

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
Fakulta tělesné kultury

Vliv aplikace hypertermního podnětu do oblasti C/Th přechodu na hodnoty krevního tlaku

Diplomová práce
(magisterská)

Autor: Bc. Gabriela Zadražilová, fyzioterapie
Vedoucí práce: Mgr. Josef Urban

OLOMOUC 2012

Jméno a příjmení autora: Bc. Gabriela Zadražilová

Název magisterské práce: Vliv aplikace hypertermního podnětu do oblasti C/Th přechodu na hodnoty krevního tlaku

Pracoviště: Katedra fyzioterapie

Vedoucí práce: Mgr. Josef Urban

Rok obhajoby: 2012

Abstrakt: Diplomová práce zkoumá vliv hypertermního podnětu do oblasti C/Th přechodu na hodnoty krevního tlaku a dále se zabývá jakou aktivitu vykazuje autonomní nervový systém právě během této aplikace. Do výzkumu bylo vybráno 30 dobrovolníků, a to 18 žen a 12 mužů ve věku 23,7 let. Každý proband se zúčastnil výzkumu 2x a to nejprve při aplikaci parafínové roušky na C/Th přechod a po uplynutí jednoho týdne byl na stejné místo aplikován lavatherm. Aplikace hypertermního podnětu trvala 15min a během obou měření byla dodržena teplota kontaktního média 56°C. Každému probandovi byl měřen krevní tlak auskultační metodou a dále byla zaznamenávána aktivita autonomního nervového systému pomocí spektrální analýzy variability srdeční frekvence. Zjistili jsme, že hypertermní podnět neovlivňuje enormně krevní tlak. Výsledky měření měly nejednotný charakter. Zaznamenali jak zvyšování tak i snižování systolického i diastolického krevního tlaku nezávisle na pohlaví či substanci, který teplo přenáší.

Klíčová slova: parafín, lavatherm, termoterapie, krevní tlak, autonomní nervový systém, spektrální analýza variability srdeční frekvence

Souhlasím s půjčováním magisterské práce v rámci knihovních služeb.

Author's first name and surname: Bc. Gabriela Zadražilová

Title of the master thesis: Effect of application hyperthermic initiative within the C / Th passage on blood pressure

Department: Chair of physiotherapy

Supervisor: Mgr. Josef Urban

The year of presentation: 2012

Abstract: This thesis examines the impact of hyperthermic initiative within the C / Th passage on blood pressure and also examines which activity shows the autonomic nervous system during this application. The survey selected 30 volunteers, 18 women and 12 men aged 23.7 years. Each proband participated research 2x, first in the application of paraffin masks on the C / Th transition and after one week was applied to the same place lavatherm. Application hyperthermic initiative lasted 15 minutes and during the two measurements was observed media contact temperature 56 ° C. Each probands was measured blood pressure by the auscultatory and the autonomic nervous system activity was recorded by spectral analysis of heart rate variability. We found that the hyperthermic stimulus does not affect blood pressure enormously. The measurement results were fragmented character. We recorded as an increase and decrease in systolic and diastolic blood pressure regardless of sex or substance that transmits heat.

Keywords: paraffin, lavatherm, thermotherapy, blood pressure, autonomic nervous system, spectral analysis of heart rate variability

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

Prohlašuji, že jsem magisterskou práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. Josefa Urbana, uvedla všechny literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 14.8.2012

.....

Děkuji Mgr. Josefu Urbanovi za odborné vedení magisterské práce, za ochotu, spolupráci a za cenné rady, a také RNDr. Aleši Jakubcovi, Ph.D. za pomoc a cenné rady při zpracování této práce.

1 ÚVOD	8
2 PŘEHLED POZNATKŮ	11
2.1 Termoterapie a hydroterapie	11
2.1.1 Termoregulace.....	11
2.1.2 Účinky pozitivní termoterapie.....	12
2.1.3 Aplikace pozitivní termoterapie	13
2.1.3.1 Parafín	14
2.1.3.2 Peloidy.....	14
2.1.3.3 Lavatherm.....	15
2.1.4 Tepelný podnět a kardiovaskulární systém	15
2.2 Autonomní nervový systém	16
2.2.1 Rozdělení autonomního nervového systému.....	17
2.2.2 Centrální část autonomního nervového systému.....	17
2.2.3 Periferní část autonomního nervového systému.....	17
2.2.3.1 Sympatikus	18
2.2.3.2 Parasympatikus.....	19
2.2.4 Autonomní regulace srdce.....	20
2.3 Krevní tlak.....	21
2.3.1 Mechanismus řízení krevního tlaku	22
2.3.1.1 Rychlé (krátkodobé) celkové regulační mechanismy	22
2.3.1.2 Pomalé (dlouhodobé) regulační mechanismy	23
2.4 Variabilita srdeční frekvence.....	24
2.4.1 Hodnocení variability srdeční frekvence.....	24
2.4.2 Spektrální analýza variability srdeční frekvence	25
2.4.3 Frekvenční spektrum	26
2.4.4 Parametry SA HRV	27
2.4.5 Faktory ovlivňující HRV	28
2.4.5.1 Vnitřní faktory.....	28
2.4.5.2 Vnější faktory	31
2.4.6 Využití SA HRV	32
3 CÍLE A HYPOTÉZY	34
4 METODIKA	35
4.1 Charakteristika souboru.....	35
4.2 Metodika sběru dat	37

4.2.1 Dotazník na autonomní funkce	37
4.2.2 Spektrální analýza variability srdeční frekvence	38
4.2.3 Parametry SA HRV	39
4.2.4 Běžně užívané ukazatele HRV	39
4.2.5 Komplexní věkově standardizované ukazatele HRV	41
4.2.6 Měření krevního tlaku	41
4.2.7 Přístrojové vybavení.....	42
4.3 Postup měření	44
5 VÝSLEDKY	45
5.1 Výsledky měření krevního tlaku	45
5.2 Výsledky SAHRV	55
5.2.1 Komplexní věkové ukazatele	55
5.2.2 Běžně sledované ukazatele HRV	56
6 DISKUSE	62
6.1 Hypertermního podnět na C/Th přechod a jeho vliv na krevní tlak.....	63
6.1.1 Hodnoty krevního tlaku zaznamenané během ortoklinostatických manévrů.....	63
6.1.2 Hodnoty krevního tlaku zaznamenané po aplikaci hypertermního podnětu	64
6.1.3 Závislost změn krevního tlaku	65
6.1.4 Věcná významnost změn krevního tlaku	65
6.1.5 Vliv tepelného podnětu na krevní tlak	66
6.2 Vyhodnocení SA HRV	67
6.2.1 Komplexní věkové ukazatele	67
6.2.2 Běžně sledované ukazatele HRV	67
7 ZÁVĚR.....	70
8 SOUHRN.....	71
9 SUMMARY.....	72
10 REFERENČNÍ SEZNAM	74
11 PŘÍLOHY	83

SEZNAM ZKRATEK

%HF, %LF, %VLF	relativní spektrální výkony komponent VLF, LF, HF
ANS	autonomní nervový systém
CGSA	coarse graining spectral analysis
CNS	centrální nervová soustava
CS	index celkového skóre
C/Th přechod	cervikothorakální přechod
DTK	diastolický krevní tlak
DAF	dotazník na autonomní funkce
ESH/ESC	European Society of Hypertension/European Society of Kardiology
FFT	rychlá Fourierova transformace
HF	high frequency (vysoká frekvence)
HRV	heart rate variability (variabilita srdeční frekvence)
ICHS	ischemická choroba srdeční
KT	krevní tlak
LF	low frequency (nízká frekvence)
LF/HF, VLF/HF, VLF/LF	poměry spektrálních výkonů jednotlivých komponent
L-S-L manévr	leh-stoj-leh
M	aritmetický průměr
n.	nervus
NF	nízkofrekvenční
Např.	například
PHF, PLF, PVLF	spektrální výkon komponenty HF, LF, VLF
PSD	power spectral density (výkonová spektrální hustota)
PT	celkovým spektrální výkon
rr.	rami
R-R	průměrná hodnota všech naměřených R-R intervalů v daném úseku
RSA	respirační sinusová arytmie
SA	spektrální analýza
SA HRV	spektrální analýza variability srdeční frekvence
SD	směrodatná odchylka
SF	srdeční frekvence
SVB	index sympatovagové rovnováhy

STK	systolický krevní tlak
TK	krevní tlak
Tzv.	takzvaný
UHF	ultra high frequency (ultra vysoká frekvence)
ULF	ultra low frequency (ultra nízká frekvence)
VA	index vagové aktivity
VLF	very low frequency (velmi nízká frekvence)
VSF	variabilita srdeční frekvence
WHO	World Health Organisation

1 ÚVOD

Termoterapie v dnešní době stále patří mezi volby terapie různých forem postižení tělesného aparátu či onemocnění. Léčebné účinky tepla jsou známy již od dob starého Řecka nebo Egypta, kdy byl např. využíván teplý písek, do kterého byl nemocný položen. Pozitivní termoterapie uvolňuje svalové spazmy a působí analgeticky, dále zvyšuje teplotu tkání, prokrvení, látkovou výměnu a elasticitu pojivové tkáně. Česká republika patří k zemím s bohatou lázeňskou tradicí, kde termoterapie a hydroterapie mají nezastupitelné místo.

Diplomová práce se rozebírá teorii, která je prezentována v některých českých literaturách. Tato teorie tvrdí, že aplikace hypertermního podnětu na cervikothorakální (C/Th) přechod, pomocí parafínu, vede k enormnímu zvýšení krevního tlaku, a proto je tato aplikace uváděna jako kontraindikace. A je tedy nevhodná hlavně pro osoby trpící kardiovaskulárním onemocněním. Tento poznatek byl porovnáván se zahraniční literaturou. Nalezena byla pouze jedna studie zabývající se zmiňovanou aplikací hypertermního podnětu, ta ovšem tuto teorii nepotvrzuje. V této diplomové práci jsme se rozhodli ověřit tento poznatek skrze měření krevního tlaku během aplikace parafínové roušky či lavathermu o stejné teplotě 56°C do C/Th přechodu a porovnávat tyto hodnoty s hodnotami krevního tlaku naměřenými v klidu za standardních podmínek.

Reakce organismu, a to reakce autonomního nervového systému, na hypertermní podnět byla zaznamenána skrze spektrální analýzu variability srdeční frekvence pomocí přístroje Var Cor PF7. Spektrální analýza variability srdeční frekvence moderní metoda, která sleduje změny srdeční frekvence a dovede kvantifikovat aktivitu autonomního nervového systému. Tuto metodu lze využít v mnohých medicínských oborech jako kardiologie, psychologie, diabetologie či sportovní medicína k detekci srdečních a neurologických onemocnění, diabetické neuropatie, rizika náhlé srdeční smrti či jako prevence přetížení nebo přetrénování organismu.

Snahou diplomové práce bylo zjistit zdali zmíněná aplikace má vliv na hodnoty krevního tlaku u mladých, zdravých, sportovně založených osob, žen i mužů, a také zdali aplikace tepla na C/Th přechod nějakým způsobem ovlivňuje aktivitu autonomního nervového systému.

2 PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 Termoterapie a hydroterapie

Termoterapie zahrnuje oblasti fyzikální terapie, která využívá jakékoli termické procedury k ovlivnění organismu (Poděbradský & Vařeka, 1998). Aplikace tepla se používá již od dob starověkého Egypta či Řecka. I dnes je tepelná terapie důležitá a účinná forma terapie. Povrchová termoterapie se používá ke zmírnění svalové či kloubní bolesti buď samostatně nebo jako doplněk jiné terapie a lze ji aplikovat různými metodami (Reis, 2004).

Termoterapii můžeme dle použité teploty rozdělit na pozitivní (působení teplými a horkými podněty) a negativní (působení chladnými a studenými podněty). Na hranici mezi těmito oblastmi jsou indiferentní procedury, které nejsou pociťovány ani jako teplé ani jako chladné. Teplo může být přenášeno přímým kontaktem skrze vodu, vzduch, peloidy a parafín nebo bezkontaktně (diatermie, ultrazvuk, infračervené záření). Dále se budeme zabývat pouze pozitivní termoterapií přímým kontaktem. Problematikou negativní termoterapie či bezkontaktní termoterapií se věnují publikace autorů Poděbradský a Vařeka (1998), Poděbradský a Poděbradská (2009), Jandová (2009) či Capko (1998) aj.

2.1.1 Termoregulace

Udržení relativně stálé tělesné teploty je nezbytnou funkcí organismu člověka. Optimální tělesná teplota je nutná pro činnost metabolismu a průběh enzymatických reakcí. Rovnováhu mezi příjmem, produkcí a výdejem tepla zajišťuje termoregulace (Jandová, 2009).

Regulačním centrem je hypothalamus, který vyhodnocuje signály z termoreceptorů. Hypothalamus tedy kontroluje produkci a výdej tepla organismem. Tělesné jádro (vnitřní orgány dutiny břišní, hrudní a lební) je homoiotermní a tedy jeho teplota se mění jen minimálně. Periferní části těla – tělesný obal (kůže, podkoží, akrální části končetin) jsou poikilotermní a částečně přizpůsobují svoji teplotu okolí, ovšem jsou pod kontrolou termoregulačních center (Gonzales-Alonso, 2012).

Klidová průměrná tělesná teplota je v ústech 36,6-37°C, v rektu o 0,6°C vyšší. Teplota orgánů je nastavena okolo 37°C, běžně je ale rozmezí teplot 35,5-40°C díky cirkadiálním rytům (v průběhu dne kolísá od 36 do 37,5°C), menstruačnímu cyklu, fyzickou zátěží, věkem, příjmem potravy, psychickým stavem (Ganong, 2005; Guyton & Hall, 2006). Během intenzivní tělesné námahy může tělesná teplota stoupnout až na 42 °C, kdy může dojít

k poškození buněk a funkce orgánů a centrální nervové soustavy (CNS) může být narušena (Lim, Byrne & Lee, 2008).

Teplo je vedlejším produktem metabolických procesů a důsledek svalové práce. V klidu je 56 % tepla produkována ve vnitřních orgánech. Na tvorbě tepla se podílí bazální metabolismus, termogenní efekt potravy, metabolismus aktivovaný sympatikem, tyroxinem a vyšší chemickou aktivitou, a termogeneze v hnědém tuku, tj. chemická netřesová termogeneze. Přibližně 18 % tepla vzniká v klidu ve svalech. Mozek a ostatní tkáně produkují zbytek tepla. Při intenzivní fyzické zátěži je tvorba tepla mnohonásobně vyšší, pracující svaly se na jeho produkci podílejí až 90%. Ve svalech vzniká 15 – 20× více tepla než při metabolismu v klidu (Havlíčková, 2004; Silbernagl & Despopoulos, 2004).

Termoizolační vlastnosti jednotlivých tkání kontrolují tepelné ztráty organismu. Z jádra na periferii je teplo vedeno především cévním systémem. Ztráty tepla je možno významně ovlivnit regulací průtoku krve podkožními žilními pleteněmi. Kůže, podkoží a tuk jsou vhodnými izolátory, mají tedy třetinovou schopnost vést teplo a chrání před ztrátami tepla. Protiproudový mechanismus, kdy teplá tepenné krev tekoucí z jádra na periferii předává teplo chladnější žilní krvi vracející se zpět, zabraňuje velkým úbytkům tepla. Běžné oblečení snižuje ztráty tepla až na polovinu, specifické oblečené až na jednu šestinu. Oproti tomu mokré oblečené umožňuje až 20x vyšší ztráty tepla (Guyton & Hall, 2006).

Ke ztrátám tepla dochází pomocí těchto procesů: radiace, vedení, proudění, evaporace (Thomas, 1994). Největší uplatnění má konvekce krevním proudem (Poděbradský & Vařeka, 1998).

2.1.2 Účinky pozitivní termoterapie

Nejvýznamnější účinek na organismus má termoterapie na změnách prokrvení. Při celkových pozitivních či negativních aplikacích termoterapie platí Daster-Moratovo pravidlo, kdy cévy vnitřních orgánů reagují opačně než cévy kůže. Celková aplikace pozitivní termoterapie vyvolá vasodilataci v kůži a ve splachnické oblasti a ve svalech vasokonstrikci (Jandová, 2009).

Při lokální aplikaci pozitivního podnětu na daný dermatom dochází ke zvýšenému prokrvení vnitřního orgánu v příslušném segmentu. Dochází k masivnímu podráždění termoreceptorů a zvýšení aferentního toku prostřednictvím C vláken do zadních rohů míšních příslušného segmentu. Kvůli zvýšeného aferenci dochází k aktivaci excitačních synapsí

interneuronů a tím i k facilitaci neuronů předních rohů míšních daného segmentu. V kapilární vrstvě koria dochází k přesunu tepla do kapilární krve a je odváděna centripetálně (Poděbradský & Poděbradská, 2009).

Během náhlé aplikace horkého podnětu nebo procedury dochází u zdravého organismu ke krátkodobé vazokonstrikci, která je rychle střídána rychlou vasodilatací. Jsou zasaženy především drobné artérie a vény. Tonus cévní steny je neustále udržován. Oproti tomu při pomalém nástupu teploty se okamžitě uplatní vasodilatace. Při delším působení tepla dojde k poklesu tonu cévní stěny a výrazné hyperémii (Poděbradský & Vařeka, 1998).

Teplo stimuluje termoreceptory v kůži i v hlubších tkáních (Chandler, Preece & Lister, 2002). Pozitivní termoterapie působí analgeticky a uvolňuje svalové spazmy. Zvyšuje teplotu tkání, prokrvení, látkovou výměnu a elasticitu pojivové tkáně (Takáčová, 2011). Teplo je do tkání přiváděno vedením, prouděním nebo konverzí. Zvýšení teploty tkáně je spojeno se zvýšením tkáňového metabolismu. Toto zvýšení metabolismu napomáhá hojení tím, že zvyšuje katabolické i anabolické reakce potřebné k degradaci a odstranění vedlejších metabolických produktů poškozené tkáně (Nadler, Weingand & Kruse, 2004).

Studie Davise, Kwana a Crawleyho (1998), kdy byla zobrazována aktivita mozku během aplikace tepelného podnětu uvádí, že během aplikace tepla pomocí obkladů na kůži se aktivuje oblast thalamu a inzuly. Tyto přímé účinky na mozek mohou zmírnit pocit bolesti.

Aplikace tepla přímo na kůži zvyšuje teplotu hlubokých tkání a průtok krve. Mulkern et al. (1999) zjistili, že aplikace hypertermního podnětu (horké obklady) o 40°C na oblast bederní páteře zvyšuje teplotu tkání o 5°C, 3,5°C a 2°C v hloubce 19 mm, 28 mm a 30 mm pod kůží. Dále bylo zjištěno, že aplikace tepla na kolenní kloub má za následek zvýšení krevního průtoku v popliteální arterii o 29 %, 94 % a 200 % po 35 minutách od aplikace při aplikovaném teplu 38°C, 40°C a 43°C (Reid, Foley, Prior, Weingand & Meyer, 1999).

2.1.3 Aplikace pozitivní termoterapie

Procedury termoterapie a hydroterapie lze rozdělit např. dle teploty: indiferentní, pozitivní (s konstantní teplotou a vzestupné), negativní (s konstantní teplotou a sestupné), střídavé. K aplikaci tepla je využito kontaktní médium (kapalné, plynné nebo pevné). V následující kapitole již dále nebude rozebírána problematika hydroterapie (malá a velká vodoléčba), viz publikace autorů Poděbradský a Vařeka (1998), Poděbradský a Poděbradská (2009), Jandová (2009) či Capko (1998).

2.1.3.1 Parafín

Parafín je jedna z forem pozitivní termoterapie. Aplikovat ho lze různými způsoby: nanášení štětcem, nastříkání pomocí pistole, ponoření končetiny přímo do parafínové lázně nebo přiložení roušky na tělo.

Teplotní tolerance pro medicínální parafín je 60°C a při tuhnutí (52-55°C) uvolňuje velké skupenské teplo. Medicínální parafín se používá s 5-10 % parafínového oleje, nedochází tím k vytrhávání chloupků po ukončení procedury. (Poděbradský & Vařeka, 1998). Parafín se přikládá na kůži v rozmezí 55-60°C. Je důležité, aby byla kůže v místě aplikace suchá, protože toleranční teplota pro vodu je 46°C a mohlo by dojít k opaření pacienta (Anonymous, 2012). Následně je ošetřovaná oblast přikryta igelitem a zabalena do froté.

Procedura trvá obvykle 15-20 minut, po uplynulé době následuje půlhodinová relaxace (McCarberg & O'Connor, 2004).

Poděbradský & Poděbradská (2009) uvádí, že mezi indikace patří akrální chronické HAZ provázející artrózy drobných kloubů ruky, Heberdenovy a Bouchardovy uzly, jako speciální kontraindikaci uvádí aplikaci na oblast páteře, kde v bederní páteři facilituje autochtonní svalstvo a na oblast C/Th přechodu, kdy se enormně zvyšuje krevní tlak. Kontraindikací je také zpocená nebo vlhká kůže v místě aplikace a všechny poruchy ve stádiu aktivní a pasivní hyperémie. Dále by neměl být používán u pacientů se sníženou citlivostí, u otevřených ran, u kožních vyrážek nebo u periferních cévních nemocí (Reid, 2002).

2.1.3.2 Peloidy

Peloidy jsou původem organogenní i minarogenní sedimenty, které se používají v lékařství. Peloidy lze rozdělit do dvou skupin na humolity a bahna. Humolity obsahují více než 30 % látek organických. Dále se dělí na rašeliny, slatiny a slatinné zeminy. Rašelina obsahuje více než 50 % spalitelných látek. Rašeliny se dále dělí na rašeliny ombotrofní, tzn. vzniklé za přítomnosti převážně srážkové vody, a rašeliny minerotrofní, tzv. slatinné rašeliny, které vznikly za přítomnosti mineralizované vody spodní. Vznikají hlavně z mechu rašeliníku (Benda, 2000).

Slatiny jsou minerotrofní humolity vznikající za přítomnosti podzemní nebo povrchové vody, převážně z rostlinných zbytků šachorovitých rostlin. Slatiné zeminy lze označit za

slatiny s převažující minerální složkou, ve kterých obsažená organická složka nedosahuje 50 % a pohybuje se většinou mezi 20 – 50 % hmotnosti vzorku.

Bahna jsou takové peloidy, které obsahují méně než 20 % organických látek (Špišák, Rušavý et al., 2010).

Peloidy mají horší tepelnou vodivost než voda, teplo odevzdávají pomaleji, mají tedy vyšší toleranční teplotu než voda, ale nižší tepelnou kapacitu na jednotku objemu. Tepelný odpor obalové vrstvy peloidu je vyšší než u vody, ale přesto činí asi pouze 1/3 odporu těla. Tedy její „vyrovnávací“ vliv na tepelný proud je minimální. Uplatní značný tepelný náraz při vstupu do koupele (Poděbradský & Vařeka, 1998).

2.1.3.3 Lavatherm

Lavatherm je opakovatelně použitelný gelový sáček, který jednoduchým způsobem dokáže využít léčebných možností tepla či chladu. Natriumacetát v tomto „termosáčku“ spustí po mechanickém podnětu z aktivátoru řetězovou reakci a vyvíjí se teplo 54°C. Po ochlazení stačí termosáček povařit ve vodě na 10 – 20 minut. Obsah krystaloidu zkapalní a zábal je připraven k novému použití. Dále se dá využít v lokální kryoterapii po předchozím zchlazení v chladničce (Jandová, 2009).

2.1.4 Tepelný podnět a kardiovaskulární systém

Taeymans, Clijsen, Clarys a Duquet (2003) uvádí, že aplikace lokálního tepla bývá uváděna jako kontraindikace pro osoby s kardiovaskulárním onemocněním, kdy se obecně předpokládá, že horké zábaly mají vliv na srdeční frekvenci a krevní tlak. Ve své studii aplikovali teplo osobám ve věku 25.8 ± 2.7 pomocí parafínovopeloidového zábalu o velikosti 2500 cm² a teplotě 42°C na záda. Během aplikace, která trvala 21 minut, byly měřeny následující hodnoty každé tři minuty: tělesná teplota, srdeční frekvence, krevní tlak, tepový objem a srdeční výdej. Tyto hodnoty měřeny také před a po aplikaci. V závěru bylo zjištěno, že hodnoty krevního tlaku zůstaly stabilní, hodnoty srdeční frekvence se mírně zvýšily. Ostatní měřené hodnoty zůstaly stabilní.

Studie Gardner, Hoch a LaFonte (2007) zkoumala vliv teploty na krevní tlak během namočení pravé horní končetiny probanda do vody o různých teplotách: 5°C, 42°C a 23°C. Tepová frekvence a krevní tlak byl měřen 3x na levé ruce, a to hned po namočení pravé končetiny do vody, dále po 1 a půl minutě po ponoření a po třech minutách od namočení.

Výsledky ukázaly, že hodnoty krevního tlaku byly vyšší během expozice ve studené vodě než ve vodě horké. Ve vodě horké došlo ke snížení krevního tlaku, ovšem po jeho iniciálním vzrůstu.

Různými autory byl zjišťován také vliv sauny na kardiovaskulární systém. Všechny fyziologické a hormonální vlivy sauny byly zjištěny jako přechodné (Hannuksela & Ellaham, 2001). Systolický krevní tlak je některými autory uváděn jako neměnný (Kukkonen-Harjula & Kauppinen, 2006; Leppäluoto, Tuominen, Väänänen, Karpakka & Vuori, 1989), další autoři uvádí, že klesá o 8-31 mmHg (Giannetti et al., 1999) Diastolický tlak je uváděn jako neměnný (Giannetti et al., 1999) či jako snížený o 6-39 mmHg (Kukkonen-Harjula & Kauppinen, 2006). Krevní tlak může ovšem rapidně klesnout po saunování a může vyústit až v synkopu. Sauna má ovšem i vliv terapeutický, kdy pravidelné návštěvy sauny mohou snížit krevní tlak u pacientů s hypertenzí (Hannuksela & Ellaham, 2001). Sauna je však kontraindikována pro pacienty s nestabilní anginou pectoris, s nedávným infarktem myokardu či těžkou aortální stenózou (Luurila, 1992).

2.2 Autonomní nervový systém

Autonomní (vegetativní) nervový systém (ANS) je v organismu široce zastoupený a účastní se prakticky všech důležitých fyziologických procesů. Ovlivňuje jednotlivé orgány (funkce regulační) a koordinuje činnost jednotlivých orgánů navzájem (funkce integrační). Regulační a integrační funkce ANS zajišťují stabilitu organismu jako celku (Gang & Malik, 2003; Souček, Kára, Fráňa, Řiháček & Orban, 2001).

Autonomní nervový systém je nezávislý na vědomých funkcích centrální nervové soustavy, proto je tedy označován jako autonomní. Do jisté míry je také modulován limbickým systémem a mozkovou kůrou. Cvičením, otužováním, klimatoterapií, balneologií, jógou aj. lze ANS vědomě ovlivňovat a trénovat (Pietilä et al., 2002). ANS řídí činnost srdce, žláz, krevních cév a hladké svaloviny v celém těle, udržuje homeostázu a rovnováhu vnitřního prostředí, a to prostřednictvím neurovegetativních, fyzikálních, chemických a hormonálních funkcí regulační mechanismů (Irmiš, 2007; Jandová, 2009).

Nervová soustava je vedoucí složkou a efektory jsou srdeční a hladká svalovina, žlázy a cévy. ANS reaguje na podněty z vnějšího i vnitřního prostředí, zprostředkovává funkci lymfatického, imunitního a humorálního systému, také funkci žláz (Jandová, 2009; McCorry, 2007).

2.2.1 Rozdělení autonomního nervového systému

Autonomní nervový systém se obsahuje neurony centrálního i periferního nervového systému. Dělí se na aferentní a eferentní část. Eferentní část má složku sympatickou, parasympatickou a enterickou. Eferentní úsek autonomního nervového systému je dvouneuronový. První (pregangliové) neurony jsou uloženy v mozковém kmeni nebo míše a spojují se s axony druhých (postgangliových) neuronů, které jsou uloženy v autonomních gangliích nebo ve stěně orgánu. Postgangliová vlákna inervují buňky efektorů (Ambler, 2006).

2.2.2 Centrální část autonomního nervového systému

Do centrální části zahrnujeme mozkovou kůru, mezimozek, struktury limbického systému, hypotalamu a vegetativní centra prodloužené míchy.

Hypothalamus je nejvyšším centrem ve vztahu k řízení a pro jeho komunikaci s periferií je důležitá retikulární formace (Kolář, 2009). Hypothalamus je podkorové regulační a modulační centrum. Je primárním orgánem pro udržování homeostázy. Účastní se na termoregulaci, látkové výměně, vodním hospodářství, chování, biorytmech, dýchání, cévní inervaci. Je také významný pro svou neuroendokrinní funkci, řídí tvorbu a sekreci hormonů adenohipofýzy (releasing hormony) i neurohipofýzy (vasopresin, oxytocin) (Ambler, 2006).

Mozkový kmen je významný pro řízení kardiovaskulárního systému. Udržuje konstantní perfúzi krve tím způsobem, že zasahuje do činnosti srdce a průsvitu cév. Dále zodpovídá za automatické řízení dechu (Myslivoček, 2003).

Irmiš (2007) uvádí, že zařazení míchy do ústředí ANS je problematické. Ačkoli z ní vystupují všechny eferentní dráhy a sakrální část parasympatických drah, není jasné, zda se jedná o řídicí část, která koordinuje ANS nebo pouze reflexní periferní ústředí.

2.2.3 Periferní část autonomního nervového systému

Periferní část ANS má své ústředí ve středním úseku šedé hmoty míšni a v mozковém kmeni. Nacházejí se zde první neurony visceromotorické dráhy – pregangliové neurony (Irmiš, 2007).

Do periferní části náleží ascendentní a descendentní dráhy. Eferentní (odstředivé) dráhy inervují vnitřní orgány a cévy. Tyto dráhy jsou dvouneuronové, kdy pregangliový neuron má tělo v CNS a axon končí v gangliu. Ke kontaktu dvou synapsí dvou neuronů dochází v autonomních gangliích tvořených těly postgangliových neuronů. Postgangliové neurony jsou nemyelizovaná vlákna (typ C) vstupující do cílových orgánů a vytváří terminální pleteně (Trojan et al., 2003).

Aferentní (odstředivé) dráhy jsou tvořeny speciálními autonomními dostředivými vlákny (viscerální aferentace), které přivádějí informace od vnitřních orgánů do centrálního CNS (jedná se o nemyelizovaná vlákna typu C). Do míchy vstupují zadními kořeny spolu se somatickými nervy. Neuronová těla se vyskytují ve spinálních gangliích nebo v ganglion superius et inferius n. IX. et X. (Králíček, 2004).

Periferní autonomní systém se obvykle rozděluje do dvou skupin (sympatikus a parasympatikus), jejichž aktivita je ve spoustě ohledech antagonistická, ale celkově působí ve vzájemné koordinaci tak, aby byla udržena homeostáza (Hooschmand & Phillips, 2011).

Obě složky ANS jsou napojeny na enterický systém v trávicím ústrojí. Enterický systém je složen z nervových pletení a malých ganglií ve stěně orgánů trubice, a to od kardie žaludku k hornímu okraji vnitřního svěrače anu. Tento systém umožňuje posouvání obsahu díky koordinovaným pohybům, regulaci sekrece enzymů, kyselin a některých gastrointestinálních hormonů. Nervové pleteně jsou uloženy hlavně v plexus myentericus, méně již v plexus submuconsus. Mediátorem enterického systému je acetylcholin (Čihák & Grim, 2004).

2.2.3.1 Sympatikus

Sympatikus je zodpovědný za okamžité reakce organismu na jakékoli blížící se nebezpečí (mobilizuje energetické zásoby a inhibuje proces trávení). Hlavními mediátory postgangliových neuronů jsou adrenalin a noradrenalin (Souček & Kára, 2004).

Těla sympatických pregangliových neuronů se nachází v postranních rozích šedé hmoty míšní v zónách hrudních a bederních segmentů. Sympatikus je označován jako thorakolumbální díky axonům opouštějícím míchu v příslušných segmentech. Vegetativní ganglia jsou dobře uspořádaná a vytváří dva paravertebrální řetězce podél páteře. V prevertebrálně uložených gangliích jsou interpolovány vzruchy pro pánevní a břišní orgány. Axony pregangliových neuronů jsou tedy mnohem kratší než axony postgangliových neuronů (Martinková, Mičuda & Cermanová, 2001).

Hlavu a krk zásobují postgangliové nervy, které vychází z ganglion stellatum ležící v kraniálním prodloužení sympatického gangliového řetězce a kromě toho ze středního a horního sympatického ganglia.

Hlavní účinky sympatiku:

- zvyšuje frekvenci srdce a převod vzruchů na komory
- zužuje cévy ve větší části velkého oběhu (vazokonstrikční vlákna)
- rozšiřuje artérie v kosterním svalstvu (vazodilatační vlákna)
- rozšiřuje bronchy (bronchodilatace)
- rozšiřuje zornice a mění kontrakci čočky
- zvyšuje sekreci potu
- způsobuje kontrakci pilomotorických hladkých svalů
- tlumí motilitu žaludku, tenkého střeva a zvyšuje tonus svěračů
- způsobuje kontrakci hladkého svalstva vasa deferentia a semenných váčků (Ganong, 2005; Martinková, Mičuda & Cermanová, 2001).

2.2.3.2 Parasympatikus

Parasympatikus zajišťuje činnost organismu v klidu a bezpečí. Pre- i postgangliové synapsa parasympatiku jsou cholinergní a mediátorem parasympatiku je tedy acetylcholin (Souček & Kára, 2004).

Parasympatická pregangliová vlákna jsou součástí hlavových nervů (n. III, VII, IX a X) a také vychází z předních rohů míšních v oblasti sakrálních segmentů (S2-S4) – tento systém je tedy označován jako kranio-sakrální. Vegetativní ganglia parasympatiku se vyskytují hlavně ve stěně ejektorových orgánů, axony postgangliových neuronů jsou tedy kratší než pregangliová vlákna. Ganglia parasympatiku nejsou přesně organizována (až na výjimky – ggl. ciliare, submandibulare, pelvická ganglia) a spoje mezi post- a preganglionárními neurony jsou ve stěně ejektorových orgánů rozptýlené (Čihák, 2000; Martinková, Mičuda & Cermanová, 2001).

Hlavní účinky parasympatiku:

- způsobuje bronchokonstrikci průdušek

- zpomaluje srdeční frekvenci (SF) a zpomaluje rychlost vedení vzruchu
- zvýšení sekrece trávicích šťáv žaludku a slinivky
- zvyšuje motilitu trávicího systému
- vyvolává relaxi sfinkterů
- ovlivňuje sexuální funkce, vyprazdňování močového měchýře a podílí se na defekaci
- způsobuje zúžení zornice a ovlivňuje akomodaci oka
- zvyšuje sekreci slzných, podčelistních a podjazykových žláz (Ganong, 2005; Martinková, Mičuda & Cermanová, 2001).

2.2.4 Autonomní regulace srdce

Činnost srdce ovlivňují především eferentní nervová vlákna ANS – sympatikus, parasympatikus a také je ovlivněna periferními vstupy z receptorů. Nervi cardiaci, tzn. sympatická vlákna, přichází z kmene sympatiku. Nn. cardiaci inervují oblast síní i komor a způsobí rozšíření koronárních tepen, zvýšení stažlivosti myokardu – tzv. inotropní efekt a zvýšení tepové frekvence - tzv. pozitivní chronotropní efekt. Hlavním mediátorem sympatiku je noradrenalin a vliv sympatiku na srdeční činnost je řízena z prodloužené míchy.

Acetylcholin, který je mediátorem parasympatiku, je vylučován prostřednictvím n. vagus (rami cardiaci). Rr. cardiaci inervují v myokardu sinoatriální a atrioventrikulární uzel a tím přímo ovlivňují srdeční automacii. Aktivita parasympatiku způsobí snížení tepové frekvence a také prodloužení převodu vzruchu v atrioventrikulárním uzlu, tzv. dromotropní efekt (Jiráček et al., 2005; Opavský, 2002).

Při zvýšené stimulaci autonomních nervových center v oblasti hypothalamu (stres, tělesná inaktivita, neúměrný přísun kalorií), dochází k poruše rovnováhy mezi tonem sympatiku a parasympatiku, kdy se zvyšuje aktivita sympatiku. Následkem chronické převahy sympatiku je riziko vzniku kardiovaskulárních chorob (Souček, Nevrlík, Říháček, Fráňa & Plachý, 2007).

2.3 Krevní tlak

Tlak krve (KT) je významná veličina, která odráží stav homeostázy organismu. Je to parametr ovlivňovaný podněty ze zevního i vnitřního prostředí, má kolísavý charakter a závisí na stavu bdělosti i na fyzické či psychické zátěži (Němcová, 2008).

Tato veličina udává sílu krevního sloupce, která působí na stěnu cév. Krevní tlak je dán srdečním výdejem a periferním odporem, který je ovlivněn poloměrem cévy. Krev je vypuzována srdcem přerušovaně do plicního a systémového oběhu. V aortě a ve velkých tepnách je tlak přibližně stejný, v periferních cévách se snižuje a významně klesá v arteriolách a vlásečnicích na úroveň perfúzního tlaku dle potřeb jednotlivých orgánů. Systola (stah) a diastola (relaxace) srdečního svalu vyvolají ve velkých tepnách charakteristické pulzové kolísání tlaku, který je označován jako pulzový tlak (Ezatti, Lopez, Rodgers & Murray, 2004; Fölschl, Kochsiek & Schmidt, 2003).

ESH/ESC (European Society of Hypertension/European Society of Kardiology) udává, že normální krevní tlak je klasifikován hodnotami $< 129/ < 84$ mm Hg, vysoký normální krevní tlak je klasifikován rozmezím 130-139/85-89 mm Hg a hypertenze je udána hodnotami $> 140/ > 90$ mmHg, která se dále dělí do tří stupňů dle závažnosti (Piskáčková & Forejt, 2011).

Kategorie	Systolický KT		Diastolický KT
Optimální	<120	A	<80
Normální	120 -129	a/nebo	80 - 84
Vysoký normální	130 – 139	a/nebo	85 - 89
Hypertenze 1. stupně	140 – 159	a/nebo	90 - 99
Hypertenze 2. stupně	160 – 179	a/nebo	100 - 109
Hypertenze 3. stupně	≥ 180	a/nebo	≥ 110
Isolovaná systolická hypertenze	≥ 140	A	< 90

Tabulka 1. Klasifikace jednotlivých kategorií krevního tlaku (mm Hg) (Mancia et al., 2007).

Krevní tlak je kontinuální veličina, která má cirkadiánní rytmus. Je zřejmé, že hodnoty KT bývají nejnižší mezi 1.00 – 4.00 hodinou ranní, okolo 6.00 – 8.00 hodiny ranní po probuzení dochází k náhlému vzestupu KT. Během odpoledne a v podvečer zůstávají hodnoty KT přibližně na stejné úrovni. Pokles nastává od 23.00 – 24.00 hodiny noční (Zaret, Moser & Cohen, 1992).

Hodnoty KT se také mění v závislosti na věku. Nejnižší je u novorozenců (systolický TK přibližně 70 mm Hg), dále do puberty pozvolna stoupá. Též ve stáří je patrný pokračující vzestup, který je dán zmenšením pružnosti cév a bývá úměrný velikosti těchto změn (Špinar, Vítovec et al., 2007).

Nejvýraznější změny krevního tlaku pozorujeme během fyzické zátěže. V závislosti na její intenzitě stoupá systolický tlak i přes 200 mm Hg a diastolický na 100-120 mm Hg. Pro zdravého člověka je toto zvýšení zpravidla krátkodobé a po skončení zátěže KT velmi rychle klesá k normě (Placheta et al., 2001).

Emoce a psychický stres zvyšují krevní tlak zvětšením cévního odporu při větší vazokonstrikci v několika minutách (Gasperin, Netuveli, Dias da Costa & Pattusi, 2009).

2.3.1 Mechanismus řízení krevního tlaku

Krevní tlak má kolísavý charakter díky krátkodobým, střednědobým a i dlouhodobým působícím mechanismům v důsledku změn vnitřního i vnějšího prostředí. Při narušení těchto základních mechanismů dochází ke změnám v hemodynamických biorytmech (Navar & Hamm, 1999; Řiháček, Souček & Fráňa, 2006).

Faktory určující hodnotu arteriálního tlaku krve lze rozdělit do dvou skupin – faktory fyzikální a fyziologické. Do fyzikálních faktorů lze zařadit objem krve v tepenném systému a poddajnost tepen, do faktorů fyziologických je zařazen periferní odpor a čerpací výkon srdce. Jednotlivé faktory ale nelze chápat odděleně. Srdeční soustava musí zásobit všechny orgány a tkáně, a to za neustále přiměřeného tlaku krve (fyziologické faktory), neustálé náplně oběhové soustavy (fyzikální faktory) a distribuce krve. (Kittnar et al., 2011; Souček et al., 2002).

2.3.1.1 Rychlé (krátkodobé) celkové regulační mechanismy

Převažujícími rychlými regulačními mechanismy jsou mechanismy nervové. Jejich hlavním úkolem je udržení stálého krevního tlaku. Jsou typické pro orgány diferencované pro

určitou funkci, např. termoregulaci (kůže). Tyto mechanismy jsou zprostředkovány především sympatikem.

Dalšími nervovými mechanismy, které prostřednictvím sympatiku řídí hodnotu arteriálního tlaku krve jsou cévní reflexy. Receptory neustále zaznamenávají aktuální stav oběhu a aferentními drahami informují vasomotorická centra v prodloužené míše. Tyto centra dávají pokyny eferentními drahami do srdce a hladkých svalů cév. Nejprostudovanější a nejznámější jsou baroreceptorové reflexy. Baroreceptory monitorující krevní tlak jsou uloženy ve velkých tepnách, a to hlavně v oblouku aorty a v karotickém sinu (vysokotlaké baroreceptory) a v oblasti pravé síně a plicnice (nizkotlaké baroreceptory). Jedná se o mechanoreceptory reagující na napětí a deformaci cévních a srdečních stěn, která je způsobena změnami krevního tlaku. Oba typy baroreceptorů společně účinkují a ovlivňují krátkodobou regulaci krevního tlaku, zvláště v souvislosti se změnou polohy těla. Během vzestupu krevního tlaku se aktivují vysokotlaké baroreceptory s následným posklem aktivace sympatiku a zvýšením aktivity parasympatiku, a to má za následek pokles periferní cévní rezistence a srdeční frekvence. Při poklesu krevního tlaku nastává opačná situace. Změnu v centrálním objemu krve zaznamenávají nizkotlaké baroreceptory. Reflexní cestou IX. a X. hlavového nervu aktivují sympatický adrenergní systém a zvyšují systémový krevní tlak (Kittnar, 2011; Souček et al., 2002).

Mezi rychlými a pomalými regulačními mechanismy stojí renin-angiotenzinový komplex zapojující do řízení krevního tlaku také ledviny.

2.3.1.2 Pomalé (dlouhodobé) regulační mechanismy

Dlouhodobé regulační mechanismy působí na krevní oběh prostřednictvím řízení celkového objemu krve. Ovlivňují hlavně plicní tlak a tím i žilní návrat a čerpací funkci srdce.

První dlouhodobý regulační mechanismus je mechanický účinek množství tekutiny vyloučené ledvinami. Vzestup KT vede ke zvýšení filtračního tlaku v ledvinových glomerulech a tím i ke zvýšení objemu moči. Následkem je snížení objemu extracelulární tekutiny a tedy celkového snížení objemu krve. Pomocí Starlingova zákona snížený žilní návrat krve do srdce způsobí snížení minutového srdečního výdeje, což se projeví návratem KT na původní hodnotu.

Další mechanismus je zprostředkován pomocí antidiuretického hormonu, který hlavně zvyšuje zpětnou resorpci vody v distálním a sběrném tubulu ledvin. Nárůst celkového objemu

krve vyvolá zvýšení žilní návrat, a tím i zvýšenou aktivitu síňových receptorů, které vede k poklesu uvolňování antidiuretického hormonu. Ledviny zapříčiňují zvýšené vylučování, kdy se následně sníží objem krve (Kittnar, 2011).

2.4 Variabilita srdeční frekvence

Kolísání srdeční frekvence je fyziologický děj. Je zde závislost ve změnách tonizace srdce sympatikem a parasympatikem. Variabilita srdeční frekvence (VSF) odráží celkovou regulaci srdeční aktivity převážně přes ANS. Nerovnováha mezi sympatickým a parasympatickým řízením srdce vede k zásadnímu snížení variability srdeční frekvence, a to může signalizovat poruchy regulace. (Placheta *akol.*, 2001 Javorka, 2008).

Kantor (2003) uvádí, že rozbor VSF nejpřesnější metodou ke zjištění stavu ANS. Různě dlouhé intervaly R-R lze sledovat již na běžném elektrokardiogramu. Lze tedy říci, že tyto intervaly jsou variabilní. Vzdálenost R-R intervalů je závislá na mnoha faktorech, a to např. na respirační sinusové arytmii, na změnách krevního tlaku, na změnách v aktivitě ANS, na endokrinních vlivech, na spánku či bdění nebo na mentální aktivitě. Intervaly R-R jsou význačné oscilacemi o různých frekvencích a velikostech. Během jejich analýzy lze získat informace o autonomním řízení srdce. Řízení srdce sympatikem a parasympatikem je organizováno recipročně tak, že nárůst sympatické aktivity je sledován poklesem aktivity parasympatiku. Aktivita parasympatiku ale může být nezávislá aktivací sympatiku. Oba tyto systémy periferního autonomního systému se současně navzájem mohou aktivovat nebo inhibovat (Bilchick & Berger, 2006).

2.4.1 Hodnocení variability srdeční frekvence

Variabilitu srdeční frekvence (HRV) lze hodnotit pomocí metod, které lze rozdělit do dvou kategorií. Do první skupiny náleží metoda časové analýzy a druhou možností je spektrální analýza variability srdeční frekvence (SA HRV).

Časová analýza zaznamenává odchylky R-R intervalů srdečního komplexu QRS. V záznamu EKG se označují jednotlivé komplexy QRS a tzv. normální intervaly R-R, do nichž náleží všechny intervaly R-R mezi komplexy QRS následující po vlnách P neboli intervaly NN. Hodnotí se standardní odchylka určitého počtu R-R intervalů a směrodatná odchylka, tzn. průměr druhých mocnin rozdílů R-R z 5ti minutových úseků dlouhodobého záznamu (Fráňa, Souček, Řiháček, Bartošíková & Fráňová, 2005).

Metoda spektrální analýzy variability srdeční frekvence bude podrobněji popsána v následujících kapitolách.

K vyšetření a posouzení funkce ANS lze využít následujících testů a zkoušek jako např. 24 hodinové monitorování krevního tlaku, vyšetření kvality spánku, vyšetření baroreflexní senzitivity, mikroneurografie a další. Dále lze využít laboratorních testů, např. stanovení katecholaminů v plazmě a v moči, stanovení degradačních produktů katecholaminů, stanovení adrenomedulinu a noradrenalin spillover (Souček, Nevrlík, Řiháček, Fráňa & Plachý, 2006).

Dále lze HRV hodnotit pomocí reflexních zkoušek (tzv. kardiovaskulární testy), kdy hlavním ukazatelem jsou změny SF nebo systémový TK. Mezi tyto zkoušky náleží např. Valsalvův manévr, zkouška izometrické kontrakce ruky (tzv. handgrip test), Ewingova kardiovaskulární testová baterie, diving test a hlavně aktivní vertikalizace, tzv. ortostatická zkouška resp. ortoklinostatický manévr (leh – stoj – leh). aj. (Khurana & Setty, 1996; Montesano et al., 2010). Studie Vlčkové, Bednaříka, Buršové, Šajgalíkové a Mlčákové (2010) však uvádí, že tyto kardiovaskulární testy jsou zatíženy nízkou validitou a reprodukovatelností a neumožňují detailně rozlišit vliv sympatické a parasympatické složky ANS.

2.4.2 Spektrální analýza variability srdeční frekvence

SA HRV je přesnější a objektivnější neinvazivní metoda, než např. Ewingova baterie, podávající informaci o regulačních pochodech srdeční aktivity, na nichž se významně podílejí vlivy ANS (parasympatikus a sympatikus). SAHRV analyzuje mechanismy ANS pomocí měření délky intervalu R-R. Poměrně přesně jsou definovány projevy činnosti těchto subsystémů na frekvenční ose spektra. Tato poloha také s amplitudou frekvenčního spektra HRV umožňuje charakterizovat amplitudovou úroveň složek zahrnujících projevy funkce sympatiku či vagu a také jejich měnící se poměr v závislosti na věku, stavu organismu eventuálně jeho zatížení či na zdravotním stavu jedince (Salinger, Vychodil, Opavský, Stejskal, Novotný, Janura & Kolisko, P., 1997; Stejskal, 2008).

Metody spektrální lze rozdělit do dvou skupin na parametrické a neparametrické. Obě tyto metody přináší poměrně srovnatelné výsledky (Stejskal & Salinger, 1996). Nepravidelný průběh HRV je rozdělen na pravidelné cykly, představující jevy ovlivňující průběh srdeční frekvence. Nejčastěji je k tomu využívána tzv. Fourierova transformace (short – time Fourier transform – STFT), selective discrete Fourier transform algorithm (SDA), Wigner-Ville

distribution. Tyto metody jsou zařazeny do metod neparametrických. Do metod parametrických je zařazen autoregresivní model (Fráša, Souček, Řiháček, Bartošíková a Frášová, 2005).

Pro vyhodnocení HRV mohou být pouze stahy sinusového původu. Eliminace ventrikulárních i supraventrikulárních extrasystol a všechen artefaktů je nutná. Čím více záznamových artefaktů nebo ektopických stahů se vyskytuje, tím se stává analýza nespolehlivější. Periodicitu sinusového rytmu ovlivňuje každý neperiodický podnět s daleko větším dosahem, než jen na následující podnět. Pro větší eliminaci ektopických stahů navíc dochází ke ztrátě potřebné kontinuity záznamu (Stejskal & Salinger, 1996).

2.4.3 Frekvenční spektrum

Ukazatele kardiovaskulárních funkcí oscilují v rytmech, které mají z fyziologického hlediska odlišný význam. Frekvence, na kterých ke zmíněné oscilaci dochází, lze pomocí spektrální analýzy vzájemně odlišit a rozdělit do několika (obvykle tří nebo čtyř) pásem (Mamiy, 2006). Mezi tři základní spektrální komponenta náleží VLF (very low frequency), LF (low frequency) a HF (high frequency) (Mendonca, Fernhall, Heffernan & Pereira, 2009). Dále byla vysledována ze 24h studií komponenta ULF (ultra low frequency) (Opavský, 2002).

Nejvýznamnější je pásmo nízkofrekvenční (low frequency – LF) v rozsahu 0,04 – 0,15 Hz, které interpretuje současně aktivitu vagu i sympatiku, kdy míra jejich zastoupení závisí na vyšetřované pozici – jako poloha těla. Opavský (2002) udává, že v lehu převládá aktivita vagu a po vertikalizaci se na hodnotách parametrů složky LF výrazně zvyšuje podíl sympatiku. Komponenta LF je ovlivňována periodickými změnami periferní cévní rezistence a baroreflexními mechanismy. Vlivy baroreflexních mechanismů se v LF pásmu projevují okolo frekvence 0,1 Hz (Camm et al., 1996).

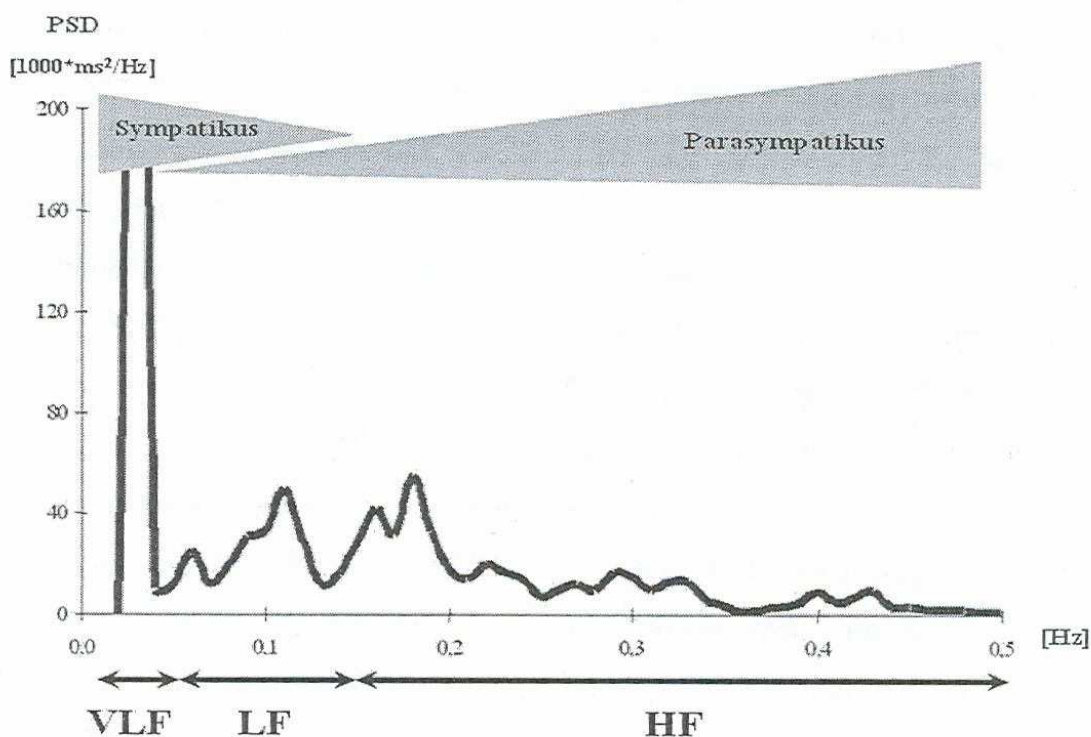
Následuje pásmo vysokofrekvenční (high frequency – HF) v rozsahu 0,15 – 0,40 Hz, odrážející zejména aktivitu vagu, která je spojena s fyziologickou respirační arytmií, proto také nese název „respirační vlna“. Je to z důvodu, že frekvence oscilací 0,25 – 0,3 Hz odpovídá dechové frekvenci. (Hartikainen, Tahvanainen & Kuusela, 1998). Narůstající dechový objem zvyšuje velikost komponenty HF. Na druhou stranu zvyšující se frekvence dýchání posouvá komponentu HF doprava a redukuje ji. Výkonové spektrum je tedy přímo ovlivňováno frekvencí dýchání a dechovým objemem. Pokud dochází ke zpomalení dechové frekvence pod 6 dechů za minutu, začíná komponenta HF prolínat s komponentou LF. Je tedy důležité, aby se dechová frekvence pohybovala kolem 12-16 dechů za minut (Opavský, 2002).

Fyziologický podklad zbylých dvou frekvenčních pásem nebyl dosud přesně objasněn. Patří zde pásmo ultranízkofrekvenční (ultra low frequency – ULF) v rozsahu do 0,0033 Hz a pásmo velmi nízkofrekvenční (very low frequency – VLF) v rozsahu 0,0033 – 0,04 Hz. Tyto dvě pásma vyžadují pořízení delšího záznamu R-R intervalů. Uplatňují se zde vlivy termoregulační, aktivita systému renin-angiotensin, další humorální faktory aj. (Hartikainen et al., 1998). Dle Mamii (2002) VLF úzce souvisí se změnami, které se vyskytují v pásmech LF a VF po dobu od 15-150 s .

2.4.4 Parametry SA HRV

V rámci vyšetření SA HRV se dále hodnotí intenzita oscilace srdeční frekvence na jednotlivých frekvencích, tj. výkonová spektrální hustota – power spectral density. Spektrální výkon znamená součet výkonových spektrálních hustot na všech frekvencích určitého pásma. Spektrální výkon si lze představit jako plochu pod křivkou určenou výkonovými spektrálními hustotami v daném spektrálním pásmu.

Nejčastějšími hodnocenými komponentami bývají spektrální výkon nízkofrekvenčního pásma (low frequency power, LF power), spektrální výkon vysokofrekvenčního pásma (high frequency power, HF power), spektrální výkon velmi nízkofrekvenčního pásma (very low frequency power, VLF power) a součet (celkový spektrální výkon, total power – TP) (Botek, Stejskal, Šafář & Smékal, 2011). Hodnoty jsou vyjádřeny většinou v ms^2 . Větší výpovědní hodnotu mají ovšem hodnoty relativní udávané v procentech celkového spektrálního výkonu (%HF, %LF, %VLF) a poměr těchto výkonů (LF/HF ratio) (Salinger et al., 2004).



Obrázek 1. Spektrální obraz HRV krátkodobého záznamu SAHRV

2.4.5 Faktory ovlivňující HRV

Variabilita srdeční frekvence je ovlivňována řadou faktorů, jak endogenních tak i exogenních. Je tedy velice důležité brát v úvahu tyto faktory během vyšetření, hodnocení i interpretaci výsledků.

Kvantita a kvalita spánku, strava, alkohol, kouření, fyzická či psychická aktivita, denní doba, medikace, teplota patří mezi vlivy vnější. Za vlivy vnitřní jsou považovány věk, pohlaví, zdraví a poloha těla.

Dále mezi faktory ovlivňující HRV patří respirační sinusová arytmie, kdy se intervaly mezi systolami periodicky mění v souvislosti s dýcháním, kolísání tlaku krve a následné změny aktivity baroreceptorů a chemoreceptorů, endokrinní vlivy (hormony štítné žlázy, hormony dřeně nadledvin či renin-angiotenzin-aldosteron), termoregulační mechanismy.

Některé z faktorů ovlivňující HRV jsou popsány dále.

2.4.5.1 Vnitřní faktory

Věk

Bylo prokázáno, že věk je jedním z hlavních faktorů ovlivňujících HRV.

Variabilita srdeční frekvence během prvního měsíce života klesá a v následujících měsících se zvyšuje. Během předškolního a školního věku narůstá a maximálních hodnot nabývá v pubertě, adolescenci a v mladším dospělém věku. Více studií uvádí, že byl zaznamenán signifikantní pokles hodnot spektrálního výkonu nízko i vysokofrekvenčního pásma i celkového spektrálního výkonu právě s věkem (Agelink et al., 2001; Park, Lee & Jeong, 2007; Zhang, 2007).

HRV se významně snižuje s přibývajícím věkem, jak vleže tak i ve vzpřímené poloze. Je popisován pokles hodnot ukazatelů vagové aktivity a nárůst hodnot ukazatelů sympato-vagové balance

Pohlaví

Studie Vlčkové et al. (2010), že vliv pohlaví má jednoznačně menší vliv na výsledky SA HRV než věk. U mužů prokázali značně vyšší hodnoty LF/HF ratio a dále významně vyšší relativní podíl LF power a nižší podíl HF power na celkovém spektrálním výkonu ve srovnání se ženami. Naopak rozdíly absolutních hodnot celkového spektrálního výkonu ani jeho jednotlivých složek nebyly statisticky významné. Stejný trend udávají i další studie (Agelink et al., 2001; Fagard, Pardaens & Staessen, 1999; Kuch et al., 2001). Udávají absenci celkového spektrálního výkonu, ale nálezy pro jednotlivé složky se liší. Zhang (2007) uvádí u žen významně vyšší hodnoty power HF, zatímco absolutní hodnoty power LF mezi muži a ženami významně nelišily. Ve všech zmíněných studiích jsou však rozdíly hodnot spektrálních výkonů mezi pohlavími relativně malé a méně statisticky významné ve srovnání s rozdíly relativních podílů LF či HF power na TP. Je tedy pravděpodobné, že určitý rozdíl ve smyslu nižších absolutních hodnot power LF a vyšších hodnot power HF u žen existuje, ale jsou zřejmě malé a hraničně statisticky významné.

Důvodem zmíněných intersexuálních rozdílů autonomních funkcí jsou s největší pravděpodobností hormonální vlivy. Je diskutován vliv menstruačního cyklu u žen, tedy související hormonální změny, na nálezy SA HRV (Sato, Miyake, Akatsu & Kumashiro, 1995).

Zdravotní stav

Variabilita srdeční frekvence se snižuje u určitých diagnóz. Lze zmínit kardiovaskulární nemoci jako ischemická choroba srdeční (ICHS), esenciální hypertenze či infarkt myokardu. Dále lze uvést např. diabetes mellitus a další funkční poruchy (Javorka, 2008).

Poloha těla (ortostáza)

Činnost kardiovaskulárního či respiračního systému je ovlivňována právě polohou těla. Děje se to v ortostáze přesunem krve do dolních partií těla, v žilách dolních končetin a gluteální oblasti klesá u lidí cirkulující objem krve asi 15 %. Dochází ke snížení venózního návratu, plnění srdce a ke snížení systémového tlaku krve. Aktivuje se sympatický systém a inhibuje se příslušná část parasympatiku přes baroreflexy z nízkotlakových i vysokotlakových receptorů kvůli překonání následků působícího hydrostatického tlaku krve. Ovlivňuje to všechny kardiovaskulární části systému. Následkem jsou adaptační změny zaměřené na udržování středního systémového tlaku a perfúze orgánů (Javorka, 2008).

Typický časový průběh mají změny okamžité srdeční frekvence. Během iniciace ortostázy se srdeční frekvence rychle zvyšuje a svého maxima dosahuje asi v 10 sekundě. při aktivně prováděné změně pozice těla je 1. fáze zvyšování SF součástí tzv. ortotického reflexu, které jsou vyvolány centrálním i periferními mechanismy – aferentní informace z proprioreceptorů. Dále SF mírně klesá, je ale pořád vyšší než před provedením testu. SF se po přechodném relativním poklesu začíná opět zvyšovat. Zvýšená aktivita sympatiku zapříčiní tento vzestup. V porovnání s parasympatikem trvá tato aktivace déle (Javorka, 2008).

Poloha těla (klinostáza)

HRV a SF se mění také během změny pozice ze stoje do lehu. Náhle se zvyšuje venózní návrat a probíhají opačné reakce než při ortostatickém reflexu. Díky pohybové aktivitě se na začátku klinostázy zvyšuje okamžitá SF, v druhé fázi okamžitá SF klesá pod výchozí hodnoty. Výsledkem změn HRV je mohutný nárůst aktivity v oblasti HF, který vede i k větší aktivitě, než je v klidu na počátku vyšetření. Klinostatický reflex dokáže vyvolat aktivitu ve komponentě HF i v případě, že aktivita HF v lehu chyběla (Javorka, 2008).

Dýchání

Respirační sinusová arytmie je jednou z hlavních komponent HRV. Bylo potvrzeno, že jednoduché odhady stupně respirační arytmie, např. rozdíl mezi maximální a minimální tepovou frekvencí během expiria a inspiria, korelují těsně v pásmu HF vrcholu spektra HRV. Lze tedy stupeň respirační arytmie použít jako určitý neinvazivní index parasympatické kontroly srdečního rytmu. Na druhou stranu skutečnost, že dýchání ovlivňuje podstatnou měrou HRV, je komplikací vlastní analýzy HRV. Kautzner a Malik (1998) doporučují vzít

vždy v úvahu frekvenci kontrolovaného dýchání, aby se předešlo nesprávným závěrům o úrovni sympatické a parasympatické modulace.

2.4.5.2 Vnější faktory

Denní doba

Botek et al. (2007) ve své uvádějí, statistická analýza neprokázala žádné změny v aktivitě ANS, ani po sobě jdoucími ranními a odpoledními měřeními, ani mezi měřeními v průběhu dne. Velké kolísání hodnot komplexních ukazatelů však ukazuje reakci ANS na řadu externích a interních podnětů, jejich intenzita zřejmě výrazně převyšuje cirkadiánní rytmicitu aktivity ANS. Není tedy třeba trvat na standardní době vyšetření HRV, a je tedy možné posuzovat ji podle potřeby během celého dne.

Teplota

Kardiovaskulární parametry významně ovlivňují změny kožní a především centrální tělesné teploty. Mechanismy, které zapříčiňují vznik zvýšení SF jsou v hypertermických podmínkách komplexní. Když se zvyšuje tělesná teplota o 1°C, zvýší se SF přibližně o 12-20 úderů za minutu. Změny činnosti ANS zodpovídají za další zvýšení SF, tzn. je redukována aktivita parasympatiku a zvýšena aktivita sympatiku (Javorka, 2008).

Hypotermie má také na organismus značný vliv. SF klesá při centrální teplotě nižší než 33,3°C . Abnormality srdečního rytmu se mohou vyskytovat při teplotách nižších než 32°C. Práce srdce může mít vliv na přímé působení teploty na generátor rytmu, event. na biochemické procesy myokardu. Vzniklé změny srdeční činnosti mají svůj fyziologický účel, až do určitého stupně. Pomáhají překonat teplotní či chladový stres, či adaptují činnost srdce tak, aby umožnily návrat funkcí bez nepříznivých následků po překonání zátěže (Javorka, 2008).

Psychická zátěž

Psychické vypětí, emoce nebo duševní námaha značně ovlivňují kardiovaskulární činnost. Při psychické zátěži dochází k změnám v dynamické rovnováze ANS vzestupem aktivity sympatiku a poklesem aktivity parasympatiku. Spolu s hormonálními a humorálními změnami to způsobuje hypertenzní reakci. Opakující se a dlouhodobé působení stresu má značný vliv na rozvoj kardiovaskulárních onemocnění (Tonhajzerová & Javorka, 2000).

Kitzlerová a Anders (2010) uvádí, že depresivní porucha a kardiovaskulární onemocnění jsou navzájem propojeny celou řadou patofyziologických mechanismů. Náleží zde aktivace osy hypothalamo-hypofyzo-adrenální s následnou zvýšenou aktivací sympatoadrenálního systému, pokles vagového tonu se sníženou HRV a také pokles senzitivity baroreflexu a dále změny v trombogenezi se zvýšenou destičkovou agregabilitou.

Pravidelná fyzická zátěž

Vysoká a rovnovážná aktivita sympatiku a parasympatiku svědčí o značné adaptační kapacitě organismu. Je to důležité např. u sportovců, kdy je jejich schopnost vypořádat se stresovými faktory tréninkového zatížení efektivnější.

Některé studie uvádí, že tréninkem dochází ke snížení SF a také vlivem vytrvalostního tréninku dochází ke zvýšení celkové HRV, dále dochází ke snížení aktivity sympatiku a nárůstu aktivity vagu (Carter, Banister & Blaber, 2003; Jakubec et al., 2008; Kouidi, Haritonidis, Koutlianos & Deligiannis, 2002).

Během relativního zvyšování tělesného zatížení narůstají i změny spektrálního výkonu jednotlivých komponent. Čím je relativní zatížení vyšší, tím je pomalejší jejich návrat k počátečním hodnotám (Salinger & Stejskal, 1996).

Pichot et al. (2002) uvádějí, že vyčerpávající zatížení vyvolá značný pokles aktivity vagu a posun sympatovagové balance na stranu sympatiku. Zatížení regeneračního charakteru způsobí opětovné zvýšení aktivity vagu.

Celkový snížený spektrální výkon HRV a redukovaný výkon komponenty HF se nachází u osob s převážně sedavým způsobem života, bez pravidelné tělesné aktivity (Ji, Yang, Li, Wang & Wu, 2011).

2.4.6 Využití SA HRV

Spektrální analýza je nejčastěji využívána ke stanovení rizik a prognózy u určitých typů onemocnění. Jak již bylo zmíněno k redukcí celkového spektrálního výkonu dochází např. u pacientů s kardiovaskulárními onemocněními jako je hypertenze, ischemická choroba srdeční či infarkt myokardu. SA HRV je čím dál častěji vyhledávána ke stanovení markerů srdeční smrti a také k optimalizaci tréninkového programu pro osoby s kardiovaskulárním onemocněním (Freeman, Dewey, Hadley, Myers & Froelicher, 2006).

Využívá se také ke stanovení diabetické autonomní neuropatie, detekcí stresu, studiím spánku, k diagnostice vazovagálních synkop, účinkem léků aj. (Bušek, Vaňková, Opavský, Salinger & Nevšímalová, 2005; Hruboň, Lacko, Urban, Straka & Bestvina, 2005; Olšovský, 2007; Petrowski, Herold, Joraschky, Mück-Weymann & Siepmann, 2010).

Záznam aktivity ANS metodou SA HRV se dále vhodný pro posouzení efektu tréninkového zatížení, pro optimalizaci tréninkového zatížení a také lze SA HRV využít k prevenci přetrénování. Díky nadměrné intenzitě zatížení, velkému objemu tréninku, ale také nedostatečné regeneraci může dojít k přetížení, které se projevuje zhoršením komplexních ukazatelů. Při vhodné intenzitě, objemu tréninku a regeneraci dochází ke zlepšení těchto ukazatelů (Stejskal, 2002).

3 CÍLE A HYPOTÉZY

Hlavní cíl práce

Hlavním cílem diplomové práce bylo zjistit jaký vliv má aplikace hypertermního podnětu do C/Th přechodu na hodnoty krevního tlaku a dále posoudit jak se mění aktivita ANS během této aplikace u mladého zdravého člověka.

Hypotézy

H1: Aplikace hypertermního podnětu na C/Th přechod způsobí vzestup STK.

H2: Aplikace hypertermního podnětu na C/Th přechod způsobí vzestup DTK.

Komentář k H1 a H2: Hypertermní podnět je zprostředkován pomocí parafínové roušky či lavathermu o teplotě 56°C.

H3: Aplikace hypertermního podnětu na C/Th přechod způsobí vzestup aktivity vagu.

Komentář k H3: viz komentář k H1 a H2. Aktivita vagu je zaznamenávána pomocí komplexního ukazatele VA (komplexní index vagové aktivity) a ukazatele MSSD.

Výzkumné otázky

Jakým způsobem se budou hodnoty SKT a DKT měnit během aplikace hypertermního podnětu?

Jakým způsobem ovlivní hypertermní podnět aktivitu autonomního nervového systému?

4 METODIKA

Impulzem k sepsání této diplomové práce byl fakt, že v některé české literatuře se uvádí, že aplikace hypertermního podnětu na C/Th způsobuje enormní zvýšení krevního tlaku a tato aplikace je tedy uváděna jako kontraindikace. Tudíž jsme se rozhodli ověřit tuto informaci.

4.1 Charakteristika souboru

Studie se zúčastnilo celkem 30 probandů – 12 mužů a 18 žen ve věku 19-28 let. Všichni dobrovolníci byli bez medikace a zdraví. Před vlastním měřením probandi nekouřili, nekonzumovali alkohol, drogy ani nápoje obsahující kofein. Většina probandů byli studenti Univerzity Palackého v Olomouci a také rekreační sportovci.

Každý proband se měření účastnil 2x. Nejprve absolvoval měření během aplikace parafínové roušky na C/Th přechod. Po uběhnutí jednoho týdne absolvoval proband druhé měření a to během aplikace lavathermu na již zmíněný C/Th přechod.

Výsledky naměřených hodnot všech probandů byly zařazeny do studie, tedy celkem 60 měření. Každému probandovi byl naměřen TK a HRV.

Tabulka 2. Přehled základní klasifikace probandů (n = 30)

Číslo probanda	Pohlaví	Věk	Hmotnost [kg]	Výška [cm]	BMI [kg/m ²]
1	Ž	28	56	153	23,9
2	M	25	90	180	27,7
3	M	25	69	175	22,5
4	Ž	20	52	160	20,3
5	Ž	25	68	170	23,5
6	Ž	24	64	174	21,3
7	Ž	25	60	165	22
8	M	20	88	197	22,6
9	M	25	81	181	24,7
10	M	25	70	180	21,6
11	Ž	25	52	161	20
12	Ž	23	69	175	22,5
13	Ž	23	55	155	22,9
14	M	21	78	189	21,8
15	M	25	79	178	25
16	Ž	24	67	175	22,3
17	M	24	85	185	24,8
18	Ž	20	63	170	21,8
19	M	23	82	178	25,9
20	M	24	73	178	21,3
21	Ž	23	72	169	25,2
22	Ž	25	64	172	21,7
23	M	23	73	180	22,5
24	Ž	23	55	168	19,5
25	Ž	24	56	168	19,8
26	Ž	23	67	164	25
27	Ž	24	63	172	21,3
28	M	25	98	195	25,7
29	Ž	24	51	168	18
30	Ž	23	65	160	25,3
X		23,7	68,83	173,16	22,70
SD		1,71	11,96	10,36	2,20

Vysvětlivky:

BMI - body mass index

SD - směrodatná odchylka

X - aritmetický průměr

M - muži

Ž - ženy

4.2 Metodika sběru dat

Celé měření bylo uskutečněno v prostorách Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého (FTK UP) v Olomouci, přesněji v laboratoři RRR centra. do výzkumu byly shromážděny data z měření provedených od roku 2011 do roku 2012. Za celé období bylo využíváno stejných přístrojů a nedocházelo k porušení standardních podmínek.

Měření probíhalo v tiché místnosti s minimálním množstvím rušivých stimulů od 8 do 17 hodiny odpolední. V místnosti byla udržována stála pokojová teplota. Každý proband byl poučen o zásadách před vlastním měřením: nesmí kouřit, pít alkohol či černou kávu minimálně 12 h před vyšetřením, během posledních 48 h nesmí prodělat žádné akutní onemocnění, posledních 24 h nesmí vykonávat psychicky či fyzicky namáhavou činnosti či užívat léky ovlivňující HRV.

Před vlastním měřením proband byl seznámen s průběhem měření, vyplnil dotazník na autonomní funkce a následně podepsal informovaný souhlas. Studie byla schválena Etickou komisí FTK UP v Olomouci.

4.2.1 Dotazník na autonomní funkce

O autonomní dysfunkci se lze přesvědčit pomocí dotazníku dle Opavského (2002). Dotazník obsahuje 16 položek, které mohou zachytit nesnadno registrovatelné charakteristiky či anamnestické údaje, u nichž je možno odlišit převládající vlivy sympatiku či parasympatiku ať už z hlediska farmakologického nebo fyziologického. „A“ byly odpovědi, které nasvědčují absolutní nebo relativní převaze činnosti sympatiku, odpovědi pro převahu vlivu vagu jako „B“. Některé položky nabízí alternativu označenou písmenem „C“. Poměr součtu odpovědí označuje vegetativní rovnováhu (A:B:C). Vyšší číselná hodnota ve sloupci A znamená absolutní či relativní převahu projevů sympatiku a vyšší hodnoty ve sloupci B převahu projevů vagu. V závěru lze říci, že dotazník podává orientační informaci o vyvážené činnosti ANS či ukazuje na převahu jednoho ze dvou hodnocených subsystémů. Porovnávali jsme průměrné hodnoty četností odpovědí. Dle tabulky 2. vidíme, že poměr odpovědí A:B je pro celou skupinu relativně vyvážený.

Tabulka 3. Výsledky dotazníku na autonomní nervové funkce pro celou skupinu

Celý soubor n=30	Počet odpovědí		
	A	B	C
M	6,26	5,96	3,76
SD	1,76	1,6	1,52

Vysvětlivky:

M – průměr

SD – směrodatná odchylka

Číslo vyjadřují počet odpovědí pro A – sympatikus, B – parasympatikus, C – kombinace obou

4.2.2 Spektrální analýza variability srdeční frekvence

K vyhodnocení a snímání HRV bylo v této studii využito mikropočítačového diagnostického systému VarCor PF7. Tento systém je inovovaná verze systému VariaPulse TF3, VariaCardio TF4 a VarCor PF6, který umožňuje prostřednictvím vysílače a přijímače telemetrický přenos EKG signálu do PC a také využívá kapesního počítače ty iPAQ s možností následného přenosu naměřených dat do PC. Také umožňuje přímé spojení vysílací části do PC prostřednictvím elektricky izolovaného výstupu pomocí portu COM. EKG signál je standardně snímán pomocí elektrodového pásu typu POLAR nebo elektrod umístěných na ventrální straně hrudníku (Salinger, Štěpaník, Krejčí, & Stejskal, 2006; Štěpaník, Salinger, Novotný, Stejskal & Krejčí, 2005).

V telemetrickém systému VarCor PF7 jsou standardně nastaveny frekvenční pásma:

HF – 0,150–0,5 Hz

LF – 0,050–0,15 Hz

VLf – 0,02–0,05 Hz (Uhlíř, Opavský, Zaatar & Betlachová, 2010).

HRV bylo monitorováno pomocí standardizované ortoklinostatické zkoušky leh – stoj – leh (L-S-L). První leh jen pomáhá pouze standardizovat výchozí podmínky měření. Následný stoj zaujímá ortostatickou stimulaci sympiku a druhý leh vyvolává klinostatickou stimulaci vagu.



Obrázek 2. System VarCor PF7 (Anonymous, 2012c, www.dimeagroup.com)

4.2.3 Parametry SA HRV

Algoritmus CGSA (coarse graining spectral analysis) pomáhá vypočítat hodnoty spektrální výkonové hustoty – PSD (power spectral density) jednotlivých spektrálních komponent PSD_{VLF} , PSD_{LF} a PSD_{HF} [ms^2/Hz]. Dle algoritmu CGSA je výpočet PSD dán výpočtem rozdílu spektrální výkonové hustoty S_{xx} datového souboru $x(t)$ a absolutní hodnoty vzájemné výkonové spektrální denzity S_{xy} souborů $x(t)$ a $y(t)$.

Výpočet probíhá dle rovnice:

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

$X(t)$ – soubor hodnot $R - R$ intervalů analyzovaného úseku

$Y(t)$ – pomocný soubor vytvořený zdvojením souboru $x(t)$ pro výpočet algoritmu CGSA

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

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

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

Dle základní hodnoty PSD jsou vypočítány pomocí příslušných rovnic další ukazatele SA HRV, které lze rozdělit na běžně užívané a komplexní věkově standardizované (Salinger et al, 1994).

4.2.4 Běžně užívané ukazatele HRV

Hodnoty spektrálních výkonů daných komponent jsou udávány v absolutních hodnotách a vypovídají o velikosti aktivity dané frekvenční komponenty v měřeném intervalu. Jedná se o integrální velikost parametru PSD v jednotlivých frekvenčních pásmech.

$$\text{Power VLF} = \int_{0.01}^{0.05} PSD df \quad [\text{ms}^2]$$

$$\text{Power LF} = \int_{0.05}^{0.15} PSD df \quad [\text{ms}^2]$$

$$\text{Power HF} = \int_{0.15}^{0.5} PSD df \quad [\text{ms}^2]$$

$$\text{Celkový spektrální výkon (Total spectral power) } P_T = P_{HF} + P_{LF} + P_{VLF} \quad [\text{ms}^2]$$

Relativní spektrální výkony (relative spectral powers) udávají poměr dílčích spektrálních výkonů v daných frekvenčních pásmech k celkovému spektrálnímu výkonu, tzn. Procentuální zastoupení dané komponenty v celkovém výkonovém spektru.

$$\text{Rel. power VLF} = \text{Power VLF/Tot. power} \quad [\%]$$

$$\text{Rel. power LF} = \text{Power LF/Tot. power} \quad [\%]$$

$$\text{Rel. power HF} = \text{Power HF/Tot. power} \quad [\%]$$

Poměry spektrálních výkonů (ratio of the the spectral powers) udávají poměr jednotlivých spektrálních pásem.

$$\text{Rat. VLF/HF} = \text{Power VLF/Power HF}$$

$$\text{Rat. LF/HF} = \text{Power LF/Power HF}$$

$$\text{Rat. VLF/LF} = \text{Power VLF/Power LF}$$

Frekvence (frequency – F) je hodnota na frekvenční ose odpovídající nejvyšší amplitudě dané komponenty PSD.

R-R intervaly (R-R intervals) udávají průměrnou hodnotu všech naměřených R-R intervalů během měřeného úseku.

$$\text{R-R inter} = 1/n \sum R Ri \quad [\text{ms}]$$

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

R Ri – délka srdeční periody

MSSD (mean square successive differences) je průměrná hodnota mocniny postupných diferencí R-R intervalů v průběhu naměřeného časového úseku. Je hlavním ukazatelem HRV a velikost toho parametru je přímo úměrná stavu ANS a velikosti aktivity jeho modulací.

$$\text{MSSD} = 1/n-1 \sum_{i=1}^n (\text{RR}_i - \text{RR}_{i-1})^2 \quad [\text{ms}^2]$$

(Salinger et al., 1998).

4.2.5 Komplexní věkově standardizované ukazatele HRV

Krátkodobý záznam HRV hodnotí komplexní indexy. Všechny věkově závislé během ortoklinostatického manévru získané ukazatele se pokusili Stejskal, Šlachta, Elfmark, Salinger & Gaul-Alačová (2002) co nejvíce zjednodušit. Je zde využíváno tzv. komplexních indexů: index vagové aktivity (VA), index sympatovagové rovnováhy (SVB) a index celkového skóre.

Komplexní index VA sdružuje faktory a ukazatele, jejichž hodnota má klesající tendenci s rostoucím věkem a se zvyšující se intenzitou zatížení. Komplexní index SVB reprezentuje faktory a ukazatele, jejichž hodnota se s věkem a zvyšující se intenzitou zvyšuje. Ukazatel CS je dán sdružením VA a SVB a lze ji tedy vyjádřit i věkem, kterému by tato hodnota odpovídala – tzv. funkční věk. Tento funkční věk lze porovnávat s věkem kalendářním (Stejskal et al., 2002; Stejskal, 2003).

Hodnoty komplexních ukazatelů lze vyjádřit v bodech v rozsahu od -5 do +5. Normální fyziologické hodnoty u komplexního ukazatele CS se pohybují v rozmezí od -1,5 do +1,5 a u komplexních ukazatelů VA a SVB je to v rozpětí od -2 do +2. Čím vyšší je bodová hodnota daného ukazatele, tím výhodnější je ladění ANS – vzestup CS je hodnocen jako vzestup výkonnosti ANS, vzestup VA jako vzestup aktivity vagu a vzestup SVB jako posun aktivity ANS směrem k vagu (Stejskal, Jakubec, Přikryl & Salinger, 2004).

4.2.6 Měření krevního tlaku

Krevní tlak byl změřen standardní auskultační metodou pomocí fonendoskopu tonometru firmy Chirana typ Tonometer 40, který se skládá z okluzní manžety a manometru. Manžeta byla umístěna vždy na probandovu pravou paži.

Měření TK je dáno měření tlaku, který je nutný ke kompresi brachiální tepny, aby byl omezen krevní průtok do té míry, že nepřenáší žádné tepenné pulzace. Manžeta je přiložena

na paži tak, aby loketní jamka zůstala nepřekryta. Postupně je nafukována manžeta tak, že tlak v manžetě převyší tlak v a. brachialis a pulzace vymizí. Dále je ventil nafukovacího balónku otevřen a postupně se snižuje tlak v manžetě. To umožní znovuoobjevení se průtoku v tepně a objevují se zvuky – tzv. Korotkovovy fenomény, které musí být vyšetřujícím zaznamenávány. Hodnota tlaku, při kterém se poprvé objeví zvuk, udává maximální tlak, který vzniká při každém srdečním stahu a odpovídá systolickému krevnímu tlaku. Tlak, kdy je zaznamenán poslední slyšitelný tón je tlak diastolický. Korotkov definoval 5 fází, kdy při proudění krve v a. brachialis vznikají tóny různé hlasitosti a kvality. Systolický krevní tlak se odčítá ve fázi 1. a diastolický v 5. fázi (Němcová, 2007).

Měření krevní tlaku pomocí tonometru je ovšem metoda zatížená největší chybou měření. Udává se variabilita měření mezi dvěma návštěvami pacienta u lékaře je 35 mm Hg u STK a 17 mm Hg u DTK. Nejčastějšími chybami měření je nedodržování pravidel pro měření (nedodržuje se 10 minut klidu pacienta před měřením, nepoužívá se správná šíře manžety či se tlak měří pouze jednorázově) nebo dochází k chybám při odečítání korotkovových ozev – hodnoty jsou zaokrouhlovány na nejbližších 5 nebo 10 mm Hg nahoru nebo dolů. Ze strany pacienta může dojít k psychickému napětí nebo strachu, který nemusí být objektivně zřejmý (Laňková, 2008).

4.2.7 Přístrojové vybavení

Během výzkumu byl využit kombinovaný přístroj E 2000 Combi pro ohřev nosičů tepla nebo parafínovou lázeň daných parametrů:

- digitální regulátor teploty (on/off): 30-90°C
- přípojka 230 V
- výkon 700 W
- výpustný ventil: ano
- vnější rozměr 330x540x290 mm
- vodní lázeň 24 l
- parafínová lázeň 20 l
- materiál: nerez



Obrázek 3. Parafínová lázeň E - Combi 2000 (Anonymous, 2012a, www.ormedent.cz).

Vodní a parafínová lázeň E – Combi 2000 splňuje nejpřísnější kvalitativní normy.

Po celou dobu měření byla nastavena teplota parafínové a vodní lázně na 56°C. Parafín byl aplikován pomocí roušky, která byla před vlastním měřením ponořena do parafínové lázně. Lavatherm je opakovatelně použitelný gelový obklad, firmy 3M typ Nexcare ColdHot Maxi; tento obklad byl ponořen do vodní lázně přístroje E – Combi 2000 na 15 – 20 minut před vlastním měřením. Parafínová rouška i lavatherm měly stejnou velikost 30x20 cm.



Obrázek 4. Lavatherm - Nexcare ColdHot Maxi (Anonymous, 2012b, www.samoleceni.cz).

4.3 Postup měření

Každý proband byl poučen o průběhu měření, dále byl poučen o zásadách před vlastním měřením a vyplnil informovaný souhlas a dotazník na autonomní funkce.

Nejprve byl probandovi umístěn těsně pod prsa hrudní pás pro snímání EKG záznamu, vysílač na břicho a tlaková manžeta na pravou paži.

Následně se proband položil na záda a pět minut ležel v klidu bez záznamu. Po uběhlých pěti minutách následoval standardní záznam prvního ortoklinostatického manévru (L-S-L). Krevní tlak jsme začali měřit v minutové pauze mezi L a S, totéž bylo provedeno v pauze mezi S a L a na konci druhého lehu (tlak byl tedy měřen třikrát). Po ukončení prvního L-S-L manévru následoval 5ti minutový záznam sedu v klidu, kdy byl opět na konci intervalu změřen krevní tlak (tlak byl tedy měřen jednou). Na sed navazoval záznam během aplikace hypertermního podnětu, který proband absolvoval také v sedu. Nejprve byl spuštěn program, začal záznam, ale bez označení začátku intervalu, následovala aplikace hypertermního podnětu a v zápětí byl změřen krevní tlak; také byl zaznamenán čas přiložení parafínu či lavathermu. Následně byl proband zabalen do deky a poté byl označen začátek intervalu. V minutové pauze mezi prvním a druhým intervalem byl změřen krevní tlak, totéž mezi druhým a třetím intervalem a na konci třetího intervalu (tlak byl tedy měřen čtyřikrát). Následně byl proveden druhý standardní ortoklinostatický manévr, kdy byl opět změřen třikrát krevní tlak v minutových pauzách mezi intervaly.

Každý proband absolvoval měření dvakrát – nejprve při aplikaci parafínu na C/Th přechod a po uplynutí jednoho týdnu absolvoval měření během aplikace lavathermu na stejné místo.

5 VÝSLEDKY

5.1 Výsledky měření krevního tlaku

Výsledky byly porovnány pomocí párového T – testu. Nejprve jsme porovnávali hodnoty systolického i diastolického krevního tlaku při stoji u prvního a druhého ortoklinostatického manévru. Zjistili jsme, že hodnoty STK pro celý soubor byly signifikantně nižší v druhém stoji při aplikaci parafínu, totéž platí pro skupinu žen. Během aplikace lavathermu nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly mezi hodnotami STK, taktéž pro skupinu mužů při aplikaci parafínu. Hodnoty DTK byly zjištěny statisticky významně nižší ve druhém stoji pro celou skupinu a skupinu žen při aplikaci parafínu. Hodnoty během aplikace lavathermu a pro skupinu mužů při aplikaci parafínu byly zjištěny nesignifikantní.

Tabulka 4. Hodnoty systolického KT během stoje u prvního a druhého ortoklinostatického manévru při aplikaci parafínu i lavathermu.

Stoj		Parafín				Lavatherm			
		Před	Po	Rozdíl	p	Před	Po	Rozdíl	p
Celý soubor n=30 [mm Hg]	M	119,50	115,83	3,66	*	115,00	114,00	1,00	ns
	SD	4,97	8,10			6,29	8,65		
Ženy n=18 [mm Hg]	M	118,61	113,33	5,27	*	111,94	110,27	1,66	ns
	SD	3,34	6,85			4,89	7,37		
Muži n=12 [mm Hg]	M	120,83	119,58	1,25	ns	119,58	119,58	0,00	ns
	SD	6,68	8,64			5,41	7,52		

Vysvětlivky:

Před - hodnoty systolického krevního tlaku pro stoj při 1. ortoklinostatickém manévru

Po - hodnoty systolického krevního tlaku pro stoj při 2. ortoklinostatickém manévru

M - aritmetický průměr

SD - směrodatná odchylka

Statistický významné hodnoty: párový T – test * $p \leq 0,05$, ns - nesignifikantní hodnoty

Tabulka 5. Hodnoty diastolického KT během stoje u prvního a druhého ortoklinostatického manévru při aplikaci parafínu i lavathermu.

Stoj		Parafín				Lavatherm			
		Před	Po	Rozdíl	p	Před	Po	Rozdíl	p
Celý soubor n=30 [mm Hg]	M	79,83	77,33	2,50	*	75,50	76,00	-0,50	ns
	SD	4,44	4,86			6,47	7,23		
Ženy n=18 [mm Hg]	M	79,44	76,38	3,05	*	73,33	73,05	0,27	ns
	SD	2,35	4,47			7,27	5,72		
Muži n=12 [mm Hg]	M	80,41	78,75	1,66	ns	78,75	80,41	-1,6	ns
	SD	6,55	5,27			3,10	7,21		

Vysvětlivky:

Před - hodnoty diastolického krevního tlaku pro stoj při 1. ortoklinostatickém manévru

Po - hodnoty diastolického krevního tlaku pro stoj při 2. ortoklinostatickém manévru

M - aritmetický průměr

SD - směrodatná odchylka

Statistický významné hodnoty: párový *T* – test $*p \leq 0,05$, *ns* - nesignifikantní hodnoty

Následovalo porovnání hodnot TK během druhého lehu obou ortoklinostatických manévru. Mezi hodnotami STK nebyly zjištěny žádné signifikantní rozdíly. Při srovnávání hodnot DTK se ukázalo, že u skupiny žen se hodnoty druhého lehu 2. ortoklinostatického manévru při aplikaci parafínu jeví výrazně nižší, kdežto u skupiny mužů byly hodnoty vyšší jak při aplikaci parafínu, tak při aplikaci lavathermu. Hodnoty DTK pro celý soubor se výrazně neměnily.

Tabulka 6. Hodnoty systolického KT naměřené během druhého lehu u prvního a druhého ortoklinostatického manévru při aplikaci parafínu i lavathermu.

Leh		Parafín				Lavatherm			
		Před	Po	Rozdíl	p	Před	Po	Rozdíl	p
Celý soubor n=30 [mm Hg]	M	116,83	115,16	1,66	ns	112,66	112,50	0,16	ns
	SD	7,12	8,45			7,27	7,51		
Ženy n=18 [mm Hg]	M	115,27	112,22	3,05	ns	109,72	109,16	0,55	ns
	SD	7,12	8,45			6,52	6,00		
Muži n=12 [mm Hg]	M	119,16	119,58	-0,41	ns	117,08	117,50	-0,41	ns
	SD	7,92	8,38			6,20	6,90		

Vysvětlivky:

Před - hodnoty systolického krevního tlaku pro 2. leh při 1. ortoklinostatickém manévru

Po - hodnoty systolického krevního tlaku pro 2. leh při 2. ortoklinostatickém manévru

M - aritmetický průměr

SD - směrodatná odchylka

*Statistický významné hodnoty: párový T – test $*p \leq 0,05$, ns - nesignifikantní hodnoty*

Tabulka 7. Hodnoty diastolického KT naměřené během druhého lehu u prvního a druhého ortoklinostatického manévru při aplikaci parafínu i lavathermu.

Leh		Parafín				Lavatherm			
		Před	Po	Rozdíl	p	Před	Po	Rozdíl	p
Celý soubor n=30 [mm Hg]	M	75,00	74,50	0,50	ns	70,83	72,50	-1,66	ns
	SD	6,56	6,99			6,44	7,62		
Ženy n=18 [mm Hg]	M	76,11	72,22	3,88	*	68,61	69,16	-0,55	ns
	SD	5,82	7,11			6,37	6,47		
Muži n=12 [mm Hg]	M	73,33	77,91	-4,58	*	74,16	77,50	-3,33	*
	SD	7,48	5,41			5,14	6,57		

Vysvětlivky:

Před - hodnoty diastolického krevního tlaku pro 2. leh při 1. ortoklinostatickém manévru

Po - hodnoty diastolického krevního tlaku pro 2. leh při 2. ortoklinostatickém manévru

M - aritmetický průměr

SD - směrodatná odchylka

*Statistický významné hodnoty: párový T – test $*p \leq 0,05$, ns - nesignifikantní hodnoty*

Dále jsme porovnávali hodnoty systolického i diastolického KT naměřené v sedu v klidu s hodnotami KT během aplikace parafínu či lavathermu po 5, 10 a 15 minutách aplikace. Po 5 minutách aplikace se hodnoty STK se výrazně neměnily u žádné ze skupin, hodnoty DTK nabraly na statistické významnosti – zvýšením - pro celý soubor během aplikace lavathermu. Po 10 minutové aplikaci nenastaly v hodnotách STK žádné významné změny, u mužů během aplikace parafínu byly zaznamenány vyšší hodnoty DTK. Po 15 minutách aplikace došlo ke snížení hodnot STK u skupiny žen při aplikaci lavathermu, pro hodnoty DTK nebyly pozorovány významné rozdíly.

Tabulka 8. Hodnoty systolického krevního tlaku naměřené během sedu v klidu srovnané s hodnotami naměřenými po 5, 10 a 15 minutách aplikace parafínu

Vzorek probandů		Sed v klidu	STK1	Rozdíl	p	STK2	Rozdíl	p	STK3	Rozdíl	p
Celý soubor n=30 [mm Hg]	M	119	117,66	1,33	ns	118,33	0,66	ns	118	1	ns
	SD	6,87	7,27			6,06			6,89		
Ženy n=18 [mm Hg]	M	117,77	116,11	1,66	ns	116,66	1,11	ns	115,83	1,94	ns
	SD	5,2	6,07			5,14			4,92		
Muži n=12 [mm Hg]	M	120,83	120	0,83	ns	120,83	0	ns	121,25	-0,41	ns
	SD	8,74	8,52			6,68			8,29		

Vysvětlivky:

STK1 - hodnoty systolického krevního tlaku naměřené po 5 minutách aplikace parafínu

STK2 - hodnoty systolického krevního tlaku naměřené po 10 minutách aplikace parafínu

STK3 - hodnoty systolického krevního tlaku naměřené po 15 minutách aplikace parafínu

M - aritmetický průměr

SD - směrodatná odchylka

Statistický významné hodnoty: párový T – test $*p \leq 0,05$, ns - nesignifikanční hodnoty

Tabulka 9. Hodnoty systolického krevního tlaku naměřené během sedu v klidu srovnané s hodnotami naměřenými po 5, 10 a 15 minutách aplikace lavathermu

Vzorek probandů		Sed v klidu	STK1	Rozdí l	p	STK2	Rozdí l	p	STK3	Rozdí l	p
Celý soubor n=30 [mm Hg]	M	115,83	116	-0,16	ns	114,66	1,16	ns	115	0,83	ns
	SD	7,32	8,24			9,27			9,09		
Ženy n=18 [mm Hg]	M	113,33	111,94	1,38	ns	111,11	2,22	ns	110,83	2,5	*
	SD	5,94	6,21			7,96			7,52		
Muži n=12 [mm Hg]	M	119,58	122,08	-2,5	ns	120	-0,41	ns	121,25	-1,66	ns
	SD	7,82	7,21			8,79			7,72		

Vysvětlivky:

STK1 - hodnoty systolického krevního tlaku naměřené po 5 minutách aplikace lavathermu

STK2 - hodnoty systolického krevního tlaku naměřené po 10 minutách aplikace lavathermu

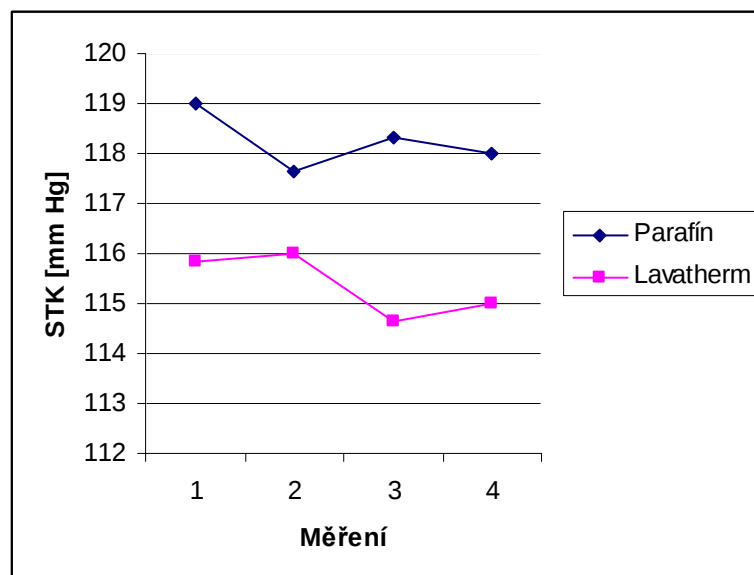
STK3 - hodnoty systolického krevního tlaku naměřené po 15 minutách aplikace lavathermu

M - aritmetický průměr

SD - směrodatná odchylka

Statistický významné hodnoty: párový T – test * $p \leq 0,05$, ns - nesignifikanční hodnoty

Obrázek 5. Změny systolického krevního tlaku během aplikace hypertermního podnětu srovnávané s hodnotou STK v sedu v klidu pro celou skupinu



Vysvětlivky:

STK – systolický krevní tlak

1 měření – měření STK během sedu v klidu

2 měření – měření STK po 5 minutách aplikace parafínu či lavathermu

3 měření – měření STK po 10 minutách aplikace parafínu či lavathermu

4 měření – měření STK po 15 minutách aplikace parafínu či lavathermu

Tabulka 10. Hodnoty diastolického krevního tlaku naměřené během sedu v klidu srovnané s hodnotami naměřenými po 5, 10 a 15 minutách aplikace parafínu

Vzorek probandů		Sed v klidu	DTK1	Rozdíl	p	DTK2	Rozdíl	p	DTK3	Rozdíl	p
Celý soubor n=30 [mm Hg]	M	77,83	78,33	-0,5	ns	79,16	-1,33	ns	78	-0,16	ns
	SD	5,97	6,34			5,73			6,24		
Ženy n=18 [mm Hg]	M	77,5	76,94	0,55	ns	77,77	-0,27	ns	76,38	1,11	ns
	SD	5,49	5,97			5,48			5,89		
Muži n=12 [mm Hg]	M	78,33	80,41	-2,08	ns	81,25	-2,91	*	80,41	-2,08	ns
	SD	6,85	6,55			5,69			6,2		

Vysvětlivky:

DTK1 - hodnoty diastolického krevního tlaku naměřené po 5 minutách aplikace parafínu

DTK2 - hodnoty diastolického krevního tlaku naměřené po 10 minutách aplikace parafínu

DTK3 - hodnoty diastolického krevního tlaku naměřené po 15 minutách aplikace parafínu

M - aritmetický průměr

SD - směrodatná odchylka

Statistický významné hodnoty: párový T – test $*p \leq 0,05$, ns - nesignifikanční hodnoty

Tabulka 9. Hodnoty diastolického krevního tlaku naměřené během sedu v klidu srovnané s hodnotami naměřenými po 5, 10 a 15 minutách aplikace lavathermu

Vzorek probandů		Sed v klidu	DTK1	Rozdíl	p	DTK2	Rozdíl	p	DTK3	Rozdíl	p
Celý soubor n=30 [mm Hg]	M	75,66	77,5	-1,83	*	76,5	-0,83	ns	76,33	-0,66	ns
	SD	5,97	6,26			6,96			7,76		
Ženy n=18 [mm Hg]	M	73,61	75	-1,38	ns	74,16	-0,55	ns	73,33	0,27	ns
	SD	5,63	5,14			6			6,85		
Muži n=12 [mm Hg]	M	78,75	81,25	-2,5	ns	80	-1,25	ns	80,83	-2,08	ns
	SD	78,75	6,07			7,07			7,01		

Vysvětlivky:

DTK1 - hodnoty diastolického krevního tlaku naměřené po 5 minutách aplikace lavathermu

DTK2 - hodnoty diastolického krevního tlaku naměřené po 10 minutách aplikace lavathermu

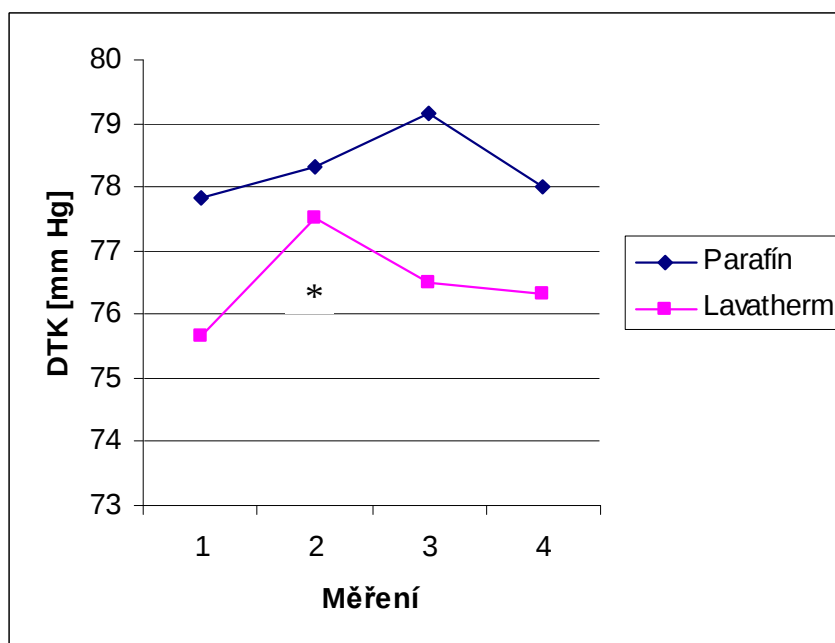
DTK3 - hodnoty diastolického krevního tlaku naměřené po 15 minutách aplikace lavathermu

M - aritmetický průměr

SD - směrodatná odchylka

Statistický významné hodnoty: párový T – test $*p \leq 0,05$, ns - nesignifikanční hodnoty

Obrázek 6. Změny diastolického krevního tlaku během aplikace hypertermního podnětu srovnávané s hodnotou STK v sedu v klidu.



Vysvětlivky:

DTK – diastolický krevní tlak

1 měření – měření DTK během sedu v klidu

2 měření – měření DTK po 5 minutách aplikace parafínu či lavathermu

3 měření – měření DTK po 10 minutách aplikace parafínu či lavathermu

4 měření – měření DTK po 15 minutách aplikace parafínu či lavathermu

*Statisticky významné hodnoty: párový T – test $*p \leq 0,05$*

Následně jsme srovnávali hodnoty STK i DTK naměřené během sedu v klidu a bezprostředně po aplikaci hypertermního podnětu. V hodnotách STK se neobjevily statisticky významné změny, hodnoty pro všechny tři skupiny neměly jednotný charakter - pro celý soubor měly mírně klesaly během aplikace parafínu a u aplikace lavathermu zůstaly hodnoty shodné, pro soubor žen hodnoty stouply během aplikace parafínu a během aplikace lavathermu klesly, u skupiny mužů se hodnoty mírně zvýšily u aplikace lavathermu a u aplikace parafínu zůstaly prakticky stejné.

U hodnot DTK jsme nepozorovali žádné statisticky významné změny. Pro celý soubor jsme zaznamenali mírný stoupající charakter, u skupiny žen nenastaly žádné změny a pro skupinu mužů lze pozorovat mírně stoupající tendenci.

Tabulka 11. Hodnoty STK naměřené během sedu v klidu porovnané s hodnotami STK zaznamenanými bezprostředně po aplikaci parafínu či lavathermu

Vzorek probandů		Parafín				Lavatherm			
		SK	SB	Rozdíl	p	SK	SB	Rozdíl	P
Celý soubor [mm Hg]	M	119	118,83	0,17	ns	115,83	115,83	0	ns
	SD	6,87	6,65			7,32	9,2		
Ženy n=18 [mm Hg]	M	117,78	118,06	-0,28	ns	113,33	111,94	1,39	ns
	SD	5,21	5,18			5,94	6,89		
Muži n=12 [mm Hg]	M	120,83	120	0,83	ns	119,58	121,67	-2,09	ns
	SD	8,75	8,53			7,82	9,37		

Vysvětlivky:

SK - hodnoty systolického krevního tlaku naměřené v sedu v klidu během aplikace parafínu či lavathermu

SB - hodnoty systolického krevního tlaku naměřené bezprostředně po aplikaci parafínu či lavathermu

M - aritmetický průměr

SD - směrodatná odchylka

Statistický významné hodnoty: párový T – test $*p \leq 0,05$, ns - nesignifikanční hodnoty

Tabulka 12. Hodnoty DTK naměřené během sedu v klidu porovnané s hodnotami DTK zaznamenanými bezprostředně po aplikaci parafínu či lavathermu

Vzorek probandů		Parafín				Lavatherm			
		SK	DB	rozdíl	p	SK	DB	rozdíl	p
Celý soubor [mm Hg]	M	77,83	78,33	-1,03	ns	75,67	76	-0,33	ns
	SD	5,97	6,06			5,98	6,49		
Ženy n=18 [mm Hg]	M	77,5	77,5	0	ns	73,61	73,61	0	ns
	SD	5,49	5,64			5,49	5,64		
Muži n=12 [mm Hg]	M	78,33	79,75	-1,42	ns	78,75	79,58	-0,83	ns
	SD	6,85	6,89			5,28	6,56		

Vysvětlivky:

SK – hodnoty diastolického krevního tlaku naměřené v sedu v klidu během aplikace parafínu či lavathermu

DB - hodnoty diastolického krevního tlaku naměřené bezprostředně po aplikaci parafínu či lavathermu

M - aritmetický průměr

SD - směrodatná odchylka

Statistický významné hodnoty: párový T – test $*p \leq 0,05$, ns - nesignifikanční hodnoty

Vyjádření k hypotéze H1

H1: Aplikace hypertermního podnětu na C/Th přechod způsobí vzestup STK.

Hodnoty STK jsme porovnávali během čtyř různých situací a to během obou stojů obou ortoklinostatických manévrů, během druhých lehů obou ortoklinostatických manévrů, během sedu v klidu s hodnotami po 5, 10 a 15 minutách a během sedu v klidu s hodnotami naměřenými bezprostředně po aplikaci hypertermního podnětu. Zaznamenali jsme, že hodnoty STK se výrazně změnily – snížily - pro celý soubor a pro skupinu žen při aplikaci parafínu u stoje u druhého ortoklinostatického manévru. Dále jsme zjistili, že hodnoty STK se výrazně změnily – snížily – u skupiny žen při aplikaci lavathermu při srovnávání hodnot v sedu v klidu a po 15 minutách aplikace. Ostatní hodnoty nenabraly na statistické významnosti. U hodnot STK zaznamenaných během sedu v klidu a bezprostředně po aplikaci hypertermního podnětu jsme neshledali žádnou statistickou významnost.

Hypotézu H1 tedy zamítáme.

Vyjádření k hypotéze H2

H2: Aplikace hypertermního podnětu na C/Th přechod způsobí vzestup DTK.

Hodnoty DTK jsme taktéž porovnávali během čtyř různých situací a to během obou stojů obou ortoklinostatických manévrů, během druhých lehů obou ortoklinostatických manévrů a během sedu v klidu s hodnotami po 5, 10 a 15 minutách. Zjistili jsme, že hodnoty DTK se ukázaly staticky významné – snížené – pro celý soubor a skupinu žen během aplikace parafínu u stoje druhého ortoklinostatického manévru. Hodnoty DTK u druhého lehu druhého ortoklinostatického manévru jsme vyhodnotili jako statisticky významné – snížené – u skupiny žen během aplikace parafínu, kdežto hodnoty DTK u skupiny mužů nabrali na statistické významnosti – zvýšením – při aplikaci parafínu i lavathermu. Po 5 minutách aplikace lavathermu sejevily hodnoty DTK pro celý soubor výrazně vyšší. Po 10 minutách aplikace lavathermu jsme u skupiny mužů zaznamenali nárůst hodnot DTK. Ostatní hodnoty nenabraly na statistické významnosti. U hodnot DTK zaznamenaných během sedu v klidu a bezprostředně po aplikaci hypertermního podnětu jsme neshledali žádnou statistickou významnost.

Hypotézu H2 tedy zamítáme.

5.2 Výsledky SAHRV

5.2.1 Komplexní věkové ukazatele

Nejprve byly srovnávány hodnoty komplexních ukazatelů druhých lehů obou ortoklinostatických manévrů. Zaznamenali jsme statisticky významné změny u hodnot ukazatelů VA pro skupinu mužů při aplikaci parafínu – snížení. Dále se významně snížila hodnota ukazatele SVB pro skupinu mužů při aplikaci lavathermu.

Tabulka 13. Srovnávání hodnot komplexních ukazatelů během druhých lehů obou ortoklinostatických manévrů.

Ukazatel		Parafín				Lavatherm			
		Před	Po	Rozdíl	p	Před	Po	Rozdíl	P
CS celý soubor n=30 [body]	M	-0,03	0,05	-0,09	ns	0,02	0,06	-0,04	ns
	SD	1,74	1,90			1,66	1,42		
VA celý soubor n=30 [body]	M	-0,11	0,26	-0,37	ns	0,13	0,42	-0,28	ns
	SD	1,97	2,01			1,88	1,46		
SVB celý soubor n=30 [body]	M	0,10	-0,33	0,44	ns	-0,18	-0,60	0,42	ns
	SD	1,59	2,19			1,78	1,76		
CS Ženy n=18 [body]	M	0,48	0,30	0,18	ns	0,24	0,48	-0,24	ns
	SD	1,48	1,93			1,66	1,25		
VA Ženy n=18 [body]	M	0,43	0,42	0,01	ns	0,41	0,79	-0,37	ns
	SD	1,66	2,14			1,94	1,24		
SVB Ženy n=18 [body]	M	0,57	0,06	0,50	ns	-0,09	-0,09	0,001	ns
	SD	0,06	2,11			1,81	1,58		
CS Muži n=12 [body]	M	-0,82	-0,31	-0,50	ns	-0,29	-0,56	0,27	ns
	SD	1,86	1,86			1,68	1,46		
VA Muži n=12 [body]	M	-0,94	0,01	-0,96	*	-0,28	-0,14	-0,14	ns
	SD	2,18	1,86			1,79	1,64		
SVB Muži n=12 [body]	M	-0,58	-0,93	0,35	ns	-0,30	-1,36	1,05	*
	SD	1,54	2,25			1,81	1,80		

Vysvětlivky:

Před...hodnoty komplexních ukazatelů pro 2. leh při 1. ortoklinostatickém manévru

Po...hodnoty komplexních ukazatelů pro 2. leh při 2. ortoklinostatickém manévru

M - aritmetický průměr

SD - směrodatná odchylka

Statistický významné hodnoty: párový T – test * $p \leq 0,05$

5.2.2 Běžně sledované ukazatele HRV

Dále byly porovnány hodnoty surových dat během druhých lehů obou ortoklinostatických manévrů. Pro celý soubor během aplikace lavathermu byl zaznamenán nárůst hodnoty ukazatele RR. Stejnou tendenci pozorujeme u skupiny žen při aplikaci lavathermu pro RR ukazatel.

Tabulka 14. Srovnávání hodnot surových dat během druhých lehů obou ortoklinostatických manévrů pro celý soubor

Ukazatel Celý soubor n=30		Parafín				Lavatherm			
		Před	Po	Rozdíl	p	Před	Po	Rozdíl	P
PVLf [ms ²]	M	278,45	324,4	-45,95	ns	306,57	399,27	-92,69	ns
	SD	256,53	357,58			457,52	354,35		
PLf [ms ²]	M	713,18	837,03	-123,85	ns	666,19	761,49	-95,3	ns
	SD	777,51	786,87			605,30	589,32		
PHf [ms ²]	M	2077,27	2267,73	-190,46	ns	1729,82	1955,98	-226,16	ns
	SD	2106,67	1956,96			1109,81	1595,13		
LF/HF	M	0,81	0,92	-0,11	ns	0,79	0,91	-0,12	ns
	SD	1,8	1,45			1,93	1,96		
RR [s]	M	0,98	0,98	-0,004	ns	0,93	0,97	-0,03	*
	SD	0,12	0,11			0,11	0,11		
MSSD [ms ²]	M	6259,19	7498,82	-1239,63	ns	4656,67	5683,2	-1026,53	ns
	SD	5569,51	7036,68			2855,32	3616,12		
PT [ms ²]	M	3068,91	3429,17	-360,25	ns	2702,59	3116,75	-414,15	ns
	SD	2644,26	2079,5			1306,25	1792,59		

Vysvětlivky:

Před - hodnoty surových ukazatelů pro 2. leh při 1. ortoklinostatickém manévru

Po - hodnoty surových ukazatelů pro 2. leh při 2. ortoklinostatickém manévru

M - aritmetický průměr

SD - směrodatná odchylka

Statistický významné hodnoty: párový *T* – test **p*≤0,05

Tabulka 15. Srovnávání hodnot surových dat během druhých lehů obou ortoklinostatických manévru pro ženy.

Ukazatel ženy n=18		Parafín				Lavatherm			
		Před	Po	Rozdíl	p	Před	Po	Rozdíl	p
PVLf [ms ²]	M	287,45	267,53	19,91	ns	239,21	277,01	-37,79	ns
	SD	260,93	243,46			251,72	150,7		
PLF [ms ²]	M	580,56	603,46	-22,89	ns	539,70	657,05	-117,35	ns
	SD	576,7639	500,3			544,96	519,8		
PHF [ms ²]	M	2548,82	2673,36	-124,53	ns	1858,88	2263,34	-404,46	ns
	SD	2378,2	2185,62			1076,46	1783,72		
LF/HF	M	0,29	0,37	-0,07	ns	0,34	0,41	-0,07	ns
	SD	0,29	0,35			0,34	0,37		
RR [s]	M	0,93	0,95	-0,01	ns	0,89	0,93	-0,04	*
	SD	0,116	0,12			0,11	0,09		
MSSD [ms ²]	M	6959,28	7513,01	-553,73	ns	4946,83	6051,12	-1104,29	ns
	SD	5990,97	6281,72			3160,08	3461,94		
PT [ms ²]	M	3416,84	3544,35	-127,51	ns	2637,80	3197,41	-559,61	ns
	SD	2998,96	2367,42			1327,97	2125,46		

Vysvětlivky:

Před - hodnoty surových ukazatelů pro 2. leh při 1. ortoklinostatickém manévru

Po - hodnoty surových ukazatelů pro 2. leh při 2. ortoklinostatickém manévru

M - aritmetický průměr

SD - směrodatná odchylka

Statistický významné hodnoty: párový T – test **p*≤0,05

Tabulka 16. Srovnávání hodnot surových dat během druhých lehů obou ortoklinostatických manévru pro muže.

Ukazatel Muži n=12		Parafín				Lavatherm			
		Před	Po	Rozdíl	p	Před	Po	Rozdíl	p
PVLf [ms ²]	M	264,96	409,71	-144,75	ns	407,60	582,65	-175,04	ns
	SD	260,65	481,93			659,82	484,57		
PLF [ms ²]	M	912,1	1187,38	-275,28	ns	855,94	918,15	-62,21	ns
	SD	1003,84	1011,12			664,46	673,36		
PHF [ms ²]	M	1369,95	1659,29	-289,34	ns	1536,23	1494,94	41,29	ns
	SD	1431,74	1428,57			1178,22	1185,13		
LF/HF	M	1,58	1,75	-0,16	ns	1,48	1,67	-0,18	ns
	SD	2,71	2,02			2,96	2,98		
RR [s]	M	1,05	1,03	0,01	ns	1,01	1,02	-0,01	ns
	SD	0,1	0,09			0,08	0,11		
MSSD [ms ²]	M	5209,07	7477,54	-2268,47	ns	4221,43	5131,33	-909,89	ns
	SD	4929,96	8339,95			2390,89	3924,01		
PT [ms ²]	M	2547,01	3256,39	-709,37	ns	2799,77	2995,75	-195,97	ns
	SD	2009,73	1638,41			1325,08	1209,67		

Vysvětlivky:

Před - hodnoty surových ukazatelů pro 2. leh při 1. ortoklinostatickém manévru

Po - hodnoty surových ukazatelů pro 2. leh při 2. ortoklinostatickém manévru

M - aritmetický průměr

SD - směrodatná odchylka

Statistický významné hodnoty: párový *T* – test **p*≤0,05

Dále jsme porovnávali hodnoty surových dat naměřené v sedu v klidu s hodnotami během aplikace parafínu či lavathermu po 5, 10 a 15 minutách aplikace.

Pro celý soubor jsme po 5 minutách aplikace parafínu zaznamenali snížení hodnot pro ukazatele PLF, RR, MSSD a PT, po deseti minutách aplikace se snížily hodnoty PLF, PHF, RR, MSSD a PT a po 15 minutách aplikace se snížily hodnoty ukazatelů PHF, RR, MSSD a PT.

Hodnoty naměřené během aplikace lavathermu pro celý soubor se po 5 minutách aplikace snížily u ukazatelů RR a MSSD, po 10 minutách se snížily hodnoty ukazatele RR a po 15 minutách aplikace jsme zaznamenali snížení hodnot ukazatelů PHF a RR.

Hodnoty, které byly naměřeny pro skupinu žen během aplikace parafínu se po 5 minutách aplikace snížily pro ukazatele PLF, RR a PT, po 10 minutách se snížily pro

ukazatele PVLf, PLf, RR, MSSD a PT, po 15 minutách aplikace se snížily pro ukazatele PLf, PHF, RR, MSSD a PT.

Pro skupinu žen při aplikaci lavathermu po 5 minutách aplikace bylo zjištěno signifikantní snížení hodnot ukazatelů RR a MSSD, po 10 minutách se snížily hodnoty ukazatele RR a po 15 minutách aplikace jsme zaznamenali snížení hodnot ukazatelů PHF a RR.

Pro skupinu mužů jsme zaznamenali signifikantní snížení hodnot ukazatele RR po 5, 10 i 15 minutách aplikace parafínu i lavathermu. Dále se významně snížila hodnota ukazatele MSSD po 10 minutách aplikace parafínu.

Tabulka 17. Hodnoty surových dat pro celý soubor naměřené během sedu v klidu srovnané s hodnotami naměřenými po 5, 10 a 15 minutách aplikace parafínu

Ukazatel Celý soubor n=30		SK	SU1	Rozdíl	p	SU2	Rozdíl	p	SU3	Rozdíl	P
PVLf [ms ²]	M	508,04	340,22	167,8	ns	324,28	183,8	ns	337,2	170,8	ns
	SD	687,1	276,68			291,07			374,44		
PLf [ms ²]	M	1538,24	1303,74	234,5	*	1125,96	412,3	*	1254,38	283,9	ns
	SD	2352,43	2435,26			1966,44			2406,76		
PHF [ms ²]	M	1037,72	830,86	206,9	ns	758	279,7	*	712,98	324,7	*
	SD	1327,89	738,81			839,42			828,61		
LF/HF	M	3,34	2,91	0,42	ns	3,8	-0,45	ns	3,59	-0,24	ns
	SD	5,81	4,61			6,23			5,57		
RR [s]	M	0,84	0,81	0,02	*	0,79	0,04	*	0,79	0,05	*
	SD	0,12	0,1			0,1			0,1		
MSSD [ms ²]	M	2902,41	2340,72	561,7	*	2015,64	886,8	*	1963,42	939	*
	SD	3216,07	2242,97			2222,13			2236,8		
PT [ms ²]	M	3084	2474,83	609,2	*	2208,26	875,7	*	2304,57	779,4	*
	SD	2890,33	2603,67			2191,46			2584,2		

Vysvětlivky:

SK - hodnoty surových dat naměřené během sedu v klidu

SU1 - hodnoty surových dat naměřené po 5 minutách aplikace parafínu

SU2 - hodnoty surových dat naměřené po 10 minutách aplikace parafínu

SU3 - hodnoty surových dat naměřené po 15 minutách aplikace parafínu

M - aritmetický průměr

SD - směrodatná odchylka

Statistický významné hodnoty: párový T – test * $p \leq 0,05$, ns - nesignifikanční hodnoty

Tabulka 18. Hodnoty surových dat pro celý soubor naměřené během sedu v klidu srovnané s hodnotami naměřenými po 5, 10 a 15 minutách aplikace lavathermu

Ukazatel Celý soubor n=30		SK	SU1	Rozdíl	p	SU2	Rozdíl	p	SU3	Rozdíl	P
PVLf [ms ²]	M	358,65	337,06	21,59	ns	280,15	78,5	ns	324,72	33,93	ns
	SD	296,22	253,83			250,35			281,59		
PLf [ms ²]	M	989,99	1025,67	-35,68	ns	1167,6	-177,6	ns	1302,99	-313	ns
	SD	1197,96	1710,72			1981,11			2243,98		
PHf [ms ²]	M	678,83	592,35	86,48	ns	565,72	113,1	ns	439,7	239,1	*
	SD	927,89	875,23			975,91			732,03		
LF/HF	M	3,53	3,71	-0,17	ns	3,82	-0,28	ns	5,07	-1,54	ns
	SD	3,78	5,8			5,15			8,68		
RR [s]	M	0,81	0,77	0,03	*	0,75	0,05	*	0,74	0,06	*
	SD	0,1	0,09			0,09			0,09		
MSSD [ms ²]	M	1913,12	1587,62	325,5	*	1552,02	361,1	ns	1332,28	580,8	ns
	SD	2669,94	2272,37			2507,52			2247,81		
PT [ms ²]	M	2027,48	1955,09	72,38	ns	2013,48	14	ns	2067,41	-39,93	ns
	SD	1553,29	1917,33			2253			2445,26		

Vysvětlivky:

SK - hodnoty surových dat naměřené během sedu v klidu

SU1 - hodnoty surových dat naměřené po 5 minutách aplikace lavathermu

SU2 - hodnoty surových dat naměřené po 10 minutách aplikace lavathermu

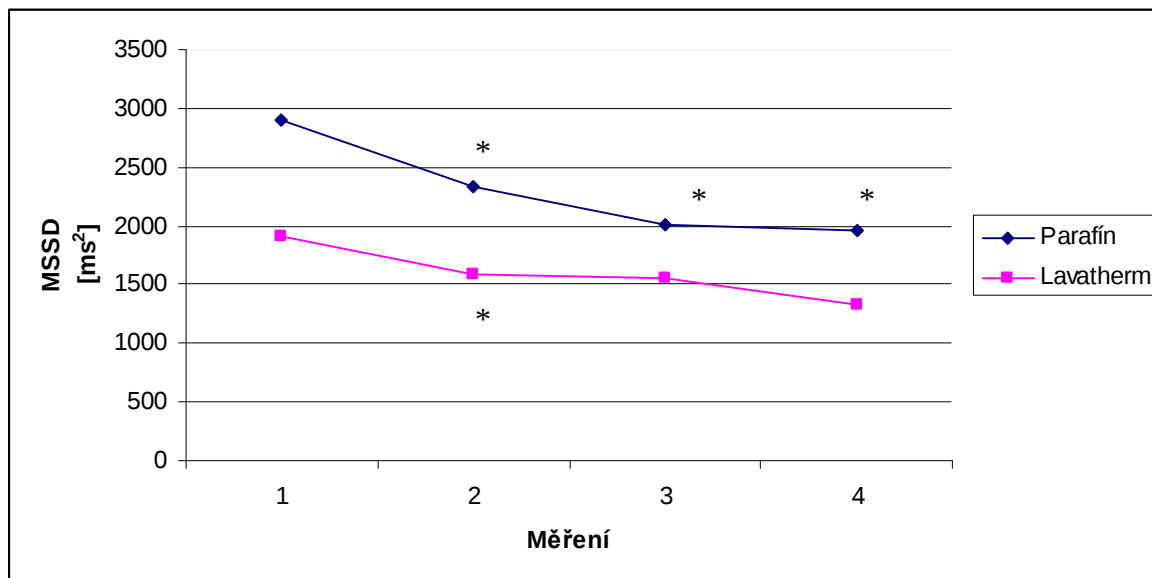
SU3 - hodnoty surových dat naměřené po 15 minutách aplikace lavathermu

M - aritmetický průměr

SD - směrodatná odchylka

Statistický významné hodnoty: párový T – test * $p \leq 0,05$, ns - nesignifikanční hodnoty

Obrázek 7. Změny ukazatele MSSD pro celou skupinu během aplikace hypertermního podnětu srovnávané s hodnotou MSSD v sedu v klidu.



Vysvětlivky:

1 měření – měření hodnoty MSSD během sedu v klidu

2 měření – měření hodnoty MSSD po 5 minutách aplikace parafínu či lavathermu

3 měření – měření hodnoty MSSD po 10 minutách aplikace parafínu či lavathermu

4 měření – měření hodnoty MSSD po 15 minutách aplikace parafínu či lavathermu

Statistický významné hodnoty: párový T – test * $p \leq 0,05$

Vyjádření k hypotéze H3

Aplikace hypertermního podnětu na C/Th přechod způsob vzestup aktivity vagu.

Zaznamenali jsme statisticky významné změny u hodnot ukazatelů VA pro skupinu mužů při aplikaci parafínu – snížení. Dle snížení ukazatele VA se vagová aktivita snížila. Dále se významně snížila hodnota ukazatele SVB pro skupinu mužů při aplikaci lavathermu. Ukazatel MSSD jevil klesající charakter během aplikace parafínu při porovnávání sedu v klidu s hodnotami po 5, 10 a 15 minutách.

Hypotézu H3 zamítáme.

6 DISKUSE

V dnešní moderní době je tepelná terapie stále důležitá a také účinná forma terapie. Povrchová termoterapie je využívána ke zmírnění svalových nebo kloubních bolestí, a to samostatně či k doplnění jiné terapie a lze ji aplikovat různými metodami (Reis, 2004).

Nejvýznamnější účinek na organismus má termoterapie na změnách prokrvení. Při celkových pozitivních i negativních aplikacích termoterapie platí Daster-Moratovo pravidlo, tzn., že cévy vnitřních orgánů reagují opačně než cévy kůže. Celková aplikace pozitivní termoterapie vyvolá vasodilataci v kůži a ve splachnické oblasti a ve svalech vasokonstrikci (Jandová, 2009).

Poděbradský & Poděbradská (2009) uvádějí, že během lokální aplikace pozitivního podnětu na daný dermatom dochází ke zvýšenému prokrvení vnitřního orgánu v příslušném segmentu. Dochází k velkému podráždění termoreceptorů a zvýšení aferentního toku prostřednictvím C vláken do zadních rohů míšních příslušného segmentu. Díky zvýšené aferenci dochází k aktivaci excitačních synapsí interneuronů a tím i k facilitaci neuronů předních rohů míšních daného segmentu. V kapilární vrstvě koria dochází k přesunu tepla do kapilární krve a je odváděna centripetálně.

Během náhlé aplikace horkého podnětu nebo procedury dochází u zdravého organismu ke krátkodobé vazokonstrikci, která je rychle střídána rychlou vasodilatací. Jsou zasaženy především drobné artérie a větvy. Tonus cévní stěny je neustále udržován. Oproti tomu při pomalém nástupu teploty se okamžitě uplatní vasodilatace. Při delším působení tepla dojde k poklesu tonu cévní stěny a výrazné hyperémii (Poděbradský & Vařeka, 1998).

Chandler, Preece & Lister (2002) uvádějí, že teplo stimuluje termoreceptory v kůži i v hlubších tkáních. Dle Takáčové (2011) pozitivní termoterapie působí analgeticky a uvolňuje svalové spazmy. Zvyšuje teplotu tkání, prokrvení, látkovou výměnu a elasticitu pojivové tkáně. Teplo je do tkání přiváděno vedením, prouděním nebo konverzí. Studie Nadlera, Weinganda & Kruse (2004) popisuje, že zvýšení teploty tkáně je spojeno se zvýšením tkáňového metabolismu. Toto zvýšení metabolismu napomáhá hojení tím, že zvyšuje katabolické i anabolické reakce potřebné k degradaci a odstranění vedlejších metabolických produktů poškozené tkáně.

Studie Davise, Kwana a Crawleyho (1998), která zkoumala aktivitu mozku během aplikace tepelného podnětu uvádí, že během aplikace tepla pomocí obkladů na kůži se aktivuje oblast thalamu a inzuly. Tyto přímé účinky na mozek mohou zmírnit pocit bolesti.

Aplikace tepla přímo na kůži zvyšuje teplotu hlubokých tkání a průtok krve. Mulkern et al. (1999) zjistili, že aplikace hypertermního podnětu (horké obklady) o 40°C na oblast bederní páteře zvyšuje teplotu tkání o 5°C, 3,5°C a 2°C v hloubce 19 mm, 28 mm a 30 mm pod kůží. Reid, Foley, Prior, Weingand & Meyer (1999) uvádějí, že aplikace tepla na kolenní kloub má za následek zvýšení krevního průtoku v popliteální arterii o 29 %, 94 % a 200 % po 35 minutách od aplikace při aplikovaném teple 38°C, 40°C a 43°C

6.1 Hypertermního podnět na C/Th přechod a jeho vliv na krevní tlak

Informace týkající se změn krevního tlaku při aplikaci na C/Th přechod se nachází v publikacích Poděbradského a Vařeky (1998) a Poděbradského a Poděbradské (2009). Obě publikace mluví o enormním zvyšování KT, především diastolického, během této aplikace. Dále uvádí, že by tato aplikace měla tedy být brána jako kontraindikace. Neuvádí však, v jakém časovém odstupu od aplikace nastává enormní zvýšení KT, zdali nastává skokem či postupným nárůstem a také jak dlouhou dobu ono zvýšení přetrvává. Také nepopisuje zdali se toto zvýšení týká osob zdravých či osob se zdravotními komplikacemi či zdali je toto zvýšení závislé na pohlaví.

Rozhodli jsme se zaznamenávat hodnoty KT u s žádnou chorobou neléčících se mladých probandů – normotoniků. Dle evropské organizace ESH/ESC (European Society of Hypertension/European Society of Kardiology) je normální krevní tlak klasifikován hodnotami < 129/ < 84 mmHg (Piskáčková & Forejt, 2011). Hodnoty byly měřeny bezprostředně po aplikaci hypertermního podnětu, po 5 minutách aplikace, po 10 minutách aplikace a po 15 minutách aplikace. Dále jsme porovnávali hodnoty KT obou ortoklinostatických manévru a to u stojů a druhých lehů.

6.1.1 Hodnoty krevního tlaku zaznamenané během ortoklinostatických manévru

Porovnali jsme hodnoty systolického i diastolického TK při stoji u prvního a druhého ortoklinostatického manévru. Aplikace hypertermního podnětu probíhala mezi těmito dvěma manévry. Hodnoty STK pro celý soubor byly znatelně nižší v druhém stoji při aplikaci parafínu, snížily se z 119,50 mmHg na 115,83 mmHg, taktéž pro skupinu žen z 118,61 mmHg na 113,33 mmHg. Žádné statisticky významné změny hodnot STK nebyly zjištěny během aplikace lavathermu, taktéž pro skupinu mužů při aplikaci parafínu. Podobně jako hodnoty STK byly zjištěny hodnoty DTK statisticky významně nižší ve druhém stoji pro celou skupinu, došlo ke snížení hodnot z 79,83 mmHg na 77,33 mmHg, a pro skupinu žen při

aplikaci parafínu z 79,44 mmHg na 76,38 mmHg. Hodnoty během aplikace lavathermu a pro skupinu mužů při aplikaci parafínu nenabývaly statistické významnosti.

Následovalo vyhodnocení změn TK při druhém lehu obou ortoklinostatických manévru. Hodnoty STK neukázaly žádné signifikantní rozdíly. U skupiny žen se hodnoty DTK druhého lehu 2. ortoklinostatického manévru při aplikaci parafínu jeví výrazně nižší, a to z 76,11 mmHg na 72,22 mmHg, kdežto u skupiny mužů byly hodnoty DTK vyšší jak při aplikaci parafínu z 73,33 mmHg na 77,91 mmHg, tak při aplikaci lavathermu z 74,16 mmHg na 77,50. Hodnoty DTK pro celý soubor se výrazně neměnily.

Hodnoty STK u stoje i u lehu měly klesající charakter u všech skupin, ale hodnoty DTK měly nejednotnou tendenci, objevil se jak klesající charakter tak i charakter stoupající. Veškeré hodnoty krevního tlaku, jak systolického tak i diastolického, naměřené během obou ortoklinostatických manévru, se dle evropské organizace ESH/ESC pohybují v rozmezí optimálního krevního tlaku a tudíž nezpůsobují žádnou újmu na zdraví.

6.1.2 Hodnoty krevního tlaku zaznamenané po aplikaci hypertermního podnětu

Následně jsme porovnávali hodnoty STK i DTK naměřené v sedu v klidu s hodnotami TK během aplikace parafínu či lavathermu po 5, 10 a 15 minutách aplikace. Po 5 minutách aplikace se u žádné ze skupin hodnoty STK se výrazně neměnily, hodnoty DTK se statisticky významně zvýšily pro celý soubor během aplikace lavathermu z 75,66 mmHg na 77,50 mmHg. Po 10 minutové aplikaci nenastaly v hodnotách STK žádné významné změny, u mužů během aplikace parafínu byly zaznamenány vyšší hodnoty DTK z 78,33 mmHg na 81,25 mmHg. Po 15 minutách aplikace došlo ke snížení hodnot STK u skupiny žen při aplikaci lavathermu z 113,33 mmHg na 110,83 mmHg, pro hodnoty DTK nebyly pozorovány významné rozdíly.

Hodnoty STK mají klesající charakter u celého souboru, u skupiny žen i u skupiny mužů, ačkoli na statistické významnosti nabraly pouze po 15 minutách aplikace u skupiny žen při aplikaci lavathermu. Oproti tomu hodnoty DTK se vyznačovaly mírně stoupajícím charakterem pro všechny tři skupiny, i když statisticky významné byly pouze hodnoty pro celý soubor po 5 minutách aplikace lavathermu a pro skupinu mužů po 10 minutách aplikace parafínu. Veškeré změny krevního tlaku ovšem pohybují neustále v rozmezí 0 – 5 mmHg a také je lze zařadit do hodnot optimálního krevního tlaku. Nelze tedy mluvit o enormním zvyšování či snižování TK.

Statistické vyhodnocení jsme provedli také u hodnot STK i DTK u sedu v klidu s hodnotami naměřenými bezprostředně po aplikaci hypertermního podnětu. Ovšem nezaznamenali jsme žádné statisticky významné změny na hodnotách krevního tlaku. Hodnoty STK pro celý soubor mírně klesaly pro aplikaci parafínu, u aplikace lavathermu nenastaly žádné změny. Hodnoty pro skupiny žen a mužů měly nejednotný charakter. U skupiny žen vidíme během aplikace parafínu mírné zvýšení, kdežto během aplikace lavathermu se hodnoty snížily. U skupiny mužů během aplikace parafínu se hodnoty zanedbatelně snížily, kdežto u aplikace lavathermu se mírně zvýšily. Dále u hodnoty DTK pro celý soubor ukázaly mírně zvyšující se charakter, taktéž pro skupinu mužů během aplikace parafínu i lavathermu. U skupiny žen zůstaly zcela nezměněné.

6.1.3 Závislost změn krevního tlaku

Vysvětlení pro tyto změny TK by možno mohla být právě aplikace hypertermního podnětu. Ze zahraniční literatury jsme objevili pouze jeden článek zabývající se aplikací hypertermního podnětu. Taeymans, Clijsen, Clarys a Duquet (2003) zkoumali vliv aplikace 2500 cm² parafínovopeloidového obkladu o teplotě 42°C na krevní tlak při aplikaci na záda. Ačkoli je tento typ aplikace běžně považován za kontraindikovaný u osob s kardiovaskulárním onemocněním, nebyl zjištěn žádný vliv na hodnoty krevního tlaku. Tudíž tato studie zvyšování či snižování krevního tlaku vyvrací .

Nezaznamenali jsme žádnou závislost ve změnách krevního tlaku co se týče substance přenášející tepelný podnět na organismus. Nelze říci, že by parafín či lavatherm ovlivňoval určitým způsobem krevní tlak, ať už zvýšením či snížením. Dále nemůžeme s přesností říci zdali na změny krevního tlaku má vliv pohlaví. Vidíme zde nejednotné výsledky pro celý soubor probandů, zvláště i pro skupinu žen i mužů.

6.1.4 Věcná významnost změn krevního tlaku

Odchylka měření přístroje se pohybuje ± 3 mmHg, tudíž se zamýšlíme nad tím, zdali lze statisticky významným změnám přisoudit i věcnou významnost. Během porovnávání TK u ortoklinostatických manévrů, nejprve u stoje se STK snížil o 3,66 mm Hg pro celou skupinu a u žen se snížil nejvíce ze všech měření TK o 5,27 mm Hg během aplikace parafínu. U DTK jsme zaznamenali snížili u celé skupiny o 2,5 mm Hg a u žen o 3,05 mm Hg při aplikaci parafínu. Při porovnávání lehů jsme zjistili, že u skupiny žen se DTK snížil o 3,88 mm Hg,

zatímco u skupiny mužů se zvýšil během aplikace parafínu o 4,58 mm Hg a během aplikace lavathermu se zvýšil o 3,33 mm Hg.

Dále jsme zaznamenali rozdíly u skupiny žen u hodnot STK v sedu v klidu porovnané s hodnotou TK naměřenou po 15 minutách aplikace lavathermu, a to snížení o 2,5 mm Hg. U hodnot DTK jsme zjistili nárůst u skupiny mužů po 10 minutách aplikace parafínu o 2,91 mm Hg. U celé skupiny jsme zaznamenali po 5 minutách aplikace lavathermu zvýšení DTK o 1,83 mm Hg.

Lze tedy říci, že pokles STK i DTK u stoje i lehu druhého ortoklinostatického manévru pro skupinu žen během aplikace parafínu berem v potaz jako statisticky i věcně významný, taktéž pro celou skupinu pro hodnoty STK při aplikaci parafínu. Za věcně významný můžeme považovat nárůst hodnot DTK pro skupinu mužů během aplikace parafínu. O ostatních statisticky významných hodnotách, které se pohybují v rozmezí ± 3 mmHg, lze pochybovat ve smyslu věcné významnosti.

6.1.5 Vliv tepelného podnětu na krevní tlak

Pro porovnání lze uvést následující studie zabývající se aplikací tepelného podnětu na hodnoty krevního tlaku. Ovšem i tyto aplikace tepla nepopisují zvyšování KT.

Gardner, Hoch a LaFonte (2007) zkoumali vliv teploty na krevní tlak během namočení pravé horní končetiny probanda do vody o různých teplotách: 5°C, 42°C a 23°C. Tepová frekvence a krevní tlak byl měřen 3x na levé ruce, a to ihned po ponoření pravé končetiny do vody, dále po 1 a půl minutě po ponoření a po třech minutách od namočení. Výsledky ukázaly, že hodnoty TK byly vyšší během expozice ve studené vodě než ve vodě horké. Ve vodě horké došlo ke snížení krevního tlaku, ovšem po jeho iniciálním vzrůstu.

Různými autory byl zjišťován vliv sauny na kardiovaskulární systém. Všechny fyziologické a hormonální vlivy sauny byly zjištěny jako přechodné (Hannuksela & Ellaham, 2001). Systolický krevní tlak je některými autory uváděn jako neměnný (Kukkonen-Harjula & Kauppinen, 2006; Leppäluoto, Tuominen, Väänänen, Karpakka & Vuori, 1989), další autoři uvádí, že klesá o 8-31 mm Hg (Giannetti et al., 1999) Diastolický tlak je uváděn jako neměnný (Giannetti et al., 1999) či jako snížený o 6-39 mm Hg (Kukkonen-Harjula & Kauppinen, 2006). Krevní tlak může ovšem rapidně klesnout po saunování a může vyústit až v synkopu. Sauna má ovšem i vliv terapeutický, kdy pravidelné návštěvy sauny mohou snížit krevní tlak u pacientů s hypertenzí (Hannuksela & Ellaham, 2001). Sauna je však

kontraindikovány pro pacienty s nestabilní anginou pectoris, s nedávným infarktem myokardu či těžkou aortální stenózou (Luurila, 1992).

6.2 Vyhodnocení SA HRV

6.2.1 Komplexní věkové ukazatele

Srovnávali jsme hodnoty komplexních ukazatelů – komplexní index vagové aktivity (VA), komplexní index sympatovagové balance (SVB) a celkové skóre (CS) - druhých ležů obou ortoklinostatických manévřů. Zaznamenali jsme statisticky významné změny u hodnot ukazatelů VA pro skupinu mužů při aplikaci parafínu – snížení – a to z hodnoty 0,01 na – 0,96. Dle snížení ukazatele VA se vagová aktivita snížila. Dále se významně snížila hodnota ukazatele SVB pro skupinu mužů při aplikaci lavathermu z -0,30 na – 1,36. Ukazatel CS neprokázal žádné statisticky významné změny. Pro celý soubor byla aktivita vagu v druhém lehu snížena dle ukazatele SVB, ačkoli nebyla statisticky významná. Čím vyšší je bodová hodnota daného ukazatele, tím výhodnější je ladění ANS – vzestup CS je hodnocen jako vzestup výkonnosti ANS, vzestup VA jako vzestup aktivity vagu a vzestup SVB jako posun aktivity ANS směrem k vagu (Stejskal, Jakubec, Příkryl & Salinger, 2004).

Jednoznačně nelze vyvodit z jakého důvodu nastaly tyto změny. Snížení aktivity vagu bychom mohli přisuzovat dlouhé době měření. Každý proband podstoupil 80 minutové měření a to jak při aplikaci parafínu tak při aplikaci lavathermu, v druhém ortoklinostatickém manévru tudíž mohla nastat únava. Dále bychom mohli uvažovat o psychickému stresu či únavě, např. zkouškové období – všichni probandi byli studenti vysoké školy (Tonhajzerová & Javorka, 2000).

6.2.2 Běžně sledované ukazatele HRV

Následně jsme vyhodnocovali surová data během druhých ležů obou ortoklinostatických manévřů. Pro celý soubor během aplikace lavathermu jsme zaznamenali nárůst hodnoty ukazatele R-R z 0,93 na 0,97. Stejnou tendenci pozorujeme u skupiny žen při aplikaci lavathermu taktéž pro R-R ukazatel z 0,89 na 0,93.

Porovnávali jsme také běžně sledované ukazatele HRV naměřené v sedu v klidu s hodnotami během aplikace parafínu či lavathermu po 5, 10 a 15 minutách aplikace.

Po 5 minutách aplikace parafínu jsme pro celý soubor zaznamenali snížení hodnot pro ukazatele PLF, R-R, MSSD a PT, po 10 minutách aplikace se snížily hodnoty PLF, PHF, R-R, MSSD a PT a po 15 minutách aplikace se snížily hodnoty ukazatelů PHF, RR, MSSD a PT.

Hodnoty naměřené během aplikace lavathermu pro celý soubor se po 5 minutách aplikace snížily u ukazatelů R-R a MSSD, po 10 minutách se snížily hodnoty ukazatele RR a po 15 minutách aplikace jsme zaznamenali snížení hodnot ukazatelů PHF a RR.

Hodnoty, které byly naměřeny pro skupinu žen během aplikace parafínu se po 5 minutách aplikace snížily pro ukazatele PLF, R-R a PT, po 10 minutách se snížily pro ukazatele PVLF, PLF, R-R, MSSD a PT, po 15 minutách aplikace se snížily pro ukazatele PLF, PHF, R-R, MSSD a PT.

Pro skupinu žen při aplikaci lavathermu po 5 minutách aplikace bylo zjištěno signifikantní snížení hodnot ukazatelů RR a MSSD, po 10 minutách se snížily hodnoty ukazatele R-R a po 15 minutách aplikace jsme zaznamenali snížení hodnot ukazatelů PHF a R-R.

Pro skupinu mužů jsme zaznamenali signifikantní snížení hodnot ukazatele R-R po 5, 10 i 15 minutách aplikace parafínu i lavathermu. Dále se významně snížila hodnota ukazatele MSSD po 10 minutách aplikace parafínu.

Lze tedy říci, že veškeré hodnoty běžně sledovaných ukazatelů HRV mají po aplikaci hypertermního podnětu klesající charakter. Významně se snižovala hodnota MSSD pro celou skupinu během aplikace parafínu (viz Obrázek 7). Signifikantní snížení nenastalo u všech ukazatelů, avšak docházelo k mírnému snížení u všech ukazatelů, krom ukazatelů LF/HF jak během aplikace parafínu tak během aplikace lavathermu pro celou skupinu a také pro ukazatel PLF během aplikace parafínu pro celou skupinu. Vidíme tedy mírné zvýšení aktivity sympatiku a tudíž i redukci aktivity ANS.

Dle ukazatele R-R vidíme, že před aplikací (v sedu v klidu) hypertermního podnětu měli námi z nezjistitelných důvodů probandi nižší srdeční frekvenci než po aplikaci. Srdeční frekvenci lze spočítat dle vzorce $60/RR$. Kdežto při porovnání SF během lehu ortoklinostatických manévru lze říci, že se SF v druhém lehu snížila.

Nelze s přesností říci proč docházelo k těmto změnám aktivity vagu. Vlčková et al. (2010) uvádí, že vliv pohlaví má jednoznačně menší vliv na výsledky SA HRV než např. věk. Maximálních hodnot nabývá v pubertě, adolescenci a v mladším dospělém věku. Více studií uvádí, že byl zaznamenán signifikantní pokles hodnot spektrálního výkonu nízké i vysokofrekvenčního pásma i celkového spektrálního výkonu právě s věkem (Agelink et al., 2001; Park, Lee & Jeong, 2007).

7 ZÁVĚR

Podářilo se nám splnit hlavní cíl práce – posoudit vliv aplikace hypertermního podnětu do C/Th přechodu na hodnoty krevního tlaku. Následně jsme hodnotili vliv hypertermního podnětu na variabilitu srdeční frekvence. Využívali jsme k měření parafín, který jsme aplikovali pomocí roušky a gelový sáček – lavatherm. Obě tyto substance byly nahřáty na 56°C pomocí přístroje E – Combi 2000.

Nalezli jsme signifikantní rozdíly v hodnotách STK i DTK při srovnávání stoje i druhého lehu u ortoklinostatických manévru a také při porovnávání hodnot TK v sedu v klidu s hodnotami naměřenými po 5, 10, 15 minutách aplikace parafínu či lavathermu. Ovšem pokud se zamyslíme na věcnou významnost výsledků a bereme v potaz odchylku měření ± 3 mm Hg, nejvýznamnější změny STK i DTK nastaly u stoje i lehu druhého ortoklinostatického manévru. Pro skupinu žen během aplikace parafínu u hodnoty STK nastalo snížení o 5,27 mm Hg u stoje, dále pro celou skupinu u hodnot STK o 3,66 mm Hg při aplikaci parafínu. Při porovnávání lehů jsme zjistili, že u skupiny žen se DTK snížil o 3,88 mm Hg. Nárůst hodnot DTK o 4,58 mm Hg pro skupinu mužů během aplikace parafínu také považujeme za věcně významný. V žádném z těchto případů ovšem nelze mluvit o enormním zvyšování či snižování krevního tlaku. Nenalezli jsme žádnou závislost změn TK na pohlaví či na substanci, která teplo přenáší.

Během měření jsme zaznamenali také změny variability srdeční frekvence. Pro skupinu mužů se jevíly statisticky významné hodnoty ukazatele VA během aplikace parafínu a dále se významně snížila hodnota ukazatele SVB také pro skupinu mužů při aplikaci lavathermu. Ukazatel MSSD signifikantně klesal během aplikace parafínu u celé skupiny při porovnání sedu v klidu s hodnotami po 5, 10 a 15 minutách. Lze tedy říci, že nastalo mírné zvýšení aktivity sympatiku a tudíž i redukce aktivity ANS.

8 SOUHRN

Hlavním cílem práce bylo posoudit zdali hypertermní podnět aplikovaný do C/Th přechodu má vliv hodnoty krevního tlaku u mladých zdravých lidí. Dále jsme zjišťovali jestli má tento hypertermní podnět vliv na aktivitu autonomního nervového systému.

V teoretické části jsme se zabývali problematikou termoterapie a jejím vlivem na organismus, dále poznatky týkající se krevního tlaku, anatomie a fyziologie ANS, variabilitou srdeční frekvence a metodou hodnocení variability srdeční frekvence.

Soubor probandů tvořil 30 studentů Univerzity Palackého v Olomouci, z toho 18 žen a 12 mužů s věkovým průměrem 23,7 let (SD 1,71). Všichni probandi byli bez medikace a bez závažných zdravotních problémů.

Každý proband se zúčastnil výzkumu 2x a to nejprve při aplikaci parafínové roušky na C/Th přechod a po uplynutí jednoho týdne byl na stejné místo aplikován lavatherm. Aplikace hypertermního podnětu trvala 15min a během obou měření byla dodržena teplota kontaktního média 56°C. Každému probandovi byl měřen krevní tlak auskultační metodou a dále byla zaznamenávána aktivita autonomního nervového systému pomocí spektrální analýzy variability srdeční frekvence. K záznamu aktivity ANS jsme využili přístroj VarCor PF7. Celé vyšetření trvalo 80 minut.

Nejvýznamnější změny STK i DTK nastaly u stoje i lehu druhého ortoklinostatického manévru. Pro skupinu žen během aplikace parafínu u hodnoty STK nastalo snížení o 5,27 mm Hg u stoje, dále pro celou skupinu u hodnot STK o 3,66 mm Hg při aplikaci parafínu. Při porovnávání lehů jsme zjistili, že u skupiny žen se DTK snížil o 3,88 mm Hg. Nárůst hodnot DTK o 4,58 mm Hg pro skupinu mužů během aplikace parafínu také považujeme za věcně významný. V žádném z těchto případů ovšem nelze mluvit o enormním zvyšování či snižování krevního tlaku. Nenalezli jsme žádnou závislost změn TK na pohlaví či na substanci, která teplo přenáší.

Během měření jsme zaznamenali také změny variability srdeční frekvence. Pro skupinu mužů se jevíly statisticky významné hodnoty ukazatele VA během aplikace parafínu a dále se významně snížila hodnota ukazatele SVB taktéž pro skupinu mužů při aplikaci lavathermu. Ukazatel MSSD signifikantně klesal během aplikace parafínu u celé skupiny při porovnání sedu v klidu s hodnotami po 5, 10 a 15 minutách. Lze tedy říci, že nastalo mírné zvýšení aktivity sympatiku a tudíž i redukce aktivity ANS

9 SUMMARY

The main objective was to assess whether the hyperthermic stimulus applied to the C / Th transition affects blood pressure in young healthy people. We also investigated whether the hyperthermic stimulus has an impact on the activity of the autonomic nervous system.

In the theoretical part we deal with thermotherapy and its influence on the organism, as well as knowledge concerning blood pressure, anatomy and physiology of the ANS, heart rate variability and method of assessing heart rate variability.

File probands formed 30 students the Palacky University in Olomouc, including 18 women and 12 men with an average age of 23.7 years (SD 1.71). All probands were without medication and without serious health problems.

Each proband participated research 2x and first in the application of paraffin masks on the C / Th transition and after one week was applied lavatherm to the same place. Application hyperthermic initiative lasted 15 minutes and during the two measurements was observed media contact temperature 56 ° C. Each probands was measured blood pressure by the auscultatory and the autonomic nervous system activity was recorded by spectral analysis of heart rate variability. We used VarCor PF7 to the ANS activity recording device. The whole examination lasted 80 minutes.

The most significant changes in SBP and DBP occurred at standing or lying second orthoclinostatic maneuver. For a group of women during the application of paraffin occurred at values of SBP reduction of 5,27 mm Hg in the standing position, then the entire group with SBP values of 3,66 mm Hg in the application of paraffin. When comparing the lying, we found that in women group decreased DBP by 3.88 mm Hg. The increase in DBP values of 4.58 mm Hg for the group of men during the application of paraffin also consider substantively significant. In none of these cases can not talk about enormous increases or reductions in blood pressure. We found no changes in BP dependence on sex or to a substance that transmits heat.

We also noticed changes in heart rate variability during the measurement. For a group of men appeared to be statistically significant indicators of VA during the application of paraffin and significantly reduced the value of the indicator SVB also for a group of men in lavatherm application. MSSD indicator declined significantly during the application of paraffin on the whole group when compared to sitting at rest with values of 5, 10 and 15

minutes. We can say that there was a slight increase in sympathetic activity and thus the reduction of ANS activity

10 REFERENČNÍ SEZNAM

Agelink, M.W., Malessa, R., Baumann, B., Majewski, T., Akila, F., Zeit, T., & Ziegler, D. (2001). Standardized tests of heart rate variability: normal ranges obtained from 309 healthy humans, and effects of age, gender and heart rate. *Clinical autonomic research*, 11, 99-108.

Ambler, Z. (2006). *Základy neurologie*. (6th. Ed.). Praha: Galén, Karolinum.

Anonymous (2012). *Physical therapy liability*. Hatboro: Healthcare providers service organisation.

Anonymous (2012a). Retrieved 23. 2. 2012 from the World Wide Web: www.ormedent.cz.

Anonymous (2012b). Retrieved 23. 2. 2010 from the World Wide Web: www.samoleceni.cz.

Anonymous (2012c). Retrieved 23. 2. 2010 from the World Wide Web: www.dimeagroup.com.

Benda, J. (2000). Peloidy v balneoterapii. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 7(2), 82-91.

Bilchick, K.C., & Berger, R.D. (2006). Heart rate variability. *Journal of cardiovascular electrophysiology*, 17(6), 691-694.

Botek, M., Stejskal, P., Jakubec, A., Řehová, I., Cipryan, L., Cipryanová, H., & Bartáková, O. (2007). Posouzení rozdílů mezi výsledky ranních a odpoledních vyšetření aktivity autonomního nervového systému metodou spektrální analýzy variability srdeční frekvence. *Česká kinantropologie*, 4, 56-63.

Botek, M., Stejskal, P., Šafář, M., & Smékal, D. (2011). Autonomic nervous system activity assesment in recreational half marathon runners. *Acta universitatis palackianae olomucensis. Gymnica*, 41(1), 7-14.

Bušek, S., Vaňková, J., Opavský, J., Salinger, J., & Nevšimalová, S. (2005). Spectral analysis of heart rate variability in sleep. *Physiological research*, 54, 369-376.

Camm, A.J. et al. (1996). Heart rate variability. Standarts of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *European heart journal*, 17, 354-381.

Capko, J. (1998). *Základy fyziatrické léčby*. Praha: Grada.

Carter, J. B., Banister, E. W., & Blaber, A. P. (2003). The effect of age on heart rate variability after endurance training. *Medicine and science in sport and exercise*, 35(8), 1333-1340.

Čihák, R. (2000). *Anatomie 3* (2th ed.). Praha: Grada.

Čihák, R., & Grim, M. (2004). *Anatomie 3* (2th ed.). Praha: Grada.

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 neurophysiology*. 80, 1533-1546.

Ezatti, M., Lopez, A.D., Rodgers, A., & Murray, Ch.L. (2003). *Comparative quantification of health risks*. Ženeva: World health organization

Fagard, R.H., Pardaens, K., & Staessen, J.A. (1999). Influence of demographic, anthropometric and lifestyle characteristics on heart rate and its variability in the population. *Journal of hypertension*. 17(11), 1589-1599.

Fölsch, U.R., Kochsiek, K., & Schmidt, R.F. (2003). *Patologická fyziologie*. Praha: Grada.

Fráňa, P., Souček, M., Řiháček, I., Bartošíková, L., & Fráňová, J. (2005). Hodnocení variability srdeční frekvence, její klinický význam a možnost ovlivnění. *Farmakoterapie*, 4, 375-377.

Gang, Y., & Malik, M. (2003). Heart rate variability analysis in general medicine. *Indian pacing and electrophysiology journal*. 3(1), 34-40.

Ganong, W.F.(2005). *Přehled lékařské fyziologie*. (20th ed.). Praha : Galén.

Gardner, S. Hoch, D., & LaFonte, B. (2007). Effects of temperature on blood pressure. University of Colorado Boulder.

Gasperin, D., Netuveli, G., Dias da Costa, J.S., & Pattusi, M.P. (2009). Effect of psychological stress on blood pressure increase: a meta-analysis of cohort studies. *Cadernos de saude publica*, 25(4), 715-726.

Giannetti, N., Juneau, M., Arsenault, A., Behr, M.A., Grégoire, J., Tessier, M., & Lariveé, L. (1999). Sauna – induced myocardial ischemia in patient with coronary artery disease. *The american journal of medicine*, 107(3), 228-233.

Gonzales-Alonso, J. (2012). Human thermoregulation and the cardiovascular system (Thermoregulation). *Experimental physiology*, 97, 340-346.

Guyton, A.C, & Hall, J.E. (2006). *Textbook of Medical Physiology*. (11th ed.). Elsevier.

Hannuksela, M.L., & Ellaham, S. (2001). Benefits and risks of sauna bathing. *The american journal of medicine*, 110, 118-126.

Hartikainen, J.E.K., Tahvanainen, K.U.O., & Kuusela, T.A. (1998) Short-term measurement of heart rate variability. In: Malik, M. (1998). *Clinical guide to cardiac autonomic tests*. (1th ed.) Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.

Havlíčková, L. a kol. (2004). *Fyziologie tělesné zátěže I. Obecná část*. Praha:Karolinum.

Hooshmand, H., & Phillips, E.M. (2011). *Spine and the autonomic nervous system*. Vero Beach, Florida: Neurological Associates Pain Management Center.

Hruboň, A., Lacko, A., Urban, M., Straka, J., & Bestvina, D. (2005). Spektrálna analýza variability RR intervalov v diagnostike vazovagálnych synkopálnych stavov. *Cardiol*, 14(1), 11–15.

Chandler A, Preece, J, & Lister, S. (2002). Using heat therapy for pain management. *Nursing Standard*, 17(9), 40–42.

Irmiš, F. (2007). *Temperament a autonomní nervový systém*. (1th ed.). Praha: Galén.

Jakubec, A., Stejskal, P., Kováčová, L., Elfmark, M., Řehová, I., Botek, M., & Petr, M. (2008). Changes in heart rate variability after a six month long aerobic dance or step-dance programme in women 40-65 years old: the influence of different degree of adherence intensity and initial levels. *Acta universitatis palackianae olomucensis. Gymnica*. 38(2), 35-43.

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

Javorka, K. (2008). Vplyv endogenných a exogénnych faktorov na variabilitu frekvencie srdca. In Javorka K. (ed.), *Variabilita frekvencie srdca*. Martin: Osvěta.

Ji, L.Y., Yang, Y.J., Li, A.G., Wang, S.F., & Wu, J.K. (2011). Robust time series processing for heart rate variability analysis in daily life. *Computing in cardiology*, 38, 301-304.

Jiráček, Z., Bužga, M., Dobiáš, L. a kol. (2005). *Fyziologie pro bakalářské studium na ZSF OU*. Ostrava : Repronis Ostrava.

Kantor, L. (2003). Co víme o autonomním nervovém systému novorozence? *Pediatric pro praxi*. 5, 264-266.

Kautzner, J., & Malik, M. (1998). Variabilita srdečního rytmu a její klinická použitelnost I. *Cor vasa*, 40, 244-251.

Khurana, R.K., & Setty, A. (1996). The value of isometric hand-grip test – studies in various autonomic disorders. *Clinical autonomic research*. 6, 211-218.

Kittnar, O. a kol. (2011). *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada.

Kitzlerová, E., & Anders, M. (2010). Deprese a kardiovaskulární choroby – společný průnik na rovině psychosociální a behaviorální. *Česká a Slovenská psychiatrie*. 106(2), 87-92.

Kolář, P., Bitnar, P., Dyrhonová, O., Horáček, O., a kol. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha : Galén.

Kouidi, E., Haritonidis, K., Koutlianos, N., & Deligiannis, A. (2002). Effects of athletic training on heart rate variability triangular index. *Clinical physiology and functional imaging*, 22(4), 279-284.

Králíček, P. (2004). *Úvod do speciální neurofyziologie*. Praha : Karolinum

Kuch, B., Hense, H.W., Sinnreich, R., Kark, J.D., von Eckardstein, A., Sapoznikov, D., & Bolte, H.D. (2001). Determinants of short-period heart rate variability in the general population. *Cardiology*. 95(3), 131-138.

Kukkonen-Harjula, K., & Kauppinen, K. (2006). Health effects and risks of sauna bathing. *International journal of circumpolar health*, 65(3), 195-205.

Laňková, J. (2008). Měříme a interpretujeme správně krevní tlak? *Practicus*, 1, 29-31.

Leppäluoto, J., Tuominen, M., Väänänen, A., Karpakka, J., & Vuori, J. (1989). Some cardiovascular and metabolic effects of repeated sauna bathing. *Acta physiologica scandinavica*, 128(1), 77-81.

Lim, CH.L., Byrne, Ch., & Lee, J.K.W. (2008). Human thermoregulation and measurement of body temperature in exercise and clinical setting. *Annals academy of medicine*. 37(4), 347-353.

Luurila, O.J. (1992). The sauna and the heart. *Journal of internal medicine*. 231(4), 319-320.

Mamiy, V.I. (2006). Spectral analysis and interpretation of spectral components of heart rate variability. *Human physiology*. 32(2), 169-176.

Mancia, G., De Backer, G., Dominiczak, A., Cifkova, R., Fagard, R., Germano, G., Grassi, G., Heagerty, A.M., Kjeldsen, S.E., Laurent, S., Narkiewicz, K., Ruilope, L., Rynkiewicz, A., Schmieder, R.E, Struijker Boudier, H.A.J, & Zanchetti, A. (2007). Guidelines for the management of arterial hypertension. *European heart journal*. 28, 1462-1536.

Martínková, J., Mičuda, S., & Cermanová, J. (2001). *Vybrané kapitoly z klinické farmakologie pro bakalářské studium : Vegetativní nervový systém*. <<http://www.lfhk.cuni.cz/farmakol/predn/bak/kapitoly/vegetat-bak.doc>>.

McCarberg, B., & O'Connor, A. (2004). A new look at heat treatment for pain disorders, part 1. *American pain society bulletin*. 14(6).

McCorry, L. K. (2007). Physiology of the autonomic nervous system. *American journal of pharmaceutical education*, 71(4), 1-11.

Mendonca, G.V., Fernhall, B., Heffernan, S.H., & Perreira, F.D. (2009). Spectral methods of heart rate variability analysis during dynamic exercise. *Clinical autonomic research : official journal of the Clinical Autonomic Research Society*.

Montesano, M., Miano, S., Paolino, M.Ch., Massolo, A.C., Ianniello, F., Forlani, M., & Villa, M.P. (2010). Autonomic cardiovascular tests in children with obstructive sleep apnea syndrome. *Sleep*. 33(10), 1349-1355.

Mulkern, R.V., McDannold, N, Hynynen, K., Fielding, J, Panych, L, Jolesz, F.A., & Weingand, K. (1999). Temperature distribution change in low back muscles during applied topical heat: A magnetic resonance thermometry study. *Proceedings of the Seventh Annual Meeting of the International Society of Magnetic Resonance in Medicine*. 1054.

Mysliveček, J. (2003). *Základy neurovědy*. Praha: Triton.

Nadler, S., Weingand, K., & Kruse, R.J. (2004). The physiologic basis and clinical applications of cryotherapy and thermotherapy for the pain practitioner. *Pain physician*. 7, 395-399.

Navar, L.G., & Hamm, L.L. (1999). *The kidney in blood pressure regulation. Atlas of diseases of the kidney, vol. 3*. Blackwell Science.

- Němcová, H. (2007). Měření krevního tlaku. *Medicína pro praxi*. 1, 7-12.
- Olšovský, J. (2007). Terapie diabetické neuropatie. *Medicína pro praxi*, 5, 204-208.
- Opavský, J. (2002). *Autonomní nervový systém a diabetická autonomní neuropatie*. Praha: Galén.
- Park, S.B., Lee, B.C., & Jeong, K.S. (2007). Standardized tests of heart rate variability for autonomic function tests in healthy Koreans. *International journal of neuroscience*. 117(12), 1707-17.
- Petrowski, K., Herold, U., Joraschky, P., Mück-Weymann, M., & Siepmann, M. (2010). The effects of psychosocial stress on heart rate variability in panic disorders. *The german journal of psychiatry*, 13(2), 66-73.
- Pietilä, M., Malminiemi K., Vesalainen R., Jartii, T., Teräs, M., Någren, K., Lehtikainen, P., & Voipio-Pulkki, L.M. (2002). Exercise training in chronic heart failure: beneficial effects on cardiac (11)C-hydroxyephedrine PET, autonomic nervous control, and ventricular repolarization. *Journal of nuclear medicine*. 43(6), 773-779.
- Pichot, V., Busso, T., Roche, F., Garet, M., Costes, F., Duverney, D., Lacour, J.R., & Berthelémy, J.C. (2002). Autonomic adaptations to intensive and overload training periods: a laboratory study. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(10), 1660-1666.
- Piskáčková, Z., & Forejt, M. (2011). Závislost mezi délkou spánku a krevním tlakem u dospělé populace. *Profese*. 4(2), 11-16.
- Placheta, Z., Siegelová, J., Svačinová, H., Štejska, M., Jančík, J., Homolka, P., & Dobšák, P. (2001). *Zátěžové vyšetření a pohybová léčba ve vnitřním lékařství* (1th ed.). Brno: Masarykova univerzita.
- Poděbradský, J., & Poděbradská, R. (2009). *Fyzikální terapie – manuál a algoritmy*. Praha: Grada.
- Poděbradský, J., & Vařeka, I. (1998). *Fyzikální terapie I*. Praha: Grada.
- Reid, D.C. (2002). *Sports injury assessment and rehabilitation*. W.B. Saunders company.
- Reid, R.W., Foley, J.M., Prior, B.M., Weingand, K.W., & Meyer, R.A. (1999). Mild topical heat increases popliteal blood flow as measured by MRI. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 31(5), 208.
- Reis, M. (2004). Modern heat therapy. Business briefing: *US pharmacy review*. 1-3.

Salinger, J., Stejskal, P., Opavský, J., Gwozdziwicz, M., Gwozdziwiczová, S., Novotný, J., Elfmark, M., & Bula, J. (2004). System type VarCor PF for non-invasive diagnostics of the heart rate variability and of the respiratory rate. In J. Salinger (Eds.), *Variabilita srdeční frekvence a její hodnocení v biomedicínkách oborech – od teorie ke klinické praxi* (pp. 96-104). Olomouc: Univerzita Palackého.

Salinger, J., Štěpaník, P., Krejčí, J., & Stejskal, P. (2006). Non-invasive investigation of the function of the autonomic nervous system with the use of the VarCor PF7 System. In Z. Borysiuk (Ed.), *5th International Conference Movement and Health – Proceedings*. Opole: Opole University of Technology.

Salinger, J., Vychodil, R., Opavský, J., Stejskal, P., Novotný, J., Janura, M., & Kolisko, P. (1997). *Hodnocení aktivity autonomního nervového systému – spektrální analýza variability srdeční frekvence s využitím zařízení variapuls TF 3 nebo variacardio TF4*. Olomouc: Univerzita Palackého.

Sato, N., Miyake, S., Akatsu, J., & Kumashiro, M. (1995). Power spectral analysis of heart rate variability in healthy young women during the normal menstrual cycle. *Psychosomatic medicine*. 57, 331-335.

Silbernagel, S., & Despopoulos, A. (2004). *Atlas fyziologie člověka*. 6th (ed.). Praha : Grada.

Souček, M., & Kára, T. (2004). Hypertenze a sympatický nervový systém: možnosti ovlivnění. *Kardioforum*, 3, 10-13.

Souček, M., Kára, T., Fráňa, P., Řiháček, I., & Orban, M. (2001). Význam hyperaktivity sympatiku u kardiovaskulárních chorob. *Interní medicína pro praxi*. 7, 309-312.

Souček, M., Nevrlka, J., Řiháček, I., Fráňa, P., & Plachý, M. (2006). Zvýšená aktivita sympatiku a možnosti terapeutického ovlivnění. *Vnitřní lékařství*. 53(5), 554-559.

Stejskal, P. (2002). Trénink v oblasti přetížení a možné důsledky. Možnosti časné diagnostiky a prevence přetrénování a optimalizace tréninku. In D. Tomajko (Ed.), *Sborník referátů ze 4. mezinárodního vědeckého semináře Efekty pohybového zatížení v edukačním prostředí tělesné výchovy a sportu*. Olomouc: Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury.

Stejskal, P. (2003). Využití nové metodiky hodnocení SAHRV pomocí komplexních indexů v klinické a sportovní 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*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

Stejskal, P. (2008). Spektrální analýza srdeční frekvence při rekreačních pohybových aktivitách a při sportovním tréninku. Sborník univerzity hradec králové, katedra tělesné výchovy.

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

Stejskal, P., Jakubec, A., Příkryl, P., & Salinger, J. (2004). Vliv osmihodinového časového posunu po přeletu přes poledníky na východ na spektrální analýzu variability srdeční frekvence u špičkového sportovce (kasuistika). *Medicina sportiva Bohemica et Slovaca*, 13(1), 2-10.

Stejskal, P., Šlachta, R., Elfmark, M., Salinger, J., & Gaul-Aláčová, P. (2002). Spectral analysis of heart rate variability: New evaluation method. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 32(2), 13-8.

Špinar, J., Vítovec, J., a kol. (2007). *Jak dobře žít s nemocným srdcem*. Praha: Grada.

Špisák, L., Rušavý, Z. a kol. (2010). *Klinická balneologie*. Praha: Nakladatelství Karolinum.

Štěpaník, P., Salinger, J., Novotný, J., Stejskal, P., & Krejčí, J. (2005). Diagnostic system, type VarCor PF7, for non invasive assessment of the function of the autonomic nervous system. [CD-ROM]. In F. Vaverka (Ed.), *Movement and Health – 4th International Conference – Proceedings*. Olomouc: Univerzita Palackého.

Taeymans, J., Clijsen, R., Clarys, P., & Duquet, W. (2003). *Physiological effects of local heat application in physical therapy*. Internationale Akademie für Physiotherapie „Thim van der Laan“ – Landquart, Switzerland.

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

Thomas, K. (1994). Termoregulation in neonates. *Neonatal network*. 13(2), 15-21.

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

Trojan, S. a kol. (2003). *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada.

Uhlíř, P., Opavský, J., Zaatar, A., & Betlachová, M. (2010). Spectral analysis of heart rate variability in patients with spinal cord injury. *Acta universitatis palackianae olomucensis. Gymnica*. 40(2), 55-62."

Vlčková, E., Bednařík, J., Buršová, Š., Šajgalíková, & Mlčáková, L. (2010). Spektrální analýza variability srdeční frekvence. *Československá neurologie*. 73/106(1), 68-72.

Zaret, B.L., Moser, M., & Cohen, L.S. (1992). *Yale university school of medicine. Heart book*. New York: Hearst books.

Zhang, J. (2007). Effects of age and sex on heart rate variability in healthy subjects. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*. 30(5), 374-379.

11 PŘÍLOHY

Seznam příloh

Příloha 1	Informovaný souhlas účastníka měření
Příloha 2	Vyjádření etické komise FTK
Příloha 3	Fotodokumentace
Příloha 4	Tabulky

Příloha 1



UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUČI FAKULTA TĚLESNÉ KULTURY

Informovaný souhlas účastníků měření diplomové práce

Jméno pacienta:

Jméno informujícího:

Byl(a) jsem srozumitelně a dostatečně podrobně informován(a) ošetřujícím rehabilitačním pracovníkem o obsahu a významu magisterské práce pro studenta oboru fyzioterapie.

Byl(a) jsem informován(a) o tom, kdo se může výzkumu zúčastnit, jaké jsou cíle, metody a kontraindikace výzkumu, jak dlouho se budu na výzkumu podílet, jaké výhody mohu očekávat i jaká jsou rizika či nepříjemnosti spojené s výzkumem, o rozsahu důvěrnosti záznamů a o rozsahu odpovědnosti pracovníka výzkumu.

Měl(a) jsem příležitost se na vše zeptat a zvážit podané odpovědi. Jsem si vědom(a), že moje účast na diplomové práci je dobrovolná a že z ní mohu z jakéhokoli důvodu kdykoliv odstoupit, a to beztrestně, bez ztráty výhod, na než bych jinak měl(a) právo.

Byl(a) jsem ujištěn(a), že moje anonymita v diplomové práci zůstane zachována a že všechny výsledky a záznamy budou používány pouze v souvislosti s touto prací.

Tímto dávám svůj souhlas s účastí a spoluprací na magisterské diplomové práci studenta fyzioterapie Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci. Souhlasím s tím, že veškeré údaje získané při této práci budou přístupné pouze oprávněným osobám k vědeckým účelům a zůstanou důvěrnými v rámci povinnosti zachování lékařského tajemství.

Datum:

Podpis pacienta:

Datum:

Podpis informujícího:

Příloha 2



**Fakulta tělesné kultury
Univerzity Palackého
tř. Míru 115
OLOMOUC**

Vyjádření Etické komise FTK UP

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

Na základě žádosti ze dne 23.1.2012 byl projekt diplomové práce autorky **Bc. Gabriely Zadražilové**

s názvem **Vliv aplikace hypertermního podnětu do oblasti C/Th přechodu na hodnoty krevního tlaku**

schválen Etickou komisí FTK UP pod jednacím číslem: 12/2012
dne: 28.2.2012.

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

Řešitelka projektu splnila podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.

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

razítko fakulty

Příloha 3

Protokol o vyšetření probanda

Jméno:

Datum narození:

Výška:

Váha:

Sportovní aktivity:

Dotazník na autonomní funkce

Zakroužkujte u každé otázky odpověď, která Vás nejlépe charakterizuje

	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	průjmu	pravidelná stolice
8) Ruce se mi při rozčilení	často třesou	netřesou	
9) Bušení srdce	občas trpím	nikdy netrpím	
10) Vnitřně mívám	pocity napětí	bývám většinou klidný	
11) Jsem spíše	bledý	červený	nevím
12) Po rozčilení	trpím nechutenstvím	mívám větší chuť k jídlu	
13) Usínám	s obtížemi	snadno	
14) Oči mi slzí	velmi zřídka	dosti často	
15) Horko a vyšší teplotu	snáším špatně	snáším dobře	
16) Chlad	snáším dobře	snáším špatně	

Příloha 4

Fotodokumentace



Obrázek 8. Standardní záznam L-S-L



Obrázek 5. Záznam HRV v sedu



Obrázek 6. Záznam HRV během aplikace hypertermního podnětu

Příloha 5

Tabulka 19. Hodnoty surových dat pro soubor žen naměřené během sedu v klidu srovnané s hodnotami naměřenými po 5, 10 a 15 minutách aplikace parafínu

Ukazatel		SK	SU1	Rozdíl	<i>p</i>	SU2	Rozdíl	<i>p</i>	SU3	Rozdíl	<i>P</i>
Celý soubor n=30											
PVLF [ms ²]	M	458,26	381,08	77,18	ns	310,58	147,7	*	313,13	145,1	ns
	SD	247,78	265,91			235,67			335,31		
PLF [ms ²]	M	812,37	562,13	250,2	*	548,57	263,8	*	513,74	298,6	*
	SD	506,08	349,38			426,02			435,8		
PHF [ms ²]	M	1085,25	865,37	219,9	ns	773,6	311,7	ns	751,63	333,6	*
	SD	1554,11	744,73			897,68			984,75		
LF/HF	M	1,53	1,11	0,41	ns	1,58	-0,05	ns	1,81	-0,27	ns
	SD	1,58	0,93			2,2			2,38		
RR [s]	M	0,81	0,79	0,02	*	0,76	0,04	*	0,75	0,05	*
	SD	0,11	0,1			0,1			0,1		
MSSD [ms ²]	M	2839,24	2183,55	655,7	ns	1967,21	872	*	1841,02	998,2	*
	SD	3654,08	2185,93			2558,86			2536,96		
PT [ms ²]	M	2355,89	1808,59	547,3	*	1632,75	723,1	*	1578,51	777,4	*
	SD	1675,51	1031,71			1048,91			1062,48		

Vysvětlivky:

SK - hodnoty surových dat naměřené během sedu v klidu

SU1 - hodnoty surových dat naměřené po 5 minutách aplikace parafínu

SU2 - hodnoty surových dat naměřené po 10 minutách aplikace parafínu

SU3 - hodnoty surových dat naměřené po 15 minutách aplikace parafínu

M - aritmetický průměr

SD - směrodatná odchylka

Statistický významné hodnoty: párový T – test * $p \leq 0,05$, ns - nesignifikanční hodnoty

Tabulka 20. Hodnoty surových dat pro soubor žen naměřené během sedu v klidu srovnané s hodnotami naměřenými po 5, 10 a 15 minutách aplikace lavathermu

Ukazatel		SK	SU1	Rozdíl	p	SU2	Rozdíl	p	SU3	Rozdíl	P
Celý soubor n=18											
PVLF [ms ²]	M	378,54	344,66	33,88	ns	227,62	150,92	ns	342,7	35,83	ns
	SD	286,37	245,07			181,68			327,66		
PLF [ms ²]	M	742,78	657,11	85,66	ns	715,06	27,72	ns	742,47	0,3	ns
	SD	596,88	444,48			620,81			567,32		
PHF [ms ²]	M	859,74	759,73	100,01	ns	721,17	138,56	ns	560,51	299,22	*
	SD	1128,07	1089,98			1234,16			920,35		
LF/HF	M	2,28	2,05	0,22	ns	2,29	-0,01	ns	2,49	-0,21	ns
	SD	2,57	2,03			2,17			2,15		
RR [s]	M	0,78	0,75	0,03	*	0,73	0,05	*	0,71	0,07	*
	SD	0,1	0,09			0,08			0,07		
MSSD [ms ²]	M	2284,27	1854,63	429,63	*	1825,78	458,49	ns	1519,04	765,22	ns
	SD	3204,73	2791,78			3117,81			2813,69		
PT [ms ²]	M	1981,07	1761,51	219,55	ns	1663,85	317,21	ns	1645,7	335,36	ns
	SD	1351,12	1324,46			1528,36			1421,64		

Vysvětlivky:

SK - hodnoty surových dat naměřené během sedu v klidu

SU1 - hodnoty surových dat naměřené po 5 minutách aplikace lavathermu

SU2 - hodnoty surových dat naměřené po 10 minutách aplikace lavathermu

SU3 - hodnoty surových dat naměřené po 15 minutách aplikace lavathermu

M - aritmetický průměr

SD - směrodatná odchylka

Statistický významné hodnoty: párový T – test * $p \leq 0,05$, ns - nesignifikanční hodnoty

Tabulka 21. Hodnoty surových dat pro soubor mužů naměřené během sedu v klidu srovnané s hodnotami naměřenými po 5, 10 a 15 minutách aplikace parafínu

Ukazatel		SK	SU1	Rozdíl	p	SU2	Rozdíl	p	SU3	Rozdíl	P
Celý soubor n=12											
PVLF [ms ²]	M	582,71	278,93	303,78	ns	344,84	237,87	ns	373,32	209,39	ns
	SD	1067,54	292,76			369,8			439,88		
PLF [ms ²]	M	2627,04	2416,16	210,87	ns	1992,05	634,98	ns	2365,32	261,71	ns
	SD	3469,61	3632,67			2924,08			3568,42		
PHF [ms ²]	M	966,42	779,09	187,32	ns	734,61	231,8	ns	655	311,41	ns
	SD	952,25	759,62			781,84			552,56		
LF/HF	M	6,05	5,61	0,43	ns	7,11	-1,06	ns	6,25	-0,2	ns
	SD	8,46	6,43			8,65			7,76		
RR [s]	M	0,88	0,85	0,02	*	0,84	0,04	*	0,83	0,04	*
	SD	0,12	0,1			0,1			0,1		
MSSD [ms ²]	M	2997,16	2576,48	420,68	ns	2088,28	908,87	*	2147,02	850,13	ns
	SD	2572,24	2403,68			1699,76			1783,92		
PT [ms ²]	M	4176,17	3474,19	701,98	ns	3071,51	1104,66	ns	3393,65	782,52	ns
	SD	3939,14	3796,22			3099,35			3701,99		

Vysvětlivky:

SK - hodnoty surových dat naměřené během sedu v klidu

SU1 - hodnoty surových dat naměřené po 5 minutách aplikace parafínu

SU2 - hodnoty surových dat naměřené po 10 minutách aplikace parafínu

SU3 - hodnoty surových dat naměřené po 15 minutách aplikace parafínu

M - aritmetický průměr

SD - směrodatná odchylka

Statistický významné hodnoty: párový T – test * $p \leq 0,05$, ns - nesignifikanční hodnoty

Tabulka 22. Hodnoty surových dat pro soubor mužů naměřené během sedu v klidu srovnané s hodnotami naměřenými po 5, 10 a 15 minutách aplikace lavathermu

Ukazatel		SK	SU1	Rozdíl	<i>p</i>	SU2	Rozdíl	<i>p</i>	SU3	Rozdíl	<i>P</i>
Celý soubor n=12											
PVLF [ms ²]	M	328,82	325,66	3,15	ns	358,95	-30,13	ns	297,73	31,08	ns
	SD	320,9	277,12			320,82			204,42		
PLF [ms ²]	M	1360,8	1578,51	-217,71	ns	1846,42	-485,62	ns	2143,77	-782,97	ns
	SD	1727,09	2618,1			2985,59			3390,06		
PHF [ms ²]	M	407,47	341,28	66,18	ns	332,54	74,93	ns	258,47	148,99	ns
	SD	411,46	262,4			241,02			209,71		
LF/HF	M	5,4	6,19	-0,79	ns	6,11	-0,7	ns	8,95	-3,54	ns
	SD	4,58	8,43			7,3			12,81		
RR [s]	M	0,84	0,81	0,03	*	0,78	0,06	*	0,78	0,06	*
	SD	0,1	0,1			0,09			0,1		
MSSD [ms ²]	M	1356,38	1187,11	169,27	ns	1141,38	214,99	ns	1052,15	304,23	ns
	SD	1535,49	1129,73			1116,7			970,97		
PT [ms ²]	M	2097,1	2245,46	-148,36	ns	2537,92	-440,82	ns	2699,99	-602,89	ns
	SD	1879,02	2612,93			3045,01			3451,47		

Vysvětlivky:

SK - hodnoty surových dat naměřené během sedu v klidu

SU1 - hodnoty surových dat naměřené po 5 minutách aplikace lavathermu

SU2 - hodnoty surových dat naměřené po 10 minutách aplikace lavathermu

SU3 - hodnoty surových dat naměřené po 15 minutách aplikace lavathermu

M - aritmetický průměr

SD - směrodatná odchylka

Statistický významné hodnoty: párový T – test * $p \leq 0,05$, ns - nesignifikanční hodnoty