. V antropomotorice mluvíme o motorické rovnováze: schopnost udržet stálou polohu těla.

Motorická rovnováha se podle Měkoty a Blahuše (1983) uplatňuje zejména v těchto případech:

- Oporná plocha je malá, biomechanické podmínky pro uchování stálé polohy těla jsou ztíženy (horolezectví)
- Při pohybu dochází k Elám i náhlým přesunům těla a k složitým letovým fázím (gymnastika)
- Při pohybech rotačních (piruety) a při jejich ukončení

Rovnováha se rozlišuje na statickou, dynamickou a balancování předmětu. Rozdělení dle Čelikovského (1977):

- Statická rovnováha se chápe jako schopnost udržet tělo v určené klidové pozici (stoj na jedné noze).
- Dynamická rovnováha je schopnost provést pohybový úkol na úzké ploše nebo pohyblivém předmětu (chůze po úzké kladince).
- Balancování předmětu je schopnost udržet nějaký předmět v určité labilní poloze (tyč na prstu).

Ontogeneze rovnováhových schopností probíhá v jejich rozvoji nerovnoměrně. Jejich rozvoj je vázaný na biologickém a psychickém vývoji, hlavně na dozrání CNS jako řídicího centra. Cílený rozvoj můžeme provádět 2 způsoby:

- Ztěžování podmínek při udržení rovnovážného postoje či polohy těla (rovnovážná cvičení)
- Zdokonalování funkcí analyzátorů, která působí jako vnitřní regulátory rovnováhového regulačního obvodu (hlavně vestibulární).

Kolem 13. roku člověk nabývá rovnováhových hodnot dospělého, naopak ve stáří dochází k jejich značnému zhoršení. (Čelikovský, Měkota, Kasa, Belej, 1985)

Rovnovážné ústrojí (statokinetické) se nachází ve vnitřním uchu. Také se nazývá vestibulární. Podle funkce dělí na statické čidlo (pro vnímání polohy) a kinetické čidlo (pro vnímání pohybu).

- Statické čidlo – ústrojí pro vnímání polohy, které se nachází ve vejčitém a kulovitém váčku. V těchto blanitých útvarech jsou malá políčka s epitelovými buňkami, které na koncích mají jemné vlásky, nad kterými jsou vápenaté krystaly. Reagují na změnu polohy hlavy a vyvolávají podráždění smyslových buněk. Díky nim probíhá regulace napětí antigravitačních svalů a koordinace pohybů hlavy a očí. To vše slouží k zachování rovnováhy těla v prostoru a k zajištění vzpřímeného postojení
- Kinetické čidlo – ústrojí pro vnímání pohybu je uloženo v ampulách polokruhovitých trubiček. V každé ampule je vyvýšenina s vysokými buňkami s dlouhými vlásky. Reagují na rotační pohyb hlavy. Čidlo kinetické je úzce spjato s čidlem statickým. Čidlo statokinetické řídí napětí kosterních svalů. Při jeho silném podráždění vzniká nevolnost. Zajišťuje stálou orientaci v prostoru. (Machová,2005).

2.3 ELEKTRODERMÁLNÍ AKTIVITA (EDA)

Aktivaci nervové soustavy můžeme objektivizovat měřením elektrodermální aktivity. Původním názvem byl psychogalvanický reflex, kožně-galvanický odpor či reakce (Boucsein, 1992).

Termín elektrodermální aktivita vznikl v 60. letech 20. století. V současné době rozeznáváme dva hlavní přístupy – Exosomatické a endosomatické.

- Endosomatický přístup – je založen na snímání spontánního elektrického potenciálu kůže. Používají se zde například EEG a EKG přístroje. Endosomatickému snímání se věnoval Tarchanov. Kožní potenciál je snímán 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.
- Exosomatický přístup – naopak využívá externího zdroje elektrického proudu, ke sledování kožního odporu. Proud se používá střídavý i stejnosměrný. Kožní odpor je snímán pomocí 2 elektrod umístěných nejčastěji na prstech ruky. Zaznamená se kožní vodivost, kdy se jedná se o převrácenou hodnotu kožního odporu. Při aktivaci sympatického oddílu autonomního nervstva stoupá vodivost a snižuje se elektrokožní odpor. V průběhu vývoje exosomatické metody bylo zjištěno, že výstupy jsou závislé na činnosti potních žláz a hustotě cévního zásobení. (Irmiš, 2007, Uherík, 1965).

2.3.1 ANATOMIE KŮŽE

Pokrývá zevní povrch těla a odděluje vnitřní prostředí organismu od vnějšího. Kůže chrání tělo před škodlivými vlivy vnějšího prostředí a je důležitým smyslovým orgánem. Dále se podílí na metabolismu a i v procesu termoregulace. Celková plocha kůže dospělého člověka je 1,6 až 2 m², podle jeho velikosti. Její hmotnost se pohybuje okolo 4 až 4,5 kg a tloušťka mezi 1 až 4 mm. Novorozenecká kůže je velmi tenká. Nejsilnější kůže

je na dlaních a chodidlech, nejtenčí na očních víčkách. V dětství a dospělosti je naše kůže pružná, ve stáří se její pružnost snižuje a vznikají vrásky. (Kopecký, Cihá, 2005, Machová 2005)

Rozložení kůže dle Kopeckého (2005):

- 11% hlava a krk
- 30% trup
- 23% horní končetiny
- 36% dolní končetiny

Funkce kůže uvádí Dylevský (2011):

- Ochrana těla – kůže obaluje a brání vnikání škodlivých látek do vnitřního prostředí organismu. Je pevná, pružná a tažná. Tyto vlastnosti jsou důležité z hlediska odolnosti proti mechanickému působení vnějších faktorů na tělo, jako jsou: tlak, nárazy, tření apod. Pigment naší kůže chrání organismus před slunečním UV zářením.
- Smyslová funkce – v kůži je uloženo velké množství receptorů, které slouží k vnímání mechanických, tepelných a bolestivých počitků. Jednotlivé specializované receptory (čidla) zprostředkují vnímání tepla, chladu a hmatu. Bolest vnímáme pomocí volných nervových zakončení.
- Udržování tělesné teploty – Kůže představuje velký plošný orgán, jehož prokrvení má značný vliv na výdej tepla. Prostřednictvím kožních cév a potních žláz se podílí na udržování stálé tělesné teploty. Zrohovatělá vrstva povrchových buněk je špatně tepelně vodivá a chrání organismus před většími tepelnými ztrátami. Dále se na termoregulaci podílí podkožní vazivo, které má izolační význam.
- Skladovací funkce - v podkožním vazivu je uloženo velké množství tuku, který kromě mechanické a tepelné izolační funkce je i energetickou zásobárnou organismu. V kůži jsou uskladněny vitamíny rozpustné v tucích (A,D,E,K). Hlavně vitamín D, který vzniká v kůži účinkem slunečního

ultrafialového záření. Dále je tu uskladněna voda a některé anorganické látky.

- Vylučovací funkce – tuto funkci zastávají mazové a potní žlázy. Jejich sekrety, maz a pot se uplatňují při ochraně kůže i celého organismu. Pot díky kyselosti své reakce omezuje růst mikroorganismů a má tak dezinfekční účinky.
- Resorpční funkce – je poměrně malá. Kůže je pro vodu a pro látky rozpustné ve vodě v podstatně nepropustná. Pokud chceme zavádět nějaká léčebná prostředky do kůže (masti, krémy), musejí v nich být obsaženy tukové látky, které naruší mazový film a mohou se vetřít do kůže.

Kůži tvoří dvě vrstvy s rozdílnou stavbou a funkcemi a z přídatných kožních útvarů (chlupy, vlasy, nehty a kožní žlázy). Je složena z povrchové pokožky, hlouběji uložené škáry a z podkožního vaziva, které je individuálně různě vyvinutá vrstva mezi kůží a hlubšími tělními strukturami.

Pokožka (epidermis) je povrchovou vrstvou kůže, která je tvořena mnohvrstevným dlaždicovým epitelem. Nejsvrchnější buňky, tzv. rohové vrstvy neustále rohovatí, odumírají a odlupují se. Jedná se o přirozené očišťování kůže, kdy se zbavuje nejen svrchních vrstev pokožky, ale i bakterií a různých nečistot. Hlubší buňky, tzv. zárodečné vrstvy pokožky vytlačují starší buňky na povrch a na některých místech nám tak vzniká zrohovatělá vrstva pokožky, což je způsobeno tlakem na daná místa (plosky nohy, dlaně). Rohovina zvyšuje ochrannou vrstvu kůže a je odolná vůči mechanickým a chemickým vlivům.

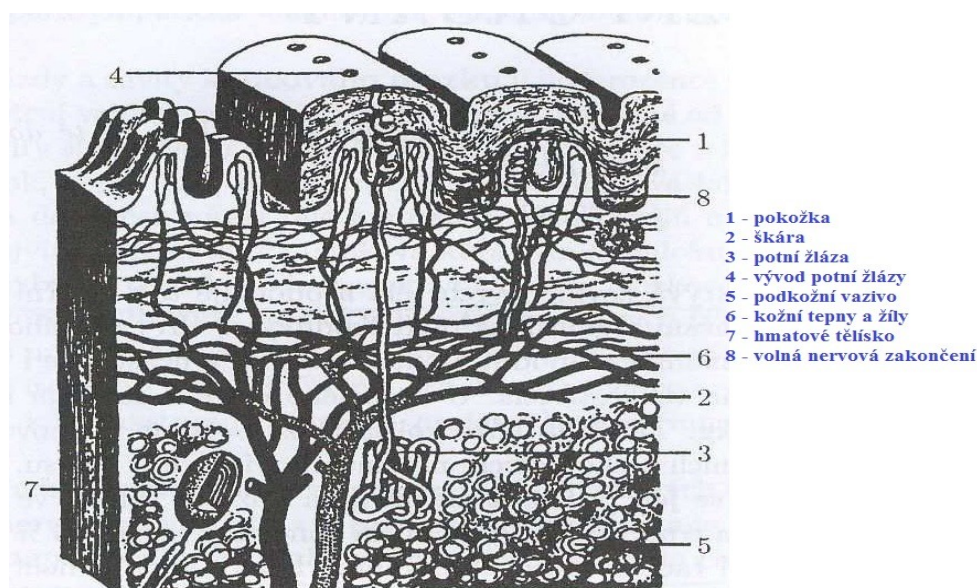
Buněčná vrstva naléhající na škáru obsahuje pigment melanin, který s náplní cév a za působení slunečního záření dodává kůži specifické zbarvení. Melanin chrání buňky uložené v hloubce před škodlivým UV zářením. Množství pigmentu se mění s věkem. U dětí je ho méně jsou náchylnější na UV záření, ale s přibývajícím věkem melaninu přibývá. Na některých místech ho však nezpozorujeme vůbec (chodidla, dlaně).

Hranice mezi škárou a pokožkou není rovná. Z pokožky do škáry jsou vysílána četné bradavčité výběžky (papily), mezi které zapadají výběžky škáry. Do škárových papil jsou umístěna hmatová tělíska, tzv. Meissnerova tělíska.

Škára je hustá síť pružných vazivových vláken. Tloušťka škáry je 0,5 až 2,5, mm. Síťovou vrstvou škáry prostupuje vazivem mnoho krevních a mízních cév. Je to velice pevná a pružná vrstva, která vysílá směrem k pokožce četné bradavčité výběžky (papily). Tam vzniká bradavková část škáry, která je bohatá na cévní a nervové pletence. Tepenné řečiště je nejvíce rozvinuto na dlani ruky, ploskách nohou a v hýžděové oblasti. Krevní cévy zde představují zásobárnu krve a mají význam při výdeji tepla z organismu. Při vyšší teplotě se krevní vlasečnice rozšiřují. To způsobuje zčervenání kůže a vyzařování tepla do okolí. Při nízkých teplotách se naopak vlasečnice smrští a průtok krve se sníží. Škára na povrchu těla způsobuje valy, které jsou důležité například při identifikaci jedince. Ve škáře jsou uloženy četné žlázy, chlupy, nehty, ale i hladká svalová tkáň. Ve škáře začínají potní žlázy jako stočené klubíčko, z něhož vychází trubicovitý vývod, který ústí na povrchu kůže pórem.

Podkožní vazivo tvoří síť vazivových pruhů, které spojují kůži s orgány ležícími pod ní. Je tvořeno kolagenním a elastickým vazivem s velkými oky, ve kterých jsou tukové buňky. Podkožní vazivo je zásobárnou energie, tepelné izolace a tlumičem mechanických nárazů.

Přídavné kožní orgány pomáhají kůži lépe plnit některé její funkce. Tvoří je zrohovatělé útvary (vlasy, chlupy a nehty) a kožní a mazové žlázy.



Obrázek 2: Stavba kůže (Kopecký, Cihá, 2005)

Mazové žlázy se nacházejí ve škáře a ústí krátkým vývodem do pochvy vlasu nebo chlupu. Mazové žlázy produkují maz, který se skládá z tukových látek, bílkovin a solí. Denně vytvoří 1-2 g. Maz zajišťuje pružnost a jemnost pokožky. Dále ji chrání před vysycháním, drobivostí a před vodou. Nejintenzivněji mazové žlázy fungují v období puberty.

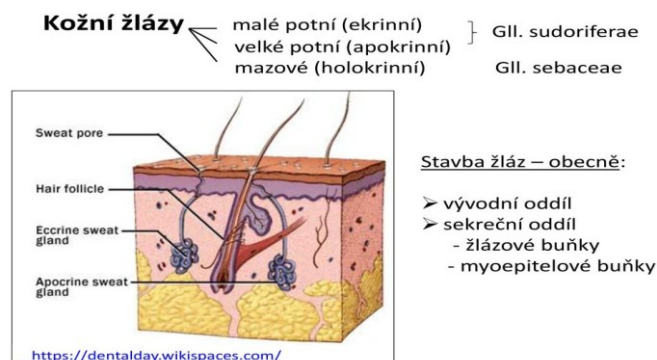
Potní žlázy jsou v kůži rozprostřeny nerovnoměrně. Nejvíce jich máme v podpaží, na čele, na dlaních a ploskách nohou. Jsou klubíčkovitě stočené ve škáře, odkud vycházejí trubicovitým vývodem na povrch kůže, kde vyúsťuje v podobě póru (drobné otvůrky). Póry jsou po celém povrchu kůže. Produktem potních žláz je pot.

Pot se vytváří z tkáňového moku, v okolí buněk potních žláz. Pot obsahuje asi 99% vody a 0,6% NaCl. Zbytek tvoří organické látky jako je močovina, kyselina močová, kyselina mléčná a mastné kyseliny. Potem se z těla odstraňují exkrekty.

Za 24 hodin se z těla vyloučí 600 až 1000 ml potu a v extrémně horkém prostředí a za zvýšené námahy se může vyloučit až 10 l potu. Odpařováním potu z povrchu kůže se tělo vydatně ochlazuje a podílí se tak na termoregulaci.

Potní žlázy se dělí na Ekrinní a Apokrinní:

- Ekrinní žlázy jsou četnější a vytvářejí skutečný pot. Největší množství se jich nachází na čele, dlaních a plosce nohy.
- Apokrinní žlázy mají specifický zápach. Nacházejí se v podpaží, ve vchodu nosním, v tříselné krajině, v oblasti vnějších částí pohlavních orgánů a okolí konečníku. Začínají být činné většinou v období puberty. (Kopecký, Cihá, 2005, Machovská, 1994)

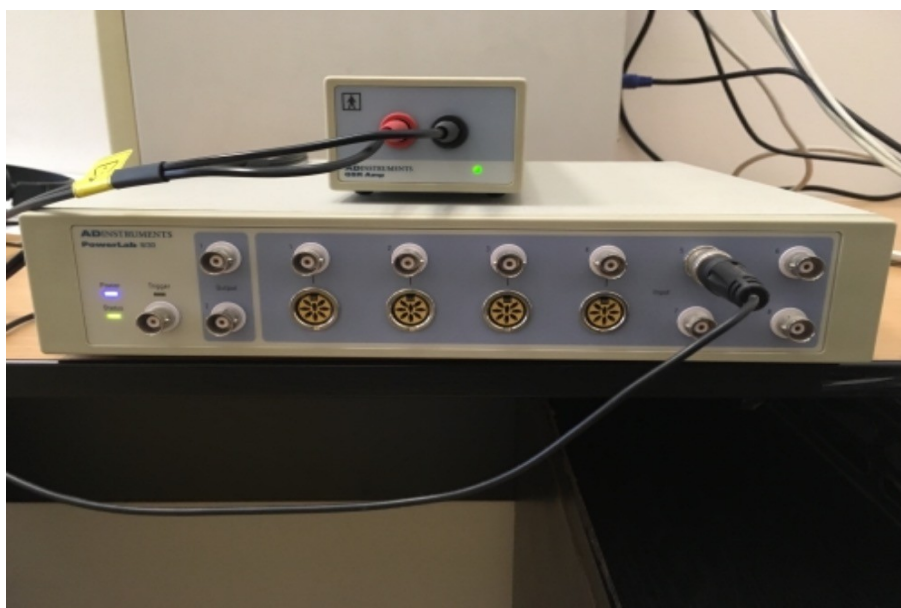


Obrázek 3: Potní žlázy (<http://dentalday.wikispaces.com/>)

3 METODOLOGICKÁ ČÁST

3.1 PŘÍSTROJ NA MĚŘENÍ ELEKTRODERMÁLNÍ AKTIVITY

K objektivizaci aktivace nervové soustavy jsme použili měření elektrodermální aktivity. Elektrodermální aktivitu jsme měřili přístrojem ADInstruments PowerLab 8/30, který byl doplněn zesilovačem ML 116 GSR Amp a vybaven softwarem PowerLab Chart. V počítači byla zaznamenávána pomocí programu LabChart 8.

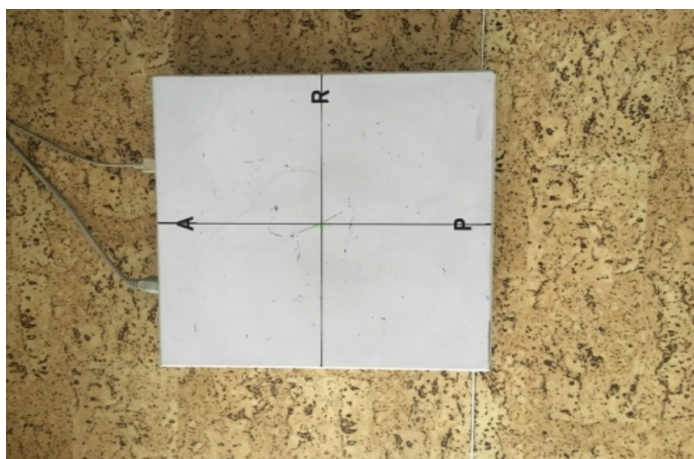


Obrázek 4: Přístroj ADInstruments PowerLab 8/30 a ML 116 GSR Amp (Soukup 2019)

Přístroj měří elektrodermální aktivitu pomocí dvou bipolárních elektrod. Elektrody jsou pomocí pásků se suchým zipem připevněny k posledním článkům ukazováku a prsteníku. Tyto prsty reprezentují vodivost mezi dvěma elektrodami. Elektrody byly vždy připojovány na levou ruku. Testovaný v průběhu testu s rukou hýbal, ale nijak nemanipuloval s elektrodami. V průběhu testování přístroj zaznamenává časovou křivku dat kožně-galvanické reakce. Křivka vždy vychází z klidové hodnoty testovaného. Z důvodu, že každý jedinec má rozdílnou klidovou kožní vodivost, byl před každým testováním zesilovač kalibrován na individuální nulovou hodnotu. Křivky byly po testování uloženy a vyhodnoceny.

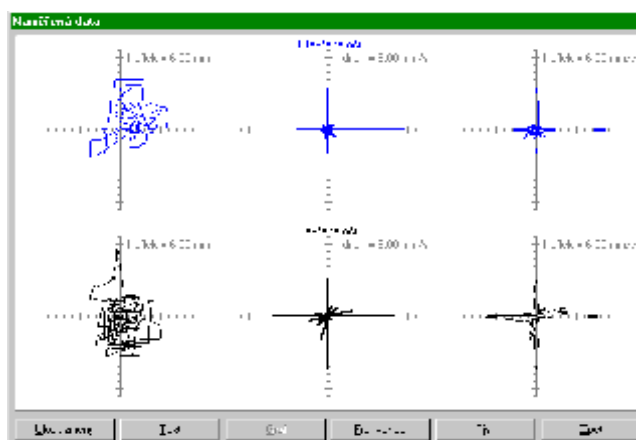
3.2 PŘÍSTROJ PRO MĚŘENÍ POSTURÁLNÍ STABILITY

Počítačový posturograf STP-03. Přístroj pro objektivní a opakovatelné diagnostikování periferních a centrálních poruch rovnováhy. Dále se používá pro aktivní trénink při léčení a rehabilitaci a pro koordinační testy. Měří statickou a dynamickou rehabilitaci. Součástí programu je také posturografická plošina (stabilometrická plošina).



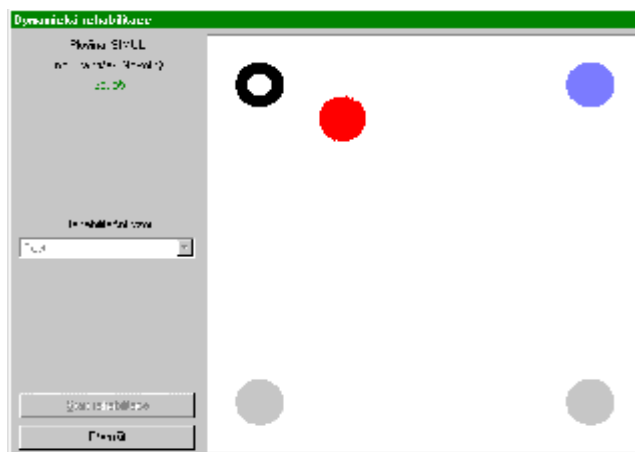
Obrázek 5: Posturografická plošina (Soukup, 2019)

Statická rehabilitace – pacient se snaží udržet bod svého těžiště ve středu obrazce. Používá se na test pro otevřené a zavřené oči.



Obrázek 6: Příklad statického testu otevřené a zavřené oči (<http://www.caretta.cz>)

Dynamická rehabilitace – Pacient se musí trefovat bodem představující jeho těžiště do zadaných bodů. Body si lze nastavit podle představ uživatele.



Obrázek 7: Příklad dynamického testu (<http://www.caretta.cz>)

3.3 TESTOVACÍ PROSTOR

Testování probíhalo v laboratoři zátěžové diagnostiky Fakulty pedagogické ZČU v Plzni. V laboratoři byly zajištěny klidové podmínky pro všechny testované, aby nic nenarušovalo průběh testování. Teplota v místnosti se pohybovala okolo 23°C. Testu byl přítomen examinátor a vedoucí práce.

Při testování byly používány dva počítače. Jeden snímal hladinu EDA a druhý zaznamenával údaje z posturografické plošiny.

3.4 TESTOVANÝ SOUBOR

Testovaný soubor se skládal ze 40 studentů Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni, z toho bylo 23 mužů a 17 žen. Studenti byli zaměřeni na obor tělesné výchovy. Nikdo ze zúčastněných předem netušil, jak daný test vypadá. Jejich výběr byl čistě náhodný a založený na základě jejich dobrovolnosti.

3.5 PRŮBĚH TESTOVÁNÍ

Po vstupu do laboratoře byl proband požádán, aby si vyzul boty a pohodlně se usadil na gauč. Na ukazováček a prsteníček levé ruky byly připnuty elektrody pro snímání EDA a ruka byla opřena o opěradlo gauče. Poté proběhla kalibrace přístroj na individuální nulu probanda.

Následovala první část testování, kdy examinátor začal snímat EDA probandovi, který pohodlně seděl a dostával úvodní informaci k následujícímu pretestu statické rehabilitace. Po zadání informace, bylo měření pozastaveno. Proband byl požádán, aby se přesunul na již zkalibrovanou posturografickou plošinu. Examinátor dotyčného na plošině srovnal, tak aby byly nohy 2-3 cm od sebe a zároveň na středu plošiny. Nyní následovali dva pretesty statické rehabilitace (SR) – otevřené, zavřené oči, každý z nich trval 20 vteřin. U obou testů byla snímána EDA (2. a 3. část měření).



Obrázek 8: Pretest otevřené a zavřené oči (Soukup, 2019)

Po testování se proband opět v klidu usadil (relaxace) a ve sluchátkách si poslechl nahrávku s instrukcemi k hlavnímu testu dynamické rehabilitace (DR). Opět byla měřena EDA.



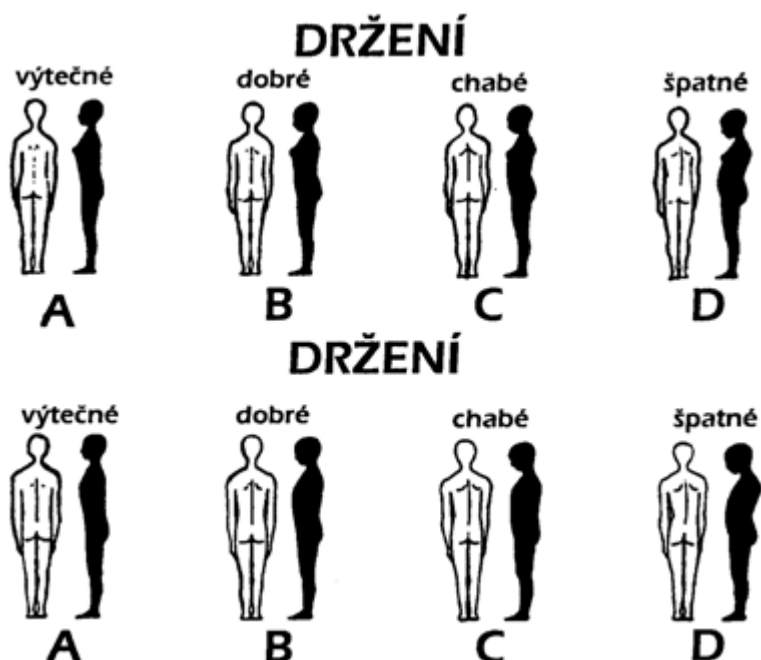
Obrázek 9: zadávání instrukcí k hlavnímu testu (Soukup, 2019)

Následovala poslední část testování a to dynamická rehabilitace. Proband se opět postavil na plošinu, tentokrát mohl mít širší stoj a vyzkoušel si nakláněním svého těžiště (červená tečka na monitoru) se dostat do nejvyššího a nejnižšího bodu na monitoru. Po zvládnutí této části, byl zapnut test, který čítal 15 takových to bodů. Dotyčný nesměl po dobu testu po plošině nijak pochodovat a opět mu byla snímána EDA.



Obrázek 10: Test dynamické rehabilitace (Soukup 2019)

V průběhu testování byla dále hodnocena postura testovaného jedince. Pro hodnocení postury jsem využil – hodnocení držení těla dle Kleina, Thomase a Mayera (Halamová, Nechvátalová, 2010).



Obrázek 11: hodnocení držení těla dle Kleina, Thomase a Mayera (Halamová, Nechvátalová, 2010).

Nastavené hodnocení:

- A = 1
- A-B = 2
- B = 3
- B-C = 4
- C = 5

Na závěr testování bylo probandovi poděkováno za jeho ochotu a všechna naměřená data byla uložena a zpracována.

4 INTERPRETACE VÝSLEDKŮ

Při zpracování výsledků jsem se nejdříve zaměřil na zpracování výsledků EDA. Pomocí programu LabChart 8 jsem získal variační rozpětí, směrodatnou odchylku, medián a pro mě nejpodstatnější průměrnou hodnotu aktivace EDA u každé z 5 částí testu každého testovaného jedince.

Dále jsem se zajímal o výkon v dynamickém testu, kde mě zajímala ujetá dráha, rychlost projetí a čas projetí. K ověření hypotézy jsem využil korelační analýzu a pro porovnání rozdílů mezi muži a ženami dvouvýběrový t-test pro porovnání průměrů. Pro hodnocení postury jsem využil – hodnocení držení těla dle Kleina, Thomase a Mayera (Halamová, Nechvátalová, 2010).

Zkratky použité v grafech a tabulkách:

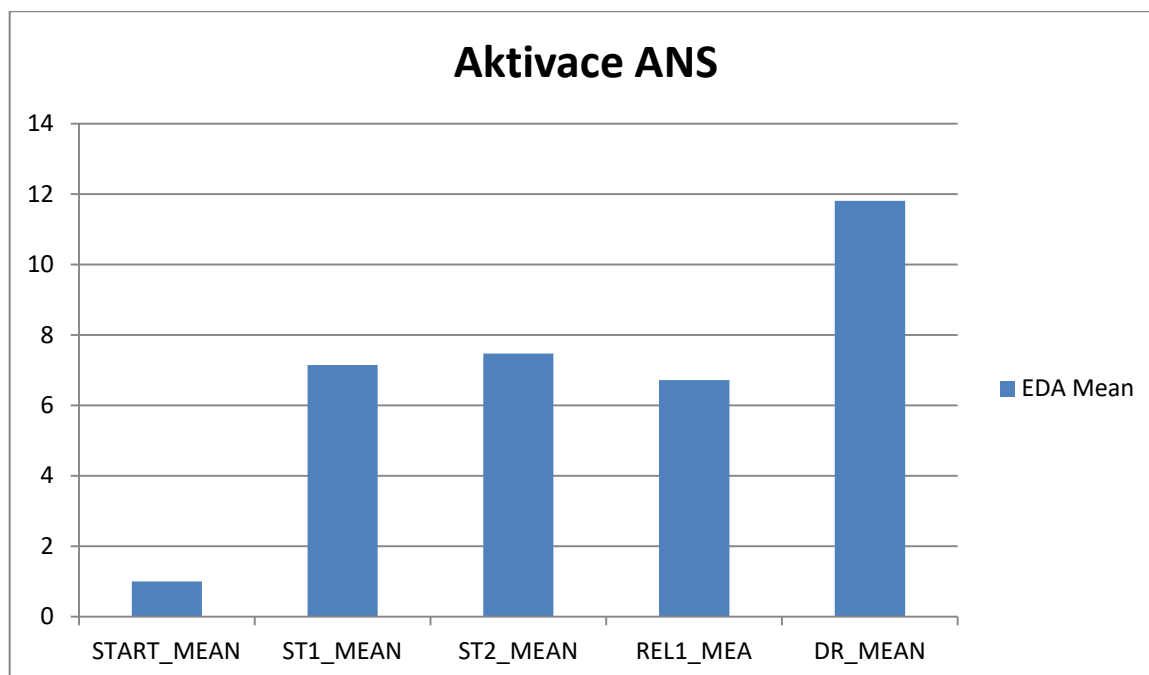
- START_MEAN – Průměrná hodnota EDA při úvodní informaci
- ST1_MEAN – Průměrná hodnota EDA při stojí otevřené oči
- ST2_MEAN – Průměrná hodnota EDA při stojí zavřené oči
- REL1_MEAN – Průměrná hodnota EDA při relaxaci
- DR_MEAN – Průměrná hodnota EDA při DR
- EDA_MEAN – Průměrná hodnota EDA
- DR_TIME – Doba trvání DR
- PG_DRAHA – Ujetá dráha při DR
- PG_MEAN – Průměrná rychlost projetí při DR
- POSTURE – Postura (vzpřímené držení těla)

4.1 Vyhodnocení výsledků

4.1.1 Aktivace ANS

Jako 1. jsem vyhodnotil průměrnou hladinu aktivace autonomní nervové soustavy celé skupiny ve všech 5 částech testu.

Graf 1: Průměr průměrných hodnot aktivace ANS



Z grafu můžeme vyčíst, že při vstupní informaci, kdy probandi pouze v klidu sedí a poslouchají, nám EDA vykazuje jen mírnou aktivitu a její hodnota se pohybuje kolem 1. Za to při statickém testu s otevřenými očima nám její hodnota vyšplhala nad 7 a při zavřených očích ještě lehce stoupla. Po té mírně klesá při relaxaci a poslechu instrukcí k dynamickému testu, při kterém nám aktivace, ale opět stoupá a skoro dosahuje hodnoty 12 (viz. tabulka č.1)

Tabulka 1: Průměr průměrných hodnot aktivace ANS

	EDA_MEAN
START_ME	1,0057
ST1_MEAN	7,1425
ST2_MEAN	7,4735
REL1_MEA	6,7218
DR_MEAN	11,8058

Podle těchto čísel můžeme říci, že se stoupajícími výkony člověka, roste i jeho aktivace ANS a při klidném stavu zase naopak klesá.

4.1.2 ROZDÍLY MUŽI X ŽENY

V této kapitole zhodnotíme rozdíly mezi muži a ženami a to v jejich aktivaci ANS, výkonu v testu dynamické rehabilitace a jejich postuře. Zde pro porovnání použijeme data z dvouvýběrového t-testu a určíme jejich statistickou významnost p. Je zde hodnoceno 23 mužů a 17 žen, což mohlo měření ovlivnit.

Tabulka 2: Rozdíl průměru průměrných hodnot aktivace ANS

	Průměr muži	Průměr ženy	t	p	Četnost muži	Četnost ženy
START_MEAN	1,0617	0,93	0,12632	0,900144	23	17
ST1_MEAN	8,8861	4,7835	2,43348	0,019768	23	17
ST2_MEAN	9,8265	4,29	2,47468	0,017913	23	17
REL1_MEA	7,7745	5,3594	1,32347	0,1938	23	17
DR_MEAN	14,0204	8,8094	1,90706	0,064093	23	17

V tabulce 2 můžeme vidět, že muži měli ve všech částech testu vyšší elektrodermální aktivitu než ženy. Dále z tabulky můžeme vyzorovat, že rozdíly ve statických testech a dynamickém testu jsou pro nás statisticky významné (tučné číslice).

Tabulka 3: Výkon v testu dynamické rehabilitace

	Průměr muži	Průměr ženy	t	p	Četnost muži	Četnost ženy
DR_TIME	43,1087	41,2924	0,74662	0,459889	23	17
PG_DRAHA	770,9364	705,7747	1,47273	0,14928	23	17
PG_MEAN	19,2959	16,8147	2,19875	0,034226	23	17

Tabulka číslo 3 nám poukazuje na to, jaký podali muži a ženy výkon v testu dynamické rovnováhy. Vidíme, že muži mají opět vyšší čísla než ženy, ale z hlediska výkonu, zde byli pouze rychlejší. Ženy mají nižší průměrný čas a zároveň mají ujetou i

kratší dráhu, což je v tomto případě ta lepší varianta. Zde je pro nás statisticky významná pouze průměrná rychlost (tučné číslice).

Tabulka 4: Průměrná postura

	Průměr muži	Průměr ženy	t	p	Četnost muži	Četnost ženy
POSTURE	2,0909	2,5882	-1,83948	0,073879	23	17

V tabulce 4 je hodnocené vzpřímené držení těla, které bylo hodnoceno dle Kleina, Thomase a Mayera. Čísla nám zde říkají, že muži mají lepší držení těla než ženy, ale v testech rovnováhy, se to nijak neprojeví. Dále nám zde vychází, že je pro nás postura statisticky významná. Dále také můžeme říci, že nám postura nijak neovlivnila výkon v testu rovnováhy (viz tabulka 8 v příloze).

4.1.3 TESTOVÁNÍ HYPOTÉZY

„Předpokládáme, že úroveň aktivace autonomní nervové soustavy, významně ovlivní výkon v rovnováhovém testu“.

Tabulka 5: vztah aktivace ANS a výkonu v testu

	TIME_DR	PG_DRAHA	PG_MEAN
DR_MEAN	0,05	0,14	0,22

V tabulce můžeme vidět, že se hypotéza nepotvrdila a aktivace autonomní nervové soustavy nesouvisí s výkonem v rovnováhovém testu. Aktivace je minimální a nijak ho neovlivňuje.

5 DISKUZE

Na úvod bych chtěl upozornit na některé skutečnosti, které mohli ovlivnit naměřené hodnoty. Při měření elektrodermální aktivity jsme se snažili zamezit všem faktorům, které by mohly nějakým způsobem ovlivnit výsledky. Kalibrovali jsme vždy každému jedinci přístroj na jeho individuální nulu a snažili se vytvořit klidové podmínky pro testování, některé individuální faktory, ale bohužel nejdou ovlivnit. Připojení elektrod na prsty ruky, bylo vždy důkladně provedeno, ale například u některých dívek s menší rukou byl problém v jejich udržení, i přes utažení pásku na doraz. To mohlo vést k nevědomému přitlačování elektrod k podložce nebo při testu rovnováhy, kdy ruka volně visela podél těla a kabely byly prověšené, k přitlačování ruky k tělu, aby elektrody z prstů nesklouzly. Dále testovaná skupina z řad Fakulty pedagogické, která čítala 40 probandů, nebyla rovnoměrně vyvážená, testováno bylo 23 mužů a 17 dívek. Byli testováni na základě jejich dobrovolnosti, a proto nevíme, v jakém psychickém či fyzickém rozpoložení se zrovna nacházeli. Proto výzkumný vzorek neshledávám za reprezentativní.

Testování jinak probíhalo bez komplikací. Testovaná osoba vždy plně spolupracovala, splnila zadané úkoly a v klidu odcházela. Veškeré naměřené údaje byly zpracovávány a ukládány do tabulek. Po ukončení měření byly údaje dále zpracovány a vyšli z nich data, které jsem v této práci prezentoval.

Na základě naměřených dat, se hypotéza „**Předpokládáme, že úroveň aktivace autonomní nervové soustavy, významně ovlivní výkon v rovnováhovém testu**“ nepotvrdila (viz tabulka 5). Zvolením rovnováhového testu jsme chtěli aktivovat ANS, což se nám zdařilo, ale na výkon to nemělo žádný vliv. Test probíhal na studentech Fakulty pedagogické z oboru tělesná výchova, u kterých se předpokládá, že by měli být fyzicky a psychicky zdatnější než ostatní. Je tedy možné, že kdyby se zvolil náročnější rovnováhový test a testování by nebyli sportovci, možná by se určitý vztah mezi aktivací a výkonem objevil, o tom však tady zatím můžeme jen polemizovat.

Z dat, která jsme naměřili v grafu 1, můžeme vyvodit, že se vzrůstající zátěží nám roste i elektrodermální aktivita. V tabulce 2 a 3, můžeme vyzorovat, že ženy mají nižší aktivaci ANS než muži. Dále měli kratší dráhu a časově byly rychlejší. Muži oproti tomu

měli vyšší aktivaci ANS a v testu se pohybovali rychleji. Je tu možnost, že ženy byli při testu klidnější a pečlivější. Oproti tomu muži se snažili test dokončit co nejrychleji a byli méně trpěliví. Ovšem držení těla měli muži lepší než ženy, které jak už víme, nijak neovlivňovalo výkon v testu.

U porovnání mužů a žen dvouvýběrovým t-testem se ukázalo, že některé hodnoty se nám jeví jako statisticky významné, jak můžeme vidět v tabulce 2,3,4 a 7 (viz příloha). Dále bylo dokázáno, že nám aktivace ANS nijak zásadně nekoreluje s výkonem ani jedné části testu rovnováhového testu (viz tabulka 8 v příloze).

6 ZÁVĚR

V této práci jsem se pokusil zjistit, zda aktivace autonomní nervové soustavy bude mít vliv na výkon v testu rovnováhových schopností. Hodnotili jsme zde také posturu probanda.

Po zpracování a vyhodnocení všech nasbíraných dat mohu říci, že aktivace autonomní nervové soustavy neměla vliv na výkon v testu rovnováhových předpokladů. Nebyl mezi nimi zaznamenán, žádný výraznější vztah a výkon tedy nebyl ovlivněn. Stanovená hypotéza před začátkem výzkumu tedy nebyla potvrzena.

I přes nepotvrzení daná hypotézy můžeme z naměřených dat říci, že ženy měly při testování aktivaci autonomní nervové soustavy nižší než muži. Dále jsme zjistili, že při testu dynamické rehabilitace měly ženy, ujetou kratší dráhu a měly lepší čas než muži. Ti měli pouze vyšší průměrnou rychlost. Z hodnocení postury vyšlo, že muži měli lepší vzpřímené držení těla než ženy. Z hlediska postury, průměrné rychlosti a aktivaci ANS v testu statické a dynamické rehabilitace mezi muži a ženami můžeme říci, že byly shledány statisticky významné rozdíly.

Vzhledem k nedostatečnému rozsahu výzkumného souboru neleze prezentované výsledky zobecnit. Myslím si ovšem, že pokud byl výzkum aplikován na reprezentativní soubor sportujících jedinců, tak by výsledky byly podobné.

Chtěl bych poděkovat vedoucímu mé práce za umožnění výzkumu. Výzkum mě obohatil o nové zkušenosti a vědomosti. Měření elektrodermální aktivity pro mě byla nová a velice užitečná zkušenost, při které jsem mohl pozorovat, jak má každý jedinec aktivaci nervové soustavy při určité reakci zcela individuální.

7 RESUMÉ

Tato práce pojednává o vztahu autonomní nervové soustavy a výkonu v testu rovnováhových předpokladů. V teoretické části se zaměřuji na popis nervové soustavy, posturální stability, rovnováhy, elektrodermální aktivity a kůže. V metodologické části popisuji přístroje potřebné pro testování 40 probandů a celkový průběh výzkumu. Dále interpretuji a hodnotím získaná data. Z výzkumu vyplívá, že aktivace autonomní nervové soustavy nijak neovlivňuje výkon v rovnováhovém testu a tedy na sobě nejsou závislí.

8 SUMMARY

This work deals with the relationship between the autonomic nervous system and the performance in the equilibrium assumption test. The theoretical part focuses on the description of the nervous system, postural stability, balance, electrodermal activity and skin. In the methodological part I describe the devices needed for testing 40 probands and the overall research. Next I interpret and evaluate the obtained data. The research suggests that the activation of the autonomic nervous system does not affect the performance of the equilibrium test and thus does not depend on each other.

9 SEZNAM LITERATURY

1. BOUCSEIN, W. *Electrodermalactivity*. New York: Plenum, 1992.
2. ČELIKOVSKÝ, Stanislav. *Antropomotorika: teorie tělesných cvičení*. 2. vyd. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 1977
3. DYLEVSKÝ, Ivan. *Funkční anatomie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-3240-4.
4. DYLEVSKÝ, Ivan. *Základy funkční anatomie*. Olomouc: Poznání, 2011. ISBN 978-80-87419-06-9.
5. HALADOVÁ, Eva a Ludmila NECHVÁTALOVÁ. *Vyšetřovací metody hybného systému*. Vyd. 3., nezměn. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2010. ISBN 978-80-7013-516-7.
6. IRMIŠ, F. *Temperament a autonomní nervový systém: diagnostika, psychosomatika, konstituce, psychofyziologie*. Praha: Galén, 2007.
7. KASA, Július, Karel MĚKOTA, M BELEJ a Stanislav ČELIKOVSKÝ. *Antropomotorika. I a [Čelikovský, 1985]*. Vyd. 1. V Košiciach: Rektorát Univerzity P.J. Šafárika, 1985.
8. KOPECKÝ, Miroslav a Martina CICHÁ. *Somatologie pro učitele*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2005. ISBN 80-244-1072-9
9. KOPECKÝ, Miroslav. *Somatologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2010. ISBN 978-80-244-2271-8.
10. LINC, Rudolf a Alena DOUBKOVÁ. *Anatomie hybnosti*. Praha: nakladatelství H a H, 1993. české učebnice.
11. MACHOVÁ, Jitka. *Biologie člověka pro speciální pedagogy*. 2. vyd. Ilustroval Danuše TICHÁ. Praha: Karolinum, 1994. ISBN 80-7066-980-2.
12. MACHOVÁ, Jitka. *Biologie člověka pro učitele*. V Praze: Karolinum, 2005. ISBN 80-7184-867-0.
13. MERKUNOVÁ, Alena a Miroslav OREL. *Anatomie a fyziologie člověka pro humanitní obory*. Praha: Grada, 2008. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-1521-6.
14. MĚKOTA, K.- BLAHUŠ, P.: *Motorické testy v tělesné výchově*. Praha, SPN 1983.
15. Vařeka, I. (2002a). Posturální stabilita (I.část): Terminologie a biomechanické principy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 9(4), 115-121.

16. Suchomel, T. (2006). Stabilita v pohybovém systému a hluboký stabilizační systém - podstata a klinická východiska. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 3, 112-124.
17. Suchomel, T. (2006). Stabilita v pohybovém systému a hluboký stabilizační systém - podstata a klinická východiska. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 3, 112-124.
18. UHERÍK, A. Bioelektrická aktivita kůže. Bratislava: Vydavateľstvo SAV, 1965.
19. VÉLE, František. *Kineziologie posturálního systému*. Praha: Karolinum, 1995. ISBN 80-7184-100-5
20. VÉLE, František. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Vyd. 2., (V Tritonu 1.). Praha: Triton, 2006. ISBN 80-7254-837-9.
21. <http://www.caretta.cz>

10 SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK, GRAFŮ

10.1 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Schéma parasympatických a sympatických vláken (Kopecký, 2010)	10
Obrázek 2: Stavba kůže (Kopecký, Cihá, 2005)	19
Obrázek 3: Potní žlázy (http://dentalday.wikispaces.com/)	20
Obrázek 4: Přístroj ADInstruments PowerLab 8/30 a ML 116 GSR Amp (Soukup 2019)	21
Obrázek 5: Posturografická plošina (Soukup, 2019).....	22
Obrázek 6: Příklad statického testu otevřené a zavřené oči (http://www.caretta.cz)	22
Obrázek 7: Příklad dynamického testu (http://www.caretta.cz).....	23
Obrázek 8: Pretest otevřené a zavřené oči (Soukup, 2019).....	24
Obrázek 9: zadávání instrukcí k hlavnímu testu (Soukup, 2019).....	25
Obrázek 10: Test dynamické rehabilitace (Soukup 2019).....	26
Obrázek 11: hodnocení držení těla dle Kleina, Thomase a Mayera (Halamová, Nechvátalová, 2010).	27

10.2 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Průměr průměrných hodnot aktivace ANS	29
Tabulka 2: Rozdíl průměru průměrných hodnot aktivace ANS	30
Tabulka 3: Výkon v testu dynamické rehabilitace	30
Tabulka 4: Průměrná postura.....	31
Tabulka 5: vztah aktivace ANS a výkonu v testu.....	31
Tabulka 6: Naměřené hodnoty jednotlivých probandů	I
Tabulka 7: T-test a statistická významnost.....	II
Tabulka 8: Korelace.....	II

10.3 SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Průměr průměrných hodnot aktivace ANS	29
-----------------------------------------------------	----

11 PŘÍLOHY

Tabulka 6: Naměřené hodnoty jednotlivých probandů

	pohlaví	start EDA	st1 EDA	st 2 EDA	relax EDA	DR EDA	DR	DR	DR	postura	Otevřen. O.	Zavřené O.
	M=1, Ž=0	průměr	průměr	průměr	průměr	průměr	čas	dráha	rychlost			
Proband 1	0	-1,24	4,16	2,74	1,67	7,29	42,50	569,31	15,47	3	0,13	0,24
Proband 2	0	1,35	9,47	11,68	10,43	16,19	37,10	548,66	11,05	2	0,17	0,14
Proband 3	0	1,88	9,07	7,88	12,28	15,94	43,90	657,72	17,74	3	0,19	0,20
Proband 4	1	1,83	5,87	4,14	5,32	9,13	58,90	794,01	13,99	2	0,19	0,14
Proband 5	0	0,21	3,58	6,01	5,74	10,66	37,00	825,07	17,71	4	0,21	0,26
Proband 6	1	0,01	4,29	4,81	8,96	12,78	51,00	672,90	18,25	2	0,28	0,43
Proband 7	0	0,59	2,32	1,11	4,78	6,77	38,80	796,32	18,35	5	0,21	0,30
Proband 8	0	1,84	3,58	3,50	3,91	7,52	35,40	719,31	12,36	2	0,16	0,24
Proband 9	1	2,13	5,45	5,37	4,27	4,91	46,20	883,12	23,92	4	0,09	0,22
Proband 10	1	2,84	4,03	2,51	6,65	7,25	43,50	833,35	16,29	3	0,20	0,28
Proband 11	1	-2,88	11,71	14,99	13,42	6,78	48,00	778,76	20,18	3	0,32	0,22
Proband 12	1	-0,03	16,79	29,36	22,48	35,22	47,60	782,13	22,23	2	0,14	0,20
Proband 13	1	1,00	4,81	5,12	6,15	8,02	39,10	656,75	14,35	3	0,12	0,12
Proband 14	0	-2,26	7,15	4,59	0,24	13,16	55,50	816,29	19,09	2	0,15	0,18
Proband 15	1	-2,87	11,71	15,02	13,42	40,96	45,55	875,43	19,50	2	0,24	0,31
Proband 16	1	-0,03	16,77	29,41	22,49	35,22	47,65	751,37	15,83	2	0,26	0,46
Proband 17	1	0,02	4,61	5,66	3,92	8,67	35,45	538,71	15,72	1	0,48	0,20
Proband 18	1	-4,19	16,99	14,11	3,81	19,32	29,85	721,53	24,80	3	0,23	0,28
Proband 19	1	1,01	4,80	5,12	6,16	8,02	39,20	814,40	22,08	2	0,08	0,20
Proband 20	0	-2,26	7,15	4,59	0,23	13,16	55,55	1059,14	19,22	2	0,17	0,34
Proband 21	0	3,27	2,28	2,70	1,89	-1,31	54,55	748,16	13,80	2	0,19	0,25
Proband 22	1	-0,39	-1,75	-4,05	-3,45	1,54	48,25	728,23	15,28	3	0,62	0,22
Proband 23	0	0,78	2,46	2,11	3,35	6,24	32,85	510,04	15,68	2	0,17	0,21
Proband 24	1	0,49	9,79	7,51	4,71	11,82	37,40	603,28	16,18	2	0,20	0,48
Proband 25	1	0,90	12,96	10,02	4,66	8,78	50,40	1102,18	22,02	1	0,15	0,32
Proband 26	1	9,34	22,87	25,26	9,49	19,62	36,80	765,60	20,90	1	0,15	0,45
Proband 27	0	0,21	-0,96	-0,89	2,66	2,43	45,40	718,94	15,93	2	0,21	0,34
Proband 28	1	2,26	8,51	9,64	7,88	13,63	46,65	708,86	15,26	2	0,10	0,14
Proband 29	1	1,26	10,19	9,76	8,74	15,53	29,50	748,21	25,47	1	0,09	0,24
Proband 30	1	-1,17	-1,81	-1,12	0,60	8,25	32,50	664,53	20,54	2	0,14	0,20
Proband 31	0	1,63	4,81	4,09	5,89	7,38	43,35	722,90	16,70	3	0,12	0,15
Proband 32	1	-0,34	8,04	8,29	8,71	14,65	42,00	1110,21	26,48	2	0,17	0,28
Proband 33	0	-1,24	-1,11	-1,66	-1,47	1,97	41,40	681,82	16,53	2	0,22	0,30
Proband 34	0	-0,12	4,55	5,24	8,83	11,39	36,67	648,81	17,78	3	0,11	0,09
Proband 35	0	10,04	9,20	10,35	17,64	15,06	35,00	699,81	20,04	2	0,19	0,21
Proband 36	0	0,68	0,53	-0,05	2,63	2,24	34,00	742,35	22,32	2	0,23	0,15
Proband 37	0	0,45	13,08	8,94	10,41	13,67	33,00	533,52	16,08	3	1,43	0,17
Proband 38	1	1,16	4,49	4,31	3,65	5,18	42,10	596,51	14,22	1	0,17	0,24
Proband 39	1	12,51	9,62	8,29	9,00	10,99	39,70	830,53	21,02	2	0,28	0,15
Proband 40	1	-0,44	13,64	12,48		16,20	54,20					

Tabulka 7: T-test a statistická významnost

	Průměr muži	Průměr Ženy	t	p	Počet Muži	Počet Ženy
START_MEAN	1,0617	0,93	0,12632	0,900144	23	17
ST1_MEAN	8,8861	4,7835	2,43348	0,019768	23	17
ST2_MEAN	9,8265	4,29	2,47468	0,017913	23	17
REL1_MEA	7,7745	5,3594	1,32347	0,1938	22	17
DR_MEAN	14,0204	8,8094	1,90706	0,064093	23	17
TIME_DR	43,1087	41,2924	0,74662	0,459889	23	17
PG_DRAHA	770,9364	705,7747	1,47273	0,14928	22	17
PG_MEAN	19,2959	16,8147	2,19875	0,034226	22	17
POSTURE	2,0909	2,5882	-1,83948	0,073879	22	17
OTEVŘENÉ O.	0,2136	0,2506	-0,51166	0,611927	22	17
ZAVŘENÉ O.	0,2627	0,2218	1,35622	0,183247	22	17

Tabulka 8: Korelace

	SEX	START MEAN	ST1 MEAN	ST2 MEAN	REL1 MEA	DR MEAN	DR TIME	PG DRAHA	PG MEAN	POSTURE	OTEVŘ. O.	ZAVŘENÉ O.
SEX	1	0,04	0,41	0,42	0,27	0,32	0,07	0,24	0,37	-0,31	-0,13	0,23
START_MEAN	0,04	1	0,17	0,12	0,23	-0,09	-0,13	-0,01	-0,01	-0,18	-0,05	-0,07
ST1_MEAN	0,41	0,17	1	0,9	0,64	0,71	0,01	0,18	0,31	-0,21	0,17	0,29
ST2_MEAN	0,42	0,12	0,9	1	0,81	0,81	0,05	0,13	0,23	-0,2	0,05	0,29
REL1_MEA	0,27	0,23	0,64	0,81	1	0,74	0,01	0,01	0,13	-0,02	0,13	0,07
DR_MEAN	0,32	-0,09	0,71	0,81	0,74	1	0,05	0,14	0,22	-0,14	0,05	0,26
TIME_DR	0,07	-0,13	0,01	0,05	0,01	0,05	1	0,46	-0,16	-0,05	-0,19	0,14
PG_DRAHA	0,24	-0,01	0,18	0,13	0,01	0,14	0,46	1	0,57	0	-0,28	0,21
PG_MEAN	0,37	-0,01	0,31	0,23	0,13	0,22	-0,16	0,57	1	-0,02	-0,14	0,1
POSTURE	-0,31	-0,18	-0,21	-0,2	-0,02	-0,14	-0,05	0	-0,02	1	0,09	-0,18
OTEVŘENÉ O.	-0,13	-0,05	0,17	0,05	0,13	0,05	-0,19	-0,28	-0,14	0,09	1	-0,05
ZAVŘENÉ O.	0,23	-0,07	0,29	0,29	0,07	0,26	0,14	0,21	0,1	-0,18	-0,05	1