

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury



Fakulta
tělesné kultury

**ZMĚNY KLIDOVÉ SRDEČNÍ FREKVENCE VE STOJI A VNÍMANÉ
SVALOVÉ BOLESTI V PRŮBĚHU PĚTIDENNÍHO LETNÍHO
STUDENTSKÉHO SPORTOVNÍ KEMPU**

Bakalářská práce

Autor: Kim Žalčík

Studijní program: Trenérství a sport

Vedoucí práce: RNDr. Jakub Krejčí, Ph.D.

Olomouc 2023

Bibliografická identifikace

Jméno autora: Kim Žalčík

Název práce: Změny klidové srdeční frekvence ve stoji a vnímané svalové bolesti v průběhu pětidenního letního studentského sportovního kempu

Vedoucí práce: RNDr. Jakub Krejčí, Ph.D.

Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii

Rok obhajoby: 2023

Abstrakt:

Bakalářská práce je zaměřená na hodnocení změn srdeční frekvence ve stoji, lehu a vnímané svalové bolesti během studentského pětidenního sportovního kempu. Dalším cílem této práce je posouzení korelace hodnot srdeční frekvence a vnímané svalové bolesti. Měření probíhalo u 18 studentů ve věku od 20 do 23 let. V teoretické části jsem se zaměřil na význam srdeční frekvence a svalové bolesti vzhledem ke sportovnímu tréninku a výkonu. Srdeční frekvenci si studenti měřili pomocí monitoru srdeční frekvence. Svalovou bolest zapisovali studenti subjektivně pomocí vizuální analogové škály do záznamového archu, který jsme následně zpracovali do tabulek a grafů. Všechny tři nulové hypotézy byly zamítnuty, protože byly nalezeny statisticky významné nárůsty v hodnotách všech tří sledovaných proměnných v průběhu pěti dnů. Dále byla nalezena statisticky významná korelace mezi změnou vnímané svalové bolesti a změnou srdeční frekvence ve stoji. Avšak korelace se změnou srdeční frekvence v lehu statisticky významná nebyla.

Klíčová slova:

srdeční frekvence, svalová bolest, vizuální analogová škála, monitor srdeční frekvence, studenti sportovní fakulty

Souhlasím s půjčováním práce v rámci knihovních služeb.

Bibliographical identification

Author: Kim Žalčík
Title: Changes in resting heart rate in standing position and perceived muscle soreness during a five-day summer student sports camp

Supervisor: RNDr. Jakub Krejčí, Ph.D.
Department: Department of Natural Sciences in Kinanthropology
Year: 2023

Abstract:

The bachelor thesis is focused on the evaluation of heart rate changes in standing, lying and perceived muscle pain during a student five-day sports camp. Another aim of this thesis is to assess the correlation between heart rate values and perceived muscle pain. Measurements were taken in 18 students aged 20 to 23 years. In the theoretical part, I focused on the importance of heart rate and muscle pain in relation to sports training and performance. The students measured their heart rate using a heart rate monitor. Muscle pain was recorded subjectively by the students using a visual analogue scale on a recording sheet, which was then tabulated and charted. All three null hypotheses were rejected because statistically significant increases were found in the values of all three variables studied over the five days. Furthermore, a statistically significant correlation was found between the change in perceived muscle pain and the change in heart rate while standing. However, the correlation with change in heart rate in the supine position was not statistically significant.

Keywords:

heart rate, muscle pain, visual analogue scale, heart rate monitor, sports faculty students

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

Prohlašuji, že jsem tuto práci zpracoval samostatně pod vedením RNDr. Jakuba Krejčího, Ph.D., uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky.

V Jeseníku dne 30. dubna 2023

.....

Chtěl bych poděkovat panu RNDr. Jakobovi Krejčímu Ph.D., který mi ochotně pomáhal a dával cenné rady při tvorbě této bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval mé rodině, přítelkyni, všem kantorům, kteří mě vyučovali během mého studia, vedení fakulty tělesné kultury a pracovníkům na studijním oddělení, kteří mi vždy podali pomocnou ruku.

OBSAH

Obsah	7
1 Úvod	9
2 Přehled poznatků	10
2.1 Srdeční frekvence	10
2.1.1 Klidová srdeční frekvence	10
2.1.2 Srdeční frekvence během fyzického cvičení	10
2.1.3 Monitorování srdeční frekvence	11
2.1.4 Variabilita srdeční frekvence	12
2.2 Svalová bolest	12
2.2.1 Přetrénování	13
2.2.2 Zefektivnění tréninku	14
2.2.3 Vizuelní analogová škála	14
3 Cíle	15
3.1 Hlavní cíl	15
3.2 Dílčí cíle	15
3.3 Hypotézy	15
3.4 Výzkumné otázky	15
4 Metodika	16
4.1 Výzkumný soubor	17
4.2 Aktivity v jednotlivých dnech	17
4.3 Metody sběru dat	18
4.4 Statistické zpracování dat	18
5 Výsledky	19
5.1 Porovnání hodnot v průběhu pěti dní	19
5.2 Korelační analýza	21
6 Diskuse	24
7 Limity práce	26
8 Závěry	27
9 Souhrn	28

10	Summary.....	29
11	Referenční seznam	31
12	Seznam použitých zkratek	35

1 ÚVOD

V této bakalářské práci se věnuji změnám srdeční frekvence ve stoji, lehu a vnímané svalové bolesti během pětidenního letního studentského sportovního kempu. Pro zařazení i srdeční frekvence v lehu jsem se rozhodl kvůli souvislostem a porovnání se srdeční frekvencí ve stoji a svalové bolesti. Srdeční frekvence v lehu byla od studentů taktéž zaznamenána, tudíž jsem tyto hodnoty využil ke zpracování.

Toto téma jsem si zvolil kvůli porovnání objektivního a subjektivního ukazatelů únavy. Věřím, že znalosti získané při vytváření této práce by mi mohly pomoci při vykonávání trenérské profese. Zároveň je mi toto téma blízko kvůli zdokonalení sportovního tréninku potenciálních svěřenců.

V tréninkovém procesu se používají různé ukazatele. Příkladem je měření srdeční frekvence a vizuální analogová škála pro hodnocení subjektivních pocitů, např. svalové únavy. Zajímalo mě, jak se tyto ukazatele budou vyvíjet v průběhu pětidenního kempu a jaký je mezi nimi vztah.

2 PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 Srdeční frekvence

Srdeční frekvence je fyzikální znak, který je určujícím faktorem spotřeby kyslíku v myokardu, koronárního průtoku krve a výkonnosti myokardu a má zásadní význam pro adaptaci myokardu srdečního výdeje metabolickým potřebám (BÖHM, 2015, s.3).

2.1.1 Klidová srdeční frekvence

Klidová srdeční frekvence je parametr, který je snadno měřitelný a jehož typická hodnota se pohybuje mezi 50 a 90 úderů za minutu a během dne kolísá, přičemž v noci dochází k jejímu poklesu. Klidová srdeční frekvence může u osob s dobrou fyzickou kondicí klesnout až na 30 úderů za minutu, ale klidová srdeční frekvence je také částečně geneticky podmíněna (NANCHEN, 2018, s.1048).

Již dlouho je známo, že trénovaní vytrvalostní sportovci mají hlubokou bradykardii. Základní mechanismy snížené klidové srdeční frekvence byly podrobně zkoumány a bylo navrženo mnoho možných příčin. Část poklesu je způsobena snížením vnitřní srdeční frekvence, tj. srdeční frekvence dosažené při úplném odstranění autonomních vlivů, což pravděpodobně souvisí se stabilizací membrán buněk převodního systému (ACHTEN, 2003, s. 522). Jedním z důvodů snížení srdeční frekvence u sportovců je dle Grausgrubera (2008) zvýšení počtu červených krvinek, objemu srdce a krevní plazmy.

Praktikování silového tréninku má u sportovců za výsledek koncentrické zvětšení levé komory srdeční svaloviny. Vytrvalostním sportovcům se zvětšují excentricky srdeční oddíly, což má za výsledek vypuzení většího množství krve na jeden pulz (Bláha, 2020).

Klidová srdeční frekvence není konstantní ani za klidových podmínek. Množství tepů za minutu je ovlivněno fyziologickými mechanismy, polohou těla, věkem a stavbou myokardu (Botek, 2017, s.44). Klidová srdeční frekvence je regulována komplexními interakcemi biologických systémů, včetně autonomního nervového systému (Siland, JE, 2022).

2.1.2 Srdeční frekvence během fyzického cvičení

Fyzické cvičení je spojeno s ústupem parasymptatiku a zvýšenou aktivitou sympatiku, což vede ke zvýšení srdeční frekvence. Rychlost návratu k normální srdeční činnosti po cvičení se používá jako ukazatel reaktivace srdečního vagu (Javorka, 2002, s.991). Čím nižší má sportovec srdeční frekvenci při stejné zátěži v porovnání s ostatními, tím zdatnější sportovec je (Buchheit, 2014).

Během cvičení vede zvýšení sympatické aktivity a snížení vagové aktivity a ke zvýšení srdeční frekvence, zdvihového objemu a kontraktility myokardu k uspokojení energetických nároků pracujících svalů. Kardio akcelerace při cvičení je důsledkem uvolňování parasympatiku při nízké intenzitě cvičení a z parasymptické inhibice a sympatické aktivace při střední intenzitě. Autonomní vliv na zpomalení srdeční činnosti po cvičení (zotavení srdeční frekvence) je méně známý. Nedostatečné zotavení po dynamické zátěži je spojeno s ukončením primární zátěže (Javorka, 2002, s.991).

Ve studii Billata a spol. (2009) se ukázalo, že srdeční frekvence se u běžců po období intenzivního tréninku snížil ze 155 na 150 tepů/min při rychlosti 14 km/h. Hedelin et al. zjistili rovněž signifikantní snížení srdeční frekvence (přibližně o 5 tepů/min) při pěti různých submaximálních intenzitách po 6 dnech zvýšené tréninkové zátěže. Urhausen et al. však uvádí, že účastníci jejich studií v přetíženém stavu měli podobné submaximální HR ve srovnání s normálními podmínkami.

2.1.3 Monitorování srdeční frekvence

Dle Buchheita (2014) je nejlepší doba pro měření srdeční frekvence u sportovců ráno po probuzení. Zároveň nabízí ranní měření tepu určitou standardizaci, která zahrnuje např. stejnou postel a čas, klidné prostředí.

Monitorování srdečního tepu je pravděpodobně nejvíce používanou metodou pro předepisování cvičení zdravých dospělých a sportovců. Změny v srdeční frekvenci korelují se změnami intenzity cvičení (Karvonen, 1988, s.304). Měření klidové a zátěžové tepové frekvence se těší stále většímu zájmu pro sledování únavy, kondice a vytrvalostních reakcí, což má přímý vliv na výkonnost. Srdeční frekvence jsou pravděpodobně nejužitečnějšími nástroji monitorování. (Buchheit, 2014).

Měřiče srdečního tepu se staly běžným tréninkovým nástrojem ve vytrvalostních sportech. Většina vytrvalostních sportovců měřiče srdečního tepu minimálně vyzkoušela a mnozí je důsledně používají k monitorování tréninku a k tomu, aby jim pomohly trénovat s plánovanou intenzitou. Přístroje pro sledování srdeční frekvence se rychle vyvíjely od velkých přístrojů vhodných pouze pro laboratorní použití, až po přístroje velikosti hodinek v posledních letech. Došlo k vývoji přesnosti měření, zvětšila se kapacita paměti a přibýly nové funkce (ACHTEN, 2003, s.518).

Přestože technologie rychle pokročila a je možné HR měřit přesně a spolehlivě, stále je málo poznatků o využití měření srdeční frekvence. Například je málo informací o intenzitě cvičení potřebné k poskytnutí optimálního tréninkového stimulu pro zlepšení výkonnosti. Většina těchto informací zůstává neoficiální. Přestože bylo provedeno několik studií, které

srovnávaly cvičení v ustáleném stavu s přerušovaným cvičením, a také studií zabývajících se přerušovaným programem s použitím různých intenzit a různého trvání, neexistují žádné jasné pokyny pro optimální tréninkový stimul k dosažení různých tréninkových adaptací (ACHTEN, 2003, s.534).

Měření tepové frekvence však nemůže informovat o všech aspektech zdraví, únavy a výkonnosti, takže jejich použití v kombinaci s denními tréninkovými deníky, psychometrickými dotazníky a neinvazivními, nákladově efektivními výkonnostními testy, jako je například skok s protipohybem, může nabídnout kompletní řešení pro sledování tréninkového stavu u sportovců, kteří se věnují aerobně orientovaným sportům (Buchheit, 2014).

2.1.4 Variabilita srdeční frekvence

SF se již dlouhou dobu používá k hodnocení odpovědi na různé zátěžové faktory. V poslední době se pozornost mírně přesunula na oblast měření variability srdeční frekvence. Vzhledem k tomu, že nízká VSF je spojena se zvýšenou úmrtností, zdá se být logické, že se více výzkumu zaměřuje na možné intervence ke zvýšení VSF.

Zatímco věk s VSF koreluje negativně, objevují se určité důkazy naznačující, že tréninkový stav a případně i cvičební trénink mohou mít na VSF pozitivní vliv. Na rozdíl od průřezových studií, které naznačují, že jedinci s vyšším VO₂max mají vyšší VSF, longitudinální tréninkové studie nebyly schopny poskytnout dostatek důkazů pro tvrzení, že pomocí cvičebního tréninku lze dosáhnout zvýšení VSF (ACHTEN, 2003, s.518).

2.2 Svalová bolest

Bolestivost svalů po cvičení je tupý, bolestivý pocit, který následuje po nezvyklé svalové námaze. Především na základě předchozích laboratorních výzkumů excentrického cvičení se obvykle uvádí, že bolestivost má v průběhu času křivku ve tvaru obráceného U a vrcholí 24-48 hodin po cvičení.

Často se proto popisuje jako svalová bolestivost s opožděným nástupem. Vědecké poznatky shromážděné během několika posledních desetiletí umožnily určit nejúčinnější tréninkové strategie pro zlepšení fyzické výkonnosti. Maximalizace výkonnostní kapacity sportovce však není jen otázkou tréninku. Závisí také na optimální rovnováze mezi tréninkem a regenerací, aby se zabránilo maladaptaci na nahromaděné psychické a fyziologické stresy vyvolané tréninkovou zátěží (VICKERS, 2001, s.1).

Pohybové ústrojí je řízeno centrální nervovou soustavou, tím pádem můžeme bolest svalů potlačit. Z dlouhodobého hlediska nerespektování bolesti může vést k přetížení nebo zranění (Nix Wilfred A., 2017).

Soutěž a trénink totiž mohou vyvolávat opakované excentrické kontrakce a vibrace tkání, které mohou vést k poškození svalů (tj. narušení strukturálních proteinů ve svalových vláknech a/nebo pojivových tkáních), následnému zánětu tkání, opožděnému nástupu svalové bolesti a zvýšené vnímané únavě.

Tyto poruchy vyvolané cvičením mohou vést k dočasnému snížení svalové síly, narušení pocitu kloubní polohy, snížení fyzické výkonnosti a zvýšenému riziku zranění. V této souvislosti je pro trenéry a sportovní vědce důležité optimalizovat období regenerace, aby se zvládlo poškození svalů a zmírnil se výskyt bolesti svalů se zpožděným nástupem, zánět a únava, čímž se sportovec bude cítit méně unavený a sníží se riziko zranění nebo špatné adaptace na tréninkovou zátěž (DUPUY, 2018, s.1).

Z hlediska frekvence tréninku vrcholových sportovců nemusí krátká doba mezi dvěma tréninky stačit k dosažení úplné regenerace, která je definována jako návrat k homeostáze různých fyziologických systémů po metabolických a zánětlivých výzvách a svalovém poškození vyvolaném tréninkem. Interakce mezi tréninkovou zátěží, následnou únavou a adaptací je komplexní a může být modulována (pozitivně nebo negativně) strategií zotavení. Proto je volba regeneračních technik nesmírně důležitá, aby sportovec mohl během dalšího tréninku podávat výkony s pocitem odpočinku, zdraví a bez zranění (HAUSSWIRTH, 2011, s.862).

2.2.1 Přetrénování

Bylo prokázáno, že jeden z ukazatelů přetrénování je zvýšení srdeční frekvence při spánku. Přestože klidová hodnota srdeční frekvence může být také ovlivněna (zvýšena při přetěžování), je tento ukazatel méně spolehlivý a může být snadno narušen vnějšími vlivy (ACHTEN, 2003, s.526).

V změnách, k nimž dochází při přetrénování, jsou stále velké znalostní mezery. Výsledky studií, které se zabývaly vlivem přetrénování na SF a VSF, jsou nejednotné a k objasnění toho, zda lze tyto parametry využít k předvídání a následně k prevenci přetrénování, je třeba dalšího výzkumu (ACHTEN, 2003, s. 533).

Ve většině studií nebyly zjištěny žádné rozdíly v klidové SF mezi normálním a přetrénovaným stavem. Některé první studie však uváděly zvýšené klidové SF u přetrénovaných jedinců. Kromě toho se zdá, že SF ve spánku je zvýšené, když jsou jedinci přetrénování. (ACHTEN, 2003, s. 526).

2.2.2 Zefektivnění tréninku

Vědecké poznatky shromážděné během několika posledních desetiletí umožnily určit neúčinnější tréninkové strategie pro zlepšení fyzické výkonnosti. Maximalizace výkonnostní kapacity sportovce však není jen otázkou tréninku. Závisí také na optimální rovnováze mezi tréninkem a regenerací, aby se zabránilo maladaptaci na nahromaděné psychické a fyziologické stresy vyvolané tréninkovou zátěží (Meeusen et al., 2013; Soligard et al., 2016).

Trenéři a školitelé se obecně domnívají, že výsledek tréninkového procesu závisí na typu a množství podnětu. Pochopení tohoto příčinného vztahu mezi tréninkovou dávkou a odezvou je zásadní pro předepisování cvičebního tréninku (Lambert, Mujika, 2013).

Maximalizovat efektivitu tréninku a dosáhnout špičkového výkonu by mělo být prioritou pro tvoření tréninkové zátěžení sportovce (Borresen & Lambert, 2009).

Analyzovat a stanovit příčinné vztahy mezi tréninkem prováděným sportovcem a výslednou fyziologickou kondicí a výkonnostními adaptacemi je nutné přesně a spolehlivě kvantifikovat tréninkovou zátěž, kterou sportovec absolvoval. Je totiž obtížné posoudit soutěžní výkon bez předchozího zohlednění předchozího tréninku sportovce (Mujika, 2013).

2.2.3 Vizuální analogová škála

VAS se skládá z 10 cm čáry, na které jsou ukotveny výrazy představující krajní hodnoty intenzity bolesti - "žádná bolest" a "bolest tak silná, jak jen může být", na které pacienti zaznamenávají intenzitu bolesti (Woo, 2015).

VAS je jednou ze stupnic hodnocení bolesti, kterou poprvé použili Hayes a Patterson v roce 1921 (DELGADO, 2018, s.1). Často se používá v epidemiologickém a klinickém výzkumu k měření intenzity nebo frekvence různých příznaků. Například intenzita bolesti, kterou pacient pociťuje, se pohybuje na kontinuu od žádné až po extrémní bolest (Gould, 2001, s.1).

Měřítka bolesti VAS je jednodimenzionální měřítka intenzity bolesti, které se používá k zaznamenávání průběhu bolesti u pacientů nebo k porovnávání intenzity bolesti mezi barvami s podobnými stavy (HJERMSTAD, 2011, s.1074).

Nejjednodušší VAS je přímá vodorovná čára pevné délky. Její konce jsou definovány jako krajní meze měřeného parametru (symptom, bolest, zdravotní stav) orientované zleva (nejlepší) doprava (nejhorší) (DELGADO, 2018, s.1).

3 CÍLE

3.1 Hlavní cíl

Hlavním cílem práce je porovnat hodnoty srdeční frekvence ve stoji a v lehu a vnímané svalové bolesti v průběhu letního pětidenního studentského sportovního kempu.

3.2 Dílčí cíle

- 1) Porovnat hodnoty srdeční frekvence ve stoji v průběhu pěti dnů.
- 2) Porovnat hodnoty svalové bolesti v průběhu pěti dnů.
- 3) Analyzovat vztah mezi srdeční frekvencí ve stoji a vnímanou svalovou bolestí.
- 4) Analyzovat vztah mezi srdeční frekvencí v lehu a vnímanou svalovou bolestí.

3.3 Hypotézy

H₀₁: Průměrné hodnoty srdeční frekvence ve stoji se v průběhu pěti dnů vzájemně neliší.

H₀₂: Průměrné hodnoty srdeční frekvence v lehu se v průběhu pěti dnů vzájemně neliší.

H₀₃: Průměrné hodnoty vnímané svalové bolesti se v průběhu pěti dnů vzájemně neliší.

3.4 Výzkumné otázky

VO₁: Jaký je vztah mezi změnou srdeční frekvence ve stoji a změnou vnímané svalové bolesti?

VO₂: Jaký je vztah mezi změnou srdeční frekvence v lehu a změnou vnímané svalové bolesti?

4 METODIKA

Měření klidové srdeční frekvence a vnímané svalové bolesti probíhalo v průběhu pětidenního letního studentského kempu. Studenti si každý den měřili srdeční frekvenci v lehu a ve stoji ráno po probuzení. Doplnovali vnímanou svalovou bolest pomocí VAS.

Měření probíhalo u 10 mužů a 8 žen. Každý student dostal na začátku kempu papír, kde měl zapisovat naměřené hodnoty, které jsme následně zpracovávali. Předtím než studenti obdrželi papír, byli poučeni o tom, jak hodnoty správně zapisovat.

Trénink a pohybové aktivity byly pro každého stejné, intenzitu si pak studenti řídili sami, trénink nebyl nijak individualizován. Vzhledem k výkonnostním rozdílům mezi jednotlivými studenty měl kemp pro každého rozdílný dopad na změny srdeční frekvence a svalové bolesti.

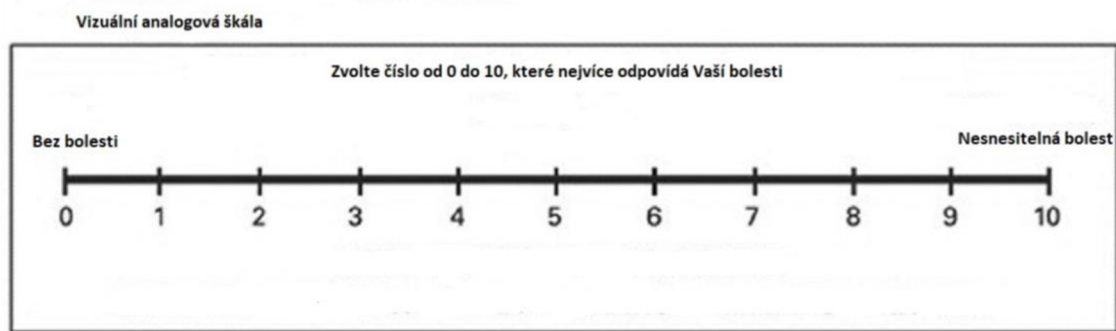
Z časových a technických důvodů proběhlo měření srdeční frekvence namísto měření variability srdeční frekvence. Pro měření variability srdeční frekvence se nám nepodařilo zajistit dostatek vhodných přístrojů.

Srdeční frekvenci si měřili za pomoci monitoru srdeční frekvence značky Sigma PC 15.11, Sigma-Elektro, Neustadt, Německo (Obrázek 1).



Obrázek 1 Monitor srdeční frekvence značky Sigma PC 15.11, Sigma.elektro, Neustadt, Německo.

Na obrázku 2 je zobrazena stupnice, na kterou studenti zapisovali bolest. VAS je obohacena o číslice pro lepší orientaci.



Obrázek 2 Vizuální analogová škála, která byla využita k zaznamenání intenzity svalové bolesti během pětidenního studentského kempu.

4.1 Výzkumný soubor

Pro účely této bakalářské práce byl změřen výzkumný soubor 18 studentů Fakulty tělesné kultury. Jejich základní antropologické údaje jsou uvedeny v tabulce.

Proměnná	Muži	Ženy
N	10	8
Věk [roky]	21,0 ± 1,2	21,4 ± 1,1
Tělesná hmotnost [kg]	75,8 ± 6,6	60,5 ± 6,9
Tělesná výška [cm]	180,7 ± 7,3	165,0 ± 6,0
BMI [kg/m ²]	23,2 ± 1,1	22,2 ± 1,8

Tabulka 1. Charakteristika výzkumného souboru.
Legenda: BMI – body mass index.

4.2 Aktivity v jednotlivých dnech

Jednotlivé dny byly obsazeny různými aktivitami. Pondělní den se studenti rozdělili do dvou skupin. První skupina měla dopoledne na programu půldenní cykloturistiku, druhá skupina půldenní orientaci. Tyto aktivity si odpoledne prohodili. Úterní dopoledne bylo věnováno 1,5 hod kanoistice a 1,5 hod uzlování, odpoledne se studenti rozdělili do dvou skupin – skupina A a B. Skupina A se učila základy horolezení na Studeneckých skalách, skupina B okusila Branball a kondiční hry v přírodě. Středeční den patřil dopoledne 1,5 hod cyklistice a 1,5 hod tréninku

sportovních her, odpoledne se vyměnily aktivity skupin z úterního dne. Předposlední den se dopoledne skládalo z několika aktivit – kanoistika a výběrová aktivita – paddleboard nebo kajak, odpoledne proběhl orientační běh. V pátek byla aktivita pouze v dopoledních hodinách, jednalo se o výlet k Železnáku na kánoích, poté následovalo balení a odjezd.

4.3 Metody sběru dat

Studenti si měřili minutovou srdeční frekvenci za pomoci monitoru srdeční frekvence značky Sigma PC 15.11, Sigma-Elektro, Neustadt, Německo. Srdeční frekvenci si měřili každý den v lehu a ve stoje ráno po probuzení. Studenti si zapisovali svůj ranní tep na záznamový arch, který byl speciálně vytvořen k tomuto účelu.

Dále si na stejný arch zapisovali vnímanou svalovou bolest na VAS od 0 do 10 centimetrů. Škála začínala na cifře 0, která značila nulovou bolest, cifra 10 označovala maximální bolest.

4.4 Statistické zpracování dat

Údaje ze záznamových archů byly přepsány do elektronické podoby pomocí aplikace Excel 365 (Microsoft, Redmond, USA). Statistické porovnání hodnot vybrané proměnné (srdeční frekvence ve stoji, srdeční frekvence v lehu, svalová bolest) bylo provedeno pomocí jednofaktorové analýzy rozptylu (ANOVA). Pokud ANOVA ukázala statisticky významný efekt, bylo posouzení mezi jednotlivými dny dále provedeno podrobněji pomocí Fisherova testu. Vztah mezi dvěma proměnnými byl analyzován pomocí Pearsonova korelačního koeficientu. Pro statistické výpočty byla použita aplikace STATISTICA 13.4 (TIBCO Software, Palo Alto, USA). Hodnoty signifikancí menší než 0,05 ($p < 0,05$) byly označeny jako statisticky významné.

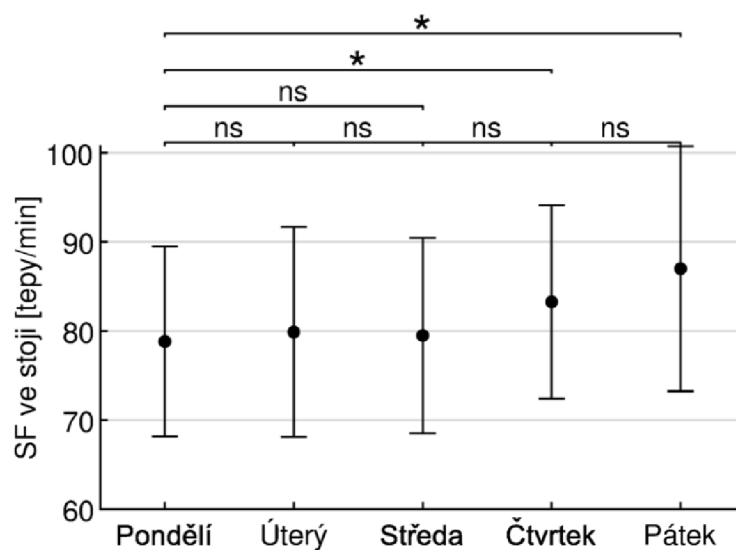
5 VÝSLEDKY

V této kapitole je pět grafů. První dva ukazují porovnání výsledků z ranního měření srdeční frekvence ve stoji a lehu. Třetí graf ukazuje vnímanou svalovou bolest na VAS. Grafy zachycují hodnoty od prvního do pátého (posledního) dne. Čtvrtý a pátý graf znázorňuje korelační analýzu. Čtvrtý graf obsahuje korelační analýzu srdeční frekvence ve stoji a hodnoty VAS. Pátý graf obsahuje korelační analýzu srdeční frekvence v lehu a hodnoty VAS.

5.1 Porovnání hodnot v průběhu pěti dní

Obrázek 3 zobrazuje průběh SF ve stoji. Zvýšení SF ve stoji se začalo projevovat 4. den (83 ± 11 tepů/min) ve srovnání s 1. dnem (79 ± 11 tepů/min), statistická významnost je ($p = 0,039$).

Statisticky významné ($p < 0,001$) zvýšení SF bylo také 5. den (87 ± 14) ve srovnání s 1. dnem (79 ± 11). Zbývající porovnání nebyla statisticky významná ($p \geq 0,078$). Hypotéza H01 je zamítnuta.



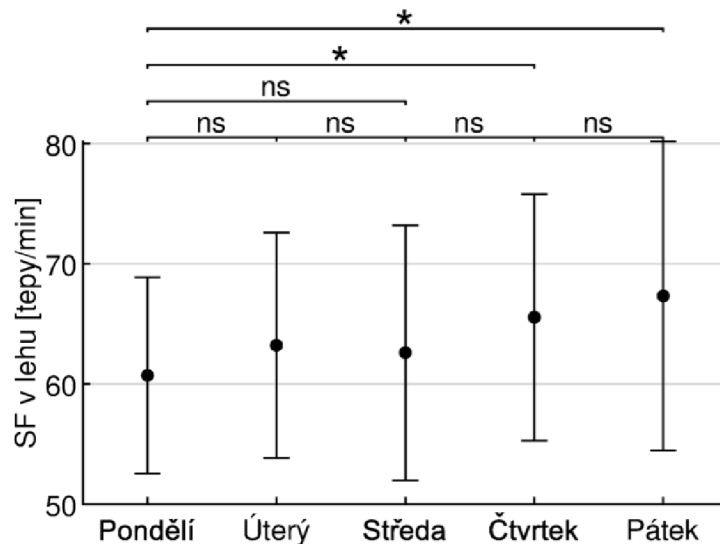
Obrázek 3 Průběh srdeční frekvence ve stoji v průběhu pětidenního studentského sportovního kempu.

Legenda: SF = srdeční frekvence, * = statisticky významné ($p < 0,05$), ns = statisticky nevýznamné

Obrázek 4 zobrazuje průběh SF v lehu. Statisticky významné ($p = 0,021$) je porovnání změny srdeční frekvence mezi prvním

a čtvrtým dnem. První den měli studenti průměrný tep (61 ± 8) a čtvrtý den měli průměrný tep (66 ± 10).

Pátý den měli studenti průměrný tep (67 ± 13), první den byla hodnota průměrného tepu (61 ± 8). Porovnání těchto dvou dní je statisticky významné ($p = 0,002$). Hypotéza H02 je zamítnuta.

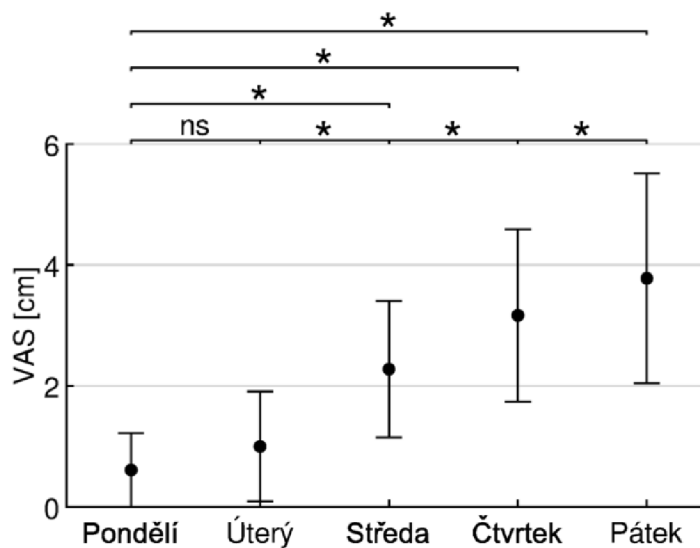


Obrázek 4 Průběh srdeční frekvence v lehu v průběhu pětidenního studentského sportovního kempu.

Legenda: SF = srdeční frekvence, * = statisticky významné ($p < 0,05$), ns = statisticky nevýznamné

Průběh svalové bolesti je zobrazen na obrázku 5. Statisticky významné ($p < 0,001$) je porovnání hodnoty 2. dne ($1,0 \pm 0,9$ cm) a 3. dne ($2,3 \pm 1,1$ cm). Hodnota 4. dne ($3,2 \pm 1,4$ cm) v porovnání se 3. dnem ($2,3 \pm 1,1$ cm) je statisticky významná ($p = 0,004$). Statisticky významné ($p = 0,042$) je porovnání 5. dne ($3,8 \pm 1,7$ cm) se 4. dnem ($3,2 \pm 1,4$ cm).

Dalším statisticky významné ($p < 0,001$) je porovnání mezi 1. dnem ($0,6 \pm 0,6$ cm) a dnem 3. ($2,3 \pm 1,1$ cm), mezi 1. dnem ($0,6 \pm 0,6$ cm) a 4. dnem ($3,2 \pm 1,4$ cm), mezi 1. dnem ($0,6 \pm 0,6$ cm) a 5. dnem ($3,8 \pm 1,7$ cm). Hypotéza H03 je zamítnuta.

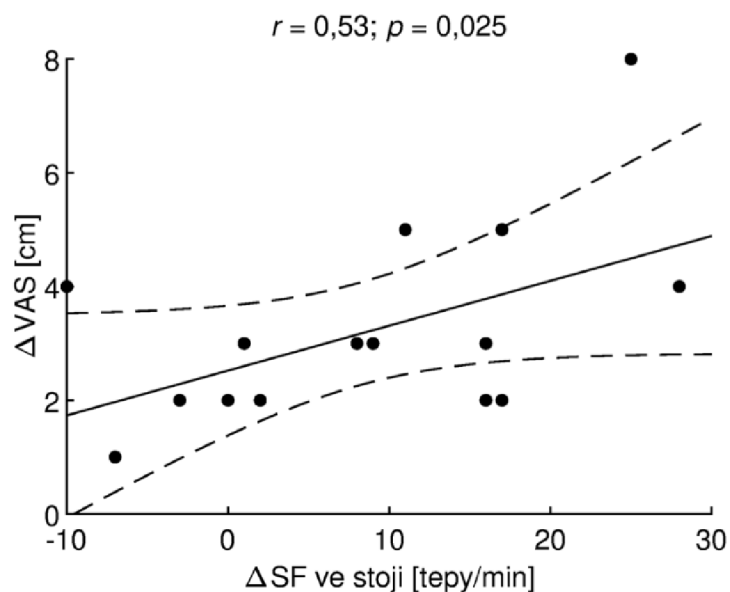


Obrázek 5 Průběh vnímané svalové bolesti v průběhu pětidenního studentského sportovního kempu.

Legenda: VAS [cm] = svalová bolest, * = statisticky významné ($p < 0,05$), ns = statisticky nevýznamné hodnocení

5.2 Korelační analýza

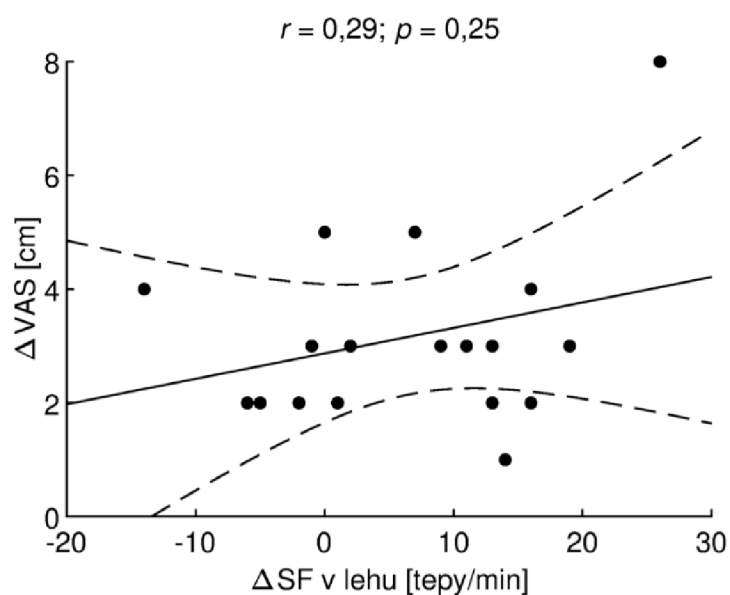
Hodnocení vztahu změn svalové bolesti a změn srdeční frekvence mezi 1. a 5. dnem graficky znázorněno na obrázku 6. Porovnání mezi 1. a 5. dnem je z důvodu nejvyššího rozdílu mezi těmito dny. Byla nalezena statisticky významná korelace mezi změnami srdeční frekvence ve stoji a změnami svalové bolesti ($r = 0,53$, $p = 0,025$).



Obrázek 6 Vztah individuálních změn hodnocení svalové bolesti a změn srdeční frekvence ve stoji během pětidenního studentského sportovního kempu.

Legenda: Δ VAS = hodnocení změny svalové bolesti mezi 5. dnem a 1. dnem, Δ SF = změna srdeční frekvence ve stoji mezi 5.dnem a 1. dnem. r = Pearsonův korelační koeficient, p = statistická významnost korelačního koeficientu

Porovnání změn svalové bolesti a srdeční frekvence v lehu 5.dne vůči 1.dni je graficky znázorněno na obrázku 7. Nebyla nalezena statisticky významná korelace mezi změnami srdeční frekvence v lehu a změnami svalové bolesti ($r = 0,29, p = 0,25$).



Obrázek 7 Vztah individuálních změn hodnocení svalové bolesti a změn srdeční frekvence v lehu.

Legenda: Δ VAS = hodnocení změny svalové bolesti mezi 5. dnem a 1. dnem, Δ SF = změna srdeční frekvence v lehu mezi 5.dnem a 1. dnem. r = Pearsonův korelační koeficient, p = statistická významnost korelačního koeficientu

6 DISKUSE

Hlavním cílem práce je porovnat hodnoty srdeční frekvence ve stoji a v lehu a vnímané svalové bolesti v průběhu letního pětidenního studentského sportovního kempu. Na začátku studie byly vytvořeny celkem dvě výzkumné otázky a tři hypotézy, které jsou definovány v kapitole 2 (str.15).

Tato bakalářská práce došla k závěru, že svalová bolest nekoreluje přímo se srdeční frekvencí v lehu. Dle těchto výsledků má svalová bolest vliv na srdeční frekvenci ve stoje. Z tohoto důvodu je vhodnější při sportovních soustředěních nebo v období před a mezi závody používat měření srdeční frekvence v lehu.

Myslím, že aktivity v jednotlivých dnech byly pro účastníky náročné a začala se u nich akumulovat únava. Všechny tři ukazatele měli nejnižší hodnoty první den, nejvyšší hodnotu pak den pátý. U vnímané svalové bolesti šla hodnota postupně nahoru. Každý následující den byla hodnota o něco vyšší než u předešlého dne. U srdeční frekvence ve stoji i lehu byla hodnota shodně třetího dne nižší než u druhého. Další dny hodnota postupně stoupala.

Výsledky studie od Pettersena (2020) říkají, že elitní a vrcholoví sportovci měli zvýšenou toleranci bolesti, vyšší prahy tepelné bolesti a uváděli nižší intenzitu bolesti při tepelné stimulaci. Vytrvalostní sportovci (běžci na lyžích a běžci na dlouhé tratě) měli lepší toleranci k chladové bolesti ve srovnání s fotbalisty i nespportovci. Vytrvalostní sportovci dále uváděli nižší intenzitu bolesti ve srovnání s nespportovci, zatímco vytrvalostní sportovci i fotbalisté měli vyšší prahy bolesti z tepla ve srovnání s nespportovci.

Jiná studie potvrzuje, že sportovci obecně reagují na bolestivé podněty méně než nespportovci, taktéž že typ sportu má na vnímání bolesti rozdílný vliv. Vytrvalostní sport je spojen s lepší inhibicí bolesti, silový sport je spojen se sníženou citlivostí na bolest (Assa, 2019).

Rozdíly mezi srdečním tepem během průběhu cvičení a po ukončení cvičení nebyly významné. Velké rozdíly mezi jednotlivými subjekty však znamenají, že srdeční frekvence po cvičení je jako měřítko individuální intenzity cvičení nespolehlivá (Bell, 1996).

Údaje od Umetaniho (1998) ukazují, že srdeční frekvence se snižuje postupně se stárnutím a různou rychlostí u mužů a žen. Rozdíly mezi pohlavími mizí po 50. roce věku.

Výsledky studie od Ryana (2002) naznačují, že souvislost mezi příjmem alkoholu a sníženou variabilitou srdeční frekvence může být hlavně sekundárně způsobena zvýšením srdeční frekvence, nikoli centrálním nebo periferním účinkem alkoholu na aktivitu srdečního vagového nervstva.

Studie z roku 2006 od Periniho ukázala, že zlepšení fyzické zdatnosti pozorované od začátku do konce soutěžní sezóny sportovců bylo spojeno se snížením hodnot srdeční frekvence a krevního tlaku v klidu (Perini, 2006).

Podle O'Learyho (1996), během mírné fyzické zátěže existuje jak významný sympatický, tak parasympatický tonus srdce. Jak se cvičení blíží maximální úrovni, parasympatická aktivita slábne a sympatická aktivita se zvyšuje. Také zmiňuje, že během těžké zátěže je srdeční frekvence na maximální úrovni nebo blízko ní (O'LEARY, 1996).

Srdeční frekvence podle studie od Javoroky (2002) rychle klesá během prvních 1-2 min po ukončení cvičení a poté postupně. Během zotavování po středně těžké a těžké fyzické zátěži zůstává srdeční frekvence relativně dlouhou dobu (až 60 min) zvýšená nad úroveň před cvičením.

Závěr studie od Hicksona (1980) zmiňuje, že pokud se nezvýší tréninkový stimul, nevede každodenní cvičební program s vysokou intenzitou po 3 týdnech k dalšímu zvýšení VO₂max ani k dalšímu snížení reakcí na laktát v krvi nebo srdeční frekvenci.

Další studie ukazuje, že věk, pohlaví a některé faktory životního stylu významně ovlivňují srdeční frekvenci a různé složky její variability v poloze vleže a v reakci na stání (Fagard, 1999).

Výsledky jiné studie potvrzují, že bez ohledu na etnické rozdíly a faktory životního stylu by se při kvantifikaci srdeční frekvence a variability srdeční frekvence měly vždy brát v úvahu faktory, jako je věk, pohlaví, držení těla a způsob dýchání (Parati, 2003).

7 LIMITY PRÁCE

Program pro účastníky byl stejný, pouze intenzitu tréninku si každý student určoval sám. Vzhledem k výkonnostním rozdílům mezi účastníky byla však reakce na zátěž jednotlivých účastníků rozdílná. Tyto rozdíly se projevily ΔSF a ΔVAS na grafech 4 a 5. Roli v náročnosti kempu mohly hrát i pohybové aktivity, které nebyli někteří účastníci zvyklí provozovat. S některými sporty se účastníci nejspíš setkali i poprvé v životě.

8 ZÁVĚRY

Sledování tepové frekvence poskytuje cenné údaje o individuálním vývoji jedince při sportu a lze ji snadno sledovat pomocí nositelného zařízení. V této studii byly využity k měření srdeční frekvence monitory srdeční frekvence značky Sigma PC 15.11, Sigma-Elektro, Neustadt, Německo. Elitní a vrcholoví sportovci mají trvale vyšší toleranci bolesti vůči ischemické a chladové stimulaci bolesti ve srovnání s rekreačními sportovci. Dříve získané údaje v této oblasti jsou však málo konzistentní (Pettersen 2020). K určení vnímané svalové bolesti se použila vizuální analogová škála.

V praktické části jsme dospěli k výsledku, že průměrné hodnoty srdeční frekvence ve stoji se v průběhu pěti dnů vzájemně liší. U srdeční frekvence ve stoji se hodnoty začaly více zvyšovat od čtvrtého dne. Průměrné hodnoty u srdeční frekvence v lehu se v průběhu pěti dnů vzájemně liší. Hodnoty se začaly výrazněji zvyšovat od čtvrtého dne. Průměrné hodnoty vnímané svalové bolesti se v průběhu pěti dnů vzájemně liší. Průměrné hodnoty se začaly více zvyšovat od třetího dne. Dle výsledků z této práce se zvyšující svalovou únavou zvyšuje i srdeční klidová frekvence ve stoji.

Pro další bakalářské či diplomové práce na toto téma bych zvolil rozdělení účastníku do čtyř skupin. V jedné skupině by byli lidé, kteří se pravidelně věnují sportu. V druhé skupině by byli lidé věnující se sportu nepravidelně. Další rozdělení by bylo na muže a ženy. Myslím, že tímto by se mohlo dosáhnout detailnější analýzy. Toto rozdělení by ovšem mělo smysl v případě, že by byl výzkumný soubor podstatně větší.

9 SOUHRN

V přehledu poznatků jsem se věnoval srdeční frekvenci. Podkapitoly pak byly klidová srdeční frekvence, srdeční frekvence během cvičení, monitorování srdeční frekvence a variabilita srdeční frekvence. Těmto tématům jsem se chtěl věnovat kvůli celkovému tématu bakalářské práce. Věřím, že rozebráním těchto témat jsem čtenáře obohatil důležitými informacemi.

Další kapitolou byla svalová bolest. Ke svalové bolesti jsem se snažil najít informace týkající se průběhu svalové bolesti vzhledem ke sportovnímu tréninku. Vztahu svalové bolesti a nervové soustavy, snížení výkonnosti svalů při svalové bolesti, regenerace svalů.

Další podkapitola byla věnována přetěžování a přetrénování. V této podkapitole jsem hledal informace k ukazatelům přetrénování, změnách v srdeční frekvenci při přetrénování.

Další podkapitola zefektivnění tréninku je věnována nejúčinnějším tréninkovým metodám. Hlavní cíl této bakalářské práce je porovnat hodnoty srdeční frekvence ve stoji a v lehu a vnímané svalové bolesti v průběhu letního pětidenního studentského sportovního kempu.

Metodika je věnována způsobu zaznamenávání srdeční frekvence v lehu i ve stoji, svalové bolesti na VAS. Stručně jsem zde popsal i trénink, který probíhal během kempu. Současně jsem vysvětlil, proč jsme se nevěnovali variabilitě srdeční frekvence.

Dále jsem se věnoval Vizuální analogové škále, na kterou studenti zapisovali svalovou bolest. Popsal jsem, jak škála vypadá a jak jsou vyobrazeny hodnoty svalové bolesti na VAS. Dále jsem se okrajově věnoval historii a využití VAS. Podkapitolu jsem doplnil obrázkem.

Výzkumný soubor je popsán v tabulce, která uvádí počet žen a mužů. Dále uvádí zvlášť pro ženy i muže jejich průměrný věk, průměrnou tělesnou výšku a hmotnost a průměrný BMI [kg/m²].

Podkapitola aktivity v jednotlivých dnech popisuje náplň, délku trvání, a den kdy probíhali jednotlivé tréninky. Metody sběru dat popisují, jak studenti zapisovali srdeční tep v lehu, ve stoji a svalovou bolest na záznamový arch. Data jsme zapsali do aplikace Excel 365 (Microsoft, Redmond, USA).

Výsledky jsou vyznačeny v grafech, kde první tři obsahují informace porovnání o naměřených hodnotách, se věnují změnám srdeční frekvence v lehu, ve stoji a svalové bolesti. Zbývající dva grafy ukazují korelační analýzu naměřených hodnot. Každý graf ukazuje statisticky významné výsledky.

Cíl této bakalářské práce bylo porovnání hodnot srdeční frekvence v lehu, ve stoji a vnímané svalové bolesti. Vzhledem k faktu, že jsme došli ke statisticky významným výsledkům, myslím že data z této práce jsou přínosná.

10 SUMMARY

In the review of findings, I discussed heart rate. The subsections then were resting heart rate, heart rate during exercise, heart rate monitoring, and heart rate variability. I wanted to address these topics because of the overall theme of my undergraduate thesis. I believe that by discussing these topics I have enriched the reader with important information.

The next chapter was muscle pain. For muscle pain, I tried to find information regarding the course of muscle pain in relation to athletic training. The relationship between muscle pain and the nervous system, the decrease in muscle performance during muscle pain, and muscle recovery.

The next subsection was devoted to overuse and overtraining. In this subchapter, I sought information on indicators of overtraining, changes in heart rate during overtraining.

The next subchapter on training effectiveness is devoted to the most effective training methods.

The main objective of this undergraduate thesis is to compare standing and supine heart rate values and perceived muscle soreness during a five-day summer student sports camp.

The methodology focuses on the method of recording heart rate in supine and standing positions, muscle pain on the VAS. I have also briefly described the training that took place during the camp. At the same time, I explained why we did not pay attention to heart rate variability.

I also discussed the Visual Analog Scale on which the students recorded muscle pain. I described what the scale looks like and how the muscle pain values are depicted on the VAS. Next, I discussed the history and use of the VAS in passing. I supplemented the subsection with a figure.

The research population is described in a table that lists the number of women and men. It further lists separately for women and men their mean age, mean body height and weight, and mean BMI [kg/m²].

The subsection on activity on each day describes the load, duration, and day on which each workout took place. Data collection methods describe how students recorded supine and standing heart rate and muscle soreness on a recording sheet. Data were entered into Excel 365 (Microsoft, Redmond, USA).

The results are plotted in graphs, where the first three contain information comparing the measured values, with changes in heart rate in supine and standing positions and muscle pain. The remaining two graphs show the correlation analysis of the measured values. Each graph shows statistically significant results.

The aim of this bachelor thesis was to compare the values of heart rate in lying down, standing, and perceived muscle pain. Due to the fact that we came to statistically significant results, I think the data from this thesis is beneficial.

11 REFERENČNÍ SEZNAM

- ACHTEN, Juul a Asker E JEUKENDRUP. Heart Rate Monitoring. Sports Medicine [online]. 2003, 33(7), 517-538 [cit. 2022-08-01]. ISSN 0112-1642. Dostupné z: doi:10.2165/00007256-200333070-00004
- ALDRIDGE, R., E. B. CADY, D. A. JONES a G. OBLETTER. Muscle pain after exercise is linked with an inorganic phosphate increase as shown by ³¹P NMR. Bioscience Reports [online]. 1986, 6(7), 663-667 [cit. 2022-08-01]. ISSN 0144-8463. Dostupné z: doi:10.1007/BF01114761
- ASSA, Tal, Nirit GEVA, Yoni ZARKH a Ruth DEFRIN, 2019. The type of sport matters: Pain perception of endurance athletes versus strength athletes. European Journal of Pain, ISSN 1090-3801. Dostupné z: doi:10.1002/ejp.1335
- AVRAM, Robert, Geoffrey H. TISON, Kirstin ASCHBACHER, et al. Real-world heart rate norms in the Health eHeart study. Npj Digital Medicine [online]. 2019, 2(1) [cit. 2022-08-01]. ISSN 2398-6352. Dostupné z: doi:10.1038/s41746-019-0134-9
- BELL, J M a E J BASSEY, 1996. Postexercise heart rates and pulse palpation as a means of determining exercising intensity in an aerobic dance class. British Journal of Sports Medicine [online]. 30(1), 48-52 [cit. 2022-11-07]. ISSN 0306-3674. Dostupné z: doi:10.1136/bjism.30.1.48
- BILLAT VL, Flechet B, Petit B, et al. Interval training at V O₂max: effects on aerobic performance and overtraining markers. Med Sci Sports Exerc 1999; 31 (1): 156-63
- BLÁHA, Martin, 2020. (Athlete's heart vs hypertrophic cardiomyopathy - differential diagnostics according to current guidelines). Cor et Vasa [online]. 62(1), 50-55 [cit. 2023-04-07]. ISSN 00108650. Dostupné z: doi:10.33678/cor.2019.087
- BÖHM, Michael, Jan-Christian REIL, Prakash DEEDWANIA, Jae B. KIM a Jeffrey S. BORER. Resting Heart Rate: Risk Indicator and Emerging Risk Factor in Cardiovascular Disease. The American Journal of Medicine [online]. 2015, 128(3), 219-228 [cit. 2022-06-24]. ISSN 00029343. Dostupné z: doi:10.1016/j.amjmed.2014.09.016
- BOONSTRA, Anne M., Henrica R. SCHIPHORST PREUPER, Michiel F. RENEMAN, Jitze B. POSTHUMUS a Roy E. STEWART, 2008. Reliability and validity of the visual analogue scale for disability in patients with chronic musculoskeletal pain. International Journal of Rehabilitation Research [online]. 31(2), 165-169 [cit. 2022-08-04]. ISSN 0342-5282. Dostupné z: doi:10.1097/MRR.0b013e3282fc0f93
- BORRESEN, Jill a Michael IAN LAMBERT. The Quantification of Training Load, the Training Response and the Effect on Performance. Sports Medicine [online]. 2009, 39(9), 779-795 [cit. 2022-12-28]. ISSN 0112-1642. Dostupné z: doi:10.2165/11317780-000000000-00000

- BUCHHEIT, Martin, 2014. Monitoring training status with HR measures: do all roads lead to Rome?. *Frontiers in Physiology* [online]. 5(73), 1-19 [cit. 2023-04-07]. ISSN 1664-042X. Dostupné z: doi:10.3389/fphys.2014.00073
- Costill DL, Flynn MG, Kirwan JP, et al. Effects of repeated days of intensified training on muscle glycogen and swimming performance. *Med Sci Sports Exerc* 1988; 20 (3): 249-54
- D. Gould et al. Visual Analogue Scale (VAS). *Journal of Clinical Nursing* 2001; 10:697-706
- DELGADO, Domenica A., Bradley S. LAMBERT, Nickolas BOUTRIS, Patrick C. MCCULLOCH, Andrew B. ROBBINS, Michael R. MORENO a Joshua D. HARRIS, 2018. Validation of Digital Visual Analog Scale Pain Scoring With a Traditional Paper-based Visual Analog Scale in Adults. *JAAOS: Global Research and Reviews* [online]. 2(3) [cit. 2022-08-04]. ISSN 2474-7661. Dostupné z: doi:10.5435/JAAOSGlobal-D-17-00088
- DUPUY, Olivier, Wafa DOUZI, Dimitri THEUROT, Laurent BOSQUET a Benoit DUGUÉ. An Evidence-Based Approach for Choosing Post-exercise Recovery Techniques to Reduce Markers of Muscle Damage, Soreness, Fatigue, and Inflammation: A Systematic Review With Meta-Analysis. *Frontiers in Physiology* [online]. 2018, 9(7), 663-667 [cit. 2022-08-01]. ISSN 1664-042X. Dostupné z: doi:10.3389/fphys.2018.00403
- FAGARD, Robert H., Karel PARDAENS a Jan A. STAESSEN, 1999. Influence of demographic, anthropometric and lifestyle characteristics on heart rate and its variability in the population. *Journal of Hypertension* [online]. 17(11), 1589-1599 [cit. 2022-11-24]. ISSN 0263-6352. Dostupné z: doi:10.1097/00004872-199917110-00013
- GRASGRUBER, P., CACEK, J. *Sportovní geny*. Brno: Computer Press, a.s., 2008. ISBN 978-80-251-1873-3
- Halson SL, Bridge MW, Meeuwsen R, et al. Time course of performance changes and fatigue markers during intensified training in trained cyclists. *J Appl Physiol* 2002; 93 (3): 947-56
- HAUSSWIRTH, Christophe a Yann LE MEUR. Physiological and Nutritional Aspects of Post-Exercise Recovery. *Sports Medicine*[online]. 2011, 41(10), 861-882 [cit. 2022-08-01]. ISSN 0112-1642. Dostupné z: doi:10.2165/11593180-000000000-00000
- Hedelin R, Kentta G, Wiklund U, et al. Short-term overtraining: effects on performance, circulatory responses, and heart rate variability. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32 (8): 1480-4
- HICKSON, R C, J M HAGBERG, A A EHSANI a J O HOLLOSZY, 1980. Time course of the adaptive responses of aerobic power and heart rate to training. *Medicine & Science in Sports & Exercise* [online]. 13(1), 17-20 [cit. 2022-11-24]. Dostupné z: <https://journals.lww.com/acsm->

msse/Abstract/1981/01000/Time_course_of_the_adaptive_responses_of_aerobic.12.aspx

- HJERMSTAD, Marianne Jensen, Peter M. FAYERS, Dagny F. HAUGEN, et al., 2011. Studies Comparing Numerical Rating Scales, Verbal Rating Scales, and Visual Analogue Scales for Assessment of Pain Intensity in Adults: A Systematic Literature Review. *Journal of Pain and Symptom Management* [online]. 41(6), 1073-1093 [cit. 2022-08-04]. ISSN 08853924. Dostupné z: doi:10.1016/j.jpainsymman.2010.08.016
- JAVORKA, M., I. ZILA, T. BALHÁREK a K. JAVORKA, 2002. Heart rate recovery after exercise: relations to heart rate variability and complexity. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* [online]. 35(8), 991-1000 [cit. 2022-11-23]. ISSN 0100-879X. Dostupné z: doi:10.1590/S0100-879X2002000800018
- JAVORKA, M., I. ZILA, T. BALHÁREK a K. JAVORKA. Heart rate recovery after exercise: relations to heart rate variability and complexity. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* [online]. 2002, 35(8), 991-1000 [cit. 2022-06-27]. ISSN 0100-879X. Dostupné z: doi:10.1590/S0100-879X2002000800018
- Jeukendrup AE, Hesselink MKC, Kuipers H, et al. Physiological changes in male competitive cyclists after two weeks of intensified training. *Int J Sports Med* 1992; 13 (7): 534-41
- KARVONEN, Juha a Timo VUORIMAA, 1988. Heart Rate and Exercise Intensity During Sports Activities. *Sports Medicine* [online]. 5(5), 303-312 [cit. 2022-06-24]. ISSN 0112-1642. Dostupné z: doi:10.2165/00007256-198805050-00002
- KLIMEK, Ludger, Karl-Christian BERGMANN, Tilo BIEDERMANN, et al. *Allergo Journal International* [online]. 2017, 26(1) [cit. 2022-08-01]. ISSN 2197-0378. Dostupné z: doi:10.1007/s40629-016-0006-7
- LAMBERT, M. I., & Mujika, I. (2013). Overtraining prevention. In C. Hausswirth & I. Mujika (Eds.), *Recovery for performance in sport*, Champaign, IL: Human Kinetics. ISBN: 9781492581253
- MUJIKA, Iñigo. The Alphabet of Sport Science Research Starts With Q. *International Journal of Sports Physiology and Performance* [online]. 2013, 8(5), 465-466 [cit. 2022-12-28]. ISSN 1555-0265. Dostupné z: doi:10.1123/ijsp.8.5.465
- NANCHEN, David. Resting heart rate: what is normal?. *Heart* [online]. 2018, 104(13), 1048-1049 [cit. 2022-06-27]. ISSN 1355-6037. Dostupné z: doi:10.1136/heartjnl-2017-312731
- NIX, Wilfred A. *Muscles, Nerves, and Pain: A Guide to Diagnosis, Pain Concepts, and Therapy*. 2. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2017. ISBN 978-366-2537-190.
- O'LEARY, DONAL S., 1996. Heart rate control during exercise by baroreceptors and skeletal muscle afferents. *Medicine & Science in Sports & Exercise* [online]. 28(2), 210-217 [cit. 2022-11-23]. ISSN 0195-9131. Dostupné z: doi:10.1097/00005768-199602000-00009

- PARATI, Gianfranco a Marco DI RIENZO, 2003. Determinants of heart rate and heart rate variability. *Journal of Hypertension* [online]. 21(3), 477-480 [cit. 2022-11-24]. ISSN 0263-6352. Dostupné z: doi:10.1097/00004872-200303000-00007
- PERINI, Renza, Adelaide TIRONI, Michela CAUTERO, Antonio DI NINO, Enrico TAM a Carlo CAPELLI, 2006. Seasonal training and heart rate and blood pressure variabilities in young swimmers. *European Journal of Applied Physiology* [online]. 97(4), 395-403 [cit. 2022-11-23]. ISSN 1439-6319. Dostupné z: doi:10.1007/s00421-006-0174-0
- PETTERSEN, Susann Dahl, Per M. ASLAKSEN a Svein Arne PETTERSEN, 2020. Pain Processing in Elite and High-Level Athletes Compared to Non-athletes. *Frontiers in Psychology* [online]. 11 [cit. 2022-11-24]. ISSN 1664-1078. Dostupné z: doi:10.3389/fpsyg.2020.01908
- RYAN, J M, 2002. Relations between alcohol consumption, heart rate, and heart rate variability in men. *Heart* [online]. 88(6), 641-642 [cit. 2022-11-23]. ISSN 00070769. Dostupné z: doi:10.1136/heart.88.6.641
- SILAND, J. E., B. GEELHOED, C. ROSELLI, et al. PLOS ONE [online]. 2022, 17(5) [cit. 2022-10-09]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0268768
- UMETANI, Ken, Donald H SINGER, Rollin MCCRATY a Mike ATKINSON, 1998. Twenty-Four Hour Time Domain Heart Rate Variability and Heart Rate: Relations to Age and Gender Over Nine Decades. *Journal of the American College of Cardiology*[online]. 31(3), 593-601 [cit.2022-11-23]. ISSN 07351097. Dostupné z: doi:10.1016/S0735-1097(97)00554-8
- Urhausen A, Gabriel HH, Weiler B, et al. Ergometric and psychological findings during overtraining: a long-term follow-up study in endurance athletes. *Int J Sports Med* 1998;19 (2): 114-20
- VICKERS, Andrew J. Time course of muscle soreness following different types of exercise. *BMC Musculoskeletal Disorders*[online]. 2001, 2(1) [cit. 2022-08-01]. ISSN 1471-2474. Dostupné z: doi:10.1186/1471-2474-2-5

12 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

VAS	Vizuální analogová škála (Visual analogue scale)
SF	Srdeční frekvence
VSF	Variabilita srdeční frekvence