

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

**VLIV RELAXAČNÍHO PROGRAMU AUDIOVIZUÁLNÍ STIMULACE
NA VYBRANÉ UKAZATELE SPEKTRÁLNÍ ANALÝZY VARIABILITY
SRDEČNÍ FREKVENCE**

Diplomová práce

(magisterská)

Autor: Bc. Monika Černá, obor fyzioterapie

Vedoucí práce: PhDr. Petr Uhlíř, Ph.D.

Olomouc 2017

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Bc. Monika Černá

Název diplomové práce: Vliv relaxačního programu audiovizuální stimulace na vybrané ukazatele spektrální analýzy variability srdeční frekvence

Pracoviště: Katedra fyzioterapie FTK UP Olomouc

Vedoucí diplomové práce: PhDr. Petr Uhlíř, Ph.D.

Rok obhajoby diplomové práce: 2017

Abstrakt:

Cílem diplomové práce bylo zhodnotit vliv relaxačního programu audiovizuální stimulace na vybrané ukazatele spektrální analýzy variability srdeční frekvence měřené pomocí diagnostického systému VarCor PF7.

Teoretická část je zaměřena na autonomní nervový systém, spektrální analýzu variability srdeční frekvence a audiovizuální stimulaci. Praktická část popisuje výzkum. Výzkumná i kontrolní skupina se skládala z 20 zdravých probandů (16 žen, 4 muži, průměrný věk $26,01 \pm 2,17$ let). Variabilita srdeční frekvence byla u výzkumné skupiny hodnocena před a po skončení relaxačního programu audiovizuální stimulace, u kontrolní skupiny před a po lehu bez použití programu AVS. Výzkum byl doplněn anamnestickým dotazníkem, dotazníkem na autonomní funkce a dotazníkem hodnotícím subjektivní stav probandů.

Výsledky studie ukázaly u výzkumné skupiny signifikantní zvýšení hodnot ukazatelů Power VLF, Power HF, Total Power, MSSD, R-R intervaly a komplexního ukazatele Vagotonie při porovnání lehu 2 před aplikací audiovizuální stimulace s lehem 2 po její aplikaci. U kontrolní skupiny došlo k signifikantnímu zvýšení hodnot pouze u parametru Rel. VLF.

Klíčová slova: autonomní nervový systém, variabilita srdeční frekvence, spektrální analýza, relaxace, audiovizuální stimulace

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Bibliographical identification

Author's first name and surname: Bc. Monika Černá

Title of the master thesis: Effect of relaxation programme of audiovisual stimulation on selected parameters of spectral analysis of heart rate variability

Department: Department of Physiotherapy FTK UP Olomouc

Supervisor: PhDr. Petr Uhlíř, Ph.D.

The year of presentation: 2017

Abstract:

The aim of the thesis was to evaluate the effect of relaxation programme of the audiovisual stimulation on selected indicators of spectral analysis of heart rate variability measured using the VarCor PF7 Diagnostic system.

The theoretical part describes autonomic nervous system, spectral analysis of heart rate variability and audiovisual stimulation. The practical part describes the measurement research which was carried out. The research and control groups consisted of 20 healthy probands (16 women, 4 males, mean aged 26.01 ± 2.17 years). Heart rate variability was evaluated by the research group before and after the end of audiovisual stimulation, in the control group before and after relaxation. The research was supplemented by an anamnestic questionnaire, an autonomic functions questionnaire and a questionnaire assessing the subjective status of probands.

The results of the study has showed a significant increase in values of Power VLF, Power HF, Total Power, MSSD, R-R intervals and Vagotonic Index comparing the lying down 2 before the audiovisual stimulation with lying down 2 after application. The control group has showed a significant increase in values only for the Rel. VLF parameter.

Key words: autonomic nervous system, heart rate variability, spectral analysis, relaxation, audiovisual stimulation

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

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením PhDr. Petra Uhlíře, Ph.D., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 19. 6. 2017

.....

Děkuji PhDr. Petru Uhlířovi, Ph.D., za pomoc a cenné rady, které mi poskytl při zpracování diplomové práce. Rovněž děkuji Mgr. Františku Chmelíkovi, Ph.D., který mi pomohl především se statistickým zpracováním dat.

OBSAH

1 Úvod	11
2 Přehled teoretických poznatků	12
2.1 Autonomní nervový systém (ANS)	12
2.1.1 Centrální část autonomního nervového systému	12
2.1.2 Periferní část autonomního nervového systému	13
2.1.3 Sympatikus	14
2.1.4 Parasympatikus	14
2.1.5 Funkce sympatiku a parasympatiku	15
2.1.6 Mediátory ANS	15
2.1.7 Autonomní regulace srdce	16
2.1.8 Respirační sinusová arytmie	18
2.2 Spektrální analýza variability srdeční frekvence	20
2.2.1 Variabilita srdeční frekvence	20
2.2.2 Vliv endogenních a exogenních faktorů na VSF	20
2.2.2.1 Vliv dýchání	20
2.2.2.2 Vliv věku	21
2.2.2.3 Vliv pohlaví	21
2.2.2.4 Vliv změny polohy těla	22
2.2.2.5 Vliv tělesné teploty	23
2.2.2.6 Vliv psychické zátěže	23
2.2.2.7 Vliv pravidelné fyzické zátěže	23
2.2.2.8 Vliv léků	25
2.2.2.9 Hormonální vlivy	25
2.2.3 Hodnocení variability srdeční frekvence	25
2.2.3.1 Časová analýza VSF	26
2.2.3.2 Frekvenční analýza VSF	26
2.2.4 Spektrální analýza variability srdeční frekvence	27
2.2.4.1 Pásmo ultra low frequency	27
2.2.4.2 Pásmo very low frequency	28

2.2.4.3 Pásmo low frequency	28
2.2.4.4 Pásmo high frequency	28
2.2.5 Ukazatele spektrální analýzy VSF	29
2.2.6 Ukazatele časové analýzy VSF	31
2.2.7 Komplexní ukazatele	31
2.2.8 Standardizace vyšetření VSF.....	32
2.2.9 Diagnostické systémy pro vyšetření SA VSF	33
2.3 Audiovizuální stimulace.....	35
2.3.1 Mozek a frekvence mozkových vln.....	35
2.3.2 Audiovizuální stimulace.....	36
2.3.3 Historie AVS	38
2.3.4 Indikace a kontraindikace.....	39
2.3.5 Postup při aplikaci AVS	40
2.3.6 Reakce organismu na AVS.....	41
2.3.6 Přístroj Photosonix Muse	41
3 Cíle a hypotézy	43
3.1 Hypotézy	43
4 Metodika.....	45
4.1 Výzkumný soubor	45
4.2 Použité metody	45
4.3 Měřené parametry.....	46
4.4 Design a organizace výzkumu.....	46
4.5 Analýza dat.....	47
4.6 Limity studie.....	48
5 Výsledky.....	49
5.1 Informace z dotazníků	49
5.1.1 Dotazník autonomních funkcí	49
5.1.2 Hodnocení subjektivního stavu pacienta před a po měření.....	49
5.2 Porovnání naměřených hodnot u vybraných poloh.....	49

5.2.1 Porovnání naměřených hodnot spektrálních a časových parametrů VSF u výzkumné skupiny v pozici leh 2 před aplikací relaxačního programu AVS a v pozici leh 2 po aplikaci relaxačního programu AVS	49
5.2.2 Porovnání hodnot komplexního ukazatele „Vagotonie“ u výzkumné skupiny před a po aplikaci relaxačního programu AVS	50
5.2.3 Porovnání naměřených hodnot spektrálních a časových parametrů VSF u kontrolní skupiny v pozici leh 2 před lehem bez aplikace relaxačního programu AVS a v pozici leh 2 po lehu bez aplikace relaxačního programu AVS	50
5.2.4 Porovnání hodnot komplexního ukazatele „Vagotonie“ u kontrolní skupiny před a po lehu bez aplikace relaxačního programu AVS	50
5.3 Výsledky k hypotézám	50
5.3.1 Výsledky k hypotéze H ₀₁	50
5.3.2 Výsledky k hypotéze H ₀₂	51
5.3.3 Výsledky k hypotéze H ₀₃	51
5.3.4 Výsledky k hypotéze H ₀₄ :	51
5.3.5 Výsledky k hypotéze H ₀₅	52
5.3.6 Výsledky k hypotéze H ₀₆	52
6 Diskuze	53
7 Závěr	64
8 Souhrn	66
9 Summary	68
10 Referenční seznam	70
11 Tabulky a grafy	80
12 Přílohy	113

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ANS - autonomní nervový systém

AV – atrioventrikulární

AVS – audiovizuální stimulace

CGSA – coarse graining spectral analysis

CNS – centrální nervový systém

EEG - elektroencefalogram

EKG - elektrokardiogram

HF – high frequency

HRV – heart rate variability

IHR – intrinsic heart rate

LF – low frequency

m. – musculus

MSSD – mean squared successive differences

n. – nervus

nn. – nervi

NN – normal – to – normal

PSD – power spectral density

rr. – rami

RSA – respirační sinusová arytmie

SA – sinoatriální

SA VSF – spektrální analýza variability srdeční frekvence

SDNN – standart deviation of the NN intervals

S-V - sympatovagové

ULF – ultra low frequency

VLf – very low frequency

VSF – variabilita srdeční frekvence

1 ÚVOD

Současná doba je charakteristická každodenními velkými psychickými i fyzickými nároky kladenými na člověka, což má často za příčinu rozladění celého organismu, které může vézt až ke vzniku zdravotních potíží. U člověka vystaveného dlouhodobému stresu dochází v organismu k poruše regulačních a integračních funkcí autonomního nervového systému, ke zvýšené únavě, neschopnosti soustředit se, k emoční nerovnováze, k poruchám spánku, k celkovému snížení imunity a k dalším patologickým stavům psychického, ale i fyzického charakteru. Možnost příznivého ovlivnění těchto stavů nabízí relaxační metody, pomocí nichž je možné cíleně působit na aktivaci sympatiku a parasimpatiku, a ovlivnit tak ladění autonomního nervového systému.

Audiovizuální stimulace je relaxační metoda, která využívá multisenzorického dráždění mozkové kůry světelnými a zvukovými stimuly o frekvenci odpovídající určitým hladinám vědomí. Mozek je na takovéto stimuly velmi citlivý a při jejich dostatečné intenzitě začne kopírovat frekvenci přiváděných stimulů, a tím dojde k přeladění mozkové aktivity na požadovanou frekvenci. Tohoto efektu využívá většina relaxačních technik, jejichž cílem je navození alfa hladiny mozkových vln, pro kterou je typická absence soustředěného myšlení, stav bez napětí, v klidu a uvolnění, kdy dochází ke generalizované svalové relaxaci a ke zvýšenému vylučování endorfinů, což vede k regeneraci těla i mysli v bdělém stavu. Setrvání v alfa hladině posiluje životní funkce a regeneraci organismu, napomáhá odstranění únavy a nespavosti, zlepšuje schopnost soustředit se, paměť a učení.

Předložená diplomová práce se zabývá vlivem vybraného relaxačního programu audiovizuální stimulace na autonomní nervový systém. V rámci této diplomové práce je ANS hodnocen pomocí spektrální analýzy variability srdeční frekvence. Základem této metody je monitorování časových rozdílů dvou po sobě jdoucích srdečních stahů, tzv. R-R intervalů. Pomocí transformace časových rozdílů do frekvenčních hodnot vznikne modifikované výkonové spektrum v rozsahu 0,02-0,5 Hz, které nejlépe odráží diagnosticky využitelné flukтуаční změny během krátkodobého záznamu. Spektrální analýza variability srdeční frekvence je jednoduchá neinvazivní metoda, která umožňuje hodnotit kardiovaskulární regulaci zprostředkovanou autonomním nervovým systémem.

2 PŘEHLED TEORETICKÝCH POZNATKŮ

2.1 AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM (ANS)

Autonomní nervový systém (ANS) je vývojově starý, vůlí neovladatelný systém, zodpovědný za udržování dynamické rovnováhy základních životních funkcí a za stálost vnitřního prostředí. ANS je tedy centrem řízení homeostatických regulačních systémů. Jako funkční celek propojený s limbickým systémem a hypothalamem je ANS zodpovědný za řízení kardiovaskulárních a respiračních funkcí, řízení viscerálních orgánů, řízení hladké svaloviny orgánů, cév a kůže. Dále ovlivňuje hormonální regulaci, metabolismus, termoregulaci, biorytmy, reprodukci, kvalitu psychických funkcí (kognice, paměť) a uplatňuje se při regulaci trofiky kosterních svalů (Dylevský, 2006; Jandová, 2009; McCorry, 2007).

Autonomní nervový systém se dělí na aferentní a eferentní část. Aferentní část pracuje na základě reflexního oblouku. Aferentní vlákna vedou informace o bolesti a dráždění z viscerálních receptorů (osmoreceptory, termoreceptory, mechanoreceptory, chemoreceptory, aj.) v plicích, močovém měchýři, žaludku, střevech, cévách apod. do centrální nervové soustavy, kde jsou na různých úrovních integrovány. Nadřazeným integračním centrem je hypothalamus, další centra jsou v mozkové kůře. Eferentní část ANS je dvou neuronová, tvořena pre a postgangliovými vlákny. Pregangliová vlákna se nachází v míše a mozkovém kmeni a spojují se s vlákny postgangliovými, jež jsou uložena v autonomních gangliích či ve stěnách orgánů. Postgangliová vlákna inervují buňky efektorů – hladkou svalovinu různých orgánů a činnost srdce a žláz (Čihák, 2011; Dylevský, 2006; Ganong, 2005; McCorry, 2007; Silbernagl & Despopoulos, 2004).

Autonomní nervový systém můžeme dále rozdělit také na část periferní a centrální. Od somatického nervového systému je ANS na periférii oddělen, v centrální nervové soustavě je mezi nimi však velmi těsné spojení (Čihák, 2011; Dylevský, 2006; Ganong, 2005; Silbernagl & Despopoulos, 2004).

2.1.1 Centrální část autonomního nervového systému

Hierarchie integrace centrální části ANS je podobná jako hierarchie integrace somatických funkcí. Na úrovni páteřní míchy jsou integrovány jednoduché reflexy (např. stah plného močového měchýře) a probíhá zde interakce autonomní a somatické

aferentace a eferentace. Autonomní centra v prodloužené míše, dříve nazývaná jako vitální, jsou odpovědná za řízení krevního oběhu, srdce a dýchání. Do těchto center vedou aferentní vlákna, která začínají ve specializovaných viscerálních receptorech, jako jsou karotické a aortální glomy, či receptorové buňky nacházející se přímo v prodloužené míše. Dále zde leží centra ovládající polykání, kašel, říhání, kýchání či zvracení. Složitější autonomní mechanismy, odpovídající za udržení konstantního chemického složení vnitřního prostředí a stálost teploty, jsou integrovány v hypothalamu. Hypothalamus úzce spolupracuje také s limbickým systémem, jež řídí instinktivní chování a emoce. Dle Sherringtona je hypothalamus tzv. hlavovým gangliem autonomního nervstva. Dráždění hypothalamu vyvolá autonomní reakce. Podráždění přední části hypothalamu způsobí stah močového měchýře, dráždění laterálních oblastí hypothalamu vyvolává vzestup krevního tlaku, rozšíření zornic (mydriázu) a další reakce vyvolané aktivací noradrenergního systému, dráždění dorzomediální části způsobí vazodilataci ve svalstvu, dráždění dorzálních jader hypothalamu vede ke zvýšené sekreci adrenalinu a noradrenalinu v dřeni nadledvin. Nicméně hypothalamus sám o sobě není schopen řídit viscerální činnost. Autonomní reakce spuštěné v hypothalamu jsou pravděpodobně součástí složitějších jevů. Hierarchicky nejvyšší oblast řízení autonomních výkonných funkcí CNS představuje neocortex, allocortex je pak integrační oblastí somatických a autonomních funkcí. Obecně však platí, že se autonomní funkce jen zřídka kdy realizují izolovaně bez vazby na ostatní autonomní a somatické funkce. V organismu nastávají reakce komplexní (Ganong, 2005; McCorry, 2007; Trojan, 2004).

2.1.2 Periferní část autonomního nervového systému

Periferní autonomní nervový systém má svá centra v zona intermedia šedé hmoty míšní a v mozkovém kmeni, kde začínají negangliové neurony eferentní dráhy. Pregangliové neurony (vlákna) jdou do ganglia, kde dojde k synaptickému přepojení na druhý postgangliový neuron, odkud směřují vlákna k dalšímu neuronu či do inervované tkáně. Pregangliové neurony mají s neurony postgangliovými mnohočetná spojení. Postgangliové eferentní neurony jsou nashromážděny ve vegetativních gangliích. Eferentní část autonomního nervového systému se anatomicky dělí na sympatickou (thorakolumbální) a parasympatickou část (kraniosakrální systém). Autonomní centra sympatiku jsou uložena v hrudní a bederní míše, proto tedy thorakolumbální systém. Parasympatikus má centra v mozkovém kmeni (oko, žlázy a orgány inervované cestou n. vagus) a v sakrální části míchy pro močový měchýř, část tlustého střeva a pohlavní

orgány. Ze všech těchto center vycházejí pregangliová vlákna, která se přepojí v gangliích, a k cílové tkáni jdou jako vlákna postgangliová (Čihák, 2011; Irmiš, 2007; Ganong, 2005; McCorry, 2007; Silbernagl & Despopoulos, 2004).

2.1.3 Sympatikus

První eferentní neuron sympatiku je se nachází v zona intermedia hrudní a bederní míchy, odkud běží krátký axon v předním míšním kořenu z míchy a v kmenu sympatiku (truncus sympatikus) je přepojen na druhý postgangliový neuron. Postgangliový neuron běží k cílovému orgánu, ve většině případů podél cév nebo přes rami comunicantes grisei do spinálních nervů směrem k periferii. Některá negangliová vlákna přes truncus sympatikus pouze procházejí a přepojují se až v dalším sympatickém gangliu nebo až v orgánových gangliích blízkosti útroh. Truncus sympatikus je tvořen po každé straně páteře provazci sympatických vegetativních ganglií (ganglia trunci sympathici) a svazky nervových vláken, která jednotlivá ganglia spojují (rami intergangliares) (Ganong, 2005; Irmiš, 2007; Javorka, 2008; Kantor, 2003; McCorry, 2007).

2.1.4 Parasympatikus

Dlouhé axony negangliových neuronů kraniosakrálního parasympatiku jdou bez přerušení až do blízkosti cílového orgánu, kde dochází k přepojení na druhý postgangliový neuron. Pregangliové neurony kraniiální části parasympatiku leží v jádrech hlavových nervů a jejich axony se přepojují na druhý neuron až v ganglion ciliare, pterigopalatinum, opticum a ve stěně trávicí trubice. Třetí hlavový nerv – n. oculomotorius, ovlivňuje akomodaci oka tím, že inervuje m. ciliaris a zužuje zornici pomocí m. sphincter pupillae. V lícím nervu (n. facialis, sedmý hlavový nerv) běží autonomní vlákna k slzným, podjazykovým a podčelistním žlázám a zvyšují sekreci slin a slz. V devátém hlavovém nervu probíhají vlákna inervující příušní slinné žlázy. Hlavním parasympatickým nervem je desátý hlavový nerv, n. vagus. Jeho vlákna inervují sinoatriální a atrioventrikulární uzly v myokardu a rovněž svalovinu síní, v menší míře i komor. N. vagus je odpovědný za zpomalení srdeční frekvence a rychlosti vedení vzruchů. Pravostranná parasympatická vlákna vedou hlavně do pravé předsíně a sbíhají se v oblasti sinoatriálního uzlu. Ovlivňují zejména srdeční frekvenci. Levostranná jdou hlavně do oblasti atrioventrikulárního uzlu a mají účinek na rychlost vedení. Sakrální část parasympatiku má centra v postranních rozích šedé hmoty míšni v segmentech S2-S4. Pregangliové neurony jsou přepojovány na postgangliové až v inervovaných

orgánech - v tlustém střevě, močovém měchýři, pohlavních orgánech. Sakrální část parasympatiku ovlivňuje sexuální funkce, vyprazdňování měchýře a defekaci (Ganong, 2005; Javorka, 2008; Kantor, 2003; McCorry, 2007; Opavský, 2002).

2.1.5 Funkce sympatiku a parasympatiku

Orgány inervované parasympatikem jsou vždy inervovány také sympatikem (opačně to neplatí). Tyto orgány mají dvojitou inervaci s antagonistickým účinkem jednotlivých částí, např. srdce. Některé orgány jsou inervovány pouze jedním systémem (př. cévy), některé mají tzv. zdvojenou inervaci, kdy však převažující vliv na činnost orgánu má jen jedna složka. Sympatikus může v některých případech působit celkově, a to v situacích (strach, vztek), kdy dochází k aktivaci dřeně nadledvin a vyplavování katecholaminů do krve (Ganong, 2005; Irmiš, 2007; Kantor, 2003).

Sympatikus (noradrenergický systém) je často aktivován v krizových situacích. Jeho aktivita zvyšuje srdeční frekvenci a krevní tlak, dilatuje koronární tepny a bronchy, snižuje aktivitu trávicí soustavy, rozšiřuje zornici, způsobuje vazokonstrikci kožních cév, zvyšuje hodnoty glykémie a volných mastných kyselin (zajistí dostatek energie) a posiluje stav pohotovosti. Parasympatikus (cholinergický systém) má vztah k vegetativní složce života. Působí opačně než sympatikus, snižuje srdeční frekvenci a tlak, zvyšuje aktivitu trávicího systému, působí stažení bronchů, zužuje zornice apod.

Ač se může zdát, že oba systémy působí na orgánové soustavy antagonisticky, ve skutečnosti se jedná o koordinovanou souhru, zajišťující optimální funkci organismu. Za pohyby a sekreci trávicí trubice odpovídá tzv. enterický systém. Jedná se o systém nervových pletení a buněk v trávicí trubici, který je do určité míry nezávislý na ostatních částech autonomního systému (Elišková & Naňka, 2006; Ganong, 2005; Irmiš, 2007; McCorry, 2007; Rokyta & Šťastný, 2002).

2.1.6 Mediátory ANS

Autonomní nervový systém můžeme na základě chemicky uvolňovaných mediátorů rozdělit na cholinergní a adrenergní část. Mediátorem všech pregangliových, všech parasympatických a některých sympatických postgangliových nervových zakončení při nervosvalovém přenosu, a na některých synapsích v CNS, je acetylcholin. Noradrenalin je mediátorem většiny postgangliových sympatických zakončení

a na většině synapsí v CNS, převážně v hypothalamu (Ganong, 2005; Kantor, 2003; Opavský, 2002; Silbernagl & Despopoulos, 2004).

Acetylcholin vzniká syntézou cholinu a acetylkoenzymu A. Jeho vazba na receptor netrvá dlouho, jelikož acetylcholin je velmi rychle inaktivován enzymem acetylcholinesterázou. Proto inhibitory acetylcholinesterázy (eserin, neostigmin) zvyšují účinek parasympatiku. Pregangliové neurony jsou dle mediátoru cholinergní a acetylcholin se v gangliích váže na cholinergní receptory nikotinového typu. Postgangliové parasympatické neurony uvolňují acetylcholin, který se váže na cholinergní receptory muskarinového typu. Dle typu receptorů se rozlišují dva typy cholinergního efektu – muskarinový a nikotinový. Na parasympatických i sympatických gangliích se vzruchy přenáší pomocí acetylcholinu aktivací nikotinových receptorů. Nikotin nejdříve zesiluje acetylcholinový efekt na vegetativním gangliu, což je označováno jako nikotinový účinek. V autonomních gangliích a na synapsích mezi pre a postgangliovými neurony je účinek acetylcholinu blokován ganglioplegiky, dochází k ovlivnění nikotinového účinku acetylcholinu. Účinky acetylcholinu postgangliových neuronů parasympatiku se dá zablokovat skopolaminem či atropinem, jedná se o muskarinový efekt acetylcholinu. Acetylcholin tedy ovlivňuje jak nikotinové, tak muskarinové receptory, ale jen u muskarinových receptorů působí parasympatomimeticky. Acetylcholin nepůsobí jako mediátor jen v ANS, ale také v CNS a na nervosvalové ploténce u periferního nervstva, kde může být blokován alkaloidem kurare (Elišková & Naňka, 2006; Ganong, 2005; Irmiš, 2007).

Mediátorem většiny sympatických (adrenergních) postgangliových neuronů je noradrenalin (mimo těch, které jsou cholinergní). Noradrenalin účinkuje na adrenergní receptory α a β , jimž odpovídají α a β účinky katecholaminů. Většina efektorů autonomního nervového systému obsahuje jak α receptory, tak β receptory. Tyto receptory se dále dělí na α_1 , α_2 a β_1 , β_2 (Ganong, 2005; Irmiš, 2007).

2.1.7 Autonomní regulace srdce

Převodní systém srdeční způsobuje rytmické stahy srdce myogenního původu. K srdci přicházejí eferentní i aferentní parasympatická a sympatická vlákna. Tyto nervy ovlivňují srdeční frekvenci a intenzitu stahů. Sympatická vlákna vycházejí z truncus sympatikus a jsou označována jako nervi cardiaci. Nn. cardiaci inervují oblast síní i komor a působí zrychlení frekvence (pozitivně chronotropní efekt), zvyšují sílu srdeční

kontrakce (pozitivně ionotropní efekt), zrychlují převod vzruchu ze síní na komory (pozitivně dromotropní efekt), zvyšují vzrušivost myokardu (pozitivně bathmotropní efekt) a působí dilataci věnčitých tepen. Parasympatická vlákna přicházejí jako rami cardiaci, jež jsou větvemi n. vagus. V myokardu inervují sinoatriální a atrioventrikulární uzel, svalovinu síní, v menší míře i komor. Rr. cardiaci působí opačně jako sympatické nn. cardiaci, tedy způsobují zpomalení srdeční frekvence a zúžení věnčitých tepen (Čihák, 2001; Ganong, 2005; Opavský, 2002).

Sympatická i parasympatická vlákna se s příchodem k srdci spojují v plexus cardiacus a obsahují ganglia cardiaca. Sinoatriální uzel (SA uzel) je inervovaný z pravostranného nervus vagus a sympatiku, kdežto atrioventrikulární uzel (AV uzel) hlavně z levostranných autonomních drah. Autonomní nervový systém ovlivňuje činnost hlavního srdečního pacemakeru, kterým je za fyziologických podmínek sinoatriální uzel. SA uzel se nachází při ústí horní duté žíly do pravé před síně srdeční a skládá se z několika typů buněk. P buňky jsou schopny samostatné depolarizace, T buňky zabezpečují přechod vzruchu z P buněk do okolí SA uzlu. Dalším typem jsou pracovní buňky myokardu, jež jsou v SA uzlu roztroušeny mezi ostatními buňkami. Každý akční potenciál z SA uzlu vyvolá stah srdce, frekvence tohoto pacemakeru je tedy určující pro tepovou frekvenci srdce. Frekvence SA uzlu je dána jednak vlastní frekvencí uzlů (intrinsic heart rate – IHR), jednak dalšími faktory jako jsou autonomní nervový systém, ale také systém endokrinní a další vlivy. Rozhodující vliv má však ANS a jeho vagové a β -sympatomimetické vlivy (Čihák, 2011; James, 1985; Jordan, Karaguezian & Gang, 1991; Kjellgreen & Gomes, 1993; Opavský, 2002).

Za fyziologické situace je srdeční frekvence dána rychlostí diastolické depolarizace v SA uzlu. Parasympatikus depolarizaci zpomaluje, sympatikus naopak rychlost depolarizace zvyšuje, a tím zkracuje čas potřebný k podráždění. Diastolickou depolarizaci ovlivňují chemické mediátory uvolňované z nervových zakončení – acetylcholin a noradrenalin. Acetylcholin zvyšuje propustnost membrán SA uzlu pro ionty K^+ , čímž zpomaluje depolarizaci. Naopak noradrenalin snižuje propustnost K^+ iontů a současně stimuluje proud Na^+ iontů do buněk, což zrychluje diastolickou depolarizaci v SA uzlu i v Purkyňových vlákních (Trojan, 2004; Opavský, 2002).

Krevní tlak je ovlivňován částečně spinálními reflexy, hlavně však skupinou neuronů v prodloužené míše – vazomotorická centra. Do těchto center přicházejí

aferentními drahami informace z receptorů, eferentními drahami se pak dostanou pokyny k srdci a hladkým svalům cév. Mezi nejznámější receptory patří baroreceptory, umístěny v karotickém sinu a v oblouku aorty, které monitorují krevní tlak. Při zvýšení krevního tlaku jdou informace z baroreceptorů aferentními drahami do vazomotorických center, kde dojde ke zpracování a následnému útlumu sympatiku a aktivaci parasympatiku. V důsledku toho dojde ke snížení minutového srdečního objemu a celkového periferního odporu, a tedy k normalizaci krevního tlaku. Při nízkém krevním tlaku dochází k opačné reakci. Schopnost udržovat stálost krevního tlaku je velmi důležitá při změně polohy člověka (z lehu do sedu či stoje). Ihned po postavení dochází v hlavě a horní části těla ke snížení krevního tlaku, což může zapříčinit až ztrátu vědomí. Okamžitý baroreceptorový reflex, jež velmi silně stimuluje sympatikus, tomu zabrání. Baroreceptorový reflex je tak považován pravděpodobně za jeden z nejvýznamnějších kardiovaskulárních kontrolních mechanismů, jež regulují srdeční frekvenci (Guyton, 1992; Tank, Baeviski, Fender, Baeviski, Graves, Ploewka & Weck, 2000; Trojan, 2004).

Na činnost srdce a tlak krve působí také reflexy zprostředkované předsíňovými receptory dvojího druhu. Receptory A, které reagují hlavně na zvýšené aktivní napětí ve stěně předsíní při jejich systole, a receptory B, reagující na zvýšené pasivní napětí při zvýšení tlaku v předsíních na konci komorové systoly. Stimulace B receptorů má stejný účinek na vazomotorická centra jako stimulace baroreceptorů, tedy inhibici sympatiku a aktivaci parasympatiku. Stimulace receptorů A má účinek opačný (Trojan, 2004).

Chemoreceptory v karotických a aortálních tělískách, reagující na pokles parciálního tlaku kyslíku, nárůst parciálního tlaku oxidu uhličitého a pokles pH, vysílají informace aferentními drahami také do vazomotorických center. Odpovědí kardiovaskulárního systému je pak bradykardie a vazokonstrikce periferních cév (Trojan, 2004; Ganong, 2005; Schmidt, 1993).

2.1.8 Respirační sinusová arytmie

Dýchací a kardiovaskulární systémy spolu velmi úzce spolupracují. Respirační sinusová arytmie (RSA) odráží fyziologický vztah mezi dýcháním a činností oběhového systému, je odchylkou běžného srdečního rytmu, při níž dochází ke změnám srdeční frekvence v závislosti na dýchání. RSA je ukazatelem aktivace parasympatiku při expiraci. Přestože byl prokázán také tonický vliv sympatiku, je RSA brána za index

excitability parasymptiku, jež je dán dynamickou rovnováhou mezi oběma systémy ANS (Javorka, 2008; Opavský, 2002; Van de Louw, Médigue, Papelier & Cottin, 2008).

Během inspirace dochází ke zkracování R-R intervalů, a tedy ke zvýšení tepové frekvence, během expirace se naopak R-R intervaly prodlužují, a dochází ke zpomalení tepové frekvence. Variabilita srdeční frekvence je s dýcháním synchronizována a závisí na centrálních i periferních kontrolních mechanismech. RSA je výrazně ovlivňována frekvencí a hloubkou dýchání, pravidelností dechových cyklů a také mírou aktivace dechových svalů. Amplituda RSA roste při pomalém a hlubokém dýchání, naopak při vysoké dechové frekvenci se RSA snižuje. Zvýraznění RSA nastává také při forsírovaných respiračních dějích, jako jsou například kýčání či kašel, kdy je zvýšení RSA dáno baroreflexními mechanismy vyvolanými změnami krevního tlaku (Ben Lamine, Calabrese, Perrault, Pham Dinh, Eberhard & Benchetrit, 2004; Eckberg, 2003; Javorka, 2008; Van de Louw et al., 2008).

Respirační sinusová arytmie napomáhá stabilizovat střední tlak krve, působí proti mechanickému vlivu intrathorakálního tlaku na tlak arteriální. Dále pomáhá upravovat ventilačně-perfuzní poměr v plicích a zlepšuje tak výměnu dýchacích plynů. RSA také šetří práci srdce odstraňováním nadbytečných stahů srdce při prodlouženém výdechu a při výdechové pauze (krátká apnoická pauza vznikající hned po výdechu). Další význam RSA je převážně klinicko-diagnostický. Změny, které se odehrávají v délce R-R intervalů v důsledku respirační sinusové arytmie, lze využít k posouzení funkčního stavu kardiovaskulárního systému při spontánním i volně regulovaném dýchání (Javorka, 2008; Opavský, 2002; Van de Louw et al., 2008).

2.2 SPEKTRÁLNÍ ANALÝZA VARIABILITY SRDEČNÍ FREKVENCE

2.2.1 Variabilita srdeční frekvence

Variabilita srdeční frekvence (VSF) je označení pro změnu časových intervalů mezi jednotlivými srdečními stahy, tedy mezi R-R intervaly na EKG. VSF ukazuje schopnost chronotropní regulace srdeční činnosti, umožňuje posoudit stav autonomního a intrakardiálního nervového systému a vypovídá o stavu srdce. Snížená VSF může indikovat poruchy regulace, dysfunkce ANS a sníženou schopnost odpovědi srdce, naopak vysoká VSF je známkou dobré adaptability systému. Variabilita srdeční frekvence může být ovlivněna celou řadou vnitřních a vnějších faktorů. Mezi vnější faktory řadíme např. tělesné a psychické zatížení, kvalitu spánku, teplotu, změnu polohy těla, denní dobu apod. Vnitřními faktory jsou pak pohlaví, věk, zdravotní stav, dýchání. Tyto faktory je potřeba brát v úvahu při vyšetřování a hodnocení VSF (Fráňa, Souček, Řiháček, Bartošíková & Fráňová, 2005; Javorka, 2008; Kautzner & Malik, 1998; Stejskal & Salinger, 1996).

2.2.2 Vliv endogenních a exogenních faktorů na VSF

2.2.2.1 Vliv dýchání

Při hodnocení stavu autonomního nervového systému hraje velkou roli posuzování vlivu dýchání na autonomní regulaci činnosti srdce. V klinické praxi se hodnotí míra respirační sinusové arytmie (RSA), při níž dochází k variabilitě srdeční frekvence v synchronizaci s dechem. RSA výrazněji ovlivňuje dechová frekvence než hloubka dechu. R-R intervaly na EKG jsou během inspirace zkracovány, během expirace naopak prodlužovány. Vagus je inhibován během inspirace, desinhibován během expirace. RSA se z frekvenčního hlediska projevuje hlavně v pásmu vagového frekvenčního spektra (HF), ležícího v oblasti 0,15-0,4 Hz. Tomu odpovídá dechová frekvence 9-24 dechů za minutu. Poklesne-li dechová frekvence pod 9 dechů/min je interpretace výsledků problematická, jelikož respiračně vázaná aktivita vagu přechází z pásma HF do pásma LF, a tak dochází ke zkreslení hodnot parametrů Power HF a Power LF. To může vést k nesprávnému posouzení aktuálního funkčního stavu ANS. Dalším důvodem, proč je nutná diagnostika dechové frekvence v průběhu vyšetření, je prokázané zvýšení hodnot spektrálního výkonu respiračně vázané aktivity vagu (Power HF) při klesající dechové frekvenci v rozsahu frekvenčního pásma HF. Snížení nebo zvýšení dechové frekvence

o 1 cyklus/minutu vyvolá posun respiračně vázané frekvenční aktivity na frekvenční ose o $\pm 0,0166$ Hz. Čím je tedy nižší dechová frekvence, tím je výraznější RSA (Hsieh, Mao, Young, Yeh & Yeh, 2003; Jandová, 2009; Javorka, 2008; Kolisko, Stalinger, Opavský, Stejskal, Jandová, Slováček & Ježek, 2001; Yasuma & Hayano, 2004; Zdařilová, Opavský, Ošťádal & Riedl, 2004).

2.2.2.2 *Vliv věku*

Variabilita srdeční frekvence se odvíjí od vývojových změn a aktuálního stavu srdce, autonomního a centrálního nervového systému, ostatních struktur a regulačních mechanismů. Stárnutí má na VSF negativní vliv. V brzkém vývoji je VSF ovlivněna dozráváním jednotlivých regulačních struktur, ve stáří patologickými nálezy (ateroskleróza, ischemická choroba srdeční a další). VSF je pozorovatelná už ve fetálním období. Ihned po porodu VSF narůstá, pravděpodobně kvůli akceleraci dozrávání CNS a ANS či stresem po porodu, v prvním měsíci života klesá, od prvního do šestého měsíce opět roste. V předškolním a školním věku se variabilita dále zvyrazňuje, v pubertě a adolescenci je pak dosaženo maxima. V dospělosti platí, že s rostoucím věkem klesá VSF, a to jak ve vzpřímeném stojí, tak v leže. Stárnutí organismu je spojováno s poklesem kontrolních mechanismů, jež mají vliv na kardiovaskulární rovnováhu. Většina parametrů spektrální analýzy VSF je věkově závislá, průběh závislosti však není homogenní (Fukusaki, Kawakubo & Yamamoto, 2000; Javorka, 2008; Šlachta, Stejskal, Elfmark & Salinger, 2001; Tonhajzerová & Javorka, 2000).

2.2.2.3 *Vliv pohlaví*

Výsledky dostupných studií se shodují, že ženy mají oproti mužům lehce nižší VSF a vyšší srdeční frekvenci. Ženy mají nižší celkový spektrální výkon, výkon v oblasti LF i nižší poměr LF/HF. Výsledky v oblasti HF jsou nejasné. Rozdíly podmíněné pohlavím se začínají vytrácet okolo 50. roku života. Rozdíly průměrné VSF od puberty do období menopauzy jsou ovlivněny hormonálními vlivy (především produkcí estrogenů), rozdílnou tělesnou teplotou, větším zastoupením tukové tkáně s menšími metabolickými nároky aktivních tkání (Javorka, 2008; Kuch, Hense, Sinnreich, Kark, von Eckardstein, Sapoznikov & Bolte, 2001).

Kuo, Chen, Lai & Wang (1999) zkoumali vliv věku a pohlaví na VSF u lidí ve věku 40 až 79 let. Vyšší výkon v oblasti HF byl naměřen u žen ve věkovém rozmezí 40-49 let,

zatímco u mužů byla vyšší oblast LF a také poměr LF/HF. Od 60. roku života nebyly pozorovány žádné rozdíly mezi pohlavím.

2.2.2.4 Vliv změny polohy těla

Poloha těla je důležitý faktor, jež ovlivňuje činnost kardiovaskulárního, respiračního, ale i dalších systémů. Ve vzpřímeném postoji dochází ke snížení venózního návratu, plnění srdce, snižuje se minutový i systolický srdeční výdej a celkový tlak krve. K překonání následků působícího hydrostatického tlaku je potřeba aktivace sympatiku a inhibice parasympatiku, k čemuž dochází pomocí baroreflexů z nízko a vysokotlakých receptorů. To ovlivní celý kardiovaskulární systém a dojde k adaptačním změnám zaměřeným na udržení systémové tlaku a perfuze orgánů (Javorka, 2008).

Změny srdeční frekvence mají za fyziologických podmínek typický průběh. Ihned po postavení (ortostáza) dojde ke zrychlení tepové frekvence s maximem kolem desáté vteřiny. Tato tachykardie je zapříčiněna uvolněním tonu parasympatiku a je součástí tzv. ortostatického reflexu vyvolaného centrálními i periferními mechanismy. Dále srdeční frekvence mírně klesá, je však vyšší než před postavením. Po tomto přechodném relativním poklesu se začíná frekvence opět mírně zvyšovat, což závisí především na zvýšené aktivitě sympatiku. Zvýšená aktivita sympatiku začíná sice později v porovnání s parasympatikem, ale trvá o to déle. Srdeční frekvence se mění i během změny polohy ze stoje do lehu (klinostáza). Během této změny polohy se zvyšuje venózní návrat a probíhají opačné reakce než při ortostatickém reflexu. Při klinostáze se nejdříve zvyšuje srdeční frekvence, což je dáno motorickou aktivitou probanda. Ve druhé fázi však dochází k poklesu frekvence až pod výchozí hodnoty. Výsledkem těchto změn spektrální analýzy VSF je nárůst aktivity v oblasti HF, jež vede k větší aktivitě, než byla v klidu na počátku vyšetření (Javorka, 2008).

Schopnost organismu aktivovat mechanismy zprostředkované sympatikem (ortostáza) a parasympatikem (klinostáza) vedla k zařazení těchto manévrů do postupu standardního vyšetření VSF spektrální analýzou. Kromě informací získaných z první fáze vyšetření (v lehu), jsou získány důležité informace o reaktivitě obou systémů – autonomního nervového i kardiovaskulárního (Javorka, 2008).

2.2.2.5 *Vliv tělesné teploty*

Změny centrální i kožní tělesné teploty ovlivňují i kardiovaskulární parametry. Zvýšení tělesné teploty je doprovázeno vazodilatací v kůži, kompenzační vazokonstrikcí ve splanchické oblasti a nárůstem minutového srdečního výdeje (pomocí tachykardie). Při zvýšení tělesné teploty o 1 °C dojde ke zvýšení tepové frekvence zhruba o 12-20 tepů za minutu. Při ohřívání povrchu těla klesá celkový spektrální výkon VSF, snižuje se složka HF, zvyšuje se poměr LF/HF. Zvyšování teploty povrchu těla proto snižuje aktivitu vagu a zvyšuje aktivitu sympatiku působícího na srdce. Mírné snížení tělesné teploty (na 35-37 °C) zvyšuje srdeční frekvenci, pokles teploty pod 33,3 °C frekvenci snižuje. Poklesne-li teplota pod 32 °C mohou se objevovat arytmie (Javorka, 2008).

Činnost srdce je ovlivněna přímým působením teploty na generátor srdečního rytmu, na biochemické procesy myokardu, reflexně a humorálně. Dosud není prokázáno, jaký vliv na variabilitu srdeční frekvence má běžné kolísání teploty během dne způsobené cirkadiánním rytmem, fyzickou prací, emoční nebo psychickou zátěží, hormonálními vlivy atp., a do jaké míry se tyto výkyvy podílejí na mechanismech vzniku spektrálních aktivit jednotlivých pásem, především VLF (Javorka, 2008).

2.2.2.6 *Vliv psychické zátěže*

Psychické vypětí, námaha či emoce výrazně ovlivňují kardiovaskulární systém. Dochází k vzestupu aktivity sympatiku a poklesu parasympatické aktivity, což vede ke změně dynamické rovnováhy ANS. To společně s hormonálními změnami způsobuje hypertenzní reakci. Dlouhodobě působící psychický stres výrazně ovlivňuje vznik a vývoj kardiovaskulárních nemocí, v první řadě hypertenzní nemoci. Mechanizmy těchto kardiovaskulárních změn nejsou prozatím úplně objasněné. Někteří autoři zdůrazňují komplexnost centrálních mechanismů a hormonálních změn. Tachykardie, jež je projevem mentální zátěže, je do velké míry závislá na citlivosti myokardu na beta-adrenergní stimulaci. Rozdílná senzitivita beta-adrenergní stimulace je pravděpodobně příčinou variability kardiovaskulárních odpovědí na mentální zátěž (Bernardi, Wdowczyk-Szulc, Valenti, Castoldi, Passino, Spadacini & Sleight, 2000; Tonhajzerová & Javorka, 2000).

2.2.2.7 *Vliv pravidelné fyzické zátěže*

V důsledku pravidelné fyzické zátěže dochází ke snížení hladiny katecholaminů v plazmě i moči, snižuje se nastavení tonu sympatiku a dochází k převaze parasympatiku.

Pohybová aktivita zapříčiňuje vyplavování endorfinů, je prevencí poklesu imunity, obezity a metabolického syndromu, má antidepresivní účinky a je důležitým prvkem v léčbě hypertenze a kardiovaskulárních onemocnění. Pravidelnou pohybovou aktivitou se navozuje optimální tonus parasymptiku a reaktivita parasymptiku a symptiku. Pokles tonu vagu a následné snížení VSF v klidu, je vztahováno k autonomní dysfunkci a k chronickým degenerativním chorobám. Lépe trénované osoby v dobré kondici mají nižší klidovou tepovou frekvenci spolu s větší aktivitou parasymptiku nebo nižší aktivitou symptiku. To může být následkem cvičení, ale také vrozené. Dominance aktivity vagu v klidu je snižována od začátku cvičení. Odpověď tepové frekvence na začátku zátěže reprezentuje integritu vagu. Znovuzískání srdeční frekvence po zátěži je důležitou prognostickou informací. U lidí s pomalým zotavením srdeční frekvence minutu po zátěži hrozí větší riziko mortality. Pravidelná aerobní aktivita je považována za protekci srdce prostřednictvím zvyšující se kardiální vagové aktivity. Souček & Kára (2002) udávají, že VSF lze zvýšit především pomocí pravidelné dynamické pohybové aktivity, jež by měla být prováděna alespoň 3x týdně, 30-45 minut. Dle Stejskala (2005) je vhodné provádět pohybovou aktivitu nejméně obden, minimálně 30 až 45 minut na úrovni aerobní kapacity 65-85 % VO_2 max nebo maximální tepové rezervy (Almeida & Araújo, 2003; Hautala, 2004; Jakubec, 2006; Jandová, 2009).

Výsledky spektrální analýzy během pohybové aktivity jsou rozporuplné. Vzhledem k tomu, že tachykardie při pohybové aktivitě je kombinovaným výsledkem časného poklesu parasymptikotonie a následného vzestupu symptikotonie, měla by při práci jednoznačně dominovat ta část spektra, o které se domníváme, že je ukazatelem symptikotonie, tedy komponenty LF a VLF. Avšak tento logický předpoklad je ovlivněn tím, že během pohybové aktivity je nejen zvýšená symptikotonie, ale stoupá také respirační aktivita a funkční nestabilita. Navíc tělesná aktivita snižuje reflexní citlivost baroreceptorů, které tak mohou být v této situaci zcela „nefunkční“. Za takových podmínek by tedy mělo dojít k výraznému snížení celkového spektrálního výkonu na základě redukce HF i LF. Cingálek, Bunc & Moravcová (1999) ve své studii prokázali, že s rostoucí srdeční frekvencí celkový spektrální výkon klesá. Hodnoty HF a LF během zátěže rychle progresivně klesají, poměr LF/HF se dle některých autorů nemění, dle jiných stoupá (Stejskal & Salinger, 1996).

2.2.2.8 *Vliv léků*

Účinek různých léčiv na VSF je sledován a zkoumán už delší dobu. Mezi léky zvyšující VSF jsou běžně řazeny betablokátory, blokátory kalciových kanálů non-dihydropyridinového typu, inhibitory angiotenzin konvertujícího enzymu, centrálně působící agonisté imidazolinových receptorů a další. Bylo vyzorováno, že podávání beta-blokátorů má příznivý vliv na VSF, což je zřejmě dáno zabráněním ranního vzestupu nízkofrekvenčních komponent, které odpovídají rannímu zvýšení aktivity sympatiku. Naopak VSF snižují léky s prokázanými proarytmickými účinky jako jsou propafenon či flekainid. Zajímavá jsou též pozorování nízkých dávek scopolaminu u nemocných po infarktu myokardu, kdy aplikace scopolaminu významně zvyšuje parasymptikotonii, a tím i VSF, přesto však nedokáže zabránit ventrikulární fibrilaci po infarktu myokardu (Fráňa et al., 2005; Souček & Kára, 2002; Stejskal & Salinger, 1996).

2.2.2.9 *Hormonální vlivy*

Leicht, Hirning & Allen (2003) prokázali souvislost mezi koncentrací ženských pohlavních hormonů v době menstruace a VSF hodnocenou pomocí spektrální analýzy. U mladých žen byla zjištěna zvýšená srdeční frekvence v době ovulace, a také souvislost mezi VSF a koncentrací estrogenů. Pohlavní odlišnosti ve VSF byly prokázány v porovnání s muži u žen před menopauzou a u žen po menopauze se substituční estrogenovou terapií, kdy obě zmíněné skupiny žen měly vyšší spektrální aktivity v oblasti HF a nižší aktivity v oblasti LF, a tedy i nižší poměr LF/HF. Bez substituční terapie nebyly nalezeny pohlavní rozdíly ve VSF. Tyto výsledky ukázaly na velkou úlohu estrogenů při vzniku pohlavních rozdílů ve VSF mezi muži a ženami v plodném věku. Rozdíly průměrné srdeční frekvence a VSF v období od adolescence až do menopauzy jsou tedy s velkou pravděpodobností podmíněné hormonálními vlivy, zejména estrogeny, rozdílnou konstitucí těla, vyšším procentuálním zastoupením tukové tkáně s menšími metabolickými nároky aktivních tkání, ale i rozdílnou intenzitou a typem fyzické aktivity, výkonností, a tím i rozdílnou rovnováhou ANS – poměrem aktivity sympatiku a parasymptiku (Huikuri, 1996; Javorka, 2008; Tonhajzerová & Javorka, 2000).

2.2.3 **Hodnocení variability srdeční frekvence**

Hodnocení variability srdeční frekvence je v současnosti běžnou neinvazivní vyšetřovací metodou, která nepřímo monitoruje sympaticko-parasympatickou modulaci

srdeční frekvence. Hodnocení VSF je založeno na monitorování oscilací po sobě jdoucích srdečních stahů, které jsou na EKG vyjádřeny jako R-R intervaly. Délky těchto intervalů hodnotíme pomocí časové nebo frekvenční analýzy či pomocí jiných metod (grafické metody). VSF je možné měřit z krátkodobých (5-30 minut) nebo dlouhodobých (24-48 hodin) EKG záznamů (Bai, Li, Zhou & Li, 2009; Drbalová, Matějková, Pačesová, Herdová, Hill, & Zamrazil, 2007; Heinc, 2006; Javorka, 2008; Opavský, 2004; Opavský & Salinger, 1995).

2.2.3.1 Časová analýza VSF

Časová metoda (time-domain) je jednoduchá metoda hodnocení variability srdeční frekvence, při níž jsou v průběhu holterovského měření EKG zaznamenávány odchylky (časové intervaly) mezi po sobě následujícími komplexy QRS, označované jako RR nebo NN (normal-to-normal) intervaly. Většinou je vyhodnocována SDNN (standart deviation of the NN-intervals). Dále se dá vypočítat průměrná hodnota mocniny rozdílu délky po sobě následujících intervalů R-R (tzv. MSSD), NN50 (počet NN intervalů delších než 50ms), pNN50 (podíl NN50 a celkového počtu NN intervalů) (Fráňa et al., 2005; Dantas, Gonçalves, Silva, Rodrigues, Ramos, Andreão, Pimentel, Lunz & Mill, 2010).

Časová analýza je doporučována pro hodnocení dlouhodobých záznamů (minimálně 18 hodin hodnotitelného záznamu, včetně celé noci). Klíčové pro záznam je zachycení rozdílů denních a nočních hodnot. Časová analýza je vhodná také k hodnocení funkčních testů (testy klidového a hlubokého dýchání, Valsalvův manévr, ortostatickou zkoušku a izometrický handgrip test). Časová analýza však není schopna dostatečně posoudit aktivitu jednotlivých složek ANS (Javorka, 2008; Kolisko, Jandová & Salinger, 2004).

2.2.3.2 Frekvenční analýza VSF

Metoda frekvenční analyzuje časové řady R-R intervalů pomocí hodnocení intenzity oscilace srdeční frekvence na jednotlivých frekvencích (výkonová spektrální hustota, power spectral density). Součet všech výkonových spektrálních hustot na všech frekvencích frekvenčního pásma je označován jako spektrální výkon (total power), jež představuje plochu pod křivkou určenou výkonovými spektrálními hustotami v daném spektrálním pásmu. Javorka (2008) upřednostňuje frekvenční analýzu zejména v hodnocení krátkodobých záznamů. Při použití frekvenční analýzy je pro získání standardizovaných výsledků nutná délka záznamu alespoň pět minut. Hodnocení

variability srdeční frekvence pomocí frekvenční analýzy umožňuje metoda spektrální analýzy variability srdeční frekvence (SA VSF) (Fráňa et al., 2005; Vlčková, Bednařík, Buršová, Šajgalíková a Mlčáková, 2010).

2.2.4 Spektrální analýza variability srdeční frekvence

Spektrální analýza variability srdeční frekvence je popisována jako spolehlivá neinvazivní metoda, která citlivě reflektuje aktivitu autonomního nervového systému. Základem metodiky je transformování časových rozdílů mezi po sobě jdoucími srdečními stahy (R-R intervaly na EKG křivce) do frekvenčních hodnot, čímž vzniká modifikované výkonové spektrum v rozsahu 0,02-0,5 Hz, které nejlépe vystihuje diagnosticky využitelné flukтуаční změny během krátkodobého záznamu. K tomu je nejčastěji využívána tzv. Fourierova transformace. Pro tento typ hodnocení je důležitá skutečnost, že oba řídicí subsystémy (sympatikus a parasympatikus) pracují s různou frekvencí – parasympatikus rychleji, sympatikus pomaleji, zřejmě v souvislosti s odlišnými charakteristikami účastníků se neurotransmiterů. Tato skutečnost umožňuje rozlišení obou subsystémů a kvantifikaci jejich aktivity. Výkonové spektrum dělíme v krátkodobých záznamech do tří základních spektrálních komponent:

- very low frequency (VLF, v rozsahu 0,02-0,05 Hz),
- low frequency (LF, v rozsahu 0,05-0,15 Hz),
- high frequency (HF, v rozsahu 0,15-0,4 Hz).

Ze studií dlouhodobých záznamů (24 hodinových) byla rozpoznána další komponenta – ultra low frequency (ULF, v rozsahu 0-0,0033 Hz) (Akselrod, Gordon, Ubel, Shannon, Barger & Cohen, 1981; Botek, Stejskal, Jakubec & Kalina, 2004; Fráňa et al., 2005; Jakubec, Stejskal, Botek, Salinger, Řehová, Žujová & Pavlík., 2004; Mainardi, 2009; Pichon, De Bisschop, Roulaud, Denjean & Papelier, 2004; Šiška & Opavský, 2005).

2.2.4.1 Pásmo ultra low frequency (ULF, 0-0,0033 Hz)

ULF pásmo je ovlivněno fyzickou aktivitou a zdravotním stavem a reflektuje při frekvenci jednoho cyklu za den cirkadiánní změny tonu ANS. Pravidelná fyzická aktivita vede ke zvýšení aktivity v pásmu ULF, naopak snížení fyzické aktivity vede ke snížení aktivity ULF. Mechanismy podílející se na vzniku této složky jsou zatím nejasné, s největší pravděpodobností se jedná o termoregulační a hormonální vlivy. Složka ULF

je hodnotitelná hlavně v dlouhodobých záznamech, nejlépe 24 hodinových. Část jejího spektra lze pozorovat i v záznamech krátkodobých (Javorka, 2008; Opavský, 2002).

2.2.4.2 Pásmo very low frequency (VLF, 0,02-0,05 Hz)

Vznik VLF pásma není také zcela znám. Aktivita je pravděpodobně podmíněna vlivem periferního vazomotorického tonu ovlivňovaného termoregulační aktivitou, systémem renin-angiotensin-aldosteron a množstvím cirkulujících katecholaminů. Kolísání VLF komponenty je údajně aktivitou sympatiku (Perini, Orizio, Bjancardi, Baselli, Cerruti & Veicsteinas, 1990; Šiška & Opavský, 2005; Žujová, Stejskal, Jakubec, Gaul-Aláčová & Salinger, 2004).

2.2.4.3 Pásmo low frequency (LF, 0,05-0,15 Hz)

Pásmo LF je podle většiny autorů odrazem aktivity baroreceptorů, ovlivněných parasympatikem i sympatikem, a vazomotorickou aktivitou. Složka LF frekvenčního spektra se za fyziologických podmínek zvýrazní při aplikaci podnětů, které zvyšují aktivitu sympatiku (např. při ortostázi, při duševním stresu, či mírné fyzické aktivitě u zdravých jedinců). Přestože je aktivita v pásmu LF považována za dominantní projev sympatiku, oba oddíly ANS (sympatikus i parasympatikus) se na něm mohou podílet. Důkazem je, že při blokádě vagu atropinem se u člověka výrazně sníží variabilita komponenty LF. Interpretace současného působení sympatiku a parasympatiku je založena na tom, že oba oddíly ANS jsou často současně, ale recipročně aktivní, kdy zvýšení aktivity jedné složky je spojeno s poklesem aktivity složky druhé (Javorka, 2008; Šiška, Kudláček, Štěrbová & Stejskal, 2009; Šiška & Opavský, 2005; Žujová et al., 2004).

2.2.4.4 Pásmo high frequency (HF, 0,15-0,4 Hz)

Aktivita v HF oblasti je odrazem respiračního vlivu na činnost srdce, považuje se za ukazatel parasympatické kontroly srdce a je ovlivněna kolísáním vagové aktivity. Závislost složky HF na respiraci je velmi těsná. V klidu dochází ke změnám srdeční frekvence v závislosti na dýchání, což je označováno jako respirační sinusová arytmie (RSA). Při nádechu dojde k mírnému zvýšení srdeční frekvence, při výdechu ke zpomalení. Dechová frekvence ovlivňuje respirační sinusovou arytmiu ve větší míře než hloubka dechu. Při tachypnoe se složka HF výrazně sníží, zatímco při klidné respiraci dojde k výraznému zvýšení spektrálního výkonu komponenty HF. Experimentálně bylo prokázáno, že dojde-li ke zpomalení dechové frekvence pod 9 dechů za minutu, začne se komponenta HF prolínat s komponentou LF. Při izolovaném hodnocení složky LF je tedy

nutné počítat se sníženou dechovou frekvencí, aby nedošlo k mylnému vyhodnocení zvýšení aktivity sympatiku (Opavský, 2002; Stejskal & Salinger, 1996).

Při hodnocení se využívá také poměr komponent LF/HF, který vyjadřuje rovnováhu mezi aktivitou sympatiku a parasympatiku. Spektrální výkon vyšší než 150mHz je ukazatelem aktivity parasympatiku, oblast kolem frekvence 100mHz odráží aktivitu sympatiku. Hodnoty $LF/HF > 1$ svědčí o zvýšené aktivitě sympatiku. Průměrné hodnoty a směrodatné odchylky ukazatelů SAHRV u zdravých osob jsou zobrazeny v tabulce 1 (Fráňa et al., 2005).

2.2.5 Ukazatele spektrální analýzy VSF

Při měření R-R intervalů dochází k orientačním výpočtům, které jsou zobrazeny na monitoru ve formě sloupkových grafů. Sloupkové grafy znázorňují časové intervaly přepočítané na minutovou frekvenci. Plnohodnotné výsledky získáme až po konci měření a po odfiltrování artefaktů, které se do výpočtů nepočítají. Tím získáme filtrovaný soubor, s nímž se pak dále pracuje.

Spektrální výkonové hustoty (PSD, power spectral density) vypočítáme pomocí CGSA algoritmu (coarse graining spectral analysis) z hodnot spektrálních komponent HF, LF a VLF udávaných v ms^2/Hz . K získání výsledné výkonové spektrální hustoty PSD je potřeba pomocí algoritmu CGSA vypočítat rozdíl spektrální výkonové hustoty S_{xx} datového souboru $x(t)$ a absolutní hodnoty vzájemné výkonové spektrální hustoty S_{xy} souborů $x(t)$ a $y(t)$, což je dáno vztahem:

$$PSD = S_{xx} - S_{xy} = F[x(t)] \cdot F^*[x(t)] - F[x(t)] \cdot F^*[y(t)], \text{ kdy je}$$

$x(t)$ - soubor hodnot R-R intervalů analyzovaného úseku,

$y(t)$ - pomocný soubor vytvořený zdvojením souboru $x(t)$ pro výpočet algoritmu CGSA,

$F[x(t)]$ – Fourierova transformace funkce $x(t)$,

$F^*[x(t)]$ - komplexně sdružená Fourierova transformace funkce $x(t)$,

$F^*[y(t)]$ - komplexně sdružená Fourierova transformace funkce $y(t)$.

Dle hodnoty PSD, jež slouží jako základ, jsou následně vypočítány podle příslušných rovnic další ukazatele SA VSF. Hodnoty **spektrálních výkonů**

(**SPECTRAL POWER**) jednotlivých komponent VLF, LF, HF, se obvykle udávají v absolutních hodnotách a udávají velikost aktivity dané komponenty v měřeném intervalu. Jedná se o integrální velikost parametru PSD v jednotlivých frekvenčních pásmech.

$$\text{POWER VLF} = \int_{0,01}^{0,05} PSD df \quad [\text{ms}^2]$$

$$\text{POWER LF} = \int_{0,05}^{0,15} PSD df \quad [\text{ms}^2]$$

$$\text{POWER HF} = \int_{0,15}^{0,5} PSD df \quad [\text{ms}^2]$$

Celkový spektrální výkon (TOTAL POWER) vypočítáme jako součet spektrálního výkonu všech komponent.

$$\text{TOTAL POWER} = \text{POWER VLF} + \text{POWER LF} + \text{POWER HF} \quad [\text{ms}^2]$$

Relativní spektrální výkony (RELATIVE SPECTRAL POWER) vyjadřují poměr zastoupení dílčích spektrálních výkonů v daných frekvenčních pásmech k celkovému spektrálnímu výkonu. Uvádí tedy procentuální zastoupení dané komponenty v celkovém výkonovém spektru.

$$\text{RELATIVE POWER VLF} = \frac{\text{POWER VLF}}{\text{TOTAL POWER}} \quad [\%]$$

$$\text{RELATIVE POWER LF} = \frac{\text{POWER LF}}{\text{TOTAL POWER}} \quad [\%]$$

$$\text{RELATIVE POWER HF} = \frac{\text{POWER HF}}{\text{TOTAL POWER}} \quad [\%]$$

Poměr spektrálních výkonů (Ratio of the spectral powers, RATIO) udává poměr jednotlivých frekvenčních pásem.

$$\text{RATIO VLF/HF} = \frac{\text{POWER VLF}}{\text{POWER HF}} \quad [-]$$

$$\text{RATIO LF/HF} = \frac{\text{POWER LF}}{\text{POWER HF}} \quad [-]$$

$$\text{RATIO VLF/LF} = \frac{\text{POWER VLF}}{\text{POWER LF}} \quad [-]$$

Hodnotu odpovídající nejvyšší amplitudě dané komponenty na frekvenční ose udává **frekvence** (FREQUENCY, **FREQ**) v jednotkách Hz. Například tedy FREQ LF je frekvence odpovídající hodnotě amplitudy LF (maximální hodnota PSD v intervalu LF).

2.2.6 Ukazatele časové analýzy VSF

R-R intervaly (R-R INTER) ukazují průměrnou hodnotu všech naměřených R-R intervalů během měřeného úseku.

$$\text{R-R INTER} = \frac{1}{n} \sum \text{RR}_i \quad [\text{ms}], \text{ kde}$$

n = počet R-R intervalů v průběhu měřeného časového úseku,

RR_i – délka srdeční periody.

Mean squared successive differences (MSSD) označuje průměrnou hodnotu mocniny postupných diferencí R-R intervalů v průběhu naměřeného časového úseku. MSSD je hlavním ukazatelem VSF a jeho velikost je přímo úměrná stavu autonomního systému a velikosti aktivity jeho modulací.

$$\text{MSSD} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\text{RR}_i - \text{RR}_{i-1})^2 \quad [\text{ms}^2] \quad (\text{Salinger et al., 1998}).$$

2.2.7 Komplexní ukazatele

Interpretace jednotlivých ukazatelů spektrální analýzy VSF, které jsou používány k diagnostice aktivity ANS, je často velmi problematická. Z pozorování výsledků vlivu věku a intenzity zatížení na krátkodobý záznam SA VSF, byl na základě faktorové analýzy parametrů spektrální analýzy VSF navržen nový postup hodnocení pomocí tří indexů sdružujících všechny věkově závislé ukazatele získané při ortoklinostatickém vyšetření (pouze z druhého lehu):

- **komplexní index celkového skóre (CS),**
- **komplexní index vagové aktivity (VA),**
- **komplexní index sympatovagové rovnováhy (SVB).**

Komplexní index vagové aktivity (VA) sdružuje faktory a ukazatele, jejichž hodnota se zvyšujícím se věkem i intenzitou zatížení klesá. Vysoké hodnoty ukazatele VA ukazují na vysokou aktivitu vagu, což je hodnoceno kladně.

Komplexní index sympatovagové rovnováhy (SVB) sdružuje faktory a ukazatele, jejichž hodnota se zvyšuje v závislosti na věku a intenzitě zatížení. Vysoké hodnoty ukazatele SVB ukazují na nízkou sympatovagovou rovnováhu, tedy posun aktivity autonomního nervového systému směrem k aktivitě vagu, což je hodnoceno kladně.

Komplexní index celkového skóre (CS) sdružuje ukazatele VA a SV, a jeho hodnota udává celkovou výkonnost ANS. Vysoké hodnoty ukazatele CS tedy poukazují na vysokou výkonnost ANS. Celkové skóre vztažené k věku probanda je nazýváno **funkčním věkem (FV)** autonomního nervového systému (Javorka, 2008; McCraty, Atkinson, Tomasino & Bradley, 2009; Stejskal, Šlachta, Elfmark, Salinger & Gaul-Aláčová, 2002).

2.2.8 Standardizace vyšetření VSF

Standardizace vyšetření VSF je nutná pro získání hodnotných a reprodukovatelných výsledků SA VSF k diagnostice i monitorování stavu ANS. Jak již bylo zmíněno dříve, variabilita srdeční frekvence je ovlivňována celou řadou faktorů a reaguje na velké množství podnětů. Zásadní vliv na výsledek vyšetření má věk osoby. Všeobecně je akceptováno pozvolné klesání spektrálního výkonu s přibývajícím věkem člověka, především komponenty HF (Javorka, 2008; Opavský, 2002).

Dalším velice důležitým faktorem pro získání validních výsledků i jejich správnou interpretaci je dechový vzor (vzájemný vztah mezi dechovým objemem a frekvencí dýchání). Dle Opavského (2002) je nutné dodržet dechovou frekvenci větší než 12-15 dechů za minutu, protože při nižší dechové frekvenci se HF složka prolíná do spektrálního výkonu složky LF a výsledky jsou tímto významně zkresleny.

VSF je dále ovlivněna také řadou vnějších a vnitřních faktorů. Mezi vnější faktory se řadí tělesné a psychické zatížení jedince, poloha těla, denní doba a klimatické podmínky. Do vnitřních faktorů patří kromě věku také zdravotní stav jedince i případné patologické jevy v organismu, pohlaví, nutriční a aktivita CNS, krevní plyny a jiné (Botek et al., 2004; Javorka, 2008).

Nejčastěji používanou metodou pro vyšetření SA VSF je metoda leh-stoj-leh. Během aktivního postavení se (ortostatická zkouška) nebo pasivní vertikalizace (test na nakloněné rovině, head-up tilt test) dojde k fyziologickému poklesu celkového spektrálního výkonu, ke zvýšení aktivity v pásmu LF, a naopak ke snížení v pásmu HF, poměr LF/HF se tedy zvýší. Důvodem zmíněných změn je snížení aferentní stimulace z deaktivovaných sinoaortálních baroreceptorů a následný vzestup eferentní sympatické stimulace a pokles eferentní vagové stimulace. To vše má za výsledek zvýšení oscilačního výkonu baroreceptorů, které se projeví relativním zvýšením výkonu komponenty LF (Opavský, 2002; Stejskal & Salinger, 1996).

Změny aktivity ANS se projeví ve spektrálním výkonu jednotlivých složek výkonového spektra a je možné je sledovat na trojrozměrném grafu. Pozornost je věnována především složce HF, kdy v lehu č. 2 při fyziologické regulaci VSF dochází k „přestřelení“ odpovědi vagu a zvýraznění komponenty HF i u takových vyšetření, kdy byla aktivita v pásmu HF interferujícími faktory jinak potlačena (Opavský, 2002; Stejskal & Salinger, 1996).

Pro plnohodnotný výsledek vyšetření SA VSF je důležité, aby výsledky pro hodnocení vycházely pouze ze srdečních stahů sinusového původu, čehož je možné docílit eliminací ventrikulárních i supraventrikulárních extrasystol a všech dalších artefaktů. Při výskytu artefaktů v měření se metoda stává méně spolehlivou (Opavský, 2002; Stejskal & Salinger, 1996).

Vyšetření SA VSF je vhodné provádět v ranních a dopoledních hodinách. Opakovaná vyšetření je nutné provádět vždy ve stejnou denní dobu. Testovaná osoba by se měla vyvarovat konzumaci nápojů a stravy ovlivňující aktivitu sympatiku či parasympatiku (káva, čaj, alkohol a jiné stimulanty) a zvýšenému fyzickému nebo psychickému stresu (Botek et al., 2004).

2.2.9 Diagnostické systémy pro vyšetření SA VSF

Moderní diagnostické systémy, jež se využívají k hodnocení SA VSF, musí splňovat následující požadavky: mikropočítačový hardware, telemetrický přenos datových souborů pro provádění vyšetření v přirozených podmínkách pohybu, hodnocení datových souborů pomocí moderních matematicko-statistických metod, výpočet norem

a jejich neustálé zpřesňování a hodnocení výsledků počítačem (Javorka, 2008; Salinger, Vychodil, Stejskal, Opavský, Novotný & Bula, 1999).

Nejstarším systémem, který se používal k hodnocení VSF v časové i frekvenční oblasti, a který využíval k telemetrickému přenosu R-R intervalů INFRA-zdroje, byl VariaPulse PF3. Časové rozlišení EKG signálu byla 1 ms. V novějším systému VariaCardio TF4 je telemetrický přenos R-R intervalů a také EKG signálu (s přesností 2 ms) zabezpečen už pomocí radiového signálu. Systému VarCor PF6 nabízí řídit vyšetření pomocí kapesního počítače (typ iPAQ), VarCor PF7 je k tomu navíc vybaven USB výstupem pro připojení k počítači. Nejnovější systém VarCor PF8 nabízí přenos dat pomocí bluetooth. (Javorka, 2008; Salinger, Štěpaník, Krejčí & Stejskal, 2006; Salinger, Stejskal, Opavský, Gwozdziwicz, Gwozdziwiczová, Novotný, Elfmark & Bula, 2004).

2.3 AUDIOVIZUÁLNÍ STIMULACE (AVS)

2.3.1 Mozek a frekvence mozkových vln

Mozek je jeden z nejzákladnějších orgánů lidského těla. Jeho funkcí je ve své podstatě komplexní řízení všech tělesných a duševních funkcí, jako je dýchání, činnost srdce, trávení, pohyb, řeč, myšlení, zpracování smyslových vjemů, myšlení, vnímání emocí. Mozek je uzpůsoben jako generátor bioelektrického proudu, který je nezbytný pro regulaci biotransformačních procesů v mozkové hmotě. Povolený rozkmit hodnot v mozku je u dospělého zdravého člověka asi 5-210 μV a 0,5-40 Hz. Průměrné hodnoty spontánního bioelektrického výkonu u dospělého se pohybují mezi 8-12 Hz. Vyšší hodnoty označujeme jako stav nabuzení nebo excitace, nižší hodnoty jako stav inhibice. Centrem, které řídí optimální výkon mozku je hypotalamus, na řízení se však podílí i další mozková centra, primárně sensorická, která přijímají a zpracovávají vjemy ze smyslových orgánů (Kymplová, 2008; Landgraf, 2000; Valuch, 2006).

Hladiny ladění mozku a centrální nervové soustavy byly ustáleně klasifikovány na vlny beta, alfa, theta a delta. Přibližné rozmezí frekvencí hladiny beta je 14 Hz a více, hladina alfa je 8-13 Hz, hladina theta se popisuje mezi 4-7 Hz, a hladina delta mezi 0,5-3 Hz. Rozmezí jednotlivých hladin je orientační, protože hladiny přecházejí plynule (Assenza, Brůčková, Dopita & Rušinová, 2007; Valuch, 2006).

Hladina beta (14-30 Hz, amplituda do 10 μV) odpovídá běžnému vědomému smyslovému soustředění na okolí, různé míře napětí, schopnosti okamžitě reagovat. Odráží náladové změny až podrážděnost. U zdravých lidí je hladina beta vedoucí denní frekvencí, zejména při vykonávání pohybu. Do nejvyšších hladin beta se dostáváme v situacích značného soustředění, stresových situacích, a to jak zapříčiněných psychicky, tak fyzicky, a při některých psychoneurotických patologických stavech. Dlouhodobé udržování hladiny beta nad 22-24 Hz způsobuje v organismu velkou zátěž, zhoršující schopnosti regenerace tkání a látkové přeměny, je však nezbytná pro každodenní aktivní činnost (Assenza et al., 2007; Poděbradský & Poděbradská, 2009; Valuch, 2006).

Hladina alfa (8-13 Hz, amplituda 30-50 μV) je typická absencí soustředěného myšlení, stavem bez napětí, v klidu, uvolnění. Jedná se o regeneraci těla a mysli při bdění, kdy dochází ke generalizované svalové relaxaci a ke zvýšené tvorbě a vylučování

endorfinů, což má za následek příjemné až slastné pocity. Setrvání v hladině alfa regeneruje a posiluje všechny životní funkce, a až na výjimky vylučuje souběžnou přítomnost i rozvoj jiného onemocnění. Dosažení hladiny alfa je cílem většiny relaxačních technik (Assenza et al., 2007; Poděbradský & Poděbradská, 2009; Valuch, 2006).

V hladině theta (4-7 Hz, amplituda 5-20 μ V) dochází k výraznému útlumu všech funkcí s hlubokou svalovou relaxací, tělo ani mysl nereagují na žádné smyslové vjemy. Může docházet k neiniciovanému uvolnění obrazů z podvědomí a jejich selektivní prezentaci v mysli. Do hladiny theta se dostáváme v nejhlubším uvolnění nebo ve spánku doprovázeném sny. Theta vlny se u dětí a dospívajících objevují ve spánku i při bdění, u dospělých jen v 1. fázi spánku (Assenza et al., 2007; Poděbradský & Poděbradská, 2009; Valuch, 2006).

Hladina delta (0,5-3 Hz, amplituda 80-210 μ V) se projevuje naprostým útlumem veškerých korových mozkových funkcí. V této hladině se nacházíme při hlubokém bezesném spánku, nebo při bezvědomí, kolapsu, narkóze. V hladině delta dochází k hluboké regeneraci, k hromadění energetických rezerv a ke zpomalení látkového metabolismu (Assenza, Brůčková, Dopita & Rušinová, 2007; Poděbradský & Poděbradská, 2009; Valuch, 2006).

Uvedené charakteristiky jednotlivých hladin jsou platné pouze v případě, že je celý mozek laděn na danou hladinu v jejím frekvenčním rozmezí, k takové situaci však dochází zřídka, a to pouze na několik málo minut. Frekvenční skupiny se neobjevují samostatně, ale vždy se objevuje jedna dominantní frekvence spolu s jinou. Dominantní frekvence v EEG křivce určuje, za jaký se považuje momentální stav vědomí. Například tedy je-li jedinec unavený ale při vědomí, ukazuje EEG především vlny theta doprovázené vlnami alfa nebo beta. Někdy se můžeme setkat ještě s vlnami gamma, což je označení pro stav abnormálního bioelektrického výkonu (Budzynski, 2000; Landgraf, 2000; Tang, Vitiello, Perlis, Mao, & Riegel, 2014; Tureček, 1998).

2.3.2 Audiovizuální stimulace

V posledních desetiletích minulého století vznikla a prošla prudkým rozvojem řada nových technologií, jako např. genetické inženýrství, nanotechnologie a další. Zároveň s nimi začal vnikat i nový druh technologie zabývající se myslí a vědomím

a zdokonalováním činnosti a výkonnosti lidského mozku. Tato technologie se označuje jako neurotechnologie a má své kořeny ve Spojených státech amerických, kde byla obecně přijata na počátku 80. let dvacátého století. Neurotechnologie je interdisciplinární vědní obor, jehož předmětem je systémové studium a praktické využívání všech vědeckých poznatků ke zdokonalení činnosti a výkonnosti mozku a vyšší nervové činnosti jako komplexního systému kontroly a samoregulace všech životních funkcí. Předmětem jeho realizační fáze je individuální nácvik kontroly vědomí a vitálních procesů za použití přístrojového diagnostického a stimulačního vybavení vyvinutého pro tento účel. Neurotechnologické relaxační metody jsou moderní elektronickou formou starých šamanských technik, které využívají rytmickou stimulaci mozku světlem a zvukem k navození změn vědomí. Širokou veřejností jsou neurotechnologie považovány za velmi účinné prostředky ke zlepšení kvality lidského života bez ohledu na to, zda vykazuje zjevné známky poškození či ne, jež jsou při dodržování zásad doporučených k jejich správnému použití také bezpečné, bez nepříznivých vedlejších účinků a vzniku závislosti. Většina lidí je dnes netrénovaná v duševních záležitostech a nemůže tedy efektivně těžit z tradičních metod, jako jsou meditace nebo biofeedback. Díky tomu snadněji podléhají stresu, agresivitě, poruchám spánku atp. Při stavech dlouhodobé chronické bolesti či dlouhodobého stresu jsou v organismu porušeny regulační a integrační funkce autonomního nervového systému. Cílené použití přístrojové stimulace mozku vyvolá identické neurofyzilogické odpovědi jako při působení hypnózy a dalších relaxačních technik (autogenní trénink, meditace). Nástup relaxační odpovědi s jejím pozitivním vlivem (redukcí stresu, kontrolou bolesti a optimalizací vegetativních funkcí) však probíhá mnohem rychleji a efektivněji. Výsledný efekt léčby je však ovlivněn celou řadou nejrůznějších faktorů. Úspěšnost aplikace audiovizuální stimulace je výrazně dána momentálním psychosomatickým stavem jedince, úrovní jeho emoční excitace, schopnosti jedince akceptovat zásady aktivní sebevýchovy, dostatkem motivace, trpělivosti a vytrvalosti (Landgraf, 2000; Masopust & Kozák, 2007; Valuch, 2006).

Jednou ze základních neurotechnologických metod je audio-vizuální stimulace (AVS), u nás spíše známé jako psychowalkman. Audiovizuální mozková stimulace je metoda nácviku relaxace a dosahování jednotlivých hladin vědomí za pomoci relaxačního přístroje – psychowalkmanu. AVS využívá multisenzorického dráždění mozkové kůry akustickými a optickými stimuly, a tím působí na bioelektrický výkon mozku a CNS.

Ke stimulaci se využívají světelné brýle osázené LED diodami a sluchátka. Stimulace probíhá formou světelných záblesků a zvukových rytmů s proměnlivou frekvencí, která odpovídá frekvenčním hodnotám určitých hladin vědomí. Pulzy jsou z generátoru přístroje programově vysílány příslušnými nervovými spoji do zrakových a sluchových center mozku k vyhodnocení. Mozek je na tyto vjemy velmi citlivý a při dostatečné intenzitě přicházejících podnětů se jim přizpůsobuje. Dochází k tzv. vztažení frekvence mozkových vln na přiváděnou frekvenci. Mozek tak začne kopírovat stimulovanou frekvenci, čímž vyvolává změněný stav vědomí. Změněný stav vědomí je odborný název označující buď spontánní nebo mnohem častěji cílené navozenou změnu mysli a psychosomatického stavu bez pomoci psychoaktivních látek nebo alkoholu, a to pouze působením neurotechnologických metod. K těmto změněným stavům vědomí patří hluboká relaxační reakce či stav disociace vědomí, vznikající během hlubších stádií hypnózy. Cílem většiny AVS programů je navození hladiny alfa mozkových vln, a tím aktivní relaxace kosterního svalstva na úrovni kortikosubkortikální. Relaxace v této hladině snižuje či odstraňuje bolesti hlavy, šíjových a zádových svalů a pomáhá s odstraněním únavy a nespavosti, zlepšuje schopnosti učení, soustředění a paměť (Lehrer, 1996; Masopust & Kozák, 2007; Poděbradský & Poděbradská, 2009; Rokyta a kolektiv, 2009; Teplan, Krakovská & Štolc, 2011; Valuch, 2006).

2.3.3 Historie AVS

Vývoji moderně relaxačně terapeutických přístrojů předcházelo intuitivní ovlivňování činnosti mozku světlem nebo zvukem. Potřeba změny stavů vědomí je stará asi jako lidstvo samo. Tibetští mniši využívali k navození meditativní atmosféry pohled na mihotání plamínek svíček. V rituálních a náboženských obřadech mnoha kultur na celém světě se objevuje bubnování a bylo zjištěno, že údery bubnů při rituálech odpovídají hladině alfa mozkových vln.

Základním předpokladem vývoje metody audiovizuální stimulace byl objev elektroencefalografie, ke kterému došlo v roce 1934, kdy tým anglických neurofyziologů z Londýna, Oxfordu a Cambridge pod vedením lékařů Adriana a Mathewse vyvinuli přístroj elektroencefalograf (EEG). Tento přístroj dokázal zaznamenat frekvenci lidského mozku, což umožňovalo poprvé měřit vliv pulsujícího světla a zvuku na lidskou psychiku. Byly zjištěny významné korelace EEG záznamů s různými fyziologickými a patologickými stavy. V letech 1940 až 1944 objevil a zdokumentoval anglický

neurofyziolog Walter Grey samotný princip vizuální stimulace myslí. Zjistil, že lidská mysl reaguje na jistou frekvenci blikajícího světla a zvuku tak, že se přeladí do jiného stavu vědomí. Roku 1957 byl Schneiderem zkonstruován první AVS přístroj. Nicméně kvůli vysoké ceně těchto přístrojů byl rozvoj AVS na několik let pozastaven. Komerční výroba AVS přístrojů začala až v 90. letech 20. století., kdy už technologický pokrok dovolil vývoj programovatelných přístrojů schopných exaktně ovlivnit mozkovou činnost. Paralelně s laickým využitím probíhal i výzkum zaměřený na možnosti využití AVS metody v odborné klinické praxi, při diagnostice a terapií určitých onemocnění. Význam AVS je zřejmý až v dnešní době, kdy narůstají civilizační potíže, především stres a únava. V roce 1981 byl zkonstruován první předprogramovaný, digitální, kompaktní přístroj Mastermind. O 8 let později uvedla soukromá americká společnost Syntetic Systems International, Inc. na trh v USA první sériově vyráběný samouživatelský model psychowalkmanu na světě. V současnosti jsou psychowalkmany z produkce mnoha výrobců k dostání zhruba v 80 zemích světa. V České republice se AVS přístroje začaly objevovat v rukou lékařů od počátku 90. let 20. století. Většinou se jednalo o modely dovezené ze zahraničí. Většího rozšíření u nás dosáhly AVS přístroje zhruba od roku 1996, kdy u nás začal jejich prodej. Společnost Galaxy začala v roce 1998 vyrábět AVS přístroj, který nazvala „psychowalkman“. Dnes se AVS přístroje využívají na stovkách odborných pracovišt'. V České republice se AVS přístroje používají zhruba na 900 odborných pracovištích, zahrnující psychologická, rehabilitační, lázeňská a pedagogická zařízení. Ve světě je AVS využívána v neurologii, psychiatrii, psychologii, pedagogice, logopedii, pediatrii, endokrinologii, psychoterapii, fyzioterapii a také na odděleních zaměřených na léčbu bolesti (Masopust & Kozák, 2007; Usanova, Usanova & Skripal, 2012; Tang et al., 2014; Valuch, 2003).

2.3.4 Indikace a kontraindikace

Metoda audiovizuální stimulace je poměrně dost rozšířená v oblasti psychologické a pedagogické. Medicínské a rehabilitační indikace jsou:

- funkční poruchy pohybového systému – především poruchy relaxace, jak generalizované (generalizovaná svalová hypertonie), tak lokální (reflexní změny v jednotlivých svalech),

- organické poruchy pohybového systému – především spojené s chronickou bolestí a následným postižením limbického systému (poúrazové stavy, degenerativní postižení kloubů, generalizovaná osteoporóza, aj.),
- civilizační (psychosomatické) poruchy – zvláště s výrazným podílem stresu, například vředová choroba, hypertenze, neurocirkulační dystonie a další,
- psychiatrická onemocnění – především neurastenie, neurózy, funkcionální parézy a poruchy spánku.

Ač se AVS prokázala jako bezpečná a účinná metoda je nutné brát ohled na možné kontraindikace a rizikové faktory, k nimž patří záchvatovité stavy se ztrátou vědomí (epilepsie, narkolepsie, mráкотné stavy a další), i když by byly léčeny a byly klinicky asymptomatické. Dále je AVS kontraindikována u stavů po těžkých komocích či kontuzích mozku, při předchozím užívání drog a alkoholu, u osob se zavedeným pacemakerem, u lidí starších 75 let zvláště trpících hypertenzí. Také osoby se zvýšenou foto a fonosenzibilitou často AVS nesnáší dobře, a je tedy nutné doporučit jinou relaxační metodu. U dětí do 7 let nemůže AVS poškodit CNS, ale vzhledem k její nezralosti nemá stimulace žádný význam (Poděbradský & Poděbradská, 2009; Valuch, 2003).

2.3.5 Postup při aplikaci AVS

Vhodnost použití metody AVS je třeba posuzovat vždy individuálně u každého pacienta. K orientačnímu posouzení způsobilosti pro přístrojovou audiovizuální stimulaci je vhodné provést při prvním sezení test zkušebním programem, doplněný některým z testů hypnability. Stimulace relaxačním AVS přístrojem probíhá v pohodlné poloze v leže na lehátku, při zavřených očích pacienta. Pacient má na hlavě stimulační brýle a sluchátka. Intenzitu světelné a zvukové stimulace je nutno zvyšovat postupně. Průběh každého sezení a ihned po něm by měl terapeut sledovat a hodnotit stav pacienta na základě vnějších projevů jeho chování (svalová relaxace, motorický neklid, spánkový útlum), vegetativních reakcí a subjektivních pocitů, jež jsou úzce spjaty s dosaženou úrovní relaxace. Cílené změny bioelektrické aktivity mozkových vln vyvolané působením relaxačního přístroje lze u testované osoby potvrdit kontrolním vyšetřením pomocí EEG, prováděným před, během a po aplikaci AVS. Po stimulaci není doporučováno bezprostřední (do 15 minut) řízení automobilu či obsluha nebezpečného stroje a práce ve výšce (Poděbradský & Poděbradská, 2009; Valuch, 2006).

2.3.6 Reakce organismu na AVS

Na základě výsledků získaných z měření fyziologických parametrů během sezení s audiovizuálními stimulačními přístroji bylo několikrát prokázáno, že se statisticky významně snižovala elektrická aktivita mozku u sledovaných osob, poklesl krevní tlak a srdeční frekvence, spotřeba kyslíku a vydechovaného oxidu uhličitého, a také došlo ke snížení a zefektivnění metabolismu. Naopak došlo ke zvýšení stupně okysličení arteriální krve a vzrostla produkce neurohormonů. Výsledkem tak byla příjemná svalová a psychická relaxace a harmonizace psychosomatických funkcí. Tento stav se označuje jako relaxační reakce (Emerson, Pardikes, Friedman & Stephens, 2007; Masopust & Kozák, 2007; Teplan, Krakovská & Štolc, 2006).

2.3.6 Přístroj Photosonix Muse

Přístroj Photosonix Muse je mezinárodně chráněným patentem americké společnosti Microfirm, Inc. Tato společnost se zabývá výrobou a inovací audiovizuálních stimulačních zařízení již od roku 1981, a je tak jednou z nejdéle působících společností v tomto odvětví. Výhradním dovozcem a distributorem jejich produktů pro Českou republiku je společnost Galaxy (Tureček, 1998; Valuch, 2003).

Photosonix Muse je relaxační přístroj označovaný u nás jako tzv. „psychowalkman“. Zařízení se skládá z ovládací jednotky (krabička, „walkman“), speciálních brýlí, sluchátek a nabíjecího adaptéru. Sluchátka vydávají specifické rytmické, pulsující, binaurální zvuky v přesně dané frekvenci. Binaurální zvukové vlny se vytvářejí až v mozku sloučením dvou tónů o mírně odlišné frekvenci, které přicházejí ze sluchátek, a slouží k přeladění mozkových vln. Brýle jsou opatřeny LED diodami, čtyřmi na každém oku, které po spuštění programu začnou poblikávat v určitých frekvencích a barvách. Teplejší barvy jako červená, žlutá či oranžová mají stimulační účinky, naopak barvy chladnější (zelená, modrá) zklidňují. Pro naladění na určité hladiny vědomí se doporučuje využití barvy modré pro vlny delta, zelené pro vlny theta, žluté pro vlny alfa a červené či oranžové pro vlny beta (Tureček, 1998; Valuch, 2003).

Základem přístroje je ovládací jednotka tvořena elektronickým čipem, který obsahuje relaxační programy. Dle zvoleného programu pak krabička vysílá signály do sluchátek a brýlí, které pak navozují mozek na určitou zvolenou hladinu vědomí. Photosonix Muse obsahuje 30 vestavěných programů rozdělených do 8 základních oddílů:

- tvořivost/představitost,
- relaxace,
- učení,
- meditace,
- spánek,
- zábava,
- speciální programy,
- změny nálady.

Jednotlivé programy se od sebe odlišují délkou trvání, průběhem, typem tónů, frekvenčním rozpětím, intenzitou, hlasitostí, opakováním a dalšími parametry světelné a zvukové stimulace (viz tabulka 2). Programy v jednotlivých oddílech jsou vždy zaměřeny na určitý cíl. Například programy v oddílu tvořivost/představitost podporují hudební vnímavost, kreativní myšlení a tvořivou náladu, a je doporučeno je používat například před cvičením na hudební nástroje. Programy v oddílu učení využívají frekvence, na kterých dochází k ideálnímu vstřebávání učiva, především cizích jazyků. Jedná se o tzv. „superlearning“, díky němuž je možné naučit se cizí jazyk během dvou až tří měsíců. Další skupiny programů se potom věnují relaxaci, meditaci či spánku. Přístroj Photosonix Muse nabízí i kapacitu pro nahrání 25 nových programů pomocí počítače (Tureček, 1998; Valuch, 2003).

Pro účely této diplomové práce byl po předchozí konzultaci s výrobcem přístroje pro výzkumné měření vybrán program číslo 7 „Čas volna“ z oddílu relaxace. Zmíněný program trvá 40 minut, frekvence audiovizuálních stimulů se pohybuje v rozpětí 2 až 11 Hz. Program obsahuje dvojité binaurální rytmy, které by měly přivádět uživatele rychle do relaxačního stavu v hladinách alfa či theta. Grafické znázornění průběhu programu je zobrazeno na obrázku 8 (Příloha 8). Program je vhodný především po absolvování zvlášť stresujících situací a ve stavech psychického vypětí (Valuch, 2003).

3 CÍLE A HYPOTÉZY

Cílem diplomové práce je posoudit vliv relaxačního programu audiovizuální stimulace na autonomní nervový systém hodnocený metodou spektrální analýzy variability srdeční frekvence za pomoci přístroje VarCor PF7.

3.1 HYPOTÉZY

Hypotéza H₀₁:

V pozici druhého lehu (leh 2) po aplikaci relaxačního programu audiovizuální stimulace nedojde ke statisticky významné změně hodnoty u žádného ze sledovaných spektrálních ukazatelů variability srdeční frekvence (POWER HF, POWER LF, POWER VLF, LF/HF, REL. LF, REL. HF, REL. VLF, TOTAL POWER) ve srovnání s pozicí druhého lehu (leh 2) před aplikací relaxačního programu audiovizuální stimulace.

Hypotéza H₀₂:

V pozici druhého lehu (leh 2) po aplikaci relaxačního programu audiovizuální stimulace nedojde ke statisticky významné změně hodnoty u žádného ze sledovaných časových ukazatelů variability srdeční frekvence (R-R INTERVALY, MSSD) ve srovnání s pozicí druhého lehu (leh 2) před aplikací relaxačního programu audiovizuální stimulace.

Hypotéza H₀₃:

Nedojde ke statisticky významné změně hodnoty komplexního ukazatele „Vagotonie“ v porovnání zkoušky leh – stoj – leh 2 před a po aplikaci relaxačního programu audiovizuální stimulace.

Hypotéza H₀₄:

V pozici druhého lehu (leh 2) po lehu bez aplikace relaxačního programu audiovizuální stimulace nedojde ke statisticky významné změně hodnoty u žádného ze sledovaných spektrálních ukazatelů variability srdeční frekvence (POWER HF, POWER LF, POWER VLF, LF/HF, REL. LF, REL. HF, REL. VLF, TOTAL POWER) ve srovnání s pozicí druhého lehu (leh 2) před lehem bez aplikace relaxačního programu audiovizuální stimulace.

Hypotéza H₀₅:

V pozici druhého lehu (leh 2) po lehu bez aplikace relaxačního programu audiovizuální stimulace nedojde ke statisticky významné změně hodnoty u žádného ze sledovaných časových ukazatelů variability srdeční frekvence (R-R INTERVALY, MSSD) ve srovnání s pozicí druhého lehu (leh 2) před lehem bez aplikace relaxačního programu audiovizuální stimulace.

Hypotéza H₀₆:

Nedojde ke statisticky významné změně hodnoty komplexního ukazatele „Vagotonie“ v porovnání zkoušky leh – stoj – leh 2 před a po lehu bez aplikace relaxačního programu audiovizuální stimulace.

4 METODIKA

4.1 VÝZKUMNÝ SOUBOR

Výzkumu se účastnilo 20 zdravých probandů (16 žen, 4 muži) v průměrném věku $26,01 \pm 2,17$ let a s průměrnou hodnotou BMI $23,95 \pm 4,58$ (viz tabulka 3). Tito probandi tvořili jak skupinu výzkumnou, tak kontrolní. Všichni zúčastnění probandi byli předem informováni o významu diplomové práce a podepsali informovaný souhlas. S dostatečným předstihem byli poučeni o nutnosti dodržení podmínek režimových opatření souvisejících s metodikou spektrální analýzy variability srdeční frekvence. Před měřením dodrželi probandi spánkový režim, vyvarovali se psychickému stresu a namáhavé fyzické aktivitě. Dále se zdrželi alkoholu, kávy a silných čajů v období 8 hodin před vyšetřením. Nikdo z probandů nebyl kuřák a nežíval dlouhodobě žádné léky ovlivňující srdeční frekvenci. Ženy v době vyšetření neměly menses a nebyly gravidní. Probandi, jež prodělali akutní onemocnění v době kratší než 48 hodin před vyšetřením, nebyli do studie zařazeni. Studie byla realizována se souhlasem Etické komise Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci (viz příloha 12).

4.2 POUŽITÉ METODY

V rámci výzkumného měření absolvoval každý proband audiovizuální stimulaci pomocí přístroje Photosonix Muse. K účelům této diplomové práce byl vybrán a probandům přehrán program číslo 7 – Čas volna z oddílu relaxace. Program trval 40 minut, frekvence zvukových i vizuálních stimulů se pohybovala v rozmezí 2-11 Hz. Typem zvukových stimulů u tohoto programu byly dvojité binaurální rytmy.

Variabilita srdeční frekvence byla hodnocena pomocí diagnostického systému VarCor PF7, který je využíván pro neinvazivní diagnostiku VSF. Signál EKG byl snímán pomocí elektrodového hrudního pásu typu Polar a byl propojen s UHF vysílačem. Signál byl následně rádiově přenášen z UHF vysílače do UHF přijímače, jež je propojen s počítačem prostřednictvím USB portu. Přenesené informace jsou kódovány podle speciálního záznamu vhodného pro rádiový přenos. UHF přijímač přenášený signál zesiluje a dekóduje, aby mohl být následně zpracován pomocí speciálního počítačového programu (Salinger et al., 2006).

4.3 MĚŘENÉ PARAMETRY

Výzkumné měření bylo prováděno formou krátkodobých záznamů a byly hodnoceny následující spektrální komponenty: VLF – velmi nízká frekvence, LF – nízká frekvence, HF - vysoká frekvence. Při kontrolním i výzkumném měření byly hodnoceny tyto spektrální parametry: spektrální výkon vysokofrekvenční komponenty (POWER HF), spektrální výkon nízkofrekvenčních komponent (POWER LF a POWER VLF), poměr LF/HF, relativní spektrální výkon komponent HF, LF i VLF (REL. HF, REL. LF, REL. VLF) a celkový spektrální výkon (TOTAL POWER). Z časových ukazatelů byly hodnoceny R-R intervaly a MSSD a dále věkově standardizovaný komplexní ukazatel „Vagotonie“.

4.4 DESIGN A ORGANIZACE VÝZKUMU

Výzkumné měření probíhalo v měsících leden 2016 až leden 2017 v laboratořích RRR Centra – Centra léčby bolestivých stavů a pohybových poruch v Olomouci. Pro maximální standardizaci měření byla pro každé vyšetření vyčleněna samostatná kabinka s lehátkem. Měření probíhala v dopoledních hodinách v rozmezí 8-11 hodiny, kontrolní a výzkumná měření na sebe navazovaly v rozmezí max. 2-3 dní. Všichni probandi byli měřeni za stejných podmínek.

Výzkum byl koncipován jako komparativní studie. Zařazení do skupin (výzkumná či kontrolní) bylo určeno vždy losem. Při každém měření byl probandovi na hrudník připevněn navlhčený elektrodový pás pro snímání srdeční frekvence. Pás byl pomocí kabelu propojen s UHF vysílačem, jež měl pacient po dobu měření okolo pasu. Telemetricky byl z UHF vysílače signál přeposlán do UHF přijímače, který byl pomocí USB portu propojen s počítačem.

Všichni probandi byly poučeni, že by neměli během měření mluvit. Každé měření se skládalo z 6 zaznamenávaných intervalů. Délka jednoho intervalu byla 5 minut (300 tepů). Nejdříve proběhlo měření ve standardní ortoklinostatické zkoušce v pozicích leh, stoj, leh 2 (viz tabulky 4, 5, 6 pro výzkumné měření a tabulky 11, 12, 13 pro kontrolní měření), poté se všichni probandi položili na lehátko a dostali na oči LED brýle a na uši sluchátka určené k audiovizuální stimulaci. V případě výzkumné skupiny byl probandům na přístroji Photosonix Muse spuštěn relaxační program číslo 7 (40 min), při kontrolním

měření program puštěn nebyl a probandi pouze 40 minut relaxovali vleže s nasazenými brýlemi a sluchátky. Ihned po skončení programu pokračovalo měření znovu v ortoklinostatické zkoušce v pozicích leh, stoj, leh 2 (viz tabulky 7, 8, 9 pro výzkumné měření a tabulky 14, 15, 16 pro kontrolní měření). Celková doba měření se pohybovala okolo 70 minut.

Ukazatele spektrální a časové analýzy variability srdeční frekvence byly mezi sebou vzájemně porovnány u výzkumné skupiny v pozici leh 2 před aplikací relaxačního programu AVS a v pozici leh 2 po aplikaci relaxačního programu AVS (viz tabulka 10), a samostatně pak u kontrolní skupiny v pozici leh 2 před lehem bez aplikace relaxačního programu AVS a v pozici leh 2 po lehu bez aplikace relaxačního programu AVS (viz tabulka 17). Z pozice druhého lehu (leh 2) byl získán také komplexní ukazatel „Vagotonie“ (viz tabulka 21 pro výzkumnou skupinu, a tabulka 22 pro skupinu kontrolní).

Výzkumné měření bylo doplněno u všech probandů anamnestickým dotazníkem (viz příloha 15) obsahujícím i dotazník na autonomní funkce (DAF). Dotazník na autonomní funkce orientačně hodnotí vyváženost ANS. Celkem se skládá z 16 otázek, vyhodnocuje se podle počtu odpovědí, jež jsou rozděleny do skupiny sympatiku, parasympatiku či indiferentní. Vyšší počet odpovědí ve sloupci sympatiku vypovídá o relativní převaze sympatiku. Poměr pro funkci sympatiku (A), parasympatiku (B) a indiferentní (C) je u zdravých osob 5,4:6,1:4,2. Dále všichni probandi vyplnili dotazníky hodnotící na vizuální analogové škále subjektivní míru duševního napětí (~stresu) před a po proceduře (viz přílohy 16 a 17) (Opavský, 2002).

4.5 ANALÝZA DAT

Vyhodnocení variability srdeční frekvence může být značně zkresleno přítomností artefaktů (např. srdeční arytmie), proto byla provedena jak automatická, tak manuální filtrace. Získané hodnoty sledovaných komponent byly převedeny do programu Microsoft Office Excel 2016 a poté byly statisticky zpracovány a vyhodnoceny pomocí programu Statistika 8.0. Pro každý hodnocený parametr byl vypočítán průměr, směrodatná odchylka a medián.

Mezi sledované ukazatele variability srdeční frekvence patřily POWER VLF, POWER LF, POWER HF, poměr LF/HF, REL. VLF, REL: LF, REL. HF, TOTAL

POWER a časové ukazatele R-R intervaly a MSSD a dále komplexní ukazatel „Vagotonie“. Po konzultaci se statistikem byla data porovnávána zvláště pro výzkumnou a kontrolní skupinu pomocí Wilcoxonova párového testu. Pro porovnání dat získaných z vizuální analogové škály byl využit znaménkový test. Hladina statistické významnosti byla stanovena na $p < 0,05$.

4.6 LIMITY STUDIE

Při vyšetření metodou spektrální analýzy variability srdeční frekvence je nutné dodržení náročných standardizovaných podmínek. Výzkumné soubory probandů jsou relativně malé, je tedy nutné tuto skutečnost zohlednit při interpretaci výsledků. Výsledná data byla posuzována bez ohledu na pohlaví probandů.

5 VÝSLEDKY

5.1 INFORMACE Z DOTAZNÍKŮ

5.1.1 Dotazník autonomních funkcí (DAF)

Každý proband vyplnil v rámci anamnestického dotazníku také Dotazník autonomních funkcí (DAF), pomocí něhož byla hodnocena převaha sympatiku či parasympatiku. Výsledný poměr 6:6,05 svědčí o vyvážené aktivitě obou složek autonomního nervového systému (viz tabulka 20).

5.1.2 Hodnocení subjektivního stavu pacienta před a po měření

Subjektivní stav probandů a konkrétně míra jejich duševního napětí (~stresu) před a po výzkumném i kontrolním měření byla hodnocena pomocí vizuální analogové škály. Zaznamenané hodnoty byly vyhodnoceny pomocí znaménkového testu. U výzkumné skupiny došlo ke statisticky významnému poklesu hodnot ($p=0,013$), když u 75 % probandů došlo ke snížení subjektivní míry duševního napětí (~stresu) po proceduře v porovnání se stavem před (viz tabulka 18). U kontrolní skupiny došlo po proceduře k poklesu duševního napětí (~stresu) pouze u 40 % probandů (viz tabulka 19).

5.2 POROVNÁNÍ NAMĚŘENÝCH HODNOT U VYBRANÝCH POLOH

5.2.1 Porovnání naměřených hodnot spektrálních a časových parametrů VSF

u výzkumné skupiny v pozici leh 2 před aplikací relaxačního programu

AVS a v pozici leh 2 po aplikaci relaxačního programu AVS (viz tabulka 23)

Statisticky významná vzestupná tendence se projevila u parametrů: POWER VLF, POWER HF, R-R intervaly, MSSD a TOTAL POWER.

Statisticky významná sestupná tendence se neprojevila u žádného ze sledovaných parametrů.

Statisticky nevýznamná vzestupná tendence se projevila u parametrů: POWER LF, REL. VLF, REL. HF.

Statisticky nevýznamná sestupná tendence se projevila u parametrů: LF/HF, REL. LF.

5.2.2 Porovnání hodnot komplexního ukazatele „Vagotonie“ u výzkumné skupiny před a po aplikaci relaxačního programu AVS (viz tabulka 25)

U komplexního ukazatele „Vagotonie“ došlo ke statisticky významnému zvýšení hodnot.

5.2.3 Porovnání naměřených hodnot spektrálních a časových parametrů VSF u kontrolní skupiny v pozici leh 2 před lehem bez aplikace relaxačního programu AVS a v pozici leh 2 po lehu bez aplikace relaxačního programu AVS (viz tabulka 24)

Statisticky významná vzestupná tendence se projevila u parametrů: REL. VLF.

Statisticky významná sestupná tendence se neprojevila u žádného ze sledovaných parametrů.

Statisticky nevýznamná vzestupná tendence se projevila u parametrů: POWER VLF, R-R intervaly, MSSD.

Statisticky nevýznamná sestupná tendence se projevila u parametrů: POWER LF, POWER HF, LF/HF, REL. LF, REL. HF, TOTAL POWER.

5.2.4 Porovnání hodnot komplexního ukazatele „Vagotonie“ u kontrolní skupiny před a po lehu bez aplikace relaxačního programu AVS (viz tabulka 26)

U komplexního ukazatele „Vagotonie“ nedošlo ke statisticky významným změnám hodnot.

5.3 VÝSLEDKY K HYPOTÉZÁM

5.3.1 Výsledky k hypotéze H₀₁

Z naměřených hodnot vyplývá, že mezi pozicemi leh 2 před a po aplikaci relaxačního programu AVS došlo ke statisticky významnému zvýšení hodnot u spektrálních parametrů POWER VLF, POWER HF a TOTAL POWER.

Hypotézu H₀₁ zamítáme, jelikož se nepodařilo prokázat, že v pozici druhého lehu (leh 2) po aplikaci relaxačního programu audiovizuální stimulace nedojde ke statisticky významné změně hodnoty u žádného ze sledovaných spektrálních ukazatelů variability

srdeční frekvence ve srovnání s pozicí druhého lehu (leh 2) před aplikací relaxačního programu audiovizuální stimulace.

5.3.2 Výsledky k hypotéze H₀₂

Z naměřených hodnot vyplývá, že mezi pozicí leh 2 před a po aplikaci relaxačního programu AVS došlo ke statisticky významnému zvýšení hodnot u časových parametrů R-R intervaly a MSSD.

Hypotézu H₀₂ zamítáme, jelikož se nepodařilo prokázat, že v pozici druhého lehu (leh 2) po aplikaci relaxačního programu audiovizuální stimulace nedojde ke statisticky významné změně hodnoty u žádného ze sledovaných časových ukazatelů variability srdeční frekvence ve srovnání s pozicí druhého lehu (leh 2) před aplikací relaxačního programu audiovizuální stimulace.

5.3.3 Výsledky k hypotéze H₀₃

Z naměřených hodnot vyplývá, že u zkoušky leh-stoj-leh 2 před a po aplikaci relaxačního programu AVS došlo ke statisticky významnému zvýšení hodnot komplexního ukazatele „Vagotonie“.

Hypotézu H₀₃ zamítáme, jelikož se nepodařilo prokázat, že nedojde ke statisticky významné změně hodnoty komplexního ukazatele „Vagotonie“ v porovnání zkoušky leh – stoj – leh 2 před a po aplikaci relaxačního programu audiovizuální stimulace.

5.3.4 Výsledky k hypotéze H₀₄:

Z naměřených hodnot vyplývá, že mezi pozicí leh 2 před a po lehu bez aplikace relaxačního programu AVS došlo ke statisticky významnému zvýšení hodnot u spektrálního parametru REL. VLF.

Hypotézu H₀₄ zamítáme, jelikož se nepodařilo prokázat, že v pozici druhého lehu (leh 2) po lehu bez aplikace relaxačního programu audiovizuální stimulace nedojde ke statisticky významné změně hodnoty u žádného ze sledovaných spektrálních ukazatelů variability srdeční frekvence ve srovnání s pozicí druhého lehu (leh 2) před lehem bez aplikace relaxačního programu audiovizuální stimulace.

5.3.5 Výsledky k hypotéze H₀₅

Z naměřených hodnot vyplývá, že mezi pozicí leh 2 před a po lehu bez aplikace relaxačního programu AVS nedošlo ke statisticky významné změně hodnot u žádného z časových parametrů.

Hypotézu H₀₅ přijímáme, jelikož se podařilo prokázat, že v pozici druhého lehu (leh 2) po lehu bez aplikace relaxačního programu audiovizuální stimulace nedojde ke statisticky významné změně hodnoty u žádného ze sledovaných časových ukazatelů variability srdeční frekvence ve srovnání s pozicí druhého lehu (leh 2) před lehem bez aplikace relaxačního programu audiovizuální stimulace.

5.3.6 Výsledky k hypotéze H₀₆

Z naměřených hodnot vyplývá, že u zkoušky leh-stoj-leh 2 před a po lehu bez aplikace relaxačního programu AVS nedošlo ke statisticky významné změně hodnot komplexního ukazatele „Vagotonie“.

Hypotézu H₀₆ přijímáme, jelikož se podařilo prokázat, že nedojde ke statisticky významné změně hodnoty komplexního ukazatele „Vagotonie“ v porovnání zkoušky leh – stoj – leh 2 před a po lehu bez aplikace relaxačního programu audiovizuální stimulace.

6 DISKUZE

Diplomová práce měla za cíl posoudit vliv vybraného relaxačního programu audiovizuální stimulace na vybrané ukazatele spektrální analýzy variability srdeční frekvence, a tím tedy posoudit vliv na autonomní systém.

Metoda spektrální analýzy variability srdeční frekvence umožňuje hodnotit kardiovaskulární regulace zprostředkované činností autonomního nervového systému. O spektrální analýze variability srdeční frekvence již byla publikována celá řada studií. Často dochází k diskuzím týkajícím se interpretace komponent výkonového spektra, zejména fluktuací komponenty VLF, na což existuje mnoho odlišných názorů. To je dáno celkovou složitostí spektrální analýzy VSF a mnoha vnitřními a vnějšími faktory, které variabilitu srdeční frekvence ovlivňují (Botek et al., 2004; Mamiy, 2006).

Z druhé strany, diagnostika VSF je časově nenáročná, neinvazivní metoda jednoduchá na obsluhu diagnostického systému, a proto se v posledních letech rozšířila nejen v oblasti výzkumu, ale také v klinické, ambulantní a sportovní praxi (Salinger et al., 1999).

U výsledků spektrální analýzy VSF existuje vysoká interindividuální variabilita, která je způsobena odlišným autonomním laděním vyšetřovaných jedinců. Autonomní reaktivita je fyziologická proměnná, která charakterizuje daného jedince podobně jako např. somatotyp. Podle autonomní reaktivity lze rozdělit zdravé jedince do různých skupin. Tato skutečnost je faktickou výhodou metodiky, avšak značně komplikuje nastavení normativních dat měření (Vlčková et al., 2010). Vzhledem k nízkému počtu měřených probandů nebyly v této diplomové práci jedinci rozděleni do skupin dle autonomní reaktivity.

Výsledky měření spektrální analýzy VSF jsou ovlivněny celou řadou faktorů. Mezi vnější faktory se řadí fyzické či psychické zatížení jedince, denní doba, poloha těla a klimatické podmínky. Vnitřními faktory jsou pak věk, zdravotní stav a případné patologické jevy v organismu, pohlaví, dechová frekvence a dechový objem, aktivita CNS, a další (Botek et al., 2004; Javorka, 2008; Stejskal, 2004).

Výsledky dřívějších studií prokázaly, že HF složka reflexně odráží respiračně vázanou aktivitu vagu. Rytmičné oscilace srdeční frekvence v pásmu HF jsou primárně podmíněny vagovou aktivitou působící na sinoatriální uzel. Tato komponenta se tedy ve velké míře podílí na respirační sinusové arytmii, která je mnohem výrazněji ovlivňována dechovou frekvencí ve srovnání s hloubkou dechu. Při pomalé frekvenci dechu se vliv vagu na variabilitu srdeční frekvence výrazně uplatňuje, při dechové frekvenci nad 24 dechových cyklů za minutu však mizí (Opavský, 2002; Tonhajzerová & Javorka, 2000).

V tomto směru bylo dokázáno, že stupeň respirační arytmie těsně koreluje s intenzitou v pásmu vysokofrekvenčního vrcholu spektra VSF. Proto je možné stupeň respirační arytmie využít jako určitý neinvazivní index parasympatické kontroly srdečního rytmu. Avšak skutečnost, že dýchání ovlivňuje podstatnou měrou variabilitu srdeční frekvence, vlastní analýzu dosti komplikuje. V důsledku toho bylo zavedeno vyšetřování při kontrolovaném dýchání pomocí metronomu, aby bylo možné oddělit vliv dýchání na VSF. Obecně platí, že čím nižší dechová frekvence, tím výraznější je respirační arytmie, a tedy i velikost vysokofrekvenčního vrcholu spektra VSF. Kontrolované dýchání však může u některých probandů samo o sobě představovat poměrně značný psychický stres, který může vést k podstatnému ovlivnění ANS, a tedy výsledků VSF, i když se intenzita takto navozeného psychického stresu jeví jako nízká. Driscoll & Diccio (2000) porovnávali vliv dýchání podle metronomu s frekvencí 12 dechů/min a spontánního dýchání na autonomní reaktivitu. Při dýchání dle metronomu došlo ke zvýšení hodnot složky HF a ke snížení poměru LF/HF. Kolisko et al. (2001) se ve své studii dostali k podobným výsledkům. Při rytmizovaném dýchání s frekvencí opět 12 dechů/min se v lehu po ortostázi signifikantně zvýšila aktivita v pásmu HF a celkový spektrální výkon. Naopak došlo ke snížení hodnot složek LF a VLF, tedy parametrů odrážejících aktivitu sympatiku. Při interpretaci výsledků spektrální analýzy z krátkodobých záznamů je tedy vždy nutné vzít v úvahu frekvenci kontrolovaného dýchání a zvážit užití metronomu, aby se vyvarovalo nesprávným závěrům o úrovni sympatické a parasympatické modulace (Kautzner & Malik, 1998).

Také Tonhajzerová & Javorka (2000) udávají, že složka HF je výrazně ovlivněna změnami frekvence dýchání. Spontánní dýchání může zkreslovat pásmo vysoké frekvence, zejména klesne-li frekvence dýchání pod 10/min, a tak dojde k posunu vrcholu k oblasti nízké frekvence (okolo 0,15 Hz = při frekvenci 9/min). Naopak, když se

frekvence dýchání zvýší nad 30/min, respirační sinusová arytmie se v jasně limitované horní hranici 0,5 Hz neobjeví. Při dýchání s frekvencí 15 dechů/min je vrchol frekvence 0,25 Hz, a tím je pásmo HF kompletně odděleno od pásma nízké frekvence LF. Také Opavský (2002) hovoří o nutnosti dodržení dechové frekvence v rozmezí 12-15 dechů/min, aby nedošlo k prolínání složky HF se složkou LF, a tím tedy ke zkreslení výsledků VSF.

Kolisko (1997) uvádí, že dojde-li ke snížení nebo zvýšení dechové frekvence o jeden cyklus, posune se spektrum aktivity parasympatiku o 0,01666 Hz. To při 18 dechových cyklech za minutu odpovídá aktivitě parasympatiku v oblasti 0,3 Hz (tedy v pásmu HF).

Při měření v rámci této diplomové práce bylo dýchání vizuálně kontrolováno na obrazovce počítače a u žádného z probandů neklesla dechová frekvence pod 10 dechů/min. Nikdo tak nemusel být z tohoto důvodu vyřazen ze studie.

Psychické ladění člověka se odráží v aktivitě autonomního nervového systému. Při vypětí, námaze či stresu dochází k vzestupu aktivity sympatiku a poklesu parasympatiku, což má za následek rozladění dynamické rovnováhy ANS (Bernardi et al., 2000). Ekman, Levenson, Friesen & Wallace (1983) zkoumali vliv pozitivních a negativních emocí na aktivitu ANS. Z výsledků se jim podařilo prokázat velké rozdíly mezi aktivitou ANS při pozitivních a při negativních emocích. Carney, Freedland & Veith (2005) se zabývali vlivem deprese na funkce ANS. Dle autorů zapříčiňuje deprese dysregulaci autonomního nervového systému a zvyšuje srdeční frekvenci. Pagani a spolupracovníci (1991) se zabývali vlivem psychického stresu na ANS z hlediska sympatické a parasympatické aktivity. K hodnocení byla využita metoda spektrální analýzy variability srdeční frekvence. Výsledky ukázaly na výrazné změny v sympatovagové bilanci, ve značné převaze byl sympatikus. Dále byl u testovaných osob výrazně zvýšen i krevní tlak. Kang, Koh, Cha, Park, Woo & Chang (2004) zjistili významně nižší hodnoty parametrů VSF u zdravých lidí s vyšším psychologickým stupněm stresu. Snížení VSF a výraznou hyperaktivitu sympatiku prokázali také u lidí, kteří měli stres způsobený prací. Stejně tak vede ke snížení VSF i úzkost (Bonnet, Tancer, Uhde & Yeragani, 2005).

Tak jako psychické zatížení ovlivňuje VSF, u fyzické zátěže tomu není jinak. Souček & Kára (2002) udávají, že pomocí pravidelné pohybové aktivity, která by měla

být prováděna nejméně 3x týdně po dobu 30-45 minut, lze zvýšit variabilitu srdeční frekvence. Jančík (2004) hodnotili vliv speciálního tréninku na změnu VSF u osob s chronickým srdečním selháním. V rámci jejich studie bylo vyšetřeno 10 pacientů, kterým byla provedena echokardiografie, koronarografie, a vstupní a výstupní spiroergometrické vyšetření pro stanovení základních funkčních parametrů. Poté pacienti absolvovali osmi týdenní intenzivní aerobní trénink kombinovaný s odporovým tréninkem na úrovni 60 % tzv. jedenkrát opakovaného maxima. Výsledky ukázaly signifikantní zvýšení hodnot celkového spektrálního výkonu na konci rehabilitace.

Mezi další faktory ovlivňující variabilitu srdeční frekvence patří věk. Měření v rámci této diplomové práce se účastnily pouze osoby ve věku od 20 do 30 let. Průměrný věk probandů byl $26,01 \pm 2,17$ let. V rámci této skupiny nepředpokládáme velké rozdíly autonomní reaktivity v závislosti na věku. U dospělých lidí probíhají strukturální i funkční změny nejen u srdce, ale také u příslušných regulačních systémů. S vzrůstajícím věkem klesá aktivita acetylcholinesterázy, zpomaluje se metabolismus acetylcholinu. Průměrná srdeční frekvence se s věkem příliš nemění, avšak VSF postupně klesá, a to jak celkový spektrální výkon, tak i jednotlivé nízko i vysokofrekvenční složky (Fukusaki et al., 2000; Šlachta, Stejskal, Elfmark & Salinger, 2001).

Stejskal a spolupracovníci (1999) prokázali snížení všech parametrů VSF u skupiny ve věku 43-70 let v porovnání se skupinou ve věku 12-24 let. Výjimku tvořili parametry REL. VLF, VLF/LF, VLF/HF a LF/HF, které jsou do velké míry ovlivňovány aktivitou sympatiku. Aktivita složky HF klesala výrazněji než složka LF, což vedlo k vzestupu poměru LF/HF. To vypovídá o dominanci sympatiku při regulaci srdeční frekvence u starších lidí.

Fyziologické stárnutí srdce je hodnoceno pomocí tzv. biologického věku srdce. V dospělosti s přibývajícím věkem klesá i baroreflexní senzitivita a hodnoty kardiovaskulárních testů. Při fyzické aktivitě, testu hlubokého dýchání, ortostáze a v průběhu Valsalvova manévru jsou změny srdeční frekvence u starších lidí méně výrazné. To je dáno snížením schopnosti organismu adaptovat se. Na variabilitě srdeční frekvence má významný podíl i dědičnost. VSF hodnocená pomocí spektrální analýzy poskytuje kvantitativní fenotypový marker aktivity autonomního nervového systému. Mišovicová & Javorka (2008) hodnotili vliv dědičnosti a prostředí na VSF. V rámci studie porovnávali parametry VSF mezi probandy a výsledky ukázaly, že korelace byla

mnohem vyšší u sourozenců než u manželských párů. Genetické faktory se podílely 13-23 % na celkové VSF, u dvojčat byla genetická podmíněnost ještě větší a to až 37 %.

Pohlaví je dalším faktorem, který ovlivňuje VSF. Měření v rámci této diplomové práce se účastnilo 16 žen a 4 muži dospělého věku. Spousta autorů se shoduje, že ženy mají v dospělosti oproti mužům vyšší srdeční frekvenci a nižší hodnoty parametrů variability srdeční frekvence. Zejména celkový spektrální výkon, výkon složky LF a poměr LF/HF. Tyto rozdíly jsou patrné již od puberty, začínají se vytrácet okolo 60. roku života a jsou pravděpodobně způsobeny hormonálními vlivy, rozdílným složením těla s větším podílem aktivní svalové hmoty u mužů, fyzickou trénovaností atd. (Barantke, Krauss, Ortak, Lieb, Reppel, Burgdorf, Pramstaller, Schunkert & Bonnemeier, 2008; Kuch et al., 2001; Sloan, Huang, McCreath, Sidney, Liu, Dale Williams & Seeman, 2008; Tonhajzerová & Javorka, 2000).

Tonhajzerová & Javorka (2000) prokázali u adolescentů ve věku 15 let na rozdíl od dospělých jedinců vyšší hodnoty parametrů VSF (MSSD, TOTAL POWER, POWER VLF a POWER HF) u děvčat v porovnání se stejně starými chlapci. U skupiny mladých jedinců ve věku 19 let už měli tendenci k vyšším hodnotám parametrů VSF chlapci.

Vlivem věku a pohlaví na VSF se zabývali Kuo a jeho spolupracovníci (1999). Prokázali vyšší hodnoty složky HF u žen ve věku 40-49 let, zatímco u mužů byly hodnoty vyšší u složky LF a v poměru LF/HF. Pohlavní rozdíly nebyly zpozorovány od 60. roku života.

U žen navíc dochází ke změně hodnot parametrů VSF v souvislosti s menstruačním cyklem. Studie Leichta a spolupracovníků (2003) ukazuje na souvislost mezi VSF a koncentrací ženských pohlavních hormonů v době menstruace. Nicméně žádná ze zúčastněných žen v době měření neměla menstruaci. Většina probandek užívala antikoncepci, která však na variabilitu srdeční frekvence vliv nemá (Schueller, Feuring, Sharkova, Grimm & Christ, 2006). Kromě antikoncepce měření probandi neuvedli žádnou medikace, kterou by dlouhodobě užívali.

Do studie dále nebyly zařazeni probandi, kteří potvrdili, že kouří. Dle Cagirci a spolupracovníků (2009) má kouření negativní vliv na autonomní funkce a výsledky by tak mohly být zkresleny.

Pro standardizaci vyšetření byly měřené parametry hodnoceny v pozici druhého lehu ortoklinostatické zkoušky leh-stoj-leh. Zkouška je zahájena lehem, při kterém by mělo dojít k autonomní stabilizaci, po něm následuje stoj (ortostáza). V ortostáze má převahu sympatický subsystém ANS, poté následuje opětovný leh (leh 2), kdy dojde k převaze parasympatiku. Vliv polohy těla na VSF je zřejmý. Během stoje dojde k fyziologickému snížení celkového spektrálního výkonu a výkonu složky HF a ke zvýšení aktivity složky LF. Po následném položení dojde k nárůstu aktivity složky HF, a to většinou do hodnot větších, než byly na začátku měření (Javorka, 2008). Výše zmíněné potvrzuje ve své studii i Dantas a spolupracovníci (2010), kteří hodnotili změnu parametrů VSF při deseti minutovém lehu a následně deseti minutovém stoji. Ve stoji došlo ke zvýšení aktivity komponenty LF oproti komponentě HF, což svědčí o zvýšené aktivitě sympatiku. Naopak v leže se zvýšila aktivita složky HF. Závěry tedy potvrzují závislost autonomní reaktivity na poloze těla.

Naše studie na 20 zdravých probandech (16 žen, 4 muži, v průměrném věku $26,01 \pm 2,17$ let) měla za cíl zhodnotit vliv jednorázové aplikace relaxačního programu audiovizuální stimulace na vybrané ukazatele spektrální analýzy variability srdeční frekvence. Při porovnání spektrálních a časových parametrů VSF u výzkumné skupiny v lehu 2 před a po aplikaci relaxačního programu AVS došlo ke statisticky významnému zvýšení hodnot u parametrů POWER VLF, POWER HF, R-R intervaly, MSSD a TOTAL POWER. Dále došlo ke statisticky významnému zvýšení i u komplexního ukazatele „Vagotonie“. Získané výsledky vypovídají o zvýšené aktivitě parasympatiku po aplikaci relaxačního programu AVS a lze tedy tvrdit, že vybraný relaxační program audiovizuální stimulace má na organismus relaxační účinky.

K rozdílným výsledkům došli Emerson a spolupracovníci (2007), kteří také zkoumali vliv jednorázové audiovizuální stimulace na VSF. Jejich studie se zúčastnilo 23 probandů, kteří podstoupili dvanácti minutovou relaxační audiovizuální stimulaci s binaurálními tóny o frekvenci světelných i zvukových stimulů 8 Hz. Spektrální analýza variability srdeční frekvence byla použita k hodnocení efektu AVS na autonomní systém, a byla hodnocena z EKG záznamu pořizovaného během stimulace. Z výsledků, které Emerson uvádí, došlo k signifikantnímu zvýšení hodnot parametru Power LF, a naopak ke snížení hodnot parametrů Power HF a MSSD. Z toho vyplynulo, že jednorázová

audiovizuální stimulace vyvolala zvýšení aktivity sympatiku, útlum parasympatiku a působila na probandy spíše aktivačně než relaxačně.

Vlivem opakované audiovizuální stimulace na VSF se zabývali Zagulova, Podkopaeva, Vasil'ev & Medvedev (2001). Studie se účastnilo 20 zdravých žen ve věku 18-19 let. Všichni probandi podstoupili během dvaceti dnů deset aplikací AVS pomocí audiovizuálního přístroje Voyager XL. Variabilita srdeční frekvence byla hodnocena během ortoklinostatické zkoušky před začátkem první aplikace a poté 20. den po poslední aplikaci. Hodnocen byl celkový spektrální výkon (Total power), výkon složek HF, LF a VLF (Power HF, Power LF, Power VLF) a poměr LF/HF. Data byla zpracována pomocí Wilcoxonova párového testu. Ke statisticky významnému zvýšení hodnot došlo u parametrů Power HF, Total power, k signifikantnímu poklesu došlo u poměru LF/HF a u parametru Power VLF. Tato studie tedy prokázala, že opakovaná aplikace AVS, v tomto případě 20 sezení, vede ke zvýšení vagové aktivity a má tedy relaxační efekt.

Efekt opakované audiovizuální stimulace na psychické a fyzické funkce u atletů zkoumali ve své studii Golovin, Balioz, Aizman & Krivoshchekov (2015). Studie se zabývala vlivem na kognitivní, psycho-emoční a neurodynamické indikátory, dále na EEG a na variabilitu srdeční frekvence. Studie se účastnilo 65 atletů, zaměřujících se na běh na střední vzdálenosti, ve věku 18-23 let. Probandi byly rozděleni do dvou skupin, výzkumné (n=25) a kontrolní (n=40). Audiovizuální stimulace byla aplikována z přístroje Nova Pro a pro tuto studii byl vybrán relaxační program, trvající 25 minut, složený z dvojitých binaurálních rytmů, o frekvenci zvukových a světelných stimulů 3-13 Hz. Variabilita srdeční frekvence byla hodnocena před začátkem a po skončení intervencí v leže po dobu pěti minut. Obě skupiny i během studie pokračovali v tréninkovém plánu, výzkumná skupina navíc podstoupila 20-22 aplikací AVS, vždy s 24 hodinovým odstupem. Po porovnání hodnot získaných před a po intervenci došlo u kontrolní skupiny k signifikantnímu snížení hodnot u parametrů SDNN, MSSD, Total power a Power HF. U výzkumné skupiny se statisticky významně zvýšily hodnoty parametrů MSSD, Total power, Power HF a Power LF. Z výsledků studie vyplývá, že opakovaná audiovizuální stimulace pomocí relaxačního programu vedla ke zvýšení parasympatické aktivity a měla tedy relaxační vliv na probandy výzkumné skupiny, čehož může být využíváno v tréninkovém plánu k zotavení po náročném tréninku či před soutěží.

Vliv AVS na změnu srdeční frekvence u mladých atletů zkoumali Calomeni, Almeida, Areas Neto & Silva (2009). Do studie bylo zařazeno 10 atletů ve věku $14 \pm 0,7$ let, kteří podstoupili 10 minut dlouhý relaxační program audiovizuální stimulace o konstantní frekvenci 20 Hz. Srdeční frekvence byla hodnocena hned na začátku AVS a poté následně v 10. minutě. Totéž bylo opakováno následující den. Ke stimulaci byl použit přístroj Sirius od společnosti Mindplace. Z výsledků vyplynulo zvýšení srdeční frekvence o 10,3 %, což bylo považováno jako statisticky významné.

V rámci naší studie došlo u kontrolní skupiny při porovnání parametrů VSF v lehu 2 před a po lehu bez aplikace relaxačního programu AVS ke statisticky významnému zvýšení pouze u parametru REL. VLF, nebyl tedy prokázán žádný významný relaxační efekt lehu bez aplikace relaxačního programu AVS. Vzhledem k poměrně dlouhému trvání relaxace (40 minut), je možné, že probandi pociťovali značný diskomfort a nervozitu, což by se mohlo projevit na ukazatelích variability srdeční frekvence (Kalina, Stejskal & Jakubec, 2001).

V dostupné recentní literatuře nebyly nalezeny další studie zabývající se vlivem audiovizuální stimulace na variabilitu srdeční frekvence. Audiovizuální stimulace je však v posledních letech využívána v mnoha klinických oborech mimo fyzioterapii jako např. v pediatrii, endokrinologii, psychoterapii a v dalších oborech zaměřených na léčbu bolesti. Je považována za efektivní metodu, pomocí které lze ovlivnit tenzní a migrenózní bolesti hlavy, neurologické deficity, poruchy spánku, poruchy učení, úzkostné stavy, stres, závislosti, a pomocí které lze zlepšit behaviorální a kognitivní funkce. Proto je AVS a její vliv na lidský organismus často předmětem bádání (Teplan et al., 2011).

V dnešní době, kdy se spousta lidí potýká každý den s vysokou fyzickou i psychickou zátěží, je velmi pravděpodobné, že celá řada zdravotních potíží má spíše psychický původ než pouze somatický. Často pak dochází k typickým dysregulacím organismu, k rozladění psychiky, zvýšené únavě, nesoustředěnosti, emoční labilitě a k celkovému snížení imunity. Existují techniky, o kterých se předpokládá, že záměrně ovlivňují aktuální ladění autonomního nervového systému a působí cíleně na aktivaci sympatiku a parasympatiku. Takovýmto dočasným rozkolísáním funkčního stavu ANS je aktivizována jeho správná funkce v klidovém stavu, což má výrazný vliv na celkový zdravotní stav organismu. Mezi tyto techniky se řadí mimo audiovizuální stimulaci i celá řada dalších, například progresivní relaxace, autogenní trénink, biofeedback, jóga,

kognitivní terapie a jiné (Cungi & Limousin, 2005; Lehrer, 1996; Jandová, 2009; Kolisko, 1997).

Jacobsonova progresivní relaxace je založena na principu postupného systematického aktivování a uvolňování kosterních svalů, což vede k odstranění svalového přepětí a vzniku příjemných tělesných pocitů, a tedy k psychickému uvolnění. Jacobson pomocí EMG objektivizoval spojitost mezi myšlenkou a napětím svalstva. K tomu, aby došlo k uvolnění mysli, je tedy zapotřebí uvolnit také celé kosterní svalstvo. Na tomto principu pak postavil celou svoji metodu, od které se dále vyvinula celá řada progresivních relaxačních technik. (Drotárová & Drotárová, 2003). Lehrer (1996) uvádí, že Jacobsonova progresivní relaxační metoda má pozitivní vliv hlavně na kompletní svalovou relaxaci, ale svůj efekt mají také na kognitivní a mentální funkce.

Schultzův autogenní trénink je další často používanou relaxační metodou. Jedná se o autosugestivní metodu, při které se využívá navozování pocitu tíže, tepla, chladu, soustředění se na rytmus srdce a na dech. Tato relaxace se využívá zejména k redukci stresu, trémy, při poruchách spánku a koncentrace, při podrážděnosti atd. Lehrer (1996) uvádí, že při autogenním tréninku dochází k poklesu srdeční frekvence. Tato metoda je však časově náročnější, proto není příliš použitelná pro běžné série fyzioterapeutických jednotek.

Obě zmíněné metody mají za cíl navození relaxace organismu pomocí autosugesce. Vlivem autosugestivní relaxační metody se snahou o aktivaci vnitřní energie na autonomní nervový systém se ve své studii zabývala Kundratová (2010). Studie se na Univerzitě Palackého v Olomouci účastnilo 25 zdravých žen průměrného věku 24 let. Probandky prošly základním kurzem relaxace a poté se v celkové relaxaci pokusily zaujmout autosugestivní mentální představu vnitřní energie. Autonomní nervový systém byl hodnocen pomocí spektrální analýzy variability srdeční frekvence v leže, před začátkem relaxace, během ní a ihned po skončení relaxace. Výsledky studie ukázaly signifikantní zvýšení hodnot u parametrů Power VLF, Power LF, Power HF a Total power. Byl tak prokázán relaxační efekt na organismus.

Jóga působí příznivě na celé tělo i mysl, na správné dýchání, hormonální pochody a zlepšuje okysličování tkání v celém těle. Cvičení jógy je relaxací samo o sobě. Vlivem vybraných jógových pozic na funkční stav ANS se zabýval Kolisko (1997). Pro

zhodnocení vlivu vybraných jógových cvičení byla použita metoda spektrální analýzy variability srdeční frekvence hodnocena v lehu-stoji-lehu při řízené frekvenci dechu 12 cyklů/min, aby bylo možné odlišit frekvenční aktivitu v oblasti jednotlivých frekvenčních komponent. Experimentální skupinu 1 tvořilo 22 zdravých probandů v průměrném věku 44,6 let, kteří se aktivně věnovali učení nebo cvičení jógy. Experimentální skupinu 2 tvořilo 17 zdravých probandů průměrného věku 21 let cvičících jógu. Kontrolní skupina byla tvořena 26 zdravými probandy, kteří jógu necvičí. U všech skupin byly hodnoceny změny funkčního stavu ANS během vybraných jógových pozic, mezi pozicemi byla vždy zařazena odpočinková poloha v lehu na zádech. Výsledky studie prokázaly, že vlivem vybraných jógových poloh dochází k funkčním změnám ANS, závisjících jednak na kineziologickém charakteru poloh, jednak na svalovém a mentálním úsilí, které je zapotřebí k zaujetí polohy. U poloh vyžadujících velké mentální úsilí a vyšší svalový tonus převládá aktivita sympatiku, naopak u méně mentálně i fyzicky náročných pozic převládala aktivita parasympatiku. Z toho vyplývá, že pomocí jógových cvičení je možné cílené ovládní funkčního stavu autonomního nervového systému.

Kolisko a spolupracovníci (2004) zkoumali dále také vliv koncentračně meditačních technik na aktuální funkční změny variability srdeční frekvence. U vybraných osob (3 muži, jedna žena) ovládajících koncentračně meditační techniku „čakra dharána“ hodnotili změny VSF s využitím metody SA VSF v poloze v sedu před, během a po užití této techniky. U všech probandů došlo během mentální koncentrace k rytmizaci dýchání, zpomalení dechové frekvence a prohloubení dýchání. Vlivem těchto změn došlo k přesunu respiračně vázané aktivity vagu do oblasti frekvenčního pásma složky LF. Nárůst spektrálního výkonu respiračně vázané frekvence v oblasti komponenty LF, která může být za daných podmínek považována za aktivitu vagu, je během mentální koncentrace výrazně vyšší než efekt prostého rytmizovaného prohloubeného dýchání. Tento efekt je s velkou pravděpodobností vyvolán eferentním podnětem a lze jej tedy považovat za přímý vliv korových regulací aktuálního funkčního stavu autonomního nervového systému.

Vlivem relaxační canisterapie na spektrální analýzu VSF se zabývala studie Kuchařové (2011). Do studie bylo zahrnuto 30 zdravých probandů (24 žen, 6 mužů) ve věku $21, 7 \pm 2,0$, kteří tvořili zároveň výzkumnou i kontrolní skupinu. Výzkumná skupina podstoupila relaxaci při canisterapii, kontrolní skupina pouze relaxovala v leže bez

přítomnosti psa. Hodnocení variability srdeční frekvence bylo prováděno před canisterapií, příp. relaxací, ve standardní ortoklinostatické zkoušce, poté následovala dvacetiminutová canisterapie (u kontrolní skupiny pouze relaxace), a na závěr proběhlo opět měření VSF. Výsledky studie ukázaly signifikantní zvýšení parametrů Power HF, R-R intervaly, Total power a komplexního ukazatele „Vagotonie“ u výzkumné skupiny, což naznačuje relaxační efekt canisterapie na autonomní nervový systém.

Relaxační techniky jsou často zmiňovanou metodou volby v léčbě nejrůznějších onemocnění. Přestože zmíněné studie prokázaly jejich pozitivní výsledky, v klinické praxi jsou používány v oboru fyzioterapie jen zřídka. Audiovizuální stimulace je moderní relaxační metodou, kterou je možné využívat k optimalizaci funkcí autonomního nervového systému a k redukci stresu. Výsledky naší studie prokázaly okamžitý relaxační efekt jednorázové aplikace relaxačního programu AVS na autonomní nervový systém, nicméně dostupná literatura nenabízí mnoho studií, které by naše výsledky potvrdily či vyvrátily, je tedy nutné se jednorázovým i opakovaným efektem audiovizuální stimulace i nadále zabývat. Zajímavým a přínosným doplněním této diplomové práce by mohlo být hodnocení délky trvání relaxačního efektu vybraného programu audiovizuální stimulace na autonomní nervový systém.

7 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo posoudit vliv vybraného relaxačního programu audiovizuální stimulace na autonomní nervový systém hodnocený metodou spektrální analýzy variability srdeční frekvence. Mezi sledované ukazatele spektrální a časové analýzy VSF patřily: Power VLF, Power LF, Power HF, Rel. VLF, Rel. LF, Rel. HF, LF/HF, MSSD, R-R intervaly, Total power. Dále byly hodnoceny změny komplexního ukazatele „Vagotonie“. Výzkumné měření bylo u všech probandů doplněno o dotazník na autonomní funkce a hodnocení subjektivního stavu probandů před a po měření.

Z informací získaných z Dotazníku na autonomní funkce, hodnotícího rovnováhu mezi sympatikem a parasympatikem, vyplývá, že u měřených probandů byla vyvážená aktivita obou částí autonomního nervového systému, a to v poměru 6:6,05.

Výsledky hodnocení subjektivního stavu (míry duševního napětí ~ stresu) u probandů před a po výzkumném i kontrolním měření, zaznamenávané probandy na vizuální analogové škále, ukázaly statisticky významné snížení hodnot u výzkumné skupiny. K poklesu míry duševního napětí (~stresu) u výzkumné skupiny došlo u 75 % probandů, lze tedy tvrdit, že aplikace relaxačního programu AVS měla na probandy uklidňující efekt. U kontrolní skupiny nedošlo ke statisticky významným změnám míry duševního napětí (~stresu).

Při porovnání parametrů spektrální analýzy VSF v lehu 2 po aplikaci relaxačního programu audiovizuální stimulace s lehem 2 před aplikací došlo u výzkumné skupiny ke statisticky významnému zvýšení hodnot parametrů POWER VLF, POWER HF, R-R intervaly, MSSD a TOTAL POWER. Zároveň došlo také ke statisticky významnému zvýšení hodnot u komplexního ukazatele „Vagotonie“. Ke statisticky významnému poklesu hodnot nedošlo u žádného ze sledovaných parametrů spektrální analýzy. Uvedené výsledky ukazují na zvýšenou aktivitu parasympatiku a na posun autonomní rovnováhy směrem k parasympatiku po aplikaci relaxačního programu AVS, což značí relaxační účinek této metody.

U kontrolní skupiny byly porovnávány parametry SA VSF v lehu 2 po lehu bez aplikace relaxačního programu audiovizuální stimulace s lehem 2 před lehem bez

aplikace relaxačního programu AVS. Ke statisticky významnému zvýšení hodnot došlo pouze u parametru REL. VLF. Ke statisticky významnému poklesu hodnot nedošlo u žádného ze sledovaných parametrů spektrální analýzy. Z výše uvedených výsledků tak nelze určit, zda měl leh bez aplikace relaxačního programu AVS u kontrolní skupiny nějaký významný dopad na ANS.

Posouzením vlivu relaxačního programu audiovizuální stimulace na vybrané ukazatele spektrální analýzy variability srdeční frekvence byl splněn stanovený cíl diplomové práce.

8 SOUHRN

Diplomová práce byla zaměřena na posouzení vlivu relaxačního programu audiovizuální stimulace na autonomní nervový systém hodnocený pomocí spektrální analýzy variability srdeční frekvence.

Teoretická část diplomové práce obsahuje poznatky týkající se dané problematiky (autonomní nervový systém, variabilita srdeční frekvence, audiovizuální stimulace), na které dále navazuje formulace cíle a hypotéz. V další části byla popsána metodika prováděného měření, zhodnocení získaných výsledků a diskuze, ve které bylo zaujato stanovisko k dosaženým výsledkům. Následně byly shrnuty závěry práce.

Studie se zúčastnilo 20 zdravých probandů ve věku $26,01 \pm 2,17$ let (16 žen, 4 muži), kteří tvořili zároveň výzkumnou i kontrolní skupinu. Měření probíhala za standardizovaných podmínek v laboratořích RRR Centra – Centra léčby bolestivých stavů a pohybových poruch v Olomouci v dopoledních hodinách. Variabilita srdeční frekvence byla hodnocena pomocí diagnostického systému VarCor PF7 v ortoklinostatické zkoušce leh-stoj-leh 2 před a po aplikaci audiovizuální stimulace u výzkumné skupiny, před a po relaxaci u kontrolní skupiny. Probandům výzkumné skupiny byl z přístroje Photosonix Muse puštěn relaxační program č. 7, trvající 40 minut. Při kontrolním měření program puštěn nebyl a probandi pouze 40 minut relaxovali. Porovnávány byly vždy výsledky z pozice leh 2 před i po intervencí., výsledky byly statisticky zpracovány programem Statistika 8.0.

Výzkumné měření bylo doplněno také o anamnestický dotazník zahrnující i dotazník na autonomní funkce, a dále o dotazník hodnotící na vizuální analogové škále subjektivní stav probandů před a po měření.

Ze statisticky významných nálezů, kdy hladina statistické významnosti byla stanovena $p < 0,05$, uvádíme:

Při porovnání naměřených hodnot spektrálních a časových parametrů VSF u výzkumné skupiny v pozici leh 2 před aplikací relaxačního programu AVS a v pozici leh 2 po aplikaci relaxačního programu AVS bylo zjištěno statisticky významné zvýšení hodnot parametrů POWER VLF, POWER HF, R-R intervaly, MSSD a TOTAL POWER.

Při porovnání hodnot komplexního ukazatele „Vagotonie“ u výzkumné skupiny před a po aplikaci relaxačního programu AVS došlo ke statisticky významnému zvýšení jeho hodnot.

Výsledky diplomové práce prokázaly relaxační efekt jednorázové aplikace relaxačního programu audiovizuální stimulace na autonomní nervový systém

9 SUMMARY

The thesis was focused on the assessment of the relaxation programme effect of the audiovisual stimulation on the autonomic nervous system evaluated by spectral analysis of heart rate variability.

The theoretical part of the thesis covers knowledge of the given issue (autonomic nervous system, heart rate variability, audiovisual stimulation) which is followed by the formulation of goals and hypotheses. The next part describes the methodology of the performed measurement, the evaluation of obtained results and the discussion in which the opinion on the achieved results was taken. Then conclusions of the thesis are summarized.

In the study were involved 20 healthy probands aged 26.01 ± 2.17 years (16 women, 4 males) who were both consisted of a research and control group. The measurements were carried out under standardized conditions in the laboratories of the RRR Center in Olomouc in the morning. Heart rate variability was evaluated by the VarCor PF7 Diagnostic system using the ortho-clinostatic maneuver of lying-standing-lying 2 before and after the audiovisual stimulation of the study group, before and after relaxation in the control group. For the probands of research group was released relaxation programme no. 7 from the Photosonix Muse, lasting 40 minutes. During the control measurement the programme was not released and the probands only relaxed for 40 minutes. The results of the position 2 before and after the intervention were compared every time; the results were statistically processed by Statistics 8.0.

The research was accompanied by an anamnestic questionnaire including an autonomic function questionnaire and a questionnaire evaluating the subjective state of the probands before and after each measurement.

From statistically significant findings, where the level of statistical significance was determined to be $p < 0.05$, we mention:

During comparing the measured HRV spectral and time parameter values for the research group at position 2 before AVS application and at position 2 after AVS

application, a statistically significant increase of POWER VLF, POWER HF, R-R intervals, MSSD and TOTAL POWER values were found.

When comparing the values of the complex indicator of the vagotonia index in the research group before and after the AVS application they resulted in a statistically significant increase in its values.

The results of the diploma thesis showed the relaxation effect of the application of relaxation programme of the audiovisual stimulation to the autonomic nervous system.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Akselrod, S., Gordon, D., Ubel, F. A., Shannon, D. C., Barger, A. C., & Cohen, R. J. (1981). Power spectrum analysis of heart rate fluctuations: a quantitative probe of beat – to – beat cardiovascular control. *Science*, 213(4504), 220-222.
- Almeida, M. B., & Araújo, C. G. S. (2003). Effect of aerobic training on heart rate. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 9(2), 113-120.
- Assenza, D., Brůčková, L., Dopita, M., & Rušinová. (2007). *Jak přežít na univerzitě*. 10. díl. Olomouc: A & M Publishing.
- Bai, X., Li, J., Zhou, L., & Li, X. (2009). Influence of the menstrual cycle on nonlinear properties of heart rate variability in young women. *American journal of physiology-Heart and circulatory physiology*, 297(2), 765-774.
- Barantke, M., Krauss, T., Ortak, J., Lieb, W., Reppel, M., Burgdorf, C., Pramstaller, P. P., Schunkert, H., & Bonnemeier, H. (2008). Effects of gender and aging on differential autonomic responses to orthostatic maneuvers. *Journal of cardiovascular electrophysiology*, 19(12), 1296-1303.
- Ben Lamine, S., Calabrese, P., Perrault, H., Pham Dinh, T., Eberhard, A., & Benchetrit, B. (2004). Individual differences in respiratory sinus arrhythmia. *American Journal of Physiology – Heart and Circulatory Physiology*, 286(6), 2305-2312.
- Bernardi, L., Wdowczyk-Szulc, J., Valenti, C., Castoldi, S., Passino, C., Spadacini, G., & Sleight, P. (2000). Effects of controlled breathing, mental activity, mental stress with or without verbalization on heart rate variability. *Journal of the American College of Cardiology*, 6(35), 1462-1469.
- Bonnet, M., Tancer, M., Uhde, T. & Yeragani, V. K. (2005). Effects of caffeine on heart rate and QT variability during sleep. *Depression and anxiety*, 22(3), 150-155.
- Botek, M., Stejskal, P., Jakubec, A., & Kalina, M. (2004). Kvantifikace aktivity autonomního nervového systému v zotavení s možností monitorování procesu superkompensace metodou spektrální analýzy variability srdeční frekvence. In J. Salinger

- (Eds.), *Variabilita srdeční frekvence a její hodnocení v biomedicínkách oborech – od teorie ke klinické praxi* (pp. 10-17). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Budzynski, T. H. (2000). Reversing age-related cognitive decline: Use of neurofeedback and audio-visual stimulation. *Biofeedback*, 28(3), 19–21.
- Cagirci, G., Cay, S., Karakurt, O., Eryasar, N., Kaya, V., Canga, A., Yesilay, A. B., Kilic, H., Topaloglu, S., Aras, D., Demir, A. D., & Akdemir, R. (2009). Influence of Heavy Cigarette Smoking on Heart Rate Variability and Heart Rate Turbulence Parameters. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, 14(4), 327-332.
- Calomeni, M. R., Almeida, M. W. S., Areas Neto, N. T., & Silva, V. F. (2009). Variation in the cardiac frequency during a cortical and imagetic stimulation session. *Fitness & Performance Journal*, 8(1), 5-8.
- Carney, R. M., Freedland, K. E., & Veith, R. C. (2005). Depression, the Autonomic Nervous System, and Coronary Heart Disease. *Psychosomatic Medicine*, 67(1), 29-33.
- Cingálek, R., Bunc, V., & Moravcová, J. (1999). Vliv pohybových aktivit na variabilitu srdeční frekvence. In H. Válková, & Z. Hanelová (Eds.). *Pohyb a zdraví* (137-140). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Cungi, Ch., & Limousin, S. (2005). *Relaxace v každodenním životě*. Praha: Portál.
- Čihák, R. (2011). *Anatomie 3*. Praha: Grada Publishing.
- Dantas, E. M., Gonçalves, C. P., Silva, A. B., 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.
- Drbalová, K., Matějková, M., Pačesová, P., Herdová, K., Hill, M., & Zamrazil, V. (2007). Spektrální analýza variability srdeční frekvence u osob s mírnou subklinickou hypotyreózou. *Prakt. Lék.*, 87(3), 181-183.
- Driscoll, D., & Diccio, G. (2000). The effects of metronome breathing on the variability of autonomic activity measurements. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 23(9), 610-614.

- Drotárová, E., & Drotárová, L. (2003). *Relaxační metody-malá encyklopedie*. Praha: Epoque.
- Dylevský, I. (2006). *Základy anatomie*. Praha: Triton.
- Eckberg, D. L. (2003). The human respiratory gate. *The Journal of Physiology*, 546(2), 339-352.
- Ekman, P., Levenson, R., Friesen, W., & Wallace, V. (1983). Autonomic nervous system activity distinguishes among emotions. *Science*, 221(4616), 1208-1210.
- Elišková, M., & Naňka, O. (2006). *Přehled anatomie*. Praha: Karolinum.
- Emerson, R., Pardikes, T., Friedman, B., & Stephens, C. (2007). The effects of audio-visual stimulation on heart rate variability. *Psychophysiology*, 44(1), 74.
- Fráňa, P., Souček, M., Řiháček, I., Bartošíková, L., & Fráňová, J. (2005). Hodnocení variability srdeční frekvence, její klinický význam a možnosti ovlivnění. *Farmakoterapie*, 4, 375-377.
- Fukusaki, C., Kawakubo, K., & Yamamoto, Y. (2002). Assessment of the primary effect of aging on heart rate variability in humans. *Clinical Autonomic Research*, 57(9), 123-130.
- Ganong, W. F. (2005). *Přehled lékařské fyziologie*. Praha: Galén.
- Golovin, M. S., Balioz, N. V., Aizman, R. I., & Krivoshechekov, S. G. (2015). Effect of Audiovisual Stimulation on the Psychophysiological Functions on Track-and-Field Athletes. *Human Physiology*, 41(5), 532-538.
- Guyton, A. C. (1992). *Basic neuroscience* (2nd ed.). Philadelphia, PA: W. B. Saunders Co.
- Hautala, A. (2004). *Effect of physical exercise on autonomic regulation of heart rate*. Oulu: Oulu University press.
- Heinc, P. (2006). Vyšetřování srdeční stability. *Kardiologická revue*, 8(4), 156-165.
- Hsieh, C. W., Mao, C. W., Young, M. S., Yeh, T. L., & Yeh, S. J. (2003). Respiratory effect on the pulse spectrum. *Journal of Medical Engineering & Technology*, 27(2), 77-84.
- Huikuri, H. V. (1996). Sex-Related Differences in Autonomic Modulation of Heart Rate in Middle-aged Subjects. *Circulation*, 94(2), 122-125.

- Irmiš, F. (2007). *Temperament a autonomní nervový systém*. Praha: Galén.
- Jakubec, A. (2006). *Spektrální analýza variability srdeční frekvence v průběhu zotavení po dynamické práci*. Disertační práce, Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Jakubec, A., Stejskal, P., Botek, M., Salinger, J., Řehová, I., Žujová, E., & Pavlík, F. (2004). Spektrální analýza variability srdeční frekvence v průběhu dynamické práce v setrvalém stavu. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 13(3), 121-129.
- James, T. N. (1985). Anatomy of the human sinus node. In D. Hurst (Ed.), *The Heart* (p. 24). New York: Mc. Graw – Hill Inc.
- Jančík, J. (2004). Heart Rate Variability in Patients with Heart Failure: effect of Exercise Training. *Scripta Medica*, 77(5-6), 283-290.
- Jandová, D. (2009). *Balneologie*. Praha: Grada Publishing.
- Javorka, K. (2008). *Variabilita frekvencie srdca. Mechanizmy, hodnotenie, klinické využitie*. Martin: Osveta.
- Jordan, J. L., Karaguezian, H. S., & Gang, E. S. (1991). Normal and abnormal sinus node function. In N. El-Sherif, & P. Samet (Eds.), *Cardiac Pacing and Electrophysiology* (pp. 236-242). Philadelphia: W. B. Saunders Co.
- Kalina, M., Stejskal, P., & Jakubec, A. (2001). Algoritmus a standardizace vyšetření autonomního nervového systému metodikou spektrální analýzy variability srdeční frekvence. In K. Martiník, B. Komeščík, & J. Ryba (Eds.), *Sborník referátů z interdisciplinární konference Optimální působení tělesné zátěže a výživy* (pp. 128-133). Hradec Králové: Univerzita Hradec Králové.
- Kang, M. G., Koh, S. B., Cha, B. S., Park, J. K., Woo, J. M., & Chang, S. J. (2004). Association between job stress on heart rate variability and metabolic syndrome in shipyard male workers. *Yonsei Medical Journal*, 45(5), 836-846.
- Kantor, L. (2003). Co víme o autonomním nervovém systému novorozence? *Pediatric pro praxi*, 5, 264-266.

- Kautzner, J., & Malik, M. (1998). Variabilita srdečního rytmu a její klinická použitelnost. *Cor Vasa*, 40(5), 182-187.
- Kjellgreen, O., & Gomes, A. (1993). Heart rate variability and baroreflex sensitivity in myocardial infarction. *American Heart Journal*, 125(1), 204-215.
- Kolisko, P. (1997). Aktuální změny funkčního stavu autonomního nervového systému vlivem některých jógových technik. In P. Kolisko & J. Salinger (Eds.), *Jógová cvičení a diagnostika funkčních změn autonomního nervového systému pomocí diagnostického systému TF 3, 4* (pp. 5-61). Olomouc: Univerzita Palackého.
- 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 biomedicínckých oborech – od teorie ke klinické praxi* (pp. 35-47). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Kolisko, P., Salinger, J., Opavský, J., Stejskal, P., Jandová, D., Slováček, K., & Ježek. (2001). Vliv řízeného a spontánního dýchání na změny funkčního stavu autonomního nervového systému (ANS). In H. Válková & Z. Hanelová (Eds.), *Movement and health* (pp. 269-476). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Kuch, B., Hense, H. W., Sinnreich, R., Kark, J. D., von Eckardstein, A., Sapoznikov, D., & Bolte, H. D. (2001). Determinants of short-period heart rate variability in the general population. *Cardiology*, 95(3), 131-138.
- Kuchařová, Z. (2011). *Vliv relaxace při canisterapii na variabilitu srdeční frekvence*. Diplomová práce. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Kundratová, Z. (2010). *Vliv relaxační metody na variabilitu srdeční frekvence*. Diplomová práce. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Kuo, C. D., Chen, G. Y., Lai S. T., & Wang, J. H. (1999). Sequential changes in heart rate variability after coronary artery bypass grafting. *Am J Cardiol*, 83(5), 776-779.
- Kymplová, J. (2008). Multimediální podpora výuky klinických a zdravotnických oborů. *Katalog metod v biofyzice*. Portál 1. lékařské fakulty Karlovy Univerzity v Praze. Praha: Univerzita Karlova v Praze.
- Landgraf, M. (2000). *Stavy vědomí a audiovizuální stimulace*. Praha: Galaxy.

- Lehrer, P. M. (1996). Varieties of relaxation methods and their unique effects. *International Journal Of Stress Management*, 3(1), 1-15.
- Leicht, A. S., Hirning, D. A., & Allen, G. D (2003). Heart rate variability and endogenous sex hormones during the menstrual cycle in young women, *Experimental Physiology*, 88(3), 441-446.
- Mainardi, L. T. (2009). On the quantification of heart rate variability spectral parameters using time–frequency and time-varying methods. *Philosophical transactions. Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences*, 367(1887), 255–275.
- Mamiy, V. I. (2006). Spectral Analysis and Interpretation of Spectral Components of Heart Rate Variability. *Human Physiology*, 32(2), 169-176.
- Masopust, V., & Kozák, J. (2007). Neurotechnologické metody nácviku relaxace v léčbě bolesti. *Bolest*, 10(2), 82-89.
- McCorry, L. K. (2007). Physiology of the autonomic nervous system. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 71(4), 1-11-
- McCraty, R., Atkinson, M., Tomasino, D., B., A., & Bradley, R., T. (2009). The Coherent Heart Heart-Brain Interactions, Psychophysiological Coherence, and the Emergence of System-Wide Order. *Journal Integral Review* 5(2), 20-32.
- Mišovicová, N., & Javorka, K. (2008). Dedičnost' a variabilita frekvencia srdca. In K. Javorka (Eds.), *Variabilita frekvencia srdca* (pp. 66-67). Martin: Osveta.
- Opavský, J. (2002). *Autonomní nervový systém a diabetická autonomní neuropatie: Klinické aspekty a diagnostika*. Praha: Galén.
- Opavský, J. (2004). Metody vyšetřování autonomního nervového systému a spektrální analýza variability srdeční frekvence. In J. Salinger (Eds.), *Variabilita srdeční frekvence a její hodnocení v biomedicínkách oborech – od teorie ke klinické praxi* (pp. 81-85). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Opavský, J., & Salinger, J. (1995). Vyšetřovací metody funkcí autonomní nervové soustavy- přehled pro potřeby klinické praxe. *Klinické aspekty a diagnostika. Noninvas Cardiol*, 4(3), 139-153.

- Perini, R., Orizio, C., Bjancardi, L., Baselli, G., Cerruti, S., & Veicsteinas, A. (1990). The influence of exercise intensity of the power spectrum heart rate variability. *European Journal of Applied Physiology*, 58(8), 879-883.
- Pichon, A., de Bisschop, C., Roulaud, M., Papelier, Y., & Denjean, A. (2004). Spectral analysis of heart rate variability during exercise in trained subjects. *Med Sci Sport Exerc.*, 36(10), 1702-1708.
- Poděbradský, J., & Poděbradská, R. (2009). *Fyzikální terapie. Manuál a algoritmy*. Praha: Grada Publishing.
- Rokyta a kolektiv. (2009). *Bolest a jak s ní zacházet*. Praha: Grada Publishing.
- Rokyta, R., & Šťastný, F. (2002). *Struktura a funkce lidského těla*. Praha: Tigris.
- Salinger, J., Stejskal, P., Opavský, J., Gwozdziejewicz, M., Gwozdziejewiczová, S., Novotný, J., Elfmark, M., & Bula, J. (2004). System type VarCor PF for non-invasive diagnostics of the heart rate variability and of the respiratory rate. In J. Salinger (Eds.), *Variabilita srdeční frekvence a její hodnocení v biomedicínkách oborech – od teorie ke klinické praxi* (pp. 96-104). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Salinger, J., Štěpaník, P., Krejčí, J., & Stejskal, P. (2006). Non invasive investigation of the function of the autonomic nervous system with the use of the VarCor PF7 system. In Z. Borysiuk (Ed.), *5th International Conference Movement and Healthproceedings* (pp. 486-493). Opole: Opole University of Technology.
- Salinger, J., Vychodil, R., Stejskal, P., Opavský, J., Novotný, J., & Bula, J. (1999). Příklady řešení modelových situací diagnostickým systémem VariaCardio TF4. In H. Válková, Z. Hanelová (Eds.), *Movement and health* (pp. 455-459). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Schmidt, R. F. (1993). *Memorix – Fyziologie*. Praha: Scientia Medica.
- Schueller, P. O., Feuring, M., Sharkova, Y., Grimm, W., & Christ, M. (2006). Effects of synthetic progestagens on autonomic tone, neurohormones and C-reactive protein level on young healthy females in reproductive age. *International journal of cardiology*, 111(1), 42-48.
- Silbernagl, S., & Despopoulos, A. (2004). *Atlas fyziologie člověka*. Praha: Grada Publishing.

- Sloan, R. P., Huang, M. H., McCreath, H., Sidney, S., Liu, K., Dále Williams, O., & Seeman, T. (2008). Cardiac autonomic control and the effects of age, race and sex: the CARDIA study. *Autonomic neuroscience: basic & clinical*, 139(1-2), 78-85.
- Souček, M., Fráňa, P., & Řiháček, I. (2005). Hodnocení variability srdeční frekvence, její klinický význam a možnosti ovlivnění. *Farmakoterapie*, 1, 176-181.
- Souček, M., & Kára, T. (2002). Hypertenze a sympatický nervový systém: možnosti ovlivnění. *Farmakoterapie*, 4, 167-171.
- Stejskal, P. (2004). Využití nové metodiky hodnocení SA HRV pomocí komplexních indexů v klinické a sportovní praxi. In J. Salinger (Eds.), *Variabilita srdeční frekvence a její hodnocení v biomedicínských oborech – od teorie ke klinické praxi* (pp. 105-116). Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Stejskal, P. (2005). Optimální působení tělesné zátěže. In *Optimální působení tělesné zátěže a výživy: Kinantropologické dny MUDr. V. Souška* (pp. 10-26). Hradec Králové: Univerzita Hradec Králové.
- Stejskal, P., Šlachta, R., Elfmark, M., Salinger, J., & Gaul-Aláčová, P. (2002). Spectral analysis of heart rate variability: New evaluation method. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 32(2), 13-18.
- Stejskal, P., & Salinger, J. (1996). Spektrální analýza variability srdeční frekvence. Základy metodiky a literární přehled o jejím klinickém využití. *Medicina Sportiva Bohemica & Slovaca*, 2, 33-42.
- Šiška, E., Kudláček, M., Štěrbová, D., & Stejskal, P. (2009). The administration of the roschach inkblot method and changes in autonomic nervous system activity. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Gymnica*, 39(3), 31-42.
- Šiška, E., & Opavský, J. (2005). The influence of administration of the stroop colour-word test on autonomous modulation of heart activity in subjects with different personality traits. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas philosophica, psychologica*, 34, 23-34.

- Šlachta, R., Stejskal, P., Elfmark, M., & Salinger, J. (2001). Vliv věku na parametry krátkodobého záznamu SA HRV. In *Sborník z 2. Mezinárodní konference – Pohyb a zdraví 2001* (pp. 502-505). Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Tang, H. Y., Vitiello, M. V., Perlis, M., Mao, J. J., & Riegel, B. (2014). A Pilot Study of Audio-Visual Stimulation as a Self-Care Treatment for Insomnia in Adults with Insomnia and Chronic Pain. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 39(3-4), 219-225.
- Tank, J., Baevski, R. M., Fender, A., Baevski, A. R., Graves, K. F., Ploewka, K., & Weck, M. (2000). Reference values of indices of spontaneous baroreceptor reflex sensitivity, *American Journal of Hypertension*, 13(3), 268-275.
- Teplan, M., Krakovská, A., & Štolc, S. (2011). Direct effects of audio-visual stimulation on EEG. *Computer Methods And Programs In Biomedicine*, 102(1), 17-24.
- Teplan, M., Krakovská, A., & Štolc, S. (2006). EEG responses to long-term audio-visual stimulation. *International Journal of Psychophysiology*, 59(2), 81-90.
- Tonhajzerová, I., & Javorka, K., (2000). Hodnotenie variability frekvencie srdca a jeho prínos. *Československá fyziologie*, 49(2), 51-60.
- Tsai, M. W., Chie, W. C., Kuo, T. B., Chen, M. F., Liu, J. P., Chen, T. T., & Wu, Y. T. (2006). Effects of exercise training on heart rate variability after coronary angioplasty. *Phys Ther*, 86(5), 626-635.
- Trojan, S. (2004). Autonomní funkce. In S. Trojan & M. Langmeier (Eds.), *Lékařská fyziologie* (pp. 649-658). Praha: Grada Publishing
- Tureček, D. (1998). Photosonix Muse. *Chip*, 28(2), 40-41.
- Usanova, L., Usanova, A., & Skripal, A. (2012). Analysis of Effect of Audiovisual Stimulation on Parameters of Encephalogram and Rate of Pulsation Wave Propagation in Humans. *Biomedical Engineering*, 46(1), 25-28.
- Valuch, J. (2006). *Neurotechnologie, mozek a souvislosti*. 3rd ed. Praha: Galaxy Czech.
- Valuch, J. (2003). *Průvodce světem AVS přístrojů*. (1. vydání). Praha: Galaxy Czech.

- Van de Louw, A., Médigue, C., Papelier, Y., & Cottin F. (2008). Breathing cardiovascular variability and baroreflex on mechanically ventilated patients. *American Journal of Physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*, 295(6), 1934-1940.
- Vlčková, E., Bednařík, J., Buršová, Š., Šajgalíková, K., & Mlčáková, L. (2010). Spektrální analýza variability srdeční frekvence – normativní data. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*, 73/106(6), 663-672.
- Yasuma, F., & Hayano, J. (2004). Respiratory sinus arrhythmia. *Chest Journal*, 125(2), 683-690.
- Zagulova, D. V., Podkopaeva, T. I., Vasil'ev, V. N., & Medvedev, M. A. (2001). Effect of Audiovisual Stimulation on Heart Rhythm Variability. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 131(3), 273-275.
- Zdařilová, E., Opavský, J., Ošťádal, O., & Riedl, J. (2004). Vliv nácviku dýchání proti odporu na změnu spektrálních ukazatelů variability srdeční frekvence a na základní ventilační parametry. In J. Salinger (Eds.), *Variabilita srdeční frekvence a její hodnocení v biomedicínských oborech – od teorie ke klinické praxi* (pp. 140-144). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Žujová, E., Stejskal, P., Jakubec, A., Gaul-Aláčová, P., & Salinger, J. (2004). Respiration frequency and spectral analysis of heart rate variability. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Gymnica*, 34(1), 43-47.

11 TABULKY A GRAFY

Tabulka 1. Průměrné hodnoty a směrodatné odchylky ukazatelů SAHRV u zdravých osob (Opavský, 2002)

Věk	24,0±4,9	44,9±5,3	58,6±6,9
Věkové rozmezí	17-34	36-53	54-71
Počet osob [n]	24	22	9
Spektrální výkon v pásmu LF [ms²]	636±689	469±534	459±444
Spektrální výkon v pásmu HF [ms²]	1050±743	762±627	492±649
Celkový spektrální výkon [ms²]	1686±1221	1231±1003	951±1016
Poměr LF/HF	0,64±0,45	0,79±0,7	1,17±0,76

Tabulka 2. Přehled programů přístroje Photosonix Muse (Valuch, 2003)

Číslo	Oddíl	Název	Čas (min)	Frekvence (Hz)	Druh zvuku
1	Tvořivost/ představivost	Hudební tvořivost	26	1-36	pulsující akordy a dvojité binaurální rytmy
2		Kreativní nálada	35	2-40	dvojité binaurální rytmy
3		Dialog hemisfér	31	1-12	pulsující šum
4		Vizualizace	31	8-12	dvojité binaurální rytmy
5		Vyšší vědomí	36	3,5-21	dvojité binaurální rytmy
6	Relaxace	Uklidňující klid	32	3-14	pulsující tón
7		Čas volna	40	2-11	dvojité binaurální rytmy
8		Potěšení z hudby	26	9-24	pulsující šum
9	Učení	Soustředěné učení	21	4-14	dvojité binaurální rytmy
10		Práce s pamětí	32	4,5-14	pulsující tón
11	Meditace	Meditace "Země"	36	7,83-12	pulsující šum
12		Čakra meditace	59	7-21	dvojité binaurální rytmy
13		Bdělá mysl, spící tělo	50	1-10	dvojité binaurální rytmy
14	Spánek	Kočí spánek	42	3-14	dvojité binaurální rytmy
15		Spáček	34	2,5-11	dvojité binaurální rytmy
16	Zábava	Gyroskop	45	1-40	dvojité binaurální rytmy
17		Zábavní park	27	1,5-40	akord/šum
18		Přehození nálady	64	1-40	dvojité binaurální rytmy
19	Speciální programy	Dodání energie	18	1-21	dvojité binaurální rytmy
20		Aerobik mysli	20	10-18	smíšené zvuky
21	Změny nálady	Zklidnění	5	7-18	dvojité binaurální rytmy
22		Soustředění	5	7,8-24	dvojité binaurální rytmy
23		Povzbuzení	5	7-42	dvojité binaurální rytmy
24		Pauza	5	4-14	dvojité binaurální rytmy
25		Zájem	5	9-42	dvojité binaurální rytmy
26		Únik do soukromí	10	6-12	dvojité binaurální rytmy
27		Přeladění	10	3-28	dvojité binaurální rytmy
28		Odvázání se	10	3-34	dvojité binaurální rytmy
29		Burácení motoru	10	1-42	dvojité binaurální rytmy
30		Na vlnách klidu	10	7,8-12	dvojité binaurální rytmy

Tabulka 3. Přehled základních charakteristik kontrolního a výzkumného souboru

Číslo probanda	Pohlaví	Věk	Hmotnost [kg]	Výška [m]	BMI [kg/m ²]
1	Ž	27	74	1,68	26,22
2	M	28	121	1,88	34,23
3	Ž	25	58	1,69	20,31
4	Ž	24	56	1,67	20,01
5	M	29	116	1,86	33,53
6	Ž	27	61	1,72	20,62
7	Ž	26	57	1,70	19,72
8	M	27	98	1,92	26,59
9	Ž	25	67	1,73	22,39
10	Ž	26	66	1,69	23,12
11	Ž	23	53	1,68	18,79
12	Ž	25	56	1,65	20,57
13	Ž	26	64	1,58	25,64
14	Ž	28	70	1,66	25,40
15	Ž	25	57	1,68	20,19
16	M	28	111	1,88	31,41
17	Ž	20	68	1,67	24,38
18	Ž	25	59	1,65	21,67
19	Ž	21	72	1,75	23,51
20	Ž	25	57	1,66	20,69
\bar{X}	-	26,01	72,05	1,72	23,95
SD	-	2,17	21,42	0,09	4,58

Vysvětlivky k tabulce 3:

BMI – body mass index

\bar{X} – aritmetický průměr

SD – směrodatná odchylka

Tabulka 4. Přehled sledovaných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů výzkumné skupiny před aplikací relaxačního programu AVS v pozici leh 1

Pro.	Power VLF	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. VLF	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	128,13	219,27	102,03	2,15	0,84	28,51	48,79	22,70	476,44	449,43
2	168,57	597,52	919,04	0,65	0,96	10,00	35,46	54,54	2488,75	1685,13
3	1072,93	2352,98	1294,81	1,82	0,85	22,73	49,84	27,43	4470,52	4720,72
4	352,20	2409,88	1913,71	1,26	0,87	7,53	51,54	40,93	6029,13	4675,80
5	167,78	195,77	93,37	2,10	0,66	36,72	42,85	20,43	504,01	456,92
6	1463,68	2327,33	847,60	2,75	0,90	31,55	50,17	18,27	3598,83	4638,61
7	341,75	518,76	519,71	1,00	0,86	24,76	37,59	37,65	1845,66	1380,23
8	170,41	649,38	254,72	2,55	0,90	15,86	60,44	23,71	982,66	1074,50
9	861,68	750,77	523,98	1,44	0,78	40,33	35,14	24,53	1332,87	2136,44
10	807,22	2085,12	1615,52	1,30	0,93	17,91	46,26	35,84	6750,06	4507,85
11	1251,56	1404,65	1771,61	0,79	0,83	28,27	31,72	40,01	5405,70	4427,83
12	222,39	622,24	627,33	0,99	0,81	15,11	42,27	42,62	2710,45	1471,97
13	684,96	2006,45	702,61	2,86	0,84	20,18	59,12	20,70	2292,89	3394,02
14	170,83	504,69	172,99	2,93	0,75	20,13	59,48	20,39	565,16	848,51
15	1553,68	2674,21	783,12	3,43	0,94	31,01	53,37	15,63	4747,13	5011,02
16	38,74	59,96	184,04	0,32	0,81	13,70	21,21	65,09	1545,19	282,74
17	189,98	538,71	246,01	2,19	0,86	19,49	55,27	25,24	1211,64	974,70
18	796,06	1760,49	1268,74	1,39	0,86	20,81	46,02	33,17	3910,10	3825,29
19	742,10	747,56	3641,63	0,21	0,97	14,46	14,57	70,97	11531,43	5131,29
20	273,00	1188,05	772,55	1,54	0,81	12,22	53,19	34,59	1746,83	2233,60
\bar{X}	572,88	1180,69	912,76	1,68	0,85	21,56	44,72	33,72	3207,27	2666,33
SD	475,24	860,88	849,44	0,91	0,07	8,89	12,40	15,40	2731,81	1788,53
Med	346,98	749,17	737,58	1,49	0,86	20,16	47,53	30,30	2390,82	2185,02

Vysvětlivky k tabulce 4:

Pro. = proband

Power LF = spektrální výkon komponenty LF (low frequency) v ms^2

Power HF = spektrální výkon komponenty HF (high frequency) v ms^2

Power VLF = spektrální výkon komponenty VLF (very low frequency) v ms^2

LF/HF = poměr výkonů spektrálních komponent LF/HF

R-R = délka R-R intervalů v ms

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

Relativní VLF = relativní spektrální výkon složky VLF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

MSSD = průměr druhých mocnin diferencí po sobě jdoucích R-R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Med = medián

Tabulka 5. Přehled sledovaných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů výzkumné skupiny před aplikací relaxačního programu AVS v pozici stoj

Pro.	Power VLF	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. VLF	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	431,73	1302,74	588,90	2,21	0,87	18,58	56,07	25,35	1970,31	2323,37
2	114,60	165,02	80,47	2,05	0,76	31,83	45,83	22,35	292,08	360,08
3	62,01	1950,93	117,54	16,63	0,64	2,91	91,57	5,52	665,95	2130,47
4	44,01	1268,65	448,85	2,83	0,68	2,50	72,02	25,48	850,43	1761,51
5	21,28	218,20	59,00	3,70	0,53	7,13	73,10	19,77	58,27	298,48
6	804,63	1841,71	273,78	6,87	0,74	27,55	63,07	9,38	1254,01	2920,11
7	19,72	1636,87	179,82	9,10	0,67	1,07	89,13	9,79	572,92	1836,41
8	84,69	822,41	102,05	8,08	0,72	8,39	81,50	10,11	344,86	1009,14
9	123,05	992,81	184,00	5,40	0,56	9,47	76,38	14,16	387,60	1299,85
10	684,87	685,94	101,47	6,82	0,72	46,52	46,59	6,89	463,73	1472,28
11	293,68	1874,79	438,33	4,27	0,65	11,27	71,92	16,81	1447,12	2606,80
12	340,17	1263,95	476,64	2,65	0,73	16,35	60,74	22,91	1346,97	2080,76
13	298,32	950,36	257,59	3,70	0,70	19,81	63,09	17,10	658,24	1506,28
14	92,06	619,03	75,27	8,23	0,62	11,71	78,72	9,57	197,19	786,36
15	100,28	2013,65	323,67	6,27	0,78	4,11	82,61	13,28	1178,79	2437,61
16	54,57	195,91	29,93	6,54	0,61	19,46	69,87	10,67	102,33	280,41
17	317,22	699,37	177,38	3,95	0,77	26,57	58,57	14,86	819,49	1193,97
18	240,66	1551,70	261,46	5,93	0,57	11,72	75,55	12,73	435,21	2053,82
19	419,45	1058,23	154,37	6,88	0,66	25,70	64,84	9,46	488,74	1632,04
20	280,06	275,54	65,59	4,20	0,61	45,08	44,36	10,56	95,12	621,19
\bar{X}	241,35	1069,39	219,81	5,82	0,68	17,39	68,28	14,34	681,47	1530,55
SD	218,28	611,47	161,01	3,30	0,08	13,21	13,67	6,07	519,32	791,67
Med	181,86	1025,52	178,60	5,67	0,67	14,04	70,90	13,01	530,83	1569,16

Vysvětlivky k tabulce 5:

Pro. = proband

Power LF = spektrální výkon komponenty LF (low frequency) v ms^2

Power HF = spektrální výkon komponenty HF (high frequency) v ms^2

Power VLF = spektrální výkon komponenty VLF (very low frequency) v ms^2

LF/HF = poměr výkonů spektrálních komponent LF/HF

R-R = délka R-R intervalů v ms

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

Relativní VLF = relativní spektrální výkon složky VLF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

MSSD = průměr druhých mocnin diferencí po sobě jdoucích R-R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Med = medián

Tabulka 6. Přehled sledovaných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů výzkumné skupiny před aplikací relaxačního programu AVS v pozici leh 2

Pro.	Power VLF	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. VLF	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	311,50	370,47	444,91	0,83	0,88	27,64	32,88	39,48	1421,78	1126,88
2	37,35	196,13	595,92	0,33	0,96	4,50	23,65	71,85	1603,96	829,40
3	233,98	723,39	808,59	0,90	0,82	13,25	40,96	45,79	2677,44	1765,96
4	232,29	2718,53	2616,82	1,04	0,95	4,17	48,83	47,00	10608,06	5567,63
5	436,10	303,94	230,18	1,33	0,68	44,95	31,33	23,72	604,15	970,23
6	262,53	2549,14	1771,80	1,44	0,95	5,73	55,62	38,66	5706,80	4583,47
7	184,94	841,99	647,83	1,30	0,83	11,04	50,28	38,68	1640,64	1674,76
8	196,45	377,32	170,06	2,24	0,88	26,41	50,73	22,86	598,74	743,83
9	193,20	368,59	522,49	0,71	0,81	17,82	33,99	48,19	1846,83	1084,28
10	200,05	1014,05	792,13	1,28	0,96	9,97	50,55	39,48	3518,96	2006,23
11	839,49	994,92	2257,20	0,44	0,88	20,52	24,32	55,17	7457,57	4091,60
12	96,30	1775,30	1076,06	1,65	0,86	3,27	60,23	36,51	4527,45	2947,66
13	488,38	2090,44	1100,43	1,90	0,87	13,27	56,82	29,91	3612,60	3679,25
14	148,10	279,15	96,34	2,95	0,76	28,29	53,32	18,40	460,89	523,58
15	239,06	2328,33	1016,22	2,29	0,89	6,67	64,97	28,36	4268,80	3583,60
16	175,65	310,37	455,00	0,69	0,81	18,67	32,98	48,35	1689,71	941,02
17	65,23	348,10	814,99	0,43	0,91	5,31	28,34	66,35	3025,78	1228,32
18	403,51	1501,23	483,16	3,11	0,90	16,90	62,87	20,23	2127,81	2387,90
19	1418,82	1311,05	3346,23	0,39	0,99	23,35	21,58	55,07	11740,22	6076,10
20	367,88	1417,65	934,45	1,51	0,83	13,53	52,12	34,35	2389,98	2719,98
\bar{X}	326,54	1091,00	1009,04	1,34	0,87	15,76	43,82	40,42	3576,41	2426,58
SD	313,03	830,34	855,74	0,82	0,08	10,61	14,00	14,66	3145,07	1675,11
Med	233,14	918,46	800,36	1,29	0,88	13,40	49,56	39,08	2533,71	1886,10

Vysvětlivky k tabulce 6:

Pro. = proband

Power LF = spektrální výkon komponenty LF (low frequency) v ms^2

Power HF = spektrální výkon komponenty HF (high frequency) v ms^2

Power VLF = spektrální výkon komponenty VLF (very low frequency) v ms^2

LF/HF = poměr výkonů spektrálních komponent LF/HF

R-R = délka R-R intervalů v ms

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

Relativní VLF = relativní spektrální výkon složky VLF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

MSSD = průměr druhých mocnin diferencí po sobě jdoucích R-R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Med = medián

Tabulka 7. Přehled sledovaných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů výzkumné skupiny po aplikaci relaxačního programu AVS v pozici leh 1

Pro.	Power VLF	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. VLF	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	128,23	207,15	147,02	1,41	0,84	26,58	42,94	30,48	578,88	482,40
2	480,97	409,97	603,21	0,68	0,85	32,19	27,44	40,37	1634,26	1494,15
3	449,76	2017,43	2662,37	0,76	0,94	8,77	39,33	51,90	7551,71	5129,56
4	1131,76	1654,95	2351,81	0,70	0,91	22,03	32,21	45,77	6100,49	5138,51
5	334,10	493,63	353,50	1,40	0,74	28,28	41,79	29,93	905,17	1181,24
6	667,71	4340,84	1264,76	3,43	0,90	10,64	69,20	20,16	5432,28	6273,31
7	539,36	911,37	358,46	2,56	0,78	29,81	50,37	19,81	1042,62	1809,20
8	1888,94	968,45	319,75	3,03	0,93	59,45	30,48	10,06	1361,94	3177,14
9	2133,82	1220,43	990,34	1,24	0,84	49,11	28,09	22,79	2820,96	4344,60
10	411,16	1754,54	968,09	1,82	0,83	13,12	55,99	30,89	3133,10	3133,78
11	1032,54	1158,83	1413,57	0,82	0,98	28,64	32,15	39,21	4668,94	3604,94
12	880,54	811,84	2181,93	0,37	0,91	22,73	20,95	56,32	7389,97	3874,32
13	705,08	2688,13	981,00	2,74	0,80	16,12	61,45	22,43	2857,12	4374,21
14	661,85	1148,08	879,01	1,32	0,83	24,61	42,70	32,69	3599,13	2688,94
15	183,02	1501,04	563,55	2,66	0,91	8,14	66,78	25,07	1850,57	2247,62
16	685,23	531,56	165,44	3,24	0,79	49,57	38,46	11,97	1211,96	1382,23
17	660,39	4009,59	6793,37	0,59	1,01	5,76	34,98	59,26	22606,31	11463,36
18	532,67	4751,71	546,22	8,74	0,78	9,14	81,50	9,37	2191,51	5830,59
19	1623,08	931,50	2145,13	0,43	0,95	34,54	19,82	45,64	7665,60	4699,70
20	452,93	1320,58	742,06	1,80	0,89	18,00	52,50	29,50	2003,60	2515,57
\bar{X}	779,16	1641,58	1321,53	1,99	0,87	24,86	43,46	31,68	4330,31	3742,27
SD	541,30	1315,81	1493,65	1,87	0,07	14,91	16,80	14,78	4889,89	2439,32
Med	661,12	1189,63	923,55	1,40	0,87	23,67	40,56	30,21	2839,04	3391,04

Vysvětlivky k tabulce 7:

Pro. = proband

Power LF = spektrální výkon komponenty LF (low frequency) v ms^2

Power HF = spektrální výkon komponenty HF (high frequency) v ms^2

Power VLF = spektrální výkon komponenty VLF (very low frequency) v ms^2

LF/HF = poměr výkonů spektrálních komponent LF/HF

R-R = délka R-R intervalů v ms

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

Relativní VLF = relativní spektrální výkon složky VLF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

MSSD = průměr druhých mocnin diferencí po sobě jdoucích R-R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Med = medián

Tabulka 8. Přehled sledovaných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů výzkumné skupiny po aplikaci relaxačního programu AVS v pozici stoj

Pro.	Power VLF	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. VLF	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	2253,10	1568,82	422,13	3,72	0,89	53,09	36,97	9,95	1950,20	4244,05
2	579,09	743,31	196,06	3,83	0,76	38,14	48,95	12,91	805,47	1518,46
3	312,76	3133,94	661,62	4,74	0,68	7,61	76,28	16,10	1311,93	4108,32
4	116,13	3573,47	316,44	11,48	0,68	2,90	89,20	7,90	1107,25	4006,04
5	193,28	768,26	167,83	4,58	0,61	17,11	68,03	14,86	317,34	1129,37
6	80,75	6674,49	926,94	7,24	0,74	1,05	86,88	12,07	2684,40	7682,19
7	253,68	1894,15	214,96	8,82	0,66	10,74	80,17	9,10	605,26	2362,80
8	123,39	2358,65	122,81	19,40	0,72	4,74	90,55	4,71	740,39	2604,85
9	118,98	2518,75	256,32	9,83	0,60	4,11	87,03	8,86	704,19	2894,04
10	262,31	3139,89	391,61	8,02	0,72	6,91	82,76	10,32	1014,01	3793,80
11	837,81	2969,43	427,11	6,95	0,72	19,79	70,13	10,09	1550,07	4234,35
12	351,09	1390,12	465,26	2,99	0,80	15,91	63,00	21,09	1244,22	2206,46
13	1094,70	2131,85	393,23	5,42	0,68	30,24	58,89	10,86	1157,54	3619,78
14	250,50	873,70	260,82	3,35	0,75	18,09	63,08	18,83	821,28	1385,01
15	344,16	1795,75	209,72	8,58	0,69	14,65	76,43	8,93	704,13	2349,63
16	144,78	674,05	130,34	5,19	0,66	15,25	71,01	13,73	367,85	949,17
17	889,88	545,33	236,96	2,31	0,82	53,22	32,61	14,17	952,26	1672,17
18	438,79	3802,34	381,78	9,97	0,60	9,49	82,25	8,26	888,54	4622,92
19	740,04	2175,77	245,78	8,90	0,72	23,41	68,82	7,77	814,43	3161,59
20	304,33	540,63	154,57	3,49	0,67	30,45	54,09	15,46	261,13	999,53
\bar{X}	484,48	2163,64	329,11	6,94	0,71	18,85	69,36	11,80	1000,09	2977,23
SD	507,09	1486,61	195,29	3,99	0,07	15,33	16,65	4,07	569,62	1635,11
Med	308,55	2013,00	258,57	6,19	0,70	15,58	70,57	10,59	854,91	2749,45

Vysvětlivky k tabulce 8:

Pro. = proband

Power LF = spektrální výkon komponenty LF (low frequency) v ms^2

Power HF = spektrální výkon komponenty HF (high frequency) v ms^2

Power VLF = spektrální výkon komponenty VLF (very low frequency) v ms^2

LF/HF = poměr výkonů spektrálních komponent LF/HF

R-R = délka R-R intervalů v ms

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

Relativní VLF = relativní spektrální výkon složky VLF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

MSSD = průměr druhých mocnin diferencí po sobě jdoucích R-R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Med = medián

Tabulka 9. Přehled sledovaných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů výzkumné skupiny po aplikaci relaxačního programu AVS v pozici leh 2

Pro.	Power VLF	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. VLF	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	259,18	610,34	457,71	1,33	0,90	19,53	45,99	34,49	1490,61	1327,24
2	485,35	183,21	577,19	0,32	0,96	38,96	14,71	46,33	1452,39	1245,76
3	959,88	2284,78	2683,08	0,85	1,02	16,19	38,54	45,26	12222,60	5927,74
4	729,76	1573,12	4182,04	0,38	0,96	11,25	24,26	64,49	10705,39	6484,92
5	247,60	637,66	858,89	0,74	0,84	14,20	36,56	49,24	2032,59	1744,15
6	649,97	3064,21	2077,04	1,48	0,97	11,22	52,91	35,87	8067,78	5791,22
7	906,02	1399,29	542,46	2,60	0,83	31,82	49,14	19,05	1681,79	2847,76
8	224,29	256,64	297,61	0,86	0,94	28,81	32,96	38,23	1111,44	778,55
9	241,99	753,07	1874,35	0,40	0,89	8,43	26,24	65,32	5227,00	2869,41
10	476,50	1651,54	1483,31	1,12	0,88	13,19	45,73	41,07	4144,75	3611,35
11	566,19	879,93	1042,58	0,85	0,90	22,75	35,36	41,89	5071,44	2488,70
12	1504,51	2076,38	3126,37	0,66	0,96	22,43	30,96	46,61	12681,39	6707,26
13	444,61	1170,45	912,25	1,29	0,87	17,59	46,31	36,10	3234,14	2527,31
14	594,58	529,28	651,53	0,81	0,87	33,49	29,81	36,70	2495,10	1775,39
15	2209,87	1948,12	1063,94	1,84	1,00	42,32	37,31	20,37	5008,95	5221,93
16	173,10	608,53	565,80	1,08	0,86	12,85	45,16	41,99	1776,53	1347,43
17	113,33	695,62	1663,63	0,42	0,94	4,58	28,13	67,28	6459,94	2472,58
18	229,56	3372,86	3250,93	1,04	0,87	3,35	49,21	47,44	8404,07	6853,35
19	1470,52	2196,47	3614,40	0,61	0,99	20,20	30,17	49,64	13004,60	7281,39
20	817,72	1439,39	826,30	1,75	0,84	26,52	46,68	26,80	2486,73	3083,41
\bar{X}	665,23	1366,54	1587,57	1,02	0,91	19,98	37,31	42,71	5437,96	3619,34
SD	537,64	903,92	1183,76	0,57	0,06	10,92	10,16	13,11	4064,06	2182,43
Med	525,77	1284,87	1053,26	0,86	0,90	18,56	36,94	41,94	4576,85	2858,59

Vysvětlivky k tabulce 9:

Pro. = proband

Power LF = spektrální výkon komponenty LF (low frequency) v ms^2

Power HF = spektrální výkon komponenty HF (high frequency) v ms^2

Power VLF = spektrální výkon komponenty VLF (very low frequency) v ms^2

LF/HF = poměr výkonů spektrálních komponent LF/HF

R-R = délka R-R intervalů v ms

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

Relativní VLF = relativní spektrální výkon složky VLF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

MSSD = průměr druhých mocnin diferencí po sobě jdoucích R-R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Med = medián

Tabulka 10. Přehled hodnot vybraných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů výzkumné skupiny v pozici leh 2 před aplikací relaxačního programu AVS a v pozici leh 2 po aplikaci relaxačního programu AVS

Pro.	Leh 2	Power VLF	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. VLF	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	Před	311,50	370,47	444,91	0,83	0,88	27,64	32,88	39,48	1421,78	1126,88
1	Po	259,18	610,34	457,71	1,33	0,90	19,53	45,99	34,49	1490,61	1327,24
2	Před	37,35	196,13	595,92	0,33	0,96	4,50	23,65	71,85	1603,96	829,40
2	Po	485,35	183,21	577,19	0,32	0,96	38,96	14,71	46,33	1452,39	1245,76
3	Před	233,98	723,39	808,59	0,90	0,82	13,25	40,96	45,79	2677,44	1765,96
3	Po	959,88	2284,78	2683,08	0,85	1,02	16,19	38,54	45,26	12222,60	5927,74
4	Před	232,29	2718,53	2616,82	1,04	0,95	4,17	48,83	47,00	10608,06	5567,63
4	Po	729,76	1573,12	4182,04	0,38	0,96	11,25	24,26	64,49	10705,39	6484,92
5	Před	436,10	303,94	230,18	1,33	0,68	44,95	31,33	23,72	604,15	970,23
5	Po	247,60	637,66	858,89	0,74	0,84	14,20	36,56	49,24	2032,59	1744,15
6	Před	262,53	2549,14	1771,80	1,44	0,95	5,73	55,62	38,66	5706,80	4583,47
6	Po	649,97	3064,21	2077,04	1,48	0,97	11,22	52,91	35,87	8067,78	5791,22
7	Před	184,94	841,99	647,83	1,30	0,83	11,04	50,28	38,68	1640,64	1674,76
7	Po	906,02	1399,29	542,46	2,60	0,83	31,82	49,14	19,05	1681,79	2847,76
8	Před	196,45	377,32	170,06	2,24	0,88	26,41	50,73	22,86	598,74	743,83
8	Po	224,29	256,64	297,61	0,86	0,94	28,81	32,96	38,23	1111,44	778,55
9	Před	193,20	368,59	522,49	0,71	0,81	17,82	33,99	48,19	1846,83	1084,28
9	Po	241,99	753,07	1874,35	0,40	0,89	8,43	26,24	65,32	5227,00	2869,41
10	Před	200,05	1014,05	792,13	1,28	0,96	9,97	50,55	39,48	3518,96	2006,23
10	Po	476,50	1651,54	1483,31	1,12	0,88	13,19	45,73	41,07	4144,75	3611,35
11	Před	839,49	994,92	2257,20	0,44	0,88	20,52	24,32	55,17	7457,57	4091,60
11	Po	566,19	879,93	1042,58	0,85	0,90	22,75	35,36	41,89	5071,44	2488,70
12	Před	96,30	1775,30	1076,06	1,65	0,86	3,27	60,23	36,51	4527,45	2947,66
12	Po	1504,51	2076,38	3126,37	0,66	0,96	22,43	30,96	46,61	12681,39	6707,26
13	Před	488,38	2090,44	1100,43	1,90	0,87	13,27	56,82	29,91	3612,60	3679,25
13	Po	444,61	1170,45	912,25	1,29	0,87	17,59	46,31	36,10	3234,14	2527,31
14	Před	148,10	279,15	96,34	2,95	0,76	28,29	53,32	18,40	460,89	523,58
14	Po	594,58	529,28	651,53	0,81	0,87	33,49	29,81	36,70	2495,10	1775,39
15	Před	239,06	2328,33	1016,22	2,29	0,89	6,67	64,97	28,36	4268,80	3583,60
15	Po	2209,87	1948,12	1063,94	1,84	1,00	42,32	37,31	20,37	5008,95	5221,93
16	Před	175,65	310,37	455,00	0,69	0,81	18,67	32,98	48,35	1689,71	941,02
16	Po	173,10	608,53	565,80	1,08	0,86	12,85	45,16	41,99	1776,53	1347,43
17	Před	65,23	348,10	814,99	0,43	0,91	5,31	28,34	66,35	3025,78	1228,32
17	Po	113,33	695,62	1663,63	0,42	0,94	4,58	28,13	67,28	6459,94	2472,58
18	Před	403,51	1501,23	483,16	3,11	0,90	16,90	62,87	20,23	2127,81	2387,90
18	Po	229,56	3372,86	3250,93	1,04	0,87	3,35	49,21	47,44	8404,07	6853,35
19	Před	1418,82	1311,05	3346,23	0,39	0,99	23,35	21,58	55,07	11740,22	6076,10
19	Po	1470,52	2196,47	3614,40	0,61	0,99	20,20	30,17	49,64	13004,60	7281,39
20	Před	367,88	1417,65	934,45	1,51	0,83	13,53	52,12	34,35	2389,98	2719,98
20	Po	817,72	1439,39	826,30	1,75	0,84	26,52	46,68	26,80	2486,73	3083,41

Vysvětlivky k tabulce 10:

Pro. = proband

Power LF = spektrální výkon komponenty LF (low frequency) v ms^2

Power HF = spektrální výkon komponenty HF (high frequency) v ms^2

Power VLF = spektrální výkon komponenty VLF (very low frequency) v ms^2

LF/HF = poměr výkonů spektrálních komponent LF/HF

R-R = délka R-R intervalů v ms

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

Relativní VLF = relativní spektrální výkon složky VLF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

MSSD = průměr druhých mocnin diferencí po sobě jdoucích R-R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

Tabulka 11. Přehled sledovaných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů kontrolní skupiny před lehem bez aplikace relaxačního programu AVS v pozici leh 1

Pro.	Power VLF	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. VLF	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	261,75	200,64	128,83	1,55	0,80	44,27	33,94	21,79	361,18	591,22
2	109,08	267,02	523,23	0,51	0,92	12,13	29,69	58,18	1781,57	899,33
3	1098,92	1097,35	1347,31	0,81	0,90	31,01	30,97	38,02	4621,75	3543,58
4	372,35	2515,36	1826,68	1,38	0,94	7,90	53,35	38,75	5118,93	4714,39
5	473,06	342,68	360,69	0,96	0,81	40,21	29,13	30,66	952,09	1176,43
6	302,93	1742,36	1579,42	1,11	0,92	8,36	48,07	43,57	5768,45	3624,70
7	4483,22	973,08	2050,09	0,47	1,09	59,73	12,96	27,31	7602,48	7506,39
8	113,10	320,96	323,45	1,00	1,03	14,93	42,37	42,70	1407,75	757,51
9	508,07	512,92	1429,37	0,36	0,84	20,73	20,93	58,33	3753,68	2450,36
10	673,05	1933,26	1642,22	1,18	0,96	15,84	45,50	38,65	6565,00	4248,54
11	1094,91	1383,67	3371,34	0,41	0,87	18,72	23,65	57,63	10765,75	5849,92
12	171,42	361,34	708,55	0,51	0,84	13,81	29,11	57,08	2751,98	1241,31
13	475,26	1824,25	1534,92	1,19	0,75	12,39	47,58	40,03	4404,06	3834,42
14	469,96	448,37	437,41	1,02	0,85	34,66	33,07	32,26	1585,50	1355,75
15	379,14	2131,56	764,43	2,80	0,92	11,58	65,08	23,34	2870,64	3275,13
16	160,95	419,67	408,65	1,03	0,88	16,27	42,42	41,31	1388,75	989,26
17	226,50	158,75	827,84	0,19	0,86	18,67	13,09	68,24	3958,00	1213,09
18	137,99	2274,40	3461,93	0,66	0,99	2,35	38,72	58,93	11631,15	5874,32
19	1286,43	1751,98	1533,44	1,14	0,85	28,14	38,32	33,54	5984,01	4571,84
20	273,76	2267,75	915,89	2,48	0,86	7,92	65,59	26,49	2412,52	3457,41
\bar{X}	653,59	1146,37	1258,78	1,04	0,89	20,98	37,18	41,84	4284,26	3058,75
SD	964,27	835,63	930,50	0,66	0,08	14,49	14,63	13,63	3103,92	2015,23
Med	375,75	1035,22	1131,60	1,01	0,88	16,06	36,13	39,39	3855,84	3366,27

Vysvětlivky k tabulce 11:

Pro. = proband

Power LF = spektrální výkon komponenty LF (low frequency) v ms^2

Power HF = spektrální výkon komponenty HF (high frequency) v ms^2

Power VLF = spektrální výkon komponenty VLF (very low frequency) v ms^2

LF/HF = poměr výkonů spektrálních komponent LF/HF

R-R = délka R-R intervalů v ms

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

Relativní VLF = relativní spektrální výkon složky VLF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

MSSD = průměr druhých mocnin diferencí po sobě jdoucích R-R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Med = medián

Tabulka 12. Přehled sledovaných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů kontrolní skupiny před lehem bez aplikace relaxačního programu AVS v pozici stoj

Pro.	Power VLF	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. VLF	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	134,41	189,44	18,18	10,30	0,68	39,30	55,39	5,32	75,91	342,03
2	43,80	61,81	25,09	2,46	0,72	33,51	47,29	19,20	152,18	130,69
3	106,41	1302,37	314,49	4,15	0,68	6,17	75,58	18,25	845,92	1723,26
4	1096,86	4176,24	1147,42	3,64	0,81	17,08	65,05	17,87	3140,99	6420,52
5	12,42	291,96	95,34	3,05	0,64	3,11	73,04	23,85	206,93	399,71
6	400,77	1520,52	145,19	10,47	0,74	19,39	73,58	7,03	585,04	2066,48
7	2964,38	2881,48	1279,43	2,27	0,98	41,60	40,44	17,96	5602,76	7125,29
8	132,54	1525,03	71,88	21,38	0,75	7,66	88,18	4,16	587,55	1729,45
9	163,35	908,37	144,89	6,28	0,68	13,43	74,66	11,91	539,28	1216,61
10	254,64	3974,56	634,30	6,26	0,74	5,24	81,72	13,04	1591,83	4863,50
11	518,05	1630,77	353,11	4,60	0,66	20,71	65,18	14,11	1359,46	2501,94
12	546,35	1182,97	138,01	8,59	0,71	29,26	63,35	7,39	496,79	1867,33
13	235,94	2492,79	384,96	6,47	0,69	7,58	80,06	12,36	1202,62	3113,69
14	40,51	393,44	88,20	4,46	0,74	7,76	75,35	16,89	417,17	522,15
15	188,23	2010,63	275,93	7,29	0,75	7,61	81,24	11,15	888,18	2474,78
16	122,13	741,41	68,77	10,77	0,71	13,10	79,52	7,38	323,67	932,31
17	69,40	238,61	44,45	5,43	0,70	19,69	67,70	12,61	188,32	352,45
18	488,20	2146,40	303,84	7,21	0,77	16,61	73,05	10,34	1499,49	2938,44
19	158,85	725,33	59,10	12,26	0,73	16,84	76,89	6,27	410,29	943,28
20	392,15	795,05	91,52	8,69	0,69	30,67	62,18	7,16	345,17	1278,73
\bar{X}	403,47	1459,46	284,21	7,30	0,73	17,82	69,97	12,21	1022,98	2147,13
SD	654,25	1193,55	354,17	4,41	0,07	11,59	11,94	5,45	1293,85	1966,02
Med	175,79	1242,67	141,45	6,38	0,72	16,73	73,32	12,14	562,16	1726,36

Vysvětlivky k tabulce 12:

Pro. = proband

Power LF = spektrální výkon komponenty LF (low frequency) v ms^2

Power HF = spektrální výkon komponenty HF (high frequency) v ms^2

Power VLF = spektrální výkon komponenty VLF (very low frequency) v ms^2

LF/HF = poměr výkonů spektrálních komponent LF/HF

R-R = délka R-R intervalů v ms

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

Relativní VLF = relativní spektrální výkon složky VLF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

MSSD = průměr druhých mocnin diferencí po sobě jdoucích R-R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Med = medián

Tabulka 13. Přehled sledovaných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů kontrolní skupiny před lehem bez aplikace relaxačního programu AVS v pozici leh 2

Pro.	Power VLF	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. VLF	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	338,93	462,58	302,75	1,53	0,84	30,69	41,89	27,42	745,12	1104,27
2	299,82	1241,21	1125,33	1,10	0,95	11,24	46,55	42,20	4392,56	2666,36
3	324,57	2147,50	761,42	2,82	0,80	10,04	66,41	23,55	2560,68	3233,49
4	608,92	3027,65	2816,64	1,07	1,02	9,44	46,92	43,65	10264,19	6453,21
5	405,39	455,66	460,48	0,99	0,83	30,68	34,48	34,84	1267,70	1321,53
6	110,71	2150,05	1518,61	1,42	0,99	2,93	56,89	40,18	6065,11	3779,38
7	572,44	1912,05	2257,90	0,85	1,14	12,07	40,32	47,61	9553,04	4742,39
8	57,19	1025,55	436,52	2,35	1,00	3,76	67,50	28,73	1819,39	1519,26
9	619,89	1787,76	1410,14	1,27	0,87	16,24	46,83	36,94	3875,98	3817,79
10	2155,88	3038,30	2067,57	1,48	0,92	29,69	41,84	28,47	7341,02	7261,75
11	305,64	2224,63	3970,98	0,56	0,84	4,70	34,22	61,08	10797,30	6501,25
12	163,26	875,36	873,85	1,00	0,87	8,54	45,77	45,69	5947,74	1912,47
13	792,71	2090,02	1273,65	1,65	0,75	19,07	50,28	30,64	3313,93	4156,38
14	97,55	161,22	425,32	0,38	0,86	14,26	23,57	62,17	1213,49	684,08
15	443,08	1158,41	1129,41	1,02	1,02	16,22	42,42	41,36	4761,46	2730,90
16	223,92	661,15	544,61	1,21	0,88	15,66	46,24	38,09	1504,66	1429,68
17	166,09	49,61	764,33	0,06	0,90	16,95	5,06	77,99	3505,01	980,03
18	812,20	2678,63	2161,99	1,24	1,01	14,37	47,39	38,25	7686,65	5652,82
19	937,95	591,36	4801,81	0,12	0,93	14,81	9,34	75,84	15758,70	6331,11
20	310,80	1177,40	881,32	1,33	0,86	13,12	49,69	37,19	2118,87	2369,52
\bar{X}	487,35	1445,81	1499,23	1,17	0,91	14,72	42,18	43,09	5224,63	3432,38
SD	466,70	931,70	1213,69	0,66	0,09	8,05	15,59	15,23	3981,84	2111,64
Med	331,75	1209,31	1127,37	1,16	0,89	14,32	46,01	39,22	4134,27	2982,20

Vysvětlivky k tabulce 13:

Pro. = proband

Power LF = spektrální výkon komponenty LF (low frequency) v ms^2

Power HF = spektrální výkon komponenty HF (high frequency) v ms^2

Power VLF = spektrální výkon komponenty VLF (very low frequency) v ms^2

LF/HF = poměr výkonů spektrálních komponent LF/HF

R-R = délka R-R intervalů v ms

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

Relativní VLF = relativní spektrální výkon složky VLF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

MSSD = průměr druhých mocnin diferencí po sobě jdoucích R-R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Med = medián

Tabulka 14. Přehled sledovaných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů kontrolní skupiny po lehu bez aplikace relaxačního programu AVS v pozici leh 1

Pro.	Power VLF	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. VLF	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	189,97	182,47	150,10	1,22	0,85	36,36	34,92	28,73	508,81	522,54
2	495,84	855,36	1051,42	0,82	0,93	20,64	35,60	43,76	2617,20	2402,62
3	494,04	2859,18	2383,15	1,20	0,87	8,61	49,84	41,54	5775,08	5736,37
4	1454,45	2304,75	3327,98	0,69	1,04	20,52	32,52	46,96	10088,85	7087,18
5	146,55	327,06	205,91	1,59	0,81	21,57	48,13	30,30	653,91	679,53
6	678,77	1407,09	933,01	1,51	0,93	22,48	46,61	30,91	3553,89	3018,87
7	274,62	1303,16	1387,43	0,94	1,12	9,26	43,95	46,79	6596,76	2965,21
8	583,48	1973,49	572,55	3,47	1,07	18,64	63,06	18,30	2700,81	3129,53
9	158,60	985,72	855,54	1,15	0,83	7,93	49,29	42,78	2574,31	1999,86
10	105,28	1606,76	908,10	1,77	0,93	4,02	61,32	34,66	4658,67	2620,14
11	821,44	988,22	1585,21	0,62	0,82	24,20	29,11	46,69	4174,90	3394,87
12	72,93	543,54	1857,66	0,29	0,90	2,95	21,97	75,08	6003,74	2474,14
13	420,25	943,61	2013,07	0,47	0,80	12,44	27,94	59,61	4585,06	3376,93
14	606,75	240,98	283,11	0,85	0,79	53,65	21,31	25,04	1409,99	1130,85
15	586,98	1543,01	1426,65	1,08	1,00	16,50	43,38	40,11	4717,47	3556,64
16	456,37	563,24	460,96	1,22	0,88	30,82	38,04	31,13	1477,88	1480,57
17	128,21	555,29	1967,76	0,28	1,03	4,84	20,94	74,22	8233,71	2651,26
18	1912,76	4641,09	1789,47	2,59	1,02	22,93	55,63	21,45	7175,54	8343,32
19	620,07	3789,63	5272,09	0,72	0,98	6,40	39,14	54,45	15831,70	9681,79
20	1152,34	1489,59	741,80	2,01	0,85	34,06	44,02	21,92	1786,71	3383,73
\bar{X}	796,83	1991,97	1986,09	1,24	0,93	19,40	37,03	43,57	6716,28	4774,89
SD	818,62	2043,09	2036,33	1,24	0,93	19,44	36,71	43,84	6902,95	4898,04
Med	840,41	2094,21	2086,56	1,24	0,93	19,49	36,40	44,11	7089,62	5021,19

Vysvětlivky k tabulce 14:

Pro. = proband

Power LF = spektrální výkon komponenty LF (low frequency) v ms^2

Power HF = spektrální výkon komponenty HF (high frequency) v ms^2

Power VLF = spektrální výkon komponenty VLF (very low frequency) v ms^2

LF/HF = poměr výkonů spektrálních komponent LF/HF

R-R = délka R-R intervalů v ms

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

Relativní VLF = relativní spektrální výkon složky VLF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

MSSD = průměr druhých mocnin diferencí po sobě jdoucích R-R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Med = medián

Tabulka 15. Přehled sledovaných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů kontrolní skupiny po lehu bez aplikace relaxačního programu AVS v pozici stoj

Pro.	Power VLF	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. VLF	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	639,02	1144,48	207,43	5,52	0,69	32,10	57,48	10,42	612,96	1990,92
2	126,01	330,70	115,83	2,87	0,77	22,01	57,76	20,23	604,22	572,53
3	459,14	3510,49	448,93	7,83	0,70	10,39	79,45	10,16	1751,55	4418,56
4	531,89	4791,42	821,83	5,88	0,84	8,66	77,97	13,37	3998,96	6145,14
5	85,12	294,21	88,00	3,35	0,65	18,21	62,96	18,83	174,29	467,34
6	321,43	2746,38	374,82	7,33	0,75	9,34	79,78	10,89	1372,39	3442,63
7	759,53	1651,73	439,09	3,76	0,90	26,65	57,95	15,40	2026,33	2850,35
8	264,72	4111,55	136,59	30,11	0,75	5,87	91,11	3,03	992,24	4512,86
9	130,14	1001,85	243,95	4,11	0,70	9,46	72,81	17,73	807,47	1375,95
10	542,84	2165,92	307,78	7,04	0,76	18,00	71,80	10,20	989,12	3016,54
11	751,12	3230,88	813,03	3,97	0,67	15,66	67,38	16,96	2439,31	4795,04
12	317,31	2133,29	421,07	5,06	0,80	11,05	74,29	14,66	1677,43	2871,66
13	234,07	1437,09	459,69	3,12	0,71	10,98	67,44	21,57	1273,61	2130,84
14	481,54	1238,64	320,08	3,93	0,69	23,60	60,71	15,69	816,29	2040,27
15	736,65	2258,16	762,61	2,96	0,81	19,61	60,10	20,30	1881,04	3757,41
16	53,39	455,56	88,60	5,14	0,73	8,94	76,24	14,83	321,44	597,55
17	399,27	1290,47	608,47	2,12	0,85	17,37	56,15	26,48	1869,05	2298,22
18	112,85	3321,52	280,66	11,85	0,77	3,04	89,41	7,55	1597,55	3715,04
19	437,28	2862,49	437,62	6,54	0,78	11,70	76,59	11,71	1342,51	3737,39
20	78,89	783,87	114,29	7,23	0,67	8,07	80,23	11,70	333,34	977,05
\bar{X}	373,11	2038,04	374,52	6,49	0,75	14,54	70,88	14,59	1344,06	2785,66
SD	237,25	1297,52	233,64	6,01	0,07	7,51	10,67	5,43	887,29	1561,98
Med	360,35	1892,51	347,45	5,10	0,75	11,38	72,31	14,75	1308,06	2861,01

Vysvětlivky k tabulce 15:

Pro. = proband

Power LF = spektrální výkon komponenty LF (low frequency) v ms^2

Power HF = spektrální výkon komponenty HF (high frequency) v ms^2

Power VLF = spektrální výkon komponenty VLF (very low frequency) v ms^2

LF/HF = poměr výkonů spektrálních komponent LF/HF

R-R = délka R-R intervalů v ms

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

Relativní VLF = relativní spektrální výkon složky VLF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

MSSD = průměr druhých mocnin diferencí po sobě jdoucích R-R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Med = medián

Tabulka 16. Přehled sledovaných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů kontrolní skupiny po lehu bez aplikace relaxačního programu AVS v pozici leh 2

Pro.	Power VLF	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. VLF	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	198,81	421,15	249,47	1,68	0,82	22,87	48,44	28,69	788,22	869,44
2	396,87	338,90	723,27	0,47	0,94	27,20	23,23	49,57	2254,78	1459,03
3	433,42	2340,10	1116,57	2,10	0,87	11,14	60,16	28,70	3639,97	3890,09
4	317,40	3317,40	2611,45	1,27	0,95	5,08	53,11	41,81	7636,39	6246,25
5	1468,72	976,04	349,36	2,77	0,78	52,56	34,93	12,50	1491,53	2794,13
6	435,10	2741,81	1381,78	1,99	0,95	9,54	60,14	30,31	4779,44	4558,68
7	606,52	632,76	1095,79	0,58	1,16	25,97	27,10	46,93	5963,56	2335,08
8	116,69	178,10	320,27	0,55	1,07	18,97	28,96	52,07	1430,74	615,05
9	216,72	610,86	841,71	0,74	0,82	12,98	36,59	50,42	4145,83	1669,30
10	728,37	4177,66	2429,99	1,72	0,94	9,93	56,95	33,12	11052,36	7336,02
11	528,28	1456,52	1261,13	1,16	0,86	16,28	44,87	38,85	6748,61	3245,93
12	1742,07	1209,36	3244,25	0,37	0,90	28,12	19,52	52,36	9770,44	6195,68
13	276,15	397,47	735,34	0,54	0,77	19,60	28,21	52,19	2840,88	1408,96
14	922,33	639,96	733,95	0,87	0,84	40,17	27,87	31,96	2289,77	2296,24
15	1049,31	1283,48	1458,67	0,89	1,04	27,68	33,85	38,47	5194,69	3791,46
16	207,71	213,32	406,01	0,53	0,92	25,11	25,79	49,09	1426,60	827,04
17	854,26	1245,24	4105,98	0,30	1,04	13,77	20,07	66,17	17145,27	6205,48
18	383,02	2676,10	1445,94	1,85	1,06	8,50	59,40	32,10	6177,71	4505,06
19	268,64	1571,38	2879,90	0,55	1,02	5,69	33,29	61,02	12993,16	4719,92
20	705,78	791,11	778,91	1,01	0,96	31,01	34,76	34,23	2470,01	2275,80
\bar{X}	592,81	1360,94	1408,49	1,10	0,94	20,61	37,86	41,53	5512,00	3362,23
SD	434,95	1126,48	1082,42	0,70	0,11	12,10	13,90	12,93	4365,14	2045,08
Med	434,26	1092,70	1106,18	0,88	0,94	19,29	34,31	40,33	4462,64	3020,03

Vysvětlivky k tabulce 16:

Pro. = proband

Power LF = spektrální výkon komponenty LF (low frequency) v ms^2

Power HF = spektrální výkon komponenty HF (high frequency) v ms^2

Power VLF = spektrální výkon komponenty VLF (very low frequency) v ms^2

LF/HF = poměr výkonů spektrálních komponent LF/HF

R-R = délka R-R intervalů v ms

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

Relativní VLF = relativní spektrální výkon složky VLF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

MSSD = průměr druhých mocnin diferencí po sobě jdoucích R-R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Med = medián

Tabulka 17. Přehled hodnot vybraných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů kontrolní skupiny v pozici leh 2 před lehem bez aplikace relaxačního programu AVS a v pozici leh 2 po lehu bez aplikace relaxačního programu AVS

Pro.	Leh 2	Power VLF	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. VLF	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	Před	338,93	462,58	302,75	1,53	0,84	30,69	41,89	27,42	745,12	1104,27
1	Po	198,81	421,15	249,47	1,68	0,82	22,87	48,44	28,69	788,22	869,44
2	Před	299,82	1241,21	1125,33	1,10	0,95	11,24	46,55	42,20	4392,56	2666,36
2	Po	396,87	338,90	723,27	0,47	0,94	27,20	23,23	49,57	2254,78	1459,03
3	Před	324,57	2147,50	761,42	2,82	0,80	10,04	66,41	23,55	2560,68	3233,49
3	Po	433,42	2340,10	1116,57	2,10	0,87	11,14	60,16	28,70	3639,97	3890,09
4	Před	608,92	3027,65	2816,64	1,07	1,02	9,44	46,92	43,65	10264,19	6453,21
4	Po	317,40	3317,40	2611,45	1,27	0,95	5,08	53,11	41,81	7636,39	6246,25
5	Před	405,39	455,66	460,48	0,99	0,83	30,68	34,48	34,84	1267,70	1321,53
5	Po	1468,72	976,04	349,36	2,77	0,78	52,56	34,93	12,50	1491,53	2794,13
6	Před	110,71	2150,05	1518,61	1,42	0,99	2,93	56,89	40,18	6065,11	3779,38
6	Po	435,10	2741,81	1381,78	1,99	0,95	9,54	60,14	30,31	4779,44	4558,68
7	Před	572,44	1912,05	2257,90	0,85	1,14	12,07	40,32	47,61	9553,04	4742,39
7	Po	606,52	632,76	1095,79	0,58	1,16	25,97	27,10	46,93	5963,56	2335,08
8	Před	57,19	1025,55	436,52	2,35	1,00	3,76	67,50	28,73	1819,39	1519,26
8	Po	116,69	178,10	320,27	0,55	1,07	18,97	28,96	52,07	1430,74	615,05
9	Před	619,89	1787,76	1410,14	1,27	0,87	16,24	46,83	36,94	3875,98	3817,79
9	Po	216,72	610,86	841,71	0,74	0,82	12,98	36,59	50,42	4145,83	1669,30
10	Před	2155,88	3038,30	2067,57	1,48	0,92	29,69	41,84	28,47	7341,02	7261,75
10	Po	728,37	4177,66	2429,99	1,72	0,94	9,93	56,95	33,12	11052,36	7336,02
11	Před	305,64	2224,63	3970,98	0,56	0,84	4,70	34,22	61,08	10797,30	6501,25
11	Po	528,28	1456,52	1261,13	1,16	0,86	16,28	44,87	38,85	6748,61	3245,93
12	Před	163,26	875,36	873,85	1,00	0,87	8,54	45,77	45,69	5947,74	1912,47
12	Po	1742,07	1209,36	3244,25	0,37	0,90	28,12	19,52	52,36	9770,44	6195,68
13	Před	792,71	2090,02	1273,65	1,65	0,75	19,07	50,28	30,64	3313,93	4156,38
13	Po	276,15	397,47	735,34	0,54	0,77	19,60	28,21	52,19	2840,88	1408,96
14	Před	97,55	161,22	425,32	0,38	0,86	14,26	23,57	62,17	1213,49	684,08
14	Po	922,33	639,96	733,95	0,87	0,84	40,17	27,87	31,96	2289,77	2296,24
15	Před	443,08	1158,41	1129,41	1,02	1,02	16,22	42,42	41,36	4761,46	2730,90
15	Po	1049,31	1283,48	1458,67	0,89	1,04	27,68	33,85	38,47	5194,69	3791,46
16	Před	223,92	661,15	544,61	1,21	0,88	15,66	46,24	38,09	1504,66	1429,68
16	Po	207,71	213,32	406,01	0,53	0,92	25,11	25,79	49,09	1426,60	827,04
17	Před	166,09	49,61	764,33	0,06	0,90	16,95	5,06	77,99	3505,01	980,03
17	Po	854,26	1245,24	4105,98	0,30	1,04	13,77	20,07	66,17	17145,27	6205,48
18	Před	812,20	2678,63	2161,99	1,24	1,01	14,37	47,39	38,25	7686,65	5652,82
18	Po	383,02	2676,10	1445,94	1,85	1,06	8,50	59,40	32,10	6177,71	4505,06
19	Před	937,95	591,36	4801,81	0,12	0,93	14,81	9,34	75,84	15758,70	6331,11
19	Po	268,64	1571,38	2879,90	0,55	1,02	5,69	33,29	61,02	12993,16	4719,92
20	Před	310,80	1177,40	881,32	1,33	0,86	13,12	49,69	37,19	2118,87	2369,52
20	Po	705,78	791,11	778,91	1,01	0,96	31,01	34,76	34,23	2470,01	2275,80

Vysvětlivky k tabulce 17:

Pro. = proband

Power LF = spektrální výkon komponenty LF (low frequency) v ms^2

Power HF = spektrální výkon komponenty HF (high frequency) v ms^2

Power VLF = spektrální výkon komponenty VLF (very low frequency) v ms^2

LF/HF = poměr spektrálních komponent LF/HF

R-R = délka R-R intervalů v ms

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

Relativní VLF = relativní spektrální výkon složky VLF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

MSSD = průměr druhých mocnin diferencí po sobě jdoucích R-R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

Tabulka 18. Hodnocení subjektivního stavu (míry duševního napětí ~ stresu) pomocí vizuální analogové škály (v cm) u výzkumné skupiny před a po aplikaci relaxačního programu AVS

Číslo probanda	Před	Po	Rozdíl	Tendence
1	5,60	5,50	0,10	-
2	6,10	6,30	0,20	+
3	4,60	3,90	0,70	-
4	5,80	4,80	1,00	-
5	5,90	5,10	0,80	-
6	6,40	6,00	0,40	-
7	4,50	5,10	0,60	+
8	6,30	5,80	0,50	-
9	5,80	4,90	0,90	-
10	5,60	5,10	0,50	-
11	7,10	7,40	0,30	+
12	6,90	6,10	0,80	-
13	5,40	5,80	0,40	+
14	5,60	4,90	0,70	-
15	6,30	6,20	0,10	-
16	5,10	4,80	0,30	-
17	6,20	5,50	0,70	-
18	7,30	5,90	1,40	-
19	6,80	6,60	0,20	-
20	5,30	5,80	0,50	+
\bar{X}	5,93	5,58	0,56	
SD	0,76	0,78	0,33	
Med	5,85	5,65	0,50	

Vysvětlivky k tabulce 18:

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Med = medián

+ tendence k nárůstu hodnot = nárůst duševního napětí (5)

- tendence k poklesu hodnot = pokles duševního napětí (15)

p = hladina statistické významnosti (zvoleno $p < 0,05$)

Statistické zpracování: znaménkový test, $p = 0,013$

Tabulka 19. Hodnocení subjektivního stavu (míry duševního napětí ~ stresu) pomocí vizuální analogové škály (v cm) u kontrolní skupiny před a po lehu bez aplikace relaxačního programu AVS

Číslo probanda	Před	Po	Rozdíl	Tendence
1	6,30	6,80	0,50	+
2	5,80	6,70	0,90	+
3	5,60	5,20	0,40	-
4	6,10	6,60	0,50	+
5	6,70	6,50	0,20	-
6	5,90	6,10	0,20	+
7	4,80	6,30	1,50	+
8	5,50	6,40	0,90	+
9	5,60	7,50	1,90	+
10	6,20	5,80	0,40	-
11	6,70	6,60	0,10	-
12	6,40	5,50	0,90	-
13	6,40	7,20	0,80	+
14	6,20	5,10	1,10	-
15	5,70	5,30	0,40	-
16	6,30	7,10	0,80	+
17	6,10	4,80	1,30	-
18	6,10	6,70	0,60	+
19	6,30	6,80	0,50	+
20	5,40	6,10	0,70	+
\bar{X}	6,01	6,26	0,73	
SD	0,47	0,75	0,46	
Med	6,10	6,45	0,65	

Vysvětlivky k tabulce 19:

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Med = medián

+ tendence k nárůstu hodnot = nárůst duševního napětí (12)

- tendence k poklesu hodnot = pokles duševního napětí (8)

p = hladina statistické významnosti (zvoleno $p < 0,05$)

Statistické zpracování: znaménkový test, $p = 0,172$

Tabulka 20. Hodnocení převahy autonomního systému pomocí Dotazníku autonomních funkcí (DAF)

Číslo probanda	A	B	C
1	4	6	6
2	7	6	3
3	6	5	5
4	7	5	4
5	8	4	4
6	4	9	3
7	4	7	5
8	5	7	4
9	9	6	1
10	7	7	2
11	5	6	5
12	6	4	6
13	5	7	4
14	6	5	5
15	6	7	3
16	8	4	4
17	5	7	4
18	7	6	3
19	5	6	5
20	6	7	3
\bar{X}	6,00	6,05	3,95
SD	1,41	1,28	1,28
Med	6,00	6,00	4,00

Vysvětlivky k tabulce 20:

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Med = medián

A – počet zatržení odpovědi A v DAF (značí převahu sympatiku)

B – počet zatržení odpovědi B v DAF (značí převahu parasympatiku)

C – počet zatržení odpovědi C v DAF (značí kombinaci sympatiku a parasympatiku)

Poměr A: B = 6: 6,05

Tabulka 21. Přehled hodnot komplexního ukazatele „Vagotonie“ u výzkumné skupiny v porovnání zkoušky leh – stoj – leh 2 před a po aplikaci relaxačního programu audiovizuální stimulace

Číslo probanda	Vagotonie-před	Vagotonie-po
1	-0,73	-0,91
2	-2,04	-1,01
3	0,09	2,90
4	2,32	3,31
5	-2,70	0,64
6	1,66	2,79
7	-0,05	0,05
8	-3,05	-1,60
9	-0,27	2,40
10	-1,20	2,05
11	2,53	1,04
12	0,91	2,24
13	0,52	1,05
14	-3,24	-0,29
15	0,65	0,54
16	-2,47	-0,86
17	-1,33	-0,26
18	-0,08	3,29
19	1,57	2,15
20	-1,22	-0,66
\bar{X}	-0,41	0,94
SD	1,75	1,60
Med	-0,17	0,84

Vysvětlivky k tabulce 21:

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Med = medián

Tabulka 22. Přehled hodnot komplexního ukazatele „Vagotonie“ u kontrolní skupiny v porovnání zkoušky leh – stoj – leh 2 před a po lehu bez aplikace relaxačního programu audiovizuální stimulace

Číslo probanda	Vagotonie-před	Vagotonie-po
1	-3,65	-1,70
2	-1,47	-1,43
3	0,44	1,52
4	2,88	2,76
5	-1,81	-1,80
6	0,75	1,61
7	2,26	0,24
8	-1,95	-1,21
9	0,44	0,13
10	2,53	2,06
11	3,08	1,83
12	-0,39	2,63
13	1,87	0,73
14	-2,04	0,58
15	0,62	1,54
16	-1,61	-2,26
17	-2,37	2,25
18	1,71	1,08
19	1,09	2,32
20	-0,85	-1,02
\bar{X}	0,08	0,59
SD	1,97	1,63
Med	0,44	0,90

Vysvětlivky k tabulce 22:

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Med = medián

Tabulka 23. Porovnání vybraných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů výzkumné skupiny v pozici leh 2 před aplikací relaxačního programu AVS a v pozici leh 2 po aplikaci relaxačního programu AVS

Parametr	\bar{X} před	SD před	Med před	\bar{X} po	SD po	Med po	p
Power VLF	326,54	313,03	233,14	665,23	537,64	525,77	*0,012
Power LF	1091,00	830,34	918,46	1366,54	903,92	1284,87	0,057
Power HF	1009,04	855,74	800,36	1587,57	1183,76	1053,26	*0,008
LF/HF	1,34	0,82	1,29	1,02	0,57	0,86	0,126
RR	0,87	0,08	0,88	0,91	0,06	0,90	*0,005
Rel. VLF	15,76	10,61	13,40	19,98	10,92	18,56	0,247
Rel. LF	43,82	14,00	49,56	37,31	10,16	36,94	0,057
Rel. HF	40,42	14,66	39,08	42,71	13,11	41,94	0,588
MSSD	3576,41	3145,07	2533,71	5437,96	4064,06	4576,85	*0,004
Total power	2426,58	1675,11	1886,10	3619,34	2182,43	2858,59	*0,002

Vysvětlivky k tabulce 23:

Power LF = spektrální výkon komponenty LF (low frequency) v ms^2

Power HF = spektrální výkon komponenty HF (high frequency) v ms^2

Power VLF = spektrální výkon komponenty VLF (very low frequency) v ms^2

LF/HF = poměr spektrálních komponent LF/HF

R-R = délka R-R intervalů v ms

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

Relativní VLF = relativní spektrální výkon složky VLF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

MSSD = průměr druhých mocnin diferencí po sobě jdoucích R-R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

\bar{X} = aritmetický průměr

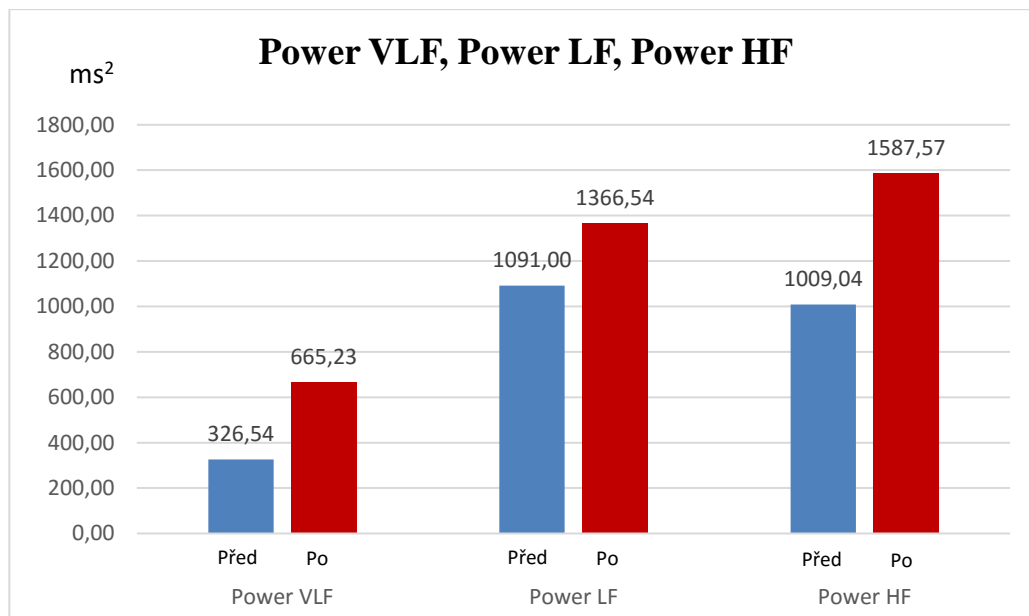
SD = směrodatná odchylka

Med = medián

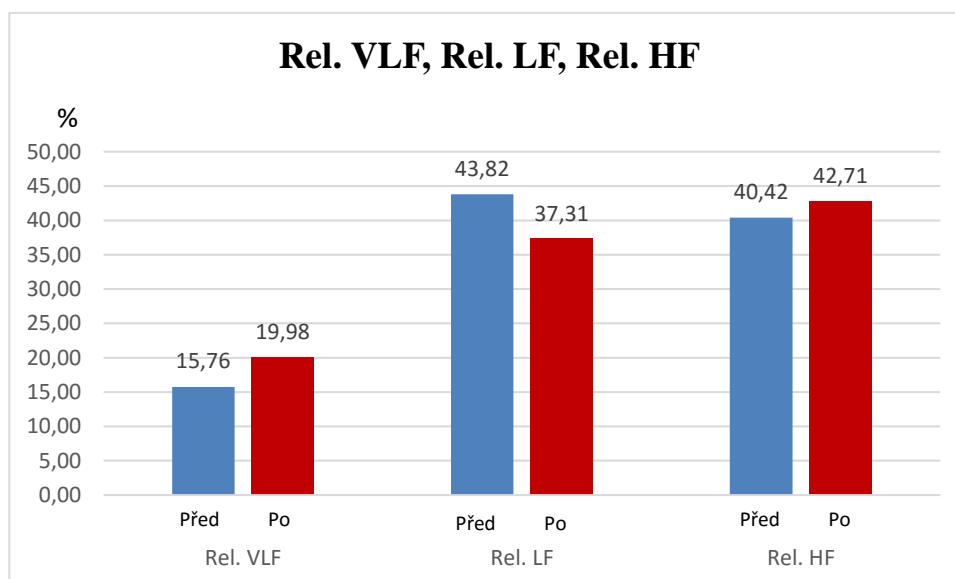
p = hladina statistické významnosti, * = $p < 0,05$

Statistické zpracování: Wilcoxonův test

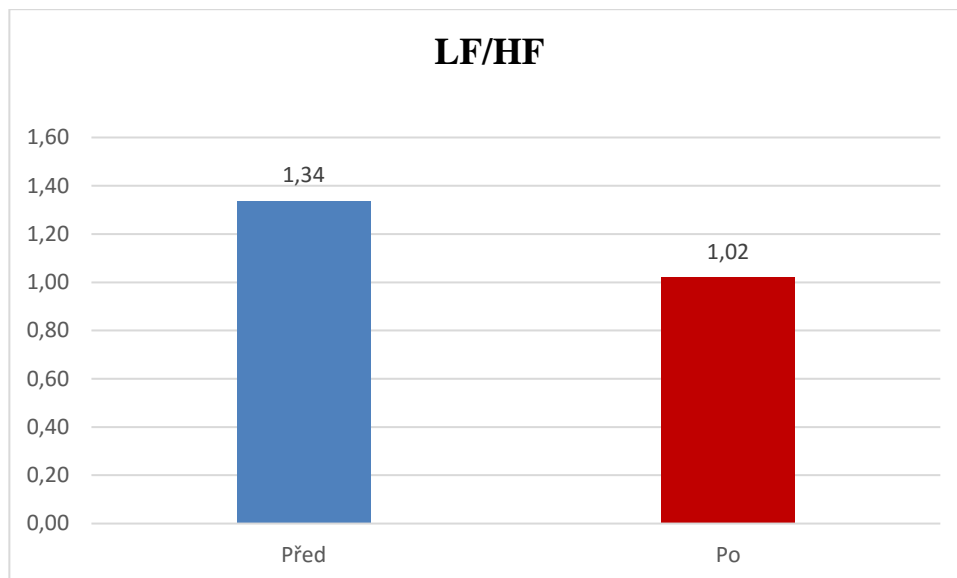
Graf 1. Grafické porovnání ukazatelů Power VLF, Power LF a Power HF u výzkumné skupiny v pozici leh 2 před aplikací relaxačního programu AVS a v pozici leh 2 po aplikaci relaxačního programu AVS



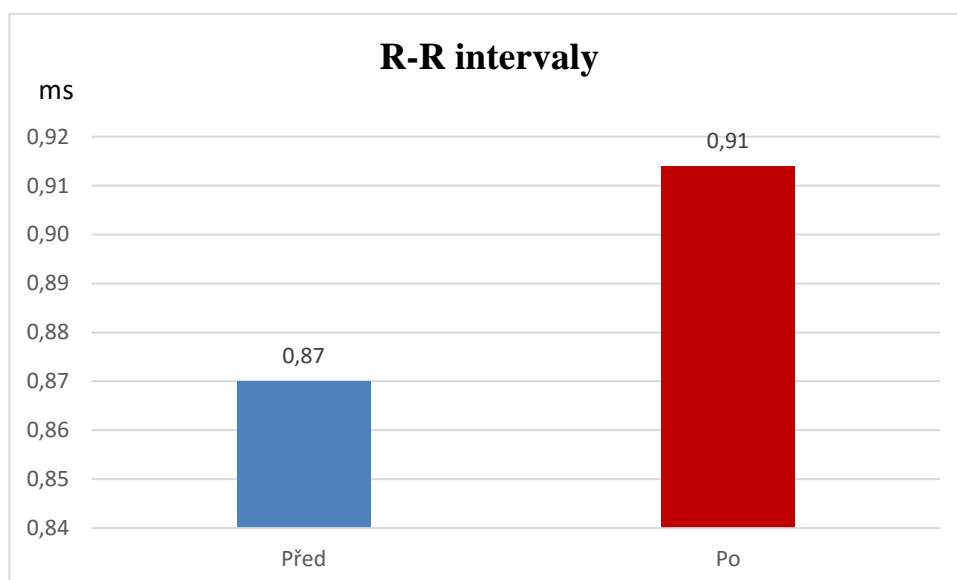
Graf 2. Grafické porovnání ukazatelů Rel. VLF, Rel. LF a Rel. HF u výzkumné skupiny v pozici leh 2 před aplikací relaxačního programu AVS a v pozici leh 2 po aplikaci relaxačního programu AVS



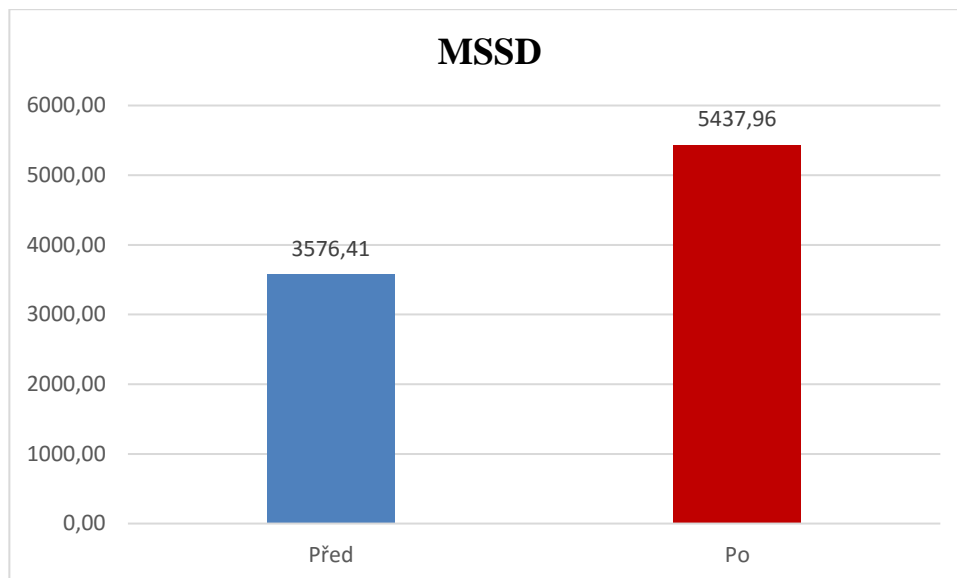
Graf 3. Grafické porovnání ukazatele poměru LF/HF u výzkumné skupiny v pozici leh 2 před aplikací relaxačního programu AVS a v pozici leh 2 po aplikaci relaxačního programu AVS



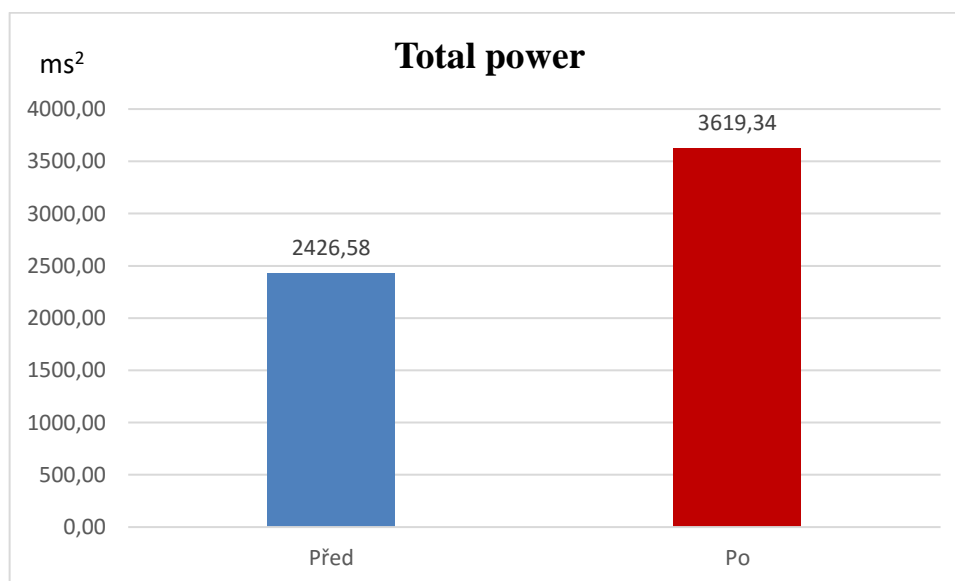
Graf 4. Grafické porovnání časového ukazatele R-R intervaly u výzkumné skupiny v pozici leh 2 před aplikací relaxačního programu AVS a v pozici leh 2 po aplikaci relaxačního programu AVS



Graf 5. Grafické porovnání časového ukazatele MSSD u výzkumné skupiny v pozici leh 2 před aplikací relaxačního programu AVS a v pozici leh 2 po aplikaci relaxačního programu AVS



Graf 6. Grafické porovnání ukazatele Total power u výzkumné skupiny v pozici leh 2 před aplikací relaxačního programu AVS a v pozici leh 2 po aplikaci relaxačního programu AVS



Tabulka 24. Porovnání vybraných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů kontrolní skupiny v pozici leh 2 před lehem bez aplikace relaxačního programu AVS a v pozici leh 2 po lehu bez aplikace relaxačního programu AVS

Parametr	\bar{X} před	SD před	Med před	\bar{X} po	SD po	Med po	p
Power VLF	487,35	466,70	331,75	592,81	434,95	434,26	0,455
Power LF	1445,81	931,70	1209,31	1360,94	1126,48	1092,70	0,765
Power HF	1499,23	1213,69	1127,34	1408,49	1082,42	1106,18	0,279
LF/HF	1,17	0,66	1,16	1,10	0,70	0,88	0,478
RR	0,91	0,09	0,89	0,94	0,11	0,94	0,135
Rel. VLF	14,72	8,05	14,32	20,61	12,10	19,29	*0,052
Rel. LF	42,18	15,59	46,01	37,86	13,90	34,31	0,351
Rel. HF	43,09	15,23	39,22	41,53	12,93	40,33	0,709
MSSD	5224,63	3981,84	4134,27	5512,00	4365,14	4462,64	0,681
Total power	3432,38	2111,64	2982,20	3362,23	2045,08	3020,03	0,526

Vysvětlivky k tabulce 24:

Power LF = spektrální výkon komponenty LF (low frequency) v ms^2

Power HF = spektrální výkon komponenty HF (high frequency) v ms^2

Power VLF = spektrální výkon komponenty VLF (very low frequency) v ms^2

LF/HF = poměr spektrálních komponent LF/HF

R-R = délka R-R intervalů v ms

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

Relativní VLF = relativní spektrální výkon složky VLF v % (vztaženo k celkovému výkonu)

MSSD = průměr druhých mocnin diferencí po sobě jdoucích R-R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

\bar{X} = aritmetický průměr

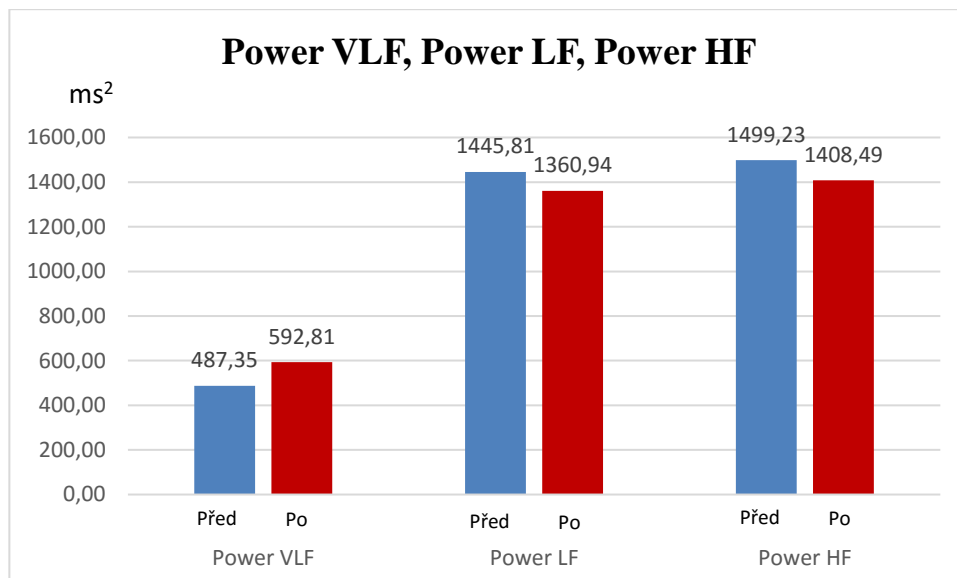
SD = směrodatná odchylka

Med = medián

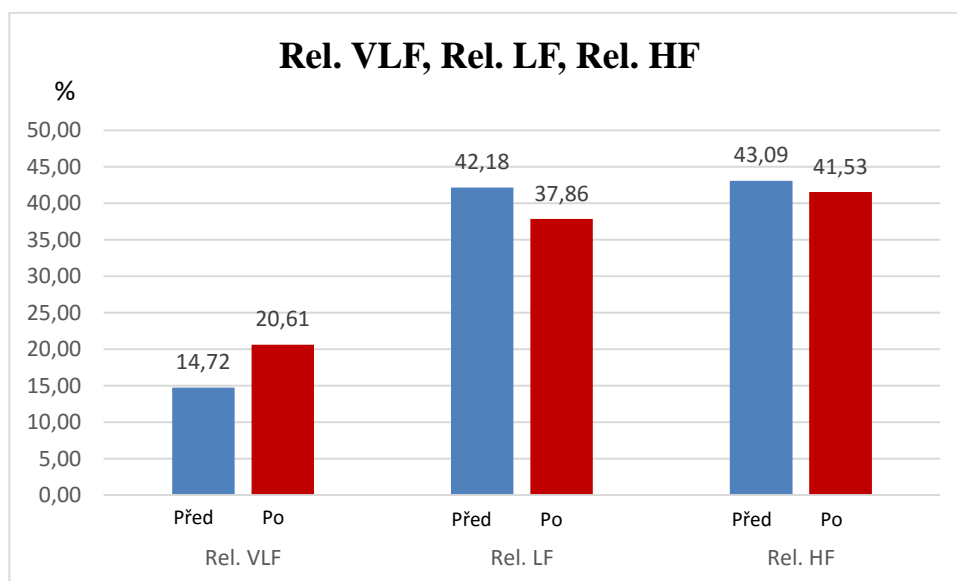
p = hladina statistické významnosti, * = $p < 0,05$

Statistické zpracování: Wilcoxonův test

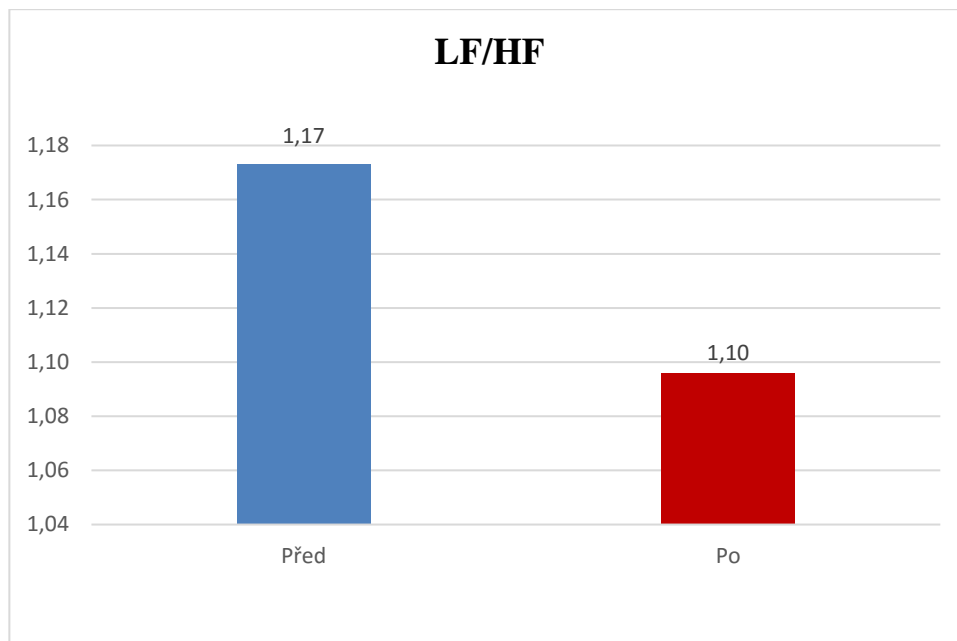
Graf 7. Grafické porovnání ukazatelů Power VLF, Power LF a Power HF u kontrolní skupiny v pozici leh 2 před lehem bez aplikace relaxačního programu AVS a v pozici leh 2 po lehu bez aplikace relaxačního programu AVS



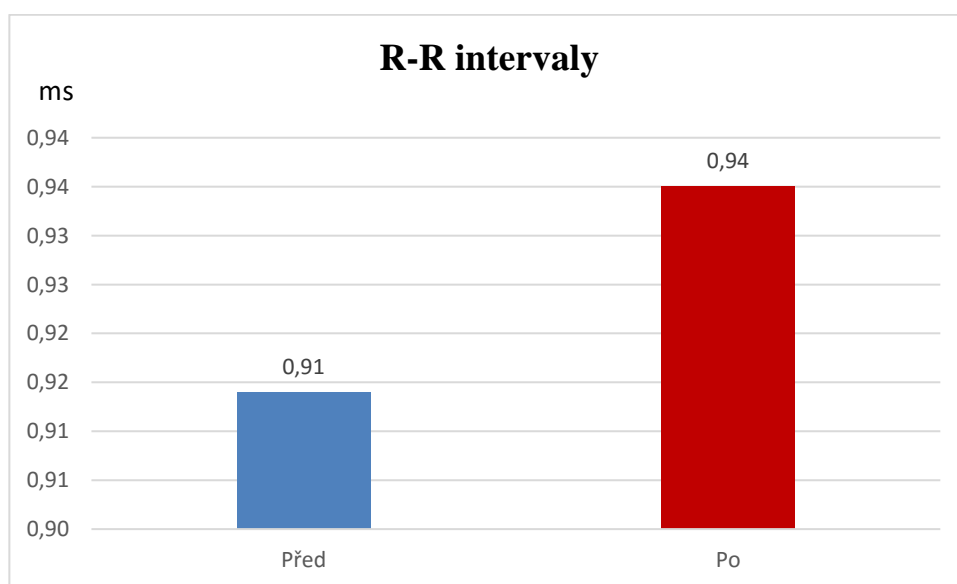
Graf 8. Grafické porovnání ukazatelů Rel. VLF, Rel. LF a Rel. HF u kontrolní skupiny v pozici leh 2 před lehem bez aplikace relaxačního programu AVS a v pozici leh 2 po lehu bez aplikace relaxačního programu AVS



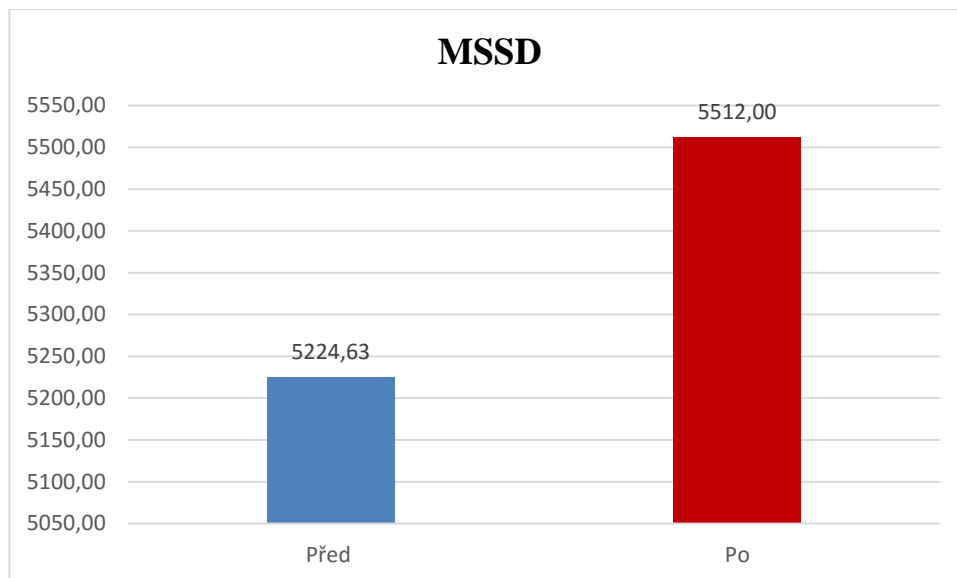
Graf 9. Grafické porovnání ukazatele poměru LF/HF u kontrolní skupiny v pozici leh 2 před lehem bez aplikace relaxačního programu AVS a v pozici leh 2 po lehu bez aplikace relaxačního programu AVS



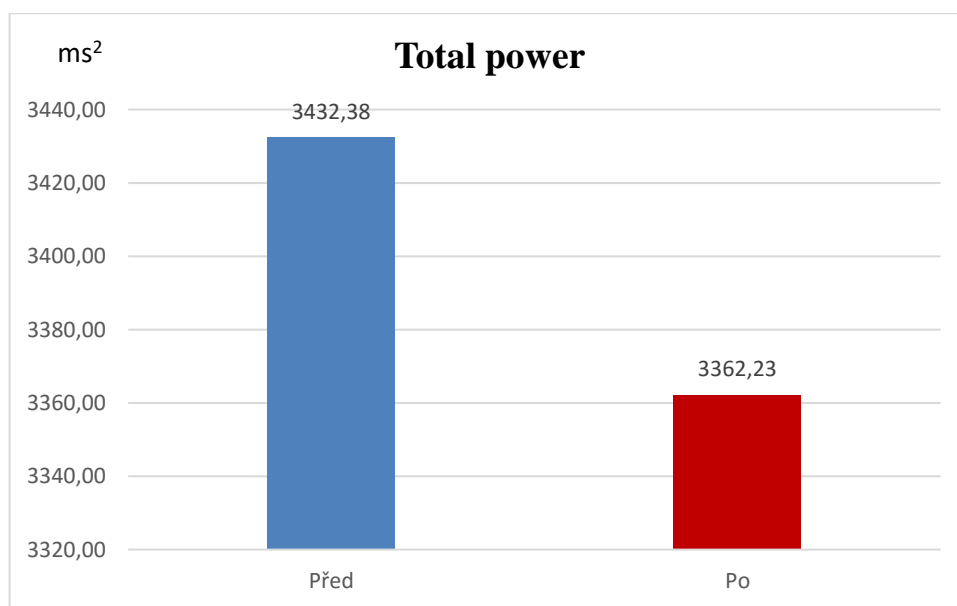
Graf 10. Grafické porovnání časového ukazatele R-R intervaly u kontrolní skupiny v pozici leh 2 před lehem bez aplikace relaxačního programu AVS a v pozici leh 2 po lehu bez aplikace relaxačního programu AVS



Graf 11. Grafické porovnání časového ukazatele MSSD u kontrolní skupiny v pozici leh 2 před lehem bez aplikace relaxačního programu AVS a v pozici leh 2 po lehu bez aplikace relaxačního programu AVS



Graf 12. Grafické porovnání ukazatele Total power u kontrolní skupiny v pozici leh 2 před lehem bez aplikace relaxačního programu AVS a v pozici leh 2 po lehu bez aplikace relaxačního programu AVS



Tabulka 25. Porovnání hodnot komplexního ukazatele „Vagotonie“ u výzkumné skupiny v porovnání zkoušky leh – stoj – leh 2 před a po aplikaci relaxačního programu AVS

Parametr	\bar{X} před	SD před	Med před	\bar{X} po	SD po	Med po	p
Vagotonie	-0,41	1,75	0,17	0,94	1,60	0,84	*0,001

Tabulka 26. Porovnání hodnot komplexního ukazatele „Vagotonie“ u kontrolní skupiny v porovnání zkoušky leh – stoj – leh 2 před a po lehu bez aplikace relaxačního programu AVS

Parametr	\bar{X} před	SD před	Med před	\bar{X} po	SD po	Med po	p
Vagotonie	0,08	1,97	0,44	0,59	1,63	0,90	0,313

Vysvětlivky k tabulkám 25 a 26:

\bar{X} = aritmetický průměr

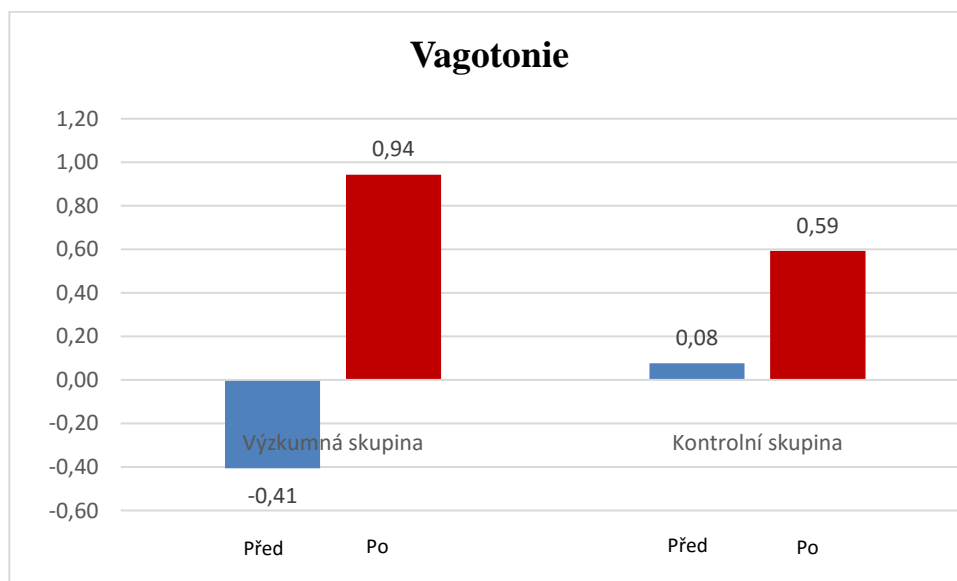
SD = směrodatná odchylka

Med = medián

p = hladina statistické významnosti, * = p < 0,05

Statistické zpracování: Wilcoxonův test

Graf 13. Grafické porovnání hodnot komplexního ukazatele „Vagotonie“ u výzkumné i kontrolní skupiny



12 PŘÍLOHY

PŘÍLOHA 1: Obrázek 1: Periferní část autonomního nervového systému

PŘÍLOHA 2: Obrázek 2: Schematické porovnání somatického a autonomního nervstva,
mediátory autonomního nervového systému

PŘÍLOHA 3: Obrázek 3: Účinky sympatiku a parasympatiku na efekторы

PŘÍLOHA 4: Obrázek 4: Zobrazení záznamu variabilit srdeční frekvence formou
sloupkového grafu

PŘÍLOHA 5: Obrázek 5: 3D zobrazení záznamu variability srdeční frekvence u zdravého
člověka ve zkoušce leh stoj leh 2

PŘÍLOHA 6: Obrázek 6: Mikropočítačový diagnostický systém VarCor PF7

PŘÍLOHA 7: Obrázek 7: Audiovizuální přístroj Photosonix Muse s příslušenstvím

PŘÍLOHA 8: Obrázek 8: Grafické znázornění průběhu relaxačního programu č. 7 „Čas
volna“

PŘÍLOHA 9: Obrázek 9: Proband při měření pomocí diagnostického systému VarCor PF7
(pozice ve stoji)

PŘÍLOHA 10: Obrázek 10: Proband při měření pomocí diagnostického systému VarCor PF7
(pozice v leže)

PŘÍLOHA 11: Obrázek 11: Proband při audiovizuální stimulaci

PŘÍLOHA 12: Vyjádření etické komise FTK UP

PŘÍLOHA 13: Informovaný souhlas

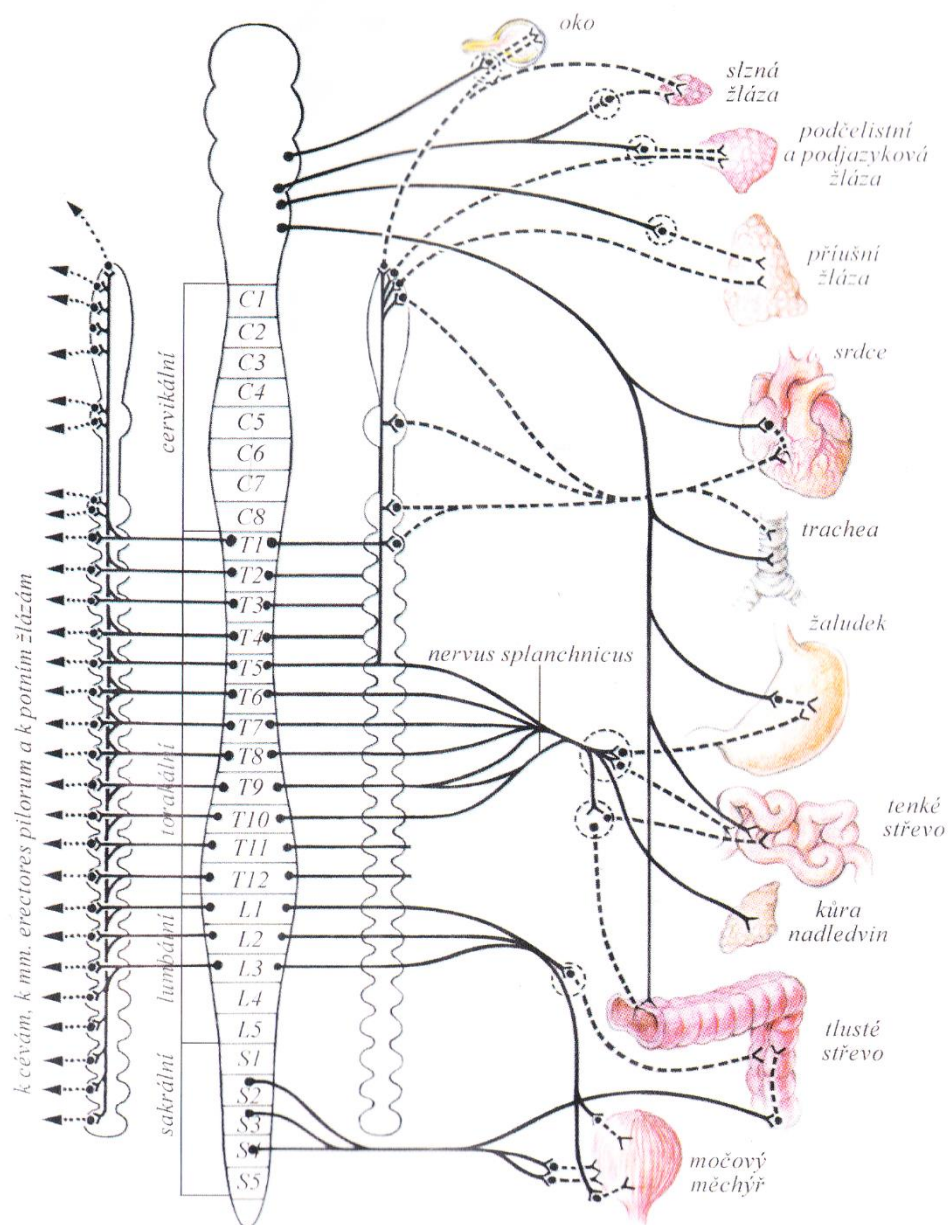
PŘÍLOHA 14: Instrukce

PŘÍLOHA 15: Anamnestický dotazník

PŘÍLOHA 16: Dotazník hodnocení subjektivního stavu před procedurou

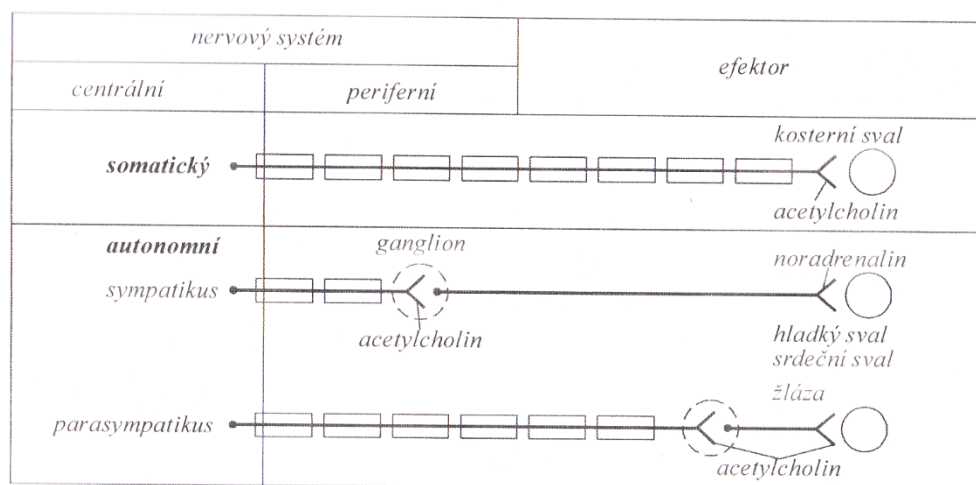
PŘÍLOHA 17: Dotazník hodnocení subjektivního stavu po proceduře

PŘÍLOHA 1



Obrázek 1: Periferní část autonomního nervového systému (Rokyta & Šťastný, 2002, 313)

PŘÍLOHA 2



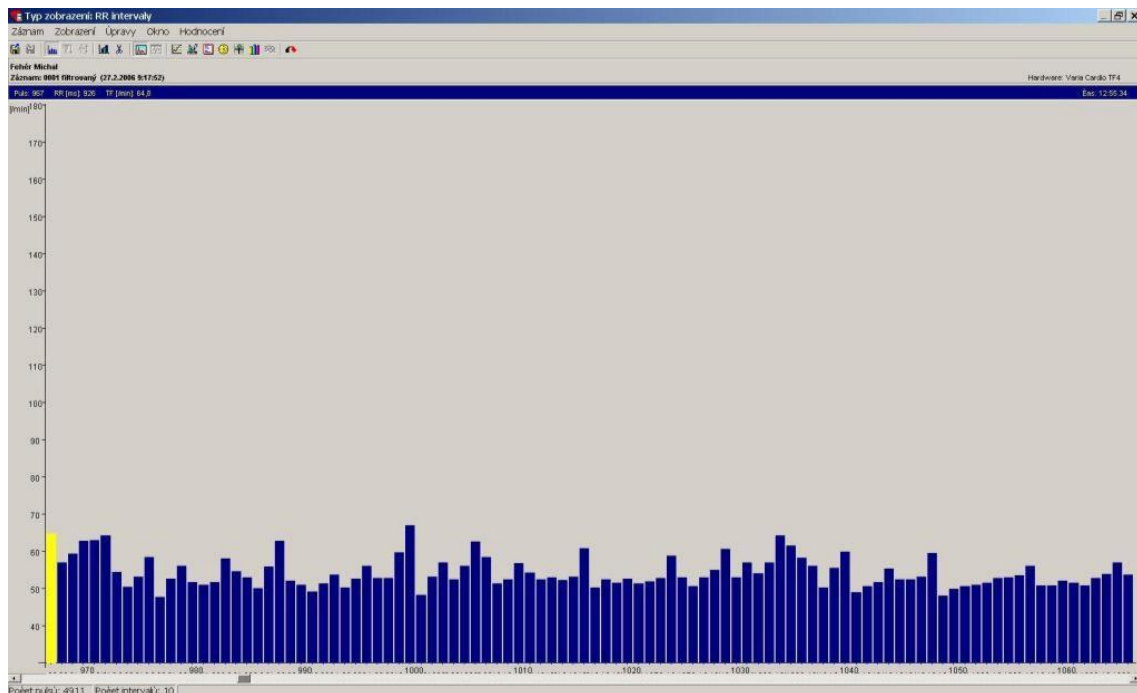
Obrázek 2: Schematické porovnání somatického a autonomního nervstva,
mediátory autonomního nervového systému (Rokyta & Šťastný, 2002, 312)

PŘÍLOHA 3

Orgán nebo soustava orgánů	Dráždění parasympatiku	Dráždění sympatiku	Adrenergní receptory
srdeční sval	pokles frekvence	zvýšení frekvence zvýšení kontrakční síly	β
krevní cévy			
arterie kůže a sliznic	0	vazokonstrikce	α
– břicha	0	vazokonstrikce	α
– kosterních svalů	0	vazokonstrikce vazokonstrikce (jen adrenalinem)	α β
– srdce (koronární cévy)	vazodilatace (?)	vazokonstrikce vazodilatace (jen adrenalinem)	α β
– genitálii	vazodilatace		
vény	0	vazokonstrikce	α
trávicí ústrojí			
– motilita	vzestup	pokles	α a β
– sfinktery	relaxace	kontrakce	α
pouzdro sleziny	0	kontrakce	α
močový měchýř			
– m. detrusor vesicae	kontrakce	relaxace	β
– trigonum vesicae (m. sphincter internus)	0	kontrakce	α
vnitřní pohlavní orgány	0	kontrakce	α
oko			
– m. dilatator pupillae	0	kontrakce (mydriáza)	α
– m. sphincter pupillae	kontrakce (mióza)	0	
– m. ciliaris	kontrakce	lehká relaxace	β
tracheální a bronchiální svaly	kontrakce	relaxace (převážně adrenalin)	β
mm. arrectores pilorum	0	kontrakce	α
exokrinní žlázy			
– slinné	silná serózní sekrece	slabá mukózní sekrece (gl. submandibularis)	α
– slzné	sekrece	0	
– trávicí	sekrece	pokles sekrece nebo 0	α
– nosohltanu	sekrece	0	
– bronchiální	sekrece	?	
– potní	0	sekrece (cholinergní)	
metabolismus			
– játra	0	glykogenolýza glukoneogeneze	β
– tukové buňky	0	lipolýza (volné mastné kyseliny v krvi zvýšeny)	β
– sekrece inzulínu (z β -buněk Langerhansových ostrůvků)	(+)	pokles	α

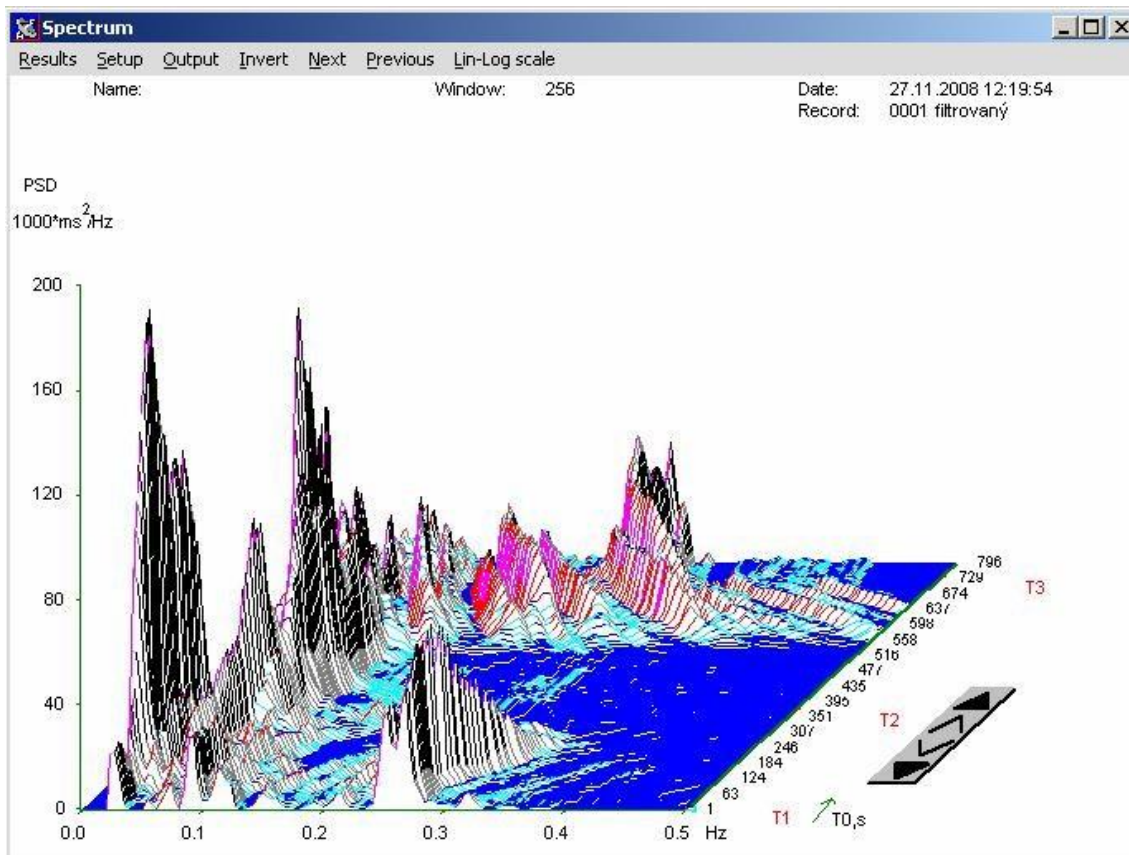
Obrázek 3: Účinky sympatiku a parasympatiku na efekty (Irmiš, 2007, 19)

PŘÍLOHA 4



Obrázek 4: Zobrazení záznamu variability srdeční frekvence formou sloupkového grafu

PŘÍLOHA 5



Obrázek 5: 3D zobrazení záznamu variability srdeční frekvence u zdravého člověka ve zkoušce leh stoj leh 2

PŘÍLOHA 6



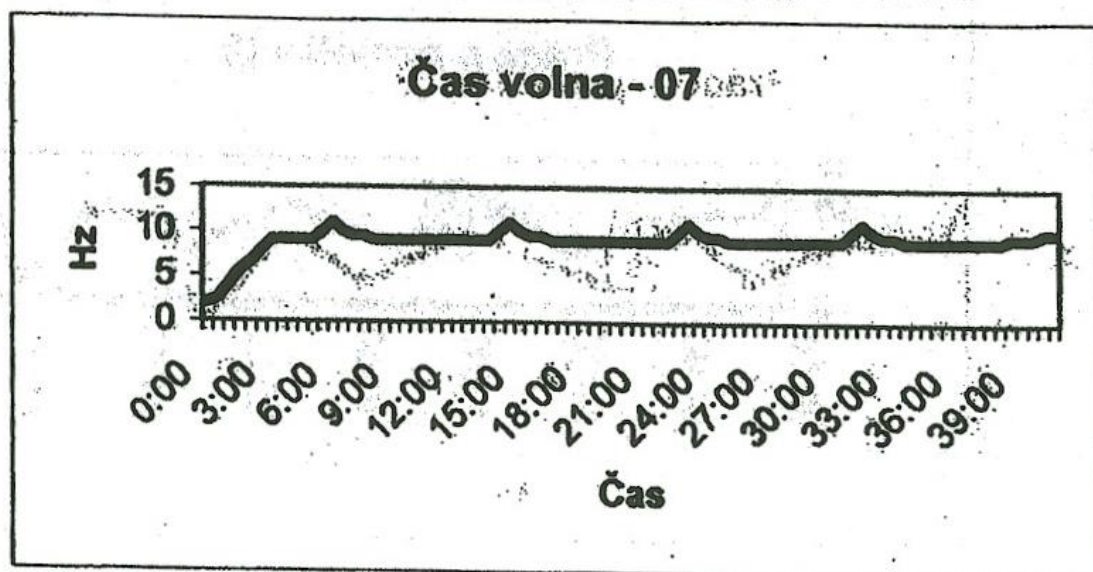
Obrázek 6: Mikropočítačový diagnostický systém VarCor PF7

PŘÍLOHA 7



Obrázek 7: Audiovizuální přístroj Photsonix Muse s příslušenstvím

PŘÍLOHA 8



Obrázek 8: Grafické znázornění průběhu relaxačního programu č. 7 „Čas volna“

PŘÍLOHA 9



Obrázek 9: Proband při měření pomocí diagnostického systému VarCor PF7 (pozice ve stoji)

PŘÍLOHA 10



Obrázek 10: Proband při měření pomocí diagnostického systému VarCor PF7 (pozice v leže)

PŘÍLOHA 11



Obrázek 11: Proband při audiovizuální stimulaci



Fakulta
tělesné kultury

Vyjádření Etické komise FTK UP

Složení komise: doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D. – předsedkyně
Mgr. Ondřej Ješina, Ph.D.
doc. MUDr. Pavel Maňák, CSc.
Mgr. Filip Neuls, Ph.D.
Mgr. Michal Kudláček, Ph.D.
doc. Mgr. Erik Sigmund, Ph. D.
Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph. D.

Na základě žádosti ze dne 21.9.2015 byl projekt diplomové práce/ magisterské autorky Bc. Moniky Černé

s názvem **Vliv relaxačního programu audiovizuální stimulace na vybrané ukazatele spektrální analýzy variability srdeční frekvence u zdravé populace**

schválen Etickou komisí FTK UP pod jednacím číslem: 29/2015
dne: 24.11.2015

Etická komise FTK UP zhodnotila předložený projekt a **neshledala žádné rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrnicemi pro výzkum zahrnující lidské účastníky.

Řešitelka projektu splnila podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury
Komise etická
třída Míru 117 | 771 11 Olomouc

za EK FTK UP
doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D.
předsedkyně

Informovaný souhlas

Název studie (projektu): Vliv relaxačního programu audiovizuální stimulace na vybrané ukazatele spektrální analýzy variability srdeční frekvence u zdravé populace

Jméno:

Datum narození:

Účastník byl do studie zařazen pod číslem:

1. Já, níže podepsaný(á) souhlasím s mou účastí ve studii. Je mi více než 18 let.
2. Byl(a) jsem podrobně informován(a) o cíli studie, o jejích postupech, a o tom, co se ode mě očekává. Beru na vědomí, že prováděná studie je výzkumnou činností. Pokud je studie randomizovaná, beru na vědomí pravděpodobnost náhodného zařazení do jednotlivých skupin lišících se léčbou.
3. Porozuměl(a) jsem tomu, že svou účast ve studii mohu kdykoliv přerušit či odstoupit. Moje účast ve studii je dobrovolná.
4. Při zařazení do studie budou moje osobní data uchována s plnou ochranou důvěrnosti dle platných zákonů ČR. Je zaručena ochrana důvěrnosti mých osobních dat. Při vlastním provádění studie mohou být osobní údaje poskytnuty jiným než výše uvedeným subjektům pouze bez identifikačních údajů, tzn. anonymní data pod číselným kódem. Rovněž pro výzkumné a vědecké účely mohou být moje osobní údaje poskytnuty pouze bez identifikačních údajů (anonymní data) nebo s mým výslovným souhlasem.
5. Porozuměl jsem tomu, že mé jméno se nebude nikdy vyskytovat v referátech o této studii. Já naopak nebudu proti použití výsledků z této studie.

Podpis účastníka:

Podpis výzkumníka:

Datum:

Datum

INSTRUKCE

1. Před vyšetřením jděte spát nejpozději do 22:00 hod.
2. Od večera před vyšetřením až po vlastní vyšetření nepijte alkohol, silný čaj, černou kávu ani nekuřte.
3. Den před vyšetřením se vyvarujte větší fyzické zátěže a stresu.
4. Ráno před vyšetřením lehce posnídejte.

ANAMNESTICKÝ DOTAZNÍK (AD)

Jméno a příjmení:

Datum narození:

Pohlaví:

Váha:

Výška:

Datum měření s AVS:

Datum měření bez AVS:

- 1) Léčíte se v současné době na nějaké onemocnění? ANO (upřesněte)
NE
- 2) Léčíte se dlouhodobě pro nějaké onemocnění nebo trpíte dlouhodobě nějakými zdravotními obtížemi? ANO (upřesněte)
NE
- 3) Užíváte v současné době nějaké léky? Pokud ano, uveďte jaké.....
- 4) Jste kuřák/kuřačka? ANO
NE
- 5) Máte nyní období menstruace? (pro ženy) ANO
NE

DOTAZNÍK NA AUTONMNÍ FUNKCE (DAF)

Podtrhněte u každé otázky tu odpověď, která Vás nejvíce vystihuje:

	A	B	C
1) Ruce mívám obvykle	studené	teplé	normální nebo nevím
2) V ústech mívám	často sucho	hodně slin	nevím
3) Krevní tlak mívám	vyšší	nižší	normální
4) Kůži mám spíše	suchou	zpotenou	
5) Váhově	snadno hubnu	snadno přibírám	beze změn
6) Omdlévám	nikdy nebo velmi zřídka	opakovaně	
7) Mám sklon k	zácpě	průjmu	pravidelná stolice
8) Ruce se mi při rozčilení	často třesou	netřesou	
9) Bušením srdce	občas trpím	nikdy netrpím	
10) Vnitřně	mívám pocity napětí	bývám většinou klidný	
11) Jsem	spíše bledý	červený	nevím
12) Po rozčilení	trpím nechutenstvím	mívám větší chuť k jídlu	
13) Usínám	s obtížemi	snadno	
14) Oči mi slzí	velmi zřídka	dosti často	
15) Horko a vyšší teplotu	snáším špatně	snáším dobře	
16) Chlad	snáším dobře	snáším špatně	

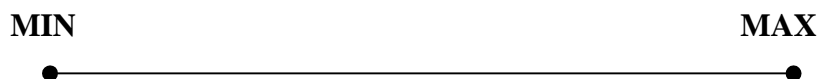
PŘÍLOHA 16

**HODNOCENÍ SUBJEKTIVNÍHO STAVU PŘED PROCEDUROU –
VÝZKUMNÉ MĚŘENÍ**

Jméno a příjmení:

Datum měření:

Na této stupnici naznačte svislou čarou míru stresu, který právě používáte:
(**MIN** = žádný stres, **MAX** = nejsilnější, jaký jste dosud v životě zažil)

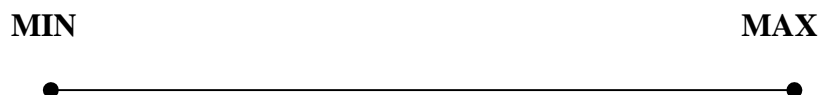


HODNOCENÍ SUBJEKTIVNÍHO STAVU PO PROCEDUŘE – VÝZKUMNÉ MĚŘENÍ

Jméno a příjmení:

Datum měření:

Na této stupnici naznačte svislou čarou míru stresu, který právě používáte:
(**MIN** = žádný stres, **MAX** = nejsilnější, jaký jste dosud v životě zažil)



Jaký je Váš subjektivní pocit po proceduře?

- a) Příjemný, uvolňující
- b) Nepříjemný dráždivý
- c) Nevím, beze změn

Rušilo Vás něco během procedury?

ANO (napište co)

NE

Uveďte Vaše pocity během procedury?