

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Fakulta tělesné kultury

VLIV ČTYŘKOMOROVÉ VZESTUPNÉ GALVANICKÉ LÁZNĚ NA
VYBRANÉ UKAZATELE SPEKTRÁLNÍ ANALÝZY VARIABILITY
SRDEČNÍ FREKVENCE

Diplomová práce

(magisterská)

Autor: Bc. Miroslav Karásek

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

Olomouc

2016

Jméno a příjmení autora: Bc. Miroslav Karásek

Název diplomové práce: Vliv čtyřkomorové vzestupné galvanické lázně 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: 2016

Abstrakt:

Cílem diplomové práce bylo zhodnotit vliv vzestupné čtyřkomorové galvanické lázně na vybrané ukazatele spektrální analýzy variability srdeční frekvence měřené diagnostickým systémem VarCor PF7.

V teoretické části je popsána teorie objasňující pojmy autonomní nervový systém, převodní systém srdeční, spektrální analýza variability srdeční frekvence a čtyřkomorová galvanická lázeň. Na závěr jsou uvedeny studie zkoumající spektrální analýzu variability srdeční frekvence při aplikaci elektroterapie a hydroterapie.

Vyšetřovaný soubor i kontrolní skupina se skládaly z 20 zdravých probandů (16 žen a 4 muži průměrného věku $25,4 \pm 1,35$ let). Variabilita srdeční frekvence byla hodnocena před a po skončení vzestupné čtyřkomorové galvanické lázně

Bylo zjištěno signifikantní zvýšení ukazatelů parasympatiku (Power HF, MSSD) po aplikaci 4 komorové galvanické lázně při porovnání pozice sedu před procedurou se sedem po proceduře.

Klíčová slova: autonomní nervový systém, variabilita srdeční frekvence, spektrální analýza, čtyřkomorová galvanická lázeň

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb

Autor's first name and Surname: Bc. Miroslav Karásek

Title of the master thesis: Influence of rising 4 – chamber galvanic baths on selected indicators of spectral analysis of heart rate variability

Department: Institute of Physiotherapy FTK UP Olomouc

Supervisor: PhDr. Petr Uhlíř, Ph.D.

The year of presentation: 2016

Abstract:

The aim of the thesis was to evaluate the effect of rising four-chambered galvanic bath for selected spectral analysis indicators of heart rate variability measured by diagnostic system VarCor PF7.

The theoretical part describes the terms as an autonomic nervous system, a cardiac conduction system, a spectral analysis of heart rate variability and a 4 – chamber galvanic bath. As a conclusion of this theoretical part there are mentioned some studies that investigated the spectral analysis of heart rate variability by the application of electrotherapy and hydrotherapy.

The cohort of this study and kontrol group consisted of 20 patients, all university students. The group included 16 women and 4 men the average age $25,4 \pm 1,35$ years. Heart rate variability was captured and evaluated before and after the 4 – chamber galvanic bath procedure.

There was signifiant increase of pharasymphathetic indicators (Power HF, MSSD) after 4 chamber galvanic bath application, when compared sitting position efore to after the procedure.

Keywords: autonomic nervous system, heart rate variability, spectral analysis, four-chamber galvanic bath

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

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

V Olomouci dne

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 zpracováním statistických dat.

Obsah

Seznam zkratk	8
1 Úvod	9
2 Přehled poznatků	10
2.1 Autonomní nervový systém	10
2.1.1 Centrální autonomní nervový systém.....	11
2.1.2 Periferní autonomní nervový systém.....	12
2.1.3 Sympatický a parasympatický autonomní nervový systém	13
2.1.4 Receptory a mediátory autonomního nervového systému	13
2.1.5 Převodní srdeční systém.....	16
2.1.6 EKG křivka	17
2.1.7 Autonomní regulace srdeční činnosti.....	18
2.1.8 Respirační sinusová arytmie.....	19
2.2 Spektrální analýza variability srdeční frekvence	21
2.2.1 Spektrální analýza variability srdeční frekvence	21
2.2.2 Historie spektrální analýzy variability srdeční frekvence	21
2.2.3 Metody hodnocení variability srdeční frekvence	22
2.2.4 Komponenty spektrální analýzy variability srdeční frekvence	23
2.2.5 Zevní faktory ovlivňující variabilitu srdeční frekvence	26
2.3 Čtyřkomorová galvanická lázeň.....	30
2.3.1 Rozdělení a vlastnosti fyzikální terapie	30
2.3.2 Historie fyzikální terapie	30
2.3.3 Elektroterapie	31
2.3.4 Galvanoterapie	32
2.3.5 Hydrogalvanizace.....	35
2.4 Výzkumné studie.....	37
2.4.1 Změna variability srdeční frekvence při aplikaci elektroterapie	37
2.4.2 Změna variability srdeční frekvence při aplikaci hydroterapie.....	38
3 Cíle a hypotézy	39
3.1 Hypotézy	39
4 Metodika	40
4.1 Výzkumný soubor	40
4.2 Použité metody.....	40

4.3 Měřené parametry	40
4.4 Desing a organizace výzkumu.....	41
4. 5 Analýza dat.....	42
5 Výsledky	43
5. 1 Informace z dotazníků.....	43
5. 2 Porovnání naměřených hodnot v jednotlivých vyšetřovaných polohách.....	43
5. 2. 1 Porovnání naměřených hodnot parametrů SAVSF mezi intervaly 4 (sed před aplikací 4 komorové galvanické lázně) a 8 (klidový sed)	43
5. 2. 2 Porovnání naměřených hodnot parametrů SAVSF mezi intervaly 3 (leh před aplikací 4 komorové galvanické lázně) a 9 (závěrečný leh)	43
5. 2. 3 Porovnání naměřených hodnot parametrů SAVSF mezi intervaly 4 (sed před aplikací 4 komorové lázně bez galvanického proudu) a 8 (klidový sed)	44
5. 2. 4 Porovnání naměřených hodnot parametrů SAVSF mezi intervaly 3 (leh před aplikací 4 komorové lázně bez galvanického proudu) a 9 (závěrečný leh)	44
5. 3 Výsledky k hypotézám	44
6 Diskuse.....	46
7 Závěry.....	53
8 Souhrn	55
9 Summary	56
10 Referenční seznam.....	57
11 Tabulky a grafy	65
Vysvětlivky:.....	97
Vysvětlivky:.....	98
12 Přílohy	99

Seznam zkratek

ACh - acetylcholin

ANS – autonomní nervový systém

ATP - adenzin trifosfát

AV – arteriovenózní

BMI – body mass index

CMP – cévní mozková příhoda

CNS – centrální nervový systém

COMT – katechol – O - methyltransferáza

DOPA - dihydroxyfenylalanin

EKG – elektrokardiograf

FT – fyzikální terapie

FTK – Fakulta tělesné kultury

GABA – kyselina γ -aminomáselná

GIT – gastrointestinální trakt

HIT – dotazník vlivu bolestí hlavy

MAO – monoaminoxidáza

p – hladina statistické významnosti

PC – osobní počítač

RSA – respirační sinusová arytmie

SA – spektrální analýza

SD – směrodatná odchylka

SAVSF – spektrální analýza variability srdeční frekvence

TENS – transkutánní elektrická nervová stimulace

UP – Univerzita Palackého

VSF – variabilita srdeční frekvence

\bar{X} – aritmetický průměr

1 Úvod

Při aplikaci galvanické lázně je vstup elektrického proudu do organismu zprostředkován vodou. Příznivý efekt aplikace čtyřkomorové galvanické lázně ocení především pacienti trpící neuritidami, neuropatiemi, neuralgiemi, poruchami prokrvení, centrálními popřípadě periferními poruchami inervace a při akutních posttraumatických stavech. Široké spektrum zapojení čtyřkomorové galvanické lázně nám umožňuje prostřednictvím katody facilitovat sníženou citlivost nebo naopak tlumit prostřednictvím anody bolestivé stavy. Při poruchách prokrvení se uplatňuje pod katodou pozitivní vliv na trombus a u posttraumatických stavů využíváme účinku hyperémie (otevření prekapilárních svěračů). Účinek čtyřkomorové galvanické lázně lze cíleně směřovat na obě končetiny současně, nebo naopak pouze jednostranně.

Prozíravý fyzioterapeut se nespokojí pouze s aplikací galvanické lázně, ale klade si i otázku, jak procedura působí na organismus a co od ní můžeme očekávat. Zde se nám otevírá široké pole působnosti pro výzkum. Pomocí spektrální analýzy variability srdeční frekvence lze hodnotit odezvu ANS na aplikaci čtyřkomorové galvanické lázně. Její pomocí lze identifikovat srdeční rytmus a kvantifikovat stav autonomního nervového systému. Předložená práce se zabývá výzkumem vlivu vzestupné čtyřkomorové galvanické lázně na vybrané parametry spektrální analýzy variability srdeční frekvence u skupiny studentů ve věku 24 – 29 let.

2 Přehled poznatků

2.1 Autonomní nervový systém

Autonomní nervový systém (ANS) se skládá z neuronů vyskytujících se v centrální a periferní části nervstva. Neurony inervují především hladkou svalovinu (orgány, cévy a kůži) srdce a žlázy. Už z názvu je patrné, že systém kontroluje a řídí funkce, které nejsou ovládány vůlí, na rozdíl od somatického nervového systému, který naopak zahrnuje smysly a senzomotoriku. Přijímá informace, reaguje na ně a následně řídí a kontroluje pohyb kosterních svalů. Je to zapříčiněno tím, že k ANS jsou kromě neuronů vyskytujících se v centrální nervové soustavě (CNS) přidány i neurony v gangliích a ve stěnách orgánů, které fungují i bez vlivu z vyšších etází systému. Tradiční anatomické pojetí dělí ANS z hlediska funkčních účinků na jednotlivé orgánové systémy na sympatikus a parasympatikus. Kromě těchto dvou složek však existuje i třetí složka autonomního nervstva označována jako enterický (intramurální) systém (Čihák, 2016; Opavský, 2002).

Se stále více převažujícím funkčním přístupem v diagnostice a terapii je brán ANS jako centrum řízení homeostatických regulačních systémů. Je zodpovědný za přizpůsobení činnosti vnitřních orgánů stávajícím potřebám organismu. Díky rozvoji nových technologií a velkému množství výzkumných poznatků se čím dál více pracuje s teorií, že ANS je nadřazený všem ostatním systémům, neboť ANS je zodpovědný za:

- zásobení všech buněk, tkání a orgánů kyslíkem
- zásobení všech buněk, tkání a orgánů vodou, vitamíny, stopovými prvky a živinami
- zásobení všech buněk, tkání a orgánů působky a hormony

Obecně platí, že ANS je nezávislý na vědomých funkcích CNS. Jde o zvláštní formu samosprávy ale ne o úplnou nezávislost na CNS. Limbický systém a kortex částečně chování ANS v oblasti aktivity sympatiku a parasympatiku modulují. V určitých funkcích lze ANS i vědomě ovlivnit a lze jej i trénovat např. otužováním, pohybovou zátěží nebo jógou (Jandová, 2009). Svědčí o tom i studie Muralikrishnana et al. (2012), jejichž výsledky ukázaly rozdíly v aktivitě ANS mezi účastníky provádějící Isha jógu s kontrolní skupinou. Cvičení Isha jóga se skládá z Hatha jógy, pranajámy (ovládání dechu) a meditace. U účastníků provádějící Isha jógu došlo ke zvýšené aktivitě vagálních eferentních vláken, což představuje celkový nárůst variability srdeční frekvence (VSF) a vede k lepší sympatovagální rovnováze v porovnání s účastníky necvičící Isha jógu během fáze odpočinku a hlubokého dýchání.

2.1.1 Centrální autonomní nervový systém

Stejně jako centrální část somatického nervového systému, má i centrální ANS své hierarchické uspořádání. Na nejnižší úrovni obstarávají autonomní jádra nacházející se v postranních rozích míšních jednoduché visceromotorické, dermatoviscerální a angioviscerální reflexy. Mezi visceromotorické reflexy patří dilatace zornic, automatická mikce, defekace či erekce. Dermatoviscerální reflex se využívá při reflexních masážích a mezi angioviscerální reflexy patří Lovénovy reflexy. Jedná se o aktivní vazokonstrikci jako následek vazodilatace ve vedlejších viscerálních orgánech. Jednotlivé reflexy jsou zprostředkovány prostřednictvím jader nucleí intermediomedialis, které přijímají informace z viscerálních orgánů a intermediolaterales, vracející odpověď k viscerálním orgánům zpět. Ale i když tyto reflexy probíhají pouze na segmentální úrovni, bez napojení na vyšší centra by bylo jejich ovládní velice nedokonalé (Jandová, 2009; Rokyta et al., 2015).

V oblasti mozkového kmene a míchy se vedle autonomních jader jednoduchých viscerálních reflexů nachází i jádra kontrolující především příjem a zpracování potravy. Jsou to nucleus tragus solitarius a nukleus salivatorius. Dále se zde nacházejí i jádra retikulární formace, které řídí složitější autonomní reflexy, jako je řízení kardiovaskulárního a respiračního systému. Dampney et al. (1982) uvádí, že ventrolaterální oblast prodloužené míchy se výrazně podílí na vazomotorické kontrakci.

Na činnosti ANS se podílí také mozková kůra, která spojuje aktivitu viscerální se somatickou. Mozková kůra při plánování a provádění pohybu kontroluje autonomní reakce a změny vnitřního prostředí organismu, aby byly uspokojeny zvýšené nároky právě pracujících svalů. Za nejdůležitější část je zde považována frontální a prefrontální mozková kůra a její spoje s hypotalamem, limbickým systémem a retikulární formací.

Autonomním jádrům nacházejícím se v oblasti mozkového kmene, míchy a mozkové kůry je nadřazen hypotalamus. Hypotalamus je považován za hlavní řídicí centrum ANS. V hypotalamu se eferentní signály vrací zpět do všech aferentních oblastí. Tím hypotalamus vytváří zpětnovazební regulační obvod obsahující v sobě příjem, zpracování a následně i vysílání regulujících informací. Impulsové vzory se následně z hypotalamu přepojují do příslušných oblastí (Jandová, 2009; Rokyta et al., 2015). Viscerální činnost však neřídí hypotalamus sám. V rámci složitějších jevů (emoce, instinktivní chování) spolupracuje s limbickým systémem. Spojením hypotalamu s limbickým systémem a dalších struktur vzniká Papežův okruh. Jeho činnost byla většinou spojována s emočním chováním (Shah, Jhawar & Goel, 2012). Ve studii Li et al. (2014), kde se autoři snažili

zpomalit progresi Alzheimerovy demence, ukazuje, že se účastní i na mechanismech epizodické paměti.

2.1.2 Periferní autonomní nervový systém

Rozdělení periferního ANS se uvádí podle druhu vláken, které buď přináší informace od vnitřních orgánů do centrální části ANS, anebo je naopak odvádí zpět, na aferentní (viscerosenzitivní) a eferentní (visceromotorická) vlákna. Součin činnosti obou druhů vláken podmiňuje determinované odpovědi tohoto systému na různé podněty (Opavský, 2002; Rokyta et al., 2015).

Aferentní vlákna jsou nemyelizovaná vlákna typu C a tvoří menšinu periferního ANS. Jsou to zejména nervová vlákna z mechanoreceptorů, baroreceptorů, chemoreceptorů a nociceptorů vyskytující se ve stěnách vnitřních orgánů. Těla neuronů tvořící aferentní část se nacházejí stejně jako neurony somatického nervového systému ve spinálních gangliích.

Eferentní část se skládá z dvou neuronů a obsahuje vlákna vedoucí informace k myokardu, k hladké svalovině různých vnitřních orgánů, cév, bronchů, ke vzpřimovačům chlupů a k různým žlázám včetně potních (Ganong, 2005; Rokyta et al., 2015).

První neuron eferentní části autonomního nervového systému se označuje jako pregangliový, jeho jádra se nachází ve viscerálním míšním sloupci nebo v homologních motorických jádrech hlavových nervů. Axony pregangliových neuronů jsou myelizovaná vlákna typu B a končí synapsí na buněčných tělech postgangliových neuronů, jejichž těla se shlukují do autonomních ganglií. Postgangliové neurony vedou prostřednictvím nemyelizovaných vláken typu C informaci až k příslušným efektorům. Pro přenos signálu mezi postgangliovým neuronem a efektozem není žádný útvar jako např. u kosterního svalu nervosvalová ploténka. Axon vstupuje do cílového orgánu, kde se postupně rozděluje až na terminální pleteně. Ty mají na svých koncích velké množství váčků s mediátorem přenosu a mitochondriemi (Ganong, 2005; Rokyta et al., 2015).

Třetí část periferního nervového systému tvoří enterický nervový systém, který pracuje samostatně v oblasti trávicí trubice. Skládá se z plexus myentericus auerbachii, plexus submucosus Meissneri, nervových pletení a malých ganglií obsažených ve stěnách trávicího traktu, převážně ve střevech. Je to nejvíce neurochemicky různorodá větev periferního nervového systému. Myenterický plexus se účastní na peristaltické aktivitě a submukózní plexus reguluje řízení endokrinní a exokrinní sekrece šťáv trávicího traktu. Činnost enterického nervového systému je zásadní pro život, z důvodu autonomní regulace motility a sekrece trávicích šťáv. Mezi nejčastější

kongenitální onemocnění patří Hirschprungova nemoc. Genetické studie Hirschprungovy nemoci nám poskytly detailní pochopení vývoje enterického nervového systému. Ten vznikl z neurální lišty převážně v průběhu osy n. vagus a následně docházelo k proliferaci a migraci do stěvné stěny (Lake & Heuckeroth, 2013).

2.1.3 Sympatický a parasympatický autonomní nervový systém

Podle uložení pregangliových neuronů v postranních rozích míšních (nc. intermediolateralis) se parasympatikus rozděluje na část kraniální a sakrální, dohromady označovaných jako kraniosakrální systém autonomní nervů. Sympatikus je označován jako systém thorakolumbální, neboť axony opouští míchu v úrovni prvního hrudního až třetího (čtvrtého) lumbálního segmentu. Morfologicky se oba systémy odlišují tím, že parasympatikus má oproti sympatiku delší pregangliová a kratší postgangliová vlákna. Dále se liší i průběhem svých vláken k cílovým orgánům.

Sympatikus pokračuje jako rami communicantes albi do sympatických autonomních ganglií (truncus sympatikus). Zde se část pregangliových neuronů přepojuje na postgangliové sympatické neurony. Zbývající neurony pokračují dále a přepojují se na postgangliové neurony až v autonomních gangliích. Postgangliové neurony opouští sympatikus jako rami viscerales nebo rami communicantes grisei. Axony nacházející se v rami communicantes grisei se cestou periferních nervů dostávají dále do periferie a axony obsažené v rami viscerales společně s cévní pletenou pokračují do příslušného cílového orgánu (Ganong, 2005; Kenney & Ganta, 2014).

Hlavové výstupy parasympatiku ovlivňují prostřednictvím n. oculomotorius, n. facialis, n. glossopharyngeus a n. vagus viscerální orgány v hlavě. V hrudníku a horní části břišní dutiny zajišťuje inervaci n. vagus. Sakrální výstupy nervů inervují orgány v oblasti pánve. Krátká postgangliová vlákna jsou na pregangliová vlákna napojená v blízkosti nebo uvnitř viscerálních orgánů (Ganong, 2005).

2.1.4 Receptory a mediátory autonomního nervového systému

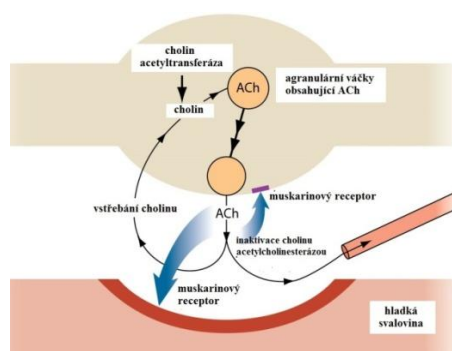
Sir Henry Dale společně s dalšími osobnostmi jako Langley, Magnus, Gaskellová, Feldberg, Elliot, Loewi a von Eulerem na počátku 20. století rozdělili přenos signálu mezi nervy a mezi svaly a nervy na cholinergní, jejichž mediátor přenosu je acetylcholin, a adrenergní, jejichž mediátorem je noradrenalin. Mezi cholinergní neurony patří pregangliové neurony sympatiku a parasympatiku a postgangliové neurony parasympatiku. Noradrenalin umožňuje přenos postgangliovým

sympatickým vláknům. Existují ale i postgangliová sympatická vlákna, která používají k přenosu signálu acetylcholin. Jsou to vlákna inervující potní žlázy, vzpřimovače chlupů a cévy kosterních svalů. Jsou označována jako sympatická dilatační vlákna.

Téměř 50 let byly veškeré reakce na vegetativním nervstvu popisovány pouze v podmínkách chemických vysílačů acetylcholinu a noradrenalinu. V roce 1960 však došlo k objevu nadrenergických a necholinergických visceromotorických (eferentních) vláken, označovaných jako NANC vlákna. Vyskytují se v hladké svalovině GIT a v močovém ústrojí. Později byly objeveny i NANC neurotransmitery mezi něž patří např. adenosintrifosfát (ATP), kyselina γ -aminomáselná (GABA), 5-hydroxytryptamin (serotonin) nebo dopamin. Oxid dusnatý a endotelin byly také později uznány jako neurotransmitery. Dále následovalo objevení více jak 16 neuropeptidů (Burnstock, 2009).

Ve snížené produkci neurotransmiteru dopaminu tkví Parkinsonova choroba, jež je neurodegenerativní onemocnění, způsobené postupnou ztrátou nervových buněk v části substantia nigra. Tyto buňky produkují dopamin, prostřednictvím něhož mezi sebou komunikují. Snížená hladina dopaminu vede k typickým příznakům Parkinsonovy nemoci (Borta & Höglinger, 2007).

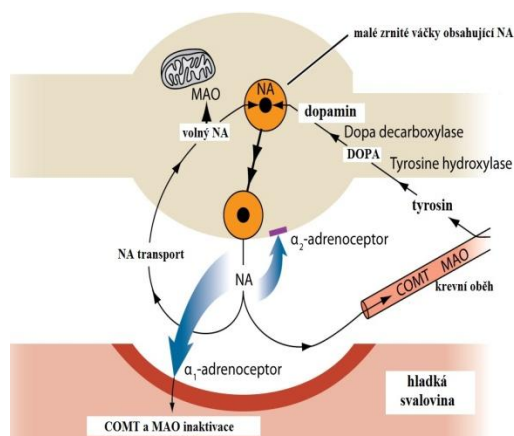
Syntéza acetylcholinu (Obrázek 1) probíhá v cytoplasmě neuronů spojením acetylkoenzymu A s vitamínem skupiny B – cholinem. Spojení zprostředkovává enzym cholinacetyltransferáza. Vzniklý acetylcholin (ACh) je sdružován do granulárních váčků. Po akčním potenciálu dochází k uvolnění do synaptické štěrbině. Akční potenciál je iniciován vstupem vápenatých iontů do nerevového zakončení. Následné navázání acetylcholinu na receptor trvá ale velmi krátce. Acetylcholin je vzápětí rozložen enzymem acetylcholinesterázou na cholinu a acetát. Cholin je poté zpět transportován do nervového terminálního vlákna, kde opět slouží k syntéze nových molekul acetylcholinu (Burnstock, 2009).



Obr. č. 1 Uvolňování a koloběh acetylcholinu (Burnstock, 2009) upraveno

Mohapel et al. (2005) uvádí, že acetylcholin hraje důležitou roli v procesu učení, kognitivních deficitech spojených se stárnutím a v patofyziologii Alzheimerovy choroby.

Noradrenalin (Obrázek 2) vzniká z tyrosinu, jenž se do nervového vlákna dostává z extracelulárního prostoru. Postupnou hydroxylací, kterou zprostředkovává enzym tyrosinhydroxyláza a vzniká dihydroxyfenylalanin (DOPA). Ta je dále dekarboxylována enzymem dopadecarboxylázou na dihydroxyfenylethylamin (dopamin). Už ve formě vesikul se dopamin hydroxyluje dopaminhydroxylázou na noradrenalin. Po uskutečnění přenosu je noradrenalin odstraněn a transportován zpět do nervového vlákna. Zde slouží buď opět k přenosu signálu, nebo je rozložen enzymem monoaminoxydázou (MAO). Takto je rozloženo 50 – 80% uvolněného noradrenalinu. Některé buňky se dostávají do buněk efektoru, kde jsou rozloženy enzymem katechol-O-methyltransferázou (COMT) nebo již výše zmíněnou (MAO). Další část noradrenalinu se může dostat přes intersticiium do krevního oběhu, kde je rozložen oběma uvedenými enzymy, a to především v játrech a ledvinách (Burnstock, 2009).



Obr. č. 2 Uvolňování a koloběh noradrenalinu (Burnstock, 2009) upraveno

Receptory pro acetylcholin jsou dvojího typu a to N – nikotinový a M – muskarinový. Stejně se označují i dva základní typy cholinergního efektu. V autonomních gangliích sympatiku a parasympatiku se vzruch přenáší prostřednictvím acetylcholinu aktivací N receptorů. Nikotin v první fázi reakce zesiluje acetylcholinový efekt a bývá proto označován jako nikotinový účinek. V autonomních gangliích a na synapsích mezi negangliovými a postgangliovými neurony dochází k ovlivnění nikotinového účinku, neboť reakce acetylcholinu je blokována ganglioplegiky (hexametoninem). Avšak účinek acetylcholinu parasympatických postgangliových neuronů, které se vyskytují ve žlázách a buňkách hladkého svalstva, se může zablokovat atropinem nebo

skopolaminem. Zde mluvíme o M účinku acetylcholinu. Acetylcholin při reakci ovlivňuje oba typy receptorů, ale pouze M – účinek působí parasymptomimeticky. Acetylcholin se nevyskytuje jako neurotransmitter pouze v ANS ale i v CNS a u periferního nervstva na nervosvalové ploténce (Burnstock, 2009; Alexander, Mathie & Peters, 2008).

Stejně jako pro acetylcholin máme pro noradrenalin dva typy receptoru a to α a β . Ty se dále dělí na α_1 , α_2 a β_1 , β_2 . Oběma receptorům odpovídají i α a β účinky katecholaminů. Většina efektorů, které se nacházejí v ANS, obsahují α i β receptory. Účinky jsou často antagonistické. Příkladem α účinku je vazokonstrikce způsobená aktivací sympatických vazokonstrikčních vláken, oproti tomu kardioexcitační vliv sympatiku je příkladem β účinku (Alexander, Mathie & Peters, 2008).

2.1.5 Převodní srdeční systém

Buňky myokardu můžeme podle funkce rozdělit na dvě skupiny:

- schopnost vytvářet a vzápětí rozvádět tyto vzruchy po celém svalu (buňky převodního systému)
- buňky – jež se po přijetí signálu kontrahují (kardiomyocyty)

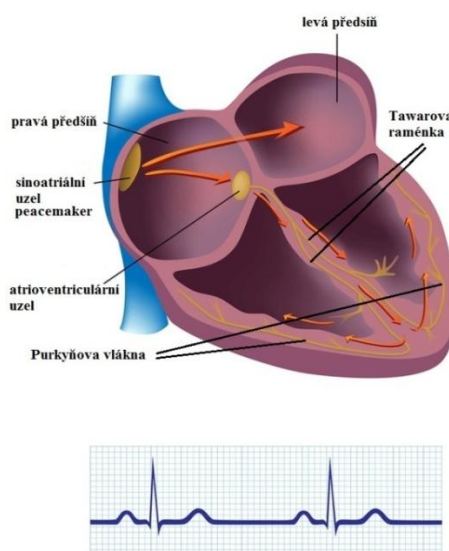
Díky svému upořádání jsou buňky v neustálém kontaktu. Mezibuněčné kontakty jsou tvořeny interkalárními disky.

Srdeční činnost (Obrázek 3) je zajištěna prostřednictvím tří druhů inervace. Za produkci srdečních stahů je zodpovědná srdeční automacie, která je myogenního původu. Srdce si tímto v organismu zachovává určitý stupeň nezávislosti. Signály vznikají automaticky, pravidelně v sinoatriálním (SA) uzlu nezávisle na činnosti ANS nebo na humorálních mechanismech. Dále je srdeční činnost ovlivněna autonomním nervovým systémem, který neovlivňuje stahy samotné, ale je schopný regulovat frekvenci a sílu srdečních stahů. K sympatickým a parasympatickým vláknům jsou připojena ještě senzitivní, jež vedou signály ze srdce. Signalizují především prudkou bolest při hypoxii myokardu. Patří mezi ně i baroreceptory, díky kterým je možno regulovat napětí v cévních stěnách a tím pádem i krevní tlak.

Signál se z primárního pacemakeru, jež je SA uzel šíří přes interonádní síňové spoje do atrioventrikulárního (AV) uzlu. Mezi síněmi a komorami se nachází vrstva vaziva, kterou jako jediný prostupuje Hisův svazek. Ten přímo navazuje na AV uzel a přenáší signál z AV uzlu na rozdělující se pravé a levé Tawarovo raménko. Tawarova raménka vedou signál k myokardu komor

a v terminální fázi se rozdělují na jemnější Purkyňova vlákna (Čihák, 2016; Mezzano & Sheikh, 2012).

Jak uvádí Dobrzynski et al. (2013), vzruchy vznikající v SA uzlu inhibují vzruchy vznikající v AV uzlu a v síti Purkyňových vláken. Nicméně v případě poruchy SA uzlu může AV uzel převzít funkci dominantního pacemakeru a pokud dojde k AV bloku, jsou schopna i Purkyňova vlákna generovat životaschopný rytmus.



Obr. č. 3 Převodní systém srdeční (Schaffer, McCraty & Zerr, 2014) upraveno

2.1.6 EKG křívka

Písmena PQRST se na EKG křívce objevila již v raném vývoji a byla vybrána zcela nahodile. V anglické literatuře jsou všechny artefakty nazývány jako vlny, v české se jako vlny označují pouze zaoblené úseky P (1) a T (5), hranaté úseky QRS (3) se označují jako kmity (Obrázek 4).

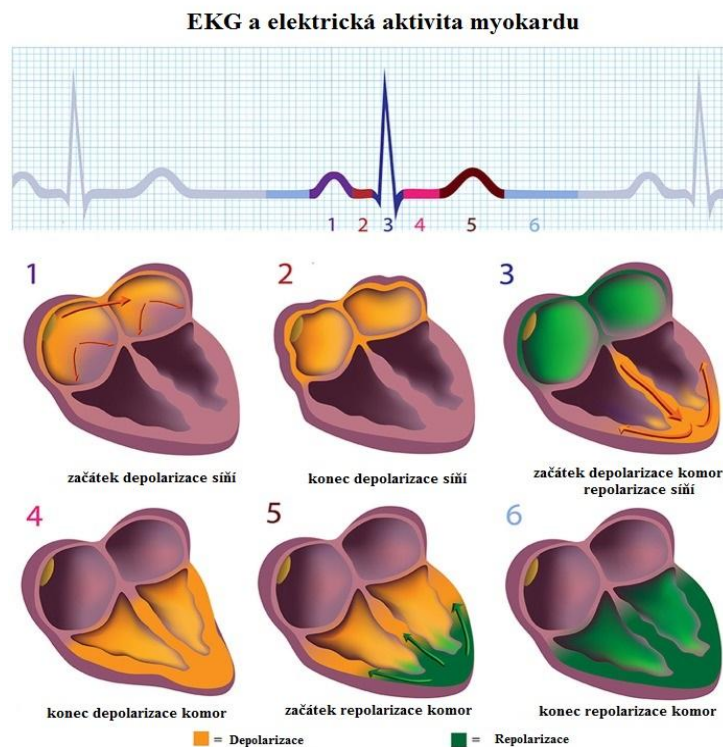
Srdeční svalovina síní je ve srovnání s komorami malá a také elektrické změny způsobující jejich kontrakci jsou malé. Kontrakce síní jsou spojeny s vlnou P. Naopak silnější depolarizaci komor způsobuje na EKG křívce triplet kmitů (QRS komplex).

Při vyšetření slouží vodiče pro spojení pacienta s EKG přístrojem. Někdy bývají neadekvátně označovány jako svody. Správně ale svody vyjadřují elektrický obraz srdce. Vlny a kmity mají charakteristický tvar i délku trvání:

- vlna P je způsobena depolarizací síní

- QRS komplex odpovídá depolarizaci komor
- vlna T je způsobena depolarizací komor

(Hampton, 2013)



Obr. č. 4 vznik jednotlivých vln na EKG (Schaffer, McCraty & Zerr, 2014) upraveno

2.1.7 Autonomní regulace srdeční činnosti

Srdeční automacie je pod kontrolou neurotransmiterů, hormonů a je nepřetržitě regulována autonomním nervovým systémem tak, aby odpovídala fyziologickým potřebám organismu. Převodní systém srdeční vytváří pravidelné rytmicky se opakující stahy srdeční svaloviny. Autonomní nervový systém je schopný ovlivnit srdeční aktivitu změnou frekvence nebo silou jednotlivých stahů. Nejvýznamněji se na změně srdeční frekvence podílejí β_1 receptory, které se přiřazují k receptorům sympatiku. Jejich aktivací dochází ke zrychlení srdeční frekvence a rozšíření věnčitých tepen zásobujících srdce živinami. Vlákná sympatiku jsou pokračováním sympatického kmene a jsou anatomicky označována jako nervi cardiaci. Inervují především oblast síní a komor. Parasympatická vlákna vznikají z n. vagus a označují se jako rami cardiaci. V myokardu inervují SA a AV uzel a především svalovinu síní. Svalovina komor je vlákny parasympatiku ovlivněna podstatně méně. Způsobují zpomalení srdeční frekvence a zúžení věnčitých tepen. Vlákná

sympatiku a parasympatiku se následně s přiblížením k srdci spojují a vytvářejí plexus cardiacus (Mesirca, Torrente & Mangoni, 2015; Opavský, 2002).

Aktivace vagových vláken je zprostředkována muskarinovými receptory M_2 , jež vede následně k hyperpolarizaci membrány a ke sníženému otvírání Ca^{2+} kanálů. Tím dochází ke snížení frekvence vzruchů, které souvisí přímo s ovlivněním a zpomalením srdeční frekvence.

Aktivaci autonomních vláken sympatiku umožňují receptory typu β^1 . Ty umožňují zvýšený tok Ca^{2+} do buněk a přispívají k rychlejší depolarizaci membrán. Následně předchozí děje vedou ke zvýšení frekvence vzruchů, a tím i ke zvýšení srdeční frekvence.

Za fyziologických podmínek je srdeční frekvence určována rychlostí depolarizace SA uzlu. Komplikovaný vliv ANS na řízení srdeční frekvence se zde výrazně zjednodušuje. Aktivita SA uzlu je přímo ovlivněna pouze deceleračním ovlivněním vagu a akceleračním vlivem sympatiku. V případě změny srdeční frekvence nastupují účinky vagu se zpožděním do stovek milisekund. Na rozdíl od účinků sympatiku, které se projeví po několika vteřinách. Ovlivnění diastolické depolarizace se účastní také mediatory, které se uvolňují na nervových zakončeních. Acetylcholin zvyšuje prostupnost membrán buněk SA uzlu pro K^+ . Tím dochází ke zpomalení diastolické depolarizace a naopak noradrenalin snižuje prostupnost membrán buněk SA uzlu pro K^+ , a tím dochází ke zrychlení diastolické depolarizace (Mesirca, Torrente & Mangoni, 2015; Opavský, 2002).

2.1.8 Respirační sinusová arytmie

Srdeční činnost významně je významně ovlivněna respirací. V klinické praxi se hodnotí míra respirační sinusové arytmie. Podíl respirace účastníci se na vzniku RSA je úzce spojen s vagovou stimulací (Saul et al., 1991). Důležitá je také dechová frekvence. RSA se snižuje s vyšší dechovou frekvencí a naopak při nízké dechové frekvenci se RSA zvyšuje (Eckberg, 2003). RSA je označována jako modulace srdeční frekvence, která se odvíjí od dechové frekvence (Ben Lamine et al., 2004).

Mezi respiračním a kardiovaskulárním systémem existuje synchronizace a oba reagují jako spojené oscilátory. Při nádechu se dechová frekvence zvyšuje a během výdechu snižuje. RSA je řízena přímým spojením mezi dechovými a srdečními centry v prodloužené míše. Během nádechu dochází ke dráždění receptorů, které dále vysílají signály vyvolávající vzestup sympatické aktivity. Tím dochází k nárůstu tepové frekvence, snížení intrapulmonárního tlaku a zvýšení venózního návratu. Při expiraci dochází ke zvýšené aktivitě parasympatiku. Se změnou objemu krve dochází

ke stimulování receptorů v srdečních síních. Při zvětšení objemu krve se zvýší srdeční frekvence a tím dochází ke zvětšenému srdečnímu výdeji z levé komory. Společně s tím dochází ke vzrůstu krevního tlaku (Přerovská & Maršík, 2002).

Během klidového dýchání jsou autonomní signály, ovlivňující aktivitu sympatiku a parasympatiku, řízeny při výdechu více než při nádechu (Přerovská & Maršík, 2002). Taylor et al. (2001) uvádějí, že sympatické mechanismy mohou ovlivňovat RSA, kdy během beta adrenergní blokády docházelo ke zvýšení RSA. Jejich výsledky popírají tvrzení, že RSA je řízena pouze parasympatickou nervovou aktivitou.

2.2 Spektrální analýza variability srdeční frekvence

2.2.1 Spektrální analýza variability srdeční frekvence

Pro nejkvalitnější změření variability srdeční frekvence (VSF) je zapotřebí stahu, který pochází ze SA uzlu. Všechny ventrikulární, supraventrikulární extrasystoly a podobné artefakty musí být eliminovány. Jelikož každý neperiodický podnět ovlivňuje periodicitu sinusového rytmu, je analýza tím méně spolehlivá, čím častější jsou ektopické stahy a záznamové artefakty. Zároveň při nadměrné eliminaci ektopických stahů se navíc ztrácí potřebná kontinuita celkového záznamu. VSF je jedna z nejčastěji používaných metod, umožňující zjištění kvantitativního i kvalitativního stavu a následné reakce ANS. Tato neinvazivní metoda je založena na monitorování časových rozdílů mezi jednotlivými za sebou jdoucími srdečními stahy (R – R intervaly), promítající se na EKG křivce. Převedením časových rozdílů do frekvenčních hodnot vzniká výkonné spektrum o rozsahu 0,02 – 0,5 Hz. Spektrum v tomto rozsahu nejlépe vystihuje změny během krátkodobého záznamu. VSF by se dala přesněji nazvat jako variabilita R – R intervalu. Některými autory je VSF vnímána jako stav, jenž velmi rychle a citlivě reaguje na přechod mezi zdravím a nemocí (McCraty & Schaffer, 2015; Pichon, De Bisschop, Roulaud, Denjean & Papier, 2004).

2.2.2 Historie spektrální analýzy variability srdeční frekvence

První zmínka o VSF je zaznamenána v roce 1965. Hon a Lee zjistili, že při selhání plodu dochází ke značným změnám od peaku k peaku QRS komplexu dříve, než dojde ke změně srdeční frekvence. Dále se Sayers a kolektiv specializovali na výskyt fyziologických rytmů, které se ukrývají ve VSF v EKG signálu. Ewing a kol. roku 1970 popsali řadu jednoduchých krátkodobých zkoušek R – R intervalů k detekci autonomní neuropatie u diabetiků. V roce 1977 Wolf a kolektiv upozornili jako první na riziko mezi snížením VSF a vysokým pohnávkovým rizikem. Spektrální analýzu fluktuací VSF a kvalitativní vyhodnocení R – R intervalů pro kardiovaskulární kontrolu představil v roce 1981 Askelrod a kolektiv. Všechny zmíněné analýzy přispěly k pochopení autonomního pozadí variability R – R intervalů.

Koncem 80. let bylo prokázáno, že VSF má silný význam jako nezávislý ukazatel po infarktu myokardu. Prokázání umožnila přítomnost nových digitálních vysokofrekvenčních čtyřadvacetihodinových multikanalových EKG přístrojů (McCraty & Schaffer, 2015).

2.2.3 Metody hodnocení variability srdeční frekvence

Měření VSF můžeme rozdělit na:

- krátkodobé (minuty, maximálně 1 hodina)
- dlouhodobé (hodiny, maximálně 24 hodin)

Krátkodobým měřením můžeme dosáhnout u pacienta určitého rovnovážného stavu. Používají se zkoušky (poloha vleže, stoj, řízené dýchání, přiměřená a stálá fyzická zátěž). K zobrazení a hodnocení se používají zvláštní monitorovací a vyhodnocovací systémy.

Dlouhodobé měření obsahuje celodenní aktivitu pacienta, jde převážně o Holterovo monitorování EKG.

Metody spektrální analýzy VSF (SAVSF) (ať se jedná o měření krátkodobé nebo dlouhodobé) můžeme rozdělit na metody časové analýzy, u které si klademe otázku: „Jak velká je VSF?“, a frekvenční analýzy, která odpovídá na otázku: „Jaké se vyskytují rytmy?“ (Kautzner & Malik, 1998; McCraty, Atkinson, Tmasino & Bradley, 2009).

2.2.3.1 Metody časové analýzy

U těchto metod se při vyšetření snímají časové intervaly mezi jednotlivými QRS komplexy nebo srdeční rytmus během určitého časového úseku. Analýza vzniká tak, že na kontinuálním záznamu EKG dojde k označení jednotlivých QRS komplexů a označí se R – R intervaly. Intervaly musí následovat po P vlnách sinusového původu. Následně je možné použít celou řadu metod, které jsou založené především na statistickém rozboru R – R intervalů. Jiné zase popisují geometrické tvary, na které lze následně pořadí R – R intervalů převést (McCraty et al., 2009).

2.2.3.2 Metody spektrální analýzy

Jde o statistické metody hodnotící změnu tepové frekvence (změnu délky R – R intervalů). Jsou založeny na metodách vyššího řádu za pomoci výpočetní techniky. Srdeční frekvence může být zobrazována jako suma oscilačních komponent, které jsou definovány především frekvencí a amplitudou. Následně jsou časové rozdíly mezi jednotlivými intervaly převáděny do frekvenčních hodnot, které následně vytváří výkonné spektrum. Hustota spektrálního výkonu, která vyjadřuje velikost variability, nás dále informuje, v jakém ze tří frekvenčních pásem je výkon rozložen (McCraty et al., 2009).

Velký počet sledovaných parametrů SAVSF společně s pozitivní či negativní věkovou závislostí jsou příčinou jejich velmi složité interpretace. Byla tudíž vypracována také metodika pro hodnocení ANS, která vychází z faktorové analýzy parametrů SAVSF u vyšetřovaných osob ve věku od 12 do 70 let při zátěžových testech LEH – STOJ – LEH. Výsledkem této metodiky jsou souhrnné a věkově závislé normy, které jsou charakterizované následujícími indexy:

- komplexní index
- index sympatovagové rovnováhy
- index vagové aktivity

Indexy jsou shrnuty do parametru, který je prezentován jako „funkční věk“. Ten umožňuje srovnání s kalendářním věkem vyšetřovaného a vypočítat rozdíl.

Navíc tato metoda umožňuje bezprostřední podání výsledků vyšetření ANS nejen v číslcovém a grafickém tvaru, ale nabízí navíc i slovní výklad uvedených indexů (Javorka et al., 2008; McCraty et al., 2009).

Metodika SAVSF je založena na průběžném sledování intervalů mezi po sobě jdoucími srdečními stahy. Podstata SA spočívá v rozprostření nepravidelného průběhu VSF na pravidelné cykly. Ty následně prezentují procesy, které ovlivňují průběh srdeční frekvence. Této metody nejčastěji využívá Fourierova transformace. Pro hodnocení dané metody je velmi podstatné, že oba subsystemy (sympatikus a parasympatikus) oscilují současně v různých rytmech, které z fyziologického hlediska mají rozdílný význam. Parasympatikus pracuje rychleji a sympatikus pomaleji. Rozdílnost frekvence je spojena s rozdílnými charakteristikami účastníků se transmitterů. Daná skutečnost nám následně při hodnocení poskytuje rozlišení obou subsystemů i míru jejich aktivity (Papežová, 2010).

2.2.4 Komponenty spektrální analýzy variability srdeční frekvence

Jednotlivé frekvence, u kterých dochází ke zmíněným oscilacím, můžeme pomocí SA vzájemně odlišit a následně rozdělit do tří pásem:

- HF – vysoká frekvence (high frequency) pohybující se v pásmu 0,15 – 0,40 Hz. Převážně je ovlivněna parasympatickou aktivitou. Rytmičké kolísání srdeční frekvence v tomto pásmu je ovlivněno vagovou aktivitou, která působí na SA uzel. Tato komponenta je velmi důležitá při respiraci. Během inspiria kardiopulsační centrum inhibuje vagilní odliv s následkem urychlení srdeční frekvence a naopak během výdechu je vagilní odtok obnoven, což má za následek zpomalení srdeční frekvence.

- LF – pomalá frekvence (low frequency) v rozsahu 0,04 – 0,15 Hz. Nejvíce se na ní podílí sympatická nervová modulace, parasympatická již méně. Míra zastoupení je vázána na polohu těla. Při vertikální poloze se výrazně zvyšuje zastoupení aktivity sympatiku, naopak při poloze v lehu je zastoupena aktivita parasympatiku. Pásmo LF je také označováno jako pásmo baroreceptorů. Poloha těla reflektuje činnost baroreceptorů umístěných v srdečních síních, vena cava superior a aortálním oblouku tzv. Mayerova vlna.
- VLF – velmi nízká frekvence (very low frequency) v rozsahu 0,0033 – 0,4 Hz. Ze všech komponent má nejmenší podíl vagové stimulace. Účastní se jí kolující motoneurony, termoregulační vazomotorické aktivity a renin-angiotenzinový systém.
- ULF – ultra nízká frekvence (ultra low frequency), při které frekvence klesá pod 0,0033 Hz. Zdrojem oscilací tepové frekvence v tomto pásmu jsou velmi pomalu působící regulační procesy jako: regulace tělesné teploty, metabolismu, renin-angiotenzinový systém a hlavně procesy během spánku. (Papežová, 2010; Schaffer, McCraty & Zerr, 2014).

Během vyšetření nesledujeme pouze frekvence, u kterých se vyskytují oscilace, ale i intenzitu oscilace srdeční frekvence na jednotlivých frekvencích tzv. výkonná spektrální hustota (PSD). Od zmíněného parametru můžeme odvodit celou řadu dalších údajů:

Ukazatele spektrální analýzy variability srdeční frekvence

- Frekvenci (f_{HF} , f_{LF} , f_{VLF}) [mHz] – určují maximální umístění PSD na frekvenční ose v daném frekvenčním pásmu
- Spektrální výkon ($Power_{HF}$, $Power_{LF}$, $Power_{VLF}$) [ms^2] – určuje v absolutních hodnotách celkovou velikost parametru PSD v jednotlivých frekvenčních pásmech

$$Power_{HF} (P_{HF}) = \int_{0,05}^{0,15} PSD df$$

$$Power_{LF} (P_{LF}) = \int_{0,01}^{0,05} PSD df$$

$$Power_{VLF} (P_{VLF}) = \int_{0,01}^{0,05} PSD df$$

- Celkový výkon (Total power - TP) [ms^2] – vyjadřuje celkový součet parametrů „power“ ze všech frekvenčních pásem

$$TP = P_{HF} + P_{LF} + P_{VLF}$$

- Relativní spektrální výkon (Rel. HF, Rel. LF, Rel. VLF) [%] – určuje procentuální vyjádření výkonů v jednotlivých frekvenčních pásmech vzhledem k celkovému výkonu

$$\% \text{HF} = \frac{PHF}{TP} \times 100$$

$$\% \text{LF} = \frac{PLF}{TP} \times 100$$

$$\% \text{VLF} = \frac{PVLF}{TP} \times 100$$

- Poměr jednotlivých spektrálních výkonů, které udávají poměry absolutních výkonů jednotlivých komponent (VLF/HF, VLF/LF, LF/HF)

$$\text{LF/HF} = \frac{PLF}{PHF}$$

$$\text{VLF/HF} = \frac{PVLF}{PHF}$$

$$\text{VLF/LF} = \frac{PVLF}{PLF}$$

- Koeficienty variace (Ccv HF, Ccv LF, Ccv VLF) [%] – představují průměr odmocniny spektrálních výkonů a průměrné hodnoty R – R intervalů v jednotlivých frekvenčních pásmech

$$\text{Ccv}_{\text{HF}} = \frac{\sqrt{PHF}}{R-R} \times 100$$

$$\text{Ccv}_{\text{LF}} = \frac{\sqrt{PLF}}{R-R} \times 100$$

$$\text{Ccv}_{\text{VLF}} = \frac{\sqrt{PVLF}}{R-R} \times 100$$

(Salinger et al., 1988)

Ukazatele časové analýzy variability srdeční frekvence

- R – R intervaly (R – R inter, R – R) [ms] R – R intervaly označují průměrnou hodnotu všech intervalů, které byly naměřeny během měřeného úseku

$$R - R \text{ inter} = \frac{1}{n} \sum R \times Ri$$

n = počet R – R intervalů během měřeného úseku

RRi = délka srdeční periody

- Mean square successive differences (MSSD) [ms²] je průměr druhých mocnin diferencí po sobě jdoucích R – R intervalů. MSSD je hodnota přímo úměrná stavu autonomního nervového systému

$$MSSD = \frac{1}{n-1} \sum (RRi - RRi - 1)$$

(van Steenis, Martens & Tulen, 2002)

VSF můžeme hodnotit buď v klidu (při spontánním dýchání), nebo během standartizovaných zkoušek, které mají již známý vliv na aktivitu ANS. Patří mezi ně např. hluboké dýchání, Valsalvův manévr a především ortostatická zkouška, resp. ortoklinostatický test (zkouška leh-stoj-leh) (Opavský, 2002).

2.2.5 Zevní faktory ovlivňující variabilitu srdeční frekvence

Stabilita kardiovaskulárního systému je vyrovnávána nepřetržitým přizpůsobováním srdeční frekvence, krevního tlaku a mechanismů, které redukují řadu vnitřních a vnějších faktorů. Mezi hlavní vnitřní faktory patří pohlaví, věk, dýchání a celkový zdravotní stav. K hlavním zevním faktorům přiřazujeme především stresory ovlivňující autonomní regulaci, fyzické i psychické zatížení. Důležité je nezapomínat i na vliv léků působících na autonomní systém (Fráňa et al., 2005; Javorka, 2008).

2.2.5.1 Vliv pohlaví

Ve srovnání s muži mají ženy vyšší tepovou frekvenci a lehce nižší VSF. Nižší je jednak celková VSA, ale i celkový spektrální výkon, výkon v oblasti LF a poměr LF/HF. Nejednotné nálezy jsou v oblasti HF. Snížená aktivita sympatiku je považována za ochranný faktor při zvýšené kardiovaskulární zátěži, která může být původu fyzického, psychického i emočního. Rozdíly vázané na pohlaví se ztrácí kolem 50. roku života (Javorka et al., 2008).

Kuo et al. (1999) sledovali vliv věku a pohlaví na VSF u žen a mužů ve věku 40 – 79 let. Výsledky ukázaly, že ženy ve věku 40 – 59 let měly vyšší výkon v oblasti HF. U mužů ve věku 40 – 59 let došlo ke zvýšení spektrálního výkonu v oblasti LF a poměru LF/HF, jenž vykazuje vyšší aktivitu sympatiku. Po dosažení 60. roku života nebyly naopak mezi pohlavími při testování VAS zaznamenány žádné rozdíly.

Změny průměrné tepové frekvence i samotné VSF od dospívání až po menopauzu jsou ovlivněny hormonálními vlivy (estrogeny), odlišnou tělesnou konstitucí, množstvím tukové tkáně, rozdílnými metabolickými nároky aktivních tkání, druhem a intenzitou fyzické aktivity, výkonností a tím i rozdílnou rovnováhou ANS (Javorka et al., 2008).

2.2.5.2 Vliv věku

VSF je podmíněna vývojovými změnami. V brzkém ontogenetickém vývoji převažuje dozrávání jednotlivých struktur a ve vyšším věku bývají časté patologické nálezy, jako je ateroskleróza, změna elasticity cév, baroreflexní senzitivity, vyskytuje se ischemická choroba srdeční nebo diabetes mellitus (Javorka et al., 2008).

VSF může být pozorována již ve fetálním vývoji. V prvním měsíci života klesá, naopak od 1. do 6. měsíce se zvyšuje. Růst pokračuje dále v předškolním a školním věku. Maxima dosahuje v pubertě. V dospělosti je zjevný pokles VSF, který pokračuje s rostoucím věkem (Javorka, 1996; Tonhajzerová & Javorka, 2000).

Při testování je i většina parametrů věkově závislých. Průběh závislosti však není homogenní. Mezi 12 – 70 lety je závislost nelineární – její průběh se výrazně mění zpravidla mezi 30. – 50. rokem. U starších osob je věková závislost parametrů velmi významná (Šlachta, Stejskal, Elfmark, Salinger, Kalina & Řehová, 2002).

2.2.5.3 Vliv dýchání

Dýchání patří mezi základní životní funkce, která je regulována ANS v závislosti na vnějších a vnitřních podmínkách ale i prostřednictvím volní regulace. Toho se využívá především při léčbě funkčních poruch systémů, které jsou regulovány ANS. SAVSF umožňuje posoudit vliv respirace na funkční aktivitu sympatiku a parasimpatiku v klidu i při zátěži (Kolisko et al., 2001).

Při měření spektrální analýzy v krátkodobých záznamech je nutno brát v úvahu frekvenci dýchání, aby se předešlo nesprávným závěrům o úrovni sympatické a parasympatické modulace. Čím je nižší dechová frekvence, tím je výraznější respirační sinusová arytmie a také síla

vysokofrekvenčního vrcholu spektra VSF. Aby bylo možné při měření oddělit vliv dýchání na VSF, bylo zavedeno vyšetření kontrolovaného dýchání řízeného prostřednictvím metronomu (Kautzner & Malik, 1998).

Frekvence a hloubka dýchání ovlivňuje respirační sinusovou arytmií, proto lze volným způsobem regulovaný rytmus dechu použít k posouzení funkčního stavu řízení kardiovaskulárního ANS.

V případě respirační sinusové arytmie se jedná o variabilitu srdeční frekvence v synchronizaci s dechem. Během nádechu jsou R – R intervaly zkracovány a naopak během výdechu prodlužovány. Vagus je tedy inhibován během inspirace a desinhibován během expirace. A i když byla respirační sinusová arytmie považována za ukazatel vagu, je také fyziologickým fenoménem reflektujícím respiračně – cirkulační interakce (Fujita, Kubo, Takagi & Nishida, 2015).

2.2.5.4 Vliv léků

Léky, které mají přímý účinek na CNS, jsou z hlediska zvyšování variability srdeční frekvence vhodnější. Příčinou je ovlivnění center sympatiku přímo na úrovni CNS, pouze blokáda periferního receptoru není dostačující (Souček & Kára, 2005).

Mezi léky, které zvyšují variabilitu srdeční frekvence, jsou již tradičně řazeny β -blokátory, blokátory kalciových kanálů non-dihydropyridinového typu, inhibitory angiotensin konvertujícího enzymu, blokátory AT₁, pro angiotensin II, centrálně působící agonisté I₁-imidazolinových receptorů a mnoho dalších (Souček & Kára, 2005).

Účinky léků, které se užívají k léčbě Parkinsonovy nemoci, nejsou zatím zcela objasněny. Důležité bude kromě účinku léků i doba užívání. Z dosavadních výsledků vyplývá, že medikace ovlivňuje především regulaci krevního tlaku. (Haapaniemi et al., 2000).

2.2.5.5 Vliv fyzické zátěže

Díky pravidelnému pohybu dochází postupně k poklesu hladiny katecholaminů v plazmě i moči a snižuje se vysoký tonus sympatiku. Normalizuje se tonus parasympatiku a následné reaktivity sympatiku a parasympatiku.

Pohyb způsobuje:

- vyplavování hormonů štěstí (endorfinů)
- má antidepresivní efekt

- je prevencí poklesu imunity
- je prevencí obezity a metabolických onemocnění
- je velmi důležitým mechanismem při léčbě hypertenze a prevence kardiovaskulárních onemocnění

(Jandová, 2009)

Snížení tonu sympatiku, a tím i následné snížení VSF v klidu, je přiřazováno autonomní dysfunkci, chronickým degenerativním chorobám se zvýšeným rizikem mortality. Sportovci mají nižší klidovou frekvenci společně s vyšší aktivitou parasympatiku nebo nižší aktivitou sympatiku. To bývá efektem cvičebního tréninku, ale může to být i vrozené. Predominance aktivity vagu je progresivně snižována od počátku cvičení. Reakce srdeční frekvence na začátku zátěže ukazuje integritu sympatiku. Pro znovuobnovení srdeční frekvence po cvičení je velmi důležitá prognostická informace. Pacienti, kteří mají pomalé zotavení srdeční frekvence, jsou minutu po zátěži více ohroženi rizikem mortality (Jin, Jiang, Wei, Chen & Ma, 2013).

Souček a Kára (2005) uvádí, že lze zvýšit variabilitu srdeční frekvence především pomocí pravidelné dynamické pohybové aktivity, která má být prováděna 3x týdně po dobu 30-45 minut. Stejskal (2005) doporučuje provádět pohybovou aktivitu každý druhý den po dobu 30-45 minut. Intenzita tréninku by se měla pohybovat v rozmezí 65-85% maximální tepové rezervy nebo VO_2 max. V takovém případě má pohybová aktivita komplexní účinky (metabolické i kardiopulmonální) a měla by zvyšovat tělesnou zdatnost.

Sledování spektrální analýzy v průběhu pohybové aktivity je dosti rozporuplné. Tachykardie totiž není způsobena čistě poklesem parasympatikotonie a vzestupusympatikotonie, ale současným vzestupem respirační aktivity, funkční instability a poklesem reflexní senzitivity baroreceptorů.

Velikost změn spektrálního výkonu, jednotlivých komponent a tím i pomalejší návrat k původním hodnotám jsou závislé na intenzitě zatížení. Čím je intenzita cvičení vyšší, tím větší jsou jednotlivé změny a jejich následný návrat k původním hodnotám (Stejskal & Salinger, 1996).

Stejskal (2005) naopak upozorňuje, že jednorázová intenzivní tělesná práce má i negativní vlivy, mezi které patří narušení sympatovagové a iontové rovnováhy. Např. intenzivní práce může v arteriální krvi zdvojnásobit množství plazmatického draslíku, zvýšit katecholaminy a snížit hodnotu pH.

2.3 Čtyřkomorová galvanická lázeň

2.3.1 Rozdělení a vlastnosti fyzikální terapie

Využívání účinků různých druhů fyzikální terapie (FT) má v léčebné rehabilitaci své tradiční místo. Podle aplikované energie rozdělujeme FT na mechanoterapii, termoterapii a hydroterapii, elektroterapii, fototerapii a kombinovanou terapii. I přes velmi široké spektrum dostupných možností je FT pouze doplňkovou terapií. V moderní léčebné rehabilitaci je důraz kladen především na aktivní přístup pacientů, proto by neměla aplikace FT u většiny diagnóz překročit 5 – 10% celkové léčby. Výsledný efekt nespočívá v délce a množství procedur FT, ale ve správně terapeuticky zvoleném ovlivnění symptomů a dysfunkcí především pohybového aparátu (Kolář et al., 2009).

2.3.2 Historie fyzikální terapie

Mezi nejstarší formy FT patří bez pochyby hydroterapie. Za zakladatele FT v tomto odvětví je považován čínský lékař Koung-Fou, který v letech kolem 4700 př. n. l. využíval vodoléčbu k léčení svých pacientů. V Evropě je za průkopníka FT považován Asklepios (770 př. n. l.), jenž postavil vodoléčebný ústav v Epidauru. Ústav leží v jihovýchodní části Peloponéskeho poloostrova a je stále částečně zachován.

Středověk znamenal pro FT především ústup. Oblast oficiální vědy zastupovala především církev. I přesto, že se našli jedinci, kteří znovuobjevili některé formy FT, nedosáhly jejich práce velkého rozšíření. Důvodem bylo, že středověké lázně jako Karlovy Vary, Mariánské Lázně, Jánské Lázně, Teplice byly místem zábavy a činnosti holičů. Tyto důvody srážely pověst lázní v očích lékařské společnosti.

Následný rozvoj západní medicíny, jejíž základy se opíraly především o znalosti anatomie a fyziologie, odsunul FT na vedlejší kolej. Při srovnání působila FT nevědecky, pouze jako sbírka empirických zkušeností. Nejvýznamnější vzkřísitel hydroterapie byl Vincenc Priessnitz (lázně Jeseník). I přes veliké nesnáze mu jeho nesporné úspěchy zajistily úspěch a uznání. Podobné úspěchy zaznamenal a slavil i Sebastian Kneipp (Poděbradský & Vařeka, 1998).

2.3.3 Elektroterapie

Název galvanoterapie vymyslel Alessandro Volta (1745 – 1827) na počest italského lékaře a fyzika Luigiho Galvaniho (1737 – 1798), který se proslavil roku 1781, kdy prováděl stimulaci nervosvalového preparátu žabího stehna. Využití stejnosměrného proudu k terapeutickým účelům však sahá až do starého Egypta (4000 let př. n. l.), kde se využíval převážně k léčbě periferních paréz (Poděbradský & Poděbradská, 2009).

Při aplikaci elektroterapie jsou využívány různé druhy elektrických proudů a elektromagnetického pole. Elektrické proudy používané v klinické elektroterapii můžeme obecně rozdělit do tří typů: stejnosměrný (galvanický) proud, střídavý proud a pulzní proud. Podle způsobu aplikace rozdělujeme elektroterapii na kontaktní, během které se ošetřovaný segment stává součástí elektrického obvodu (elektroléčebné proudy kromě vysokofrekvenční terapie) a bezkontaktní, při které je segment vystaven účinkům elektromagnetického pole (Kolář et al., 2009).

Kontaktní elektroterapie se vyznačuje tím, že elektrický proud je do těla přiváděn prostřednictvím elektrod, které jsou vodivě připojeny na kůži nebo sliznici. Mezi kontaktní elektroterapii patří aplikace:

- stejnosměrného (galvanického) proudu
- nízkofrekvenčního proudu (frekvence do 1000 Hz)
- středofrekvenčního proudu (frekvence od 1000 Hz – 100 000 Hz)
- elektrodiagnostiky a elektrostimulace (využívá impulzy pravoúhlého a šikmého tvaru o délce do 1000ms k dráždění svalových vláken)

Bezkontaktní terapie využívá k přivodu elektrického proudu do organismu účinky elektromagnetického pole bez vodivého kontaktu s kůží či sliznicí. Patří sem:

- vysokofrekvenční proudy (frekvence nad 100 000 Hz)
- distanční elektroterapie
- magnetoterapie

(Kolář et al., 2009).

Stejnosměrný proud je kontinuální jednosměrný proud elektricky nabitých částic. V elektrickém obvodu vzniká napětí stálé velikosti působící na vodič, který má pevný odpor.

Kromě napětí na vnějším vodiči vzniká i napětí na zdroji energie (baterie). Součet obou napětí se označuje jako elektromagnetické napětí a je roven součtu odporu vnějšího vodiče a zdroje. V baterii se prostřednictvím chemické reakce produkuje přebytek elektronů na jednom pólu (katoda -) s nedostatkem elektronů na opačném pólu (anoda +). Je-li spínač v obvodu uzavřený, proudí elektrony z oblasti s vysokou koncentrací (katody) do oblasti s nižší koncentrací (anody). Tok proudu bude pokračovat, dokud nebude rozdíl mezi svorkami baterie eliminován. Dokud chemická reakce uvnitř baterie bude moci poskytovat volné elektrony záporně nabitému pólu. Dohodou však bylo stanoveno, že směr šíření proudu probíhá opačně od anody ke katodě (Robinson & Snyder-Mackler, 2007).

2.3.4 Galvanoterapie

Galvanoterapie zahrnuje všechny elektroterapeutické metody, které využívají účinku vznikajícího při průtoku stejnosměrného proudu tkáněmi.

Galvanický proud vzniká z diodového usměrňovače střídavého proudu, protože k rozvodu elektrické energie se používá výhodnější střídavý proud, ale elektrické obvody ke své činnosti potřebují proud stejnosměrný. Jde o stejnosměrný proud o stejné velikosti a maximální proudové hustotě $0,1\text{mA}/\text{cm}^2$. Proudová hustota je úměrně závislá na velikosti proudu a ploše elektrod. Při aplikaci je polarita elektrod neměnná, tudíž se proud tkáněmi šíří pohybem kationtů a aniontů. V povrchových vrstvách klade největší odpor při průchodu proudu svrchní vrstva kůže. Do těla se proud dostává především přes vlasové váčky a vývody potních žláz. Ve tkáních protéká většina elektrického proudu mezibuněčnými prostory, které obsahují elektrolyty, a dále tkáněmi s vysokým podílem vody a bílkovin. Ty kladou nejmenší odpor. Naopak největší odpor při průchodu stejnosměrného proudu mají buněčné membrány, jež propouští pouze 2-3% z celkového množství proudu. V hlubších vrstvách se proud šíří vodnatými tkáněmi, tkáňovými štěrbinami a cévami. V těchto prostorách nejlépe vedou proud krev, svaly a mozkomíšní mok. Nejhůře naopak tkáně obsahující malé množství vody jako kost, chrupavka nebo šlacha (Rosina et al., 2013; Vyskotová, 2006).

2.3.4.1 Účinky galvanoterapie

Ve tkáních se galvanický proud šíří především elektrolyticky vlivem pohybu kationtů a aniontů v elektrickém poli. Mezi hlavní účinky tedy patří elektrolytický účinek. Aplikací galvanického proudu nedochází ke dráždění. Může ovšem dojít ke změně dráždivosti, kterou

označujeme jako elektrotonus. Vlivem průchodu galvanického proudu dochází k řadě změn, jednak na elektrodách v místě kontaktu elektrod s podložkou a jednak v proudové dráze. Na elektrodách dochází k hromadění produktů elektrolytické disociace. V místě styku s podložkou se mění koncentrace iontů a dochází k vpravování léčivých látek formou iontoforézy a elektroforézy. Pod elektrodami dochází k elektrolytické disociaci vody a soli ve vodném roztoku. H_2O se rozkládá na H^+ a OH^- , $NaCl$ se disociuje na Na^+ a Cl^- . Záporná katoda přitahuje kladně nabitě ionty H^+ (anionty) z povrchu nervového vlákna a záporně nabitě ionty OH^- naopak odpuzuje do pokožky (Poděbradský & Vařeka, 1998; Rosina et al., 2013).

Při průchodu proudu dochází také ke změnám hodnot pH pod elektrodami. Pod katodou se pH zvyšuje, pod anodou se naopak snižuje. Tyto chemické změny mohou při aplikaci způsobit popálení či poleptání kůže. K neutralizaci pH se používají ochranné roztoky. Hydroxid sodný se aplikuje pod anodu a zvýšené pH pod katodou neutralizuje kyselina chlorovodíková. K zabránění poleptání kůže můžeme využít záměnu stejnosměrného elektrického proudu za proud stejnosměrný přerušovaný. Kontinuální intenzita není stálá, dochází k pravidelnému přerušování o frekvenci 8 Hz. Galvanická složka proudu je tedy tvořena pouze 95%. Z fyzikálního hlediska má proud stejné galvanické účinky, ale z pohledu pacienta je lépe tolerován (Rosina et al., 2013; Vyskotová, 2006).

Díky změnám koncentrací iontů v extracelulárním a intracelulárním prostoru, které vznikají díky elektrolytickému účinku, dochází v proudové dráze k polarizaci. Vlivem polarizace dochází k velké řadě změn, které se aktivně využívají v rehabilitaci:

- aktivní hyperémie
- ovlivnění nervové soustavy
- ovlivnění trombů
- ovlivnění svalové dráždivost

(Robinson & Snyder-Mackler, 2007).

Hyperémie je způsobena v celé proudové dráze uvolněním prekapilárních svěračů. Zvětšené prokrvení tímto způsobem nastává při délce aplikace nad 30 minut, kdy dochází k rovnováze mezi polarizací a difuzí iontů. Po ukončení průchodu proudu se obnovuje původní stav, polarizace klesá a opět roste odpor. U nedráždivé buňky tyto změny trvají minuty až hodiny, naopak u dráždivé buňky milisekundy. Hyperémie vzniklá uvolněním prekapilárních svěračů je velmi šetrná a může se využívat i u pacientů se srdečními chorobami. Díky hyperémii má galvanoterapie trofotropní účinek, zlepšuje lokální regeneraci a lokální imunitní systémy, proto má i částečný antiflogistický účinek. Zároveň zmenšuje i bolesti z lokální ischemie a navozuje myorelaxaci. Je využívána

především při vstřebávání otoků, výronů a výpotků, dále při urychlení regeneračních dějů, zlepšení výživy a obranyschopnosti a při tlumení bolesti (Poděbradský & Poděbradská, 2009).

Ovlivnění nervové soustavy vzniká prostřednictvím elektrolyzy. Na katodě se hromadí alkalické zplodiny, dochází k vychýlení membránového potenciálu z klidových hodnot do méně negativních hodnot. Membránový potenciál se snižuje, dochází k částečné depolarizaci a poté ke zvýšení dráždivosti (katelektrotonus). Katelektrotonus je využíván při léčbě ochrnutí a snížené citlivosti. Kladná anoda přitahuje kationty a především ionty H^+ jsou odpuzovány do pokožky. V oblasti anody se shromažďují kyselé zplodiny, zvyšuje se klidový membránový potenciál (anelektrotonus), který způsobuje snížení dráždivosti. Při terapii využíváme anelektrotonu při léčbě bolesti (Rosina et al., 2013).

K ovlivnění trombu dochází při příčné galvanizaci trombotizované žíly, kdy se trombus přichytí na stranu katody. Postupně dochází k vrůstání fibroblastů a kapilarizaci. Přilnutím trombu k přirostlé stěně se postupně obnovuje rekanalizace na straně anody.

Ovlivnění svalové dráždivosti nastává při aplikaci delší jak 30 minut, kdy dochází postupně ke snížení prahu dráždivosti (Poděbradský & Vařeka, 1998).

2.3.4.2 Kontraindikace galvanoterapie

Kontraindikace rozdělujeme na obecné a speciální. Mezi obecné kontraindikace galvanoterapie patří:

- větší kožní defekty po úrazech
- čerstvé jizvy nebo starší plošné jizvy
- nádory, tuberkulózní ložiska a kovové předměty v proudové dráze
- kardiostimulátory
- poruchy citlivosti
- atrofická kůže po rentgenovém a radiovém záření

U galvanoterapie musíme navíc respektovat speciální kontraindikace:

- zánětlivá onemocnění kůže nebo její výrazné překrvení (např. po opalování)
- výrazně troficky změněná kůže bérců a varixů
- u iontoforézy alergie na podávané léky

(Robinson & Snyder-Mackler, 2007)

2.3.5 Hydrogalvanizace

Jde o aplikaci galvanického proudu v prostředí vody. Do vody jsou ponořeny buď pouze končetiny, nebo celé tělo. Při aplikaci pro horní končetiny se jedná o dvoukomorovou galvanoterapii. Při ponoření do vody rukou i nohou se jedná o čtyřkomorovou galvanoterapii (Obrázek 5). V případě ponoření celého těla mluvíme o elektroléčebné vaně. Kromě již výše vysvětlených účinků galvanického proudu zde působí fyzikální a chemické vlastnosti vody (teplota vody, hydrostatický tlak a vztlak) (Zeman, 2013).

Mezi hlavní indikace patří:

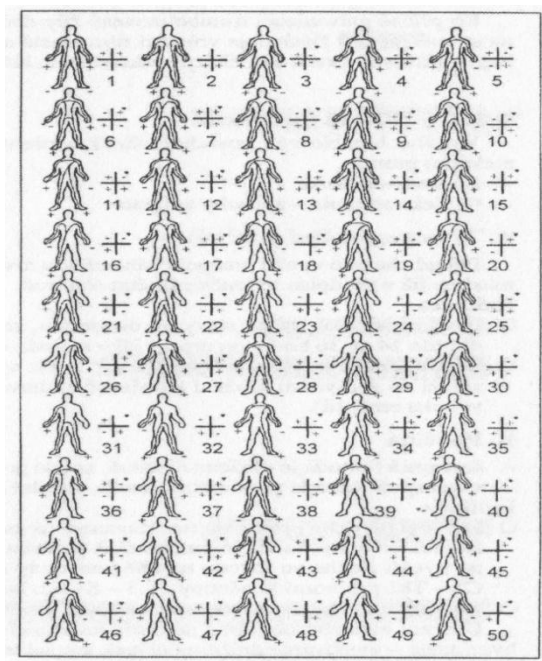
- funkční poruchy prokrvení (vázoneurózy, m. Raynaud)
- poruchy trofiky
- neuralgie, neuropatie
- poruchy inervace, parézy, plegie
- perakutní posttraumatické stavy

(Zeman, 2013)

Čtyřkomorová galvanizace probíhá ve speciálně zrekonstruovaném přístroji, který má čtyři pohyblivé vaničky. Starší přístroje pro galvanoterapii měly pouze jednu elektrodu v každé vaničce. V současné době disponuje každá vanička dvěma elektrodami, takže můžeme nastavit polaritu pro každou vaničku zvlášť. Každá vanička má také vlastní přísun vody. Většina přístrojů míchá teplotu vody centrálně. Není to ale vhodné v případě, když chceme teplotu vody regulovat jednotlivě v každé vaničce. Důležité je to zejména v případě pouřazového stavu nebo Sudeckova syndromu, kdy bychom volili vodu chladnější a naopak u revmatického onemocnění, kde je zapotřebí voda teplejší. Ovládací panel je u některých přístrojů natočen k pacientovi. Umožňuje mu samostatné regulování parametrů, nicméně s možným rizikem sebepoškození. Směr aplikace se udává jako sestupná (obě horní končetiny mají +, obě dolní končetiny mají -), protože proud jde dohodou od + k -. Opačné zapojení je označováno jako vzestupná galvanická lázeň (Vyskotová, 2006; Zeman, 2013).

Intenzita proudu při aplikaci hydrogalvanu je prahově senzitivní. Součástí předpisu je i teplota vody, u posttraumatických stavů volíme teplotu hypotermní, jinak většinou izotermní. Plochu elektrod tvoří ponořené části končetin. Pro čtyřkomorovou lázeň dodržujeme maximální proud 40 mA, pro dvoukomorovou 20 mA. U tříkomorové platí rovněž maximální proud 20 mA. Doba aplikace je lékaři předepisována v rozmezí 20 – 60 minut s frekvencí návštěv 2 – 3 týdně. Před aplikací procedury by měli být pacienti poučeni o bezpečnosti aplikace. Úraz elektrickým

proudem hrozí při vyndání končetin z vody nebo při dotknutí se elektrod během aplikace (Poděbradský & Poděbradská, 2009).



Obr. č. 5 Možnosti zapojení hydrogalvanu (dvou, tří, čtyřkomorové lázně)
(Poděbradský & Vařeka, 1998) upraveno

2.4 Výzkumné studie

2.4.1 Změna variability srdeční frekvence při aplikaci elektroterapie

Nerovnováha mezi aktivitou sympatiku a parasympatiku bývá velmi často spojena s náhlou srdeční smrtí. Zvýšená aktivita sympatiku je spojena s rozvojem srdečních arytmií. Z tohoto důvodu vede terapeutický zásah autonomní nerovnováhy k podstatnému snížení kardiovaskulární mortality. Nejčastěji se ke snížení sympatické hyperaktivity používá farmakologická blokáda sympatického nervového systému pomocí betablokátorů. Bylo však hlášeno velmi mnoho nežádoucích účinků při dlouhodobém užívání těchto léků. Z nefarmakologické léčby se využívaly především terapeutická a dechová cvičení. Zde se však při snižování aktivity sympatiku a parasympatiku ukázal vliv na nastavení CNS u patologických stavů, jako je hypertenze a srdeční selhání.

Ve zmíněné studii se autor pokouší snížit sympatickou aktivitu a zlepšení sympatovagální rovnováhy pomocí transkutánní elektrické nervové stimulace (TENS). Tato studie byla provedena u sedmi probandů (3 muži a 4 ženy). Probandům byl aplikován s frekvencí 10 Hz a 100 Hz denně \bar{a} 30 minut. Intenzita proudu byla udržována na intenzitě prahově senzitivní a po dobu aplikace upravována každých 5 minut. Pacienti byli poučeni o zákazu konzumace kofeinu 2 hodiny před aplikací a také o neprovádění žádných vyčerpávajících cvičení. Kuřáci a pacienti trpící obezitou, diabetem, plicním nebo ledvinovým onemocněním byli ze studie vyloučeni.

Po ukončení studie se dospělo k závěru, že při aplikaci proudu s frekvencí 10 Hz došlo k poklesu frekvenčního pásma LF, na rozdíl po aplikaci 100 Hz nastalo zvýšení pásma LF a snížení pásma HF. Lze konstatovat, že TENS mění sympatickou a parasympatickou aktivitu způsobem závislým na kmitočtu (Stein, Dal Lago, Ferreira, Casali & Plentz, 2011).

Další studie ukazuje na změnu variability srdeční a tepové frekvence při aplikaci všech akupunkturních bodů dráhy srdce a akupunkturního bodu BL15 při aplikaci elektrické akupunktury.

Akupunkturní dráha srdce se skládá z 9 bodů. Začíná na středu podpaží a poté klesá podél vnitřní strany ramene a předloktí. Končí až na vnitřním okraji nehtu na malíčku. V čínské medicíně je tento meridián velmi důležitý a může ukazovat na případné onemocnění srdce. Akupunkturní bod BL15 se nachází přibližně 3,8 cm bočně od spodního okraje trnového výběžku Th₅. Je to bod nacházející se v dráze močového měchýře a je také velmi důležitý při onemocnění srdce, u srdeční arytmiie, bolesti srdce a při nepravidelném tepu. Kromě toho se nachází velmi blízko sympatické inervace srdce.

Studie se zúčastnilo 10 zdravých dobrovolníků, kteří byli využiti jak pro výzkumnou, tak i pro kontrolní studii. Kontrolní skupina dostávala falešnou elektrickou akupunkturu. Výzkumné skupině byly stimulovány akupunkturní body frekvencí 2Hz po dobu 10 minut.

Z analýzy EKG bylo zjištěno, že stimulací akupunkturního bodu BL15 dochází ke značnému nárůstu vysokofrekvenčního pásma HF pro složku variability srdeční i tepové frekvence a pro obě složky i snížení normalizovaného nízkofrekvenčního pásma LF. Došlo dále i ke snížení tepové frekvence a aktivitě akupunkturních bodů. Výsledky studie tedy ukazují, že stimulace akupunkturních bodů elektroakupunkturou může vést k relaxaci, klidu a snížení pocitu napětí. (Chih-Chien, Ching-Sung, Te-Sheng, Yuh-Show & Yung-Hsien, 2006).

2.4.2 Změna variability srdeční frekvence při aplikaci hydroterapie

Je známo, že dysfunkce ANS hraje klíčovou roli v patogenezi migrény. Tepelné procedury jsou předpokladem pro modulaci těchto změn a vedou ke zmírnění bolesti. Účinky vodoléčby při migréně jsou však mizivé. Následující studie zkoumá efekt hydroterapie skládající se z horké koupele rukou, nohou a ledovou masáží hlavy u pacientů trpících migrénou.

Studie se zúčastnilo 40 pacientů splňujících mezinárodní klasifikaci bolestí hlavy. Probandi byli rozděleni na skupinu, která absolvovala farmakologickou léčbu a hydroterapii (n=20) a na skupinu, která užívala pouze léky (n=20). Hydroterapie se skládala z horké koupele rukou a nohou o teplotě 39 – 43°C a ledové masáže hlavy trvajících 20 minut po dobu 45 dnů. Pacienti byli hodnoceni prostřednictvím testu bolesti hlavy (HIT), vizuální analogové škály pro bolest a srdeční funkce ANS podle VSF před a po intervenci.

U obou skupin došlo k výraznému poklesu HIT skóre. Nicméně větší rozdíly byly patrné u skupiny, jež absolvovala farmakologickou léčbu a hydroterapii. Došlo také k významnému zlepšení v parametrech VSF. Jednalo se o snížení tepové frekvence, zvýšení vysokofrekvenčního pásma HF a snížení poměru LF/HF. Závěry studie ukazují, že přidáním hydroterapie k farmakologii zvyšujeme vagální aktivitu a snižujeme četnost a intenzitu bolestí hlavy (Sujan et al., 2016).

3 Cíle a hypotézy

Cílem diplomové práce bylo posoudit vliv 4 komorové galvanické lázně na autonomní nervový systém hodnocený metodou spektrální analýzy variability srdeční frekvence s použitím přístroje VarCor PF7.

3.1 Hypotézy

Hypotéza H₀₁:

V pozici sedu po aplikaci 4 komorové galvanické lázně nedojde ke změně hodnoty u žádného ze sledovaných parametrů SAVSF (POWER HF, POWER LF, LF/HF, R-R INTERVALY, REL. LF, REL. HF, MSSD, TOTAL POWER) ve srovnání s pozicí sedu před aplikací procedury.

Hypotéza H₀₂:

V pozici závěrečného lehu po aplikaci 4 komorové galvanické lázně nedojde ke změně hodnoty u žádného ze sledovaných parametrů SAVSF (POWER HF, POWER LF, Ratio LF/HF, R-R INTERVALY, REL. LF, REL. HF, MSSD, TOTAL POWER) ve srovnání s pozicí lehu před aplikací procedury.

Hypotéza H₀₃:

V pozici sedu po aplikaci 4 komorové lázně bez galvanického proudu nedojde ke změně hodnoty u žádného ze sledovaných parametrů SAVSF (POWER HF, POWER LF, LF/HF, R-R INTERVALY, REL. LF, REL. HF, MSSD, TOTAL POWER) ve srovnání s pozicí sedu před aplikací procedury.

Hypotéza H₀₄:

V pozici lehu po aplikaci 4 komorové lázně bez galvanického proudu nedojde ke změně hodnoty u žádného ze sledovaných parametrů SAVSF (POWER HF, POWER LF, LF/HF, R-R INTERVALY, REL. LF, REL. HF, MSSD, TOTAL POWER) ve srovnání s pozicí lehu před aplikací procedury.

4 Metodika

4.1 Výzkumný soubor

Výzkumu se zúčastnilo 20 zdravých probandů (4 muži a 16 žen) průměrného věku $25,40 \pm 1,35$, BMI $22,56 \pm 2,80$. (viz tabulka 1). Tito probandi tvořili jak výzkumnou, tak i kontrolní skupinu. Všichni probandi byli s dostatečným předstihem informováni o požadovaných podmínkách dodržování režimových opatření souvisejících s metodikou SAVSF a před měřením podepsali informovaný souhlas. Před měřením probandi dodržovali spánkový režim, vyvarovali se psychickému stresu, 8 hodin před vyšetřením nepili alkohol, kávu a silný čaj. Ženy neměly v době měření menstruaci a nebyly gravidní. Do studie nebyli dále zařazeni pacienti, jež prodělali v době kratší než 48 hodin akutní onemocnění a ti, kteří dlouhodobě užívají medikaci.

4.2 Použité metody

VSF byla hodnocena prostřednictvím diagnostického systému VarCor PF7, který je zkonstruován pro neinvazivní diagnostiku VSF. EKG signál byl snímán prostřednictvím hrudního elektrodového pásu typu POLAR, jenž byl dále kabelem propojen s UHF vysílačem. Signál se následně telemetricky (radiově) přenáší z UHF vysílače do UHF přijímače, který je prostřednictvím USB portu propojen s počítačem. Přenášené informace jsou kódovány dle speciálního záznamu vhodného pro rádiový přenos. UHF přijímač signál zesílí a dekóduje tak, aby mohl být zpracovaný pomocí speciálního PC programu (Salinger et al., 2006).

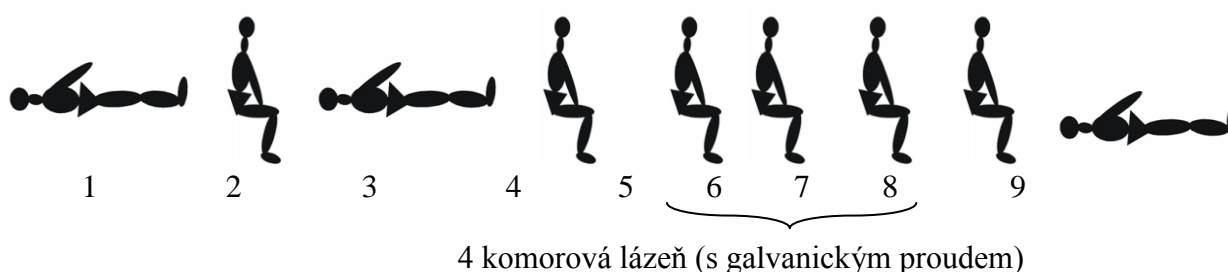
4.3 Měření parametry

V krátkodobých záznamech s rozsahem spektrálních komponent: VLF – velmi nízká frekvence, LF – pomalá frekvence a HF – vysoká frekvence byly při výzkumném a kontrolním měření hodnoceny parametry SAVSF: spektrální výkon vysokofrekvenční komponenty (Power HF), spektrální výkon nízkofrekvenční komponenty (Power LF), poměr LF/HF, relativní spektrální výkon komponenty HF (Rel. HF), relativní spektrální výkon komponenty LF (Rel. LF) a celkový spektrální výkon (Total power). Dále byly hodnoceny časové ukazatele R-R intervaly a MSSD (Opavský, 2002).

4.4 Desing a organizace výzkumu

Měření výzkumu se uskutečnilo v měsících leden 2016 až březen 2016 v prostorách elektroterapie RRR Centra – Centra léčby bolestivých stavů a pohybových poruch v Olomouci. Pro maximální standardizaci podmínek byla pro měření vyčleněna samostatná kabinka s lehátkem. Měření probíhalo v dopoledních hodinách, a to v časovém rozmezí 7 – 9 hodin. Kontrolní i výzkumné měření na sebe navazovaly v rozmezí 2 – 3 dní.

Jednalo se o komparativní studii. Určení prvenství zařazení do výzkumné a kontrolní skupiny (lázeň bez galvanického proudu) proběhlo losem. Při každém měření byl pacientovi na přední stranu hrudníku připevněn zvlhčený snímací hrudní pás. Hrudní pás byl kabelem propojen s UHF vysílačem, který měl pacient po celou dobu měření připevněný kolem pasu. Telemetricky byl signál dále posílán do UHF přijímače, který byl pomocí USB portu propojen s počítačem. Následně byli pacienti poučeni, že by během celého měření neměli mluvit. Každé měření se skládalo z devíti zaznamenaných intervalů. Délka jednoho intervalu byla 5 minut (respektive 300 tepů). Nejprve proběhlo měření v pozicích leh, sed, leh, sed (tj. měřené intervaly 1, 2, 3, 4), (pro kontrolní měření viz tabulky 3 – 6, pro výzkumné měření viz tabulky 14 – 17). Následovaly další tři intervaly v pozici sedu (tj. intervaly 5, 6, 7), (pro kontrolní měření viz tabulky 7 – 9, pro výzkumné měření viz tabulky 18 – 20) s ponořenými horními i dolními končetinami. Voda byla při provádění měření izotermní. Měření následně pokračovalo klidovým sedem (interval 8), (pro kontrolní měření viz tabulka 10, pro výzkumné měření viz tabulka 21) a poté následoval závěrečný leh (interval 9), (pro kontrolní měření viz tabulka 11, pro výzkumné měření viz tabulky 22). V případě výzkumné skupiny (s aplikací galvanického proudu), byla intenzita stanovena jako prahově senzitivní (viz tabulka 2).



Obr. č. 6 Schéma jednotlivých pozic během měření

Ukazatele SAVSF a časové ukazatele byly mezi sebou vzájemně porovnány v pozici sed (interval 4) – sed (interval 8) a leh (interval 3) – leh (interval 9) samostatně u kontrolní (viz tabulka 12, 13) a výzkumné skupiny (viz tabulka 23, 24).

Výzkum byl u probandů doplněn dotazníkem na autonomní funkce (DAF – příloha 9). Dotazník na autonomní funkce podává orientační informace o vyváženosti poměru odpovědí na projevy sympatiku a parasympatiku. Celkem obsahuje 16 otázek. Vyhodnocuje se podle počtu odpovědí, které jsou rozděleny do skupiny sympatiku, parasympatiku a indiferentní. Vyšší četnost odpovědí ze sloupce sympatikus představuje relativní převahu sympatiku, Pro zdravé osoby je poměr odpovědí pro funkci sympatiku (A), parasympatiku (B) a indiferentní odpovědi (C) 5,4:6,1:4,2) (Opavský & Salinger, 1995).

4. 5 Analýza dat

Hodnocení variability srdeční frekvence může být značně zkresleno přítomností artefaktů (např. srdeční arytmie), proto proběhla jak automatická, tak manuální filtrace.

Hodnoty sledovaných intervalů byly statisticky zpracovány v programu PASW Statistics. Jednalo se o porovnání intervalů 4 a 8, 3 a 9. Mezi sledované ukazatele variability srdeční frekvence patřily Power LF, Power HF, LF/HF, Rel. LF, Rel. HF, Total power a časové ukazatele R-R intervaly a MSSD. Data byla porovnána mezi intervaly 4 a 8, 3 a 9 zvlášť pro kontrolní a výzkumnou skupinu pomocí Wilcoxonova testu. Hladina statistické významnosti byla stanovena na $p < 0,05$.

5 Výsledky

5. 1 Informace z dotazníků

V dotazníku autonomních funkcí (DAF) jsme porovnávali vyváženost sympatiku a parasympatiku. Výsledný poměr při aplikaci 4 komorové lázně 6,75:7 svědčí o převaze parasympatiku (viz tabulka 34). Při aplikaci 4 komorové galvanické lázně se poměr změnil ve prospěch sympatiku 7,15:6,75, který snížil relaxační účinky parasympatiku (viz tabulka 35).

V dotazníku na subjektivní stav – hodnocení procedury (viz Přílohy) udávaly všechny osoby pouze příjemné pocity během aplikace 4 komorové lázně. Při aplikaci 4 komorové galvanické lázně probandi udávali méně příjemné pocity.

5. 2 Porovnání naměřených hodnot v jednotlivých vyšetřovaných polohách

5. 2. 1 Porovnání naměřených hodnot parametrů SAVSF mezi intervaly 4 (sed před aplikací 4 komorové galvanické lázně) a 8 (klidový sed)

Statisticky významná vzestupná tendence se projevila u parametrů: POWER HF, MSSD.

Statisticky významná sestupná tendence se projevila u parametru: LF/HF.

Statisticky nevýznamná vzestupná tendence se projevila u parametrů: R-R INTERVALY, REL. HF, TOTAL POWER.

Statisticky nevýznamná sestupná tendence se projevila u parametrů: POWER LF, REL. LF.
(viz tabulka 25)

5. 2. 2 Porovnání naměřených hodnot parametrů SAVSF mezi intervaly 3 (leh před aplikací 4 komorové galvanické lázně) a 9 (závěrečný leh)

Statisticky významná vzestupná tendence se neprojevila u žádných parametrů.

Statisticky významná sestupná tendence se neprojevila u žádných parametrů.

Statisticky nevýznamná vzestupná tendence se projevila u parametrů: POWER HF, R-R INTERVALY, REL. HF, MSSD, TOTAL POWER.

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

(viz tabulka 26)

5. 2. 3 Porovnání naměřených hodnot parametrů SAVSF mezi intervaly 4 (sed před aplikací 4 komorové lázně bez galvanického proudu) a 8 (klidový sed)

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

Statisticky významná sestupná tendence se neprojevila u žádných parametrů.

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

Statisticky nevýznamná sestupná tendence se projevila u parametru: LF/HF.

(viz tabulka 27)

5. 2. 4 Porovnání naměřených hodnot parametrů SAVSF mezi intervaly 3 (leh před aplikací 4 komorové lázně bez galvanického proudu) a 9 (závěrečný leh)

Statisticky významná vzestupná tendence se projevila u parametru: R-R INTERVALY.

Statisticky významná sestupná tendence se neprojevila u žádných parametrů.

Statisticky nevýznamná vzestupná tendence se projevila u parametrů: POWER HF, REL. HF, MSSD, TOTAL POWER.

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

Statisticky nevýznamná sestupná tendence se projevila u parametru: LF/HF.

(viz tabulka 28)

5. 3 Výsledky k hypotézám

Testy významnosti byly provedeny na hladině významnosti 0,05

H₀₁

Z naměřených hodnot vyplývá, že mezi 4 a 8 intervalem došlo k významnému statistickému zvýšení hodnot u parametrů: POWER HF a MSSD a naopak statisticky významné snížení bylo u parametru LF/HF.

Hypotézu H₀₁ zamítáme, jelikož se nepodařilo dokázat, že v pozici klidového sedu po aplikaci 4 komorové galvanické lázně nedojde ke změně hodnoty u žádného ze sledovaných parametrů SAVSF oproti pozici sedu před aplikací 4 komorové galvanické lázně.

H₀₂

Z naměřených hodnot vyplývá, že mezi 3 a 9 intervalem nedošlo k významnému statistickému zvýšení a snížení hodnot u všech sledovaných parametrů SAVSF.

Hypotézu H_02 přijímáme, jelikož se podařilo dokázat, že v pozici závěrečného lehu po aplikaci 4 komorové galvanické lázně nedojde ke změně hodnot u žádného ze sledovaných parametrů SAVSF.

H_03

Z naměřených hodnot vyplývá, že mezi 4 a 8 intervalem došlo k významnému statistickému zvýšení hodnot u parametrů: POWER HF, R-R INTERVALY, MSSD, TOTAL POWER a k žádnému významnému statistickému snížení hodnot u žádného zbývajících parametrů SAVSF.

Hypotézu H_03 zamítáme, jelikož se nepodařilo dokázat, že v pozici klidového sedu po aplikaci 4 komorové lázně bez galvanického proudu nedojde ke změně hodnoty u žádného ze sledovaných parametrů SAVSF oproti pozici sedu před aplikací 4 komorové lázně bez galvanického proudu.

H_04

Z naměřených hodnot vyplývá, že mezi 3 a 9 intervalem došlo k významnému statistickému zvýšení hodnot u parametru: R-R INTERVALY.

Hypotézu H_04 zamítáme, jelikož se nepodařilo dokázat, že v pozici závěrečného lehu po aplikaci 4 komorové lázně bez galvanického proudu nedojde ke změně hodnoty u žádného ze sledovaných parametrů SAVSF oproti pozici lehu před aplikací 4 komorové lázně bez galvanického proudu.

6 Diskuse

Lidský organismus je pod neustálým vlivem vnitřních i vnějších faktorů. Na tyto faktory musí organismus neustále reagovat, aby udržel relativní stálost vnitřního prostředí. ANS je jednou z hlavních složek, která se podílí na udržení homeostázy vnitřního prostředí. Název autonomní nervový systém pochází dnes již z překonaných představ, že funguje samostatně, bez závislosti na řízení z vyšších center CNS (Opavský, 2002).

ANS má zároveň významný podíl na řízení kardiální autonomní reaktivity, která také podléhá vlivům vnitřního a vnějšího prostředí. Konečná reakce je dána momentálním působením faktorů, ten je však poznamenán už předcházejícím působením faktorů i působením dalších vlivů. Proto nepřetržitě kolísání aktivity ANS je nejen obrazem momentálního působení faktorů ale také adaptací na faktory, které na organismus působily v minulosti. Aktivita ANS se změní pouze v případě, pokud dojde k výrazné změně některého z působících vlivů a následně k výrazné reakci ANS (Stejskal, 2003).

Jedním z faktorů vyvolávající reakci ANS je aplikace negativní termoterapie. Tuto reakci rozlišujeme podle celkového nebo částečného působení (Campbell, Gooden & Horowitz, 1969). Bylo prokázáno, že při ponoření předloktí do studené vody dochází ke snížení parasympatické a zároveň ke zvýšení sympatické aktivity. Tyto dvě změny mají za následek zvýšení tepové frekvence (Manhas, Gupta & Kalsotra, 2011). Podle autorů Pretorius, Gagnon & Giesbrecht (2010), je periferní vazokonstrikce přirozená reakce, jež chrání organismus před nadměrnými tepelnými ztrátami se zachováním teploty tělesného jádra. Většina autorů se shoduje na tom, že účelem tohoto reflexu je zachování důležitých životních funkcí. Dochází totiž ke sníženému prokrvení kosterního svalstva se zachováním neměnné perfúze především mozku a srdce (Davis, Polasek, Watson, Fuson, Williams & Kanatous, 2004, Gooden, 1994).

Další možností jak působit na organismus a ovlivnit ANS je pozitivní termoterapie. Povrchová termoterapie se využívá především ke zmírnění svalových a kloubních bolestí. Je aplikována buď samostatně, nebo je kombinována s různými metodami (Reis, 2004). Mezi hlavní účinek, projevující se při aplikaci pozitivní termoterapie patří změna prokrvení. Tato změna se také liší podle celkové či částečné aplikace. Při celkových pozitivních i negativních aplikacích termoterapie se projevuje Daster-Moratovo pravidlo (cévy vnitřních orgánů reagují při aplikaci opačně než cévy kůže). Tudíž celková aplikace pozitivní termoterapie vyvolá v kůži vazodilataci a naopak ve splachnické oblasti ve svalech vazokonstrikci (Jandová, 2009).

Při aplikaci lokální pozitivní termoterapie dochází k vazodilataci i ve splachnické oblasti daného segmentu (Poděbradský & Poděbradská 2009).

Jak uvádí Poděbradský & Vařeka (1998) rozdíl nastává při aplikaci horkého podnětu, kdy u zdravého organismu můžeme očekávat krátkodobou vazokonstrikci, která je následně rychle vystřídána vazodilatací. Tato reakce postihuje především drobné artérie a vény. Tonus cévní stěny je neustále udržován, klesá až při delším působení tepla a tím dochází k výrazné hyperémii. Oproti tomu při pomalém zvyšování teploty je vynechána vazokonstrikce a okamžitě se uplatňuje vazodilatace.

Chandler, Preece & Lister (2002) uvádějí, že teplo stimuluje jednak termoreceptory v kůži i v hlubších tkáních. Podle Takáčové (2011) je teplo do tkání přiváděno převážně konvekcí. Aplikace pozitivní termoterapie uvolňuje svalové spazmy a působí analgeticky. Zvyšuje prokrvení, teplotu tkání, látkovou výměnu a elasticitu pojivové tkáně. Studie, kterou provedli Nadler, Weingand & Kruse (2004) poukazuje na to, že zvýšení teploty tkáně je spojeno se zvýšením tkáňového metabolismu. Toto zvýšení metabolismu napomáhá hojení a to tím, že dojde ke zvýšení katabolické i anabolické reakce potřebné k degradaci a odstranění vedlejších produktů tkáně.

Při aplikaci teplých obkladů na kůži se aktivuje oblast thalamu a inzuly. Tyto přímé účinky na mozek mohou u pacienta zmírnit pocity bolesti (Davis, Kwan & Crawley, 1998).

Tkáň lidského těla je také uzpůsobena k vedení elektrického proudu. Elektrický proud prochází různou měrou prostředím, které závisí na struktuře a chemickém složení. Každé prostředí má tedy charakteristickou měrnou tepelnou vodivost. Zatímco měrná elektrická vodivost mezibuněčného prostředí a cytoplasmy je téměř stejná, elektrická vodivost buněčných membrán je nesrovnatelně nižší (Rosina et al., 2013).

Při průchodu stejnosměrného proudu organismem se minimálně projevují tepelné účinky, ty bývají patrné až při proudech s vyšší intenzitou. Dráždivé účinky se objevují pouze při zapnutí či vypnutí proudu, nebo při zesílení a zeslabení procedury. Nejvíce se při průchodu stejnosměrného proudu uplatňují v tkáni elektrolytické účinky. Nedochozí ke dráždění ale ke změně dráždivosti. Pod elektrodou, která je zapnutá jako katoda, dochází ke snížení membránového potenciálu a k následnému zvýšení dráždivosti. Naopak pod anodou dochází ke zvýšení klidového membránového potenciálu, což má za následek snížení dráždivosti (Rosina et al., 2013).

V lidském těle vede elektrický proud krev, mozkomíšní mok a svaly. Proto se stejnosměrný proud používá velmi často při transkraniální stimulaci. Tato metoda byla nejdříve používána u pacientů při léčbě cévní mozkové příhody (CMP). Na zdravých osobách bylo prokázáno, že

použití transkraniální stimulace stejnosměrným elektrickým proudem může zlepšit různé kognitivní schopnosti a to v závislosti na tom, která část mozku je stimulována (Feilden, 2012).

Pomocí transkraniální stimulace stejnosměrným proudem se snažili autoři několika klinických studií zlepšit problémy s pamětí jak u zdravých pacientů, tak u pacientů s Parkinsonovou a Alzheimerovou nemocí. Výsledky studií však byly různé a nepodařilo se jednoznačně prokázat pozitivní či negativní účinek (Bennabi, 2014).

V oblasti léčby schizofrenie byl výzkum zpočátku velmi úspěšný. Později však začalo přibývat více studií, u kterých byl tento účinek malý. Ve studiích se většinou autoři soustředili na léčbu sluchových halucinací a v oblasti negativních příznaků výzkum zatím chybí (Agarwal et al., 2013).

Od roku 2013 bylo provedeno několik klinických studií, které zkoumaly ovlivnění silné deprese (Martin et al., 2013). U většiny z nich se prokázalo zmírnění příznaků. Pouze u dvou pacientů se studie projeví jako rezistentní. U studie Oliveira (2013), se prokázal účinek při použití transkraniální stimulace stejnosměrným proudem, u další Wolkenstein & Plewnia (2013) však nikoliv. Studie zaměřená na zmírnění příznaků deprese jistý účinek v porovnání s falešnou stimulací našla (Brunoni et al., 2013). Další studie, soustředící se na relapsy však žádný účinek vůči falešné stimulaci nenašla (Mondino et al., 2014).

Při terapii poúrazových bolestí nebyl zatím výzkum proveden dostatečně kvalitně, aby mohla být metoda transkraniální stimulace stejnosměrným proudem doporučena k terapii těchto obtíží. U chronické bolesti způsobené poraněním páteře byla léčba pomocí transkraniální stimulace neúčinná (Luedtke et al., 2012; Boldt et al., 2014).

Jako neúčinná se ukázala transkraniální stimulace rovněž při zlepšování funkce horních končetin, které byly postiženy cévní mozkovou příhodou (Schjetnan et al., 2013). Naopak u afázie a zrakových problémů, které byly způsobeny cévní mozkovou příhodou, se zlepšení stavu u pacientů prostřednictvím transkraniální stimulace prokázalo (Feng et al., 2013).

V roce 2014 byla provedena studie, která porovnávala stovky experimentů s transkraniální stimulací. Podle jejich závěrů není metoda účinná. (Horvath, Forte & Carter, 2015). Nicméně kvalita této studie byla později zpochybněna (Grimaldi et al., 2016).

Účinnost galvanické lázně ve srovnání s tělesným cvičením prováděli Patru, Bighea & Popescu (2014), kteří ve své randomizované studii porovnávali účinek 24 týdenní kinezioterapie (12 týdnů pod dohledem a 12 týdnů bez dohledu doma), kinezioterapie s aplikací 4 komorové galvanické lázně s kontrolní skupinou. Záporná elektroda byla na postižené končetině, teplota vody byla 36 – 37°C. Výsledky ukazují, že po aplikaci 4 komorové galvanické lázně došlo ke krátké

vazokonstrikci. Vazodilatace se neprojevuje pouze v kožních cévách ale i u v hloubce uložených svalových cév. Měření ukázala nárůst až o 500% v průtoku krve kůží a až o 300% ve svalovém průtoku. Tyto hodnoty přetrvávali 15 – 30 minut po skončení terapie. Hyperémický účinek galvanického proudu vede ke zlepšení tkánové výživy, odstranění katabolitů a vstřebání otoku. Dále však nebyly nalezeny žádné další studie, které analyzují účinek galvanických lázní u pacientů s obliterující aterosklerózou dolních končetin. Výsledky této studie však ukazují, že tímto způsobem může být zlepšena chůze pacientů trpící právě tímto onemocněním.

Ve vypracované diplomové práci jsou prezentovány výsledky studie, která se zabývala vlivem vzestupné 4 komorové galvanické lázně na autonomní nervový systém hodnocený metodou SAVSF. Při studii jsme spojili účinky hydroterapie a elektroterapie. Z výsledků naší studie je patrný vliv na autonomní nervový systém.

Základem pro zpracování výsledků SAVSF jsou pouze stahy pocházející ze SA uzlu, proto je po měření nutné provést filtraci a odstranit artefakty. Velmi častá přítomnost ektopických stahů a záznamových artefaktů snižuje spolehlivost výsledků (Stejskal & Salinger, 1996). Metodika SAVSF je velmi jednoduchá a účinná. Přináší nám mnoho užitečných informací, které využíváme především v diagnostice, ale také k určení účinnosti a hodnocení vlivu na lidský organismus. Těchto informací se využívá v řadě medicínských oborů (psychologie, interní lékařství, neurologie, neonatologie, tělovýchovné lékařství, rehabilitace a další) (Javorka, 2008; Stejskal, 2003, Opavský, 2004, 2002). Na Fakultě tělesné kultury je metoda velmi využívána pro výzkumné účely. Diagnostický systém VarCor PF7, kterým byla studie prováděna, je inovace systému VarCor PF6 a předešlého systému VariaCardio TF4, který byl vyroben na této fakultě. Přístroj pracuje s frekvencí 433 Hz (Štěpánik et al., 2005). Zaznamenaný EKG signál je dále zpracováván v PC prostřednictvím speciálního softwaru určeného pro tento diagnostický systém (Salinger et al., 2005). O širokém využití těchto přístrojů svědčí veliké množství již provedených výzkumů. Byl zkoumán vliv klidového dýchání a vliv dýchání proti odporu na autonomní nervový systém. Dále také vliv tai-ji, experimentální stresové situace či standardizovaná sestava cviků pro osoby se svalovými dysbalancemi (Opavský et al., 1999). Své uplatnění našly také přístroje při posuzování vlivu dynamické svalové práce (Jakubec et al., 2004), v oblasti sportovní přípravy (Botek, Stejskal, Jakubec & Kalina, 2004) nebo při porovnávání věku a pohlaví na VSF (Botek, Stejskal, Krejčí, Jakubec & Gaba, 2010).

Vliv vzestupné čtyřkomorové galvanické lázně na autonomní nervový systém nebyl dosud hodnocen. V odborné literatuře se objevují studie zkoumající změnu variability srdeční frekvence při aplikaci elektroterapie a hydroterapie. Stein, Dal Lago, Ferreira, Casali & Plentz (2011)

zkoumali zlepšení sympatovagální rovnováhy při aplikaci transkutánní elektrické stimulaci. Sujan et al. (2016) zkoumal ve své studii ovlivnění migrény prostřednictvím hydroterapie. Elektroterapie společně s hydroterapií však hodnocena nebyla. Proto jsme se rozhodli objektivně zhodnotit vliv vzestupné 4 komorové galvanické lázně na charakteristiku spektrální analýzy variability srdeční frekvence.

Během naší studie bylo vyšetřeno 20 osob, 4 chlapci a 16 dívek, $25,40 \pm 1,35$ let. Se stoupajícím věkem bylo prokázáno, že dochází ke snižování variability srdeční frekvence, spektrálního výkonu i jeho jednotlivých složek (Sloan et al., 2008; Šlachta, Stejskal, Elfmark & Salinger, 2001). V tomto věkovém rozpětí jsme tudíž očekávali minimální změny VSF v závislosti na věku. Žádný z účastníků nebyl ze studie vyřazen. Měření probíhalo v dopoledních hodinách. Bylo prokázáno, že minimální změny VSF byly diagnostikovány v ranních hodinách. Naopak v nočních hodinách se zvyšuje hodnota parametru Power HF a je také nejvyšší VSF (Martiník, 2008). Všichni splnili stanovené instrukce před vyšetřením dodržet spánkový režim, vyvarovat se psychickému stresu a 8 hodin před vyšetřením nepít alkohol, kávu a silný čaj. Pro získání validních výsledků při metodice SAVSF je nutné dodržet co nejvyšší míru standardizace vnitřních i vnějších faktorů, které by je následně mohly negativně ovlivnit (Botek et al., 2004).

Z důvodu výrazného nepoměru pohlaví a velikosti zkoumaného vzorku jsme soubor dle pohlaví nečlenili. Výsledky studií, zkoumající vliv pohlaví na výsledky SAVSF, jsou odlišné a nebyly nikdy jednoznačně prokázány. Většina autorů se přesto shoduje, že ženy mají nižší VSF, spektrální výkon i nižší hodnoty parametru Power LF (Botek, Stejskal, Krejci, Jakubec & Gaba, 2010; Barantke et al., 2008). Naopak Kuch et al. (2001) a Leicht, Allen & Hoey, (2003) uvádějí, že hodnoty parametrů Power HF a MSSD jsou vyšší u žen a naopak hodnoty Power LF a LF/HF jsou vyšší u mužů. Aktivita vagu je proto vyšší u žen jak u mužů. Dále uvádějí, že k nejvyšším rozdílům mezi pohlavími dochází během 6 dekády. U žen je VSF také ovlivněna jednotlivými fázemi menstruačního cyklu. Během folikulární fáze se oproti luteální fázi zvyšují hodnoty parametru MSSD. V luteální fázi se zvyšuje poměr LF/HF.

Hayano et al. (1990) uvádějí, že aktivita parasympatiku se snižuje půl hodiny po jídle a aktivita sympatiku se zvyšuje 90 minut po jídle. Konzumace alkoholu významně redukuje VSF.

Pro získání validních výsledků bylo velmi důležité dýchání během měření. Účastníci studie nesměli během měření mluvit, jelikož frekvence a hloubka dýchání ovlivňuje VSF. Dýchání je spojeno s vysokofrekvenční složkou HF, která odráží respirační aktivitu vagu. K ovlivnění vagu se používají také dechové techniky, různé typy cvičení (tai-ji) a svůj význam zde mají také relaxační techniky (Schulzův autogenní trénink, Jacobsonova progresivní relaxace apod.). Ve vyšším věku je

VSF navíc negativně ovlivněna některými chorobami, mezi které patří především diabetes mellitus, ateroskleróza, ischemická choroba srdeční, jejichž přítomností se VSF snižuje. Tím dochází u starších lidí k nižší variabilitě srdeční frekvence a omezenému výkonu parasymptiku (Brychta et al., 1996). Využívá se proto všech procedur a nejlépe i jejich kombinací, které umožňují měnit poměr sympatiku a parasymptiku ve prospěch vagu. Tyto techniky pracují s tzv. dechovým stereotypem a komplexem změn umožňují (změnu dechového rytmu s prodlouženým exspirem, zpomalení dechové frekvence, zvýšení dechového objemu během jednoho cyklu, změnami aktivace dýchacích svalů s převahou bránice) vyvolat vyšší aktivitu parasymptiku, která se projevuje zvýšením variability tepové frekvence. Podráždění receptorů v dýchacích cestách a plicích je dále vedeno do dýchacího centra nacházejícího se v prodloužené míše, které ovlivňuje funkčně vyšší etáže CNS včetně korových regulačních mechanismů. Díky tomu můžeme využívat dechových technik jako specifického relaxačního faktoru (Kolisko et al., 1997).

V naší studii jsme využili spontánního dýchání, jelikož jsme chtěli zachytit změnu spontánní dechové frekvence. Během měření však tepová frekvence nikdy neklesla pod 10 dechů/minutu. V takovém případě by mohla nastat „interpretační léčka“, jelikož frekvenční aktivita baroreceptorů v oblasti frekvence 0,1 Hz splývá při dechové frekvenci nižší než 10 dechů/minutu s aktivitou respiračně vázané aktivity vagu (Kolisko et al., 1997). V budoucnu by mohla být provedena studie s řízenou dechovou frekvencí. Respiračně vázaná komponenta by byla odlišená a sevřená. Při spontánním dýchání dechové cykly nejsou stejně dlouhé, ale nejedná se o nepřirozený zásah, který by ovlivnil VSF (oproti dýchání s řízenou frekvencí). Rytmičky řízené dýchání zvyšuje vagotonii autonomního nervového systému (Kolisko et al., 2001).

V rámci naší studie jsme porovnali hodnoty vybraných ukazatelů SAVSF mezi intervaly 4 (sed před aplikací 4 komorové galvanické lázně) a 8 (klidový sed) a dále 3 (leh před aplikací 4 komorové galvanické lázně) a 9 (závěrečný leh). Obě porovnání byly prováděny jak pro výzkumné tak pro kontrolní měření, kdy v galvanické lázni nebyl zapnutý elektrický proud. V naší studii byl potvrzen vliv 4 komorové galvanické lázně na autonomní nervový systém. Nepodařilo se nám však nalézt podobnou práci, která by se zabývala jednotlivými komponentami výkonného spektra VSF.

Po vzestupné 4 komorové lázni bez galvanického proudu mezi intervaly 4 – 8 došlo ke statisticky významnému zvýšení parametru Power HF, MSSD a Total Power ($p < 0,05$) (viz graf 1). To by mohlo naznačovat, že účinek 4 komorové lázně (ať již s galvanickým proudem či bez něj) je krátkodobý. Výsledky ukazují na parasymptikotonní vliv 4 komorové vodní lázně. Graf potvrzuje signifikantní zvýšení parametru R-R intervaly ($p < 0,05$), který se projevil jednak mezi intervaly 4 –

8 (viz graf 2) a zároveň také mezi 3 – 9 (viz graf 3). Po vzestupné 4 komorové galvanické lázni došlo mezi intervaly 4 – 8 ke statisticky významnému zvýšení parametru Power HF, MSSD ($p < 0,05$) (viz graf 4) a ke statisticky významnému snížení parametru LF/HF ($p < 0,05$) (viz graf 5). Po aplikaci 4 komorové galvanické lázně mezi intervaly 3 – 9 nedošlo u vybraných parametrů k žádným statisticky významným změnám. 4 komorová vzestupná galvanická lázeň způsobuje snížení relaxačního účinku, který byl navozen aplikací procedury. Výsledky naznačují, že relaxační účinek, který vznikl po aplikaci 4 komorové lázně bez galvanického proudu i snížený relaxační účinek způsobený průchodem galvanického proudu byl spíše krátkodobý. V pozici závěrečného lehu se nepodařilo prokázat signifikantní změny funkčního stavu sympatiku a parasympatiku

7 Závěry

Cílem diplomové práce bylo posoudit vliv vzestupné 4 komorové galvanické lázně na autonomní nervový systém hodnocený metodou SAVSF. Měření se skládalo celkem z 9 intervalů a porovnávaly se změny hodnot vybraných parametrů SAVSF v pozicích 3 (leh před aplikací 4 komorové galvanické lázně) a 9 (závěrečný leh). Zároveň také pozice 4 (sed před aplikací 4 komorové galvanické lázně) a 8 (klidový sed) pro výzkumné a kontrolní měření, během kterého při 4 komorové lázni nebyl zapnutý galvanický proud. Mezi porovnávané parametry patřily: POWER HF, POWER LF, LF/HF, R-R INTERVALY, REL. LF, REL. HF, MSSD a TOTAL POWER.

Porovnáním výsledků bylo možné přijmout či zamítnout stanovené nulové hypotézy:

1. Hypotéza H_{01} byla zamítnuta. Nepodařilo se prokázat, že v pozici klidového sedu po aplikaci 4 komorové galvanické lázně nedojde ke statisticky významné změně hodnoty u žádného ze sledovaných parametrů SAVSF (POWER HF, POWER LF, LF/HF, R-R INTERVALY, REL. LF, REL. HF, MSSD, TOTAL POWER) ve srovnání se sedem před aplikací 4 komorové galvanické lázně. Došlo k významnému statistickému zvýšení parametrů POWER HF a MSSD a ke statisticky významnému snížení parametru LF/HF.
2. Hypotéza H_{02} byla přijata. Podařilo se prokázat, že při závěrečném lehu po aplikaci 4 komorové galvanické lázně nedojde ke statisticky významné změně hodnoty žádného ze sledovaných parametrů SAVSF (POWER HF, POWER LF, LF/HF, R-R INTERVALY, REL. LF, REL. HF, MSSD, TOTAL POWER) ve srovnání s lehem před aplikací 4 komorové galvanické lázně.
3. Hypotéza H_{03} byla zamítnuta. Nepodařilo se prokázat, že v pozici klidového sedu po aplikaci 4 komorové lázně bez galvanického proudu nedojde ke statisticky významné změně hodnoty u žádného ze sledovaných parametrů SAVSF (POWER HF, POWER LF, LF/HF, R-R INTERVALY, REL. LF, REL. HF, MSSD, TOTAL POWER) ve srovnání se sedem před aplikací 4 komorové lázně bez galvanického proudu. Došlo k významnému statistickému zvýšení parametrů POWER HF, R-R INTERVALY, MSSD a TOTAL POWER.

4. Hypotéza H04 byla zamítnuta. Nepodařilo se prokázat, že v pozici klidového lehu po aplikaci 4 komorové lázně bez galvanického proudu nedojde ke statisticky významné změně hodnoty u žádného ze sledovaných parametrů SAVSF (POWER HF, POWER LF, LF/HF, R-R INTERVALY, REL. LF, REL. HF, MSSD, TOTAL POWER) ve srovnání s lehem před aplikací 4 komorové lázně bez galvanického proudu. Došlo k významnému statistickému zvýšení parametru R-R INTERVALY.

Posouzením vlivu vzestupné 4 komorové galvanické lázně jsme splnili stanovený cíl diplomové práce.

Byly zamítnuty hypotézy H₀₁, H₀₃ a H₀₄ a byla přijata hypotéza H₀₂. Získané výsledky naznačují, že vzestupná izotermní galvanická lázeň, trvající 15 minut vede ke snížení parasympatikotonního účinku 4 komorové vodní lázně.

8 Souhrn

Cílem diplomové práce bylo posoudit vliv vzestupné 4 komorové galvanické lázně na autonomní nervový systém hodnocený metodou SAVSF.

Studie se zúčastnilo 20 zdravých probandů (4 muži a 16 žen) průměrného věku $25,40 \pm 1,35$ let. Měření probíhalo v prostorách elektroterapie RRR centra – Centra léčby bolestivých stavů a pohybových poruch v Olomouci. Měření probíhalo v dopoledních hodinách v časovém rozmezí 7 – 9 hodin.

Probandi byli v rámci studie změřeni dvakrát (v rámci výzkumné a v rámci kontrolní skupiny). Prvenství měření bylo určeno losem. Kontrolní i výzkumné měření na sebe navazovalo v rozmezí 2 – 3 dní. Každé měření se skládalo celkem z 9 zaznamenaných intervalů. Délka jednoho intervalu byla 5 minut (300 tepů). Na začátku proběhla ortostatická zkouška (leh – sed – leh – sed), dále následovaly tři intervaly s ponořenými horními i dolními končetinami. Po aplikaci procedury měření pokračovalo klidových sedem a poté závěrečným lehem. Pro diagnostiku variability srdeční frekvence byl použit telemetrický systém VarCor PF7.

Teoretická část diplomové práce obsahuje teoretické poznatky týkající se dané problematiky (autonomní nervový systém, variabilita srdeční frekvence, čtyřkomorová galvanická lázeň). Dále byly formulovány cíle a hypotézy. Byly stanoveny čtyři základní nulové hypotézy týkající se změn hodnot vybraných parametrů SAVSF u poloh klidového sedu a závěrečného lehu po aplikaci 4 komorové galvanické lázně.

V hlavní části diplomové práce byla popsána metodika, design a organizace výzkumu a použitý měřicí systém. Samostatné výsledky byly zpracovány programem PASW Statistics a následně shrnuty v závěru práce.

Ze statisticky významných nálezů kdy $p < 0,05$ uvádíme:

Při porovnání 4 intervalu (sed před aplikací 4 komorové galvanické lázně) a 8 (klidový sed) bylo zjištěno statisticky významné zvýšení hodnoty parametrů POWER HF a MSSD a statisticky významné snížení parametru LF/HF.

Při porovnání 4 intervalu (sed před aplikací 4 komorové lázně bez galvanického proudu) a 8 (klidový sed) bylo zjištěno statisticky významné zvýšení hodnoty parametrů POWER HF, R-R INTERVALY, MSSD, TOTAL POWER.

Při porovnání 3 intervalu (leh před aplikací 4 komorové lázně bez galvanického proudu) a 9 (závěrečný leh) bylo zjištěno statisticky významné zvýšení hodnoty parametru R-R INTERVALY.

9 Summary

The aim of this thesis is to consider the influence of the 4-chambered galvanic bath towards autonomic nervous system by using SAHRV method.

This study considered 20 healthy probands (4 men and 16 women) at the average age of $25,40 \pm 1,35$ years. Measurements were taken at RRR centrum – Center for treatment of pain and movement disorders in Olomouc. Worked during the day from 7-9 am.

During the whole study the probands were measured twice (within research and in the control group). Primacy measurement was determined by lot. Proper and control of measurement followed each other. Every measurement consisted of 9 intervals. The length of one interval was 5 minutes (300 pulses). At the beginning every proband also underwent orthostatic test (lie down – sit – lie down – sit), followed by 3 intervals of dipped arms or legs. After application procedure, the whole measuring continued by calmly sitting and final lying down. To diagnose the variability of heart rate the telemetry system VarCor PF7 was used.

The theoretical part of the thesis contains theoretical knowledge related to the issue (autonomic nervous system, heart rate variability, four-chambered galvanic bath). Further, four basic null hypotheses concerning changes in the values of selected parameters SAHRV positions during idle sitting and lying were formulated during the final application of 4 – chamber galvanic baths. In the main part of the thesis methodology, design and organization of research and measurement system was described. Results were processed by the program PASW Statistics, and then summarized in the conclusion.

Statistically significant findings with $p < 0.05$ shows:

The comparison of the 4 intervals (sitting before the application of 4 – chamber galvanic bath) and 8 (inactive sitting) showed statistically significant increase of parameter values and HF POWER MSSD and statistically significant reduction of parameter LF/HF.

The comparison between the 4 intervals (sitting before 4 – chamber galvanic bath application without galvanic electricity) and 8 (inactive sitting) showed statistically significant increase of Value Power HF, R-R intervals, MSSD, Total Power.

When comparing 3 intervals (laying before 4 – chamber galvanic bath application without galvanic electricity) and 9 (final laying) showed statistically significant increase of the parameter value of R-R intervals.

10 Referenční seznam

Agarwal, S. M., Shivakumar, V., Bose, A., Subramaniam, A., Nawani, H., Chhabra, H., Kalmady, S. V., Narayanaswamy, J. C., Venkatasubramanian, G. (2013). Transkraniální Direct Current Stimulation in Schizophrenia. *Clinical Psychopharmacology and Neuroscience*, 11(3), 118-125. Retrieved 23.6. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3897759/>

Alexander, S. P., Mathie, A., Peters, J. A. (2008). Guide to receptors and channels (GRAC), 3rd edition. *British journal of pharmacology*, 153(3) 201-209. Retrieved 18. 4. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2275471/>

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 72 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., & Benchtrit, B. (2004). Individual differences in respiratory sinus arrhythmia. *American Journal of Physiology – Heart and Circulatory Physiology* 286(6), 2305-2312. Retrieved 2. 6. 2016 from the World Wide Web: <http://ajpheart.physiology.org/content/286/6/H2305.short>

Bennabi, D., Pedron, S., Haffen, E., Monnin, J., Peterschmitt, Y., Van Waes, V. (2014). Transcranial direkt current stimulation for memory enhancement: from clinical research to animal models. *Frontiers in system neuroscience*, 8. Retrieved 23. 6. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4154388/>

Boldt, I., Eriks, H., Brinkhof, M. W., de Bie, R., Joggi, D., von Elm, E. (2014). Non-pharmacological interventions for chronic pain in people with spinal cord Indry. *The Cochrane diabase of systematic reviews*, 28(11). Retrieved 23. 6. 2016 from the World Wide Web: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/14651858.CD009177.pub2/full>

Borta, R., Höglinger, G. U. (2007). Dopamine and adult neurogenesis. *Journal of Neurochemistry*, 100(3), 587-595. Retrieved 18. 4. 2016 from the World Wide Web: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1471-4159.2006.04241.x/pdf>

Botek, M., Stejskal, P., Jakubec, A., & Kalina, M. (2004). Kvantifikace aktivity autonomního nervového systému v zotavení s možností monitorování procesu superkompenzace metodou spektrální analýzy variability srdeční frekvence. In *Sborník článků ze 4. mezinárodního semináře Variabilita srdeční frekvence a její hodnocení v biomedicínkách oborech – od teorie ke klinické praxi 2003*, 10-17. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

Botek, M., Stejskal, P., Krejci, J., Jakubec, A., & Gaba, A. (2010). Vagal threshold determination. Effect of age and gender. *International journal of sports medicine*, 31(11), 768–772. Retrieved 21. 6. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20835977>

Brunoni, A. R., Valiengo, L., Baccaro, A., Zanao, T. A., de Oliveira, J. F., Goulart, A. (2013). The sertraline vs electrical current therapy for treating depression clinical study: reset from a factorial,

randomized, controlled trial. *Journal American Medicine Association Psychiatry*, 6, 1-9. Retrieved 14. 6. 2016 from the World Wide Web:

<http://archpsyc.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=1568955>

Brychta, T., Stejskal, P., & Řehová I. (1996). Dynamika změn frekvence jejich komponent variability srdeční frekvence během posturálních změn a tělesné zátěže. *Sborník 3 vědecké konference studentské*, 50-52. Bratislava: Univerzita Komenského, Fakulta telesnej výchovy a športu.

Burnstock, G. (2009). Autonomic Neurotransmission: 60 yers since sir Henry Dale. *Annual review of pharmacology and toxikology*, 49, 1-30. Retrieved 18. 4. 2016 from the World Wide Web: http://www.annualreviews.org/doi/full/10.1146/annurev.pharmtox.052808.102215?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr_dat=cr_pub%3Dpubmed

Campbell, L., B., Gooden, B., A., & Horowitz J., D. (1969). Cardiovascular responses to partial and total immersion in man. *The Journal of Physiogy.*, 202(1), 239–250. Retrieved 21. 6. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1351477/>

Čihák, R. (2016). *Anatomie 3 Třetí upravené a doplněné vydání*. Praha: Grada Publishing.

Dampney, R., A., L., Goodchild, A., K., Robertson, L., G., Montgomery, W. (1982) Role of ventrolateral medulla in vasomotor regulation: correlative, anatomical and physiological study. *Brain Res*, 249, 223-235. Retrieved 2. 12. 2015 from the World Wide Web: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0006899382900567>

Davis, K. D., Kwan, C. L., Crawley, A. P., & Mikulis, D. J. (1998). Functional MRI study of thalamic and cortical activations evoked by cutaneous heat, cold, and tactile stimuli. *Journal of neurofysiology*, 80(3), 1533-1546. Retrieved 22. 6. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9744957>

Davis, R., W., Polasek, L., Watson, R., Fuson, A., Williams, T., M., & Kanatous, S., B. (2004). The diving paradox: new insights into the role of the dive response in air-breathing vertebrates. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 138(3), 263– 268. Retrieved 21. 6. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15313479>

Dobrzynski, H., Anderson, R. H., Atkinson, A., Borbas, Z., D'Souza, A., Fraser, J. F., Inada, S., Logantha, S. J., Monfredi, O., Morris, G. M., Moorman, A. F., Nikolaidou, T., Schneider, H., Szuts, V., Temple, I. P., Yanni, J., Boyett, M. R. (2013). Structure, function and clinical relevance of the cardiac conduction system, including the atrioventricular ring and outflow tract tissues. *Pharmacology & therapeutic*, 19(2), 260-288. Retrieved 19. 4. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23612425>

Eckberg, D. L. (2003). The human respiratory gate. *The Journal of Physiology*, 546(2), 339-352. Retrieved 2. 6. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2342859/>

Feilden, T. (2012). Human enhancement a step closer. *BBC Science & Enviroment*. Retrieved 23. 6. 2016 from the World Wide Web: <http://www.bbc.com/news/science-environment-16739645>

Feng, W. W., Bowden, M. G., Kautz, S. (2013). Review of transcranial direct current stimulation in poststroke recovery. *Topics in stroke rehabilitation*, 20(1), 68-77. Retrieved 23. 6. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23340073>

Fráňa, P., Souček, M., Říháček, I., Bartošíková, L., & Fráňová, J. (2005). Hodnocení variability srdeční frekvence, její klinický význam a možnosti ovlivnění. *Farmakoterapie*, 4, 375-377. Retrieved 20. 3. 2016 from the World Wide Web: <http://www.farmakoterapie.cz/document/pdf/156.pdf>

Fujita, D., Kubo, K., Takagi, D., Nishida, Y. (2015). Supine effect of passive cycling movement induces vagal withdrawal. *Journal of physical therapy science*, 27(11) 3397-9. Retrieved 24. 3. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Respiratory+effect+on+the+pulse+spectrum>

Ganong, W. F. (2005). *Přehled lékařské fyziologie*. Praha: Galén.

Gooden, B., A. (1994). Mechanism of the human diving response. *Integrative Physiological and behavioral science*, 29, 6–16. Retrieved 20. 4. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8018553>

Grimaldi, G., Argyropoulos, G. P., Bastian, A., Cortes, M., Davis, N. J., Edwards, D. J., Ferrucci, R., Fregni, F., Galea, J. M., Hamada, M., Manto, M., Miall, R. C., Morales-Quezada, L., Pope, P. A., Priori, A., Rothwell, J., Tomlinson, S. P., Celnik, P. (2016). Cerebellar Transcranial Direct Current Stimulation (ctDCS): A Novel Approach to Understanding Cerebellar Function in Health and Disease. *The Neuroscientist*, 22(1), 83-97. Retrieved 23. 6. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4712385/>

Haapaniemi, T. H., et al. (2000). Levodopa, bromocriptine and selegiline modify cardiovascular responses in Parkinson's disease. *Journal of Neurology*, 415, 868-874. Retrieved 21. 3. 2016 from the World Wide Web: www.springerlink.com/content/hdcmnjm0u2w4uqv/fulltext.pdf

Hampton, J., R. (2013). *EKG stručně, jasně, přehledně*. Praha: Grada Publishing.

Hayano, J., Sakakibara, Y., Yamada, M., Kamiya, T., Fujinami, T., Yokoyama, K., Watanabe, Y., Takata, K. (1990). Diurnal variations in vagal and sympathetic cardiac control. *The American journal of physiology*, 258(3), 642-646. Retrieved 24. 6. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2316678>

Horvath, J. C., Forte, J. D., Carter, O. (2015). Quantitative Review Finds no Evidence of Cognitive Effects in Healthy Populations From Single-session Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS). *Brain stimulation*, 8(3), 535-550. Retrieved 23.6. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25701175>

Chandler, A., Preece, J., & Lister, S. (2002). Using heat therapy for pain management. *Nursing Standard*, 17(9), 40–42. Retrieved 22. 6. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12478922>

Chih-Chien, H., Ching-Sung, W., Te-Sheng, L., Yuh-Show, T., & Yung-Hsien, Ch. (2006). Effects of Electrical Akupuncture on Acupoint BL15 Evaluated in Terms of Heart Rate Variability, Pulse Rate Variability and Skin Conductance Response. *The American Journal of Chinese Medicine*,

34(1), 23-36. Retrieved 26. 3. 2016 from the World Wide Web:
http://hmieducation.com/pub/publications/hmi_51d7107d1a1ad.pdf

Jakubec, A., Stejskal, P., Botek, M., Salinger, J., Řehová, I., Ťujová & Pavlík., F. (2004). Spektrální analýza variability srdeční frekvence v průběhu dynamické práce v setrvalém stavu. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 13(3), 121–129. Retrieved 18. 4. 2016 from the World Wide Web:
<http://www.medvik.cz/bmc/view.do?gid=534980>

Jandová, D. (2009). *Balneologie*. Praha: Grada Publishing.

Javorka, K. (1996). Metódy a prínosy vyšetrenia regulácie frekvencie akcie srdca u detí. *Česko-slovenská pediatrie*, 51, 462-468

Javorka, K. (2008). Vplyv endogénnych a exogénnych faktorov na variabilitu frekvencie srdca. *Variabilita frekvencie srdca*. Martin: Osveta

Javorka, K., et al. (2008) *Variabilita frekvencie srdca – Mechanizmy, hodnotenie, klinické využitie*. Martin: Osveta

Jin, H., Jiang, Y., Wei, Q., Chen, L., Ma, G. (2013). Effects of aerobic cycling training on cardiovascular fitness and heart rate recovery in patients with chronic stroke. *Neurorehabilitation*, 32(2) 327-35. Retrieved 24. 3. 2016 from the World Wide Web:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23535796>

Kautzner, J., & Malik, M. (1998). Variabilita srdečního rytmu a její klinická použitelnost – I. část. *Cor Vasa*, 40, 4, 182-187.

Kautzner J., & Malik, M. (1988). Variabilita srdečního rytmu a její klinická použitelnost – II. část. *Cor Vasa*, 40 5, 244–251.

Kenney, M., J., Ganta, C., K. (2014). Autonomic Nervous System and Immune System Interactions. *Compr Physiol* 4(3), 1177-1200 Retrieved 22. 3. 2016 from the World Wide Web:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4374437/>

Kolář, P., et al. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén.

Kolisko, P., Salinger, J., Opavský, J., Tillich, J., Jandová, D., Dostálek, C., Vychodil, R., Machálek, Z., Lovek, B., Patell, M., Watters, H., Barrington, Ch., (1997). Aktuální změny funkčního stavu autonomního nervového systému vlivem některých jógových technik. *Jógová cvičení a diagnostika funkčních změn autonomního nervového systému pomocí diagnostického systému TF 3, 4*. Olomouc: Univerzita Palackého.

Kolisko, P., et al. (2001). Vliv řízeného a spontánního dýchání na změny funkčního stavu autonomního nervového systému. *Pohyb a zdraví*, (269-276). Olomouc: Univerzita Palackého.

Kuch, B., Hense, H. W., Sinnreich, R., Kark, J. D., von Exkardstein, A., Sapoznikov, D., & Bolte, H. D. (2001). Determinant of short-period heart rate variability in the general population. *Cardiology*, 95(3), 131-138. Retrieved 16. 6. 2016 from the World Wide Web:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11474158>

- Kuo, T. B. J., et al. (1999). Effect of aging on tender differences in neural control of heart rate. *American Journal of Physiology: Heart and Circulatory Physiology*, 277. Retrieved 20. 3. 2016 from the World Wide Web: <http://ajpheart.physiology.org/content/277/6/H2233.full?maxtoshow>
- Lake, J. I., Heuckeroth, R. O. (2013). Euteric nervous system development: migration, differentiation and dinase. *Am Journal Physiol Gasrointest Liver Physiol*, 305(1), 1-24. Retrieved 15. 4. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3725693/>
- Leicht, A. S., Allen, G. D., & Hoey, A. J. (2003). Influence of age and moderate-intensity exercise training on heart rate variability in young and mature adults. *Canadian journal of applied fysiology*, 28(3), 446-461. Retrieved 16. 6. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12955871>
- Li, W., Antuono, P. G., Xie, Ch., Chen, G., Jones, J. L., Ward, B. D., Singh, S. P., Franczak, M. B., Goveas, J. S., Li, S. J. (2014). Aberrant functional connectivity in Papez circuit correlates with memory performance in cognitively intact middle-aged APOE4 carriers. *Cortex*, 57 167-176. Retrieved 13. 4. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4448757/>
- Luedke, K., Rushton, A., Wright, C., Geiss, B., Juergens, T. P., May, A. (2012). Transcranial direkt current stimulation for the reduction of clinical and experimentally induced pain: a systematic review and meta- analysis. *The Clinical journal of pain*, 28(5), 452-461. Retrieved 23. 6. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22569218>
- Manhas, M., Gupta, V., Kalsotra, L. (2011). A Study of Cardiovascular and Pulmonary Responses During Cold Pressor Test (CPT) In Healthy Volunteers. *JK Science*, 13(3), 145–149. Retrieved 2. 6. 2016 from the World Wide Web: [http://www.jkscience.org/archive/volume133/A%20Study%20of%20Cardiovascular%20and%20Pulmonary%20Responses%20During%20Cold%20Pressor%20Test%20\(CPT\)%20In%20Healthy%20Volunteers.pdf](http://www.jkscience.org/archive/volume133/A%20Study%20of%20Cardiovascular%20and%20Pulmonary%20Responses%20During%20Cold%20Pressor%20Test%20(CPT)%20In%20Healthy%20Volunteers.pdf)
- Martin, D. M., Alonzo, A., Ho, K. A., Player, M., Mitchel, P. B., Sachdev, P. (2013). Continuation transcranial direct current stimulation for the preventiv of relace in major depression. *Journal Affect Disorders*, 144, 274-278. Retrieved 24. 6. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23146197>
- Martinik, K. (2008). Hodnocení vegetativní soustavy. Retrieved 16. 6. 2016 from the World Wide Web: <http://www.profmartinik.cz/2008/05/07/iii-hodnoceni-vegetativni-soustavy>
- 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. Retrieved 23. 3. 2016 from the World Wide Web: http://www.cardiaccoherence.eu/doc/McCraty_eal_article_in_integral_review_2009.pdf
- McCraty, R., Schaffer, F. (2015). Heart Rate Variability: New Perspectives on Physiological Mechanisms, Assessment of self-regulatory Capacity and Health risk. *Global advances in health and medicine: Improving healthcare outcomes worldwide*, 4(1), 46-61. Retrieved 23. 3. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4311559/#R4>

Mesirca, p., Torrente, A. G., Mangoni, M. E. (2015). Functional role of voltage gated Ca²⁺ channels in heart automacity. *Frontiers in Physiology*, 6(19). Retrieved 19. 4. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4313592/>

Mezzano, V., Sheikh, F. (2012). Cell-dell junction remodeling in the heart: Possible role in cardiac conduction system fiction and arrhythmias?. *HHS Public Access*, 90 (9-10), 313-321. Retrieved 3.12.2015 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3488940/>

Mohapel, P., Leanza, G., Kokaia, M., Lindwall, O. (2005). Forebrain acetylcholine regulates adult hippocampal neurogenesis and leasing. *Neurobiology of Aging*, 26(6), 939-946. Retrieved 18. 4. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Forebrain+acetylcholine+regulates+adult+hippocampal+neurogenesis++and+learning>.

Mondino, M., Bennali, D., Poulet, E., Galvao, F., Brunelin, J., Haffen, E. (2014). Can transcranial direkt current stimulation (tDCS) alleviate symptoms and improve cognition in psychiatric disorders?. *The Word journal of biological psychiatry*, 15(4), 261-275. Retrieved 23. 6. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24447054>

Muralikrishnan, K., Balakrishnan, B., Balasubramanian, K., Visnegarawla, F. (2012). Measurement of the effect of Isha Yoga on cardiac autonomic nervous system. *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine* 3(2), 91-96. Retrieved 13. 4. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3371565/>

Nadler, S., Weingand, K., & Kruse, R. J. (2004). The psysiologic basis and clinical applications of cryotherapy and thermotherapy for the pain practitioner. *Pain physician*, 7(3), 395-399. Retrieved 22. 6. from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16858479>

Oliveira, J. F., Zanao, T. A., Valiengo, L., Lotufo, P. A., Bensenor, I. M., Fregni, F. (2013). Acute working memory improvement after tDCS in antidepresant – free patiens with major depressive disorder. *Neuroscience Letters*, 14, 60-64. Retrieved 24. 6. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23370288>

Opavský, J. (2004). Metody vyšetřování autonomního nervového systému a spektrální analýza variability srdeční frekvence v klinické praxi. IV. odborný seminář s mezinárodní účastí. In J. Salinger (Ed.), *Variabilita srdeční frekvence a její hodnocení v biomedicínských oborech – od teorie ke klinické praxi*, 81–85. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

Opavský, J. (2002). *Autonomní nervový systém a diabetická autonomní neuropatie*. Praha: Galén.

Opavský, J., Bajeroová, K., Gadasová, M., Barnášová, A., Kolisko, P., Salinger, J., & Opavská, H. (1999). Vliv dýchání a pravidelných cvičení na autonomní nervový systém. *Pohyb a zdraví*, 419-420. Olomouc: Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury.

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

Papežová, H., (2010). *Spektrum poruch příjmu potravy, Interdisciplinární přístup*. Praha: Grada Publishing.

Patru, S., Bighea, A. C., Popescu, R. (2014). Remission of Walking Parameters in Peripheral Arterial Disease through Association of Galvanic Baths and Kinesytherapy. *Current health science journal*, 40(1), 51-56. Retrieved 23. 6. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4006336/>

Pichon, A., De Bisschop, C., Roulaud, M., Denjean, A., & Papelier, Y. (2004). Spectral Analysis of Heart Rate Variability during Exercise in Trained Subjects. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(10) 1702-1708. Retrieved 7. 1. 2016 from the World Wide Web: http://ovidsp.tx.ovid.com/spb/ovidweb.cgi?&S=GFAKFPLHHPDDLJAJNCGLHHPJBFCFAA00&Link+Set=S.sh.15%7c22%7csl_10.

Poděbradský, J., Poděbradská, R. (2009). *Fyzikální terapie manuál a algorytmy*. Praha: Grada Publishing.

Poděbradský, J., Vařeka, I. (1998). *Fyzikální terapie I*. Praha: Grada Publishing.

Pretorius, T., Gagnon, D. D., & Giesbrecht, G. G. (2010). Core cooling and thermal responses during whole-head, facial, and dorsal immersion in 17 °C water. *Applied Physiology, Nutrition & Metabolism*, 35, 627–634. Retrieved 21. 6. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20962918>

Přerovská, S., & Maršík, F. (2002). *Interakce respiračního a kardiovaskulárního system člověka*. Praha: Ústav termomechaniky AV ČR

Reis, M. (2004). Modern heat therapy. Business breafing: *US pharmacy review*. 1-3.

Robinson, A. J., Snyder-Mackler, L. (2007). *Clinical electrophysiology: Electrotherapy and electrophysiologic testing*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins

Rokyta, R., et al. (2015). *Fyziologie a patologická fyziologie*. Praha: Grada Publishing.

Rosina, J., Vránová, J., Kolářová, H., Stanek, J. (2013). *Biofyzika pro zdravotnické a biomechanické obory*. Praha: Grada Publishing.

Salinger, J., Štěpánik, P., Kolisko, P., Stejskal, P., Theuerova, Š., Elfmark, M., Gwozdziwiczová, S., & Krejčí, J. (2005). Měření dechové frekvence z EKG při vyšetření autonomní nervové soustavy aktivity: Doporučené metody a jejich ověření. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 35, 95-103.

Salinger, J., Štěpánik, 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. *International Conference Movement and Health – Proceedings*, 486-493.

Salinger, J., Opavský, J., Stejskal, P., Vychodil, R., Olšák, S., & Janura, M. (1988). The Evaluation of heart rate variability in physical exercise by using the telemetric variapulse TF3 system. *Acta Gymnica Universitatis Palackianae Olomucensis*, 28, 13-23. Retrieved 25. 4. 2016 from the World

Wide Web:

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=7A4B74653A410BF6484BEAF4CB02D70C?doi=10.1.1.385.9757&rep=rep1&type=pdf>

Saul, J. P., Berger, R. D., Albrecht, P., Stein, S. P., Chen, M. H., & Cohen, R. J. (1991). Transfer function analysis of the circulation: Unique insights into cardiovascular regulation. *American Journal of Physiology*, 261(2), 1231-1245. Retrieved 24. 6. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1928405>

Shah, A., Jhawar, S. S., Goel, A. (2012). Analysis of the anatomy of the Papez circuit and adjoining limbic system by fiber dissection techniques. *Journal of clinical neuroscience*, 19(2), 289-298. Retrieved 13. 4. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22209397>

Schaffer, F., McCraty, R., Zerr, Ch., L. (2014). A healthy heart is not a metronome: an integrative review of the heart's anatomy and heart rate variability. *Frontiers in Psychology*, 5. Retrieved 23. 3. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4179748/>

Schjetnan, A. G. P., Faraji, J., Metz, G. A., Tatsuno, M., Luczak, A. (2013). Transcranial Direct Current Stimulation in Stroke Rehabilitation: A Review of Recent Advancement. *Stroke Research and Treatment*. Retrieved 18. 6. 2016 from the World Wide Web: <http://www.hindawi.com/journals/srt/2013/170256/>

Sloan, R. P., Huang, M. H., McCreath, H., Sidney, S., Liu, K., Dale 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. Retrieved 21. 6. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18304893>

Souček, M., & Kára, T. (2005). Hypertenze a sympatický nervový systém: možnosti ovlivnění. *Farmakoterapie*, 1, 167-171.

Stein, C., Dal Lago, Ferreira, J. B., P., Casali, K., R., Plentz, R., D. (2011). Transcutaneous electrical nerve stimulation at different frequencies on heart rate variability in healthy subjects. *Autonomic neuroscience: basic & clinical*, 7(2), 205-208. Retrieved 24. 3. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21827970>

Stejskal, P. (2003). Využití nové metodiky hodnocení SA HRV pomocí komplexních indexů v klinické a sportovní praxi. In *Sborník článků ze 4. mezinárodního semináře Variabilita srdeční frekvence a její hodnocení v biomedicínských oborech – od teorie ke klinické praxi 2003*, 81-85. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci

Stejskal, P. (2005). Optimální působení tělesné zátěže. In *Optimální působení tělesné zátěže a výživy: Kinantropologické dny MUDr. V. Soula, 10-26*. Hradec Králové: 115 Univerzita Hradec Králové. Retrieved 21. 3. 2016 from the World Wide Web: www.pdf.uhk.cz/ktvs/konference/2005/data/tisk.pdf

Stejskal, P., & Salinger, J. (1996). Spektrální analýza variability srdeční frekvence: Základy metodiky a literární přehled o jejím klinickém využití. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 2, 33-42.

Sujan, M. U., Rao, M. R., Kisan, R., Abhishekh, H. A., Naliny, A., Rajn. T. R., Sathyaprabha, T. N. (2016). Influence of hydrotherapy on clinical and cardiac autonomic function in migraine patients. *Journal of Neurosciences in Rural Practice*, 7(1), 109-113. Retrieved 29. 3. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4750306/>

Šlachta, R., Stejskal, P., Elfmark, M., & Salinger, J. (2001). *Sborník z 2. mezinárodní konference – Pohyb a zdraví 2001*, 502–505. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

Šlachta, R., Stejskal, P., Elfmark, M., Salinger, J., Kalina, M., & Řehová, I. (2002). Age and spectral analysis of heart rate variability. *Gamnica*, 32(1), 59-67.

Štěpánek, P., Salinger, J., Novotný, J., Stejskal, P., a Krejčí, J. (2005). Diagnostický systém typ VarCor PF7, pro neinvazivní stanovení funkce autonomního nervového systému. [CD ROM]. v F. Vaverka, *pohyb a zdraví – 4. mezinárodní konference – Proceedings* Olomouc: Univerzita Palackého

Takáčová, K. (2011). Potenciálne interakcie medzi farmakoterapiou a fyzikálnou terapiou. *Rehabilitačná medicína & fyzioterapia*, 1, 22-24.

Taylor, J. A., Myers, Ch. W., Halliwill, J. R., Seidel, H., & Eckberg, D. L. (2001). Sympathetic restraint of respiratory sinus arrhythmia: implications for vagal-cardiac tone assessment in human. *American Journal of Physiology*, 280, 2804-2814. Retrieved 24. 6. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11356639>

Tonhajzerová, I., & Javorka, K. (2000). Hodnotenie variability frekvencie srdca a jeho prínos. *Československá fyziologie*, 49(2), 51-60.

van Steenis, H. G., Martens, W. L., Tulen, J. H. (2002). Time-frequency parameters of heart-rate variability. *IEEE engineering in medicine and biology magazine: the quarterly magazine of the Engineering in Medicine & Biology Society*, 21(4), 46-58. Retrieved 25. 4. 2016 from the World Wide Web: <http://sci-hub.io/10.1109/MEMB.2002.1032639>

Vyskotová, J., (2006). *Přístrojová technika v rehabilitaci pro fyzioterapeuty*. Ostrava: Repronis.

Wolkenstein, L., Plewnia, C. (2013). Amelioration of cognitive control of depression by transcranial direct current stimulation. *Biological psychiatry*, 73(7), 198-205. Retrieved 25. 6. 2016 from the World Wide Web: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23219367>

Zeman, M., (2013). *Základy fyzikální terapie*. České Budějovice: Tiskárna Vlastimil Johanus.

11 Tabulky a grafy

Tabulka 1. Přehled základních charakteristik kontrolního a výzkumného souboru

číslo probanda	pohlaví	věk	hmotnost [kg]	výška [cm]	BMI [kg/cm ²]
1	Ž	24	60	168	21,26
2	Ž	24	53	164	19,71
3	Ž	26	61	173	20,39
4	M	26	80	175	26,12
5	Ž	26	54	164	20,08
6	Ž	25	63	169	22,06
7	Ž	24	69	169	24,16
8	Ž	29	68	170	23,53
9	Ž	28	72	174	23,78
10	M	26	75	180	23,15
11	Ž	24	54	169	18,91
12	Ž	26	50	167	17,93
13	Ž	24	58	167	20,8
14	Ž	25	70	174	24,22
15	M	25	88	182	26,57
16	Ž	24	55	162	20,96
17	M	26	90	188	25,46
18	Ž	25	56	160	21,88
19	Ž	25	75	161	28,93
20	Ž	26	60	168	21,26
\bar{X}	–	25,4	65,55	170,2	22,558
SD	–	1,35	11,66	7,18	2,80

Vysvětlivky:

BMI = body mass index

X = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Tabulka 2. Přehled intenzit proudů při výzkumném měření

číslo probanda	I [mA]
1	7,2
2	8,5
3	9,3
4	10
5	6,7
6	11,2
7	7,5
8	8
9	9,5
10	13,1
11	7,1
12	6,8
13	8,2
14	9,5
15	10
16	7,5
17	8,8
18	9
19	7,3
20	8,2
\bar{X}	8,67
SD	1,61

Vysvětlivky:

I = intenzita proudu

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Tabulka 3. Přehled sledovaných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů kontrolní skupiny v pozici leh (interval 1)

pac.	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	1513,07	1838,76	0,82	0,98	42,79	52,00	5843,07	3535,85
2	224,06	150,14	1,50	0,84	37,04	24,82	413,19	604,94
3	719,95	1034,25	0,70	0,92	25,84	37,12	3221,52	2786,37
4	388,53	2073,80	0,19	0,82	12,70	67,80	6079,78	3058,49
5	912,28	1059,87	0,86	1,09	39,51	45,90	5223,42	2308,99
6	280,72	339,07	0,83	0,69	39,08	47,21	723,84	718,23
7	507,09	2906,35	0,17	1,04	13,97	80,07	9979,45	3629,63
8	438,09	574,44	0,77	0,80	35,16	46,10	1398,92	1245,97
9	629,46	1308,15	0,48	0,83	31,09	64,62	2523,63	2024,52
10	729,96	745,49	0,98	0,91	41,93	42,82	2472,04	1740,77
11	649,66	1538,46	0,42	0,98	21,01	49,75	5804,76	3092,09
12	464,40	214,42	2,20	0,76	60,64	28,00	919,87	765,87
13	427,82	198,17	2,16	0,67	60,79	28,16	386,72	703,77
14	177,70	67,43	2,66	0,80	68,57	26,02	270,85	259,18
15	1917,75	1980,45	0,97	1,07	32,93	34,01	7638,16	5823,34
16	448,36	576,37	0,78	0,67	40,16	51,63	1029,73	1116,37
17	548,44	441,86	1,24	0,77	51,99	41,88	1615,36	1054,98
18	342,82	2206,71	0,16	0,77	13,01	83,76	6206,28	2634,63
19	1277,63	947,84	1,35	0,88	39,58	29,36	2855,87	3228,24
20	333,13	699,87	0,48	0,70	26,11	54,86	1297,83	1275,81
\bar{X}	646,55	1045,10	0,99	0,85	36,70	46,79	3295,21	2080,40
SD	449,00	807,06	0,69	0,13	15,69	17,13	2823,34	1397,35

Vysvětlivky:

pac. = pacient

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

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

LF/HF = poměr spektrálních komponent LF/HF

R – R = délka R – R intervalů

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF

MSSD = průměrná hodnota druhé mocniny rozdílu po sobě následujících R – R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Tabulka 4. Přehled sledovaných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů kontrolní skupiny v pozici sed (interval 2)

pac.	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	2204,89	386,94	5,70	0,82	68,86	12,08	1801,93	3201,99
2	480,16	57,28	8,36	0,75	61,97	7,39	247,05	774,86
3	570,95	306,30	1,86	0,84	37,06	19,88	1486,16	1540,68
4	1382,57	1017,55	1,36	0,68	53,11	39,09	2599,06	2603,16
5	1361,88	1194,88	1,14	1,00	42,31	37,12	4420,25	3218,89
6	870,98	220,85	3,95	0,64	74,89	18,99	418,98	1163,08
7	390,66	397,38	0,99	0,83	35,16	35,76	1099,59	1111,11
8	259,77	675,61	0,38	0,80	24,35	63,34	1566,39	1066,67
9	1248,39	477,12	2,62	0,78	61,36	23,45	1399,97	2034,44
10	3129,67	611,32	5,12	0,77	76,72	14,99	1440,88	4079,37
11	3429,62	460,34	7,45	0,85	71,03	9,53	2086,35	4828,50
12	442,44	431,19	1,03	0,76	44,16	43,04	1036,47	1001,89
13	692,15	77,53	8,94	0,63	65,17	7,30	230,26	1062,04
14	592,69	55,92	10,56	0,71	71,85	6,78	280,71	824,91
15	931,22	475,66	1,96	0,79	28,92	14,77	1252,47	3220,50
16	601,20	339,60	1,79	0,63	54,40	30,73	513,97	1105,17
17	706,77	74,10	9,59	0,79	83,10	8,71	406,70	850,51
18	2269,88	2232,44	1,02	0,77	44,65	43,91	6544,73	5083,70
19	447,53	174,01	2,57	0,82	43,45	16,89	671,44	1030,07
20	439,99	716,94	0,61	0,66	33,83	55,12	962,42	1300,74
\bar{X}	1122,67	519,15	3,85	0,77	53,82	25,44	1523,29	2055,11
SD	928,25	506,08	3,38	0,09	17,56	17,03	1539,72	1403,75

Vysvětlivky:

pac. = pacient

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

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

LF/HF = poměr spektrálních komponent LF/HF

R – R = délka R – R intervalů

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF

MSSD = průměrná hodnota druhé mocniny rozdílu po sobě následujících R – R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Tabulka 5. Přehled sledovaných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů kontrolní skupiny v pozici leh (interval 3)

pac.	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	1374,07	2498,98	0,55	1,04	30,38	55,24	8265,22	4523,56
2	363,27	811,31	0,45	0,90	24,11	53,84	1478,57	1507,01
3	691,88	883,31	0,78	0,88	29,31	37,43	2573,69	2360,17
4	3458,06	2378,65	1,46	0,90	53,43	36,75	7356,06	6472,20
5	988,78	1797,43	0,55	1,08	33,34	60,61	7419,24	2965,77
6	327,71	298,64	1,10	0,71	48,22	43,95	932,88	679,57
7	452,23	2276,42	0,20	1,03	14,59	73,45	7067,23	3099,13
8	261,69	1472,81	0,18	0,84	11,15	62,75	2974,57	2347,13
9	251,09	1509,98	0,17	0,84	11,19	67,30	3184,57	2243,65
10	1107,76	1810,79	0,61	0,99	34,15	55,81	3810,28	3244,27
11	948,46	1087,75	0,87	1,07	39,74	45,58	4860,30	2386,50
12	807,85	300,27	2,69	0,80	56,56	21,02	1239,18	1428,22
13	212,12	152,02	1,40	0,70	35,45	25,41	378,39	598,30
14	444,83	252,95	1,76	0,78	50,84	28,91	607,53	874,98
15	2038,97	2329,54	0,88	1,03	35,20	40,22	5949,31	5792,03
16	488,01	956,41	0,51	0,71	32,69	64,06	2011,28	1492,93
17	1366,63	503,58	2,71	0,88	69,16	25,48	2236,60	1976,09
18	1420,30	2842,52	0,50	0,87	27,01	54,06	10380,72	5257,71
19	1549,94	1284,75	1,21	0,96	46,99	38,95	3890,57	3298,47
20	731,65	593,93	1,24	0,71	44,58	36,19	1133,21	1641,04
\bar{X}	964,27	1302,10	0,99	0,89	36,40	46,35	3887,47	2709,44
SD	778,74	849,18	0,74	0,13	15,24	15,28	2925,82	1671,11

Vysvětlivky:

pac. = pacient

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

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

LF/HF = poměr spektrálních komponent LF/HF

R – R = délka R – R intervalů

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF

MSSD = průměrná hodnota druhé mocniny rozdílu po sobě následujících R – R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Tabulka 6. Přehled sledovaných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů kontrolní skupiny v pozici sed (interval 4)

pac.	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	1988,93	661,33	3,04	0,88	72,58	24,13	2754,48	2740,38
2	858,48	53,52	16,06	0,77	78,53	4,90	295,54	1093,13
3	678,61	889,13	0,76	0,84	24,16	31,65	2340,22	2809,03
4	709,23	976,23	0,73	0,68	33,12	45,58	1310,73	2141,70
5	996,01	1308,05	0,76	1,03	32,06	42,11	4930,09	3106,30
6	190,48	107,11	1,78	0,68	54,49	30,64	438,11	349,57
7	934,89	461,97	2,02	0,83	54,70	27,03	1560,94	1709,17
8	323,52	707,67	0,46	0,81	26,11	57,11	2031,04	1239,02
9	451,30	869,95	0,52	0,79	14,08	27,14	1489,61	3205,38
10	1341,65	796,22	1,69	0,89	47,85	28,39	2005,53	2804,13
11	2168,91	875,87	2,48	0,86	41,95	16,94	3660,71	5170,60
12	200,23	597,42	0,33	0,78	20,92	62,42	1149,11	957,10
13	326,43	135,46	2,41	0,65	38,04	15,79	282,55	858,15
14	686,33	74,85	9,18	0,75	68,65	7,49	278,18	999,79
15	1009,75	356,53	2,83	0,78	36,71	12,96	1086,01	2750,68
16	823,39	751,22	1,10	0,68	33,76	30,80	1257,12	2439,22
17	2049,49	142,09	14,42	0,77	84,45	5,86	747,57	2426,78
18	1179,71	2832,48	0,42	0,81	20,84	50,05	7521,32	5659,73
19	478,60	174,84	2,74	0,74	22,11	8,08	476,37	2164,46
20	389,16	1114,81	0,35	0,70	21,58	61,81	1585,92	1803,71
\bar{X}	889,26	694,34	3,20	0,79	41,33	29,54	1860,06	2321,40
SD	600,16	629,33	4,56	0,09	21,11	18,50	1784,18	1348,15

Vysvětlivky:

pac. = pacient

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

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

LF/HF = poměr spektrálních komponent LF/HF

R – R = délka R – R intervalů

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF

MSSD = průměrná hodnota druhé mocniny rozdílu po sobě následujících R – R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Tabulka 7. Přehled sledovaných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů kontrolní skupiny v pozici aplikace hydrogalvanu (interval 5)

pac.	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	1100,57	1163,86	0,95	0,93	44,62	47,18	3858,21	2466,66
2	615,53	98,13	6,32	0,77	60,83	9,70	410,30	1011,81
3	1274,73	1421,10	0,90	0,97	38,64	43,07	5581,11	3299,16
4	307,04	970,40	0,32	0,76	18,09	57,16	2597,43	1697,72
5	466,73	1391,01	0,34	1,04	19,93	59,39	5301,58	2342,34
6	190,59	210,99	0,90	0,69	39,55	43,79	605,91	481,84
7	307,34	1430,00	0,22	0,99	14,41	67,05	3237,53	2132,63
8	158,70	1057,34	0,15	0,83	8,55	56,95	2639,12	1856,64
9	547,06	435,73	1,26	0,82	42,24	33,64	1188,62	1295,22
10	787,85	1583,55	0,50	0,97	28,72	57,72	4005,35	2743,36
11	470,86	2375,91	0,20	1,03	10,57	53,33	6171,46	4454,97
12	342,28	347,94	0,99	0,81	33,35	33,90	1678,13	1026,26
13	481,03	73,32	6,60	0,64	67,83	10,34	209,87	709,17
14	534,19	81,05	6,60	0,85	75,82	11,50	474,99	704,54
15	1983,75	899,12	2,21	0,93	39,47	17,89	3069,62	5026,60
16	513,42	1832,87	0,28	0,74	15,24	54,41	2443,15	3368,60
17	581,90	228,45	2,55	0,87	47,52	18,66	1016,21	1224,50
18	493,73	1770,26	0,28	0,88	16,91	60,62	5005,68	2920,06
19	1664,73	427,84	3,90	0,82	64,06	16,46	1292,08	2598,74
20	2945,55	541,65	5,48	0,69	79,66	14,65	1599,53	3697,49
\bar{X}	788,38	917,03	2,05	0,85	38,30	38,37	2619,29	2252,92
SD	698,00	686,51	2,36	0,12	22,22	20,09	1863,69	1282,36

Vysvětlivky:

pac. = pacient

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

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

LF/HF = poměr spektrálních komponent LF/HF

R – R = délka R – R intervalů

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF

MSSD = průměrná hodnota druhé mocniny rozdílu po sobě následujících R – R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Tabulka 8. Přehled sledovaných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů kontrolní skupiny v pozici aplikace hydrogalvanu (interval 6)

pac.	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	892,58	682,71	1,31	0,86	51,24	39,20	1999,23	1741,80
2	269,70	46,39	5,81	0,73	68,95	11,86	184,03	391,18
3	678,87	1008,45	0,67	0,93	28,26	41,98	3899,22	2402,15
4	789,69	780,88	1,01	0,72	44,20	43,70	1566,97	1786,82
5	983,72	812,45	1,21	1,00	51,62	42,63	2939,28	1905,65
6	664,95	172,96	3,85	0,66	58,60	15,24	359,32	1134,63
7	99,52	573,26	0,17	0,96	13,48	77,66	1681,32	738,18
8	438,10	822,93	0,53	0,83	30,07	56,49	1955,44	1456,89
9	465,64	124,78	3,75	0,81	66,52	17,82	367,99	700,03
10	819,26	1059,66	0,77	0,96	35,63	46,08	2094,94	2299,46
11	1720,72	1311,18	1,31	0,91	36,36	27,71	3377,38	4732,38
12	401,01	428,64	0,94	0,81	41,95	44,84	1793,94	956,02
13	637,09	129,05	4,95	0,60	65,82	13,33	230,39	967,96
14	692,78	100,52	6,89	0,80	69,90	10,14	430,58	991,04
15	1029,41	588,59	1,75	0,91	34,77	19,88	1452,48	2960,71
16	433,54	1231,32	0,35	0,76	22,33	63,42	1772,76	1941,59
17	822,98	231,47	3,56	0,88	49,66	13,97	817,47	1657,11
18	618,47	1494,18	0,41	0,84	23,07	55,74	4064,28	2680,42
19	1245,93	301,12	4,16	0,78	44,59	10,78	926,29	2794,28
20	574,97	907,47	0,63	0,70	33,78	53,32	1037,06	1702,06
\bar{X}	713,95	640,40	2,20	0,82	43,54	35,29	1647,52	1797,02
SD	359,61	442,46	2,05	0,11	16,59	20,38	1182,84	1008,60

Vysvětlivky:

pac. = pacient

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

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

LF/HF = poměr spektrálních komponent LF/HF

R – R = délka R – R intervalů

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF

MSSD = průměrná hodnota druhé mocniny rozdílu po sobě následujících R – R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Tabulka 9. Přehled sledovaných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů kontrolní skupiny v pozici aplikace hydrogalvanu (interval 7)

pac.	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	1078,04	654,02	1,65	0,86	55,12	33,44	2102,70	1955,72
2	298,62	68,42	4,36	0,73	72,09	16,52	177,77	414,22
3	590,54	795,37	0,74	0,88	33,04	44,51	2142,24	1787,14
4	817,23	948,40	0,86	0,74	40,70	47,23	2008,66	2007,99
5	2380,34	1375,25	1,73	0,93	54,01	31,20	4104,34	4407,37
6	581,22	141,51	4,11	0,66	63,59	15,48	378,02	914,07
7	530,30	652,70	0,81	0,93	19,85	24,43	1745,46	2671,58
8	384,13	407,43	0,95	0,78	40,06	42,49	1130,16	959,00
9	331,11	154,85	2,14	0,81	40,72	19,04	468,39	813,19
10	996,95	920,34	1,08	0,93	48,94	45,18	1848,62	2037,22
11	2275,94	1381,34	1,65	0,95	32,26	19,58	4430,73	7055,43
12	1011,08	533,51	1,90	0,79	56,89	30,02	2141,76	1777,40
13	833,90	124,84	6,68	0,67	83,44	12,49	372,34	999,40
14	983,44	67,65	14,54	0,81	80,21	5,52	402,94	1226,11
15	1431,44	504,51	2,85	0,92	47,19	16,63	1503,20	3033,15
16	706,44	1017,52	0,70	0,72	33,50	48,25	1379,26	2109,07
17	753,05	185,51	4,06	0,81	35,47	8,74	1117,38	2122,79
18	482,78	2131,15	0,23	0,87	15,43	68,10	4849,35	3129,60
19	1333,08	333,77	4,00	0,78	60,65	15,18	933,12	2198,15
20	439,95	676,67	0,65	0,70	30,16	46,38	922,21	1458,83
\bar{X}	911,98	653,74	2,78	0,81	47,17	29,52	1707,93	2153,87
SD	563,63	521,52	3,15	0,09	18,18	16,38	1320,09	1447,71

Vysvětlivky:

pac. = pacient

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

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

LF/HF = poměr spektrálních komponent LF/HF

R – R = délka R – R intervalů

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF

MSSD = průměrná hodnota druhé mocniny rozdílu po sobě následujících R – R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Tabulka 10. Přehled sledovaných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů kontrolní skupiny v pozici sed (interval 8)

pac.	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	2384,16	1529,37	1,56	0,93	57,23	36,71	5825,71	4166,27
2	461,42	195,83	2,36	0,77	45,83	19,45	544,16	1006,91
3	2386,89	1687,92	1,41	0,92	47,74	33,76	6404,10	4999,98
4	603,57	1375,65	0,44	0,71	20,78	47,35	1949,99	2905,23
5	793,39	2716,46	0,29	1,03	16,29	55,76	8105,65	4871,55
6	543,85	302,45	1,80	0,70	56,79	31,58	983,24	957,64
7	436,29	436,70	1,00	0,91	29,91	29,94	1551,78	1458,60
8	1332,01	1047,85	1,28	0,76	50,44	39,68	2030,72	2640,99
9	628,67	515,87	1,22	0,84	43,12	35,38	1279,15	1457,98
10	2574,09	4500,72	0,57	0,92	33,99	59,44	9228,38	7572,29
11	2272,26	1262,92	1,80	0,91	48,65	27,04	4555,09	4670,60
12	703,94	557,60	1,26	0,81	50,11	39,69	2548,34	1404,72
13	1128,11	118,12	9,62	0,64	74,28	7,78	385,04	1518,63
14	1106,36	105,18	10,55	0,81	58,34	5,55	577,13	1896,42
15	1493,87	1811,63	0,83	0,88	27,28	33,09	3568,69	5475,55
16	1070,30	868,87	1,23	0,71	45,62	37,04	1575,50	2345,93
17	845,84	132,70	6,38	0,84	66,67	10,46	758,54	1268,74
18	985,43	3909,73	0,25	0,85	13,39	53,12	12746,82	7360,83
19	645,86	294,14	2,19	0,84	28,07	12,78	951,21	2301,22
20	1358,92	461,32	2,95	0,66	65,75	22,32	1004,08	2066,68
\bar{X}	1187,76	1191,55	2,45	0,82	44,01	31,90	3328,67	3117,34
SD	693,47	1247,64	2,93	0,10	17,24	15,53	3443,99	2067,37

Vysvětlivky:

pac. = pacient

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

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

LF/HF = poměr spektrálních komponent LF/HF

R – R = délka R – R intervalů

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF

MSSD = průměrná hodnota druhé mocniny rozdílu po sobě následujících R – R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Tabulka 11. Přehled sledovaných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů kontrolní skupiny v pozici leh (interval 9)

pac.	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	1331,80	3698,43	0,36	1,04	25,41	70,57	12162,83	5240,64
2	449,07	429,07	1,06	0,88	38,92	37,19	1294,67	1153,69
3	333,99	2368,97	0,14	1,00	9,22	65,41	10400,09	3621,95
4	993,73	1959,87	0,51	0,82	20,29	40,02	4536,81	4897,41
5	847,10	1653,19	0,51	1,08	28,48	55,57	6425,35	2974,71
6	541,48	615,42	0,88	0,76	43,64	49,60	1449,74	1240,84
7	538,34	2893,77	0,19	1,06	13,82	74,28	9796,44	3896,01
8	32,47	650,19	0,05	0,83	4,22	84,40	1640,91	770,37
9	1066,60	1346,22	0,79	0,89	38,32	48,37	3417,29	2783,20
10	1018,87	4868,86	0,21	1,13	14,85	70,97	11485,96	6860,86
11	1168,55	1038,71	1,12	1,08	41,55	36,94	5713,18	2812,11
12	79,15	554,84	0,14	0,82	7,98	55,94	1413,87	991,78
13	549,99	118,07	4,67	0,75	65,91	14,15	538,98	834,41
14	466,76	399,63	1,16	0,96	43,55	37,28	1683,66	1071,83
15	1214,35	2293,40	0,53	1,00	31,60	59,68	4580,79	3842,98
16	424,83	1470,45	0,29	0,77	17,76	61,49	3190,19	2391,43
17	647,85	362,13	1,79	0,90	43,13	24,11	1461,21	1502,18
18	3276,56	3742,30	0,88	0,89	40,68	46,47	12636,81	8053,72
19	802,36	860,33	0,93	1,01	31,07	33,32	3297,40	2582,35
20	557,33	810,76	0,69	0,74	35,54	51,71	2085,92	1567,96
\bar{X}	817,06	1606,73	0,85	0,92	29,80	50,87	4960,61	2954,52
SD	682,77	1330,34	1,00	0,12	15,56	17,77	4089,98	2048,92

Vysvětlivky k tabulce 11, 12, 13:

pac. = pacient

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

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

LF/HF = poměr spektrálních komponent LF/HF

R – R = délka R – R intervalů

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF

MSSD = průměrná hodnota druhé mocniny rozdílu po sobě následujících R – R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Tabulka 12. Porovnání vybraných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů kontrolní skupiny v pozici sed (interval 4) a sed (interval 8)

pac.	pozice	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	sed 4	1988,93	661,33	3,04	0,88	72,58	24,13	2754,48	2740,38
1	sed 8	2384,16	1529,37	1,56	0,93	57,23	36,71	5825,71	4166,27
2	sed 4	858,48	53,52	16,06	0,77	78,53	4,90	295,54	1093,13
2	sed 8	461,42	195,83	2,36	0,77	45,83	19,45	544,16	1006,91
3	sed 4	678,61	889,13	0,76	0,84	24,16	31,65	2340,22	2809,03
3	sed 8	2386,89	1687,92	1,41	0,92	47,74	33,76	6404,10	4999,98
4	sed 4	709,23	976,23	0,73	0,68	33,12	45,58	1310,73	2141,70
4	sed 8	603,57	1375,65	0,44	0,71	20,78	47,35	1949,99	2905,23
5	sed 4	996,01	1308,05	0,76	1,03	32,06	42,11	4930,09	3106,30
5	sed 8	793,39	2716,46	0,29	1,03	16,29	55,76	8105,65	4871,55
6	sed 4	190,48	107,11	1,78	0,68	54,49	30,64	438,11	349,57
6	sed 8	543,85	302,45	1,80	0,70	56,79	31,58	983,24	957,64
7	sed 4	934,89	461,97	2,02	0,83	54,70	27,03	1560,94	1709,17
7	sed 8	436,29	436,70	1,00	0,91	29,91	29,94	1551,78	1458,60
8	sed 4	323,52	707,67	0,46	0,81	26,11	57,11	2031,04	1239,02
8	sed 8	1332,01	1047,85	1,28	0,76	50,44	39,68	2030,72	2640,99
9	sed 4	451,30	869,95	0,52	0,79	14,08	27,14	1489,61	3205,38
9	sed 8	628,67	515,87	1,22	0,84	43,12	35,38	1279,15	1457,98
10	sed 4	1341,65	796,22	1,69	0,89	47,85	28,39	2005,53	2804,13
10	sed 8	2574,09	4500,72	0,57	0,92	33,99	59,44	9228,38	7572,29
11	sed 4	2168,91	875,87	2,48	0,86	41,95	16,94	3660,71	5170,60
11	sed 8	2272,26	1262,92	1,80	0,91	48,65	27,04	4555,09	4670,60
12	sed 4	200,23	597,42	0,33	0,78	20,92	62,42	1149,11	957,10
12	sed 8	703,94	557,60	1,26	0,81	50,11	39,69	2548,34	1404,72
13	sed 4	326,43	135,46	2,41	0,65	38,04	15,79	282,55	858,15
13	sed 8	1128,11	118,12	9,62	0,64	74,28	7,78	385,04	1518,63
14	sed 4	686,33	74,85	9,18	0,75	68,65	7,49	278,18	999,79
14	sed 8	1106,36	105,18	10,55	0,81	58,34	5,55	577,13	1896,42
15	sed 4	1009,75	356,53	2,83	0,78	36,71	12,96	1086,01	2750,68
15	sed 8	1493,87	1811,63	0,83	0,88	27,28	33,09	3568,69	5475,55
16	sed 4	823,39	751,22	1,10	0,68	33,76	30,80	1257,12	2439,22
16	sed 8	1070,30	868,87	1,23	0,71	45,62	37,04	1575,50	2345,93
17	sed 4	2049,49	142,09	14,42	0,77	84,45	5,86	747,57	2426,78
17	sed 8	845,84	132,70	6,38	0,84	66,67	10,46	758,54	1268,74
18	sed 4	1179,71	2832,48	0,42	0,81	20,84	50,05	7521,32	5659,73
18	sed 8	985,43	3909,73	0,25	0,85	13,39	53,12	12746,82	7360,83
19	sed 4	478,60	174,84	2,74	0,74	22,11	8,08	476,37	2164,46
19	sed 8	645,86	294,14	2,19	0,84	28,07	12,78	951,21	2301,22
20	sed 4	389,16	1114,81	0,35	0,70	21,58	61,81	1585,92	1803,71
20	sed 8	1358,92	461,32	2,95	0,66	65,75	22,32	1004,08	2066,68

Tabulka 13. Porovnání vybraných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů kontrolní skupiny v pozici leh (interval 3) a leh (interval 9)

pac.	pozice	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	leh 3	1374,07	2498,98	0,55	1,04	30,38	55,24	8265,22	4523,56
1	leh 9	1331,80	3698,43	0,36	1,04	25,41	70,57	12162,83	5240,64
2	leh 3	363,27	811,31	0,45	0,90	24,11	53,84	1478,57	1507,01
2	leh 9	449,07	429,07	1,06	0,88	38,92	37,19	1294,67	1153,69
3	leh 3	691,88	883,31	0,78	0,88	29,31	37,43	2573,69	2360,17
3	leh 9	333,99	2368,97	0,14	1,00	9,22	65,41	10400,09	3621,95
4	leh 3	3458,06	2378,65	1,46	0,90	53,43	36,75	7356,06	6472,20
4	leh 9	993,73	1959,87	0,51	0,82	20,29	40,02	4536,81	4897,41
5	leh 3	988,78	1797,43	0,55	1,08	33,34	60,61	7419,24	2965,77
5	leh 9	847,10	1653,19	0,51	1,08	28,48	55,57	6425,35	2974,71
6	leh 3	327,71	298,64	1,10	0,71	48,22	43,95	932,88	679,57
6	leh 9	541,48	615,42	0,88	0,76	43,64	49,60	1449,74	1240,84
7	leh 3	452,23	2276,42	0,20	1,03	14,59	73,45	7067,23	3099,13
7	leh 9	538,34	2893,77	0,19	1,06	13,82	74,28	9796,44	3896,01
8	leh 3	261,69	1472,81	0,18	0,84	11,15	62,75	2974,57	2347,13
8	leh 9	32,47	650,19	0,05	0,83	4,22	84,40	1640,91	770,37
9	leh 3	251,09	1509,98	0,17	0,84	11,19	67,30	3184,57	2243,65
9	leh 9	1066,60	1346,22	0,79	0,89	38,32	48,37	3417,29	2783,20
10	leh 3	1107,76	1810,79	0,61	0,99	34,15	55,81	3810,28	3244,27
10	leh 9	1018,87	4868,86	0,21	1,13	14,85	70,97	11485,96	6860,86
11	leh 3	948,46	1087,75	0,87	1,07	39,74	45,58	4860,30	2386,50
11	leh 9	1168,55	1038,71	1,12	1,08	41,55	36,94	5713,18	2812,11
12	leh 3	807,85	300,27	2,69	0,80	56,56	21,02	1239,18	1428,22
12	leh 9	79,15	554,84	0,14	0,82	7,98	55,94	1413,87	991,78
13	leh 3	212,12	152,02	1,40	0,70	35,45	25,41	378,39	598,30
13	leh 9	549,99	118,07	4,67	0,75	65,91	14,15	538,98	834,41
14	leh 3	444,83	252,95	1,76	0,78	50,84	28,91	607,53	874,98
14	leh 9	466,76	399,63	1,16	0,96	43,55	37,28	1683,66	1071,83
15	leh 3	2038,97	2329,54	0,88	1,03	35,20	40,22	5949,31	5792,03
15	leh 9	1214,35	2293,40	0,53	1,00	31,60	59,68	4580,79	3842,98
16	leh 3	488,01	956,41	0,51	0,71	32,69	64,06	2011,28	1492,93
16	leh 9	424,83	1470,45	0,29	0,77	17,76	61,49	3190,19	2391,43
17	leh 3	1366,63	503,58	2,71	0,88	69,16	25,48	2236,60	1976,09
17	leh 9	647,85	362,13	1,79	0,90	43,13	24,11	1461,21	1502,18
18	leh 3	1420,30	2842,52	0,50	0,87	27,01	54,06	10380,72	5257,71
18	leh 9	3276,56	3742,30	0,88	0,89	40,68	46,47	12636,81	8053,72
19	leh 3	1549,94	1284,75	1,21	0,96	46,99	38,95	3890,57	3298,47
19	leh 9	802,36	860,33	0,93	1,01	31,07	33,32	3297,40	2582,35
20	leh 3	731,65	593,93	1,24	0,71	44,58	36,19	1133,21	1641,04
20	leh 9	557,33	810,76	0,69	0,74	35,54	51,71	2085,92	1567,96

Tabulka 14. Přehled sledovaných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů výzkumné skupiny v pozici leh (interval 1)

pac.	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	1684,95	1580,23	1,07	1,07	45,97	43,11	7773,88	3665,18
2	401,52	388,38	1,07	0,82	40,94	39,60	950,20	980,76
3	2687,95	2992,48	0,90	1,00	38,03	42,34	10795,94	7067,84
4	378,04	754,87	0,50	0,68	32,14	64,18	820,19	1176,24
5	862,32	1098,44	0,79	1,09	42,15	53,70	5591,16	2045,70
6	352,41	397,25	0,89	0,78	27,44	30,93	1396,78	1284,39
7	710,51	1107,25	0,64	1,08	31,29	48,77	5794,55	2270,56
8	281,61	591,71	0,48	0,82	30,22	63,51	1821,21	931,73
9	261,12	627,54	0,42	0,85	27,58	66,28	1436,50	946,81
10	1945,10	1200,32	1,62	1,18	50,72	31,30	4857,08	3834,96
11	945,65	853,64	1,11	1,01	36,62	33,06	3587,92	2582,46
12	275,74	544,94	0,51	0,74	28,60	56,52	1427,13	964,08
13	737,12	414,02	1,78	0,79	58,08	32,62	1569,24	1269,11
14	925,27	392,22	2,36	0,93	54,83	23,24	1300,40	1687,41
15	747,65	737,52	1,01	1,12	48,58	47,92	3451,47	1539,09
16	685,67	1104,51	0,62	0,77	34,04	54,83	2406,59	2014,61
17	1478,05	605,68	2,44	0,90	60,78	24,91	2488,07	2431,77
18	972,49	4660,59	0,21	0,92	14,22	68,16	15546,20	6837,85
19	910,62	359,29	2,54	0,86	57,32	22,62	1197,35	1588,63
20	266,28	517,01	0,52	0,75	27,19	52,79	1617,00	979,42
\bar{X}	875,50	1046,39	1,07	0,91	39,34	45,02	3791,44	2304,93
SD	639,53	1042,47	0,71	0,15	12,68	14,85	3807,97	1800,26

Vysvětlivky:

pac. = pacient

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

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

LF/HF = poměr spektrálních komponent LF/HF

R – R = délka R – R intervalů

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF

MSSD = průměrná hodnota druhé mocniny rozdílu po sobě následujících R – R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Tabulka 15. Přehled sledovaných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů výzkumné skupiny v pozici sed (interval 2)

pac.	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	2323,22	1219,22	1,91	0,90	47,50	24,93	4009,89	4891,20
2	756,31	189,31	4,00	0,76	66,57	16,66	481,64	1136,18
3	1540,82	1334,17	1,16	0,96	34,25	29,66	5795,95	4498,14
4	590,74	339,29	1,76	0,60	61,76	35,47	299,14	956,45
5	2060,60	1502,77	1,38	0,96	47,37	34,54	4907,73	4350,20
6	646,00	236,33	2,73	0,70	52,93	19,36	663,11	1220,53
7	352,22	99,62	3,54	0,82	55,76	15,77	420,67	631,70
8	113,22	352,53	0,32	0,79	18,59	57,89	1123,24	609,02
9	412,32	282,01	1,46	0,80	55,67	38,07	726,07	740,69
10	1707,67	1275,17	1,34	0,90	42,37	31,64	3775,62	4030,55
11	1713,39	673,10	2,55	0,89	40,91	16,07	2444,00	4188,38
12	925,97	485,64	1,94	0,72	55,52	29,12	1498,61	1667,93
13	713,64	83,72	8,54	0,71	71,28	8,36	403,93	1001,21
14	1119,45	99,09	11,31	0,78	50,20	4,44	464,82	2229,83
15	400,58	208,72	1,93	0,84	35,28	18,38	474,08	1135,34
16	1126,03	611,07	1,85	0,73	59,62	32,35	1475,84	1888,82
17	842,20	153,87	5,50	0,80	57,09	10,43	813,99	1475,18
18	1900,60	2930,81	0,65	0,85	35,23	54,33	10622,18	5394,38
19	1302,46	474,23	2,75	0,83	60,26	21,94	1350,45	2161,42
20	103,60	935,54	0,12	0,72	8,34	75,28	2040,99	1242,81
\bar{X}	1032,55	674,31	2,84	0,80	47,83	28,73	2189,60	2272,50
SD	659,68	700,14	2,77	0,09	15,70	17,67	2568,40	1617,39

Vysvětlivky:

pac. = pacient

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

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

LF/HF = poměr spektrálních komponent LF/HF

R – R = délka R – R intervalů

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF

MSSD = průměrná hodnota druhé mocniny rozdílu po sobě následujících R – R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Tabulka 16. Přehled sledovaných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů výzkumné skupiny v pozici leh (interval 3)

pac.	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	2210,52	2400,18	0,92	1,11	46,64	50,64	11962,34	4740,02
2	519,07	343,95	1,51	0,82	41,97	27,81	969,22	1236,89
3	1999,42	1964,53	1,02	1,00	32,84	32,26	7767,36	6088,82
4	3353,88	626,43	5,36	0,77	83,33	15,56	2216,24	4024,97
5	837,19	1428,52	0,59	1,09	34,22	58,38	6079,71	2446,77
6	535,43	277,64	1,92	0,76	58,36	30,26	1577,14	917,42
7	290,00	1516,77	0,19	1,06	14,94	78,12	7537,29	1941,69
8	1804,15	752,09	2,40	0,82	68,63	28,61	1956,28	2628,66
9	253,71	754,91	0,34	0,86	23,05	68,57	1733,37	1100,86
10	1616,11	3152,27	0,51	1,15	30,10	58,70	10301,17	5369,81
11	753,76	931,14	0,81	1,08	22,35	27,62	5178,72	3371,84
12	437,67	567,45	0,77	0,80	37,55	48,68	1841,74	1165,71
13	433,87	171,32	2,53	0,83	46,64	18,42	735,60	930,16
14	775,33	578,55	1,34	0,98	47,07	35,12	1969,47	1647,34
15	566,27	759,95	0,73	1,11	38,29	51,38	3073,35	1479,08
16	1746,26	2423,14	0,72	0,83	35,84	49,74	6354,61	4871,91
17	860,39	550,73	1,56	0,98	34,94	22,36	2149,15	2462,67
18	1938,52	4900,20	0,40	0,90	26,62	67,30	13367,16	7281,38
19	1244,98	506,74	2,46	0,88	47,19	19,21	1626,72	2638,15
20	687,02	1331,94	0,51	0,76	27,82	53,94	2939,63	2469,43
\bar{X}	1143,18	1296,92	1,33	0,93	39,92	42,13	4566,81	2940,68
SD	817,80	1177,19	1,20	0,13	16,25	18,69	3841,71	1867,26

Vysvětlivky:

pac. = pacient

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

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

LF/HF = poměr spektrálních komponent LF/HF

R – R = délka R – R intervalů

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF

MSSD = průměrná hodnota druhé mocniny rozdílu po sobě následujících R – R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Tabulka 17. Přehled sledovaných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů výzkumné skupiny v pozici sed (interval 4)

pac.	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	1705,63	1292,80	1,32	0,93	55,41	42,00	4325,97	3077,99
2	559,07	153,01	3,66	0,74	60,41	16,53	390,92	925,41
3	2122,51	2232,24	0,95	0,95	30,11	31,66	8145,06	7049,63
4	2156,56	690,10	3,16	0,64	69,93	22,38	1302,64	3083,94
5	1131,97	2305,29	0,49	1,00	22,81	46,45	6611,53	4963,37
6	318,39	181,91	1,75	0,70	47,81	27,32	596,50	665,91
7	649,00	238,26	2,74	0,82	64,19	23,56	712,15	1011,09
8	225,70	459,47	0,49	0,80	23,51	47,87	1128,81	959,93
9	525,87	269,25	1,95	0,80	53,65	27,47	632,48	980,15
10	3393,63	1686,87	2,01	0,93	43,29	21,52	4100,54	7839,80
11	796,15	1447,02	0,55	0,92	14,57	26,49	3549,31	5463,43
12	1214,35	383,86	3,16	0,72	67,40	21,31	1118,57	1801,58
13	1144,15	92,24	12,40	0,72	89,25	7,20	494,24	1281,92
14	1314,67	243,68	5,44	0,79	40,09	7,43	728,18	3279,11
15	1552,84	305,26	5,08	0,84	72,48	14,25	879,82	2142,36
16	837,40	1165,62	0,71	0,76	36,42	50,69	2675,92	2299,45
17	1856,73	275,07	6,75	0,82	55,36	8,20	1181,45	3353,72
18	1248,35	3694,98	0,34	0,82	22,01	65,14	10974,30	5672,63
19	2188,19	445,39	4,91	0,89	75,76	15,42	1761,04	2888,48
20	305,68	478,46	0,64	0,67	18,79	29,41	908,42	1627,04
\bar{X}	1262,34	902,04	2,93	0,81	48,16	27,62	2610,89	3018,35
SD	804,64	955,06	2,94	0,10	21,65	15,74	2919,54	2134,43

Vysvětlivky:

pac. = pacient

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

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

LF/HF = poměr spektrálních komponent LF/HF

R – R = délka R – R intervalů

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF

MSSD = průměrná hodnota druhé mocniny rozdílu po sobě následujících R – R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Tabulka 18. Přehled sledovaných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů výzkumné skupiny v pozici aplikace hydrogalvanu (interval 5)

pac.	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	1723,84	2429,65	0,71	0,99	29,31	41,32	7134,62	5880,60
2	281,53	422,77	0,67	0,82	21,06	31,62	1179,53	1337,02
3	1655,68	3647,05	0,45	1,03	22,69	49,98	11619,61	7297,49
4	1513,58	2438,28	0,62	0,76	36,61	58,97	3144,02	4134,81
5	2623,59	1396,93	1,90	1,01	40,55	21,59	5545,09	6469,86
6	322,58	382,77	0,84	0,73	30,63	36,35	1166,15	1053,03
7	326,20	664,52	0,49	1,00	19,53	39,78	2064,17	1670,59
8	1440,81	606,32	2,45	0,82	53,54	22,53	2508,64	2690,85
9	671,70	224,34	2,99	0,83	52,94	17,68	531,72	1268,71
10	2119,80	2734,56	0,78	1,08	33,90	43,73	9220,96	6253,63
11	1577,55	1113,79	1,42	0,97	24,27	17,13	3715,07	6500,67
12	470,93	354,65	1,34	0,80	45,71	34,42	1556,61	1030,23
13	471,11	60,57	7,78	0,68	71,85	9,24	230,02	655,70
14	465,60	206,03	2,25	0,93	44,50	19,69	927,84	1046,38
15	638,90	760,20	0,85	1,04	19,45	23,15	2531,90	3283,98
16	1456,23	1050,71	1,39	0,83	49,58	35,78	2626,19	2936,86
17	865,52	285,22	3,06	0,93	60,52	19,94	1442,73	1430,16
18	1224,58	4954,05	0,25	1,00	14,66	59,32	12967,97	8351,25
19	1651,60	789,34	2,09	0,89	57,35	27,41	1907,46	2879,78
20	2243,58	692,59	3,27	0,69	70,75	21,84	1267,45	3170,94
\bar{X}	1187,25	1260,72	1,78	0,89	39,97	31,57	3664,39	3467,13
SD	714,31	1313,82	1,70	0,12	17,50	14,07	3717,32	2453,87

Vysvětlivky:

pac. = pacient

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

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

LF/HF = poměr spektrálních komponent LF/HF

R – R = délka R – R intervalů

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF

MSSD = průměrná hodnota druhé mocniny rozdílu po sobě následujících R – R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Tabulka 19. Přehled sledovaných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů výzkumné skupiny v pozici aplikace hydrogalvanu (interval 6)

pac.	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	1039,74	1286,42	0,81	0,92	30,49	37,73	4250,05	3409,67
2	372,52	112,74	3,35	0,76	67,62	20,47	432,06	550,86
3	1715,94	2176,48	0,79	1,03	37,27	47,27	8876,71	4604,11
4	1499,33	1792,32	0,84	0,69	43,39	51,86	1672,41	3455,85
5	1082,06	1106,52	0,98	1,05	44,24	45,24	4075,05	2446,02
6	131,37	184,04	0,71	0,70	28,14	39,42	460,86	466,91
7	572,29	339,83	1,68	0,96	43,03	25,55	1388,46	1329,99
8	426,47	732,09	0,59	0,83	31,82	54,62	2016,55	1340,24
9	697,08	191,91	3,63	0,81	59,80	16,46	594,45	1165,60
10	2600,04	1434,04	1,82	0,97	45,21	24,94	4717,09	5750,53
11	1161,69	1015,04	1,15	0,96	30,60	26,74	3216,13	3795,91
12	346,27	221,83	1,58	0,74	42,30	27,10	640,98	818,61
13	830,62	74,14	11,20	0,65	90,05	8,04	238,70	922,35
14	590,86	90,53	6,55	0,86	49,25	7,55	473,70	1199,83
15	820,56	241,26	3,40	0,93	51,17	15,04	982,70	1603,67
16	1529,08	1376,53	1,11	0,81	45,14	40,64	2690,99	3387,48
17	1733,46	243,48	7,19	0,88	85,95	12,07	1379,15	2016,79
18	769,31	2476,61	0,31	0,92	14,90	47,96	6837,36	5164,42
19	4036,62	3159,79	1,28	0,91	45,27	35,43	7772,74	8917,25
20	908,02	856,37	1,06	0,71	47,06	44,38	1065,16	1929,55
\bar{X}	1143,17	955,60	2,50	0,85	46,64	31,43	2689,07	2713,78
SD	901,89	897,76	2,80	0,12	18,21	14,98	2616,57	2144,35

Vysvětlivky:

pac. = pacient

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

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

LF/HF = poměr spektrálních komponent LF/HF

R – R = délka R – R intervalů

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF

MSSD = průměrná hodnota druhé mocniny rozdílu po sobě následujících R – R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Tabulka 20. Přehled sledovaných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů výzkumné skupiny v pozici aplikace hydrogalvanu (interval 7)

pac.	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	1945,47	1360,84	1,43	0,95	36,19	25,31	4678,60	5376,12
2	588,91	177,84	3,31	0,76	60,35	18,22	539,19	975,82
3	923,24	1413,87	0,65	1,00	28,13	43,08	6178,17	3282,28
4	551,52	448,39	1,23	0,71	49,34	40,11	912,54	1117,89
5	969,31	1558,17	0,62	1,03	36,66	58,93	4568,40	2644,09
6	350,56	332,74	1,06	0,69	49,23	46,73	578,18	712,11
7	501,19	370,09	1,36	0,93	40,82	30,14	1370,54	1227,75
8	475,69	596,42	0,81	0,80	34,35	43,07	1662,48	1384,83
9	528,26	282,38	1,87	0,81	58,89	31,48	501,00	897,10
10	3936,42	3405,47	1,16	1,08	50,84	43,98	9845,14	7743,40
11	1560,89	925,38	1,70	0,89	33,18	19,67	3192,39	4704,04
12	370,19	248,49	1,49	0,75	35,64	23,92	744,15	1038,66
13	512,49	45,12	11,32	0,66	88,63	7,80	184,72	578,23
14	1047,78	179,26	5,85	0,88	71,99	12,32	742,44	1455,47
15	1108,51	299,05	3,71	0,89	66,20	17,86	962,03	1674,50
16	1061,61	1044,16	1,02	0,81	38,15	37,52	1901,93	2782,72
17	992,03	239,10	4,15	0,90	57,61	13,89	1140,08	1721,96
18	719,34	1902,73	0,38	0,89	21,74	57,50	5580,86	3309,00
19	3845,02	844,30	4,56	0,89	72,27	15,87	3732,33	5320,11
20	1045,38	721,76	1,45	0,70	47,49	32,79	1041,77	2201,26
\bar{X}	1151,69	819,78	2,46	0,85	48,89	31,01	2502,85	2507,37
SD	1019,37	807,67	2,57	0,12	17,12	15,00	2536,65	1934,44

Vysvětlivky:

pac. = pacient

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

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

LF/HF = poměr spektrálních komponent LF/HF

R – R = délka R – R intervalů

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF

MSSD = průměrná hodnota druhé mocniny rozdílu po sobě následujících R – R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Tabulka 21. Přehled sledovaných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů výzkumné skupiny v pozici sed (interval 8)

pac.	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	2209,11	2368,03	0,93	1,00	40,77	43,70	8221,15	5418,81
2	571,36	177,86	3,21	0,79	62,63	19,49	775,26	912,35
3	1450,95	2281,99	0,63	0,92	26,00	40,89	7121,93	5581,05
4	1003,71	576,92	1,75	0,68	53,04	30,49	883,95	1892,40
5	1354,84	1985,87	0,68	1,01	29,37	43,06	6950,10	4612,29
6	501,19	360,35	1,40	0,71	48,70	35,02	1133,36	1029,08
7	449,51	340,05	1,32	0,88	31,64	23,94	1234,10	1420,50
8	359,35	785,14	0,46	0,76	25,42	55,54	2095,87	1413,66
9	450,96	141,26	3,23	0,83	62,26	19,50	560,71	724,27
10	2084,74	4457,31	0,47	1,01	29,61	63,30	10193,71	7041,80
11	1680,96	2091,48	0,80	0,96	28,73	35,75	7517,60	5850,43
12	780,63	546,31	1,43	0,80	46,65	32,65	2395,12	1673,28
13	953,84	321,53	2,97	0,68	64,88	21,87	605,72	1470,17
14	837,04	202,17	4,14	0,89	59,98	14,49	996,06	1395,64
15	675,76	1099,88	0,61	0,82	22,85	37,19	1952,46	2957,71
16	502,46	2195,15	0,23	0,77	16,28	71,13	3510,54	3086,26
17	2506,08	358,62	7,02	0,81	54,52	7,80	1505,86	4596,65
18	1051,68	5093,72	0,21	0,91	15,38	74,51	19823,65	6836,51
19	973,76	372,15	2,62	0,82	57,41	21,94	1449,87	1696,06
20	851,46	507,41	1,68	0,70	53,39	31,81	1163,83	1594,92
\bar{X}	1062,47	1313,16	1,79	0,84	41,48	36,20	4004,54	3060,19
SD	629,29	1427,20	1,68	0,11	16,63	18,33	4796,61	2137,22

Vysvětlivky:

pac. = pacient

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

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

LF/HF = poměr spektrálních komponent LF/HF

R – R = délka R – R intervalů

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF

MSSD = průměrná hodnota druhé mocniny rozdílu po sobě následujících R – R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Tabulka 22. Přehled sledovaných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů výzkumné skupiny v pozici leh (interval 9)

pac.	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	2099,62	2874,33	0,73	1,14	35,89	49,13	10809,14	5850,59
2	406,54	466,84	0,87	0,90	34,63	39,77	1240,63	1173,92
3	1794,15	1820,31	0,99	0,99	31,29	31,75	7085,02	5734,15
4	1000,51	1219,12	0,82	0,79	41,15	50,15	2877,04	2431,14
5	1120,82	2443,16	0,46	1,09	26,20	57,11	9693,67	4277,75
6	407,93	346,83	1,18	0,76	49,21	41,84	1239,14	829,00
7	760,48	3931,53	0,19	1,07	14,87	76,88	14208,94	5114,13
8	1147,91	659,89	1,73	0,81	61,05	35,10	2202,17	1880,29
9	949,72	680,97	1,39	0,84	54,94	39,40	1973,84	1728,56
10	2217,79	3067,32	0,72	1,24	36,04	49,85	12399,60	6152,90
11	320,25	701,33	0,46	1,07	15,37	33,66	2666,27	2083,72
12	186,69	654,68	0,29	0,81	18,24	63,97	2045,72	1023,41
13	123,48	204,56	0,60	0,82	29,09	48,20	752,76	424,43
14	734,92	868,17	0,85	1,04	25,83	30,51	3431,73	2845,29
15	2532,79	1076,56	2,35	1,00	50,08	21,29	4157,67	5057,31
16	1501,47	2029,25	0,74	0,84	37,17	50,24	5762,81	4039,34
17	1708,78	562,28	3,04	0,93	55,52	18,27	2519,67	3077,72
18	1051,37	5697,01	0,18	0,91	13,53	73,32	17043,20	7770,25
19	1769,80	999,15	1,77	0,97	54,50	30,77	3963,33	3247,64
20	430,78	545,03	0,80	0,76	42,50	53,77	1539,87	1013,60
\bar{X}	1113,29	1542,42	1,01	0,94	36,36	44,75	5380,61	3287,76
SD	720,01	1425,57	0,73	0,14	14,71	15,67	4849,07	2111,56

Vysvětlivky k tabulce 22, 23, 24:

pac. = pacient

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

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

LF/HF = poměr spektrálních komponent LF/HF

R – R = délka R – R intervalů

Relativní LF = relativní spektrální výkon složky LF

Relativní HF = relativní spektrální výkon složky HF

MSSD = průměrná hodnota druhé mocniny rozdílu po sobě následujících R – R intervalů

Total power = celkový spektrální výkon v ms^2

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

Tabulka 23. Porovnání vybraných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů výzkumné skupiny v pozici sed (interval 4) a sed (interval 8)

pac.	pozice	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	sed 4	1705,63	1292,80	1,32	0,93	55,41	42,00	4325,97	3077,99
1	sed 8	2209,11	2368,03	0,93	1,00	40,77	43,70	8221,15	5418,81
2	sed 4	559,07	153,01	3,66	0,74	60,41	16,53	390,92	925,41
2	sed 8	571,36	177,86	3,21	0,79	62,63	19,49	775,26	912,35
3	sed 4	2122,51	2232,24	0,95	0,95	30,11	31,66	8145,06	7049,63
3	sed 8	1450,95	2281,99	0,63	0,92	26,00	40,89	7121,93	5581,05
4	sed 4	2156,56	690,10	3,16	0,64	69,93	22,38	1302,64	3083,94
4	sed 8	1003,71	576,92	1,75	0,68	53,04	30,49	883,95	1892,40
5	sed 4	1131,97	2305,29	0,49	1,00	22,81	46,45	6611,53	4963,37
5	sed 8	1354,84	1985,87	0,68	1,01	29,37	43,06	6950,10	4612,29
6	sed 4	318,39	181,91	1,75	0,70	47,81	27,32	596,50	665,91
6	sed 8	501,19	360,35	1,40	0,71	48,70	35,02	1133,36	1029,08
7	sed 4	649,00	238,26	2,74	0,82	64,19	23,56	712,15	1011,09
7	sed 8	449,51	340,05	1,32	0,88	31,64	23,94	1234,10	1420,50
8	sed 4	225,70	459,47	0,49	0,80	23,51	47,87	1128,81	959,93
8	sed 8	359,35	785,14	0,46	0,76	25,42	55,54	2095,87	1413,66
9	sed 4	525,87	269,25	1,95	0,80	53,65	27,47	632,48	980,15
9	sed 8	450,96	141,26	3,23	0,83	62,26	19,50	560,71	724,27
10	sed 4	3393,63	1686,87	2,01	0,93	43,29	21,52	4100,54	7839,80
10	sed 8	2084,74	4457,31	0,47	1,01	29,61	63,30	10193,71	7041,80
11	sed 4	796,15	1447,02	0,55	0,92	14,57	26,49	3549,31	5463,43
11	sed 8	1680,96	2091,48	0,80	0,96	28,73	35,75	7517,60	5850,43
12	sed 4	1214,35	383,86	3,16	0,72	67,40	21,31	1118,57	1801,58
12	sed 8	780,63	546,31	1,43	0,80	46,65	32,65	2395,12	1673,28
13	sed 4	1144,15	92,24	12,40	0,72	89,25	7,20	494,24	1281,92
13	sed 8	953,84	321,53	2,97	0,68	64,88	21,87	605,72	1470,17
14	sed 4	1314,67	243,68	5,44	0,79	40,09	7,43	728,18	3279,11
14	sed 8	837,04	202,17	4,14	0,89	59,98	14,49	996,06	1395,64
15	sed 4	1552,84	305,26	5,08	0,84	72,48	14,25	879,82	2142,36
15	sed 8	675,76	1099,88	0,61	0,82	22,85	37,19	1952,46	2957,71
16	sed 4	837,40	1165,62	0,71	0,76	36,42	50,69	2675,92	2299,45
16	sed 8	502,46	2195,15	0,23	0,77	16,28	71,13	3510,54	3086,26
17	sed 4	1856,73	275,07	6,75	0,82	55,36	8,20	1181,45	3353,72
17	sed 8	2506,08	358,62	7,02	0,81	54,52	7,80	1505,86	4596,65
18	sed 4	1248,35	3694,98	0,34	0,82	22,01	65,14	10974,30	5672,63
18	sed 8	1051,68	5093,72	0,21	0,91	15,38	74,51	19823,65	6836,51
19	sed 4	2188,19	445,39	4,91	0,89	75,76	15,42	1761,04	2888,48
19	sed 8	973,76	372,15	2,62	0,82	57,41	21,94	1449,87	1696,06
20	sed 4	305,68	478,46	0,64	0,67	18,79	29,41	908,42	1627,04
20	sed 8	851,46	507,41	1,68	0,70	53,39	31,81	1163,83	1594,92

Tabulka 24. Porovnání vybraných ukazatelů SAVSF a časových ukazatelů výzkumné skupiny v pozici leh (interval 3) a leh (interval 9)

pac.	pozice	Power LF	Power HF	LF/HF	RR	Rel. LF	Rel. HF	MSSD	Total power
1	leh 3	2210,52	2400,18	0,92	1,11	46,64	50,64	11962,34	4740,02
1	leh 9	2099,62	2874,33	0,73	1,14	35,89	49,13	10809,14	5850,59
2	leh 3	519,07	343,95	1,51	0,82	41,97	27,81	969,22	1236,89
2	leh 9	406,54	466,84	0,87	0,90	34,63	39,77	1240,63	1173,92
3	leh 3	1999,42	1964,53	1,02	1,00	32,84	32,26	7767,36	6088,82
3	leh 9	1794,15	1820,31	0,99	0,99	31,29	31,75	7085,02	5734,15
4	leh 3	3353,88	626,43	5,36	0,77	83,33	15,56	2216,24	4024,97
4	leh 9	1000,51	1219,12	0,82	0,79	41,15	50,15	2877,04	2431,14
5	leh 3	837,19	1428,52	0,59	1,09	34,22	58,38	6079,71	2446,77
5	leh 9	1120,82	2443,16	0,46	1,09	26,20	57,11	9693,67	4277,75
6	leh 3	535,43	277,64	1,92	0,76	58,36	30,26	1577,14	917,42
6	leh 9	407,93	346,83	1,18	0,76	49,21	41,84	1239,14	829,00
7	leh 3	290,00	1516,77	0,19	1,06	14,94	78,12	7537,29	1941,69
7	leh 9	760,48	3931,53	0,19	1,07	14,87	76,88	14208,94	5114,13
8	leh 3	1804,15	752,09	2,40	0,82	68,63	28,61	1956,28	2628,66
8	leh 9	1147,91	659,89	1,73	0,81	61,05	35,10	2202,17	1880,29
9	leh 3	253,71	754,91	0,34	0,86	23,05	68,57	1733,37	1100,86
9	leh 9	949,72	680,97	1,39	0,84	54,94	39,40	1973,84	1728,56
10	leh 3	1616,11	3152,27	0,51	1,15	30,10	58,70	10301,17	5369,81
10	leh 9	2217,79	3067,32	0,72	1,24	36,04	49,85	12399,60	6152,90
11	leh 3	753,76	931,14	0,81	1,08	22,35	27,62	5178,72	3371,84
11	leh 9	320,25	701,33	0,46	1,07	15,37	33,66	2666,27	2083,72
12	leh 3	437,67	567,45	0,77	0,80	37,55	48,68	1841,74	1165,71
12	leh 9	186,69	654,68	0,29	0,81	18,24	63,97	2045,72	1023,41
13	leh 3	433,87	171,32	2,53	0,83	46,64	18,42	735,60	930,16
13	leh 9	123,48	204,56	0,60	0,82	29,09	48,20	752,76	424,43
14	leh 3	775,33	578,55	1,34	0,98	47,07	35,12	1969,47	1647,34
14	leh 9	734,92	868,17	0,85	1,04	25,83	30,51	3431,73	2845,29
15	leh 3	566,27	759,95	0,73	1,11	38,29	51,38	3073,35	1479,08
15	leh 9	2532,79	1076,56	2,35	1,00	50,08	21,29	4157,67	5057,31
16	leh 3	1746,26	2423,14	0,72	0,83	35,84	49,74	6354,61	4871,91
16	leh 9	1501,47	2029,25	0,74	0,84	37,17	50,24	5762,81	4039,34
17	leh 3	860,39	550,73	1,56	0,98	34,94	22,36	2149,15	2462,67
17	leh 9	1708,78	562,28	3,04	0,93	55,52	18,27	2519,67	3077,72
18	leh 3	1938,52	4900,20	0,40	0,90	26,62	67,30	13367,16	7281,38
18	leh 9	1051,37	5697,01	0,18	0,91	13,53	73,32	17043,20	7770,25
19	leh 3	1244,98	506,74	2,46	0,88	47,19	19,21	1626,72	2638,15
19	leh 9	1769,80	999,15	1,77	0,97	54,50	30,77	3963,33	3247,64
20	leh 3	687,02	1331,94	0,51	0,76	27,82	53,94	2939,63	2469,43
20	leh 9	430,78	545,03	0,80	0,76	42,50	53,77	1539,87	1013,60

Tabulka 25. Porovnání hodnot sledovaných parametrů SAVSF při výzkumném měření (n=20) mezi intervaly 4 (sed před procedurou) a 8 (sed po proceduře)

Hodnoty sledovaných parametrů SAVSF	p	Tendence
Power LF	0,218	–
Power HF	*0,012	+
LF/HF	*0,009	–
RR	0,059	+
Rel. LF	0,062	–
Rel. HF	0	+
MSSD	*0,019	+
Total Power	0,765	+

Vysvětlivky:

p = hladina statistické významnosti

* = $p < 0,05$

+ = vzestupná tendence (zvýšení v intervalu s vyšším číselným indexem)

– = sestupná tendence (snížení v intervalu s vyšším číselným indexem)

K vyhodnocení byl použit Wilcoxonův test

Tabulka 26. Porovnání hodnot sledovaných parametrů SAVSF při výzkumném měření (n=20) mezi intervaly 3 (leh před procedurou) a 9 (závěrečný leh)

Hodnoty sledovaných parametrů SAVSF	p	Tendence
Power LF	0,852	–
Power HF	0,135	+
LF/HF	0,167	–
RR	0,279	+
Rel. LF	0,247	–
Rel. HF	0,391	+
MSSD	0,145	+
Total Power	0,478	+

Vysvětlivky:

p = hladina statistické významnosti

* = $p < 0,05$

+ = vzestupná tendence (zvýšení v intervalu s vyšším číselným indexem)

– = sestupná tendence (snížení v intervalu s vyšším číselným indexem)

K vyhodnocení byl použit Wilcoxonův test

Tabulka 27. Porovnání hodnot sledovaných parametrů SAVSF při kontrolním měření (n=20) mezi intervaly 4 (sed před procedurou) a 8 (sed po proceduře)

Hodnoty sledovaných parametrů SAVSF	p	Tendence
Power LF	0,057	+
Power HF	*0,01	+
LF/HF	0,55	–
RR	*0,003	+
Rel. LF	0,794	+
Rel. HF	0,156	+
MSSD	*0,001	+
Total Power	*0,019	+

Vysvětlivky:

p = hladina statistické významnosti

* = $p < 0,05$

+ = vzestupná tendence (zvýšení v intervalu s vyšším číselným indexem)

– = sestupná tendence (snížení v intervalu s vyšším číselným indexem)

K vyhodnocení byl použit Wilcoxonův test

Tabulka 28. Porovnání hodnot sledovaných parametrů SAVSF při kontrolním měření (n=20) mezi intervaly 3 (leh před procedurou) a 9 (závěrečný leh)

Hodnoty sledovaných parametrů SAVSF	p	Tendence
Power LF	0,296	–
Power HF	0,247	+
LF/HF	0,145	–
RR	*0,014	+
Rel. LF	0,079	–
Rel. HF	0,279	+
MSSD	0,191	+
Total Power	0,433	+

Vysvětlivky:

p = hladina statistické významnosti

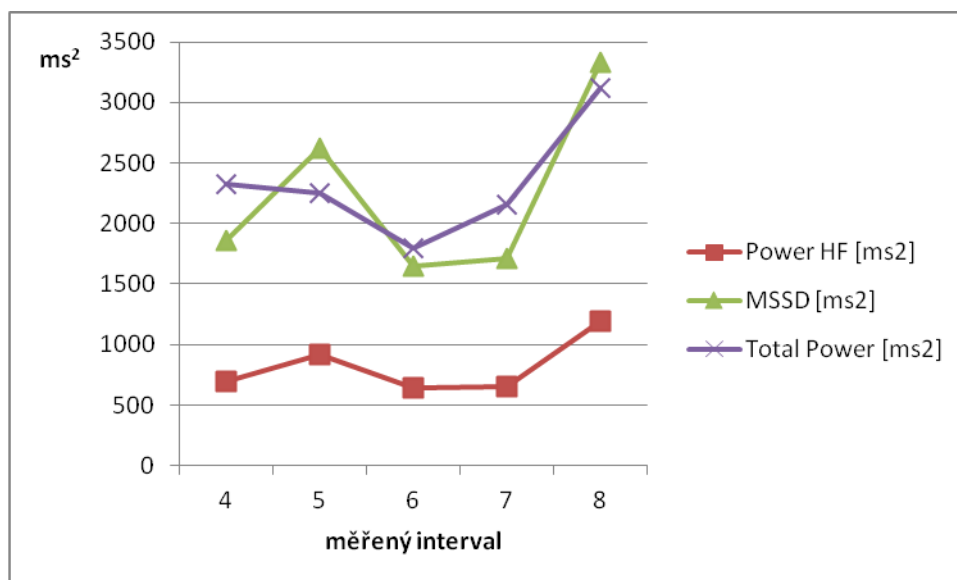
* = $p < 0,05$

+ = vzestupná tendence (zvýšení v intervalu s vyšším číselným indexem)

– = sestupná tendence (snížení v intervalu s vyšším číselným indexem)

K vyhodnocení byl použit Wilcoxonův test

Graf 1. Tendence parametrů POWER HF, MSSD a TOTAL POWER v jednotlivých hodnocených situacích



Vysvětlivky (graf 1):

interval 4 = sed před aplikací 4 komorové lázně

interval 5 = aplikace 4 komorové lázně

interval 6 = aplikace 4 komorové lázně

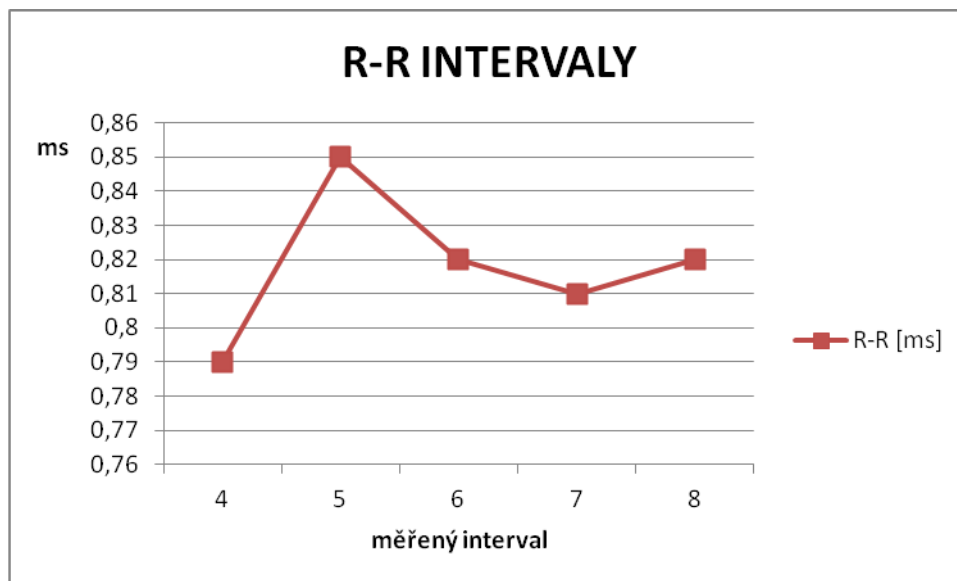
interval 7 = aplikace 4 komorové lázně

interval 8 = klidový sed po aplikaci 4 lázně

Tabulka 29. Parametry POWER HF, MSSD, TOAL POWER v jednotlivých hodnocených situacích

měřený interval	Power HF [ms ²]	MSSD [ms ²]	Total Power [ms ²]
4	694,34	1860,06	2321,4
5	917,03	2619,29	2252,92
6	640,4	1647,52	1797,02
7	653,74	1707,93	2153,87
8	1191,55	3328,67	3117,34

Graf 2. Tendence parametru R-R INTERVALY v jednotlivých hodnocených situacích



Vysvětlivky (graf 2):

interval 4 = sed před aplikací 4 komorové lázně

interval 5 = aplikace 4 komorové lázně

interval 6 = aplikace 4 komorové lázně

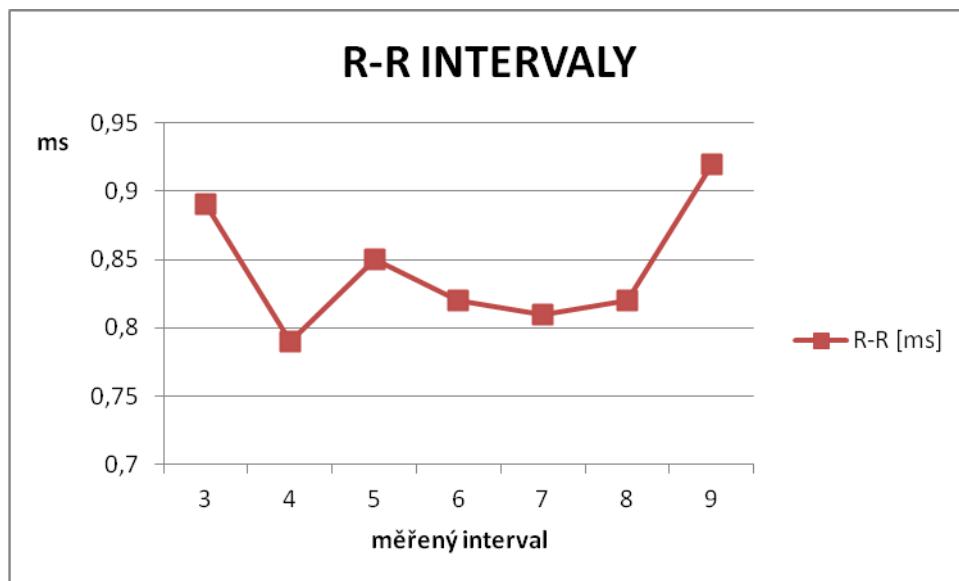
interval 7 = aplikace 4 komorové lázně

interval 8 = klidový sed po aplikaci 4 lázně

Tabulka 30. Parametr R-R INTERVALY v jednotlivých hodnocených situacích

měřený interval	R-R [ms]
4	0,79
5	0,85
6	0,82
7	0,81
8	0,82

Graf 3. Tendence parametru R-R INTERVALY v jednotlivých hodnocených situacích



Vysvětlivky (graf 3):

interval 3 = leh před aplikací 4 komorové lázně

interval 4 = sed před aplikací 4 komorové lázně

interval 5 = aplikace 4 komorové lázně

interval 6 = aplikace 4 komorové lázně

interval 7 = aplikace 4 komorové lázně

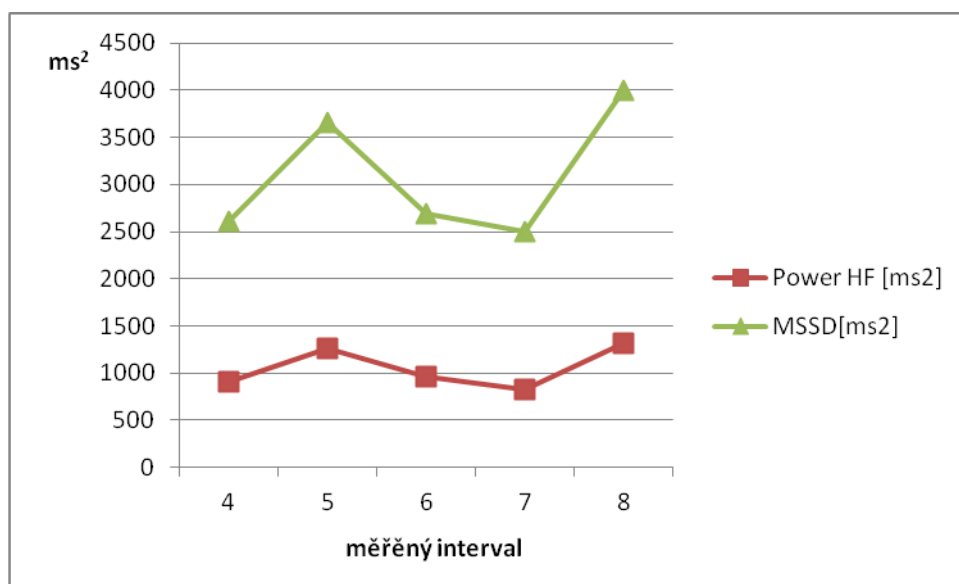
interval 8 = klidový sed po aplikaci 4 komorové lázně

interval 9 = závěrečný leh po aplikaci 4 komorové lázně

Tabulka 31. Parametr R-R INTERVALY v jednotlivých hodnocených situacích

měřený interval	R-R [ms]
3	0,89
4	0,79
5	0,85
6	0,82
7	0,81
8	0,82
9	0,92

Graf 4. Tendence parametrů POWER HF, MSSD v jednotlivých hodnocených situacích



Vysvětlivky (graf 4):

interval 4 = sed před aplikací 4 galvanické lázně

interval 5 = aplikace 4 komorové galvanické lázně

interval 6 = aplikace 4 komorové galvanické lázně

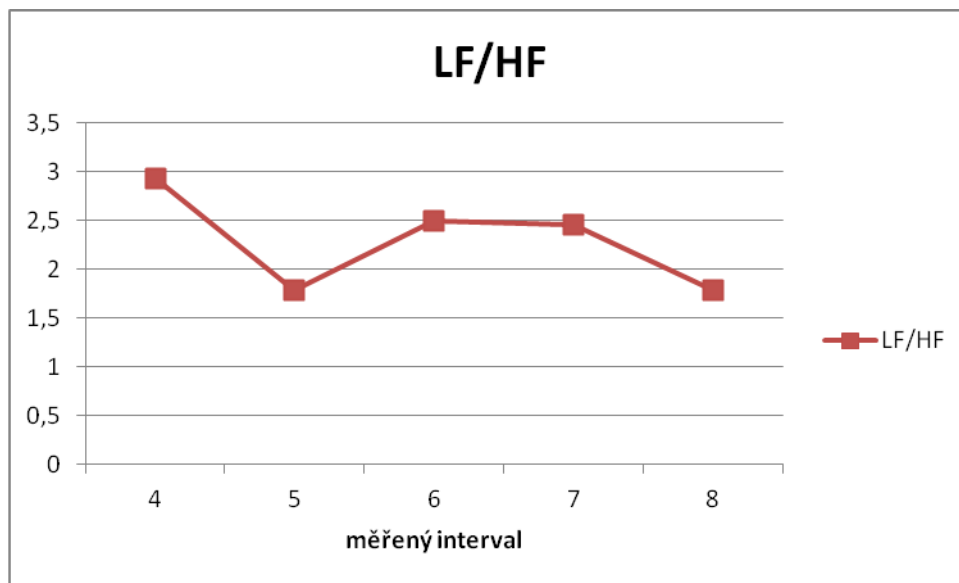
interval 7 = aplikace 4 komorové galvanické lázně

interval 8 = klidový sed po aplikaci 4 galvanické lázně

Tabulka 32. Parametry POWER HF, MSSD v jednotlivých hodnocených situacích

měřený interval	Power HF [ms ²]	MSSD [ms ²]
4	902,04	2610,89
5	1260,72	3664,39
6	955,6	2689,07
7	819,78	2502,85
8	1313,16	4004,54

Graf 5. Tendence parametru LF/HF v jednotlivých hodnocených situacích



Vysvětlivky (graf 5):

interval 4 = sed před aplikací 4 galvanické lázně

interval 5 = aplikace 4 komorové galvanické lázně

interval 6 = aplikace 4 komorové galvanické lázně

interval 7 = aplikace 4 komorové galvanické lázně

interval 8 = klidový sed po aplikaci 4 galvanické lázně

Tabulka 33. Parametr LF/HF v jednotlivých hodnocených situacích

měřený interval	LF/HF
4	2,93
5	1,78
6	2,5
7	2,46
8	1,79

Tabulka 34. Vyhodnocení DAF při aplikaci 4 komorové lázně

číslo probanda	A (sympatikus)	B (parasimpatikus)	C (indiferentní)
1	4	*9	7
2	6	5	*9
3	5	*9	6
4	6	*8	6
5	7	5	*8
6	7	6	7
7	*8	*8	4
8	5	7	8
9	*8	6	6
10	5	*8	7
11	5	7	*8
12	*9	*8	3
13	7	6	7
14	*10	*8	2
15	6	*9	5
16	7	5	7
17	5	6	*9
18	*8	7	5
19	*9	7	4
20	*8	6	6
\bar{X}	6,75	7	6,2
SD	1,65	1,34	1,91

Vysvětlivky:

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

* = ≥ 8

DAF = Dotazník autonomních funkcí (viz Přílohy)

Poměr S: P = 6,75:7

pozn. čísla vyjadřující počty zatržených odpovědí ve sloupci A (sympatikus), ve sloupci B (parasimpatikus) a ve sloupci C (kombinace sympatiku a parasympatiku)

Tabulka 35. Vyhodnocení DAF při aplikaci 4 komorové galvanické lázně

číslo probanda	A (sympatikus)	B (parasimpatikus)	C (indiferentní)
1	5	*9	6
2	*8	5	7
3	5	*9	6
4	6	*8	6
5	*8	4	8
6	7	6	7
7	*8	7	5
8	5	7	8
9	*8	6	6
10	7	7	6
11	5	7	*8
12	*9	*8	3
13	7	6	7
14	*10	*8	2
15	*8	*8	4
16	7	5	7
17	6	4	*10
18	*8	7	5
19	*8	8	4
20	*8	6	6
\bar{X}	7,15	6,75	6,05
SD	1,42	1,48	1,88

Vysvětlivky:

\bar{X} = aritmetický průměr

SD = směrodatná odchylka

* = ≥ 8

DAF = Dotazník autonomních funkcí (viz Přílohy)

Poměr S: P = 7,15:6,75

pozn. čísla vyjadřující počty zatržených odpovědí ve sloupci A (sympatikus), ve sloupci B (parasimpatikus) a ve sloupci C (kombinace sympatiku a parasympatiku)

12 Přílohy

PŘÍLOHA 1: Obrázek 1 – Proband při měření pomocí diagnostického systému VarCor PF7 (leh)

PŘÍLOHA 2: Obrázek 2 – Proband při měření pomocí diagnostického systému VarCor PF7 (sed)

PŘÍLOHA 3: Obrázek 3 – Příklad pro měření 4 komorové galvanické lázně

PŘÍLOHA 4: Obrázek 4 – mikropočítačový diagnostický systém VarCor PF7

PŘÍLOHA 5: Zobrazení VSF prostřednictvím grafického znázornění

PŘÍLOHA 6: Zobrazení VSF formou sloupcového grafu

PŘÍLOHA 7: Vyjádření etické komise FTK UP Olomouc

PŘÍLOHA 8: Informovaný souhlas

PŘÍLOHA 9: Dotazník subjektivního stavu – na hodnocení procedury

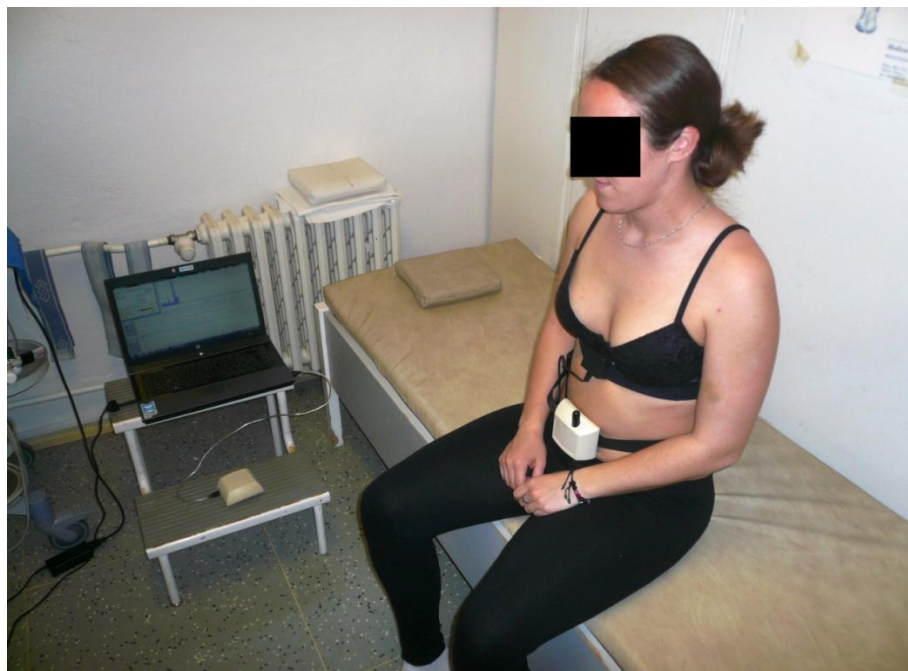
PŘÍLOHA 10: Dotazník na autonomní funkce

PŘÍLOHA 1



Obrázek 1. Proband při měření pomocí diagnostického systému VarCor PF7 (leh)

PŘÍLOHA 2



Obrázek 2. Proband při měření pomocí diagnostického systému VarCor PF7 (sed)

PŘÍLOHA 3



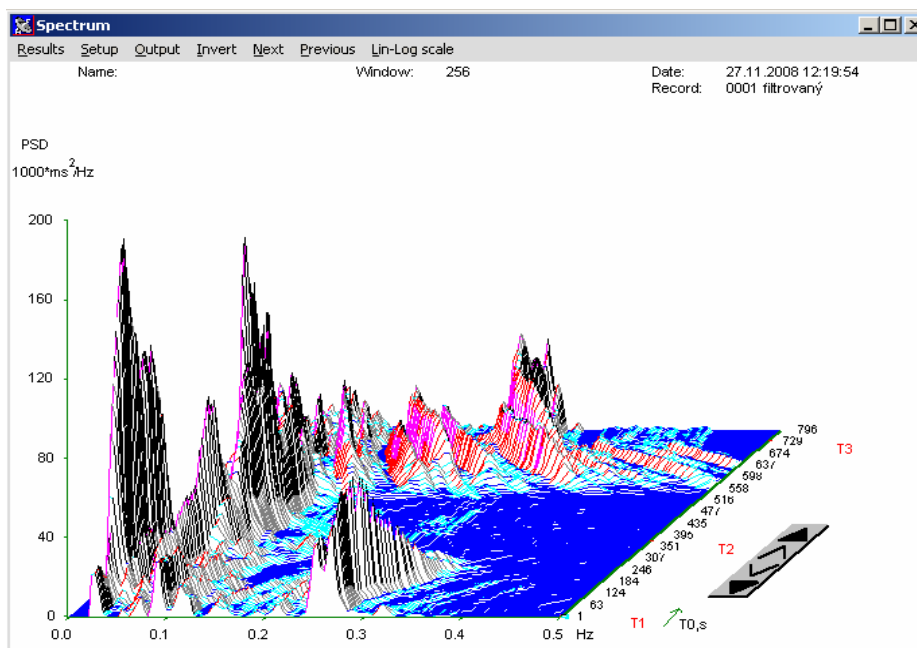
Obrázek 3. Příklad pro měření 4 komorové galvanické lázně

PŘÍLOHA 4



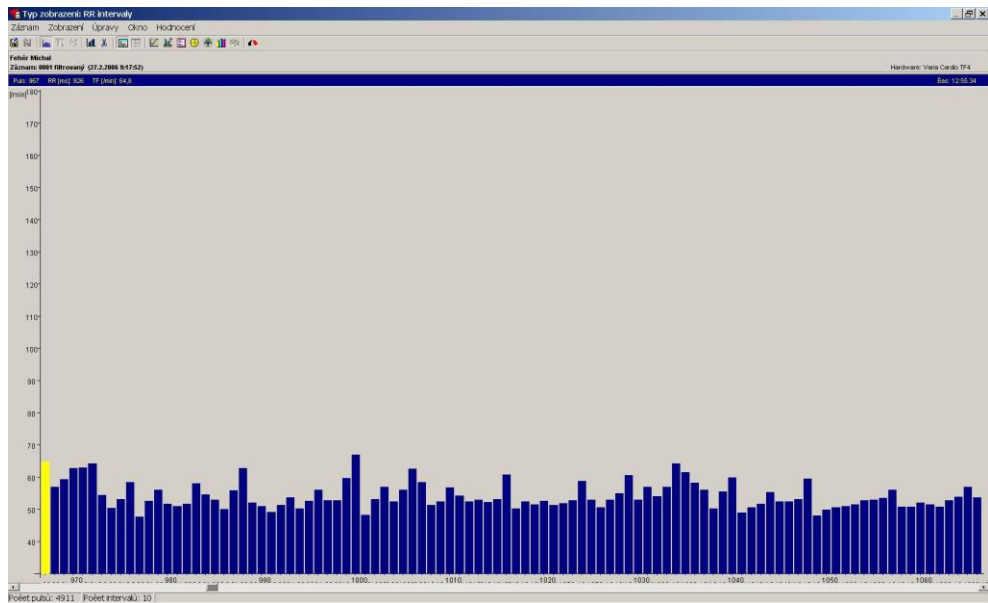
Obrázek 4. Mikropočítačový diagnostický systém VarCor PF 7 skládající se z hrudního pásu s elektrodami, vysíláče a přijímačekódovaného radiového signálu Retrieved 25. 4. 2016 from the World Wide Web: <http://dawhois.com/site/dimeagroup.com.html>

PŘÍLOHA 5



Obrázek 5. Zobrazení VSF prostřednictvím grafického znázornění

PŘÍLOHA 6



Obrázek 6. Zobrazení VSF formou sloupcového grafu



Fakulta tělesné kultury
Univerzity Palackého
tř. Míru 115
OLOMOUC

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 24. 2. 2015 byl projekt diplomové práce

autora **Bc. Miroslava Karáska**

s názvem

Vliv čtyřkomorové vzestupné galvanické lázně na vybrané ukazatele spektrální analýzy variability srdeční frekvence

schválen Etickou komisí FTK UP pod jednacím číslem: 9 / 2015

dne: 10. 3. 2015.

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

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.

razítko fakulty

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

Informovaný souhlas

Vliv čtyřkomorové vzestupné galvanické lázně na vybrané ukazatele spektrální analýzy variability srdeční frekvence

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. S mojí účastí ve studii není spojeno poskytnutí žádné odměny.
6. 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 fyzioterapeuta pověřeného touto studií:

Datum:

Datum:

PŘÍLOHA 9

DOTAZNÍK SUBJEKTIVNÍHO STAVU – NA HODNOCENÍ PROCEDURY

Uveďte pocity během 4 komorové galvanické lázně

.....

Rušilo Vás něco během procedury?	ANO	NE
----------------------------------	-----	----

.....

Bylo Vám během procedury zima?	ANO	NE
--------------------------------	-----	----

Pocíval jste během procedury nepříjemné teplo ?	ANO	NE
---	-----	----

Jaký je Váš subjektivní pocit po aplikaci 4 komorové galvanické lázně?

- A) příjemný uvolňující
- B) nepříjemný, dráždivý
- C) nevím, beze změn

PŘÍLOHA 10

DOTAZNÍK NA AUTONOMNÍ FUNKCE

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

Jméno a příjmení:		Datum vyšetření:		
Rodné číslo:				
Číslo		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	zpocenou	
5	Váhově	snadno hubnu	snadno přibírám	beze změn
6	Omdlévám	nikdy nebo velmi zřídka	opakovaně	
7	Mám sklon k	zácpě	průměm	pravidelná stolice
8	Ruce se mi při rozčilení	často třesou	netřesou	
9	Bušením srdce	občas trpím	nikdy netrpím	
10	Jsem spíše	bledý	červený	nevím
11	Vnitřně	mívám pocity napětí	bývám většinou klidný	
12	Po rozčilení	trpím nechutenstvím	mívám větší chuť k jídlu	
13	Usínám	s obtížemi	snadno	
14	Oči mi slzí	velmi zřídka	dost často	
15	Horko a vyšší teplotu	snáším špatně	snáším dobře	
16	Chlad	snáším dobře	snáším špatně	