

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

VLIV VIBROAKUSTICKÉ TERAPIE S KONSTANTNÍ AMPLITUDOU
NA AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM

Diplomová práce

Autor: Bc. & Bc. Zuzana Jedličková, Aplikované pohybové aktivity

Vedoucí práce: PaedDr. Zbyněk Janečka, Ph.D.

Olomouc 2021

Jméno a příjmení autora: Zuzana Jedličková

Název diplomové práce: Vliv vibroakustické terapie s konstantní amplitudou na autonomní nervový systém

Pracoviště: Katedra aplikovaných pohybových aktivit

Vedoucí diplomové práce: PaedDr. Zbyněk Janečka, Ph.D.

Rok obhajoby: 2021

Abstrakt: Cílem diplomové práce je posoudit vliv vibroakustické terapie (VAT) na autonomní nervový systém. Výzkumná část se věnovala porovnání výsledků hodnot variability srdeční frekvence v průběhu intervence VAT a kontrolnímu měření lehu. Obě měření obsahovala poslech zvuků přírody (zvuky lesa). VAT je založena na působení nosného modulačního signálu 40 Hz s konstantní amplitudou. Výzkumu se zúčastnilo 22 probandů. Data byla vyhodnocena na základě hodnot variability srdeční frekvence, která byla zaznamenávána na sporttester Polar V800. Délka působení intervence byla 20 minut. Pro vyhodnocování výsledků byl tento časový úsek rozdělen na čtyři pětiminutové části. Na základě výsledků bylo stanoveno, že u žádné hodnocené proměnné v průběhu intervence VAT ani kontrolního lehu nebyly nalezeny statisticky významné změny. Proto se vypočítal aritmetický průměr a směrodatná odchylka z celkové délky intervence. U srdeční frekvence byl zjištěn signifikantní nárůst hodnot v případě intervence VAT (66 ± 11 tepů/min) ve srovnání s kontrolním lehem (64 ± 10 tepů/min). Intervence VAT ($0,0 \pm 1,0$) způsobuje statisticky významný ($p = 0,001$) přesun aktivity na stranu sympatiku ve srovnání s kontrolním lehem. U proměnných Ln (přirozený logaritmus) LF ($p = 0,107$) a Ln HF ($p = 0,087$) nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi intervencí VAT a kontrolním lehem. Výsledkem působení VAT je zvýšení aktivity sympatické části autonomního nervového systému.

Klíčová slova: autonomní nervový systém, vibroakustická terapie, variabilita srdeční frekvence, relaxace, stimulace

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Author's first name and surname: Zuzana Jedličková

Title of the thesis: The influence of the vibroacoustic therapy with constant amplitude on the autonomic nervous system

Department: Department of adapted physical activity

Supervisor: PaedDr. Zbyněk Janečka, Ph.D.

The year of presentation: 2021

Abstract: The thesis aims at the influence of vibroacoustic therapy (VAT) on the autonomic nervous system. In the experimental part there are heart rate variability measurements during VAT compared with the supine lying position. Both measurements consisted of listening to the sounds of the nature (sounds of the forest). VAT is based on stand-alone frequency at 40 Hz with constant amplitude. The research was conducted on 22 participants. The results were processed based on the HRV. HRV values were gained using Polar V800 sport tester. The intervention time was 20 minutes. Results were interpreted using 4 intervals (5 minutes each) of the 20 minutes session. Based on the results it was stated that there are no statistically significant differences in the results between VAT intervention and controled laying. Therefore there was the arithmetic mean and the standard deviation calculated from the whole intervention. At the heart rate there was found significant increment of values in favour of VAT (66 ± 11 beats per minute) campared to controled laying (64 ± 10 beats per minute). According to the results the VAT intervention causes statisticsally significant increase in the sympathetic nervous system compared to control laying. There were not found any statistically significant differences in the variables Ln (natural logarithm) LF ($p = 0.107$) and Ln HF ($p = 0.087$) between VAT intervention and control laying. VAT therapy results is increase in sympathetic activity of the autonomic nervous system.

Keywords: autonomic nervous system, vibroacoustic therapy, heart rate variability, relaxation, stimulation

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně s odbornou pomocí PaedDr. Zbyňka Janečky, Ph.D., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a řídila se zásadami vědecké etiky.

V Olomouci dne 7. 7. 2021

.....

Děkuji panu PaedDr. Zbyňku Janečkovi, Ph.D. za dohled a vedení této diplomové práce. Ráda bych poděkovala Mgr. Zdeňkovi Vilímkovi a doc. Mgr. Jiřímu Kantorovi za cenné rady a připomínky, které mi poskytli při psaní této práce. Dále bych chtěla poděkovat RNDr. Jakobovi Krejčímu, Ph.D. za reporty a zpracování dat k této práci a doc. PhDr. Michalu Botkovi, Ph.D. za podněty při zpracování dat o variabilitě srdeční frekvence v celém výzkumu.

OBSAH

| | |
|--|----|
| ÚVOD | 8 |
| 1 PŘEHLED POZNATKŮ | 9 |
| 1.1 Autonomní nervový systém | 9 |
| 1.1.1 Centrální část autonomního nervového systému | 10 |
| 1.1.2 Periferní část autonomního nervového systému | 11 |
| 1.1.3 Mediátory ANS | 11 |
| 1.1.4 Sympatikus (pars sympatikus) | 12 |
| 1.1.5 Parasympatikus (pars sympatikus) | 12 |
| 1.2 Variabilita srdeční frekvence | 14 |
| 1.2.1 Vliv ANS na srdeční činnost | 16 |
| 1.2.2 Hodnocení variability srdeční frekvence | 16 |
| 1.2.2.1 Hodnocení VSF časovou analýzou | 17 |
| 1.2.2.2 Hodnocení VSF frekvenční analýzou | 17 |
| 1.3 Zvuk a jeho možnosti využití | 18 |
| 1.3.1 Zvuk | 18 |
| 1.3.2 Vibroakustická terapie | 19 |
| 1.3.2.1 Podmínky terapie | 19 |
| 1.3.3 Vývoj vibroakustické techniky | 21 |
| 1.3.3.1 Vibroakustická jednotka | 23 |
| 1.3.4 Účinky vibroakustické terapie | 24 |
| 2 CÍLE A HYPOTÉZY | 27 |
| 2.1 Cíl | 27 |
| 2.2 Dílčí cíle | 27 |
| 2.3 Hypotézy | 27 |
| 3 METODIKA | 28 |
| 3.1 Výzkumný soubor | 28 |

| | |
|--------------------------------------|----|
| 3.2 Organizace výzkumu | 29 |
| 3.3 Sběr dat | 30 |
| 3.4 Vyhodnocení dat | 34 |
| 3.5 Statistické zpracování dat | 34 |
| 4 VÝSLEDKY | 35 |
| 5 DISKUZE | 39 |
| 6 ZÁVĚR | 43 |
| SOUHRN | 44 |
| SUMMARY | 45 |
| SEZNAM ZKRATEK | 46 |
| REFERENČNÍ SEZNAM | 47 |
| PŘÍLOHY | 53 |

ÚVOD

Lidské tělo je ovlivňováno mnoha různými vnějšími a vnitřními podněty, se kterými se musí vyrovnat. Reaguje na ně různými mechanismy. Cílem těchto mechanismů a dějů je udržovat stálost vnitřního prostředí neboli homeostázu. Je to základ pro správné fungování organismu. Na řízení těchto dějů se podílí hlavně centrální nervová soustava, hormonální systém a autonomní nervový systém. V této diplomové práci je zaměřena pozornost na autonomní nervový systém a jeho možnost ovlivnění skrze vibroakustickou terapii. Autonomní nervový systém (ANS) se funkčně dělí na dvě části. Obě tyto části spolu vzájemně spolupracují a mají výrazný vliv na lidský organismus. Sympatická část převládá, když je tělo v ohrožení nebo čelí nějaké akci a je potřeba zmobilizovat veškeré síly. Parasympatická část převládá, když tělo regeneruje, tráví, odpočívá a spí.

Vibroakustická terapie (VAT) je metoda, která působí pomocí zvuků a vibrací. Studie ukazují, že její vliv na lidský organismus je stimulační, relaxační a analgetický.

V této diplomové práci jsou zpracovány výsledné rozdíly mezi VAT založené na působení nosného modulačního signálu 40 Hz s konstantní amplitudou současně s poslechem zvuků přírody (zvuky lesa) a kontrolní intervencí, tedy kontrolním lehem (pouze poslech zvuků přírody bez působení VAT). Tato diplomová práce je třetím reportem z výzkumného projektu VAS, jehož cílem je výzkum účinku zvuků použitých v experimentu na lidský organismus. Tento výzkumný projekt má přinést objektivní data o vlivu VAT na autonomní nervový systém.

1 PŘEHLED POZNATKŮ

1.1 Autonomní nervový systém

Autonomní nervový systém (ANS) je složitý systém, který má na starost koordinovat fungování orgánů a systémů celého těla s cílem zachování homeostázy organismu (Botek, Krejčí, & McKune, 2017). Představuje dynamický řídicí systém, který citlivě reaguje na řadu podnětů (z vnějšího i vnitřního prostředí) a zajišťuje tak integritu organismu (Pumpřla, Sovová, & Howorka, 2014). Je přizpůsobený k poskytování okamžitých a dlouhotrvajících mimovolních odpovědí organismu (Botek, Neuls, Klimešová, & Vyhnánek, 2017). Činnost celého systému ovlivňuje základní biologické funkce: přijímání potravy, látkovou výměnu, cirkulaci, dýchání a další nezbytné funkce potřebné k životu (Šlamberová, 2015). Jde o součást periferního nervového systému, který inervuje hladkou svalovinu vnitřních orgánů, kůži, cévy a řídí činnost srdce a žláz (Volný, Halaj, Kachlík, & Hudák, 2015). Funkci ANS nejsme schopni kontrolovat vůlí (Silbernagl & Despopoulos, 2016; Šlamberová, 2015).

V periférii je ANS a somatický nervový systém anatomicky a funkčně oddělen. Ovšem v centrálním nervovém systému jsou mezi oběma složkami jistá propojení (Silbernagl & Despopoulos, 2016). Funkce autonomního nervového systému podléhá několika centrům, která jsou umístěna v hypotalamu, retikulární formaci, limbickém systému, prodloužené míše a pontu a v mozkové kůře (Botek, Neuls, Klimešová, & Vyhnánek, 2017; Šlamberová, 2015; Volný, Halaj, Kachlík, & Hudák, 2015). Výkonová složka ANS se skládá z visceromotorických vláken, která se dělí na pregangliová a postgangliová. Vzruch jde tedy z centrální nervové soustavy (CNS) nejméně přes dva neurony. Mezi vlákny se nachází autonomní ganglión, kde dochází k přepojení jednotlivých nervových vláken (Volný, Halaj, Kachlík, & Hudák, 2015). Pregangliová vlákna jsou myelinizovaná, vedou tedy nervový vzruch rychleji, než vlákna postgangliová, která myelinizovaná nejsou (Šlamberová, 2015). Autonomní reflexy mají delší dobu reakce, protože mají v průběhu zapojení více synapsí (Botek, Neuls, Klimešová, & Vyhnánek, 2017). Podstatou organizace ANS je reflexní oblouk. Nervové vzruchy vznikající ve viscerálních receptorech jsou vedeny aferentními dráhami do CNS. Zde jsou integrovány na různých úrovních a zpět jsou přenášeny skrze eferentní nervová vlákna (Ganong, 2005).

ANS je funkčně rozdělen na dvě části, sympatikus (pars sympatikus) a parasympatikus (pars parasympatikus) (Volný, Halaj, Kachlík, & Hudák, 2015). Tyto

složky se vzájemně ovlivňují, zvýšení aktivity sympatiku sníží vliv parasympatiku a obráceně (Šlamberová, 2015). Neexistuje jednotné pravidlo, podle kterého by byl jeden systém pouze stimulační a druhý tlumivý (Ganong, 2005). Většina vnitřních orgánů je inervována oběma systémy (Botek, Neuls, Klimešová, & Vyhnánek, 2017). Nervové vzruchy jsou přenášeny pomocí mediátoru. Mediátorem mezi pregangliovým a postgangliovým neuronem je acetylcholin (u sympatiku i parasympatiku). Mediátor mezi postgangliovým neuronem a efektoem je rozdílný. U sympatiku jsou nervové vzruchy převáděny většinou pomocí noradrenalinu a u parasympatiku je přenašečem acetylcholin (Šlamberová, 2015). Je zde i jedna zcela samostatná jednotka, která se podílí na funkci gastrointestinálního traktu. Jedná se o enterický nervový systém, který může být modulován vlivy ANS, proto je k němu někdy přiřazován (Šlamberová, 2015; Volný, Halaj, Kachlík, & Hudák, 2015).

1.1.1 Centrální část autonomního nervového systému

Činnost sympatické a parasympatické části ANS je koordinována z centrální nervové soustavy. Do řízení jsou zapojeny tyto struktury: mozková kůra, hypotalamus, retikulární formace mozkového kmene a spinální mícha (Šlamberová, 2015).

- **Mozková kůra:** Na funkci se podílí část mozkové kůry, která se řadí k limbickému systému (alokortex). Tato část ovlivňuje oběhový a dýchací systém (Ambler, 2006).

- **Hypotalamus:** Je funkčně spojený s limbickým systémem (Šlamberová, 2015). Jeho primární funkcí je udržování homeostázy (Ambler, 2006). Ovlivňuje tyto somatické a autonomní funkce: emoční chování, příjem potravy, termoregulaci a sexuální chování (Šlamberová, 2015). Ambler (2006) uvádí ještě tyto funkce: regulace látkové výměny, spánku, bdění, cévní inervace a vodní hospodářství. Mimo jiné je hypotalamus velmi důležitý pro řízení endokrinních funkcí (Ambler, 2006).

- **Mozkový kmen:** Zde jsou autonomní funkce řízeny jádry retikulární formace prodloužené míchy, Varolova mostu a středního mozku. Mozkový kmen odpovídá za funkce nezbytné k životu: dýchání, činnost srdce, činnost cév a příjem potravy (Šlamberová, 2015).

- **Spinální mícha:** Ve spinální míše se odehrávají autonomní reflexy a integrace somatických a vegetativních reakcí, které se dějí autonomním reflexním okruhem (Šlamberová, 2015).

1.1.2 Periferní část autonomního nervového systému

Periferní část ANS je rozdělena na dvě části (aferentní a eferentní). Aferentní část přivádí informace od vnitřních orgánů do CNS. Je tvořena viscerosenzitivními nervovými vlákny. Informace vedou z mechanoreceptorů, baroreceptorů, chemoreceptorů a nociceptorů, které jsou umístěny ve stěnách vnitřních orgánů. Jsou to nemyelinizovaná vlákna (typu C) s pomalou rychlostí vedení vzruchu. Těla těchto neuronů jsou uložena ve spinálních gangliích (Šlamberová, 2015).

Eferentní část odvádí informace z CNS k efektorům. Je z hlediska morfologického a funkčního rozdělena na dvě části: sympatikus a parasympatikus (Ambler, 2006). Většina orgánů je inervována oběma systémy. Účinek systémů bývá protichůdný nebo souhlasný (např. sekrece slin). O výsledném účinku rozhoduje okamžitý stav efektoru (Šlamberová, 2015).

1.1.3 Mediátory ANS

Přenos na synaptických spojeních je zprostředkován chemicky, pomocí mediátorů (Ganong, 2005). Jak je uvedeno výše, mediátorem v gangliu sympatiku a parasympatiku je acetylcholin. Acetylcholin se ještě vyskytuje v postgangliové eferentní části parasympatiku. Výjimkou u sympatiku jsou potní žlázy a hladká svalovina kapilár kosterního svalu, u kterých je rovněž mediátorem acetylcholin (Silbernagl & Despopoulos, 2016). Noradrenalin je mediátorem u zbytku postgangliové sympatické inervace (Šlamberová, 2015). V důsledku chemicky uvolňovaným mediátorům, lze ANS rozdělit na cholinergní a adrenergní část (Ganong, 2005).

Acetylcholin je syntetizován v terminální části axonu pomocí enzymu cholinacetyltransferázy. Díky vápenatým iontům dojde k přesouvání synaptických váčků s acetylcholinem směrem k presynaptické membráně. Vstup vápenatých iontů je iniciován akčním potenciálem. Membrány (presynaptická a postsynaptická) spolu splynou a acetylcholin je uvolněn do synaptické štěrbině. Tím se rozjede reakce přenosu informace k cílovému orgánu. Acetylcholin působí na různé typy receptorů. Receptory se dělí na dvě hlavní skupiny nikotinové a muskarinové acetylcholinové receptory. Acetylcholin je následně rozštěpen enzymem acetylcholinesterázou na acetát a cholin (Silbernagl & Despopoulos, 2016; Šlamberová, 2015).

Noradrenalin patří mezi katecholaminy. Je syntetizován z aminokyselin fenylalaninu a tyrozinu v presynaptické části axonu v synaptických váčcích. Mechanismus přenosu noradrenalinu je stejný jako u acetylcholinu (akční potenciál,

přenos vápenatých iontů a uvolnění noradrenalinu do synaptické štěrbině). Noradrenalin se váže na adrenergní receptory, které se rozdělují se dva typy: alfa-adrenoreceptory a beta-adrenoreceptory. Převážná část noradrenalinu se zpět naváže do terminálního axonu. Ukládá se znovu do synaptických váčků nebo je inaktivován enzymem monoaminoxidáza. Část noradrenalinu je ze synaptické štěrbině odvedena do krve a do jater, kde je také inaktivován (Silbernagl & Despopoulos, 2016; Šlamberová, 2015).

1.1.4 Sympatikus (pars sympatikus)

Centrální část je uložena v bočních rozích šedé hmoty míšních segmentů C8-L3 (Volný, Halaj, Kachlík, & Hudák, 2015). Ganglia sympatiku jsou uložena paralelně vedle páteře (paravertebrální ganglia). Vlákná sympatiku přestupují mezi jednotlivými etážemi ganglií. S tím je spojen i charakter účinku, který je spíše celkový např. změna tonu hladké svaloviny cév (Šlamberová, 2015).

Reakce, které jsou typické pro sympatikus, by se daly charakterizovat slovním spojením „útok nebo útěk“. Sympatikus je aktivován v situacích, kdy je větší spotřeba energie a je vyšší emoční vypětí (Šlamberová, 2015). Organismus se připravuje na zátěžovou situaci nebo nebezpečí (Botek, Neuls, Klimešová, & Vyhnánek, 2017). Hlavní činností sympatické části jsou katabolické reakce, které se pojí s uvolňováním energie. Sympatikus zvyšuje srdeční frekvenci, sílu stahu myokardu, rozšiřuje průdušky, zvyšuje krevní tlak (stimulací srdeční pumpy a zároveň zvýšením žilního návratu), redistribuuje krevní oběh ke kosterním svalům, srdci a mozku na úkor vnitřních orgánů a kůže, tlumí činnost gastrointestinálního traktu, mydriázu, zvyšuje pocení a naježí se kožní ochlupení (Šlamberová, 2015; Volný, Halaj, Kachlík, & Hudák, 2015).

1.1.5 Parasympatikus (pars sympatikus)

Podle umístění se rozděluje na dvě části, hlavovou a křížovou. Hlavová část parasympatiku se pojí s hlavovými nervy. Cannon-Boehmův bod je hranice parasympatické inervace mezi hlavovou a křížovou částí parasympatiku (Volný, Halaj, Kachlík, & Hudák, 2015). V hrudníku a v horní části břišní dutiny zajišťuje inervaci nervus vagus (Ganong, 2005). Křížová část parasympatiku je napojena na 2. – 4. křížový nerv (Volný, Halaj, Kachlík, & Hudák, 2015). Ganglia parasympatiku jsou v blízkosti cílového orgánu nebo přímo ve svalovině orgánu. S tím souvisí i charakter jeho účinku, který je převážně lokální (Šlamberová, 2015).

Hlavní činností parasympatické části jsou anabolické reakce, které souvisí s ukládáním energie (Volný, Halaj, Kachlík, & Hudák, 2015). Parasympatikus ovlivňuje a reguluje reakce související s relaxací a trávením. Jeho činnost převládá v klidu a bezpečí, zajišťuje zklidnění organismu po stresové situaci (Botek, Neuls, Klimešová, & Vyhnánek, 2017). Lze konstatovat, že aktivuje gastrointestinální systém, tzn., stimuluje sekreci žláz, zvyšuje motilitu žaludku, střev a dilatuje sfinktery (Šlamberová, 2015). Funkce parasympatiku jsou protichůdné proti funkcím sympatiku, tzn., zpomaluje srdeční frekvenci, zužuje průdušky, mióza při nadměrném osvětlení, podporuje peristaltiku trávicího systému a sekreci žláz (Volný, Halaj, Kachlík, & Hudák, 2015).

Pro lepší přehlednost a porozumění funkcí autonomního nervového systému je zde přiložena Tabulka 1.

Tabulka 1. Funkce sympatiku a parasympatiku (Botek, Neuls, Klimešová, & Vyhnánek, 2017)

| Děj, cílový orgán | Působení sympatiku | Působení parasympatiku |
|---------------------------|---|--|
| metabolismus | katabolické děje | anabolické děje |
| tělesná teplota | zvýšení | snížení |
| srdeční frekvence | zrychlení | zpomalení |
| koronární tepny | rozšíření | zúžení |
| krevní tlak | zvýšení | snížení |
| bronchy | rozšíření | zúžení |
| svalstvo trávicí trubice | útlum peristaltiky | zvýšení peristaltiky |
| žlázy trávicí trubice | snížení sekrece | zvýšení sekrece |
| svěrače (hladké svalstvo) | konstrikce | dilatace |
| svalovina žlučníku | snížení stahů | podpora stahů |
| sekrece žluči | snížení | zvýšení |
| produkce moči | snížení | zvýšení |
| močový měchýř | kontrakce svěrače relaxace stěny měchýře | relaxace svěrače kontrakce stěny měchýře |
| zornice | mydriáza (rozšíření) | mióza (zúžení) |
| oční víčka | široké rozevření | přivření |
| sekrece potu | zvýšení (řídký pot) | - |
| sekrece slin | snížení (husté sliny) | zvýšení (řídké sliny) |
| genitál (muž) | ejakulace | vazodilatace (erekce) |
| genitál (žena) | zvýšení kontrakcí dělohy, vejcovodu | vazodilatace (prokrvení zevního genitálu) |

1.2 Variabilita srdeční frekvence

Srdeční frekvence je pod vlivem autonomního nervového systému. Sympatická a parasympatická část ANS působí na srdeční frekvenci protichůdně. Dochází ke kolísání srdeční frekvence. Pro tento jev se vžil název variabilita srdeční frekvence (VSF). Variabilitu srdeční frekvence můžeme sledovat na elektrokardiogramu (EKG) jako časové rozestupy mezi jednotlivými R-R intervaly (neboli srdečními stahy). Kolísání klidové srdeční frekvence je způsobeno kolísáním aktivity ANS. Obecně by se dalo říci, že ke zpomalení srdeční frekvence dochází při zvýšení aktivity nervu vagu (tedy parasympatiku), nebo při poklesu aktivity sympatiku (anebo když se stanou obě reakce najednou). O zvýšené aktivitě vagu se říká, že je respiračně vázaná. V průběhu klidového výdechu dochází ke zvýšení aktivity vagu a snížení srdeční frekvence. Při nádechu je děj opačný (Botek, Neuls, Klimešová, & Vyhnánek, 2017; Opavský, 2017). Aktivita parasympatiku je utlumena a v důsledku toho se srdeční frekvence zvyšuje. Tento jev, kooperace pulmonálního a kardiovaskulárního systému je nazýván jako respirační sinusová arytmie (Botek, Neuls, Klimešová, & Vyhnánek, 2017). Výsledkem je, že srdeční činnost je významně ovlivněna vlákny nervu vagu (Bennaroch, 2014).

Organismus v klidu, po jídle a hlavně ve spánku je pod vyšším regulačním vlivem aktivity parasympatiku. Srdeční frekvence se snižuje a variabilita srdeční frekvence je výraznější. Opačný děj se odehrává, když je organismus ve stresu nebo v zátěži. Aktivita vagu klesá, zvyšuje se aktivita sympatiku. Výsledkem změny v ANS je vzestup srdeční frekvence a výrazný pokles VSF. Pokles variability srdeční frekvence můžeme u člověka sledovat i v klidových podmínkách, když je organismus člověka unavený nebo nemocný (Botek, Neuls, Klimešová, & Vyhnánek, 2017).

Obrovskou výhodou hodnocení aktivity autonomního nervového systému je její vysoká senzitivita na změny vnitřního prostředí organismu. Hodnocení aktivity ANS dává diagnosticky cenné informace, které se využívají v medicíně (kardiologii, neurologii) a v poslední době se diagnostika dostává i do sportovního odvětví. Autonomní kardiální aktivita je ovlivňována spoustou faktorů, které na ni působí negativně nebo pozitivně. Do skupiny pozitivních vlivů patří zdravý životní styl, dostatek spánku, relaxace a pravidelná pohybová aktivita vytrvalostního charakteru. Do skupiny faktorů, které mají efekt snížení VSF patří věk, stres, užívání návykových látek, spánková deprivace, únava, přetížení, přetrénování a různá onemocnění např. kardiovaskulárního systému, dále obezita nebo diabetes mellitus (Botek, Neuls,

Klimešová, & Vyhnánek, 2017). Javorka (2008) popisuje řadu endogenních a exogenních faktorů, které ovlivňují VSF. Patří mezi ně dědičnost, pohlaví, věk, změny polohy těla, tělesná teplota, spánek, obezita, kachexie a v neposlední řadě mentální aktivita. Budou zde popsány některé z vlivů, které se mohli projevit v rámci výzkumu v této diplomové práci (Javorka, 2008).

- Věk a VSF

Stárnutí organismu (vývojové změny srdce, ANS, CNS a dalších struktur) má negativní vliv na variabilitu srdeční frekvence. V raném vývoji je ovlivněna dozráváním jednotlivých regulačních mechanismů. Je pozorovatelný rychlý nárůst VSF ihned po porodu (pravděpodobně výrazným dozráváním CNS a ANS). V období puberty dochází k dosahování maxima VSF. Se zvyšujícím věkem a stárnutím organismu je spojena ztráta kontrolních mechanismů, které mají vliv na kardiovaskulární rovnováhu (Javorka, 2008).

- Pohlaví a VSF

Ženy mají oproti mužům nižší VSF. Ženy mají nižší celkový spektrální výkon, LF ukazatel i nižší poměr LF/HF. Výsledky v parametru HF jsou nejasné. Rozdíly VSF jsou ovlivněny hormonálními vlivy (především produkcí estrogenů), rozdílnou tělesnou teplotou, větším zastoupením tukové tkáně s menšími metabolickými nároky aktivních tkání. Rozdíly podmíněné pohlavím se okolo 50. roku věku začínají vytrácet (Javorka, 2008).

- Spánek a VSF

Ve spánku dochází ke změnám v CNS, respiračním a kardiovaskulárním systému a dalších orgánech. V non-REM fázi spánku je dýchání pravidelné a klidné. Aktivita kardiovaskulárního systému se snižuje. Průměrná srdeční frekvence (SF) se v této fázi zpomaluje. Tato inhibice kardiovaskulárního systému (KVS) má souvislost se zvýšením vlivu parasymptiku. V REM fázi spánku je nepravidelné dýchání a zvyšuje se dechová frekvence. KVS se aktivizuje a dochází ke snižování aktivity parasymptiku. Variabilita srdeční frekvence se mění v závislosti na fázi spánku a úrovni bdělosti. Hodnocení VSF může pomoci při objasňování mechanismu spánku v závislosti hodnocení změn aktivity ANS (Javorka, 2008).

- Tělesná teplota a VSF

Změny tělesné teploty mají vliv na kardiovaskulární parametry. Při zvýšení tělesné teploty o 1°C dojde ke zvýšení srdeční frekvence cca o 12-20 tepů za minutu.

Při ohřívání povrchu těla klesá celkový spektrální výkon variability srdeční frekvence (snižuje se složka HF a zvyšuje se poměr LF/HF). Dochází tedy ke snižování aktivity parasymptiku a zvyšuje se aktivita sympatiku působícího na srdce. Když dojde k mírnému snížení tělesné teploty, zvyšuje se SF. Pokud tělesná teplota klesne pod 33,3 °C, srdeční frekvence se snižuje (Javorka, 2008).

Dosud je nejasný vliv kolísání tělesné teploty během dne (cirkadiální rytmus, fyzická práce, emoční a psychická zátěž a hormonální vlivy) na VSF (Javorka, 2008).

VSF je ovšem ovlivněna i jinými jevy např. složením stravy a konzumací alkoholu, psychickou zátěží a fyzickou zátěží (Botek, Krejčí & McKune, 2017).

1.2.1 Vliv ANS na srdeční činnost

Působením sympatiku na srdce se zvyšuje jeho frekvence, kontraktilita a schopnost aktivně relaxovat. Má pozitivně chronotropní, ionotropní a lusitropní účinek. Výsledkem těchto vlastností a funkcí je zvýšený srdeční výdej. Chronicky zvýšená aktivita sympatoadrenálního systému vede k srdeční dysfunkci a arytmiím (Pometlová, Nohejlová, & Bernášková, 2015).

Parasympatikus působí na srdce opačně oproti sympatiku. Srdeční frekvenci zpomaluje a snižuje kontraktilitu srdce. S tím souvisí negativní chronotropní a ionotropní efekt. Vliv parasymptiku na zpomalení srdeční frekvence spočívá v prodloužení (otevření draselných kanálů) diastolické depolarizace v sinoatriálním uzlu. To znamená, že se oddaluje vznik akčního potenciálu (Pometlová, Nohejlová, & Bernášková, 2015).

1.2.2 Hodnocení variability srdeční frekvence

Variabilita srdeční frekvence se hodnotí posouzením intervalů po sobě následujících srdečních stahů. Hodnotí se interval mezi vlnami R. Díky vývoji výpočetní techniky je dnes hodnocení VSF rutinní záležitost. Jde o neinvazivní a rychlou kvantifikaci a diagnostiku kardiovaskulární autonomní regulace (Pumprla, Sovová, & Howorka, 2014). Pomocí analýzy VSF se odhalují poruchy neurovegetativní regulace srdeční činnosti (Novotný & Novotná, 2008).

K měření a analýze variability srdeční frekvence se v lékařském odvětví využívá EKG přístroje. Z důvodu nepraktičnosti využití takového přístroje v terénu, jsou více používány sporttesty. EKG signál se zpracovává pomocí výpočetní techniky. Analyzuje se QRS komplex, RR intervaly jsou určeny jako doby mezi vrcholy po sobě jdoucích intervalů R. Současné sporttesty přenášejí a ukládají pouze RR intervaly.

EKG signál není k dispozici z důvodů šetření paměti a baterie. Následující analýza VSF vychází z analýzy RR intervalů (Botek, Krejčí, McKune, 2017).

Variabilitu srdeční frekvence lze hodnotit pomocí více způsobů (Botek, Neuls, Klimešová, & Vyhnánek, 2017). Javorka (2008) popisuje hodnocení VSF pomocí časové analýzy a frekvenční analýzy.

1.2.2.1 Hodnocení VSF časovou analýzou

Časová analýza variability srdeční frekvence patří mezi jednodušší metody. Jsou při ní posuzovány odchylky po sobě následujících RR intervalů (označované také jako Intervaly NN – Normal to Normal). Z těchto hodnot se vypočítávají průměrné hodnoty (Botek, Krejčí, McKune, 2017) a SDNN (standart deviation of the NN-intervals) – standardní odchylka NN intervalů. Je zde důležitá standardizace délky záznamu. Hodnocení časovou analýzou je doporučováno u dlouhodobých záznamů (Dantas, Gonçalves, Silva, Rodrigues, Ramos, Andreão, Pimentel, Lunz & Mill, 2010; Javorka & Javorka, 2008). Důležitý je záznam a rozdíl denních a nočních hodnot. Nevýhodou časové analýzy je, že nedokáže posoudit aktivitu jednotlivých složek autonomního nervového systému (Kolisko, Jandová & Salinger, 2004).

1.2.2.2 Hodnocení VSF frekvenční analýzou

Frekvenční ukazatele nepopisují průběh RR intervalů v čase, ale hodnotí výsledky ze spektrální analýzy. Spektrální analýza převede záznam RR intervalů na tzv. spektrální výkonovou hustotu. Ta vyjadřuje závislost výkonu jednotlivých složek výkonu na frekvenci (Uhlíř & Sovka, 2002). Ukazuje amplitudu oscilací s různou frekvencí, které se podílejí na výsledném záznamu VSF. Nejčastěji se k analýze využívá Fourierova transformace, která představuje neparametrickou metodu. Spektrální výkon se rozděluje na 4 frekvenční pásma (Javorka & Javorka, 2008). Nejvýznamnější z nich jsou pásma frekvencí LF a HF (Montano, Ruscone, Porta, Lombardi, Pagani, & Malliani, 1994; Vlčková, Bednařík, Buršová, Šajgalíková, & Mlčáková, 2010).

- Oblast vysoké frekvence (HF – high frequency band), frekvenční rozsah 0,15 – 0,40 Hz. Výkon odráží respiračně vázanou aktivitu vagu. Považuje se za ukazatel parasymptiku (Javorka & Javorka, 2008).
- Nízkofrekvenční pásmo (LF – low frequency band), frekvenční rozsah 0,04 – 0,15 Hz. Oblast LF je pod vlivem obou větví autonomního nervového systému, projevuje se v ní činnost baroreceptorů. LF je považováno za ukazatel sympatiku (Javorka & Javorka, 2008).

- Oblast velmi nízkofrekvenčních frekvencí (VLF – very low frequency band), frekvenční rozsah 0,04 – 0,0033 Hz (Javorka & Javorka, 2008).
- U dlouhodobých záznamů je ještě možné rozlišit pásmo s ultra nízkou frekvencí (ULF – ultra low frequency band), frekvenční rozsah 0,0033 – $1,15 \times 10^5$ (Javorka & Javorka, 2008).

1.3 Zvuk a jeho možnosti využití

1.3.1 Zvuk

Zvuk lze popsat jako přenášené vibrace o jakékoliv frekvenci. Lidské ucho je schopné vnímat zvuk o frekvenci 20 – 20 000 Hz. Frekvence pod 20 Hz jsou nazývány jako infrazvuk. Naopak frekvence nad 20 000 Hz jsou označovány jako ultrazvuk (Hooper, 2002; McKusick, 2018). Proč používat zvuk k terapeutickým účelům? Tělo je na zvuk výjimečně citlivé. Sluch se vyvíjí u člověka jako jeden z prvních smyslů a také odchází jako jeden z posledních před smrtí. Člověk je schopen vnímat zvuk nejen ušima. Vnímá i tlakové vlny prostřednictvím pokožky a vody, ze které je lidský organismus tvořen ze 70 %. Kostí také vedou zvuk (McKusick, 2018).

Se zvukem pracují terapeutové, jak alternativní tak konvenční (tradiční) medicíny. Neslyšitelné frekvence zvuku se využívají v tradiční medicíně a naopak slyšitelný zvuk je řazen spíše do kategorie alternativní. V konvenční medicíně se nejčastěji objevuje ultrazvuk a infrazvuk. Ultrazvuk je všeobecně znám, používá se k diagnostickým a terapeutickým účelům (McKusick, 2018). Vibrace podle intenzity a frekvence se využívají v dalších zdravotních odvětvích. Ultrazvukové frekvence nad slyšitelným rozsahem pomáhají s diagnózami pomocí ultrazvukové technologie (Boyd-Brewer, 2003). Ultrazvuk je definován jako podélné vlnění s frekvencí nad 20 000 Hz. Ultrasonoterapie pak využívá k léčebnému účinku frekvence nad 0,8 MHz, ovšem v současnosti se v praxi využívá 1,0 – 3,0 MHz. Mezi účinky ultrazvuku se řadí: myorelaxační (mikromasáž, ohřev svalů), antiedématózní účinek, zlepšení prokrvení a analgetický účinek (Poděbradský & Poděbradská, 2009). Velmi vysokofrekvenční vibrace se používají např. k rozbití ledvinových kamenů (Boyd-Brewer, 2003).

Do kategorie alternativní terapie zvukem podle McKusik (2018) patří muzikoterapie, vibroakustická terapie a Tomatisova metoda. Muzikoterapeut se snaží prostřednictvím hudby zvýšit funkční schopnosti a kvalitu života svých klientů. Tomatisova metoda představuje jednu z technik, kdy jde o poslech speciálně zkomponované hudby s cílem přeladit sluchovou soustavu a dosáhnout

symptomatického zlepšení u diagnóz, jakými jsou například autismus nebo ADHD, vady sluchu a další. V následujících kapitolách bude věnována pozornost především vibroakustice (McKusick, 2018).

1.3.2 Vibroakustická terapie

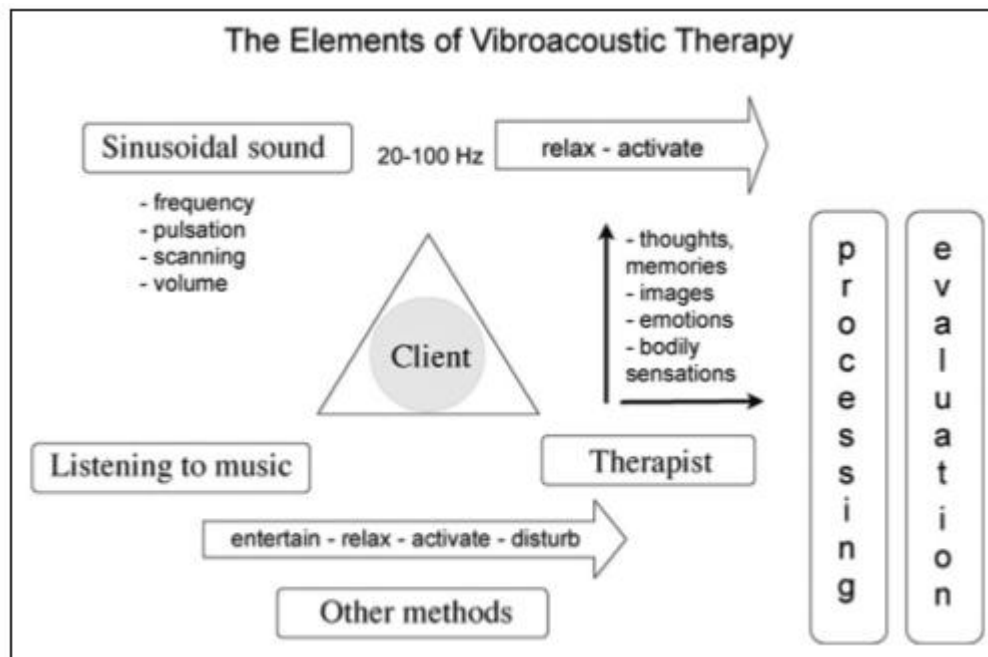
Jde o proces, kdy se vibrace přenášejí přímo na tělo formou pulzujících nízkých tónů spolu s hudbou ve sluchátkách. Ve vibroakustické terapii (VAT) jsou vibrace odvozeny od technologicky upravených zvukových vln (Park, Park, Choi, Cho & Rha, 2017). Jsou vyvinuta speciální lůžka, kde jsou reproduktory umístěny tak, aby zvukové vlny procházely přímo tělem (McKusik, 2018). Skille (1989) popisoval VAT jako terapeutické využití vibroakustického vybavení a softwaru, který vydává nízkofrekvenční zvukové signály smíchané se zvukem. Jde o proces, kdy jsou vibrační vlny aplikovány přímo na tělo probanda v podobě nízkofrekvenčních sinusových vln v kombinaci s hudbou. K terapeutickému využití se využívají nízkofrekvenční sinusové vlny v rozmezí 30 – 120 Hz. Impulzy jsou lidským organismem vnímány akustickými a vibrotaktilními receptory (Boyd-Brewer, & McCaffrey, 2004). Tato technologie využívá speciální reproduktory, které jsou umístěny v podložkách, matracích, lehátkách nebo měkkém nábytku, aby poskytla fyziologický a sluchový zážitek (Boyd-Brewer, 2003). Nejběžnější délka trvání terapie se pohybuje mezi 10 až 45 minutami (Boyd-Brewer, & McCaffrey, 2004). VAT může být využita jako samostatná léčebná terapie anebo může tvořit doplněk k jiné léčebné metodě (Skille, 1989).

Vibroakustická technologie je založena na klíčových akustických principech. Akustické frekvence, které vstupují do vibroakustických zařízení, se stávají mechanickými vibracemi pociťovanými tělem. Významným akustickým faktorem ve vibroakustickém designu je to, jak jsou vibrace přijímány a prožívány pacienty. Mezi důležité faktory patří rezonanční charakteristiky vibrujícího povrchu nebo vibrační membrány a prostorové rozložení vibrací po povrchu lehátka (Laad, 2010).

1.3.2.1 Podmínky terapie

Jednotlivé sezení VAT je jednoduchý proces. Klient leží nebo sedí na vibroakustickém zařízení a zažívá vibrace zvuků a hudby po celém těle. Je potřeba respektovat zásady nebo pravidla, které mohou pomoci k účinku VAT. Mezi tyto zásady se řadí: klid, osvětlení, izolace a pohodlí. Toto jsou základní prvky, které jsou nezbytné pro vytvoření prostředí s malým rozptýlením. Další aspekty, které se podílejí na tvorbě pohodlí může být použití polštářů či příkrývek (Boyd-Brewer, & McCaffrey,

2004). Punkanen a Ala-Ruona (2012) prezentují konkrétní prvky (Obrázek 1), které se podílejí a mají vliv na účinky VAT.



Obrázek 1. Prvky vibroakustické terapie (Punkanen, & Ala-Ruona, 2012)

- Nízkofrekvenční zvukové vibrace

Jsou základním prvkem VAT. Hlavními parametry vibrací jsou délka zvukové pulzace, hlasitost a skenování zvuku. Pomalá pulzace se využívá k relaxaci, naopak rychlá pulzace k aktivaci. Vnímání hlasitosti je subjektivní věc každého klienta. Upravuje se individuálně. Možnost nastavovat tyto parametry individuálně vede k tomu, že terapeutický program VAT lze přizpůsobit každému člověku, tak aby měla terapie nejlepší možné účinky (Punkanen, & Ala-Ruona, 2012).

- Hudba

Role (úkol/ využití) hudby se může lišit – funkce zábavná, relaxační nebo aktivační. Na začátku terapie je vhodné využívat oblíbenou hudbu pacienta. Tato hudba pomáhá snižovat úzkost a vytváří vztah mezi pacientem a terapeutem. Také se dokázalo, že oblíbená hudba pacienta má výrazný vliv na snižování bolesti (Mitchell, & MacDonald, 2006). Pro účinek psychoterapeutický se může využívat hudba relaxační i aktivizující. Je na terapeutovi, aby odhalil, která hudba evokuje u pacienta emoce nebo vzpomínky. Podle toho se odvíjí vliv hudby na klienta. Je důležité si uvědomit, že hudba může mít i rušivý efekt. Existuje tedy možnost hudbu z terapie vynechat (Punkanen, & Ala-Ruona, 2012).

- Terapeut

Role terapeuta je různorodá a významná. Na začátku terapie aktivně vytváří podmínky, které mohou ovlivnit efekt účinku např. bezpečnost, důvěra, informace o VAT. Terapeut je prvním, který popisuje metodu a postup VAT. Pacient/klient se seznamuje s novými informacemi a snižuje se jeho nejistota z nové situace. Pro terapeuta je důležité získat od klienta zpětnou vazbu pro případné úpravy jednotlivých parametrů terapie. Chování terapeuta má vliv na klienta. Je potřeba, aby terapeut znal a uměl dobře zacházet s vibroakustickou technikou. Je důležité, aby se plně soustředil na potřeby klienta a cíl terapie (Punkanen, & Ala-Ruona, 2012).

1.3.3 Vývoj vibroakustické techniky

První zmínky o VAT a jejím vlivu na lidský organismus sahají přibližně do 80. let minulého století. Norský lékař a pedagog Ollav Skille vytvořil první prototyp vibroakustické jednotky (Vilémek, Kantor, & Chráska, 2019). Skille svoje první zkušenosti sesbíral při práci s dětmi s těžkým tělesným a mentálním postižením. Snažil se jim zprostředkovat pocit - cítění hudby (Wigram, 1996). Přehrával jim hudbu z velkých reproduktorů, které byly přitlačeny k vakům, na kterých byly děti polohovány. Zjistil, že vibrace mají na děti účinek stimulační a relaxační. Skille prováděl hodně experimentů a výzkumů. Zjistil, že VAT má pozitivní účinek na řadu nepříznivých zdravotních stavů nebo nemocí např. astmatu, cystické fibrózy, mozkové obrny, nespavosti, bolesti, Parkinsonovy choroby nebo také autismu. Skille hovořil o tzv. vnitřní masáži, která má terapeutické účinky (Skille, 1991).

V 70. letech Petri Lehikoinen, klinický psycholog z Helsinek vytvořil fyziokustickou metodu založenou na skenování těla pomocí sinusového zvuku mezi 27 a 113 Hz a speciálně vybrané poslechové hudby (Boyd-Brewer, 2003).

Kris Chesky navrhl na konci 80. let vibroakustickou jednotku pro usnadnění vědeckého studia vibroakustiky. Jeho Music vibration table (MVT) se zaměřuje na frekvence v účinném rozsahu přirozeného mechanismu potlačujícího bolest. Tato propracovaná konstrukce umožňuje vědecké měření a kontrolu mechanických vibrací, které mají dopad na stimulovanou osobu (Chesky & Michel, 1991).

K těmto výše uvedeným osobnostem patřil ještě Byron Eakin. Všichni prováděly VAT na různých přístrojích. Pro přehlednost vývoje vibroakustické techniky je níže přiložena Tabulka 2 (Hooper, 2002). Za posledních 20 let samozřejmě přibyla řada nových technologií a původní řešení patrně překročila.

Tabulka 2. Vývoj vibroakustické techniky (Modifikováno podle, Hooper, 2002).

| | VibroAcoustics | Physioacoustic Therapy | Somatron | Music Vibration Table (MVT) |
|-----------------------------|--|---|---|---|
| Autor | Olav Skille (Norsko) | Peri Lehinkoinen (Finsko) | Byron Eakin (USA) | Kris Chesky (USA) |
| Produkt | VibroAcoustic Chair (VA100) | Physioacoustic matters | Clinical Recliner | MVT (hudební vibrační stůl) |
| Vybavení | - židle - 6 reproduktorů (20 – 150 Hz) - řídicí systém - audio jednotka | - matrace - 4 převodníky (27 – 113 Hz) - PC jednotka - audio jednotka | - židle - 4 reproduktory (40 – 8000 Hz) - vibroakustická membrána - audio systém | - stůl - vibrační membrána (60 – 300 Hz) - systém ke zpracování vibrací - audio systém |
| Podněty/ stimuly | - relaxační hudba - kombinace hudby s nízkofrekvenčním i sinusoidálními vlnami | - speciálně zkomponovaná nebo vybraná hudba | Vibroakustická hudba | - hudba, kterou vybírá výzkumník |
| Aktuální stav | - Není k dispozici | - Dodavatel: Herritage Medical Products, Kalamazoo, MI, USA | - Dodavatel: Somatron Coorporation, Tampa, FL, USA | -patentovaný systém |
| Popis | - smícháno: hudba a sinusoidální zvuk | - kombinace hudby a sinusoidálního zvuku | - hudba zprostředkovaná skrze matraci, působí na lidské tělo pomocí vibrací | - poskytuje míru vibrací, které subjekt zažívá |

Sinusoidální zvuk neobsahuje vyšší harmonické tóny a jeho kontrolované aplikace umožnil teprve vývoj techniky (Kantor, Lipský, & Weber, 2009). Až později vytvořená vibroakustická jednotka umožňuje aplikaci nízkofrekvenčního zvuku smíchaného s běžnou hudbou (Vilímek, Kantor, & Chráska, 2019). S postupným vývojem a vznikem různých inovací původní vibroakustické jednotky vznikla různá vibroakustická křesla nebo polohovací lehátka (Kantor, 2014).

1.3.3.1 Vibroakustická jednotka

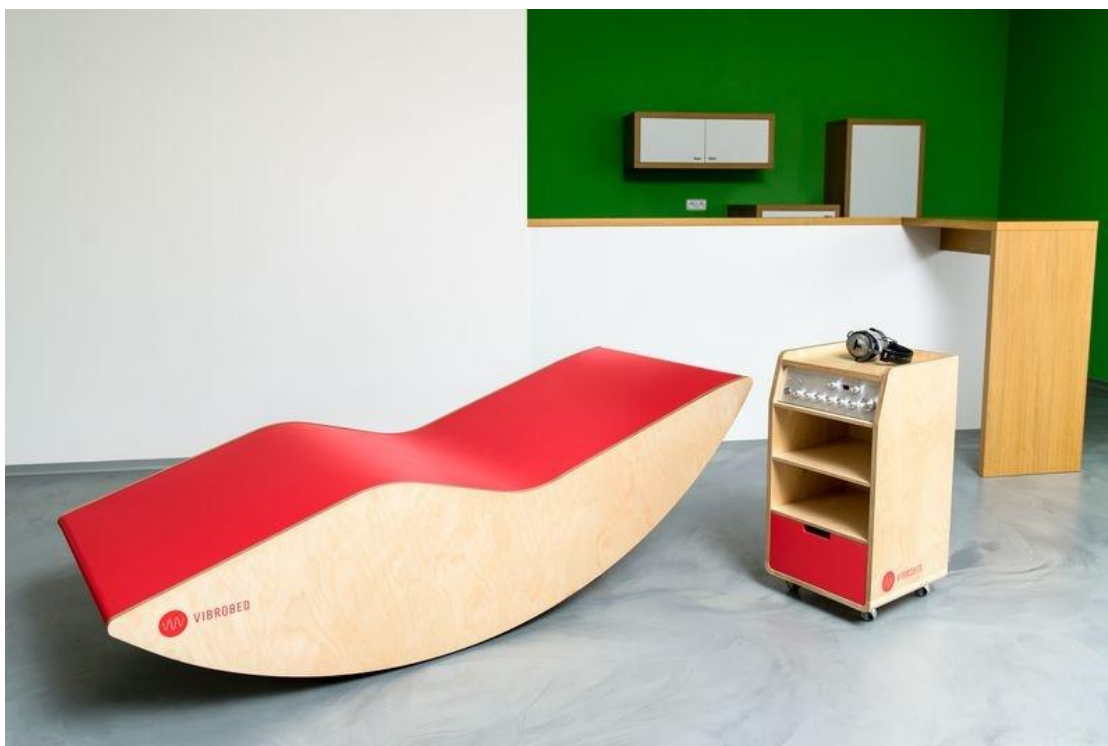
Každý autor má odlišnou vibroakustickou jednotku, ve smyslu vybavení. Bude zde popsán původní prototyp (z 80. let) vibroakustické jednotky od Olava Skilleho a nejnovější rehabilitační vibrační lehátko VIBROBED[®], které vzniklo v České republice.

- Vibroakustická jednotka Olava Skilleho

Vibrační jednotka, kterou může tvořit speciálně konstruovaná postel nebo židle. Má vestavěné zdroje zvuku nebo tzv. signální jednotky, přes které jdou impulsy vysílané z elektronické řídicí jednotky. Od roku 1987 se stalo standardem šest signálních jednotek. Mezi další vybavení patří zvuková jednotka, může to být reproduktor nebo sluchátka. Je potřeba mít speciální matraci, pomocí které jdou vibrace přímo k člověku, aby se zabránilo úniku vibrací do okolního prostředí. Další součástí je stereo zesilovač s minimálně čtyřmi kanály, kde každý má výstupní kapacitu 60 Wattů a je schopný zpracovávat frekvence až 30 Hz. Poslední jsou speciálně navržené zvukové kazety (upravená hudba) složená pro terapeutické účely (Skille, 1989).

- Rehabilitační vibrační lůžko VIBROBED[®]

Jedná se o moderní technologii vibroakustické jednotky, která byla dokončena v roce 2018 po tříletém vývoji. Autory tohoto lůžka jsou Petr Švarc a Zdeněk Vilímek (Vilímek & Chráska, 2019). VIBROBED[®] využívá sekvenční dávkování a různé modulace nízkofrekvenčních vln spolu se zvukovými podněty. Sekvenční dávkování má výhodu v tom, že předchází přesycení organismu (Vibrobed.eu, n.d.). Lůžko VIBROBED[®] (Obrázek 2) se skládá z řídicího modulu, dřevěné konstrukce, nízkofrekvenčních vibračních reproduktorů a sluchátek. V řídicím modulu se volí druh a intenzita vibrací a zvuku, které jsou následně přenášeny do dřevěné podložky, konkrétně do čtyř tělesných zón a do sluchátek osoby na terapii. Dochází k působení na fyzický i psychický stav člověka. Autoři tohoto projektu mají svou autorskou baterii rozmanitých zvuků a hudebních podnětů. Terapie trvá dvacet minut. V průběhu terapie klient projde čtyřmi pětiminutovými částmi, které jsou zaměřeny na ovlivnění biorytmické pulsace – klidový, excitovaný až hluboce relaxovaný stav (Vilímek & Chráska, 2019). Rehabilitační lůžko VIBROBED[®] prošlo několikaletým experimentálním technickým a koncepčním vývojem. Na základě výsledků byl prokázán pozitivní vliv na vegetativní systém a subjektivní tělesné a psychické prožívání (Vibrobed.eu, n.d.).



Obrázek 2. VIBROBED[®] (Vibrobed, n.d.)

1.3.4 Účinky vibroakustické terapie

O mechanismech účinku VAT byly učiněny různé hypotézy a předpoklady. Tito autoři Boyed-Brewer a McCaffrey (2004), Punkanen a Ala-Ruona, (2012) uvádějí následující vysvětlení.

- Relaxační odezva: Nízkofrekvenční a sinusový zvuk způsobuje rezonanci (oscilaci) v lidském těle. To se zdá být hlavním efektivním účinkem vibroakustické terapie (Punkanen, & Ala-Ruona, 2012). Rezonance v našem těle zvýší krevní cirkulaci a metabolismus a podílí se na snížení svalového tonu (Zheng, Sakari, Cheng, Hietikko, Moilanen, Timonen et al., 2009). Jedním z dalších aspektů souvisejících s relaxační reakcí je možná aktivace produkce oxytocinu prostřednictvím VAT. Stav hluboké relaxace je nejčastější subjektivní zkušeností uváděnou klienty a pacienty po VAT (Punkanen, & Ala-Ruona, 2012).

- Neuronální tlumení bolesti: Pomocí VAT dochází ke stimulaci Paciniho tělísek. Tato tělíska jsou mechanoreceptory, které jsou uloženy v podkožní vazivě. Jsou citlivé na tlak a dotyk. Reagují na stimulaci VAT nad 60 Hz. Když jsou Paciniho tělíska stimulována pomocí vibrací, jdou informace do mozku o nebolestivém podnětu. Jde o to, že tlak a dotek je přenášen pomocí A β nervovými vlákny, která jsou silnější. Tím dochází k rychlejšímu přenosu vzruchů do mozku. Bolest je vedena vlákny A δ a C

nervovými vlákny, která jsou tenčí a vedou nervový vzruch pomaleji. Uplatňuje se zde vrátková teorie tlumení bolesti (Chesky, & Michel, 1991).

- Buněčné čisticí mechanismy zvukových vibrací: Vibrace mohou pomáhat při odstraňování některých molekul, které jsou odpadními produkty. Tyto produkty vznikají z činnosti v nervových buňkách difúzním procesem (Punkanen, & Ala-Ruona, 2012).

Už Skille (1991) popsal a rozdělil účinky vibroakustické terapie do třech základních kategorií:

- Spasmolytický a svalově relaxační účinek
- Zvýšení cirkulace krve v končetinách
- Výrazné, ale různé vlivy na autonomní nervový systém

Výše uvedené informace vyvodil Skille. Novější studie tyto informace dále rozvádějí a specifikují. Záleží na volbě vibrací, zda účinek bude stimulující nebo relaxační (Punkanen & Ala-Ruona, 2012). Studie prokázaly zlepšení u mnoha somatických a funkčních poruch. Projevilo se to hlavně u bolestivých stavů včetně fibromyalgie (Naghdi, Ahonen, Macario, & Bartel, 2015), snížení spasticity u neurologických poruch (Katušić & Mejaški-Bošnjak, 2011; Rützel, Vinkel, & Eelmäe, 2017) a regulace hodnot krevního tlaku (Rützel, 2002). Pozitivní vliv vibroakustiky byl vysledován na motoriku u pacientů s Parkinsonovou chorobou (King, Almeida, & Ahonen, 2009). Bylo také prokázáno, že léčba VAT má potenciál pomáhat udržovat poznávací a funkční schopnosti u pacientů s Alzheimerovou chorobou (Clements-Cortes, Ahonen, Evans, Freedman, & Bartel, 2016).

Široká a různorodá škála aplikací VAT poukazuje na to, že by byla vhodným doplňkem léčby dalším lékařským nebo fyzioterapeutickým postupům, které se specializují na odstraňování nebo mírnění chronické bolesti, muskuloskeletálních problémů, spasticity nebo poruch spánku (Hynynen, Aralinna, Rätty, & Ala-Ruona, 2017; Rützel, Vinkel, & Eelmäe, 2017). Podle výzkumů a studií lze předpokládat pozitivní vliv VAT na vnímání zdravotního a emočního stavu (Campbell, Hynynen, & Ala-Ruona, 2017).

Existují i různé pohledy na negativní účinky či kontraindikace vibroakustické terapie. Boyd-Brewer a McCaffrey (2004) nezaznamenali žádné nežádoucí účinky týkající se vibroakustické metody. Grocke a Wigram (2006) na základě svých poznatků vymezili konkrétní kontraindikace a preventivní opatření vibroakustické terapie:

- akutní záněty

- osoba s kardiostimulátorem
- psychózy
- akutní fyzické stavy (potřeba konzultace s lékařem)
- hypotenze
- některé psychologické faktory např. nadměrná citlivost/strach na vibrace

Je potřeba zdůraznit, že VAT je neinvazivní terapeutická technika. Měla by to být příjemná, relaxační a neagresivní metoda (Grocke & Wigram, 2006).

2 CÍLE A HYPOTÉZY

2.1 Cíl

Hlavním cílem diplomové práce je posoudit vliv vibroakustické terapie na autonomní nervový systém.

2.2 Dílčí cíle

Posoudit rozdíly srdeční frekvence s využitím VAT a kontrolního lehu.

Posoudit rozdíly výkonu nízkofrekvenční komponenty (ukazatel sympatiku) s využitím VAT a kontrolního lehu.

Posoudit rozdíly výkonu vysokofrekvenční komponenty (ukazatel parasimpatiku) s využitím VAT a kontrolního lehu.

Posoudit rozdíly poměru výkonů nízkofrekvenční komponenty a vysokofrekvenční komponenty (ukazatel sympatovagové balance) s využitím VAT a kontrolního lehu.

2.3 Hypotézy

H_0 - Mezi experimentální intervencí A a kontrolní intervencí není významný rozdíl ve vlivu na autonomní nervový systém.

H_A – Mezi experimentální intervencí A a kontrolní intervencí je významný rozdíl ve vlivu na autonomní nervový systém.

3 METODIKA

Měření bylo prováděno v rámci výzkumu VAS (projekt IGA). Jehož cílem byl výzkum účinku zvuků (v nízkofrekvenčním pásmu) použitých v experimentu na lidský organismus. Jedná se o kvaziexperimentální studii s randomizací a jednoduchým zaslepením. Byl zde použit smíšený výzkumný design. Před začátkem studie všichni účastníci podepsali informovaný souhlas.

3.1 Výzkumný soubor

Výzkumný soubor tvořilo 24 probandů, kteří byli vybráni ze souboru vysokoškolských studentů a akademických pracovníků Pedagogické fakulty (PdF) a Fakulty tělesné kultury (FTK) Univerzity Palackého v Olomouci. Kritériem byla dobrovolná účast na studii a absence známých kontraindikací VAT. Z celkového počtu probandů dokončilo studii pouze 22. Dva účastníci výzkum nedokončili. Jeden z časových důvodů a druhý ze zdravotních důvodů. Zařazení do výzkumu byli ti, kteří absolvovali všechny tři procedury. Výsledná data jsou zpracována na základě účasti 22 probandů. Výzkumu se zúčastnilo deset žen a dvanáct mužů. Průměrný věk celé skupiny byl 27,3 let. Dvanáct účastníků bylo z Fakulty tělesné kultury a deset z Pedagogické fakulty.

Kritéria pro zařazení do výzkumného souboru:

- vyloučení návykových látek v ranních hodinách před konáním experimentu (nápoje s obsahem kofeinu, teinu, cigarety)
- vyloučení silných návykových látek (alkohol, marihuana) den před experimentem

Všichni účastníci na začátku výzkumu vyplňovali úvodní dotazník. Díky tomuto dotazníku (je uveden v přílohách diplomové práce) je možné lépe charakterizovat výzkumný soubor:

- Věk: $27,3 \pm 11,9$ let (průměr \pm standardní odchylka)
- Pohlaví – muž: 12 (55 %), žena: 10 (45 %)
- Onemocnění - ano: 1 (5 %), ne: 21 (95 %)
- Medikace - ano: 3 (14 %), ne: 19 (86 %)
- Menstruační cyklus: neuvedeno - 13 (59 %), folikulární: 5 (23 %), luteální: 4 (18%)
- Pravidelný a dostatečný spánek - ano: 20 (91 %), ne: 2 (9 %)
- Nejsem psychiatricky léčený - ano: 22 (100 %)

Každý účastník měl svůj specifický kód, který zajišťoval anonymitu. Na základě kódu je možné zjistit skupinu, fakultu, pořadí ve skupině a měření, které účastník podstupuje. Například kód: 1FTK3/2. Z kódu lze vyčíst, že účastník patří do první skupiny z FTK. V první skupině je třetím členem a právě se účastní druhého měření.

3.2 Organizace výzkumu

Účastníci výzkumu se celkem zúčastnili třech měření. Každé měření bylo jiné. Pořadí jednotlivých měření bylo u každého probanda náhodně seřazeno. Měření lze rozdělit na dvě experimentální intervence (A, B) a jednu intervenci kontrolní.

- Experimentální intervence A: VAT založena na působení nosného modulačního signálu 40 Hz s konstantní amplitudou a poslech zvuků přírody (zvuky lesa).
- Experimentální intervence B: VAT založena na působení nosného modulačního signálu 40 Hz s amplitudovou modulací (postupné zesilování a zeslabování signálu – čtyři úseky po 5 minutách s postupně zpomalující modulací signálu) a poslech zvuků přírody (zvuky lesa). Toto měření bylo prováděno na vibračním lůžku VIBROBED®.
- Kontrolní intervence: Třetí intervence neboli kontrolní leh, byl koncipován jako placebo intervence. Měření probíhalo úplně stejně, jako všechna ostatní. Nebyla však použita intervence pomocí VAT. Proband ležel na vibračním lůžku, ale lůžko nebylo spuštěno. Byly mu pouze puštěny zvuky přírody (zvuky lesa) do sluchátek.

Celkové měření všech účastníků probíhalo po dobu téměř tří měsíců. Data byla sbírána od 1. 4. 2019 do 24. 6. 2019. Účastníci výzkumu byli rozděleni do skupin po třech osobách. Celkem byly vytvořeny čtyři tříčlenné skupiny na obou fakultách, které se výzkumu účastnily. Měření každé skupiny probíhalo po dobu třech týdnů (1 týden = 1x měření). Současně probíhalo měření na FTK i na PdF. Účastníci docházeli na měření vždy ve stejný čas. Místa měření se měnila. Záleželo na tom, z jaké fakulty daný účastník byl. Vycházelo to tak, že účastník z domovské fakulty např. pedagogické šel na dvě měření na Pedagogickou fakultu a jednou na Fakultu tělesné kultury. U účastníků z Fakulty tělesné kultury to bylo obráceně. Šli na dvě měření na FTK a na jedno měření na PdF. Informace o místě měření měli účastníci k dispozici ve sdílené Excel tabulce na Google disku. Jednotlivé měření trvalo cca 60 minut.

Nejdříve přišel účastníkům informační email, ve kterém byly uvedeny informace o výzkumu. Byly zde základní informace o průběhu výzkumu, kontraindikacích účasti

a telefonické a emailové kontakty na výzkumníky, popřípadě na studentky, které zajišťovaly měření. Před začátkem studie byli všichni seznámeni s výzkumnými podmínkami a každý z účastněných podepsal informovaný souhlas.

3.3 Sběr dat

Pro sběr dat se využíval sporttester Polar V800, který se skládá z hodinek a hrudního pásu s vysílačkou a digitální tlakoměr značky Omron.

Postup při jednotlivých měření: Jednotlivá měření probíhala stejně. Po příchodu účastníka byly vyplněny dotazníky. Na prvním setkání byl vyplněn ještě vstupní protokol, který sloužil k charakteristice jednotlivého probanda (je uveden v kapitole přílohy této práce).

Seznam dotazníků (jsou uvedeny v kapitole přílohy):

- Škála vnímaného stresu (tento dotazník se vyplňoval pouze před prvním a třetím měřením)
- Dotazník nálady (vyplňován vždy před a po měření)
- Míra stresu a míra svalového napětí (vyplňován vždy před a po měření, využito vizuální analogické škále bez stupnice, pouze upřesněny hraniční hodnoty)

Po vyplnění dotazníků před měřením byl účastníkovi připevněn hrudní pás. Výzkumník spároval hodinky s hrudním pásem a nastavil na hodinkách parametry pro zahájení měření. Účastník nejdříve stál 5 minut u stěny (Obrázek 3) a následně se přesunul na lehátko, kde ležel 7 minut. Při přesunu na lehátko se nasazoval probandovi tlakoměr na levou ruku. Po uplynutí této doby se měření na hodinkách vypnulo. Následně byl probandovi změřen krevní tlak a puls. Hodnoty výzkumník zaznamenal do dotazníku Před měřením pod dotazník nálady.

Následně byla spuštěna vibrační jednotka (pokud nebylo dané měření hodnoceno jako kontrolní leh). Účastník dostal na hlavu sluchátka a byla spuštěna nahrávka (Obrázek 4). Současně se spouštělo nové měření na hodinkách Polar V800, které trvalo 20 minut. Po uplynutí této doby se vypnula vibrační jednotka a měření na hodinkách. Účastník stále ležel na lehátku a byl mu znovu změřen krevní tlak a puls. Po té došlo k sundání tlakoměru.



Obrázek 3. Zahájení měření: stoj u stěny

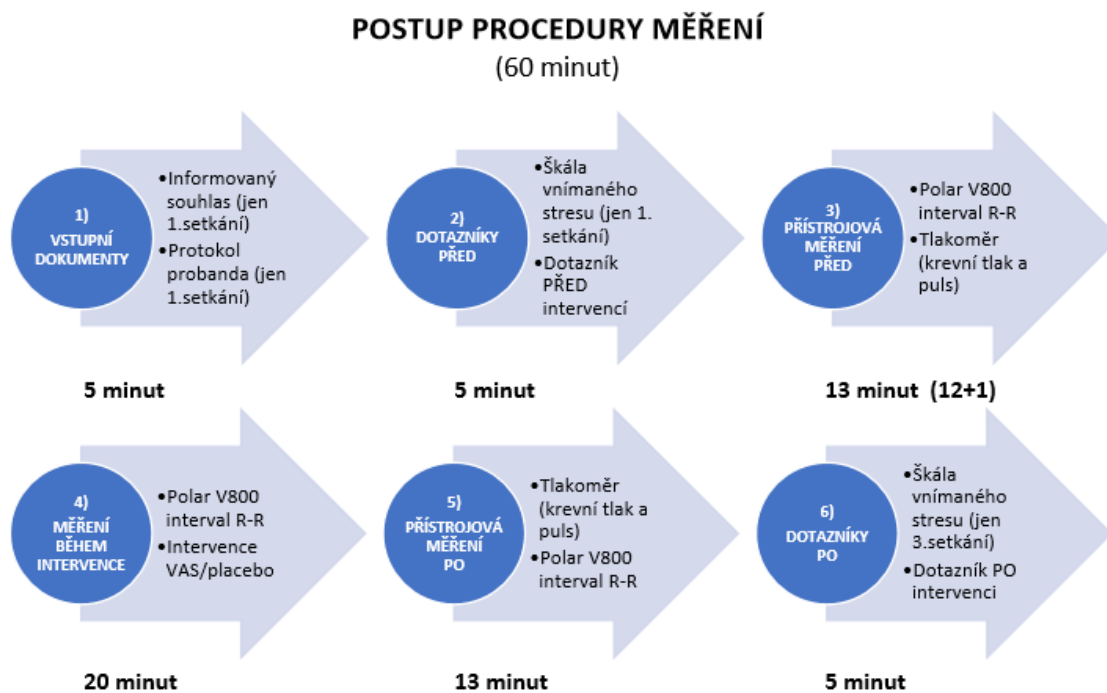


Obrázek 4. Proband v průběhu intervence

Měření pokračovalo dalším měřením 5 minut ve stoje a 7 minut vleže na lehátku. Probíhalo stejně jako první část před aplikací vibrační terapie. Po skončení tohoto

dvanácti minutového úseku byl účastníkovi odebrán hrudní pás. Následně došlo ještě k vyplňování dotazníků.

Pro lepší přehlednost a názornost uvádím popis měření schematicky (Obrázek 5).



Obrázek 5. Postup procedury měření

Stručný popis měření:

1) VSTUPNÍ DOKUMENTACE

- Informovaný souhlas.
- Protokol probanda. Přidělit kód - číslo skupiny / kód fakulty a pořadí 1-3 / číslo setkání 1-3.

2) DOTAZNÍKY PŘED

- Škály vnímaného stresu - jen na prvním setkání a na konci třetího (posledního) setkání.
- Dotazník PŘED měřením: Míra stresu a svalové tenze – Vizuální analogické škály bez stupnice / Dotazník nálady (Mood Adjective Check List) - vždy před a po měření. Zde se zaznamenává také měření krevního tlaku a pulsu.

3) PŘÍSTROJOVÁ MĚŘENÍ PŘED

- R-R interval Polar V800 - pre-test 5 min STOJ a 7 min LEH - celkem 12 minut. Měří se od nuly (stoj v klidu) do 12 minut a pak se měření vypne. Když jde proband do lehu, tak nasadit tlakoměr na levou ruku a přístroj položit vedle těla nebo odpojit a pak připojit hadičkou. Zapnout po skončení měření Polarem, důležité ať proband nehýbe těsně před měřením rukou nebo tělem. Složitější manipulace s přístrojem může ovlivnit měření tlaku a pulsu. Nechat nasazený tlakoměr i během intervence.
- Měření krevního tlaku a pulsu těsně před intervencí, cca 1 minutu.

4) MĚŘENÍ BĚHEM INTERVENCE

- R-R interval Polar V800 - měření průběhu intervence (placebo nebo VAT stimulace) 20 minut pouze vleže. Měření od nuly (leh a spuštění audio baterie) do 20 minut a pak vypnout. Tlakoměr je nasazený i během intervence.

5) PŘÍSTROJOVÁ MĚŘENÍ PO

- Měření krevního tlaku a pulsu těsně po intervenci, cca 1 minutu.
- R-R interval Polar V800 - pre-test 5 min STOJ a 7 min LEH. Celkem 12 minut. Měří se od nuly do 12 minut a pak se měření vypne. Když jde proband do stoje, tak se sundá tlakoměr z levé ruky.

6) DOTAZNÍKY PO

- Dotazník PO měření – Míra stresu a svalové tenze – Vizuální analogické škály bez stupnice / Dotazník nálady (Mood Adjective Check List).
- Škály vnímaného stresu - jen na konci třetího (posledního) setkání.

3.4 Vyhodnocení dat

Data byla uchovávána v paměti hodinek a následně byla stažena do počítače, konkrétně do aplikace Polar Flow (Obrázek 6), kde je uložen záznam RR intervalů. Došlo ke kompletaci dat z obou fakult. Dále proběhla kontrola stažených dat a papírových dokumentů od jednotlivých účastníků výzkumu. Data byla odeslána k analýze na odborné pracoviště (Aplikační centrum Baluo Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci).



Obrázek 6. Záznam RR intervalů

3.5 Statistické zpracování dat

Normální rozdělení dat bylo ověřeno pomocí Kolmogorova-Smirnova testu. Pro statistickou analýzu byl využit počítačový software STATISTICA 14.0 (StatSoft, Tulsa, OK, USA). Z popisných charakteristik byl použit aritmetický průměr a standardní odchylka (SD). Porovnání jednotlivých intervalů mezi sebou a mezi intervencemi bylo provedeno pomocí analýzy rozptylu (ANOVA). Hladina statistické významnosti byla zvolena 0,05, tudíž významnosti $p < 0,05$ byly považovány za statisticky významné.

V této práci byla porovnána srdeční frekvence a ukazatele variability srdeční frekvence (VSF) mezi intervencemi VAT a kontrolní intervencí. Ukazatele VSF byly transformovány pomocí přirozeného logaritmu (Ln) s cílem dosáhnout normálního rozdělení dat. Dvacetiminutový úsek, ve kterém byla měřena VSF a kdy současně probíhala intervence, byl rozdělen na 4 intervaly, přičemž každý interval trval 5 minut. Pro opakovaná měření s faktory intervence (kategorie FTK a placebo), interval (kategorie první: 1-5 min, druhý: 6-10 min, třetí: 11-15 min a čtvrtý: 16-20 min) a interakce intervence x interval.

4 VÝSLEDKY

V této kapitole diplomové práce budou uvedeny pouze výsledky, které porovnávají vliv měření VAT s kontrolním lehem (tedy poslech hudby, bez vlivu vibrací). VAT je založena na působení nosného modulačního signálu 40 Hz s konstantní amplitudou s poslechem zvuků přírody. Jedná se o porovnání variability srdeční frekvence v průběhu intervence.

Další výsledky a porovnání s vibračním lůžkem VIBROBED[®] (sekvenční dávkování a rozmanité modulace nízkofrekvenčních vln v kombinaci se zvukovými podněty) zde uváděno nebude.

Výsledky dotazníků v této diplomové práci nebudou zpracovány a interpretovány. Na zpracování výsledků z dotazníků již psali svou diplomovou práci Vítková (2020) a bakalářskou práci Nekardová (2020).

Výsledky Kolmogorova-Smirnova testu ukázaly, že proměnné Ln HF ($p = 0,198$), Ln LF ($p = 0,521$) a Ln LF/HF ($p = 0,060$) se statisticky významně neodlišují od normálního rozdělení. Srdeční frekvence se statisticky významně ($p < 0,001$) odlišovala od normálního rozdělení, avšak po vizuální kontrole histogramu bylo konstatováno, že odchylky od normality jsou malé a analýza rozptylu je považována za dostatečně robustní vůči takovým odchylkám od normality (Ghasemi & Zahediasl, 2012). Z uvedených důvodů mohla být využita ANOVA, která vyžaduje předpoklad normality dat. Výsledky ANOVY jsou uvedeny v tabulce (Tabulka 3).

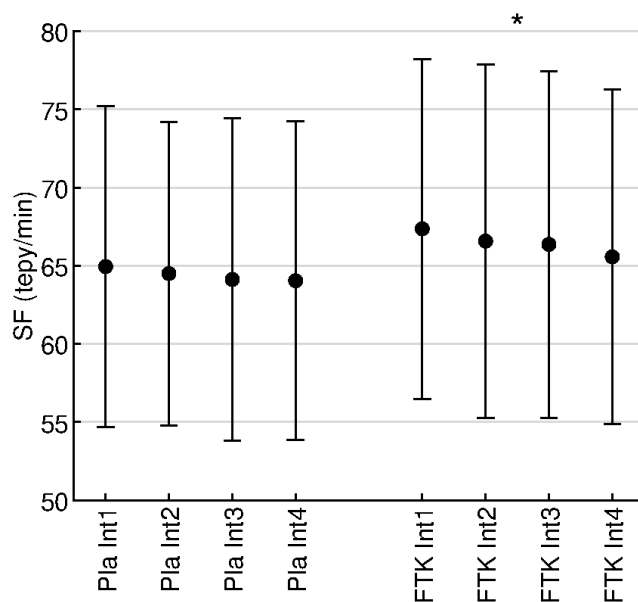
Tabulka 3. Výsledky

| Proměnná | Placebo Leh Průměr ± SD | VAT na FTK Průměr ± SD | Intervence <i>P</i> | Interval <i>p</i> | Interakce <i>P</i> |
|--------------------------|--|---|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| SF (tepy/min) | 64 ± 10 | 66 ± 11 | <0,001 | 0,405 | 0,952 |
| Ln LF (ms ²) | 6,1 ± 1,0 | 6,2 ± 0,8 | 0,107 | 0,092 | 0,298 |
| Ln HF (ms ²) | 6,4 ± 1,5 | 6,3 ± 1,4 | 0,087 | 0,273 | 0,974 |
| Ln LF/HF | -0,3 ± 1,0 | 0,0 ± 1,0 | 0,001 | 0,288 | 0,250 |

Legenda: p = významnost faktorů ANOVY, SF = srdeční frekvence, Ln = přirozený logaritmus, LF = výkon nízkofrekvenční komponenty (ukazatel sympatiku), HF = výkon vysokofrekvenční komponenty (ukazatel vagu), LF/HF = poměr výkonů LF/HF (ukazatel sympatovagové balance).

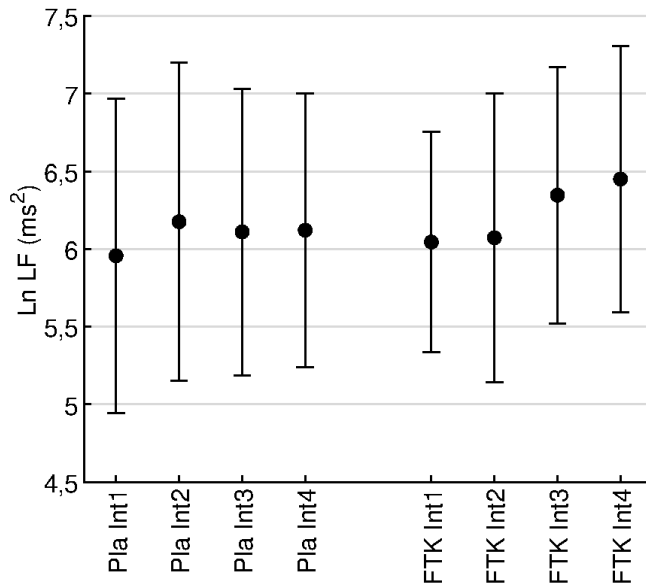
U žádné studované proměnné nebyl nalezen statisticky významný faktor interval a interakce (všechna $p \geq 0,092$). Z toho plyne, že změny v průběhu intervence VAT nebo v průběhu kontrolního lehu nejsou statisticky významné. Z tohoto důvodu byl pro stručnost prezentace výsledků v tabulce vypočítán průměr a SD z celého dvacetiminutového úseku. U srdeční frekvence byl zjištěn signifikantní ($p < 0,001$) nárůst v případě intervence VAT (66 ± 11 tepů/min) ve srovnání s kontrolním lehem (64 ± 10 tepů/min). Dále bylo zjištěno, že intervence VAT ($0,0 \pm 1,0$) způsobuje statisticky významný ($p = 0,001$) přesun aktivity autonomního nervového systému na stranu sympatiku ve srovnání s kontrolním lehem ($-0,3 \pm 1,0$). U proměnných Ln LF ($p = 0,107$) a Ln HF ($p = 0,087$) nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi intervencí VAT a kontrolním lehem.

U srdeční frekvence byl zjištěn signifikantní ($p < 0,001$) nárůst v případě intervence VAT (66 ± 11 tepů/min) ve srovnání s kontrolním lehem (64 ± 10 tepů/min).



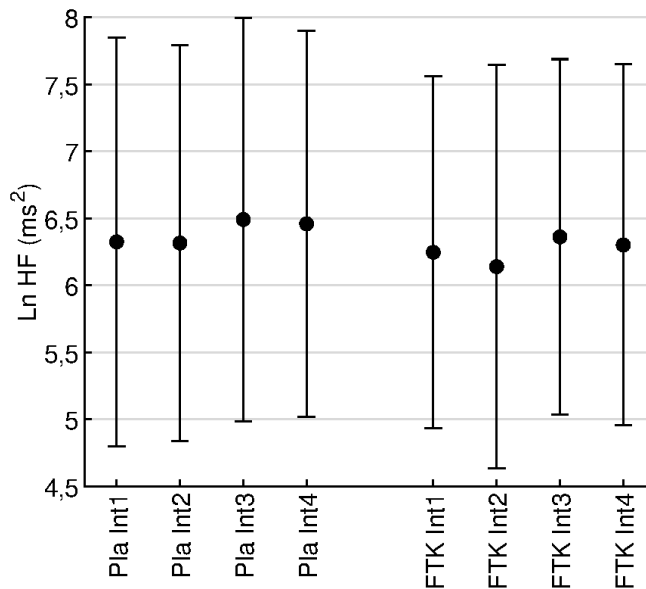
Legenda: * = statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$), SF = srdeční frekvence, Pla = kontrolní leh, FTK = VAT (40 Hz s konstantní amplitudou), Int 1, 2, 3, 4 = 4x5 minutový úsek intervence
 Obrázek 7. Vývoj změny srdeční frekvence v průběhu intervencí

U proměnných Ln LF ($p = 0,107$) a Ln HF ($p = 0,087$) nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi intervencí VAT a kontrolním lehem.



Legenda: Ln = přirozený logaritmus, LF = výkon nízkofrekvenční komponenty (ukazatel sympatiku), Pla = kontrolní leh, FTK = VAT (40 Hz s konstantní amplitudou), Int 1, 2, 3, 4 = 4x5 minutový úsek intervence

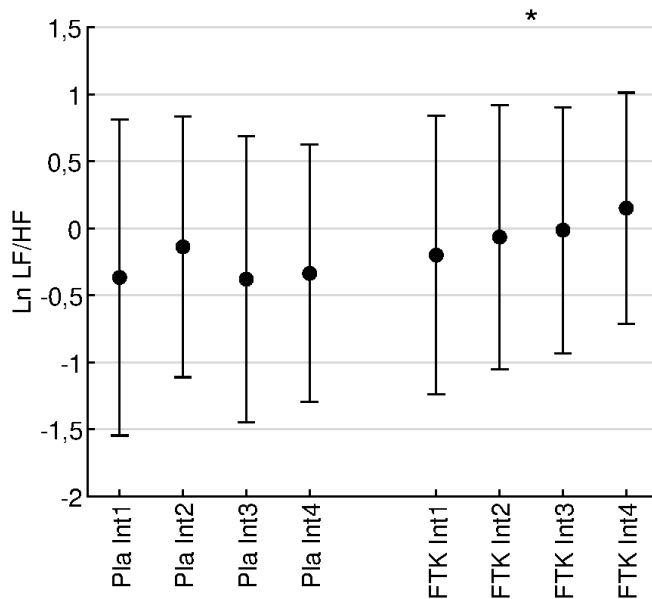
Obrázek 8. Vývoj změny LF v průběhu intervencí



Legenda: Ln = přirozený logaritmus, HF = výkon vysokofrekvenční komponenty (ukazatel parasympatiku), Pla = kontrolní leh, FTK = VAT (40 Hz s konstantní amplitudou), Int 1, 2, 3, 4 = 4x5 minutový úsek intervence

Obrázek 9. Vývoj změny HF v průběhu intervencí

Intervence VAT ($0,0 \pm 1,0$) způsobuje statisticky významný ($p = 0,001$) přesun aktivity autonomního nervového systému na stranu sympatiku ve srovnání s kontrolním lehem ($-0,3 \pm 1,0$)



Legenda: * = statisticky významný ($p < 0,05$) faktor „intervence“ v analýze rozptylu, Ln LF/HF = poměr výkonů LF/HF (ukazatel sympatovagové balance), Pla = kontrolní leh, FTK = VAT (40 Hz s konstantní amplitudou), Int 1, 2, 3, 4 = 4x5 minutový úsek intervence.

Obrázek 10. Vývoj změny LF/HF v průběhu intervencí

5 DISKUZE

Vliv vibroakustické terapie se začal zkoumat v 80. letech minulého století. Prvním propagátorem byl Olav Skille (Skille, 1997). Od té doby vzniklo mnoho studií a výzkumů, které popisovaly její účinek (Ala-Ruona, Punkanen, & Campbell, 2015). Výsledky z výzkumu, který je zpracován v této diplomové práci poskytuje objektivní data o vlivu VAT na autonomní nervový systém. Tímto chce výzkum navázat na studie a poznatky autorů, kteří se zabývali objektivním prokazováním vlivu vibroakustické terapie např. Skille (1989, 1997), Wigram (1996), Hooper (2002), Ala-uona, Punkanen, Campbell (2015) a další autoři, kteří studovali klinický efekt nízkofrekvenčních vibrací (D'Elia, Pighetti, Vanacore, Fabbrocini, & Arpaia, 2005; Lim, Lim, Suhaimi, Chan, & Wahab, 2018; Lundqvist, Andersson, & Viding, 2009; Łukasiak, Krystosiak, Widłak, & Woldańska-Okońska, 2013; Skopowska, Biernacki, Dekowska, Ozóg, & Grochowska, 2014; Warth, Kessler, Kotz, Hillecke, & Bardenheuer, 2015).

V této diplomové práci jsou sledovány parametry variability srdeční frekvence. Konkrétně se zde sledovala srdeční frekvence, výkon nízkofrekvenční a vysokofrekvenční komponenty a jejich poměr, který je ukazatelem sympatovagové balance. Tyto hodnoty byly sledovány v průběhu dvacetiminutové vibroakustické intervence. Hlavní parametr terapie byl nosný modulační signál 40 Hz s konstantní amplitudou. Součástí terapie byl poslech zvuků přírody (zvuky lesa). Tyto dvě stimulační složky byly porovnávány s kontrolním lehem, tzn. lehem s poslechem zvuků přírody bez působení VAT. Dvacetiminutový úsek, ve kterém byla měřena VSF a kdy současně probíhala intervence, byl rozdělen na 4 intervaly, přičemž každý interval trval 5 minut. Výsledky ukazují, že u žádné sledované proměnné nebyl nalezen statisticky významný faktor interval a interakce (všechna $p \geq 0,092$). Z toho plyne, že změny v průběhu intervence VAT nebo v průběhu kontrolního lehu nejsou statisticky významné. Z toho důvodu byl pro prezentaci výsledků vypočítán aritmetický průměr a směrodatná odchylka z celého dvacetiminutového trvání intervence. Z těchto výsledků vyplývá signifikantní nárůst srdeční frekvence při působení VAT ve srovnání s kontrolním lehem. Bylo zjištěno, že intervence VAT způsobuje statisticky významný přesun aktivity autonomního nervového systému na stranu sympatiku v porovnání s kontrolním lehem. U proměnných, které charakterizují vysokofrekvenční a nízkofrekvenční komponentu (HF, LF) nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi intervencí VAT a kontrolním lehem. Výsledky ukazují vliv VAT v průběhu intervence, který vede ke zvýšené aktivaci sympatické části autonomního nervového systému.

Zajímavé srovnání výsledků, může být se studií Vilímka, Kantora a Chrásky (2019), kteří zkoumali vliv VAT na autonomní nervový systém před a po intervenci. Této studii se zúčastnilo 30 studentů, z toho bylo 28 žen a 2 muži. Účastníci docházeli na měření po dobu třech týdnů, na 30 minutovou aplikaci vibroakustické terapie. Stimulace byla prováděna na rehabilitačním vibračním lůžku VIBROBED®. Variabilita srdeční frekvence byla hodnocena spektrální analýzou VSF. Ke sběru dat bylo použito zařízení mySASY (hrudní pás s vysílačkou). Výsledkem této studie je prokázání vlivu VAT na parasympatickou část autonomního nervového systému. Důležité jsou hodnoty, které vyšly pro celkový spektrální výkon. Tyto hodnoty vykazují celkovou regenerační schopnost autonomní soustavy a odolnost vůči stresu (Vilímek, Kantor & Chráska, 2019). Zde je vhodné zdůraznit, že výsledky pro tuto diplomovou práci jsou vyhodnocovány z intervence, kde je modulační signál 40 Hz s konstantní amplitudou. Studie od Vilímka, Kantora a Chrásky (2019) využívá rehabilitační vibrační lůžko VIBROBED®, které využívá frekvenční modulaci. Jde o postupně se měnící amplitudu nosného signálu (zeslabování a zesilování signálu).

Studie od Rütela (2002) popisuje rozdíl ve fyziologických hodnotách po absolvování VAT. Studie zkoumala možné rozdíly mezi účinky samotné hudby a vibroakustické terapie u skupiny zdravých osob. Studie sledovala hodnoty krevního tlaku, srdeční frekvence a svalovou oscilaci (konkrétně u musculus trapezius a tibialis anterior). U těchto hodnot došlo k výraznému snížení po absolvování VAT v porovnání intervence jenom s hudbou (Rütel, 2002). Tyto výsledky nekorespondují s našimi výsledky. Je zde prokázán vliv na ANS, ale z výsledku lze předpokládat ovlivnění parasympatické části ANS.

Z námi dostupných zahraničních zdrojů se nepodařilo najít více studií, které by sledovaly hodnoty VSF po působení VAT u normální (zdravé) populace. Hodně studií se zaměřuje na změny vnímání bolesti po působení VAT např. u gonantrózy (Skopowska, Biernacki, Dekowska, Ozóg, & Grochowska, 2014), u bolesti zad (Dudoniene, Varniene, Aukstikalnis, Lendraitiene, Cerkauskas, & Raistenskis, 2016) nebo změny chování u osob s poruchou autistického spektra (Lundqvist, Andersson, & Viding, 2009). Literatura uvádí hodnoty VSF u skupiny pacientů s Rettovým syndromem (Bergström-Isacsson, Lagerkvist, Holck, & Gold, 2014), depresí (Koike, Hoshitani, Tabata, Seki, Nishimura, & Kano, 2012) nebo stresem (Delmastro, Di Martino, & Dolciotti, 2018). Hodnoty VSF v těchto studiích vykazují pokles po absolvování intervence VAT, což naznačuje aktivační převahu parasympatické části

ANS. Naše hodnoty VSF jsou vyšší a vykazují aktivaci sympatiku. Důvodem snížení hodnot VSF by mohla být již zvýšená aktivita sympatiku vzhledem k řešení zdravotního problému pacienta. Např. při depresi nebo stresu má tělo aktivované mechanismy, které přirozeně reagují na nepříznivý stav organismu.

Studie, které se zabývají vlivem VAT na VSF, většinou sledují hodnoty krevního tlaku nebo srdeční frekvence. Studie Koike, Hoshitani, Tabata, Seki, Nishimura a Kano (2012) hodnotila vliv VAT na depresi u seniorů žijících v domácím prostředí, včetně hodnocení srdeční frekvence. Z výsledků je patrný signifikantní pokles srdeční frekvence po intervenci VAT. Tento výsledek naznačuje zvýšení aktivity parasympatické části ANS (Koike, Hoshitani, Tabata, Seki, Nishimura, & Kano, 2012). Studie Delmastro, Di Martino a Dolciotti (2018) zkoumala stres a emoce po intervenci VAT. Tohoto výzkumu se zúčastnilo osm osob ve věkovém rozhraní 30 – 41 let. Každý z účastníků podstoupil 30 minutovou intervenci (5 minut leh, 20 minut působení VAT, 5 minut leh). Byla sledována srdeční frekvence, hodnoty VSF a galvanický kožní odpor. Z výsledků je patrný klesající trend v hodnotách srdeční frekvence a galvanického kožního odporu (Delmastro, Di Martino, & Dolciotti, 2018).

Vliv VAT na ANS byl také zkoumán u osob s Rettovým syndromem. Osoby s Rettovým syndromem mají nezralý mozkový kmen, což vede k dysfunkci ANS. V této studii byli osoby s Rettovým syndromem vystaveny několika typům působení hudby (klidné, výrazné) a VAT. Podněty byly různě kombinovány. Výsledky ukázaly, že všichni účastníci reagovali na hudební podněty, ale ne vždy očekávaným způsobem (Bergström-Isacsson, Lagerkvist, Holck, & Gold, 2014). V další studii byl zkoumán vliv VAT s frekvencí 40 Hz u 26 osoby ve věku 13-74 let v léčebném centru na pocitovou stránku člověka. Terapie trvala 23 minut a pacienti na ni docházeli třikrát týdně (Rüütel, Vinkel & Laanetu, 2018). I přesto, že se studie nezaměřuje na hodnoty VSF, je zde zmíněna kvůli využívání stejné frekvence (40 Hz) jako využívá tento výzkum. Výsledky studie ukázaly snížení pocitu svalového napětí, bolesti, únavy, úzkosti. Prokázala se vhodnost zařízení a terapie pro účely zlepšení zdraví a následná možná spolupráce s dalšími zdravotnickými službami (Rüütel, Vinkel & Laanetu, 2018).

Výsledky shrnuje tvrzení, že VAT má vliv na ANS. Na základě těchto výsledků je možné potvrdit hypotézu H_A , která říká, že bude rozdíl ve vlivu na ANS mezi intervencí VAT a kontrolním lehem (pouze působení zvuků). V porovnání s ostatními studii se tento výzkum liší ve výsledcích. Některé uvádí, že je více aktivována sympatická část,

jiné uvádí parasympatickou část ANS. Shodují se na tom, že dochází ke změně ANS vlivem VAT.

Mezi určité limity výzkumu lze zařadit následující faktory. Snímání dat pomocí sporttestru. Sporttester je vhodné využívat při sportovních aktivitách a ne pro výzkumné šetření. I přes tento limit je potřeba zmínit, že je schopen zaznamenávat přesná data. Dále by se dalo hovořit o využití dalších měřících postupů a technického vybavení, která by se dala využít k získání dalších hodnot biomarkerů např. galvanický kožní odpor nebo EEG. Před samotnou intervencí účastník vyplňoval dotazníky a podstoupil 12 minutový ortostatický test. Všechny tyto procedury měly vliv na uklidnění lidského organismu. Tímto zklidněním těla mohou být ovlivněny výsledky tohoto výzkumu. V horizontu měsíců duben až červen, kdy se výzkum organizoval, docházelo k postupnému zvyšování teploty. Teplota vzduchu také mohla mít vliv na hodnocená data variability srdeční frekvence. Jak uvádí Javorka (2008) zvýšení teploty o 1°C, zvyšuje srdeční frekvenci a je zvýšená aktivita i v sympatických nervech. V případě následujícího měření by bylo vhodné řešit klimatizaci místnosti. Soubor probandů lze považovat za homogenní (studenti a akademičtí pracovníci Univerzity Palackého). V některých případech došlo k nalezení nerespektování pravidel, které byla určena pro účast na výzkumu.

6 ZÁVĚR

Hlavním cílem diplomové práce bylo posoudit vliv VAT na ANS na základě porovnání dat v průběhu VAT a kontrolního lehu (poslech zvuků přírody bez VAT). VAT byla aplikována s působením nosného modulačního signálu 40 Hz s konstantní amplitudou (experimentální intervence A) s poslechem zvuků přírody (zvuky lesa). Hodnotily se tyto parametry: srdeční frekvence, LF (ukazatel sympatiku), HF (ukazatel parasympatiku) a poměr LF/HF (ukazatel sympatovagové balance).

Data byla vyhodnocena na základě hodnot VSF, která byla zaznamenávána na Polar V800. Délka působení intervence byla 20 minut. Pro vyhodnocování výsledků byl tento časový úsek rozdělen na čtyři pětiminutové části. Na základě výsledků bylo stanoveno, že u žádné studované proměnné v průběhu intervence VAT nebo kontrolního lehu nebyly nalezeny statisticky významné změny. Proto byl vypočítán aritmetický průměr a směrodatná odchylka z celé dvacetiminutové intervence. U srdeční frekvence byl zjištěn signifikantní nárůst v případě intervence VAT

(66 ± 11 tepů/min) ve srovnání s kontrolním lehem (64 ± 10 tepů/min). Intervence VAT ($0,0 \pm 1,0$) způsobuje statisticky významný ($p = 0,001$) přesun aktivity na stranu sympatiku ve srovnání s kontrolním lehem. U proměnných Ln LF ($p = 0,107$) a Ln HF ($p = 0,087$) nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi intervencí VAT a kontrolním lehem.

Na základě výsledků byla H_0 zamítnuta a H_A potvrzena.

H_0 – Mezi experimentální intervencí A a kontrolní intervencí není významný rozdíl ve vlivu na autonomní nervový systém - zamítnuta.

H_A – Mezi experimentální intervencí A a kontrolní intervencí je významný rozdíl ve vlivu na autonomní nervový systém – potvrzena.

SOUHRN

Diplomová práce se zaměřuje na vliv vibroakustické terapie (VAT) na autonomní nervový systém. Konkrétně jsou zde interpretovány výsledky, které porovnávají vliv VAT (působení nosného modulačního signálu 40 Hz s konstantní amplitudou současně s poslechem zvuků přírody) a kontrolní intervence. Kontrolní intervence nevyužívá působení VAT, účastník ležel na vibračním lůžku a poslouchal pouze zvuky přírody (zvuky lesa). Tento výzkum se uskutečňoval ve spolupráci Pedagogické fakulty a Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci. Účastníky výzkumu byli studenti a akademičtí pracovníci z obou fakult (průměrný věk skupiny byl $27,3 \pm 11,9$ let). Účastníci výzkumu absolvovali tři měření v průběhu třech týdnů.

Kapitola přehled poznatků je rozdělena do třech částí. V první je popsána struktura a funkce autonomního nervového systému. Druhá část se věnuje variabilitě srdeční frekvence a její možnosti ovlivnění a měření. Třetí část obsahuje informace o zvuku a jeho vlivu na lidský organismus. Konkrétně je zde rozebrána vibroakustická terapie a její klíčové komponenty v průběhu terapie. Je zde zmíněno také téma vývoje vibroakustické techniky (vzhled vibroakustické jednotky a její první podoba od Olava Skilleho z 80. let a jednotka VIBROBED[®] z roku 2018, výrobci z České republiky). V závěru této kapitoly jsou popsány účinky VAT.

V praktické části jsem se zaměřila na zpracování metodiky (soubor probandů a přesný postup měření) a interpretaci výsledků výzkumu. Výsledky byly zpracovány na základě hodnot variability srdeční frekvence. Hodnoty variability srdeční frekvence byly zaznamenávány pomocí sporttestru Polar V800. Délka působení intervence byla 20 minut. Pro vyhodnocování výsledků byl tento časový úsek rozdělen na čtyři pětiminutové části. Na základě výsledků bylo stanoveno, že u žádné studované proměnné v průběhu intervence VAT nebo kontrolního lehu nejsou rozpoznány statisticky významné rozdíly. Na základě toho se vypočítal aritmetický průměr a směrodatná odchylka z celé dvacetiminutové intervence. U srdeční frekvence byl zjištěn signifikantní nárůst v případě intervence VAT ve srovnání s kontrolním lehem. Intervence VAT způsobuje statisticky významný přesun aktivity na stranu sympatiku ve srovnání s kontrolním lehem. U proměnných LF (ukazatel sympatiku) a HF (ukazatel parasympatiku) nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi intervencí VAT a kontrolním lehem. Výsledkem působení VAT je zvýšení aktivity sympatické části autonomního nervového systému.

SUMMARY

The thesis aims at the influence of vibroacoustic therapy (VAT) on the autonomic nervous system. The influence of VAT (stand-alone frequency at 40 Hz with constant amplitude and with contribution of sounds of nature) and controls are being compared.

The controls did not use any influence of VAT, the participant lied on the vibration plate and was listening to the sound of the nature (forest in particular). This experiment was conducted in cooperation of the Faculty of Pedagogy and Faculty of Physical Culture at Palacký University in Olomouc. The participants were students and teachers at both faculties (average age of $27,3 \pm 11,9$ y). The participants underwent three measurements within three weeks.

The overview chapter is divided into three parts. In the first part there are structure and function of the autonomic nervous system described. In the second part there is the heart rate variability (HRV) described. Approached influencing and describing HRV are described as well. Third part contains the information about sounds and its influence on the human body, especially the vibroacoustic therapy is described in detail and its key component during therapy. History of vibroacoustic technique is described as well with its first device from Olav Skill from 80s and the device called VIBROBED[®], produced in the Czech Republic. In the end there is influence of VAT described.

There was the methodology of the research described In the practical part (the sample, measurement procedure described in detail) and the interpretation of the results. The results were processed based on the HRV. HRV values were gained using Polar V800 sport tester. The time of the procedure was 20 minutes. Results were interpreted using 4 intervals (5 minutes each) of the 20 minutes session.

Based on the results there were found no statistically significant differences of studied variables on neither the intervention group nor the control sample. The arithmetic mean and the standard deviation in the whole 20 minutes session were calculated. There was found significant increase in heart rate at the VAT intervention compared to control supine laying position. VAT intervention causes statistically significant change in favor of the sympathetic activity in comparison with control supine laying. There were found no statistically significant differences in the variables of LF (sympathetic activity) and HF (parasympathetic activity) between the VAT intervention and controlled laying. The results of VAT intervention is increase in the sympathetic activity of the autonomic nervous system.

SEZNAM ZKRATEK

ANS – autonomní nervový systém

CNS – centrální nervový systém

EKG – elektrokardiografie

FTK – Fakulta tělesné kultury

HF – výkon vysokofrekvenční komponenty (ukazatel parasympatiku)

LF/HF – poměr výkonů LF/HF (ukazatel sympatovagové balance)

KVS – kardiovaskulární systém

LF – výkon nízkofrekvenční komponenty (ukazatel sympatiku)

Ln – přirozený logaritmus

MVT – Music Vibration Table

PdF – Pedagogická fakulta

SD – směrodatná odchylka

SF – srdeční frekvence

VAS – vibroakustická stimulace

VAT – vibroakustická terapie

VSF – variabilita srdeční frekvence

REFERENČNÍ SEZNAM

- Ala-Ruona, E., Punkanen, M., & Campbell, E. (2015). Vibroacoustic therapy: Conception, development, and future directions. *Musiikkiterapia (Finish J. Music Ther.)*, 30(1-2), 48-71.
- Ambler, Z. (2006). *Základy neurologie*. (6th ed.). Praha: Galen.
- Benarroch, E. E. (Ed.). (2014). *Autonomic neurology*. Oxford: University Press.
- Bergström-Isacsson, M., Lagerkvist, B., Holck, U., & Gold, C. (2014). Neurophysiological responses to music and vibroacoustic stimuli in Rett syndrome. *Research in developmental disabilities*, 35(6), 1281-1291.
- Botek, M., Krejčí, J., & McKune, A. J. (2017). *Variabilita srdeční frekvence v tréninkovém procesu: historie, současnost a perspektiva*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci
- Botek, M., Neuls, F., Klimešová, I., & Vyhnánek, J. (2017). *Fyziologie pro tělovýchovné obory (vybrané kapitoly, část I)*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Boyd-Brewer, C. (2003). Vibroacoustic therapy: sound vibrations in medicine. *Alternative & Complementary Therapies*, 9(5), 257-263.
- Boyd-Brewer, C., & McCaffrey, R. (2004). Vibroacoustic sound therapy improves pain management and more. *Holistic Nursing Practice*, 18(3), 111-118.
- Campbell, E. A., Hynynen, J., & Ala-Ruona, E. (2017). Vibroacoustic treatment for chronic pain and mood disorders in a specialized healthcare setting. *Music and Medicine*, 9(3), 187-197.
- Clements-Cortes, A., Ahonen, H., Evans, M., Freedman, M., & Bartel, L. (2016). Short-term effects of rhythmic sensory stimulation in Alzheimer's disease: An exploratory pilot study. *Journal of Alzheimer's Disease*, 52(2), 651-660.
- Dantas, E. M., Gonçalves, C. P., Silva, A. B. T., Rodrigues, S. L., Ramos, M. S., Andreão, R. V., Pimentel, E. B., Lunz, W., & Mill, J. G. (2010). Reproducibility of heart rate variability parameters measured in healthy subjects at rest and after a postural change maneuver. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 43(10), 982-988.
- D'Elia, A., Pighetti, M., Vanacore, F., Fabbrocini, G., & Arpaia, L. (2005). Vibroacoustic stimulation in normal term human pregnancy. *Early human development*, 81(5), 449-453.

- Delmastro, F., Di Martino, F., & Dolciotti, C. (2018, March). Physiological impact of vibro-acoustic therapy on stress and emotions through wearable sensors. In *2018 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops)* (pp. 621-626). IEEE.
- Dudoniene, V., Varniene, L., Aukstikalnis, T., Lendraitiene, E., Cerkauskas, J., & Raistenskis, J. (2016). Effect of vibroacoustic therapy on pain management in adolescents with low back pain. *Journal of Vibroengineering*, *18*(7), 4729-4735.
- Ganong, W. F. (2005). *Přehled lékařské fyziologie*. Praha: Galén.
- Ghasemi, A., & Zahediasl, S. (2012). Normality tests for statistical analysis: a guide for non-statisticians. *International journal of endocrinology and metabolism*, *10*(2), 486–489.
- Grocke, D., & Wigram, T. (2006). *Receptive methods in music therapy: Techniques and clinical applications for music therapy clinicians, educators and students*. London: Jessica Kingsley Publishers.
- Hooper, J. (2002). Is VA therapy, music therapy? *Music Therapy Today: A Quarterly Journal of Studies in Music and Music Therapy*, *2*(4).
- Hynynen, J. J., Aralinna, V., Rätty, M., & Ala-Ruona, E. (2017). Vibroacoustic Treatment Protocol at Seinäjoki Central Hospital. *Music and Medicine*, *9*(3), 184-186.
- Chesky, K. S., & Michel, D. E. (1991). The Music Vibration Table (MVT™): Developing a technology and conceptual model for pain relief. *Music Therapy Perspectives*, *9*(1), 32-38.
- Javorka, K. (2008). Hodnotenie variability frekvencie srdca. In *Variabilita frekvencie srdca: mechanizmy hodnotenie klinické využitie* (pp. 39–65). Martin: Oveta.
- Javorka, K. (2008). Vplyv endogénnych a exogénnych faktorov na variabilitu frekvencie srdca. In *Variabilita frekvencie srdca: mechanizmy hodnotenie klinické využitie* (pp. 66–102). Martin: Oveta.
- Javorka, M., & Javorka, K. (2008). Hodnotenie variability frekvencie srdca časovou a frekvenčnou analýzou. In *Variabilita frekvencie srdca: mechanizmy hodnotenie klinické využitie* (pp. 47–51). Martin: Oveta.
- Kantor, J. (2014). *Kreativní přístupy v rehabilitaci osob s těžkým kombinovaným postižením*. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého.

- Kantor, J., Lispký, M., & Weber, J. (2009). *Základy muzikoterapie*. Praha: Grada Publishing.
- Katušić, A., & Mejaški-Bošnjak, V. (2011). Effects of vibrotactile stimulation on the control of muscle tone and movement facilitation in children with cerebral injury. *Collegium antropologicum*, 35(1), 57-63.
- King, L. K., Almeida, Q. J., & Ahonen, H. (2009). Short-term effects of vibration therapy on motor impairments in Parkinson's disease. *NeuroRehabilitation*, 25(4), 297-306.
- Koike, Y., Hoshitani, M., Tabata, Y., Seki, K., Nishimura, R., & Kano, Y. (2012). Effects of vibroacoustic therapy on elderly nursing home residents with depression. *Journal of Physical Therapy Science*, 24(3), 291-294.
- Kolisko, P., Jandová, D., & Salinger, J. (2004). Vybrané autoregulační techniky a jejich vliv na aktuální funkční změny autonomního nervového systému (ANS). In J. Salinger (Eds.), *Variabilita srdeční frekvence a její hodnocení v biomedicínkách oborech – od teorie ke klinické praxi* (pp. 35-47). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Laad, M. (2010). The Study of the Effect of Constant Intensity Level Sound of Varying Frequencies on the Blood Pressure and the Heart Rate. *International Journal of Pure and Applied Physics*, 6(3), 293-304.
- Lim, E., Lim, R., Suhaimi, A., Chan, B. T., & Wahab, A. K. A. (2018). Treatment of chronic back pain using indirect vibroacoustic therapy: A pilot study. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, 31(6), 1041-1047.
- Lundqvist, L. O., Andersson, G., & Viding, J. (2009). Effects of vibroacoustic music on challenging behaviors in individuals with autism and developmental disabilities. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 3(2), 390-400.
- Łukasiak, A., Krystosiak, M., Widłak, P., & Woldańska-Okońska, M. (2013). Evaluation of the effectiveness of vibroacoustic therapy treatment of patients with so-called "heel spur". A preliminary report. *Ortopedia, traumatologia, rehabilitacja*, 15(1), 77-87.
- McKusick, E. D. (2018). *Vylad'ování lidského biopole: léčba vibrační zvukovou terapií*. Olomouc: Anag.
- Mitchell, L. A., & MacDonald, R. A. (2006). An experimental investigation of the effects of preferred and relaxing music listening on pain perception. *Journal of music therapy*, 43(4), 295-316.

- Montano, N., Ruscone, T. G., Porta, A., Lombardi, F., Pagani, M., & Malliani, A. (1994). Power spectrum analysis of heart rate variability to assess the changes in sympathovagal balance during graded orthostatic tilt. *Circulation*, *90*(4), 1826-1831.
- Naghdi, L., Ahonen, H., Macario, P., & Bartel, L. (2015). The effect of low-frequency sound stimulation on patients with fibromyalgia: A clinical study. *Pain research and management*, *20*(1), e21-e27.
- Nekardová, A. (2020). *Vibroakustická stimulace jako metoda speciálněpedagogické intervence*. Bakalářská práce, Univerzita Palackého, Pedagogická fakulta, Olomouc.
- Novotný, J. & Novotná, M. (2008). *Variabilita srdeční frekvence u dětí vleže a vstoje: heart rate variability in children at supine and standing position*. Brno: Masarykova univerzita.
- Opavský, J. (2017). Dýchání a autonomní nervový systém - souvislosti pro fyzioterapeuty a fyzioterapii. *Umění fyzioterapie*, *2*(4), 33-38.
- Park, C., Park, E. S., Choi, J. Y., Cho, Y., & Rha, D. W. (2017). Immediate effect of a single session of whole body vibration on spasticity in children with cerebral palsy. *Annals of rehabilitation medicine*, *41*(2), 273.
- Pumprla, J., Sovová, E., & Howorka, K. (2014). Variabilita srdeční frekvence: Využití v interní praxi se zaměřením na metabolický syndrom. *Interní medicína pro praxi*, *16*(5), 205-209.
- Poděbradský, J., & Poděbradská, R. (2009). *Fyzikální terapie, manuál a algoritmy*. Praha: Grada Publishing.
- Pometlová, M., Nohejlová, K., & Bernášková, K. (2015). Fyziologie a patofyziologie oběhového systému. In K. Bernášková, R. Rokyta (Eds.), *Fyziologie a patofyziologie pro klinickou praxi* (pp. 123-184). Praha: Grada Publishing.
- Punkanen, M., & Ala-Ruona, E. (2012). Contemporary vibroacoustic therapy: Perspectives on clinical practice, research, and training. *Music Med*, *4*(3), 128-135.
- Rüütel, E. (2002). The psychophysiological effects of music and vibroacoustic stimulation. *Nordic Journal of Music Therapy*, *11*(1), 16-26.
- Rüütel, E., Vinkel, I., & Eelmäe, P. (2017). The Effects of Short-Term Vibroacoustic Treatment on Spasticity and Perceived Health Conditions of Patients with Spinal Cord and Brain Injuries. *Music and Medicine*, *9*(3), 202-208.

- Rüütel, E., Vinkel, I., & Laanetu, M. (2018). Vibroacoustic Therapy and Development of a New Device: A Pilot Study in the Health Resort Environment. *Universal Journal of Public Health*, 6, 240-246.
- Silbernagl, S., & Despopoulos, A. (2016). *Atlas fyziologie člověka: překlad 8. německého vydání*. Praha: Grada Publishing.
- Skille, O. (1989). VibroAcoustic Therapy. *Music therapy*, 8(1), 61-77. Retrieved from <https://academic.oup.com/musictherapy/article/8/1/61/2756994?login=true>
- Skille, O. (1991). *Manual of Vibroacoustics*. Levanger, Norway: ISVA Publications.
- Skille, O. (1997). Potential applications of vibroacoustic therapy. In T. Wigram, Ch. Dileo (Eds.), *Music Vibration and Health* (pp. 49-56). Cherry Hill: Jeffrey Books.
- Skopowska, A., Biernacki, M., Dekowska, M., Ozóg, P., & Grochowska, A. (2014). The influence of vibroacoustic therapy on the functional status of patients with gonarthrosis. A preliminary report. *Reumatologia*, 52(5), 292-298.
- Šlamberová, R. (2015). Fyziologie a patofyziologie autonomního nervového systému. In K. Bernášková, R. Rokyta (Eds.), *Fyziologie a patofyziologie pro klinickou praxi* (pp. 481-489). Praha: Grada Publishing.
- Uhlíř, J. & Sovka, P. (2002). *Číslíkové zpracování signálů*. Praha: ČVUT.
- Vibrobed.eu (n. d.). *Co je VIBROBED®*. Retrieved from <https://www.vibrobed.eu/>
- Vibrobed.eu (n. d.). *Jak to funguje*. Retrieved from <https://www.vibrobed.eu/>
- Vilímek, Z., & Chráska, M. (2019). *Vliv vibroakustické stimulace na subjektivní vnímání*. Olomouc: Katedra psychologie Filosofické fakulty UP. Retrived from <https://uss.upol.cz/wp-content/uploads/2019/04/Vibroakustika-Vyzkumna-studie-2-Vilimek-2019.pdf>
- Vilímek, Z., Kantor, J., & Chráska, M. (2019). *Vliv vibroakustické stimulace na autonomní nervový systém*. Olomouc: Katedra psychologie Filosofické fakulty UP. Retrieved from <https://uss.upol.cz/wp-content/uploads/2019/04/Vibroakustika-Vyzkumna-studie-1-Vilimek-2019-2.pdf>
- Vítková, V. (2020). *Vliv nízkých frekvencí vibroakustické terapie na svalové napětí a stres člověka*. Diplomová práce, Univerzita Palackého Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Vlčková, E., Bednařík, J., Buršová, Š., Šajgalíková, K., & Mlčáková, L. (2010). Spektrální analýza variability srdeční frekvence–normativní data. *Česká a Slovenská neurologie a neurochirurgie*, 73(6), 68-72.

- Volný, O., Halaj, M., Kachlík, D., & Hudák, R. (2015). *Memorix anatomie*. Praha: Triton.
- Wigram, A. L. (1996). *The effects of vibroacoustic therapy on clinical and non-clinical populations* (Doctoral dissertation, University of London).
- Warth, M., Kessler, J., Kotz, S., Hillecke, T. K., & Bardenheuer, H. J. (2015). Effects of vibroacoustic stimulation in music therapy for palliative care patients: a feasibility study. *BMC complementary and alternative medicine*, *15*(1), 1-8.
- Zheng, A., Sakari, R., Cheng, S. M., Hietikko, A., Moilanen, P., Timonen, J., et al. (2009). Effects of a low-frequency sound wave therapy programme on functional capacity, blood circulation and bone metabolism in frail old men and women. *Clinical rehabilitation*, *23*(10), 897-908.

PŘÍLOHY

Seznam příloh:

- Informovaný souhlas
- Vstupní protokol
- Dotazník před a po intervenci
- Česká verze škály vnímaného stresu
- Obrazová příloha

1. Informovaný souhlas

INFORMOVANÝ SOUHLAS

pro výzkumný projekt: VAS (projekt IGA)

období realizace: 4-2019 / 2-2020

řešitel projektu: doc. Mgr. Jiří Kantor, Ph.D.

Vážená paní, vážený pane, obracíme se na Vás se žádostí o spolupráci na výzkumném projektu, jehož součástí je **experiment obsahující poslech zvuků a měření** před, v průběhu a po experimentu s využitím níže uvedených metod. Všechny postupy použité v průběhu experimentu a měření jsou neinvazivní a bezpečné, s výjimkou níže uvedených rizik. Při experimentu budou použité pouze zvuky přírody a nízkofrekvenční zvuky. Hlasitost poslechu mohou účastníci ovlivnit dle subjektivních preferencí.

Cílem studie je výzkum účinku zvuků použitých v experimentu na lidský organismus.

Metody měření:

Skladba metod sběru dat zahrnuje neinvazivní přístrojové a psychologické testové nástroje:

- Vstupním dotazníkem pro zjištění osobních a demografických dat, např. věku, pohlaví, výskyt zdravotních problémů atd. a dalších specifických dotazů souvisejících s aktuálním psychosomatickým stavem.
- Analýza variability srdeční frekvence pomocí frekvenčních a časových ukazatelů.
- Měření krevního tlaku a měření dechové frekvence.
- Vizualní analogické škály pro zjištění rozdílu v subjektivní percepci hladiny stresu.
- UWIST Mood Adjective Checklist pro zjištění rozdílu v emocionálním ladění před a po intervenci.
- Standardizovaný dotazník Perceived Stress Scale (Cohen, 1983) v české verzi s názvem Škály vnímaného stresu, který uvádí Buršíková Brabcová a Kohout (2018).
- Interview pro doplnění dat spíše kvalitativní povahy.

Časový harmonogram:

Celková délka jednoho setkání je 60 minut a proběhne jednou týdně, vždy ve stejný den a čas. Celkem proběhnou 3 setkání, délka účasti ve výzkumu je tedy 3 týdny. Měření proběhnou na dvou univerzitních pracovištích PdF a FTK. S výsledky výzkumu budu seznámen po ukončení studie.

Na realizovanou intervenci, která je obsahem výzkumného experimentu, jsou známa **následující rizika:**

- Hypotonie
- Angína Pectoris
- Psychotické stavy
- Poúrazové stavy
- Otevřené krvácení.

Účastník studie svým podpisem (níže) stvrzuje, že v době konání experimentu netrpí žádnými z výše uvedených rizik.

Účastník studie souhlasí:

- S vyloučením příjmu návykových látek v ranních hodinách před konáním experimentu (nápoje s obsahem kofeinu a teinu, cigarety) a silných návykových látek den před experimentem (alkohol, marihuana).
- S pořízením záznamu srdeční aktivity, měření tlaku a audio záznamu z kvalitativního interview.
- S anonymním přímým citováním údajů z interview.
- S uchováním všech záznamů z výzkumu, které budou anonymně použity pouze pro účely výzkumné studie.

Prohlášení

Prohlašuji, že souhlasím s účastí na výše uvedeném projektu. Řešitel/ka projektu mne informoval/a o podstatě výzkumu a seznámil/a mne s cíli a metodami a postupy, které budou při výzkumu používány, podobně jako s výhodami a riziky, které pro mne z účasti na projektu vyplývají. Souhlasím s tím, že všechny získané údaje budou použity jen pro účely výzkumu a že výsledky výzkumu mohou být anonymně publikovány.

Měl/a jsem možnost vše si řádně, v klidu a v dostatečně poskytnutém čase zvážit, měl/a jsem možnost se řešitele/ky zeptat na vše, co jsem považoval/a za pro mne podstatné a potřebné vědět. Na tyto mé dotazy jsem dostal/a jasnou a srozumitelnou odpověď. Jsem informován/a, že mám možnost kdykoliv od spolupráce na projektu odstoupit, a to i bez udání důvodu.

Výzkumník prohlašuje, že osobní údaje, které by mohly účastníka výzkumu identifikovat, nebudou nikomu předány ani se vyskytnou v žádných publikačních výstupech. Osobní údaje budou chráněny v souladu s platnou legislativou.

Tento informovaný souhlas je vyhotoven ve dvou stejnopisech, každý s platností originálu, z nichž jeden obdrží moje osoba (nebo zákonný zástupce) a druhý řešitel projektu.

Jméno, příjmení a podpis řešitele projektu:

V _____ dne: _____

2. Vstupní protokol

VSTUPNÍ PROTOKOL – VAS 2019

Kód účastníka výzkumu:

Číslo skupiny / Kód účastníka / Číslo setkání: / /

Tyto anonymní údaje jsou vyplňovány pouze před zahájením výzkumu. Děkujeme za Váš čas a ochotu vyplnit dotazník.

1. Pohlaví

Muž

Žena

2. Věk let

3. Mám somatický / jiný zdravotní handicap nebo dlouhodobé / akutní onemocnění, které se obvykle považují za závažnější:

ne

ano

Pokud ano, uveďte prosím jaké:

.....

4. Pravidelná medikace?

ne

ano

Pokud ano, uveďte prosím, jaké léky užíváte a na co:

.....

5. Menstruační cyklus (pouze u žen) – folikulární (1-14 dní) a luteální (14-28 dní) fáze.

Uveďte prosím začátek menstruačního cyklu:nebo v jaké fázi cyklu se nacházíte:.....

6. Kvalita spánku – pravidelný a dostatečný spánek (alespoň 6-7 hodin)?

Ano

Ne

7. V současné době nejsem psychiatricky léčený/á.

Ano

Ne

Pokud jste psychiatricky léčen/a, uveďte prosím diagnózu nebo důvod léčby (dobrovolné):

.....
V případě, že se jedná o duševní poruchu, která by mohla mít vliv na výzkumná měření, je nutná konzultace se supervizním týmem.

Datum:

Podpis výzkumníka:

3. Dotazník PŘED a PO intervenci

DOTAZNÍK PŘED/ PO INTERVENCI

Číslo skupiny / Kód probanda / Číslo setkání: /..... /.....

Datum: Čas začátku měření: Přibliž. délka spánku:

MÍRA STRESU A SVALOVÉHO NAPĚTÍ – PŘED INTERVENCÍ

Na úsečce vyznačte čárkou intenzitu **aktuálního** stavu:

Žádný stres I-----I Maxim. stres

Svalové uvolnění I-----I Svalové napětí

DOTAZNÍK NÁLADY – PŘED INTERVENCÍ

Vyjadřují tyto přídavná jména tvoji aktuální náladu?

| | Určitě 1 | Spíše ano 2 | Spíše ne 3 | Určitě ne 4 |
|-----------------|-------------|----------------|---------------|----------------|
| 1. Šťastný | | | | |
| 2. Nespokojený | | | | |
| 3. Energický | | | | |
| 4. Uvolněný | | | | |
| 5. Bdělý | | | | |
| 6. Nervózní | | | | |
| 7. Pasivní | | | | |
| 8. Veselý | | | | |
| 9. Napjatý | | | | |
| 10. Ztrémovaný | | | | |
| 11. Zpomalený | | | | |
| 12. Žalostný | | | | |
| 13. Vyrovnaný | | | | |
| 14. Zklíčený | | | | |
| 15. Odpočatý | | | | |
| 16. Vitální | | | | |
| 17. Úzkostný | | | | |
| 18. Spokojený | | | | |
| 19. Nepodnikavý | | | | |
| 20. Smutný | | | | |
| 21. Klidný | | | | |
| 22. Aktivní | | | | |
| 23. Naplněný | | | | |
| 24. Unavený | | | | |

HODNOTY KREVNÍHO TLAKU PŘED INTERVENCÍ: /

PULS:

MÍRA STRESU A SVALOVÉHO NAPĚTÍ – PO INTERVENCI

Na úsečce vyznačte čárkou intenzitu **aktuálního** stavu:

Žádný stres I-----I Maxim. stres

Svalové uvolnění I-----I Svalové napětí

DOTAZNÍK NÁLADY – PO INTERVENCI

Vyjadřují tyto přídavná jména tvoji aktuální náladu?

| | Určitě 1 | Spíše ano 2 | Spíše ne 3 | Určitě ne 4 |
|-----------------|-------------|----------------|---------------|----------------|
| 1. Šťastný | | | | |
| 2. Nespokojený | | | | |
| 3. Energický | | | | |
| 4. Uvolněný | | | | |
| 5. Bdělý | | | | |
| 6. Nervózní | | | | |
| 7. Pasivní | | | | |
| 8. Veselý | | | | |
| 9. Napjatý | | | | |
| 10. Ztrémovaný | | | | |
| 11. Zpomalený | | | | |
| 12. Žalostný | | | | |
| 13. Vyrovnaný | | | | |
| 14. Zklíčený | | | | |
| 15. Odpočatý | | | | |
| 16. Vitální | | | | |
| 17. Úzkostný | | | | |
| 18. Spokojený | | | | |
| 19. Nepodnikavý | | | | |
| 20. Smutný | | | | |
| 21. Klidný | | | | |
| 22. Aktivní | | | | |
| 23. Naplněný | | | | |
| 24. Unavený | | | | |

HODNOTY KREVNÍHO TLAKU PO INTERVENCI:..... /

PULS:

4. Česká verze škály vnímaného stresu

ČESKÁ VERZE ŠKÁLY VNÍMANÉHO STRESU

Otázky v této škále jsou zaměřeny na to, jak jste se cítil a jak jste uvažoval během posledního měsíce. Označte zakroužkováním pouze jednu odpověď vystihující, jak často jste se cítil/a nebo uvažoval/a popsáním způsobem.

Číslo skupiny / Kód účastníka / Číslo setkání: / /.....

Dnešní datum:

0=nikdy 1=téměř nikdy 2=někdy 3 = docela často 4= velmi často

1. Jak často jste byl v posledním měsíci rozrušený kvůli něčemu, co se stalo nečekaně?

0 1 2 3 4

2. Jak často jste měl v posledním měsíci pocit, že nemáte pod kontrolou důležité věci ve Vašem životě?

0 1 2 3 4

3. Jak často jste se cítil v posledním měsíci nervózní a “vystresovaný“?

0 1 2 3 4

4. Jak často jste si v posledním měsíci věřil v tom, že jste schopen zvládat své osobní problémy?

0 1 2 3 4

5. Jak často jste měl v posledním měsíci pocit, že věci jdou tak, jak byste si představoval?

0 1 2 3 4

6. Jak často jste v posledním měsíci pociťoval, že se nemůžete vypořádat se vším, co byste měl zařídit?

0 1 2 3 4

7. Jak často jste byl v posledním měsíci schopen mít pod kontrolou věci, které Vás iritují?

0 1 2 3 4

8. Jak často jste měl v posledním měsíci pocit, že jste nad věcí?

0 1 2 3 4

9. Jak často jste se v posledním měsíci rozhněval kvůli věcem, které byly mimo Vaši kontrolu?

0 1 2 3 4

10. Jak často jste měl v posledním měsíci pocit, že se potíže hromadí natolik, že je nejste schopen překonat?

0 1 2 3 4

5. Obrazová příloha

- Vibrační lehátko, Vibrační lehátko s motorem
- Vibroakustické přístroje
- Další vybavení: Polar V800, Tlakoměr Omron, Tablet s nahrávkou hudby



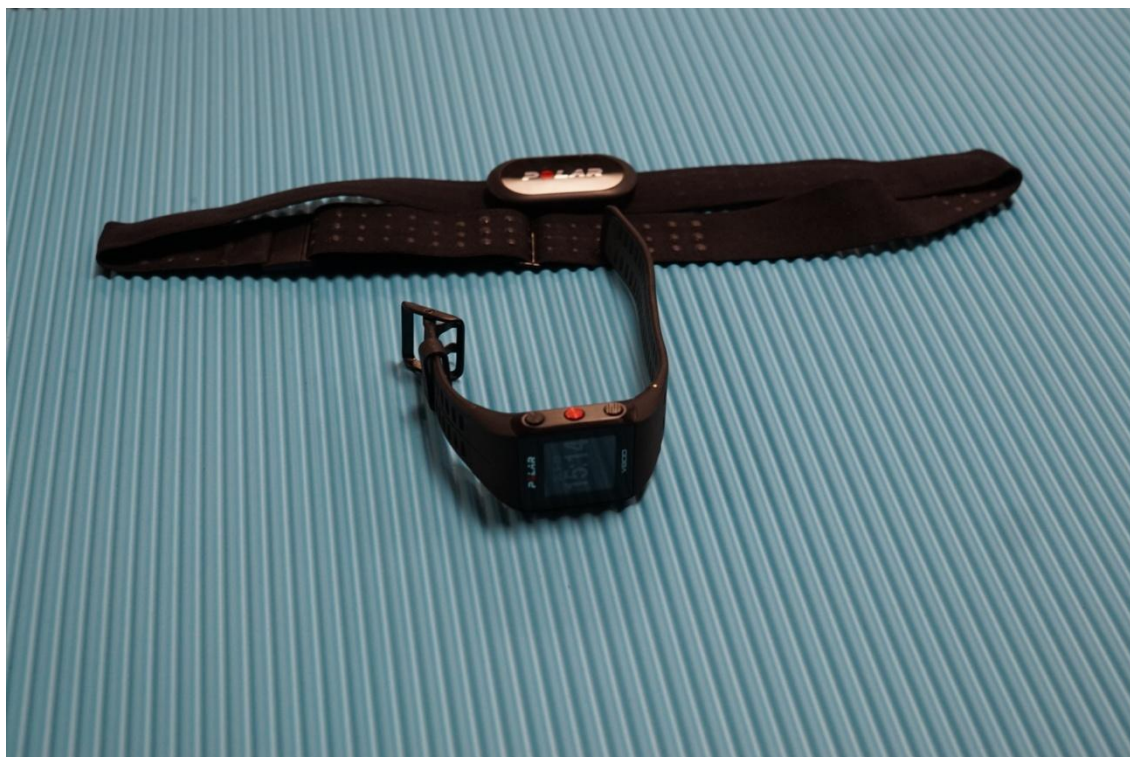
Obrázek 11. Vibrační lehátko



Obrázek 12. Vibrační lehátko s motorem



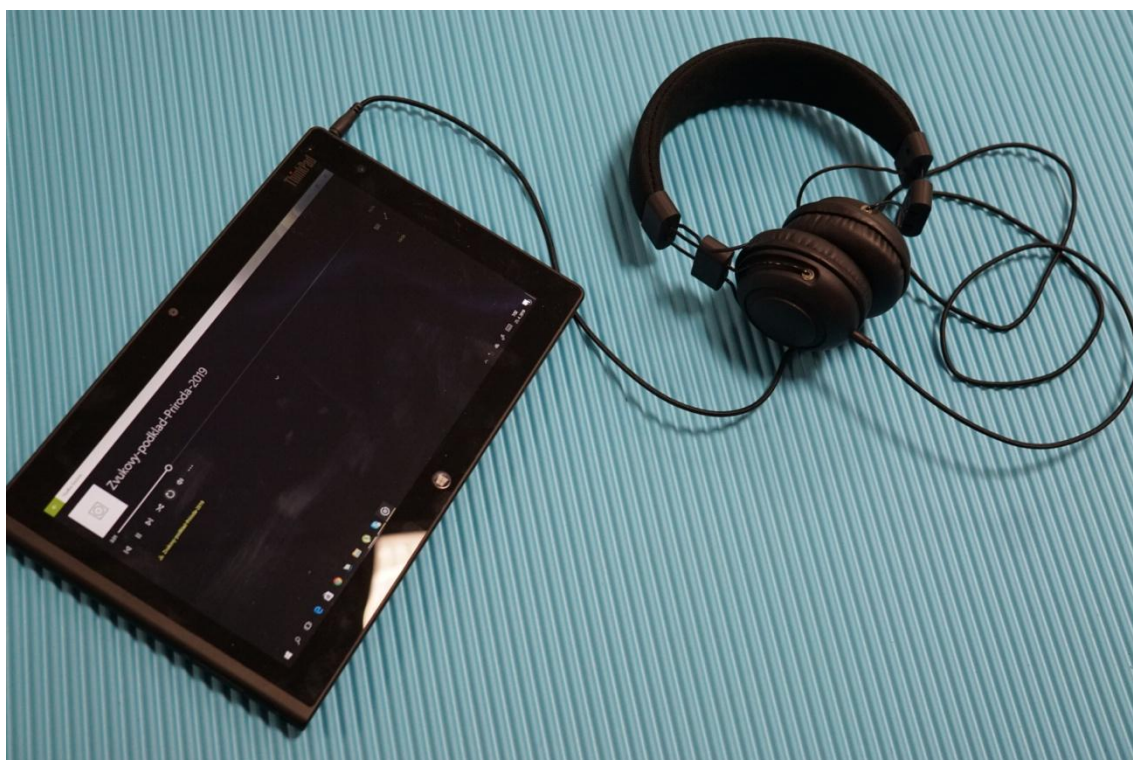
Obrázek 13. Vibroakustické přístroje



Obrázek 14. Polar V800



Obrázek 15. Tlakoměr Omron



Obrázek 16. Tablet (složka s nahrávkou) se sluchátky