

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Porovnání míry fyziologické odezvy organismu při použití
odlišných jednolanových technik výstupu po laně**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

Mgr. Vladimír Michalička

Konzultant diplomové práce:

MUDr. Radek Pohnán, Ph.D.

Vypracoval:

Bc. Jan Doležal

Praha, srpen 2019

Prohlašuji, že jsem závěrečnou diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne

.....

Bc. Jan Doležal

Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své diplomové práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto diplomovou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Chtěl bych touto cestou poděkovat všem, kteří přispěli k tvorbě této diplomové práce, především panu Mgr. Vladimíru Michalíčkovi za jeho odbornou pomoc a věcné praktické rady při vedení práce. Celé své rodině za podporu během studia a také bych chtěl poděkovat probandům - studentům prezenčního studia Vojenského oboru při FTVS UK, kteří se účastnili měření ve svém volném čase a bez nichž by tato práce nemohla vzniknout.

Abstrakt

- Název:** Porovnání míry fyziologické odezvy organismu při použití odlišných jednolanových technik výstupu po laně
- Cíle:** Cílem této práce bylo porovnat míru fyziologické odezvy organismu při použití 3 odlišných jednolanových technik výstupu po laně při konstantní rychlosti.
- Metody:** Jednalo se o empiricky založenou studii experimentálního charakteru – (kvaziexperiment). Výzkumný soubor ($n=12$) tvořil účelný výběr studentů ($21 \pm 1,1$ let; $183 \pm 4,9$ cm; $80,6 \pm 7,8$ kg) prezenčního studia Vojenského oboru při Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy (VO FTVS UK). Fyziologická odezva organismu při jednolanových technikách výstupu po laně (“prusíkování = **P**”, “pomocí blokantů typu jümar = **B**”, “pomocí uzlu garda = **G**”) při konstantní rychlosti $3 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ po dobu 7 minut byla měřena pomocí přístroje Cortex Metamax 3b a sporttestru Polar. Dále bylo zaznamenáváno subjektivní vnímání zátěže do upravené Borgovy RPE škály. Data byla komparativně analyzována v programu SPSS statistic a pro statistické významnosti bylo využito metody opakované měření analýzy rozptylu (ANOVA).
- Výsledky:** Bylo prokázáno, že existují statisticky významné rozdíly ($p \leq 0,05$) mezi jednotlivými technikami. Nejjednodušší technika je **B** a největší rozdíly byly pozorovány mezi technikou **B** od **P** a **G**. Technika **G** se jevila jako nejobtížnější. Průměrná SF byla při **P** $162 \pm 9 \text{ úderů}\cdot\text{min}^{-1}$ ($\sim 85 \%$ SF_{max}), při **B** $150 \pm 16 \text{ úderů}\cdot\text{min}^{-1}$ ($\sim 79 \%$ SF_{max}) a při **G** $165 \pm 10 \text{ úderů}\cdot\text{min}^{-1}$ ($\sim 87 \%$ SF_{max}). Průměrná VO_2 byla při **P** $33,4 \pm 4,1 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ($\sim 63 \%$ $\text{VO}_{2\text{peak}}$), při **B** $29,3 \pm 3,4 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ($\sim 55 \%$ $\text{VO}_{2\text{peak}}$) a při **G** $36,4 \pm 4,2 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ($\sim 68 \%$ $\text{VO}_{2\text{peak}}$)⁻¹. Průměrná RPE byla při **P** $11,5 \pm 1,2$, při **B** $10,7 \pm 1,7$ a při **G** $13,0 \pm 1,3$.
- Klíčová slova:** Vojenské lezení, zatížení organismu, srdeční frekvence, spotřeba kyslíku, subjektivní vnímání zátěže, prusíkování, blokanty, garda uzel

Abstract

- Title:** Comparison of the physiological response rate of the organism using different one-rope ascent techniques
- Objectives:** The aim of this study was to compare the rate of the physiological response of the organism using 3 different one-rope ascent techniques during constant speed.
- Methods:** It was an empirically based study of experimental character (quasi-experiment). The measured research group ($n = 12$) consisted of the military students (21 ± 1.1 years; 183 ± 4.9 cm; 80.6 ± 7.8 kg) of full-time study at the Faculty of Physical Education and Sport of Charles University (VO FTVS UK). The physiological response rate was measured with the Cortex Metamax 3b and Polar sporttester during one-rope ascending techniques (“using Prusik knot” = **P**”, “using jümar = **B**”, “using Garda knot = **G**”) at a constant speed of $3 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ for 7 minutes. The rating of the perceived exertion was also recorded on the Borg RPE scale. The data were comparatively analyzed in the SPSS statistic program, furthermore the analysis of variance (ANOVA) was also employed.
- Results:** The study demonstrated statistical differences ($p \leq 0.05$) between techniques: while **B** is the easiest, the greatest differences were observed between technique **B**, **P** and **G**. The **G** technique appeared to be the most difficult. The average HR was: 162 ± 9 bpm ($\sim 85\% \text{ HR}_{\text{max}}$) for **P**, 150 ± 16 bpm ($\sim 79\% \text{ HR}_{\text{max}}$) for **B** and 165 ± 10 bpm ($\sim 87\% \text{ HR}_{\text{max}}$) for **G**. The average VO_2 was: $33.4 \pm 4.1 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ($\sim 63\% \text{ VO}_{2\text{peak}}$) for **P**, $29.3 \pm 3.4 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ($\sim 55\% \text{ VO}_{2\text{peak}}$) for **B** and $36.4 \pm 4.2 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ($\sim 68\% \text{ VO}_{2\text{peak}}$) for **G**. The average RPE was 11.5 ± 1.2 for **P**, 10.7 ± 1.7 for **B** and 13.0 ± 1.3 for **G**.
- Keywords:** Military climbing, load on organism, heart rate, oxygen consumption, rating of perceived exertion, prusik knot, jümaring, garda knot

1 Obsah

2	Úvod	12
3	Teoretická východiska práce	14
3.1	Speciální tělesná příprava	14
3.2	K teorii lezení	15
3.2.1	Vojenské lezení	18
3.2.2	Jednolanové techniky	19
3.2.3	Techniky výstupu po laně	23
3.3	Fyziologické ukazatele zatížení	28
3.4	Kardiovaskulární ukazatele zatížení	29
3.4.1	Srdeční frekvence	29
3.4.2	Měření srdeční činnosti	31
3.4.3	Klidová SF	32
3.4.4	Maximální SF	33
3.5	Dechové ukazatele zatížení	33
3.5.1	Respirační parametry	34
3.6	Subjektivní vnímání zátěže	38
3.6.1	Souvislosti s měřením fyziologické odezvy organismu při lezení	40
4	Praktická část	45
4.1	Cíl, úkoly, výzkumná otázka	45
4.2	Metodika výzkumu	45
4.2.1	Výzkumné metody	45
4.2.2	Výzkumný soubor	46
4.2.3	Design měření	47
4.2.4	Metodika získání dat	49
4.2.5	Rozsah platnosti	51
5	Výsledky	52
5.1	Průběh SF	52
5.2	Průběh VO₂	54
5.3	Průběh RPE	56
5.4	Souhrnné hodnocení	58
6	Diskuze	60

7	Závěr.....	65
8	Seznam použité literatury.....	67
9	Přílohy	72
9.1	Seznam obrázků	72
9.2	Seznam tabulek.....	73
9.3	Seznam grafů	73
9.4	Seznam dokumentů k výzkumu.....	74
9.5	Seznam materiálu.....	81

Seznam symbolů

Symbol	Jednotka	Význam
BMI	kg/m ²	ukazatel tělesného složení (body mass index)
EE	kcal·min ⁻¹	Energetický ekvivalent
<i>m</i>	kg	hmotnost
SD	-	směrodatná odchylka (standart deviation)
SF	úderů·min ⁻¹	srdeční frekvence
VO ₂	mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹	minutová spotřeba kyslíku
VO _{2max}	mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹	maximální minutová spotřeba kyslíku

V práci je záměrně použit symbol „L“ pro označení litrů, který je preferován v zahraniční literatuře v oblasti ventilačně – respirační problematiky, jelikož symbol „l“ (malé L) lze snadno zaměnit za číslici jedna (1) a je zde možné nebezpečí záměny.

Seznam zkratek

Zkratka	Význam
%	procento
Ø	aritmetický průměr
AČR	Armáda České republiky
ASA	American Society of Anesthesiologists
B	jednolanová technika výstupu po laně pomocí blokantů typu jumar
°C	stupeň Celsia
č.	číslo
cm	centimetr
CO ₂	oxid uhličitý
hPa	hektopascal
FTVS	Fakulta tělesné výchovy a sportu
G	jednolanová technika výstupu po laně pomocí samosvěrného uzla garda
JT	jednolanová technika
kcal	kilokalorie
kcal·min ⁻¹	kilokalorie za minutu
kJ	kiloJoul
kg	kilogram
L	litr
min	minuta
mm	milimetr
m·min ⁻¹	metrů za minutu
MO	Ministerstvo obrany
NATO	Severoatlantická aliance

NV	Normativní výnos
O ₂	kyslík
P	jednolanová technika výstupu po laně pomocí samosvěrných prusíkových uzlů
RPE	subjektivní vnímání námahy (Rated Perceived Exertion)
s	sekunda
STP	speciální tělesná příprava
úderů·min ⁻¹	úderů za minutu
UK	Univerzita Karlova
VO	Vojenský Obor
vz.	Vzor

2 Úvod

Moderní koncepce Armády České republiky (Dále jen AČR) bere v úvahu aktuální potřeby Severoatlantické aliance (Dále jen NATO), které je Česká republika součástí. Tato koncepce upřednostňuje menší vojenské profesionální jednotky před branceckými armádami. Zmíněné jednotky by měly být schopny v případě jejich nasazení operovat prakticky ve všech možných, a tedy i horských terénech (Např. Afghánistán).

V této diplomové práci se na základě předchozích zkušeností, budeme zabývat problematikou jednolanových technik, konkrétně 3 technikami výstupu po laně využívaných v rámci vojenského lezení, které je součástí speciální tělesné přípravy (Dále jen STP) v AČR. V STP jsou zahrnuty oblasti, které se zaměřují na rozvoj pohybových dovedností a vytvoření vysoké fyzické a duševní připravenosti vojáků, jež jsou využitelné při jejich služební činnosti.

Dnes je lezení velice oblíbenou a rozšířenou činností od rekreačních lezců až po profesionální závodníky. Především díky sportovnímu lezení existuje celá řada výzkumů pojednávajících o jednotlivých odvětvích, technikách a fyziologické náročnosti na organismus při lezení, ale velmi málo jich řeší fyziologickou odezvu organismu při jednolanových technikách. Nejspíše proto, že jednolanové techniky v horolezectví zaujímají pouze okrajovou část a využívají se především v krizových situacích pro záchranu. V rámci vojenského lezení se učí jednolanové techniky také proto, aby si voják dokázal vždy poradit a ulehčit si činnost při plnění jeho dalších služebních úkolů. K volbě námětu tématu práce přispěly též praktické zkušenosti z výcviku ve vojenském lezení a závodů v mezinárodním mistrovství AČR v letním a zimním přírodním víceboji Summer a Winter survival, nebo KRKOMEN. Při nich jsme mimo jiné museli využít jednolanové techniky výstupu po laně s použitím omezeného množství materiálu. Každý tým volil jinou techniku a nebylo možné jednoznačně určit, která byla nejvýhodnější, a také proto jsme se rozhodli tuto problematiku podrobit podrobnější analýze.

V AČR je vojenské lezení jednou z oblastí přípravy vojenských profesionálů, ve které je zapotřebí, aby se voják dostal na místo plnění svých dalších služebních úkolů přes vertikální překážku. Při tom je možné, že u toho bude zapotřebí využít jednolanových technik výstupu po laně. Chtěli bychom mezi sebou jednotlivé techniky využívané v AČR porovnat a určit, která je nejvýhodnější z hlediska míry fyziologického zatížení organismu.

V kontextu celkové přípravy vojenského profesionála zaujímají výstupy po laně okrajovou část. Voják musí často při plnění služebních úkolů řešit otázku, co si s sebou vzít za materiál, jelikož se téměř vždy jedná pouze o nesenou výstroj a tudíž je velmi limitovaný.

Výsledky naší práce by mohly pomoci při tvorbě metodiky vojenského lezení a vojákům při rozhodování jakou techniku využít při překonávání vertikální překážky.

Předmětem experimentálního měření byla komparace srdeční frekvence (Dále jen SF), spotřeba kyslíku (Dále jen VO_2) a subjektivní vnímání zátěže (Dále jen RPE) při 3 odlišných způsobech výstupu po laně při rychlosti $3 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ po dobu 7 minut. Podrobnější standardizace testu je uvedena v kapitole *4.2 Metodika výzkumu*

3 Teoretická východiska práce

V teoretické části této práce jsou shrnuty poznatky, které jsou nezbytné pro vysvětlení základních pojmů a seznámení s danou problematikou. Pro účely studie jsme čerpali z knižních publikací a odborných článků, které se týkaly lezení a fyziologie lidského organismu. Dále jsme využili Vojenských publikací a nařízení, která úzce souvisí se služební tělesnou výchovou a vědeckým zaměřením katedry Vojenského oboru při Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy (Dále jen VO FTVS UK). Kapitoly jsou chronologicky členěny dle vztahu k tématu studie.

Pokusíme se také na základě již provedených studií objasnit některé pojmy a souvislosti, které mohou pomoci při řešení výzkumného projektu.

3.1 Speciální tělesná příprava

Udržování a zvyšování fyzické zdatnosti, zvyšování odborné znalosti a prohlubování kvalifikace patří mezi základní povinnosti každého vojáka v činné službě (§ 48 odst. 1 písm. e) zákona č. 221/1999 Sb. o vojácích z povolání; čl. 35 písm. a) Zákl. – 1 Základní řád ozbrojených sil České republiky; čl. 11 odst. 2. NVMO č.12/2011).

O speciální tělesné přípravě dříve pojednával rozkaz MO č. 14 z roku 1999, ve kterém byla uvedena všeobecná ustanovení a obsah speciální tělesné přípravy v AČR. Tento rozkaz, byl nahrazen novější obsáhlejší verzí NV MO č.12/2011, která je nyní platným předpisem v AČR a v současné době se připravuje její aktualizace, která však nebude mít zásadní vliv na podstatu speciální tělesné přípravy v AČR. (NV MO, v tisku)

“Dle NV MO č. 12/2011 je speciální tělesná příprava jednou ze dvou základních složek tělesné přípravy, které spadají pod služební tělesnou výchovu (Obrázek č. 1). STP je součástí vševojskové přípravy v AČR. Na základě zpracovaných dokumentů pro výcvik je služební tělesná výchova uskutečňována formou řízeného praktického výcviku pro vojáky z povolání.” (Doležal, 2016, s. 22)

„Speciální tělesná příprava se zaměřuje na cílevědomé vytváření tělesné a psychické připravenosti vojáků k plnění pohybově specializovaných úkolů ve vztahu k systemizovanému místu, na kterém jsou služebně zařazeni nebo pro které se připravují.“ (NV MO č. 12/2011, s. 102)



Obrázek č. 1: Členění služební tělovýchovy (NV MO č.12/2011)

Obsahem přípravy jsou speciální cvičení, která se zaměřují na zvládnutí techniky pohybů, získání dovedností a návyků v rizikových a vysoce odborných činnostech služební tělesné výchovy vojenských profesionálů. Klade si za cíl připravit vojenské profesionály, tak aby získané schopnosti a dovednosti byli schopni provádět i za nepříznivých podmínek pod extrémní fyzickou a psychickou zátěží. (NV MO č. 12/2011, s 102)

Dle NV MO č. 12/2011 se jednotlivá témata STP dělí na:

- Boj zblízka
- Házení
- Překonávání překážek
- Přesuny
- Vojenské plavání
- **Vojenské lezení**
- Vojenské víceboje
- Základy přežití

3.2 K teorii lezení

Lezení je pro člověka přirozeným pohybem a patří k jeho základnímu pohybovému fondu. Dříve bylo nezbytné, abychom uměli vyšplhat na strom pro potravu, nebo využili koruny stromů k úkrytu před divou zvěří. Moderní způsob života nás těchto dovedností zbavuje a nejsme nuceni umět dovednost šplhání. Spoléháme se na vymoženosti dnešní doby (žebříky, plošiny, složité mechanismy). Přesto samotná touha stoupat vzhůru, lézt a překonávat překážky je v nás stále zakořeněna, stačí se podívat na malé děti a jejich

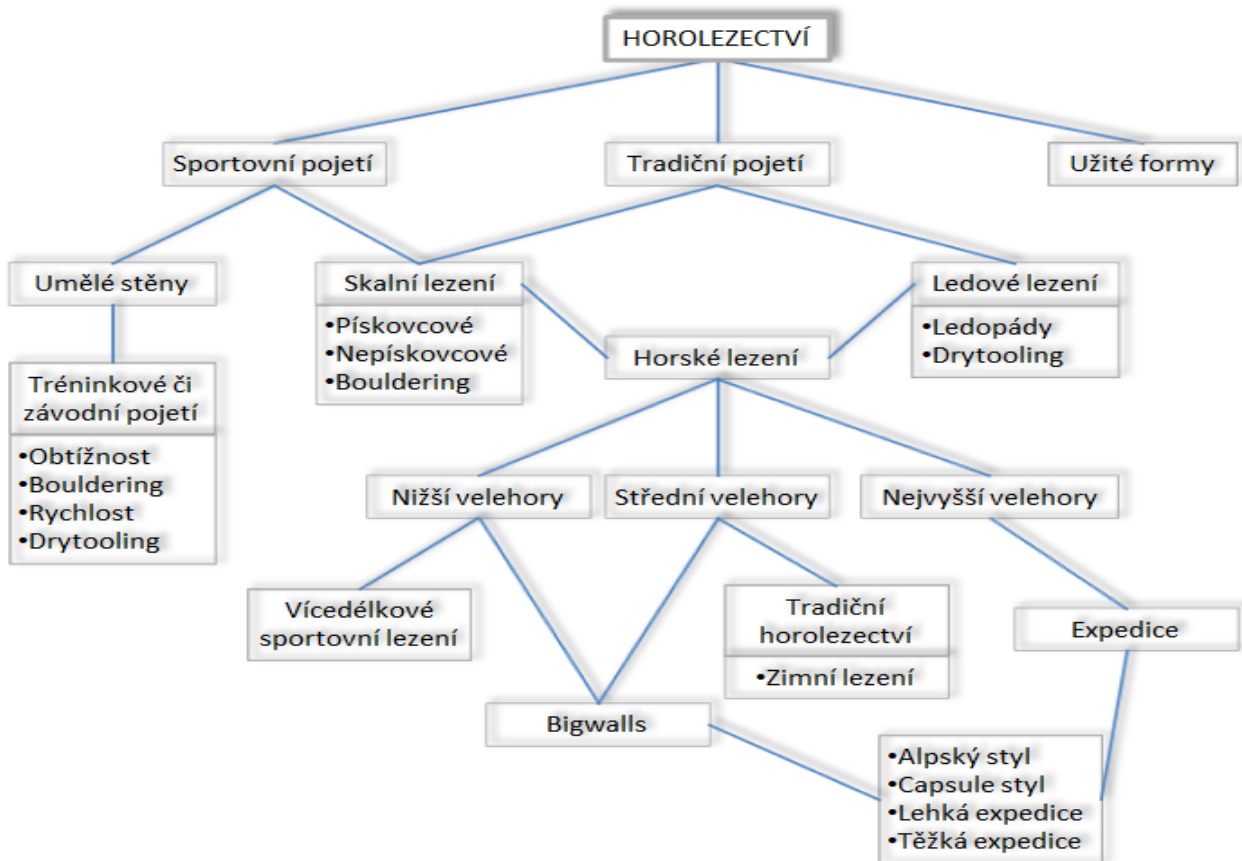
přirozenou touhu někam vylézt a něco nového objevit. V lezení se neustále střídá pocit jistoty a nejistoty, neustále se musíme soustředit a řešit krizové situace, překonávat strach z pádu, z hloubky. Pokud tyto výzvy dokážeme překonat, posilujeme tím důvěru v sebe sama. (Vomáčko a Boštíková 2003, s. 14)

V dnešní době se horolezectví a lezení obecně stalo zálibou široké veřejnosti. Je to dáno nejspíše oblibou všech tzv. „outdoorových“ sportů, neboli aktivit spojených s pobytem a pohybem v přírodě. (Neuman, 2000). Mikoška, (2006) navíc doplňuje, že po roce 1989 došlo k masivnímu nárůstu cestování do zahraničí a za poznáním a s tím spojuje obecný zájem o outdoorové aktivity u nás. Tento zájem podnítl vývoj jednotlivých aktivit včetně lezení, především po stránce vývoje a dostupnosti používaného materiálu.

Pojmenovat a určit současné formy horolezectví není jednoduché a dle Baláše (2016) existuje celá řada přístupů k nahlížení na aktivity spojené s lezením. Každé má své pro a proti, ale vždy mezi nimi existuje úzká souvislost. Poukazuje na termínovou nejednotnost v oblasti lezení a udává že, lezení v nejširším slova smyslu je v současné době chápáno jako vertikální pohyb přes překážku a do jisté míry se stal zastřešujícím termínem pro všechny lezecké aktivity, které jsou díky rostoucímu zájmu o ně dále samostatně rozpracovány dle specifik jejich použití (sportovní lezení, skalní lezení, lezení na uměle stěně, ledo lezení a jiné.

Pro účely naší práce budeme z této definice vycházet a lezení chápat jako zastřešující termín pro všechny lezecké aktivity.

Dle Vomáčka a Boštíkové (2003) níže uvádíme schéma aktivit spojených s lezením znázorněným na obrázku č.2, ze kterého dále pro účely naší práce rozvedeme užití formy horolezectví.



Obrázek č. 2: Členění lezeckých aktivit (upraveno autorem podle Vomáčka, 2003)

Užité formy horolezectví

Jedná se o aktivity spojené s využitím horolezeckých technik a prostředků sloužících k provádění nehorolezeckých prací a zajištění bezpečnosti osob. Nejvýraznějším příkladem je provádění výškových prací pomocí horolezecké lanové techniky nebo některé lanové techniky, zejména pak záchranné, které využívají složky integrovaného záchranného systému (Dále jen IZS) a AČR. Do užitých forem horolezectví patří i **Vojenské lezení**. (Michalička a kol. 2009, s. 6). Belica (2014) tyto formy horolezectví popisuje jako profesní lezení, jež využívají profese, které se věnují práci ve výškách a nad volnou hloubkou při kterých dle nařízení vlády č. 362/2005 Sb. jsou lidé, kteří je provozují vystaveni nebezpečí pádu z výšky nebo pádu do volné hloubky. Jedná se o náročné techniky, pro které musí být jedinec, jež je provádí, zdravotně a odborně způsobilý, aby se minimalizovalo riziko úrazu.

Užitým, popř. Profesním lezením se zabývá mnoho profesí. Pro tuto práci jsou stěžejní užité formy lezení pojednávající o záchraně osob používané složkami IZS, především pak pro oblast vojenského lezení v AČR.

3.2.1 Vojské lezení

Pro celou oblast vojenského lezení je v AČR stále zavedena hlavní publikace Těl 51-1 Vojensko praktické lezení z roku 1998. Aktuálnější zpracování problematiky vojenského lezení nabízí například pomůcky Ministerstva obrany (2000, 2012), Bartáka a kol. (2008), Michaličky a kol. (2009).

Na podkladech těchto pomůcek v současné době na katedře VO FTVS UK vzniká nová jednotná publikace pro problematiku vojenského lezení, která systémově nahradí již zmíněnou starší verzi publikace Těl 51-1 Vojensko praktického lezení. Všechny zmíněné publikace se obsahově shodují na elementárních informacích vztahujících se k problematice vojenského lezení a prolíná se v nich hlavní obsah naší práce jednolanových technik v AČR. (Ministerstvo obrany, v tisku)

Využití technik horolezectví k překonání vertikálních úseků se datují již u horských jednotek prvorepublikové Československé armády. V této době šlo především o pragmatické zlepšení efektivity přesunů jednotek a techniky v hornatých oblastech. Od té doby prošly techniky značným vývojem. AČR si uvědomuje potřebu znalosti dovedností v lezení v rámci komplexní přípravy jednotek účastnících se např. Součinnostního výcviku v rámci složek IZS, účasti při záchranných a likvidačních pracích při živelných pohromách či účasti na zahraničních operacích v rámci NATO. (Belica, 2014 s. 21-23)

Cílem výcviku ve vojenském lezení v AČR je připravit vojáky k pohybu v členitém terénu např. horském, skalnatém, zledovatělém či pohybu ve výškách a překonávání jiných obtížných překážek. (Ministerstvo obrany, 1998; Michalička a kol., 2009; NV MO č. 12/2011)

Dle NV MO č. 12/2011 jsou obsahem výcviku ve vojenském lezení tato cvičení:

- zacházení s lanem a uzlování
- slaňování, **vystupování po laně**
- jištění a zajišťování
- lezení po skále a v budovách (včetně narušených staveb) překonávání strží
- organizace lezení ve dvojici a ve skupině
- zdolávání zajištěných cest a jejich zřizování
- řešení krizových situací a záchrana ve výškách včetně navazování a vytahování (spouštění) břemen (zraněného nebo nákladu)

3.2.2 Jednolanové techniky

Při některých situacích je při horolezectví výhodné či nezbytné pohybovat se vzhůru, nebo dolů přímo po laně. Termínem jednolanová technika (Dále jen JT) označujeme metody sestupu a výstupu po laně při použití jen jednoho lana. Dříve se k tomuto účelu používala dvoulanová technika, která rozlišovala pracovní a jistící lano. Dvoulanová technika se v dnešní době využívá spíše u průmyslového lezení a jednolanová pro oblast horolezectví. Při využívání JT je nutné odpovídajícím způsobem ukotvit lano a následně překonat vertikální překážku na trase lana, tak aby nedošlo k jeho poškození. U použití JT klademe větší důraz na bezpečnost a ochranu před nechtěným poškozením lana. (Frank, 2007 s. 335-379; Belica, 2014; Horolezecká metodika, 2019)

Za vývojem jednolanových technik stojí především speleologové, konkrétně ti zabývající se speleoalpinismem. Tento obor se zabývá zejména pohybem v jeskyních a podzemních prostorách přirozeného původu. Pro zdolávání exponovaných a vertikálních úseků, je zde nezbytná znalost lezeckých technik, především pak speciálních speleologických technických prostředků (slačovacích brzdy, blokantů aj.). Mnoho let využívali pro pohyb v jeskyních kombinaci vrátku, žebříků a jistících lan. Dnes využívají převážně jen jednolanové techniky, což jim umožnilo zredukovat materiál a provádět větší exkurze do jeskynních systémů. (Frank, 2007 s.335-379; Belica, 2014; Speleo, 2014-2019; Horolezecká metodika, 2019)

Jak uvádí Frank (2007 s. 335-379) JT je založena prakticky na stálém zatížení lana a tudíž vylučuje pádový faktor větší než 1, oproti horolezecké činnosti vyžaduje výrazně odlišné bezpečnostní zásady (zásada ukotvení lana, znalost samosvorných uzlů, zásada 2 bodů, znalost technický pomůcek pro JT aj.) Techniky sestupu a výstupu musí jedinci, kteří mají v plánu použít JT v praxi bezchybně znát a ovládat. K samotnému sestupu se využívá technických pomůcek např. Slačovací osma, slačovací brzda aj. Michalička a kol. (2009) navíc zmiňuje slanění pomocí půllodního uzlu přes karabinu HMS pro potřeby vojenského lezení v případě, že nejsou standartní pomůcky pro slanění resp. jedná se o jednu z hlavních technik využívaných ve vojenském lezení pro svou jednoduchost, univerzálnost a malé nároky na hmotnost materiálu. K samostatnému výstupu po laně se používají samosvěrné uzly, technické lanové svěry – blokanty typu Jumar a Gibbs.

Využití prvků JT je dle Franka (2007, s. 335-379) poměrně široké, od speleoalpinismu, canyoning, technického lezení, výškových prací, záchranně druhých či

sebezáchraně. JT lze velmi dobře využít v situacích, kdy využití standartních lezeckých technik není možné.

Pro účely naší práce se dále budeme zabývat JT **výstupu po laně**.

Výstupové metody Frank (2007, s. 335-379) dělí na základní 2 typy, tzv. Krokovou metodu, kdy blokanty umístíme na nohy nebo k nohám lezce a pomocí střídavého rytmického pohybu horních a dolních končetin se zdvíháme. Spatřuje v ní nevýhodu blokantů umístěných do oblasti dolních končetin, které je poměrně nepraktické v případě potřeby složitější manipulace s nimi. V druhém případě se jedná o metodu zvanou “Frog”, při které u výstupu používáme jednu, nebo obě nohy současně a pohyb vzhůru je zapříčiněn opakovaným pohybem typu sed–vztyk, kde dochází ke střídavému stoupání do nožní smyčky zavěšené pod ručním blokantem a odsedáváním do hrudního blokantu jak je patrné z obrázku č. 3. K této technice potřebujeme 2 “šplhadla” nejčastěji blokanty, kdy první (hrudní) blokant umístíme do centrálního oka úvazku a ruční blokant umístíme nad první, pomocí např. reep¹ šňůry protáhneme centrálním okem a vytvoříme na něm smyčku, aby se do ní lezec mohl postavit, jak je patrné z obrázku č. 14. V současné době je rozšířenější druhá zmiňovaná metoda, jelikož je bezpečnější a manipulace s výstupovými prostředky je jednodušší i pro další provozování zvláštních úkonů na laně při této činnosti. K výstupu po laně metodou Frog se na místo blokantů dají v případě nouze či nedostatku materiálu použít např. samosvěrné prusíkové uzly (obrázek č. 4).

Autoři Tyson a Loomis (2006), Frank (2007, s. 335-379), Barták a kol. (2008), Michalička a kol. (2009), Long (2010), Belica (2014), Speleo (2014-2019), se shodují na dnes více používaném využití metod typu Frog a popisují jednotlivé techniky, které spadají pod termín metody Frog a obsahově se prolínají, přičemž elementární prvky (zásady, využití, materiál) technik jsou shodné.



Obrázek č. 3: Výstup po laně metodou Frog (Belica, 2014)

¹ Označení pro pomocné horolezecké šňůry (zavěšení materiálu, či na prusíky)

Znalost a využití JT výstupu po laně lze spatřovat mezioborově, jak uvádí Belica (2014), který se zabývá především pragmatickým využitím technik pro následnou pracovní činnost, při které potřebuje jedinec kromě znalostí také vhodné vybavení a jeho přizpůsobení na svou postavu. Správně nastavené vybavení značně usnadňuje práci jedince při manévrování na laně a lze tak předejít možným potížím (např. zamotáním lana do výbavy). V praxi výškoví pracovníci využívají pro výstupové metody různé typy blokovacích pomůcek (bokanty typu Gibs, Jumar, apod.)

Long (2010) navíc udává, že znalost alespoň základních technik výstupu po laně je vhodná i pro lezce v případě, že např. není schopen určitý úsek na skále vylézt. Jelikož blokanty sebou lezci standardně na lezení na skalách neberou, doporučuje mít u sebe vždy alespoň 2 reep šňůry např. pro případ použití následné techniky prusíkování. V tomto případě zdůrazňuje u výstupu po laně zvážit míru rizika, jelikož je lano napnuté vahou lezce a vlivem tření o skálu se může poškodit. Pokud je to možné je vhodnější vylézt skálu např. nějakou lehčí cestou.

Obdobný názor na problematiku mají i Tyson a Loomis (2006, str. 25-33). Kteří navíc doplňují, že lezec by si měl být schopen poradit s dostupným a často velmi omezeným materiálem, který má v dané chvíli u sebe, jelikož každý gram navíc je znát a proto s sebou lezci často berou jen nejnужnější materiál. V praxi to bývá nejčastěji lano, karabiny a již zmiňované reep šňůry. Tudíž je v těchto případech nutno často využít např. improvizované techniky prusíkování, která je dle autorů Barták (2008), Michalička a kol. (2009) Ministerstvo obrany (2012), velmi často užívána v rámci výcviku vojáku ve vojenském lezení v AČR a při použití pomocné reep šňůry doporučují použít kulatý průměr 6 mm, která má pevnost 7,2 kN dle normy EN 564, tudíž je téměř o polovinu pevnější než průměr 5 mm a přibližně jednou tak pevná než kulatá reep šňůra o průměru 4 mm. Zároveň při běžném použití reep šňůry o průměru 6 mm ve dvou pramenech téměř splňuje pevnostní požadavky, jako běžně používané lano na horolezení a tedy ji lze úspěšně použít v mnoha situacích (jistící stanoviště aj.)

Autor Ogden (2005, s. 178-189) zmiňuje využití jednolanových technik výstupu po laně při lezení na Big Wallu² v případě sebezáchrany po pádu např. do postupového jištění. Když nastane situace, ve které lezec visí ve volném prostoru např. pod převisem a nedosáhne na skálu, musí pomocí jednolanových technik vystoupat po laně až do bodu, kde může

² lezecká cesta jejíž zdolání s ohledem na její náročnost a délku trvá obvykle několik dní

pokračovat v klasickém lezení. Zdůrazňuje dokonalou znalost těchto technik a doporučuje v tomto případě použití blokantů na místo prusíků, jelikož se jedná o rychlejší a méně náročnou variantu provedení. V případě využití blokantů zdůrazňuje bezpečnou manipulaci s nimi, jelikož nesprávná manipulace by mohla vést k fatálním následkům, tento fakt zmiňují také autoři Tyson a Loomis (2006), Speleo (2014-2019), Belica (2014) a také všichni výrobci těchto pomůcek.

Autoři z portálu horolezecká metodika (2019) podporují výše zmíněné teorie znalosti jednolanových technik pro všechny horolezce i když se nejedná o jejich hlavní horolezeckou činnost a na rozdíl od specialistů jako např. jeskyňářů, speleoalpinistů, záchranářů, kteří k těmto účelům využívají speciální pomůcky, horolezci je běžné ke své činnosti nevyužívají a jsou nuceni improvizovat s tím co mají k dispozici. K již zmíněným provedením doplňují odlišnost sebezáchrany z ledovcové trhliny, kdy největším “problémem” bývá překonání sněhového převisu do kterého se velmi často lano při pádu do ledovcové trhliny “zařízne” tudíž při použití klasické techniky prusíkování by její překonání bylo značně obtížné, ba dokonce nemožné.

Autoři Mayer (1986), Schubert (1998), Cox (2005) a Federal Ministry of defence and sport (2014) obsáhle popisují pohyb v horském prostředí zejména pak na ledovci, kterému se věnuje I Bureš (1995) a uvádějí jak postupovat v případě pádu do ledovcové trhliny. Kdy vždy doporučují pohyb po ledovci ve skupině a navázání všech členů skupiny na lano do lezeckých úvazků. Přičemž v případě pádu do skryté ledovcové trhliny mohou vzniklou situaci vyřešit. Uvádí způsoby záchrany např. přes volnou kladku pomocí druhého lana v případě, kdy je dispozici více zachránců a je možnost zbudovat provizorní kotvicí stanoviště a umístit volnou kladku na lezecký úvazek jedince v trhlíně (spustit mu jí druhým lanem do trhliny) a bezpečně provést uvedenou techniku. Tuto možnost uvádí i Bošτίková (2004 s. 72-75). Další možnost jak se dostat z trhliny je způsob sebezáchrany pomocí samosvorného uzlu garda (obrázek č. 6 a obrázek č. 7) např. v situaci kdy se jedinec propadl do ledovcové trhliny a jeho kolegové nejsou schopni mu pomoci např. z důvodu jejich zranění, nebo že jsou omezeni na vlastním pohybu, jelikož jsou zachyceni na povrchu ledovce vahou jedince, který propadl do trhliny a “drží” takto celou skupinu, aby nesjeli do trhliny. Zmíněný způsob sebezáchrany je vhodnější než prusíkování, jelikož nám umožní lépe překonat ledovcový převis. Zdůrazňují znalost technik sebezáchrany, jelikož pohyb v zimním horském prostředí je poměrně složitý a velmi rizikový. Hrozí zde rychlé riziko úmrtí vlivem prochladnutí a nelze nečinně čekat, jestli nás někdo zachrání. Využití sebezáchranné techniky pomocí

samosvěrného uzlu garda je dle autorů Ministerstva obrany (2012, v tisku) využíváno také při výcviků vojáku v rámci vojenské lezení v AČR.

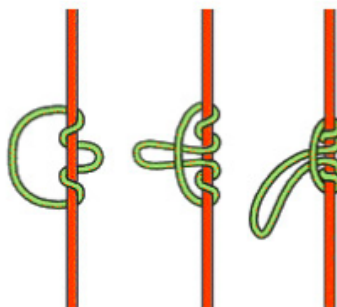
Je zřejmé, že problematika jednolanových technik v rámci lezení je poměrně obsáhlá. Napříč profesemi se používá široké spektrum technik výstupu po laně, které se vzájemně více či méně prolínají a elementární prvky technik jsou vždy shodné. Praktické zvládnutí alespoň základní improvizované techniky výstupu po laně (např. prusíkování) by mělo být součástí znalosti všech osob věnujících se lezení v jakékoliv jeho formě, jelikož jejich správné použití v praxi může rozhodnout mezi životem a smrtí. Pro účel naší práce v následujícím textu představíme 3 zavedené techniky výstupu po laně, které se používají v rámci výcviku ve vojenském lezení v AČR. Tyto techniky vychází z již popsaného principu metody Frog

3.2.3 Techniky výstupu po laně

Pro popis níže uvedených technik, které se využívají v rámci vojenského lezení jsme vycházeli z publikací autorů Schuberta (1998), Ministerstva obrany (1998, 2012, v tisku) Tysona a Loomise (2006), Franka (2007), Bartáka a kol. (2008), Michaličky a kol.(2009), Belici (2014), a Horolezecké metodiky (2019).

1. Výstup po laně pomocí samosvěrných uzlů (prusíkování)

Jde o pohyb přímo po fixním laně pomocí smyček, které jsou na lano uvázány samosvěrnými uzly, ty zapříčiní zastavení smyce na laně. Do těchto smyček si pak lze odsednout, zůstat v nich viset. Jejich střídavým posouváním nahoru a dolů po fixním laně, a odsedáváním do nich, se lezec může posouvat po laně. K tomuto účelu se ve vojenském lezení používá nejčastěji symetrický prusíkův uzol (obrázek č. 4), který drží v obou směrech (nahoru i dolů) stejně. Princip pohybu je znázorněn na obrázku č. 3 (Ministerstvo obrany 1998, 2012, v tisku; Frank 2007; Barták a kol. 2008; Tysona a Loomise 2006; Michalička a kol. 2009)



Obrázek č. 4: Dvojitý prusík (Horolezecká metodika, 2019)

Prusíkův uzel lze snadno vázat i jednou rukou. Podle počtu omotů smyčky kolem lana rozeznáváme nejčastěji jednoduchý, dvojité nebo trojité prusík. Pro tento prusíkův uzel nejlépe fungují kulaté smyčky, při použití plochých smyček uzel nefunguje spolehlivě. Nevýhoda prusíkového uzlu je, že bezpečně funguje jen s menšími průměry smyček, než je fixní lano. Například na běžném lezeckém laně o standardním průměru 11 mm funguje nejlépe 5 mm prusíková smyčka. Při použití tlustší smyčky může uzel prokluzovat. Smyčky o menším průměru mají zase menší pevnost, a jsou málo odolné proti poškození. Pro potřeby vojenského lezení se používá kulatá pomocná reep šňůra o průměru 6 mm, jak jsme uvedli v kapitole 3.2.2 *Jednolanové techniky*. (Tyson a Loomis 2006; Michalička a kol. 2009; Horolezecká metodika, 2019)

Dle Horolezecké metodiky (2019) a Ministerstva obrany (v tisku) **Pro bezpečný výstupu po laně pomocí prusíkových uzlů dodržujeme ve vojenském lezení tyto zásady:**

- k fixnímu lanu jsme vždy kotveni alespoň dvěma pevnými body (samosvěrné uzly)
- horní uzel slouží pro smyčci v centrálním bodu úvazku (1. kotevní bod), spodní pak pro stoupací smyčci (2. kotevní bod)
- délka horní smyčce odpovídá délce paže, délka spodní smyčce pak vzdálenosti: zápěstí – protilehlé rameno
- během pohybu je nutné mít uzel pod kontrolou a dbát na to, aby byl před zatížením správně porovnan a utažen
- přibližně v půlce spodní smyčce uděláme uzel tak, aby došlo ke snížení případné rázové síly (další karabina v centrálním oku sedacího úvazku).

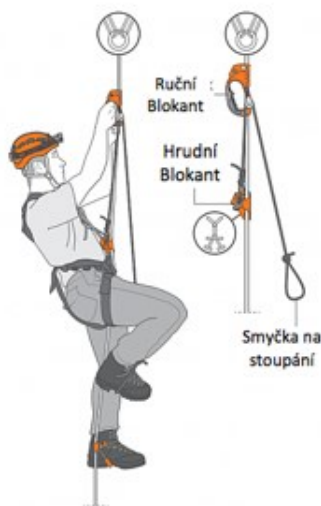
Uvázání a nastavení délky smyčce je potřeba důkladně vyzkoušet a zohlednit individuální možnosti rozsahu pohybu jednotlivců. (Belica, 2014)

Než dojde k samotnému utahení samosvěrného uzlu po zatížení vahou lezce, může tento uzel chvilku sklouzávat dolů. Prokluz uzlu by neměl být příliš dlouhý, jelikož hrozí riziko přepálení lana vlivem tepla vznikajícího třením mezi lanem a uzlem. (Michalička a kol. 2009; Horolezecká metodika, 2019)

2. Výstup po laně pomocí lanových svěr – blokantů

Princip výstupu je stejný (obrázek č.3), pouze na místo prusíků použijeme technické pomůcky – blokanty. Ve vojenském lezení se nejčastěji používá hrudní a ruční blokant typu

jümar. Hrudní blokant je ukotven k úvazu zatímco ten ruční je spojen smycí s úvazem a kotví se nad hrudní blokant. Stoupací smyce je vedena z ručního blokantu. Místo hrudního blokantu lze použít ruční blokant. Technika je znázorněna na obrázku č. 5. (Frank 2007; Barták a kol. 2008; Michalička a kol. 2009; Belica 2014; Ministerstvo obrany, v tisku)



Obrázek č. 5: Princip výstupu po laně pomocí lanových svěr-blokantů (upraveno autorem podle Horolezecké metodiky, 2019)

Dle Horolezecké metodiky (2019) a Ministerstva obrany (v tisku) **Oproti předchozí technice (prusíkování) se ve vojenském lezení dodržují následující zásady:**

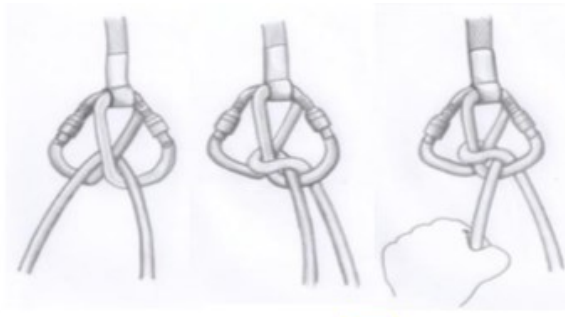
- horní - ruční blokant slouží pro stoupací smyci, spodní hrudní blokant nahrazuje hrudní smyci
- horní - ruční blokant je vždy spojen s úvazkem pomocí nezávislé smyce, tvoří tak 1. kotevní bod na fixním laně
- spodní - hrudní blokant je mezi sedacím a prsním úvazkem, popř. na centrálním oku celotělového úvazku, tvoří 2. kotevní bod. (viz. obrázek č. 5)
- pozor na nečistoty v mechanismech blokantů, mohou způsobit jejich selhání.

Princip blokantů spočívá v tom, že skrze jeho hlavní část (tzv. tělo) je vedeno lano, které je kovovým palcem stisknuto právě v momentě zatížení blokantu vahou lezce. Blokantů je mnoho typů, obecně se dají rozdělit na blokanty typu jümar a gibbs (Ministerstvo obrany, 2012, v tisku)

3. Výstup po laně pomocí samosvorného uzlu garda (obrázek č. 6):

Samosvorný uzel otevřená garda (obrázek č. 6) lze využít při výstupech po laně, kdy nahrazuje nejčastěji hrudní prusík. Zde je nutné, aby karabiny byly sevřeny v závěsném bodě

těsně u sebe, bez možnosti vzájemného pohybu, jedině tak je zajištěna bezproblémová funkce. K tomuto účelu v praxi používáme karabinu typu B (z expresního setu), ale lze použít i karabiny s pojistkou zámku. U karabin není vhodné, aby měly kulatý průřez, jelikož lano má pak tendenci prokluzovat. (Schubert, 1998; Horolezecká metodika 2019; Ministerstvo obrany, v tisku)



Obrázek č. 6: samosvorný uzel - otevřená garda (Ministerstvo obrany, v tisku)

Výstupu po laně pomocí samosvorného uzlu garda se využívá nejčastěji při sebezáchraně z trhliny, při překonávání okraje převisu nebo trhliny, popřípadě míst, která prostým prusíkováním nelze překonat (výstup směřuje šikmo ke kotevnímu bodu). (Schubert 1998; Horolezecká metodika 2019; Ministerstvo obrany, v tisku)

Otevřený garda uzel zapojujeme do systému jednoduché kladky, která se oproti „klasické,“ vytvořené pouze z prusíků lépe hodí do šikmého výstupu (obrázek č. 7). (Ministerstvo obrany, v tisku)

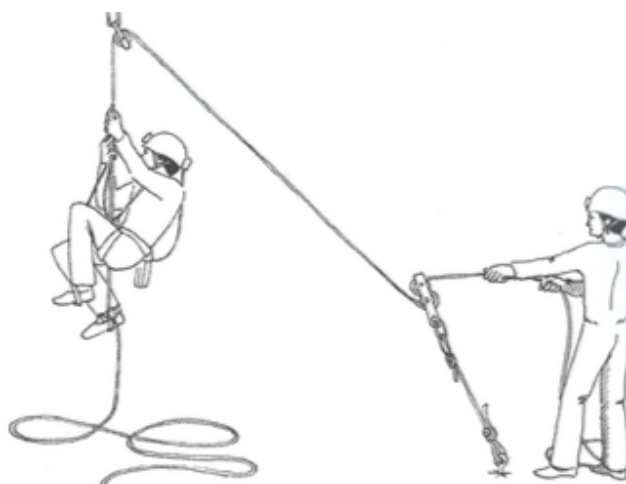
Dle Horolezecké metodiky (2019) a Ministerstva obrany (v tisku) **při použití dodržíme ve vojenském lezení následující zásady:**

- na lano navážeme ze smyce prusíkův uzel a co nejbliže od něj vytvoříme oko a vložíme do něj karabinu
- do centrálního oka sedacího úvazku založíme otevřený garda uzel (obrázek č. 6)
- lano vedeme otevřeným garda uzlem do karabiny v oku
- současným táháním za lano a nadzvedáváním pánve, se pohybujeme vzhůru a nohy jsou natažené kolmo ke stěně a celý systém oddalují od stěny (v případě visu ve volném prostoru lze ze smyce udělat stoupací smyčku)



Obrázek č. 7: sebezáchrana z trhliny (Horolezecká metodika, 2019)

Před jakýmkoliv způsobem výstupu po laně v terénu, ať už v rámci výcviku nebo sebezáchrany je nutné věnovat značnou pozornost nácvičku těchto technik, manipulaci s jednotlivými pomůckami, bezpečnostním zásadám. Jedině tak docílíme v praxi správného provedení. Techniky výstupu po laně můžeme například nacvičovat na výstupovém trenažeru (obrázek č. 8). Ten se vybuduje tak, že lano založíme do slaňovací brzdy, která je ukotvená v pevném bodu. Lano pak vede vzhůru a přes kladku zavěšenou na pevné konstrukci např. stropní traverza, trám apod. visí přes kladku dolů. Po volném konci lana stoupá lezec vzhůru a druhá osoba ho plynule spouští pomocí brzdy. Výhoda trenažeru spočívá v tom, že lezec je jen pár metrů nad zemí, a lze ho lépe instruovat, co má dělat. V případě nějaké komplikace ho lze bezpečně spustit na zem, bez nutnosti za ním někde ležet a případně řešit složité mechanismy jak mu pomoci. (Frank, 2007)



Obrázek č. 8: Schéma výstupového trenažeru (Frank, 2007 s. 366)

3.3 Fyziologické ukazatele zatížení

“Lidský organismus se snaží udržet stálost vnitřního prostředí (homeostázu). Při pohybové aktivitě se tento stav narušuje. Pro organismus je to stresová situace a snaží se s ní svými mechanismy vyrovnat a udržet se na přijatelné úrovni. Aktuální zatížení organismu se projeví hlavně změnou řízení dýchacího a kardiovaskulárního (oběhového) systému. Díky moderním technologiím lze tyto změny přesně změřit, proto se považují za dobré ukazatele intenzity zatížení.” (Havlíčková a kol. 2008, podle Doležal, 2016 s. 24)

Oběhový a dýchací systém se též nazývá souhrnně transportní systém, který na základě vzájemné spolupráce zajišťují výměnu respiračních plynů, dodávku energetických substrátů a dalších látek potřebných pro fungování organismu. V případě mírné a střední intenzitě zátěže se zavede tzv. rovnovážný stav, při dále stoupající intenzitě zatížení až do maxima končí výkon vyčerpáním organismu. Tyto 2 systémy jsou při klidových a zátěžových podmínkách ve vzájemné interakci a jejich projevy spolu vzájemně korelují. (Bartůňková a kol. 2013)

Pohybová činnost vyvolá značné zvýšení pracovního metabolismu, tím dochází ke změnám v nervové a humorální regulaci, zejména pak v nervosvalovém a kardiorespiračním systému, přičemž primární odezva je ve svalovém systému. Tyto změny v základních metabolických dějích organismu lze díky dosavadním pokrokům v biochemii, fyziologii a histologii ve sportovní činnosti dobře pozorovat a objasnit různé souvislosti. Tyto změny jsou u každého jedince individuální a má na ně vliv řada faktorů (věk, pohlaví, trénovanost atd.). (Havlíčková a kol. 2008)

U zdravých sportovců se při maximálním zatížení jeví jako limitující faktor činnost srdce, transportní kapacity krve a využití kyslíku svalovou tkání (Bartůňková a kol. 2013)

Kromě těchto objektivních ukazatelů zátěže, uvádí Daďová (2015), že je zde i psychický faktor subjektivního vnímání zátěže, který je neméně důležitý pro komplexní pohled na zatížení organismu a který je velice individuální. Při sportovní činnosti je velice důležité, jak samotnou zátěž vnímáme i přes objektivní ukazatele (SF, VO₂ a jiné) a společně nám tyto faktory umožní lépe porozumět našemu tělu.

„Zatížení je ve sportovní terminologii chápáno jako pohybová činnost, která je vykonávaná tak, že vyvolá aktuální změnu funkční aktivity člověka, a která má ve svém důsledku trvalejší funkční, strukturální a i psycho - sociální změny.“ (Dovalil a kol. 2012)

3.4 Kardiovaskulární ukazatele zatížení

“Akutní zatížení se projevuje změnami ve funkci a řízení kardiovaskulárního systému. Tyto změny lze přesně měřit a hodnotit a proto se považují za standardní ukazatele intenzity zatížení.” (Bartůňková a kol., 2013, podle Doležal, 2016, s. 24)

“Následující měřitelné ukazatele popisují práci kardiovaskulárního systému. Nejčastěji měřené ukazatele ve sportovní praxi jsou srdeční frekvence, systolický krevní objem a minutový objem srdeční” (Havličková a kol. 2008, podle Doležal 2016, s. 24)

3.4.1 Srdeční frekvence

Srdce člověka je dutý orgán a funguje jako pumpa, která svými pravidelnými stahy zajišťuje krevní oběh v těle a zajišťuje přenos živin, dýchacích plynů a odpadních látek. Práci srdce lze nejnadhěji pozorovat skrze průběh srdeční frekvence (dále jen SF), která se měří nepřímým (hrudní snímač) na srdci. Pokud ji měříme na periferiích (např. zápěstí), hovoříme o tepové frekvenci (dále jen TF), která je výrazem pulsové vlny sledované na periferních tepnách. V případě, že je jedinec zdravý jsou hodnoty SF a TF totožné. (Kittnar, 2011), (Silbenagl a Despopoulos, 2004), (Havličková a kol. 2008), (Bartůňková a kol., 2013)

“SF vyjadřuje počet srdečních cyklů za minutu, neboli kolikrát za minutu srdce vypudí krev do krevního oběhu. Je přímo úměrná intenzitě cvičení a souvisí s trénovaností organismu na zátěž. Je to snadno měřitelná hodnota, která vypovídá o aktuálním stavu organismu při zátěži. Díky své snadné přístupnosti a jednoduché interpretaci výsledků se SF využívá jako marker při sportovní aktivitě.” (Bartůňková a kol, 2013, podle Doležal, 2016 s. 24) Tento fakt uvádí i autoři Kittnar, (2011), Havličková (2008), Kohlíková (2011)

Dle Kittnara, 2011 stoupne při fyzické zátěži SF až na 180-220 úderů·min⁻¹. Samotné zvýšení SF, neznamená pouze zvýšení tepů za jednotku času, ale také se mění poměr mezi trváním systoly a diastoly. U systoly dojde ke zkrácení vlivem rostoucí SF jen málo, zatímco diastola se zkrátí podstatně více.

Dovalil (2012) uvádí, že se zvyšující se intenzitou zatížení se SF projevuje lineárně vzestupně zhruba do 180 úderů·min⁻¹. Bartůňkové a kol. (2013) udává, že SF takto stoupá jen zhruba do 160 úderů·min⁻¹, jak je patrné z obrázku č. 9. Poté většinou dochází při zátěži ve stejné intenzitě k setrvalému stavu průběhu SF. Pokud má zatížení dlouhodobější charakter, nebo se jeho intenzita dále zvyšuje, stoupá i SF.

“Mezi 150-180 úderů·min⁻¹ je stav SF při kterém jsou sportovci ještě relativně v setrvalém stavu. Při překročení hranice 180 úderů·min⁻¹, která je podmíněna maximálním kyslíkovým dluhem, může být zatížení sportovce pouze krátkodobé. Pokud se hodnota SF dostane nad 190 úderů·min⁻¹ hovoříme o neekonomické SF a pokud má zatížení déletrvající charakter musí mít daný jedinec morfologicko-funkčně přizpůsobené srdce, takové zátěži. (Dovalil, 2012, podle Doležal 2016) Havlíčková (2008) doplňuje, že hodnota SF 180 úderů·min⁻¹ je nazývána tzv. kritickou hodnotu, jelikož při ní lze udržet zátěž jen krátkodobě.

“Z obecného hlediska lze říci, že s rostoucí intenzitou tělesné aktivity roste i SF. Jedinec je tím zdatnější, čím strměji se navrátí jeho SF při zotavení do klidové hodnoty. Velikost srdce nám ovlivňuje SF. Tréninkem se nám může srdce adaptovat a současně se nám tím sníží SF – hovoříme o sportovní bradykardii.” Tento jev lze pozorovat především u sportovců, kteří provozují vytrvalostní disciplíny (Bartůňková a kol., 2013, podle Doležal, 2016 s. 25)

Na SF má vliv mnoho faktorů, mezi ty nejvýznamnější se řadí např. věk, pohlavní, životní styl jedince, úroveň trénovanosti, psychický stav jedince a vliv okolního prostředí (počasí, teplota, denní doba). (Bartůňková a kol. 2013)

“Změny srdeční frekvence lze pozorovat před, během i po fyzické zátěži. Rozlišujeme 3 fáze” viz obrázek č. 9. (Havlíčková a kol., 2008, podle Doležal 2016):

Úvodní fáze

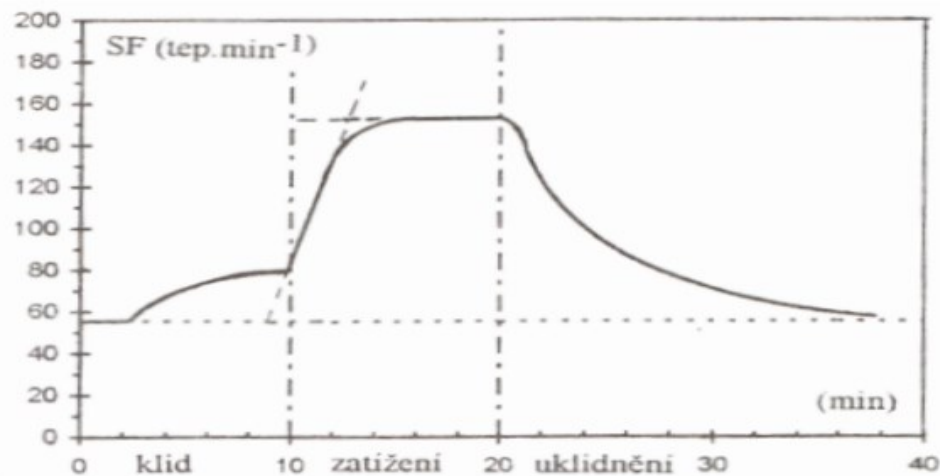
“V úvodní fázi se SF zvyšuje již před výkonem vlivem emocí a podmíněných reflexů. Jedná se o fázi tzv. předstartovních a startovních stavů, které jsou vyvolány u trénovaných osob podmíněnými reflexy a u netrénovaných osob spíše emocemi.” (Havlíčková a kol., 2008, podle Doležal 2016)

Průvodní fáze

“V této fázi pokračují změny, které nastoupily již v první fázi. V iniciální části stoupá SF nejdříve rychle, poté zpomaluje a ustálí se v homeostatické části na hodnotách, které odpovídají aktuálnímu zatížení. Změny SF jsou vyvolány jak podmíněnými reflexními vlivy vycházejícími ze svalové činnosti, tak i nepodmíněnými reflexy, které vychází z volných nervových zakončení v extracelulární tekutině, svalových proprioreceptorů a z cévních baroreceptorů. Na změnách SF se podílejí i další faktory, např. teplota těla nebo různé hormonální a chemické změny v krvi.” (Havlíčková a kol., 2008, podle Doležal 2016):

Následná fáze

“V poslední fázi SF klesá na klidové hodnoty. Křivka návratu SF klesá z počátku strmě a později je pozvolnější. Návrat SF do klidových hodnot závisí na převaze dané části autonomního nervového systému. U trénovaného jedince se sportovní bradykardií dojde k návratu SF do klidových hodnot rychleji. Během následné fáze se uplatňují hlavně nepodmíněné reflexy, různé látkové vlivy, které vycházejí ze svalů a značí potřebu rychle odplavit katabolity a doplnit zásoby energie.” (Havličková a kol., 2008, podle Doležal 2016)“:



Obrázek č. 9: Fáze SF při zatížení (Havličková a kol., 2008)

3.4.2 Měření srdeční činnosti

Dle autorů Seligera a Vinařického (1992), Kohlíkové (2011), Kittnara (2011) a Bartůňkové a kol.(2013) pro získání relevantních informací o srdci jedince se v praxi musíme spoléhat na jeho různé pozorovatelné jevy, které jsou s jeho činností spojeny. V praxi to bývá např. elektokardiografie (dále jen EKG), která nám dává informace o elektrické aktivitě srdce snímáním elektrických potenciálů ze srdečního svalu. O správné mechanické činnosti srdce lze usoudit ze srdečních ozev, venózního a arteriálního pulsu, či úderu srdečního hrotu.

Kromě toho Kittnar (2011) udává, že jsou dnes již k dispozici různé přístrojové metody využívané ke sledování srdeční činnosti např. indukované magnetické pole, ultrazvuk, různé modifikace rentgenového vyšetření, zátěžové EKG, sporttestr.

Ve sportovní praxi je nejužívanější objektivní metoda usuzování na činnost srdečního svalu při zátěžovém testu na ergonometru s měřením hodnot EKG pod dohledem sportovního

lékaře. Tento test by měl adekvátně zhodnotit jedincovi dispozice k provozování sportovní činnosti. (Bartůňková, 2013)

Dostupnější a nejrozšířenější variantou jak sledovat činnost srdce při sportovní činnosti je využít sporttestr, který snímá aktuální srdeční frekvenci. *”Jedná se o měřič srdeční frekvence, který registruje změny napětí na srdečním svalu v průběhu jeho práce. Využívá se ve sportovní praxi ke stanovení změn SF, nebo posouzení úrovně zatížení při tréninku. Tyto změny se přenášejí prostřednictvím snímače s vysílačem, (hrudní pás s elektrodami) do přijímacího zařízení s digitálním záznamem (hodinky), kde se zpracovávají.* “ (Bartůňková, 2013, podle Doležal 2016).

SF se nejen ve sportovní praxi uznává jako objektivní fyziologický ukazatel pohybové aktivity. Je to dáno především tím, že jí lze dnes poměrně přesně určit pomocí sporttestrů, které jsou v posledních letech velice rozšířené i u širší veřejnosti. I proto ji využijeme pro potřeby našeho výzkumu.

3.4.3 Klidová SF

“Jde o individuální ukazatel zdravotního stavu, který je ovlivněn mnoha faktory (věk, pohlaví, trénovanost ...). Průměrné hodnoty u zdravého jedince se pohybují okolo 70 úderů·min⁻¹. Vlivem zejména vytrvalostního tréninku může dojít ke snížení klidové SF k hodnotám okolo 40 úderů·min⁻¹, pak hovoříme o sportovní bradykardii. Nejpřesnější hodnoty naměříme ráno v klidu po probuzení. Výrazné změny klidové SF mohou poukazovat na onemocnění nebo nedostatečnou regeneraci organismu.” (Cinglová, 2002, podle Doležal 2016)

Dle autorů Seligera a Vinařického (1992), Kohlíkové (2011), Dovalil (2012), Bartůňkové a kol.(2013) se klidová SF pohybuje u normálního zdravého člověka v rozmezí 60-80 úderů·min⁻¹. Kromě výše popsaného uvádí, že lze u výborně trénovaných jedinců, zejména provozujících vytrvalostní disciplíny naměřit i hodnoty 30-35 úderů·min⁻¹. tento jev je však velice ojedinělý. Rozdílné klidové hodnoty lze naměřit i ve spánku, řádově o 10-20 úderů·min⁻¹ nižších než po probuzení, naopak při měření klidových hodnot před zátěží lze pozorovat též rozdílné, především pak vyšší hodnoty, které jsou způsobeny zvýšenou aktivační úrovní organismu, oproti hodnotám SF ihned po probuzení, jež se standardně užívají pro popis klidových hodnot SF.

3.4.4 Maximální SF

“Jedná se také o individuální hodnotu, kterou daleko víc ovlivňuje věk a genetické předpoklady než samotný trénink. Maximální SF odpovídá maximálnímu zatížení, které organismus jedince může dosáhnout a po krátkou dobu udržet. Hodnoty se pohybují v rozmezí 170-210 úderů·min⁻¹. Přesnou hodnotu maximální SF lze zjistit zátěžovým testem v terénu, laboratoři nebo při maximálním soutěžním či tréninkovém zatížení. Jednodušším, ale méně přesným způsobem lze určit maximální SF a to za použití následujícího vzorce $SF_{max} = 220 - věk$ ” (Dovalil, 2012, podle Doležal 2016).

Baláš (2016) dodává, že u výše zmíněného teoretického vzorce dochází k odchylkám $\pm 8 - 12$ úderů·min⁻¹, což v praxi snižuje přesnost odhadu intenzity zatížení.

Tanaka a kol. (2009) z výsledků jejich studie upravují rovnici na $208 - 0,7 \times věk$, s odchylkami $\pm 7-11$ úderů·min⁻¹.

Dle autorů Havlíčkové (2008) a Rokyty a kol. (2000) se hodnoty maximální SF při zátěži nebudou výrazně lišit u trénované a netréované jedince, jelikož maximální SF není ukazatelem trénovanosti organismu na rozdíl od klidové srdeční frekvence a samotného průběhu SF v čase při zátěži. Rozdílem je pouze to, kdy dosáhne trénovaný a netréovaný jedinec maximální hodnoty SF, zpravidla netréovaný jedinec dosáhne této hodnoty zpravidla mnohem dříve než trénovaný při stejné pohybové aktivitě.

3.5 Dechové ukazatele zatížení

Fyziologie dýchání je podrobně popsána např. autory Kittnar, (2011), Silberagl a Despopoulos, (2004), Bartůňková a kol. (2013), Havlíčková a kol. (2008). My se pokusíme popsat nejdůležitější funkce a parametry potřebné pro účely této práce.

“Oběhový a dechový systém zajišťují transport dýchacích plynů. V tomto procesu rozlišujeme vnější a vnitřní dýchání. Vnější dýchání (ventilace) umožňuje výměnu vzduchu mezi vnějším prostředím a plícemi. Vnitřní dýchání (respirace) je výměna plynů mezi alveolami, krví a tkáněmi (buňkami).” (Bartůňková a kol. 2013, podle Doležal, 2016)

Hlavní funkcí dechového systému je zajistit přiměřenou výměnu dýchacích plynů (O₂ a CO₂) pro metabolické děje mezi organismem (buňkami) a okolím. Tuto funkci plní v organismu plíce. Jde o vitální funkci organismu, jejíž absence by měla za následek nevratné změny organismu a následnou smrt. (Kittnar, 2011), (Silberagl a Despopoulos, 2004)

Pro účely naší práce jsou stěžejní především respirační parametry VO_2 , VO_{2max} a jejich souvislosti do sportovního zatížení.

3.5.1 Respirační parametry

“Jsou to ukazatele, které souvisí s výměnou dýchacích plynů kyslíku O_2 a oxidu uhličitého CO_2 mezi plicními alveoly, krví a tkáněmi.” (Silbernagl a Despopoulos, 2004 podle Doležal 2016). Nejužívanější z nich při sportovní praxi jsou popsány níže.

Spotřeba kyslíku (VO_2)

Dle Jansy a Dovalila (2007), se jedná o souhrnný ukazatel vnějšího a vnitřního dýchání včetně transportu dýchacích plynů skrze oběhový systém člověka. Tato hodnota je dána součinem minutové ventilace procentuálního využití O_2 a další korekcí na vlivy prostředí a výdeje CO_2 .

“Jedná se o množství kyslíku, které je dopraveno a spotřebováno ve tkáních. VO_2 se měří pomocí speciálních dechových analyzátorů. Hodnotu VO_2 lze vyjádřit dvěma způsoby. Absolutní hodnota je vyjádřena v $L \cdot min^{-1}$ a popisuje celkové množství spotřebovaného kyslíku, ale nezohledňuje individuální somatické rozdíly jedince. Relativní hodnota udává spotřebu kyslíku přepočtenou na kilogram hmotnosti jedince ($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) a v současné době je považována za nejpřesnější ukazatel zatížení.” (Bartůňková, 2013, podle Doležal 2016)

Baláš (2016) uvádí, že vztah spotřeby kyslíku a hmotnosti jedince je exponenciální a tudíž jedinci s nižší hmotností ($< 67,7$ kg) a vyšší hmotností ($> 75,4$ kg) budou mít nadhodnocenou nebo podhodnocenou hodnotu relativní spotřeby kyslíku.

Klidové hodnoty příjmu kyslíku se pohybují okolo $3,5 mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$. (Silbernagl a Despopoulos, 2004; Bartůňková a kol. 2013)

Maximální spotřeba kyslíku (VO_{2max})

“Maximální množství kyslíku, jež dokáže organismus využít při zátěži. VO_{2max} je v současné době považováno za nejpřesnější ukazatel aerobního výkonu a úrovně trénovanosti jedince. Průměrná hodnota u žen je okolo $35 mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ a u mužů okolo $45 mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ” (Havlíčková a kol., 2008, podle Doležal 2016)

Baláš (2016) uvádí tabulku populačních standardů aerobní zdatnosti podle dosažené VO_{2max} na běhacím koberci viz tabulka č. 1. VO_{2max} považuje za vysoce validní ukazatel funkční kapacity organismu. VO_{2max} v průběhu maximální zátěže ukazuje na kapacitu srdce, plic a krve transportovat O_2 do svalů a též na schopnost svalů tento O_2 využít.

Tabulka č. 1: Populační standardy aerobní zdatnosti podle dosažené VO_{2max} na běhacím koberci (Tabulka podle Baláše, 2016)

	Excelentní	Výborná	Dobrá	Uspokojivá	Nízká	Velmi nízká
Muži						
20-29 let	> 55,5	51,1-54,0	45,6-48,5	41,7-44,8	38,0-41,0	< 36,7
30-39 let	> 54,1	48,3-51,7	44,1-47,0	40,7-43,9	36,7-39,5	< 35,2
40-49 let	> 52,5	46,4-49,6	42,4-44,9	38,4-41,0	34,8-37,6	< 33,8
50-59 let	> 49,0	43,3-46,8	39,0-41,8	35,5-38,1	32,0-34,8	< 30,9
60-69 let	> 45,7	39,6-42,7	35,6-38,3	32,3-34,9	28,7-31,6	< 27,3
Ženy						
20-29 let	> 49,6	43,9-46,8	39,5-42,4	36,1-38,5	32,3-35,2	< 30,9
30-39 let	> 47,4	42,4-45,3	37,7-41,0	34,2-36,9	30,9-33,8	< 29,4
40-49 let	> 45,3	39,6-43,1	35,9-38,6	32,8-35,2	29,4-32,3	< 28,2
50-59 let	> 41,0	36,7-38,8	32,6-35,2	29,9-32,3	26,8-29,4	< 25,8
60-69 let	> 37,8	32,7-35,9	29,7-32,3	27,3-29,4	24,6-26,6	< 23,9

U vrcholových sportovců hodnoty VO_{2max} mohou přesáhnout u mužů $74 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ a u žen přes $68 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. (Zahradník a Kovas, 2012). Přehled hodnot sportovců je znázorněn v tabulce č. 2.

Tabulka č. 2: Hodnoty VO_{2max} u sportovců (Tabulka podle Jansy a Dovalila, 2007)

Muži:	VO_{2max} ($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	P_{max} ($Km \cdot h^{-1}$)	(W)	Tvent (% VO_{2max})	Tvent (% P_{max})
Běžci na dlouhé tratě	74,8	21,3	-	85,3	86,3
Maratonci	72,2	19,7	-	86,7	86,3
Cyklistika	68,1	-	437	77,6	76,8
Běžci na střední tratě	66,6	17,8	-	85,2	85,8
Lyžaři běžci	65,2	19,6	-	85,4	79,4
Moderní pětiboj	65,1	17,9	-	82,6	77,8
Badminton	63,7	16,5	-	78,5	75,3
Plavci	62,7	-	388	75,5	72,9
Rychlostní kanoisté	62,3	18,5	-	81,3	79,4
Fotbalisté	61	16,7	-	80,5	79,9
Snowboarding	58,6	-	340	76,6	75,8
Stolní tenis	56,8	-	328	81,9	71
Vodní slalom	56,1	-	348	79,5	68,5
Lední hokej	55,6	-	395	73,3	72,2
Taekwon-do	53,9	-	333	76,2	79,3
Studenti	51,9	-	297	69,1	73,5
<i>ženy:</i>					
Střední tratě	70,8	21	-	82,8	82,1
Cyklistika	59,4	-	282	75,9	74,3
Badminton	55,2	14,2	-	78,7	76
Plavkyně	56,1	-	325	77	73,3
Snowboarding	50,6	-	253	78,2	74,3
Kajakářky	46,5	15,2	-	82,7	81,4
Taekwon-do	41,6	-	247	78,2	77,7
Studentky	40	-	213	70,7	71,8

Autoři Heller a Vodička (2011) uvádí, že pro orientační zjištění hodnoty VO_{2max} lze usuzovat dle tabulek 12 minutového běhu dle Dr. Kennetha Coopera, který vypočítal vztah VO_{2max} a uběhnuté vzdálenosti v čase. K tomuto účelu uvádí tuto rovnici:

$$VO_{2max} = \frac{\text{uběhnutá vzdálenost} - 504,1}{44,8}$$

Pro přesnější určení hodnot VO_{2max} se využívá laboratorních nebo terénních testů. Nejužívanější jsou laboratorní testy na bicyklovém ergometru a běhacím koberci, které mají charakter postupně se zvyšující zátěže až do *vita maxima*³ při současném měření hodnot VO_2 pomocí speciálních přístrojů využívající metodu dech po dechu. V praxi je nutné rozlišovat specifickou a nespecifickou daného testu vztaženou ke konkrétní sportovní disciplíně. Například pro atleta by byl specifický test VO_{2max} na běžeckém koberci a výpovědní hodnota VO_{2max} by byla vyšší než při využití testu na bicyklovém ergometru, jelikož se nejedná o specifický atletický pohyb. V laboratoři lze využít i speciálních trenažerů, které jsou konstruovány tak, že co nejvěrohodněji napodobují specifický pohyb sportovní disciplíny. (Jansa a Dovalil, 2007).

Baláš (2016) dodává, že kritériem pro dosažení VO_{2max} bývá plató VO_2 ke konci zátěže, krevní laktát přes $8 \text{ m}\cdot\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, RER^4 vyšší než 1,15 a stupeň subjektivního vnímání zátěže vyšší než 17 na Borgově RPE škále (obrázek č. 10). Dále udává, že je diskutována přesnost dosažení kritéria plató VO_2 , jelikož ne všichni jedinci této hodnoty při stupňovitém testu na VO_{2max} dosáhnou. Pokud nedosáhnout plató VO_2 a RER alespoň 1,15, pak nejde o VO_{2max} , ale o tzv. VO_{2peak} nebo-li o aktuální nejvyšší dosaženou spotřebu kyslíku v zátěžovém testu. VO_{2peak} nabývá většinou nižších hodnot, než VO_{2max} , pouze v některých případech dochází k dosažení vyšší hodnoty VO_{2peak} .

Baláš (2016) udává, že bylo provedeno mnoho studií posuzujících maximální aerobní výkon u lezců, který dosáhli na běhacím koberci. Hodnoty $VO_{2max/peak}$ se pohybovaly mezi $50 - 60 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. Pokud pro určení hodnot VO_{peak} u lezců bylo použito klikového ergometru, nebo tahání kladky, kde se zapojuje především horní polovina těla, tak dosahovali lezci významně nižších hodnot VO_{peak} v rozmezí $22 - 37 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, než ve srovnání s během, nebo rotopedem. Nicméně u testu klikové ergometrie dosahují lezci významně vyšších hodnot, než nelezci, což poukazuje na fakt, že svaly horní poloviny těla u lezců dokáží uvolnit více energie oxidačními procesy. Tahání klady a klikový ergometr shledává jako nevhodné ukazatele maximálního aerobního výkonu u lezců, lze díky nic ale sledovat přispění svalů horní poloviny těla do aerobního metabolismu. Přehled dosažení aerobních výkonů v obecných, nebo specifických testech se stupňující se zátěží do vyčerpání je znázorněn v příloze č. 8.

³ stav subjektivního vyčerpání při maximálním zatížení

⁴ poměr mezi vydechovaným CO_2 a spotřebovaným O_2 (CO_2/O_2)

Nicholas M. a kol (2016) poukazují na to, že v literatuře bývají často pojmy VO_{2max} a VO_{2peak} zaměňovány. VO_{2max} chápe jako nejvyšší fyziologicky dosažitelnou hodnotu spotřeby kyslíku při standartních testech, zatímco VO_{2peak} jako nejvyšší hodnotu dosaženou při jakémkoliv cvičení a reprezentuje individuální toleranci jedince na zátěž. Zmiňuje, že postupně zvyšující se zátěžový test na běhacím koberci je dlouhodobě nejužívanější k zjištění VO_{2max} , jelikož se u něj zapojí velké množství aktivní svalové hmoty. Naměřené hodnoty dosahují až o 20 % vyšší VO_{2max} , než u měření na byciklovém ergometru. V Praxi je na běhacím koberci využívána řada různých protokolů a proto je potřeba si při interpretaci nebo porovnávání výsledků dát pozor, aby data byla validní. Udává, že mezi protokoly jsou dosažené hodnoty VO_{2max} podobné a celková chyba měření se pohybuje okolo $\pm 5,6\%$.

3.6 Subjektivní vnímání zátěže

Každý člověk je individuum s rozlišnými vlastnostmi osobnosti. Problematice subjektivního vnímání zátěže se nevěnuje taková pozornost jako při popisu oběhových a dechových ukazatelů zatížení přitom jsou neméně důležité. Dokreslují nám komplexní obraz zatížení organismu při sportovní činnosti (Daďová, 2015)

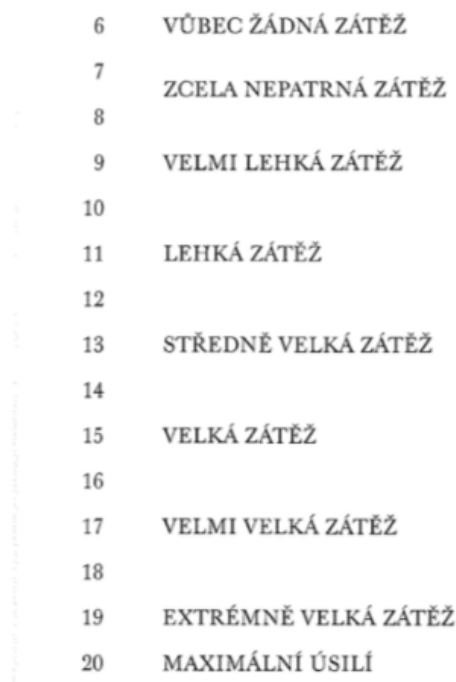
Pojem subjektivního vnímání zátěže z anglického pojmu *Rating of perceived exertion* (dále jen RPE) souvisí s měřením smyslového vnímání při zátěži. Jedná se o pocity, které přicházejí z těla během tělesných cvičení, především pak při těžké svalové práci u které je nutné vyvinout relativně velké úsilí z oblasti kardiovaskulárního, respiračního a muskuloskeletárního systému. RPE tedy přímo souvisí s pojmem intenzity zatížení. Jedná se tedy o jakýsi stupeň námahy, který jedinec pocítuje při sportovní činnosti, který odhaduje vzhledem ke specifické hodnotící metodě. Nejčastěji jde o pocity vypětí a únavy svalů, dušnosti nebo bolesti na hrudi při zátěži. (Daďová, 2015)

Ke zjištění hodnot subjektivního vnímání zátěže bylo vytvořeno mnoho škál (např. RPE, CR10, SRE, ETL, CERT a OMNI škála.) Nejužívanější v současné době je Borgova RPE škála (obrázek č. 10). Jedná se o kategorickou hodnotící škálu, která představuje lineární vztah s fyziologickými parametry a intenzitou zátěže. Má číselný rozsah 6 – 20, kde číslo 6 bylo zvoleno, jako výchozí bod škály, jelikož se SF_{klid} u většiny zdravých dospělých jedinců pohybuje okolo $60 \text{ úderů} \cdot \text{min}^{-1}$. Borg předpokládal, že zdravý dospělý muž ve středním věku bude při mírné až střední intenzitě zátěže mít hodnotu SF, která bude desetinásobkem udávané hodnoty RPE, nicméně později Borg uvedl, že takováto predikce vztahu SF - RPE je

nepřesná. Číselné vyjádření RPE na škále je doplněno i verbálním komentářem. (Dad'ová, 2015)

Dishman (1994) navrhuje ke vzorci $SF = RPE \times 10$ přidat korekci $+ 20 - 30 \text{ úderů} \cdot \text{min}^{-1}$. Je patrné, že rozptyl je poměrně veliký.

Gamberale (2010) ve svém výzkumu uvádí, že SF je v lineárním vztahu s RPE.



6	VŮBEC ŽÁDNÁ ZÁTĚŽ
7	ZCELA NEPATRNÁ ZÁTĚŽ
8	
9	VELMI LEHKÁ ZÁTĚŽ
10	
11	LEHKÁ ZÁTĚŽ
12	
13	STŘEDNĚ VELKÁ ZÁTĚŽ
14	
15	VELKÁ ZÁTĚŽ
16	
17	VELMI VELKÁ ZÁTĚŽ
18	
19	EXTRÉMNĚ VELKÁ ZÁTĚŽ
20	MAXIMÁLNÍ ÚSILÍ

Obrázek č. 10: Borgova RPE škála (Dad'ová, 2015)

Nejvýznamnějším psychologickým faktorem při vnímání zátěže je motivace. U velmi motivovaných lidí např. sportovci, dochází často k podhodnocení míry RPE oproti běžné nespportující populaci. Dále zde dochází k působení emocí. Citové vztahy nebo aktuální nálada, jako je např. vztek, radost, deprese nebo úzkost mohou také ovlivnit hodnoty. Dalším faktorem, který ovlivňuje hodnoty RPE je pracovní kapacita organismu (VO_2). (Borg, 1998)

Poznávací schopnosti jedince se významně podílí na subjektivním vnímání hodnot SF a RPE. Ve studii, kde byli jedinci testováni na jednoduchém ergometru mělo 5 – 15 % z nich problém porozumět instrukcím a použitím škály. Problém s vnímáním se lišil nejen u instrukcí, ale i při použití čísel na škále. V případě odhadování, používají jedinci osobní koncepci a ne koncepci s matematickými pravidly, někteří preferují nízká, jiní zase vysoká čísla. Při hodnocení subjektivního vnímání zátěže je každý jedinec individuální. (Borg, 1998)

Vnitřní pocit bolesti a napětí jsou významnými ukazateli aktuálního stupně vynakládaného úsilí při fyzické námaze. Na RPE škále by číslo 9 – mělo odpovídat velmi nízké intenzitě fyzické aktivity, např. chůze vlastním tempem po dobu několika minut. 10 – 12 by mělo odpovídat nízké intenzitě, 13 – 14 asi střední a 15 – 17 vysoké intenzitě, např. fyzická aktivita, při které už je jedinec velmi unaven a musí se přemáhat, aby pokračoval. 19 – by měla odpovídat největší fyzické námaze, jakou jedinec zažil. Pokud má jedinec kladný vztah k pohybové aktivitě, je jeho odezva fyziologických funkcí optimální, v opačném případě efektivnost klesá. V Případě, že je sportovec dobře obeznámen se škálou, může orientačně odhadnout intenzitu zatížení a usuzovat na aktuální SF viz. tabulka č. 3. Udávají, že znalost aktuálních psychických proměnných je významným faktorem pro celkový náhled na sportovní zatížení. (Čechovská, I., Dobrý, L. 2008)

Tabulka č. 3: Borgova RPE škála s % vyjádřením SF (Tabulka podle Čechovské, I., Dobrého, L. 2008)

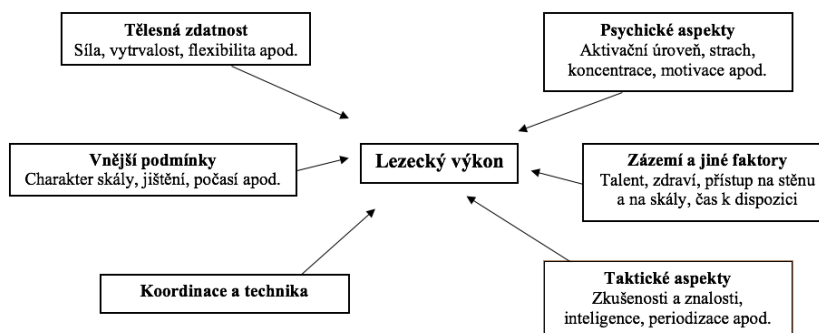
6	Bez námahy	50-60%
7	Extrémně malá námaha	50-60%
8	Velmi malá námaha	60-70%
9	Menší námaha	60-70%
10	Malá námaha	70-75%
11	Poměrně větší námaha	70-75%
12	Mírná námaha	70-75%
13	Poněkud větší námaha	70-75%
14	Větší, stále zvládnutelná námaha	75-80%
15	Velká námaha	80-90%
16	Vysoká námaha	80-90%
17	Velmi vysoká námaha	90-94%
18	Extrémně velká námaha	95-100%
19	Téměř maximální námaha	95-100%
20	vyčerpání	

3.6.1 Souvislosti s měřením fyziologické odezvy organismu při lezení

V této kapitole stručně uvedeme problematiku výkonu ve sportovním lezení s obecnými souvislostmi z oblasti sportovního tréninku. Následně rozebereme studie pojednávající o fyziologické odezvě organismu při jednodlanových technikách a samotném lezení.

Podle Baláše (2016) je zatížení při lezení chápáno jako intermitentní zátěž, která se skládá ze statických a dynamických prvků lezení, které závisí na délce, typu a známosti lezeného problému. Statické slouží k odpočinku a tzv. vyklepání a volbě dalšího postupu.

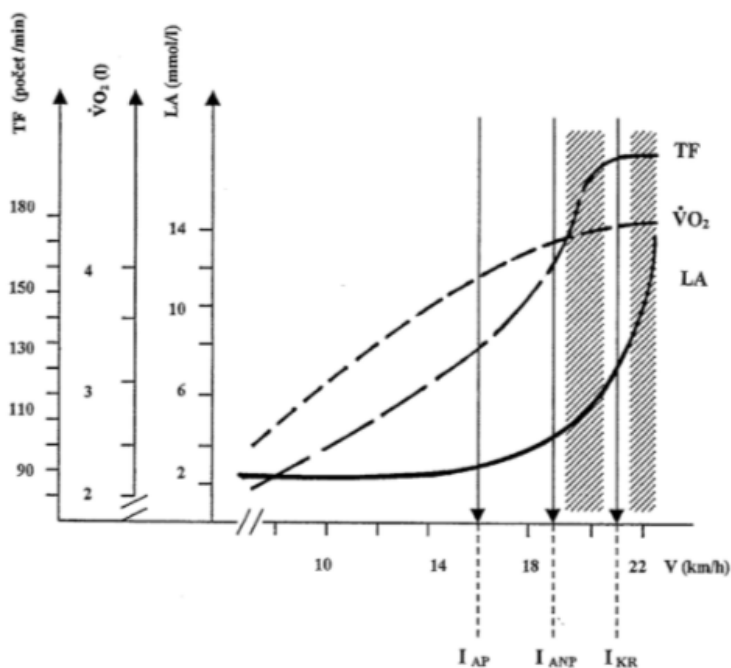
Dynamické pak k samotnému lezení. Hodnocení lezeckého výkonu shledává jako velice komplexní, subjektivní a tudíž problematické. Udává důležité faktory lezeckého výkonu a jejich vzájemnou interakci (obrázek č. 11).



Obrázek č. 11: Teoretický model struktury lezeckého výkonu (upraveno podle Baláše, 2016)

Baláš (2016) udává složitost vztahu jednotlivých komponent lezeckého výkonu a vyzdvihuje roli síly horních končetin a specifické síly flexorů prstů.

V tradičním řazení zátěže by se lezení dalo dle Periče a Dovalila (2010) zařadit jak do anaerobní tak anaerobně aerobní zóny, které jsou patrné z obrázku č. 12, nicméně Baláš (2016) poukazuje na nevhodnost takového dělení. Upozorňuje na nesnadné rozlišení podle standardně používaných parametrů ve sportovním tréninku (SF, maximální síla při pohybu, celkovou vykonanou práci v čase, nebo rychlost provedení pohybu)



Obrázek č. 12: Závislost SF, VO_2 a produkce laktátu při zvyšující se intenzitě zatížení I AP – intenzita aerobního prahu, I ANP – intenzita anaerobního prahu, I KR – kritická intenzita. (Dovalil a kol, 2012)

Pro přesné určení prahových hodnot se používají zátěžové testy v laboratoři. K hrubému odhadu anaerobního prahu lze určit hodnotu 85-90 % SF_{max}. Dovalil a kol. (2008)

Studie pojednávající o fyziologické odezvě organismu u jednolanových technik:

Rozsypal (2013) porovnával energetický výdej u jednolanových technik výstupu a sestupu pomocí blokantů typu Gibs (pomůcka Duck) při navázání jedince pouze na sedací úvazek a následně při použití kombinovaného úvazku s nesenou zátěží 15 kg v batohu. Provedl celkem 2 měření, na 5 studentech VO FTVS UK. Účastníci měření zdolávali úsek na laně do výšky 5 m nahoru a hned dolů. Výstup byl po dobu 125 sekund a následný sestup po dobu 150 sekund. Nejprve provedli techniku pouze v sedacím úvazku, následovala 6 minut pauza a poté provedli techniku v kombinovaném úvazku. Nenašel statisticky významné rozdíly energetického výdeje u odlišných způsobů navázání, pouze po kvalitativní analýze probandů uvádí, že byly pozorovány nižší hodnoty energetického výdeje u jedinců, kteří preferují provozování aerobních aktivit, než u jedinců, kteří preferují aerobně-anaerobní aktivity. Průměrný energetický výdej při použití sedacího úvazku byl 200,548 kJ, při použití kombinovaného úvazku 206,701 kJ. Vedoucí a oponent jeho práce však upozorňují na nedostatky v metodologii a celkovou platnost výsledků.

Urfer (1976) provedl výzkum na 10 zkušených lezcích, ve kterém porovnával energetický výdej při testu VO_{2max} na běhacím koberci a VO_{2peak} na ručním ergometru⁵ s výstupu po laně pomocí blokantu typu jümar. Test výstupu po laně byl proveden na 20 m při čtyřech různých rychlostech (4,26 m·min⁻¹, 4,98 m·min⁻¹, 6,0 m·min⁻¹ a 7,5 m·min⁻¹), kterou určovala osoba popouštějící lano dle principu výstupového trenažeru (obrázek č. 9). Průměrné hodnoty VO_{2max} na běhacím koberci byly 61,6 ± 7,4 mL·kg⁻¹·min⁻¹ a na ručním ergometru bylo VO_{2peak} průměrně 34,5 ± 4,69 mL·kg⁻¹·min⁻¹. V tabulce č. 4 jsou uvedeny hodnoty průměrné VO₂ a SF při výstupu po laně při různých rychlostech výstupu.

Tabulka č. 4: Průměrné hodnoty VO₂ a SF při výstupu po laně při různých rychlostech (Tabulka podle Urfera, 1976)

Rychlost výstupu (m·min ⁻¹)	VO₂ (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	SF (úder·min ⁻¹)
4,26	33,71 ± 6,76	165,4 ± 14,17
4,98	35,35 ± 4,20	166,7 ± 15,77
6	38,56 ± 5,88	171,25 ± 12,72
7,5	38,51 ± 5,49	179,1 ± 11,71

⁵ obdobný princip jako u byciklového ergometru, pouze místo nožních pedálů jsou použity ruční

Neshledal významné rozdíly VO_2 ani SF ve výstupu po laně při různých rychlostech. Pouze u 2 elitních lezců byly pozorovány významně nižší hodnoty VO_2 a SF a připisuje to perfektně zvládnuté technice výstupu. Test na běžeckém koberci a ručním ergonometru shledává jako špatný ukazatel výkonnosti ve spojitosti s výstupem po laně pomocí blokantu typu jümar.

Některé studie pojednávající o fyziologické odezvě organismu při lezení:

Watts a Drobish (1998) provedli výzkum na 16 zkušených lezcích (9 mužů, 7 žen) s průměrným věkem 26 ± 8 let, hmotností $70,6 \pm 11,0$ kg a $VO_{2peak} 50,5 \pm 7,0$ mL \cdot kg $^{-1}\cdot$ min $^{-1}$. Hodnoty VO_{2peak} byly měřeny při postupně se stupňující zátěži na běhacím koberci. Zkoumali fyziologickou odezvu organismu (SF, VO_2 , Laktát a RPE dle Borgovy škály 6-20) při lezení v různých úhlech (80° , 86° , 91° , 96° a 102°) na lezeckém trenažeru. Lezení bylo vždy 4 x 4 minuty subjektivní rychlostí jakou by lezli na skále s pauzou 6 minut mezi sériemi. Pozorované rozdíly VO_2 napříč všemi úhly byly v rozmezí 8,4 – 9,0 MET⁶, což je považováno za vysokou zátěž. Např. při lezení na trenažeru v úhlu 91° vylezli $66,4 \pm 23,8$ m, SF 171 ± 17 úderů \cdot min $^{-1}$, VO_2 $31,2 \pm 4,6$ mL \cdot kg $^{-1}\cdot$ min $^{-1}$, EE $11,0 \pm 2,2$ kcal \cdot min $^{-1}$, Laktát $4,9 \pm 1,6$ a RPE 14. Doporučují pro rozvoj aerobní zdatnosti lezení v úhlech 80 – 91° , jelikož se při lezení ve větších úhlech nezvyšují hodnoty SF a VO_2 , ale výrazně se zvyšují nároky na horní polovinu těla, tvorbu laktátu a rostou hodnoty RPE.

Baláš (2016) shledává velmi těsné vztahy, mezi maximální dosaženou rychlostí lezení a VO_{2peak} ($R^2 = 0,63$) a mezi lezeckou výkonností a maximální dosaženou rychlostí ($R^2 = 0,83$). Řadí lezce mezi sportovce s nadprůměrnou aerobní zdatností, kdy u elitních lezců se pohybuje VO_{2max} 50 – 60 mL \cdot kg $^{-1}\cdot$ min $^{-1}$, dosahují také vyššího aerobního výkonu při testech na svaly horní poloviny těla. Doporučuje využít specifických lezeckých testů na trenažeru se zvyšující se rychlostí pro určení VO_{2max} , jelikož v těchto testech lezci dosahují podobných výsledků jako na běhacím koberci. VO_{2max} nižší než 45 mL \cdot kg $^{-1}\cdot$ min $^{-1}$ může omezit lezecký výkon, jelikož při lezení obtížnějších cest na hraně osobního maxima dosahují hodnoty VO_{peak} 40-45 mL \cdot kg $^{-1}\cdot$ min $^{-1}$. Udává pozitivní vliv pravidelné pohybové aerobní aktivity na lezecký výkon.

⁶ metabolický ekvivalent vyjadřující klidovou hodnotu VO_2 cca 3,5 mL \cdot kg $^{-1}\cdot$ min $^{-1}$. Násobky MET lze vyjádřit druh zátěže (Bernaciková, 2012)

Elstner (2009) porovnával lezení s horním jištěním na trenažeru JAKUB ve sportovním ústrojí s lezečkami a vojenské uniformě vz. 95 s polní obuví na základně rozdílu SF při lezení cest obtížnosti IV+, kdy první cesta měla kolmý profil a druhá kolmý profil s převisem. Obě cesty byly dlouhé 10 m. Byl proveden zátěžový test na běhacím koberci pro získání hodnot SF_{max} . Měření se zúčastnili studenti VO FTVS UK ($n = 5$; 21 ± 1 let, $76 \pm 4,7$ kg, 177 ± 7 cm, $SF_{max} = 201 \pm 9$ úderů·min⁻¹). Nebyl shledán významný rozdíl SF mezi měřeními, průměrná SF ve sportovním oblečení byla 142 ± 11 úderů·min⁻¹ pro kolmý profil a průměrná SF pro převislý profil 148 ± 11 úderů·min⁻¹. Průměrná SF ve vojenské uniformě byla 140 ± 11 úderů·min⁻¹ pro kolmý profil a průměrná SF pro převislý profil 152 ± 11 úderů·min⁻¹.

Drapel a kol. (2010) porovnávali fyziologickou a psychickou odezvu organismu při skalním lezení s horním jištěním a lezení s postupovým jištěním na cestě s obtížností 6a a výšce 9,38 m u 9 středně pokročilých lezců-mužů ($20,3 \pm 1,1$ let, 175 ± 7 cm, $69,3 \pm 6,0$ kg, $VO_{2max} 58,7 \pm 6,0$ mL·kg⁻¹·min⁻¹, $SF_{max} 195 \pm 8$ úderů·min⁻¹). Nebyly shledány statisticky významné rozdíly hodnot SF, VO_2 , VO_{2peak} , RER, pouze koncentrace laktátu byla statisticky vyšší u lezení s postupovým jištěním. Pro hodnocení psychické odezvy organismu využili dotazník CSAI-2R, který měří úzkost, sebevědomí a dotazník NASA-TLX, který měří stupeň vynaloženého fyzického, psychického úsilí a frustrace. U dotazníku CSAI-2R nebyly shledány statisticky významné rozdíly, u dotazníku NASA-TLX byly shledány statisticky významné rozdíly a hodnoty fyzického, psychického úsilí a frustrace byly vyšší u lezení s postupovým jištěním, než u horního jištění. Výsledky mohl ovlivnit fakt, že při lezení s horním jištěním lezli cestu $1,27$ min. ± 22 s a při lezení s postupovým jištěním $3,13$ min. ± 30 s.

Sportovní lezení se řadí mezi aktivity se střední energetickou náročností. Čas, který lezec stráví lezením cesty s lanem se pohybuje v rozmezí 2-7 minut. Průměrné VO_2 je mezi 20–34 mL·kg⁻¹·min⁻¹ a VO_{2peak} 30–45 mL·kg⁻¹·min⁻¹. SF při lezení snadnějších cest je mezi 70–80 % SF_{max} a u cest blízkých se individuálnímu maximu 90–95 % SF_{max} , zatímco VO_2 u snadnějších cest je mezi 40–60 % VO_{2max} a těžších cest 60–85 % VO_{2max} . Tento fakt poukazuje na disproporční růst SF a VO_2 . SF jako jediný ukazatel intenzity zátěže se při lezení jeví jako nevhodný. (Baláš, 2016)

4 Praktická část

4.1 Cíl, úkoly, výzkumná otázka

Cíl

Cílem této práce je porovnat míru fyziologické odezvy organismu při použití 3 odlišných jednolanových technik výstupu po laně při konstantní rychlosti.

Úkoly

- Rešerše provedených výzkumů obdobného charakteru a nastudování odborné a zahraniční literatury v oblasti Fyziologie člověka, lezení a sportovního výkonu
- Vytvoření výzkumného projektu
- Kontaktování vedoucího Sport Centrum Evropská
- Provedení pilotní měření
- Zajištění probandů
- Zajištění a provedení měření
- Zpracování a vyhodnocení výsledků
- Odevzdání diplomové práce

Výzkumná otázka

- Existuje významný rozdíl ve fyziologické odezvě organismu mezi jednotlivými technikami výstupu po laně?

4.2 Metodika výzkumu

Měření bylo schváleno Etickou komisí Fakulty tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy pod jednacím číslem 77/2019, vydané dne 19. 3. 2019 (příloha č. 1). Součástí schváleného měření Etické komise byl i informovaný souhlas (příloha č. 2), se kterým byli probandi seznámeni před samotným měřením a který podepsali.

4.2.1 Výzkumné metody

1. Popisná analýza

Popisnou analýzu jsme použili při sběru dat a informací skrze rešerši literatury, která se zabývala obdobnou problematikou.

2. Deskriptivní statistika

Tuto metodu jsme použili při charakteristice souboru skrze míry polohy a variability.

3. Laboratorní měření

Monitorování plicní ventilace pomocí přístroje Cortex Metamax 3b (Obrázek č. 15) a srdeční frekvence pomocí sporttestru Polar (Obrázek č. 16) při odlišných způsobech výstupu po laně při rychlosti $3 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ po dobu 7 minut.

4. Subjektivní hodnocení zátěže (RPE)

Využili jsme upravenou 15 bodovou Borgovu RPE škálu k zaznamenání subjektivního vnímání zátěže (příloha č. 3).

5. Opakované měření analýzy rozptylu (ANOVA)

Tento test byl použit pro výpočet statistické významnosti naměřených dat v programu SPSS. Hladina významnosti byla stanovena pro $p \leq 0,05$.

6. Interpersonální komparativní analýza

Jsme použili k vyhodnocení výsledků práce

4.2.2 Výzkumný soubor

Výzkumný soubor ($n = 12$) tvořil účelový výběr dvanácti dobrovolníků mužského pohlaví z řad studentů bakalářského prezenčního studia Vojenského oboru při FTVS UK, kteří byli dle NV MO č. 12 (2011) hodnoceni výtečně z výročního přezkoušení tělesné výkonnosti, které se provádí v AČR. Dobrovolníci tak museli zvládnout minimálně 12 shybů nadhmatem, 32 kliků za 30 sekund, uběhnout alespoň 3 km za 12 minut a provést 52 sed-lehů za minutu. Všichni probandi byli zdraví podle klasifikace American Society of Anesthesiologists (ASA) a byli hodnoceni stupněm ASA I (Mohamed, 2011).

Účastníci měření měli různé zkušenosti s lezením, pro účely práce jsme všechny účastníky trénovali v daných technikách tak, aby dané problematice věnovali stejný počet dotovaných hodin dle curricula Vojenského oboru viz tabulka č.5. Měření bylo časově náročné, u každého probanda bylo potřeba zajistit měření do vita maxima na běžeckém ergometru viz kapitola 4.2.4 *Metodika získání dat*, pro získání hodnot $\text{VO}_{2\text{peak}}$, SF_{max} a následně 3 samostatná měření výstupu po laně. Odpočinek mezi jednotlivými měřeními byl

minimálně 2 dny. Všechna měření byla provedena za standardních laboratorních podmínek (uvedených v kapitole 4.2.3.) ve sport Centru Evropská. Všichni probandi byli v době měření zdravými aktivními sportovci, nekuřáci bez zdravotních problémů. Další charakteristika výzkumného souboru je uvedena v tabulce č. 6.

Tabulka č. 5: Čas věnovaný problematice výstupu po laně dle curricula VO FTVS před účastí na tomto výzkumu

	Dle curricula měli	Bylo nutno doučit	celkem
1. ročník	2 h	14 h	16 h
2. ročník	10 h	6 h	16 h
3. ročník	12 h	4 h	16 h

Tabulka č. 6: Charakteristika výzkumného souboru (n = 12)

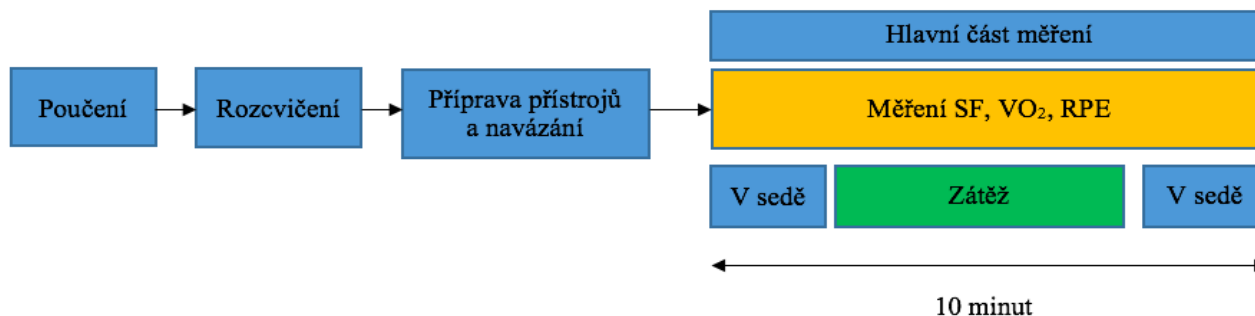
	Průměr	± SD	Rozpětí
Věk (roky)	21	1,1	19 – 23
Výška (cm)	183	4,9	178 – 192
Hmotnost (kg)	80,6	7,8	72 – 93
BMI	25	1,7	22 – 27
SF_{klid} (úder/min)	56	5	48 – 63
SF_{max} (úder/min)	190	9	184 – 202
VO_{2peak} (mL·kg⁻¹·min⁻¹)	53,4	3,3	48,1 – 58,4

4.2.3 Design měření

Při pilotním měření jsme sestavili design měření, který popisujeme níže. Účastníci měření měli na sobě letní polní stejnokroj vz. 95 a lehkou polní obuv Prabos vz. 2011 jak je patrné z obrázku č. 14. Jednalo se o standartní zavedené výstrojní součástky všech příslušníků AČR.

Měření se skládalo z provedení 3 odlišných technik výstupu po laně, které jsou popsány v kapitole 3.2.3 *Techniky výstupu po laně*, jednalo se o techniky “prusíkování”, “výstupu pomocí blokantů typu jümar” a “výstupu pomocí samosvěrného uzlu garda”. Všechna měření se uskutečnila v laboratorních podmínkách v prostoru lezecké stěny Sport Centra Evropská. Jak je patrné z obrázku č. 14 využili jsme při měření principu výstupového trenažeru (obrázek č. 8). Pomocí metody randomizace jsme určili, jakou techniku a kdy bude daný účastník měření provádět. Samotné jedno měření trvalo ~35 minut, účastníkům jsme detailně zopakovali průběh měření, následovalo ~10 minut rozcvičení dle Jebavého (2014) (příloha č. 5), příprava měřících přístrojů (Cortex metamax 3b, sporttestr), příprava dané

techniky výstupu po laně “navázání” a hlavní zátěžová část měření viz obrázek č. 13. hlavní část se vždy skládala z provedení jedné ze tří daných jednolanových technik výstupu po laně.



Obrázek č. 13: schéma měření

Zde uvádíme časový sled činností při hlavní části měření :

- (A) 00:00 – 01:00 měření hodnot VO₂ a SF v sedě
- (B) 01:00 - 02:00 přechod/příprava účastníka do výchozí pozice při měření (3 m nad zemí)
- (C) **02:00 – 09:00** měření výstupu po laně danou technikou při rychlosti 3 m·min⁻¹ (**Zátěž**)
- (D) 09:00 – 10:00 konec měření, přechod do sedu, zklidnění organismu

Z časového sledu výše plyne, že samotná zátěž činila 7 minut výstupu po laně při rychlosti 3 m·min⁻¹ (C), tak aby účastníci měření zdolali vertikální vzdálenost ~ 21 metrů. Rychlost měření byla udávána postupným povolováním (1 m za 20 s) statického lana (příloha č. 11) přes horní kladku Petzl Twin (příloha č. 9) hlavním řešitelem práce skrze pevný kotevní bod na zemi a jistící technické pomůcky Petzl Grigri (příloha č. 10). Účastníci měření se v době 01:00 – 2:00 pomocí žebříku dostali do výchozí pozice (B), kdy centrální oko sedacího úvazku bylo ve výšce 3 m nad zemí a po celou dobu zátěžového měření 02:00 – 09:00 (C) musel tento určený bod zůstat v označeném koridoru ± 1,5 m. V čase 9:00 byla zátěžová část ukončena a zaznamenána výšková pozice oka sedacího úvazku, proband byl bezpečně spuštěn na zem a posazen pro zklidnění organismu (D).

Po celou dobu měření jsme zaznamenávali SF pomocí hrudního snímače Polar (obrázek č. 15) a respiračně-ventilační hodnoty jedince pomocí přístroje Cortex Metamax 3b (obrázek č. 16). Každou minutu jsme dále zaznamenávali subjektivní vnímání zátěže (RPE) dle upravené 15 bodové Borgovy RPE škály (příloha č. 3) do karty účastníka (příloha č. 6). Pro formát upravené Borgovy RPE škály jsme vycházeli z publikace Daďové, 2015. Velikost škály jsme zvolili na formát A4 s barevným rozdělením škál pro jednodušší využití při měření.

Měření probíhala v době mezi 8:00 – 14:00 hodinou. Mezi jednotlivými měřeními měli účastníci vždy minimálně 48 hodin odpočinek tzn. každý účastník provedl jednu techniku v daný den, poté měl odpočinek alespoň 48 hodin a provedl měření s druhou technikou atd.

Probandi byli poučeni, aby před měřením nevykonávali fyzicky náročnou činnost a nahlásili jakékoliv skutečnosti, které by mohly ovlivnit měření.

Průměrné hodnoty vlhkosti, okolní teploty a tlaku byly následující:

- vlhkost $52,8 \pm 2,4\%$
- okolní teplota $24,9 \pm 1,2 \text{ } ^\circ\text{C}$
- tlak $978,6 \pm 2,9 \text{ hPa}$



Obrázek č. 14: výstup po laně při měření

4.2.4 Metodika získání dat

Respiračně ventilační hodnoty byly sledovány po celou dobu hlavního měření pomocí metabolického analyzátoru Cortex Metamax 3b (výrobce Cortex, Německo) (obrázek č. 15). Jde se o velmi přesný analyzátor výdechových plynů, který vyhodnocuje data pomocí metody dech po dechu. SF byla též zaznamenávána po celou dobu měření pomocí sporttestru Polar

(Obrázek č. 16). Data byla zaznamenávána do softwaru MetaSoft studio a následně exportována do MS Excel a statisticky vyhodnocena pomocí programu SPSS statistics.



Obrázek č. 15: Metamax 3b s maskou (Cortex, 2019)



Obrázek č. 16: Sportestr Polar (Polar, 2019)

Dále byla pomocí osobní váhy SENCOR SBS 111 (výrobce SENCOR, Evropa) (obrázek č. 17) zjištěna hmotnost probandů před měřením. Váha byla v době měření platně zkalibrovaná (platnost do 24. 7. 2020). Výrobce uvádí přesnost váhy ± 100 g.



Obrázek č. 17: Váha (autor)

Hodnoty VO_{2peak} a SF_{max} byly měřeny v rámci samostatného zátěžového testu v rámci výzkumné činnosti vedoucího této práce. Tento test se skládal z postupně se zvyšující zátěže na běhacím pásu. Účastníci šli v letním polním stejnokroji vz. 95, polní obuvi a nesenou zátěží ve vojenském batohu (příloha č. 12) o hmotnosti 30 % jejich vlastní hmotnosti. První minutu při rychlosti $4,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, poté se rychlost zvyšovala každou minutu o $0,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ až do rychlosti $6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a následně o $0,1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ až do vyčerpání jedince.

4.2.5 Rozsah platnosti

- **Omezení:**
 - limitovaný rozsah výzkumného souboru ($n = 12$)
 - rozdílná zkušenost účastníků měření s lezením a jednolanovými technikami
- **Vymezení:**
 - Výsledky této práce se nedají zobecnit na běžnou populaci z důvodu účelového (nenáhodného) výběru výzkumného souboru. Výsledky jsou platné pouze pro zkoumaný vzorek účastníků měření.

5 Výsledky

V této části jsou popsány naměřené výsledky, ve kterých porovnáváme fyziologickou odezvu organismu při použití 3 odlišných technik výstupu po laně. Jsou zde popsány postupně výsledky hodnot SF, VO₂ a RPE v průběhu jednotlivých měření, které jsou znázorněny v grafech, barevně odlišeny podle použité techniky výstupu po laně a pro přehlednější interpretaci využíváme dále v popisu uvedené zkratky.

- **Modrá hodnota** - technika pomocí samosvěrných prusíkovacích uzlů (Dále jen **P**)
- **Oranžová hodnota** - technika pomocí blokantů typu jümar (Dále jen **B**)
- **zelená hodnota** - technika pomocí samosvěrného uzla garda (Dále jen **G**)

Jsou zde popsány výsledky celého výzkumného souboru (n = 12) dohromady. Data byla komparativně analyzována v programu SPSS statistic a pro statistické významnosti bylo využito metody opakované měření analýzy rozptylu (ANOVA).

Signifikantní rozdíly byly stanoveny na hladině významnosti $p \leq 0,05$ a jsou v grafech vyznačeny symbolem *.

Pro komplexnější náhled na výsledky měření je v souhrnu uvedena tabulka jednotlivých průměrných hodnot s uvedením statistické významnosti rozdílů hodnot SF, VO₂ a RPE (tabulka č. 7) a tabulka s průměrnými hodnotami SF, VO₂ a RPE v každé minutě v průběhu celé hlavní části měření (tabulka č. 8).

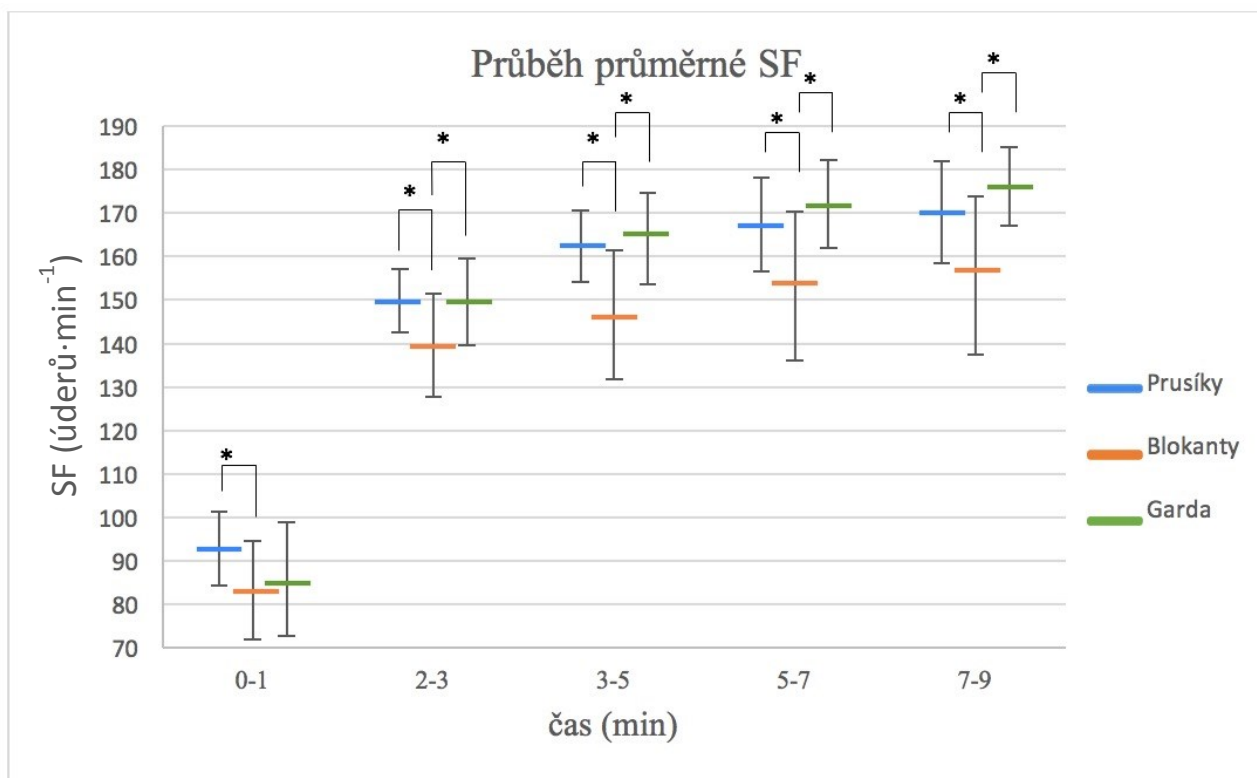
Byla zaznamenávána pozice oka sedacího úvazku ve výchozí a konečné pozici probandů, abychom zaznamenaly možné odchylky v nastoupané vzdálenosti mezi technikami. Probandi se museli pohybovat v určeném výškovém koridoru $\pm 1,5$ m od výchozího bodu, který byl ve výšce 3 m nad zemí. Rozdíl mezi výchozí a konečnou pozici oka sedacího úvazku byl u **P** 16 ± 10 cm, **B** 2 ± 2 cm, **G** 30 ± 8 cm a probandi skončili vždy lehce pod výchozím bodem.

5.1 Průběh SF

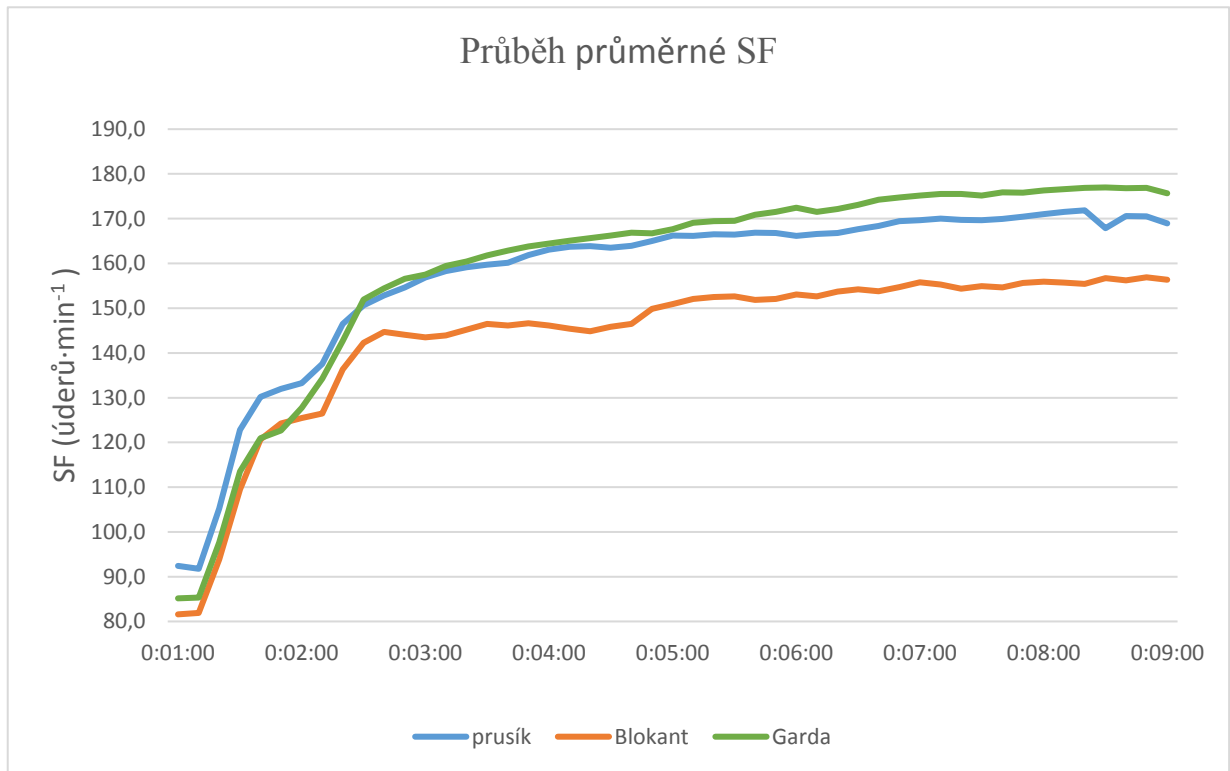
Z grafu č. 1 a č. 2 je patrný průběh průměrné SF mezi jednotlivými technikami, statisticky významné rozdíly mezi technikami jsou znázorněny symbolem * v grafu č. 1. Statisticky významné rozdíly byly shledány u rozdílů, které se lišily alespoň o ~ 12 úderů $\cdot \text{min}^{-1}$ mezi technikami.

Průměrná SF byla v průběhu zátěže (2-9 minuta) při **P** 162 ± 9 úderů·min⁻¹ (~85 % SF_{max}), při **B** 150 ± 16 úderů·min⁻¹ (~79 % SF_{max}) a při **G** 165 ± 10 úderů·min⁻¹ (~87 % SF_{max}). Při měření SF v sedě před zátěžovým měřením (0-1 minuta) se statisticky významně lišila průměrná SF **P** od **B**. V průběhu zátěže (2-9 minuta) se po celou dobu statisticky významně lišily hodnoty průměrné SF mezi **P** a **G** od techniky **B**. Průběh průměrné SF se statisticky nelišil mezi technikami **P** a **G**. Z grafů je patrný růst průměrné SF do 6-7 minuty, poté dochází k ustálení a jen minimální další růst SF.

Graf č. 1: průběh průměrné SF se statistickým vyhodnocením



Graf č. 2: průběh průměrné SF po celou dobu měření

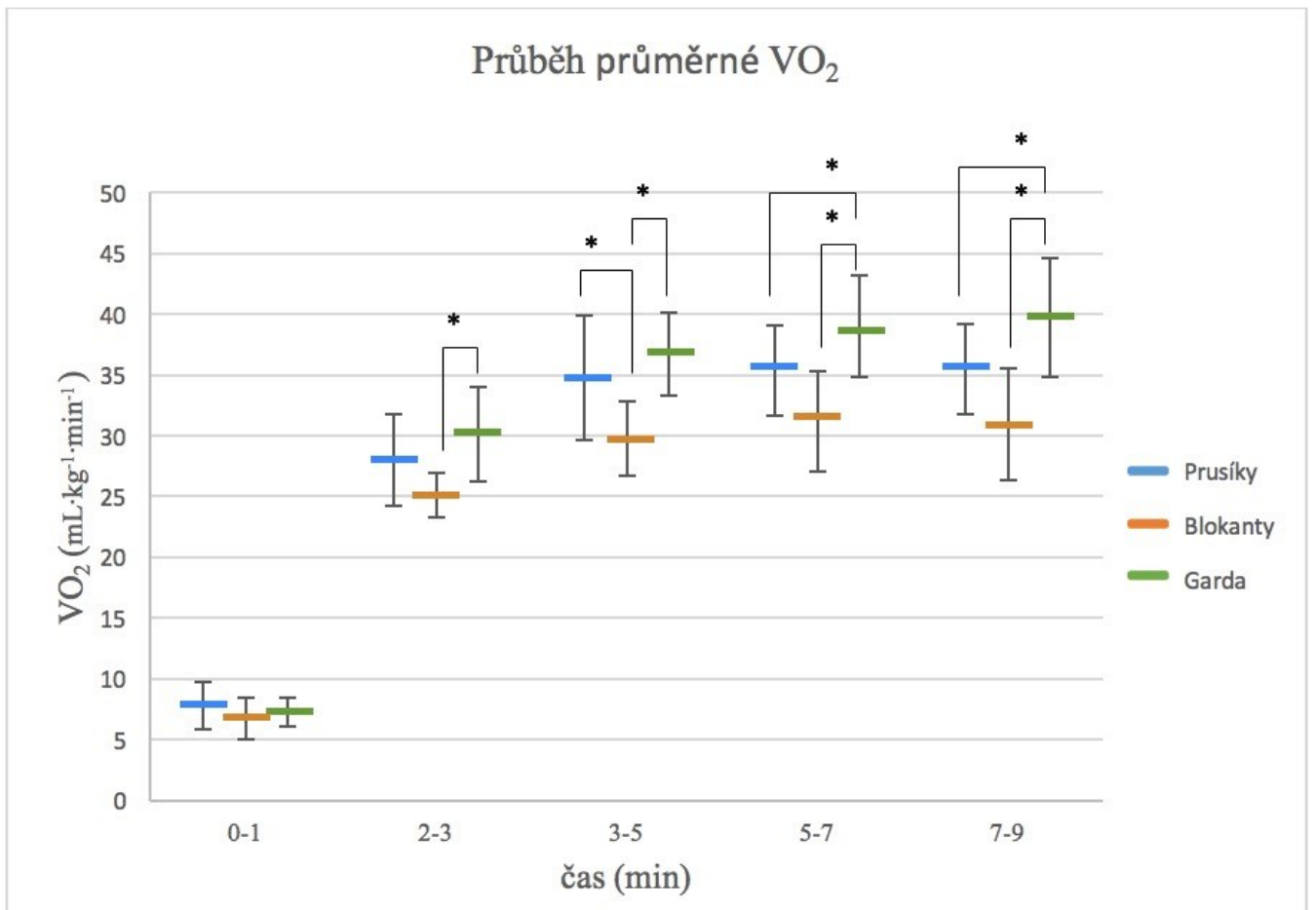


5.2 Průběh VO₂

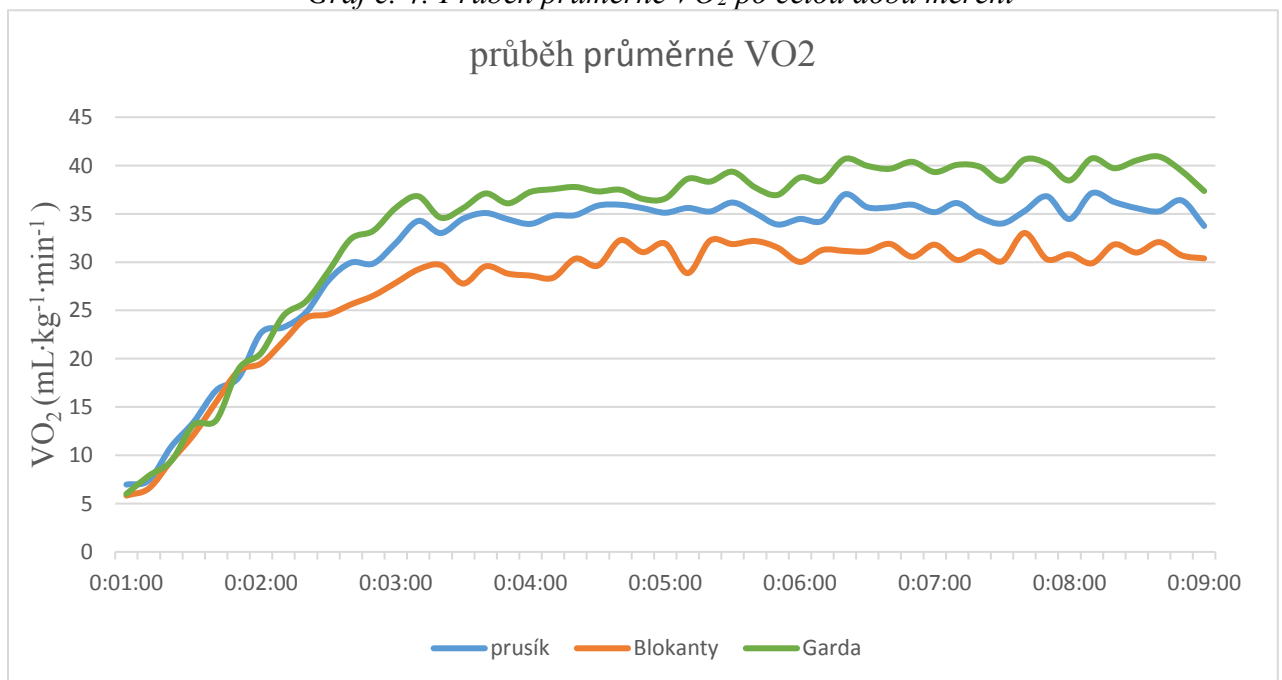
Z grafu č. 3 a č. 4 je patrný průběh průměrné VO₂ mezi jednotlivými technikami, statisticky významné rozdíly mezi technikami jsou znázorněny symbolem * v grafu č. 3. Statisticky významné rozdíly byly shledány u rozdílů, které se lišily alespoň o ~ 5 mL·kg⁻¹·min⁻¹ mezi technikami.

Průměrná VO₂ byla v průběhu zátěže (2-9 minuta) při **P** 33,4 ± 4,1 mL·kg⁻¹·min⁻¹ (~63 % VO_{2peak}), při **B** 29,3 ± 3,4 mL·kg⁻¹·min⁻¹ (~55 % VO_{2peak}) a při **G** 36,4 ± 4,2 mL·kg⁻¹·min⁻¹ (~68 % VO_{2peak})⁻¹. Při měření v sedě před zátěžovým měřením (0-1 minuta) se VO₂ statisticky významně nelišila. V průběhu zátěže (2-9 minuta) se po celou dobu statisticky významně lišily hodnoty průměrné VO₂ mezi **B** a **G**. Průběh VO₂ **P** od **B** se statisticky lišil pouze v 3-5 minutě a průběh VO₂ **P** od **G** se statisticky významně lišil v 5-9 minutě zátěže. Z grafů je patrný růst průměrné VO₂ do 5-6 minuty, poté dochází k ustálení a jen minimální další růst VO₂.

Graf č. 3: průběh průměrné VO_2 se statistickým vyhodnocením



Graf č. 4: Průběh průměrné VO_2 po celou dobu měření

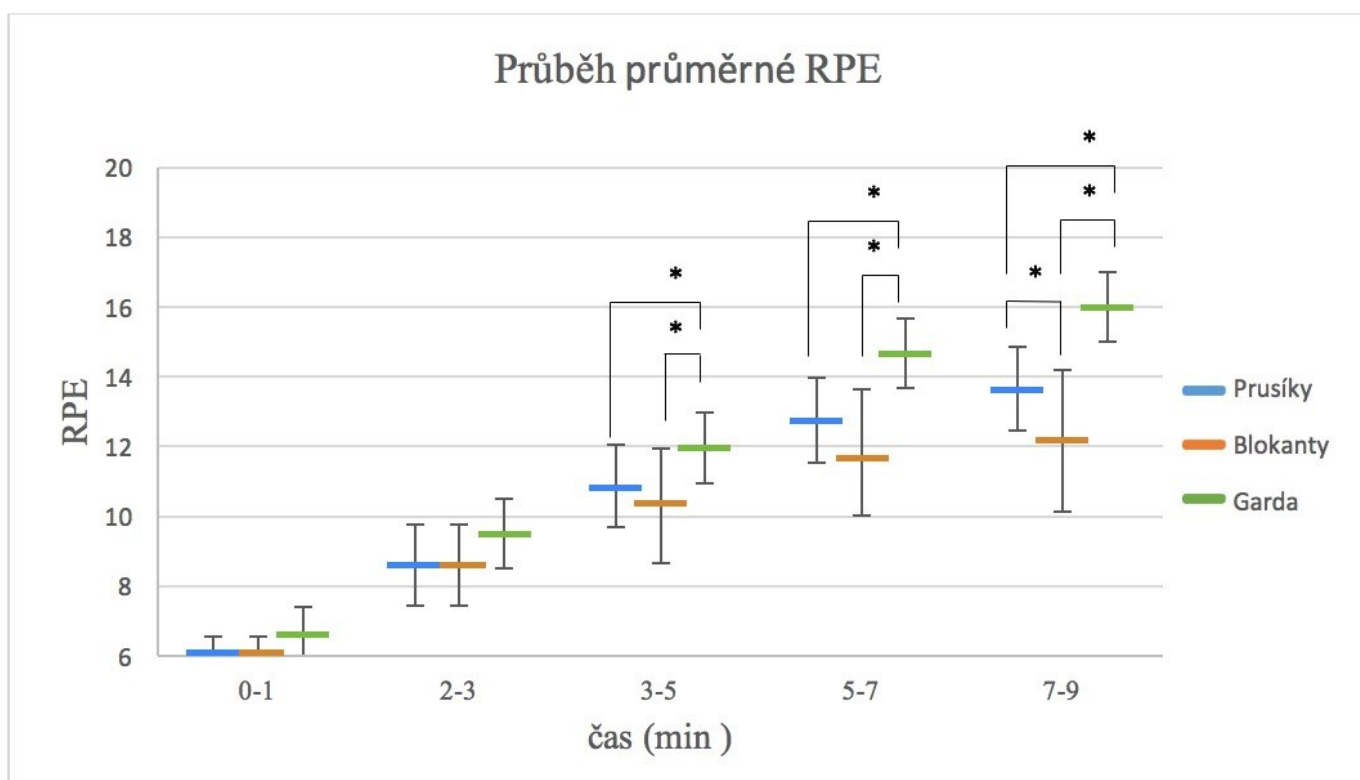


5.3 Průběh RPE

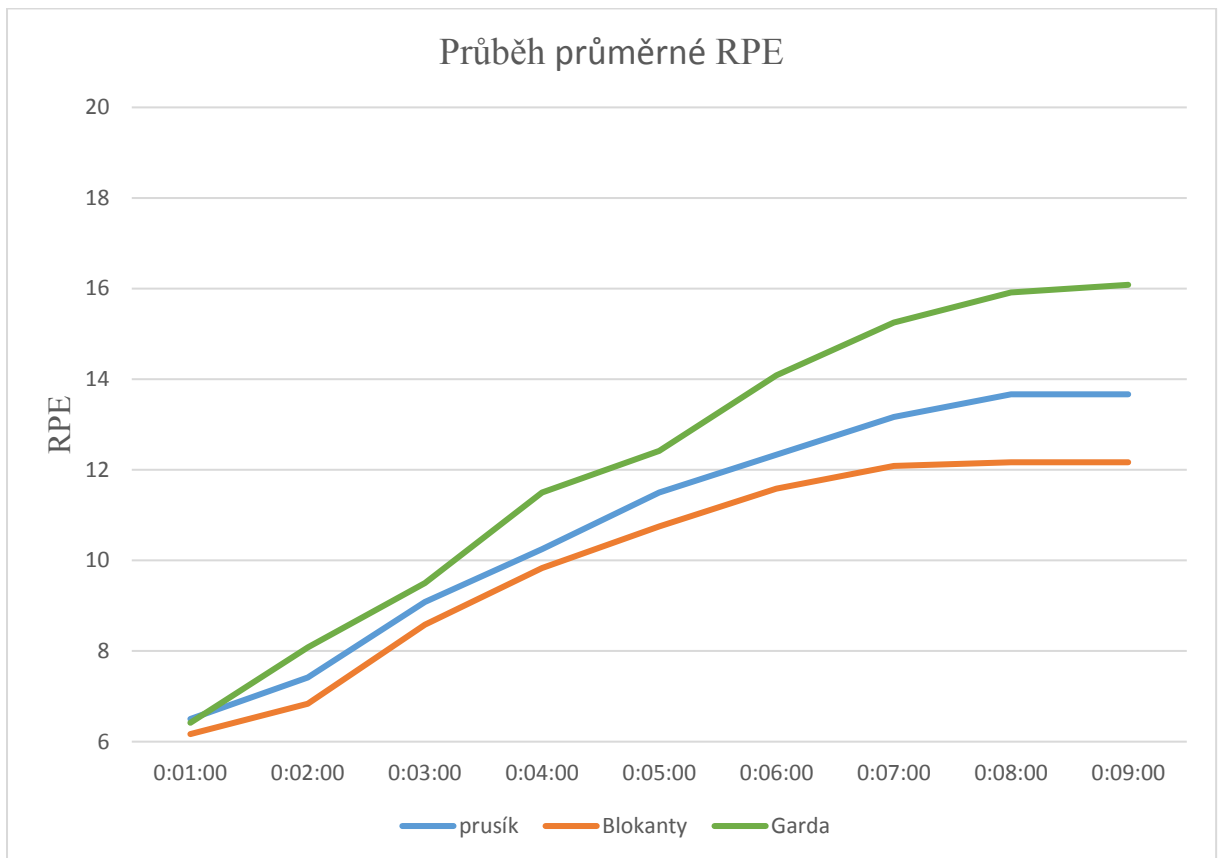
Z grafu č. 5 a č. 6 je patrný průběh průměrné RPE mezi jednotlivými technikami, statisticky významné rozdíly mezi technikami jsou znázorněny symbolem * v grafu č. 5. Statisticky významné rozdíly byly shledány u rozdílů, které se lišily alespoň o ~2 mezi technikami.

Průměrná RPE byla v průběhu zátěže (2-9 minuta) při **P** $11,5 \pm 1,2$, při **B** $10,7 \pm 1,7$ a při **G** $13,0 \pm 1,3$. Do 3. minuty měření se RPE mezi technikami statisticky významně nelišilo. V průběhu zátěže se od 3. minuty až do konce měření statisticky významně lišilo RPE **P** od **G** a také **B** od **G**. RPE **P** od **B** se statisticky významně lišilo až 7-9. minutě. Z grafů je patrný růst průměrné RPE u všech technik a od 5. minuty je patrné ustálení hodnot RPE pro **B** a růst **P** a **G**.

Graf č. 5: průběh průměrné RPE se statistickým vyhodnocením



Graf č. 6: průběh průměrné RPE po celou dobu měření



5.4 Souhrnné hodnocení

Tabulka č. 7: Souhrnné průměrné hodnoty SF, VO₂ a RPE se statistickým vyhodnocením

Čas (min)	SF (úderů/min)		VO ₂ (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)		RPE	
	Ø	Sig. p ≤ 0,05*	Ø	Sig. p ≤ 0,05	Ø	Sig. p ≤ 0,05
0-1	P 93±8,5	P ↔ B, p=0,033*	P 7,8±1,9	P ↔ B, p=0,481	P 6,1±0,4	P ↔ B, p= -
	B 83±11,2	P ↔ G, p=0,286	B 6,8±1,7	P ↔ G, p=1	B 6,1±0,4	P ↔ G, p=0,218
	G 85±13,0	B ↔ G, p=1	G 7,3±1,2	B ↔ G, p=0,539	G 6,4±0,5	B ↔ G, p=0,218
2-3	P 150±7,1	P ↔ B, p=0,027*	P 27,9±3,8	P ↔ B, p=0,121	P 8,6±1,2	P ↔ B, p= -
	B 140±11,9	P ↔ G, p=1	B 25,1±1,9	P ↔ G, p=0,288	B 8,6±1,2	P ↔ G, p=0,176
	G 150±9,9	B ↔ G, p=0,022*	G 30,1±3,9	B ↔ G, p=0,003*	G 9,5±1,3	B ↔ G, p= -
3-5	P 162±8,2	P ↔ B, p=0,007*	P 34,8±5,1	P ↔ B, p=0,031*	P 10,9±1,2	P ↔ B, p=0,802
	B 146±14,8	P ↔ G, p=1	B 29,8±3,0	P ↔ G, p=0,508	B 10,3±1,6	P ↔ G, p=0,009*
	G 164±10,5	B ↔ G, p=0,001*	G 36,8±3,5	B ↔ G, p=0,01*	G 12,0±1,5	B ↔ G, p=0,047*
5-7	P 167±10,8	P ↔ B, p=0,008*	P 35,4±3,7	P ↔ B, p=0,116	P 12,8±1,2	P ↔ B, p=0,371
	B 153±17,1	P ↔ G, p=0,171	B 31,2±4,1	P ↔ G, p=0,012*	B 11,8±1,8	P ↔ G, p=0,000*
	G 172±10,1	B ↔ G, p=0,01*	G 39,0±4,2	B ↔ G, p=0,04*	G 14,7±1,3	B ↔ G, p=0,05*
7-9	P 170±11,8	P ↔ B, p=0,08*	P 35,5±3,7	P ↔ B, p=0,102	P 13,7±1,2	P ↔ B, p=0,054*
	B 156±18,2	P ↔ G, p=0,108	B 30,9±4,6	P ↔ G, p=0,02*	B 12,2±2	P ↔ G, p=0,000*
	G 176±9,1	B ↔ G, p=0,02*	G 39,7±4,9	B ↔ G, p=0,07*	G 16,0±1,2	B ↔ G, p=0,000*

Zvýrazněny jsou signifikantní rozdíly mezi technikami. Zkratky: P – prusíky, B – Blokanty, G – Garda, ↔ - porovnání mezi technikami, p – statistická významnost

Tabulka č. 8: souhrnné průměrné hodnoty výzkumného souboru po minutě

Min.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SF_P	93	119	150	160	164	166	168	170	170	153
SF_B	83	109	140	146	147	152	154	155	156	143
SF_G	86	111	150	162	166	170	173	176	177	162
VO₂_P	8	15	28	34	35	35	36	35	36	26
VO₂_B	7	14	25	29	31	31	31	31	31	23
VO₂_G	7	14	30	36	37	38	40	40	40	29
RPE_P	6	7,4	9,1	10,3	11,5	12,3	13,2	13,7	13,7	9,4
RPE_B	6	6,8	8,6	9,8	10,8	11,6	12,1	12,2	12,2	9,1
RPE_G	6	8,1	9,5	11,5	12,4	14,1	15,3	15,9	16,1	11,3

Zkratky: P – prusíky, B – Blokanty, G – Garda. Vysvětlivky: SF (úderů·min⁻¹), VO₂ (mL·kg⁻¹·min⁻¹)

Ve 2 výše uvedených tabulkách jsou souhrnně znázorněny výsledné průměrné hodnoty SF, VO₂ a RPE. V tabulce č. 7 jsou uvedeny jednotlivé průměrné hodnoty společně se statistickými významnostmi rozdílů hodnot SF, VO₂ a RPE. V tabulce č. 8 jsou uvedeny průměrné hodnoty SF, VO₂ a RPE v každé minutě v průběhu celé hlavní části zatížení.

6 Diskuze

Cílem této diplomové práce bylo porovnat míru fyziologické odezvy organismu (SF, VO_2 , RPE) při použití 3 odlišných jednolanových technik výstupu po laně, které jsou popsány v kapitole 3.2.3 *Techniky výstupu po laně* při konstantní rychlosti $3 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ po dobu 7 minut.

Pro přehlednější interpretaci výsledků jsme zvolili následující zkratky pro popis jednotlivých technik:

- **P** = technika pomocí samosvěrných prusíkovacích uzlů
- **B** = technika pomocí blokantů typu jümar
- **G** = technika pomocí samosvěrného uzla garda

Design měření, který je prezentován v kapitole 4.2.3 *Design měření*, jsme sestavili podobně jako Urfer (1976), při pilotním měření jsme ale museli snížit rychlost výstupu, tak aby byl výstup po laně plynule proveditelný i technikami **P** a **G**, jelikož on ve svém výzkumu použil pouze **B** a jím zvolené rychlosti pro **P** a **G** nebyly pro naše účastníky výzkumu proveditelné. Doba trvání zátěže 7 minut jsme volili tak, aby se zvolenou rychlostí výstupu $3 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ účastníci výzkumu překonali vertikální vzdálenost $\sim 21 \text{ m}$. Doba tohoto zatížení je horní průměrná hranice zatížení, jakou dle Baláše (2016) stráví lezec při sportovním lezení cesty s lanem.

Výzkumný soubor ($n=12$) tvořili studenti prezenčního bakalářského studia Vojenského oboru při Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy s průměrným věkem $21 \pm 1,1$ let, výškou $183 \pm 4,9$ cm a hmotností $80,6 \pm 7,8$ kg. Tito účastníci výzkumu jsou všestrannými aktivními sportovci a mají různé zkušenosti s lezením a problematikou výstupu po laně. Bylo nutné probandy doučit jednotlivé techniky výstupu po laně, tak aby problematice věnovali stejný počet dotovaných hodin dle curricula VO FTVS, tak aby se eliminovala účast nezkušených jedinců, což by mohlo ovlivnit a zkreslit výsledky výzkumu. Výzkumný soubor tvořili jedinci obdobného charakteru jako v pracích Elstnera (2009), Rozsypala (2013), také Urfera (1976) Wattse a Drobishe (1998) a Drapela (2010) i když u posledních 3 zmíněných se jednalo o zkušené lezce. Dle Baláše (2016) mají účastníci našeho výzkumu výbornou aerobní zdatnost ($53,4 \pm 3,3 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$), ale v našem výzkumu se jedná o hodnoty $VO_{2\text{peak}}$, dosažené v testu do vyčerpání, který je popsán v kapitole 4.2.4 *Metodika získání dat*, on udává normy pro $VO_{2\text{max}}$ dosažených na standardizovaném testu na běhátku. Účastníci našeho výzkumu mají nižší hodnoty SF_{kld} 56 ± 5 úderů $\cdot \text{min}^{-1}$, než jsou běžné populační normy dle autorů Selinger a Vinařického (1992), Kohlíkové (2011),

Dovalila (2012), Bartůňkové a kol. (2013) a s přihlédnutím k hodnotám VO_{2peak} to poukazuje na fakt, že se jedná o velmi dobře vytrvalostně trénované jedince.

V této práci jsme porovnávali rozdíly hodnot SF, VO_2 a RPE mezi jednotlivými technikami výstupu po laně. Při zjišťování statistické významnosti rozdílů mezi jednotlivými měřeními jsme využili metodu opakované analýzy rozptylu (ANOVA). Signifikantní rozdíly jsme stanovili na hladině významnosti $p \leq 0,05$. Abychom mohli naměřená data statisticky vyhodnotit, rozhodli jsme se v průběhu zátěže zprůměrovat hodnoty v jednotlivých časových intervalech tak, jak jsou prezentovány v grafech č. 1, 3, 5. V těchto časových intervalech jsou naměřené hodnoty u jednotlivých technik podobné a nevykazují výrazné výkyvy, jak je patrné z grafů č. 2, 4, 6.

Položili jsme si výzkumnou otázku, zda existuje významný rozdíl ve fyziologické odezvě organismu mezi jednotlivými technikami výstupu po laně. Jelikož jsme předpokládali, že především při použití blokantů na výstup po laně budou hodnoty SF, VO_2 a RPE dosahovat nižších hodnot v porovnání s ostatními technikami a chtěli jsme tyto rozdíly empiricky porovnat. Z naměřených výsledků vyplývá (tabulka č. 7), že se tato predikce potvrdila a mezi jednotlivými technikami výstupu po laně (**P**, **B**, **G**) existují statisticky významné rozdíly hodnot SF, VO_2 a RPE.

Z grafu č. 1 lze pozorovat statisticky významné rozdíly v průběhu průměrné SF, kdy hodnoty dosahovaly při zátěži u **P** 162 ± 9 úderů·min⁻¹ (~5 % SF_{max}), při **B** 150 ± 16 úderů·min⁻¹ (~79 % SF_{max}) a při **G** 165 ± 10 úderů·min⁻¹ (~87 % SF_{max}). Statisticky významné rozdíly byly shledány u rozdílů, které se lišily alespoň o ~12 úderů·min⁻¹ mezi technikami. Průměrná SF při **B** je obdobná jako ji popisuje Baláš (2016) při lezení snadnějších cest ve sportovním lezení a průměrná SF při **G** se blíží hranici individuálnímu maximu. Průměrná SF (graf č. 2) se od ~4. minuty u **B** pohybovala těsně pod hranicí ANP a u **P** a **G** mírně nad hranicí ANP, jak ji popisuje Dovalil a kol. (2012), přičemž u **G** průměrná SF vždy dosahuje nejvyšších hodnot ze všech technik a u **B** nejnižších. SF dosahovala v našem výzkumu nižších hodnot u všech technik ve srovnání s výzkumem Wattse a Drobishe (1998), Drapela a kol. (2010), kteří popisují fyziologickou odezvu organismu při sportovním a skalním lezení. Tento fakt poukazuje na to, že lezení se zdá být dle hodnocení SF obtížnější než námi použité jednolanové techniky. Urfer (1976) naměřil vyšší průměrnou SF při **B** než v našem výzkumu, což bylo pravděpodobně způsobeno vyšší rychlostí výstupu v jeho měření. Průměrná SF při **P** byla při měření již v sedě statisticky významně vyšší oproti **B**, což mohlo ovlivnit výsledky měření při zátěži. Dle výsledků SF lze říci, že se statisticky významně lišily

techniky **P** od **B** po celou dobu měření, **B** od **G** v průběhu celé zátěže (2-9. minuta), což bylo pravděpodobně způsobeno použitím technických pomůcek pro výstup po laně a tento jev byl očekáván. Technika **P** se od **G** statisticky významně nelišila, pouze od 5. minuty, se rozdíl více zvyšoval a **G** se jevila jako nejobtížnější.

Z grafu č. 3 lze pozorovat statisticky významné rozdíly v průběhu průměrné VO_2 , kdy hodnoty dosahovaly při zátěži u **P** $33,4 \pm 4,1 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ (~63 % $\text{VO}_{2\text{peak}}$), při **B** $29,3 \pm 3,4 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ (~55 % $\text{VO}_{2\text{peak}}$) a při **G** $36,4 \pm 4,2 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ (~68 % $\text{VO}_{2\text{peak}}$). Statisticky významné rozdíly byly shledány u rozdílů, které se lišily alespoň o $\sim 5 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ mezi technikami. Průměrná VO_2 při **B** je obdobná jako ji popisuje Baláš (2016) při lezení snadnějších cest ve sportovním lezení a průměrná VO_2 při **P** a **G** už je srovnatelná se zátěží při lezení těžší lezecké cesty. Urfer (1976) naměřil vyšší průměrnou VO_2 při **B** než v našem výzkumu, což bylo pravděpodobně způsobeno vyšší rychlostí výstupu v jeho měření a jeho naměřené hodnoty jsou podobné jako naše u **P** a **G**, ale v jeho měření prováděli pouze techniku **B**, tudíž se výsledky mezi sebou nedají relevantně interpretovat. Průměrná VO_2 dosahovala v našem výzkumu nižších hodnot u **B**, a u **P** a **G** podobných ve srovnání s výzkumem Wattsem a Drobishem (1998), Drapelelem a kol. (2010), kteří popisují fyziologickou odezvu organismu při sportovním a skalním lezení. Což poukazuje na to, že lezení je dle hodnocení VO_2 obtížnější než jednolanová technika **B**, ale srovnatelné s technikami **P** a **G**. Techniky **P** a **G** byly dle výše popsané \emptyset SF obtížnostně srovnatelné s lezením. Při konfrontaci s výsledky průměrné VO_2 lze říci, že SF se nejeví jako vhodný ukazatel intenzity zatížení při jednolanových technikách, podobně jako se nejeví při lezení jak uvádí Baláš (2016). Dle výsledků VO_2 lze říci, že se statisticky významně lišily techniky **B** od **G** v průběhu celé zátěže (2-9. minuta) a od 3. minuty se též lišily **P** od **B**, což bylo pravděpodobně způsobeno použitím technických pomůcek pro výstup po laně a tento jev byl očekáván. Technika **P** se od **G** statisticky významně lišila až od 5. minuty, což stejně jako výsledky SF potvrzuje, že technika **G** se jevila jako nejobtížnější.

Z grafu č. 5 lze pozorovat statisticky významné rozdíly v průběhu průměrné RPE, kdy hodnoty dosahovaly při zátěži u **P** $11,5 \pm 1,2$ při **B** $10,7 \pm 1,7$ a při **G** $13,0 \pm 1,3$. Průměrné RPE u **P** a **B** značí lehkou zátěž a u **G** značí středně velkou zátěž. Statisticky významné rozdíly byly shledány u rozdílů, které se lišily alespoň o ~ 2 mezi technikami. Průměrné RPE dosahovala v našem výzkumu nižších hodnot u všech technik ve srovnání s výzkumem Wattse a Drobishe (1998), kteří popisují fyziologickou odezvu organismu při sportovním a skalním lezení. Což poukazuje na to, že lezení je dle subjektivního hodnocení vnímání

zátěže obtížnější než námi zvolené jednolanové techniky. V konfrontaci s našimi výsledky průměrné SF a průměrné RPE, lze říci, že naši účastníci výzkumu nejsou schopni adekvátně interpretovat subjektivní vnímání zátěže a hodnoty RPE podhodnocují. Ke stejným závěrům dochází i Borg (1998) a Daňová (2015) pro sportující populaci. Mohlo to být způsobeno nedostatečným pochopením instrukcí k 15-ti bodové Borgově RPE škále a docházíme ke stejnému závěru jako Čechovská a Dobrý (2008), že by bylo vhodné, aby buď jedinci pracovali s 15-ti bodovou RPE škálou častěji a naučili se jí používat pravidelně, nebo zvolit jednodušší formát s 10-ti bodovou škálou, pro snazší interpretaci. Dle výsledků RPE lze říci, že se od 3. minuty statisticky významně lišily techniky **P** od **G** a **B** od **G**, což bylo pravděpodobně způsobeno použitím technických pomůcek pro výstup po laně a tento jev byl očekáván. Na konci měření (7-9. minuta) se významně lišila i technika **P** od **B**, což je zajímavý jev, že účastníci statisticky významně vnímali techniku **P** jako obtížnější než **B** až na konci měření. Tento jev mohl být způsoben dobrým technickým provedením, znalostí techniky **P** a její poměrnou jednoduchostí. Výsledky RPE společně s nestrukturovanými výpověďmi účastníků výzkumu poukazují na to, že technika **B** byla vnímána jako nejjednodušší a nejméně namáhavá, naopak **G** jako nejobtížnější a nejvíce namáhavá, kdy udávali ke konci měření hodnoty $16,0 \pm 1,2$, což značí velkou až velmi velkou zátěž a oproti technikám **P** a **B** se velmi významně lišily ($p = 0,000$). Dále popisovali při technice **G** silnou bolest předloktí ke konci měření a břišního svalstva. To mohlo být způsobeno tím, že technika byla prováděna pouze v sedacím úvazku a účastníci museli vynaložit značné úsilí jen na udržení vzpřímené polohy, docházíme tedy k rozdílným výsledkům než Rozsypal (2013), který měl ale odlišný design měření.

Výsledky průběhu SF, VO_2 a RPE mohly ovlivnit skutečnosti, že účastníci při měření prováděli techniky dle principu lezeckého trenažeru (obrázek č. 8), tudíž se pohybovali v určeném koridoru $3 \pm 1,5$ m nad zemí a nepohybovali se ve větších výškách nad zemí, jak by tomu bylo v terénu, a také že rychlost výstupu byla udávána hlavním řešitelem této práce. Skutečnost, že rozdíl ve výchozí a konečné pozici oka sedacího úvazku byl u techniky **P** 16 ± 10 cm, **B** 2 ± 2 cm, **G** 30 ± 8 cm a probandi skončili vždy lehce pod výchozím bodem, neshledáváme jako relevantní chybu pro tento typ výzkumu.

Z výsledné tabulky č. 7 a nestrukturovaných výpovědí účastníku výzkumu je patrné, že technika **B**, se jeví jako nejjednodušší, **G** nejobtížnější a doporučujeme jí využívat jen v případě, že výstup po fixním laně směřuje šikmo ke kotevnímu bodu, jako např. při sebezáchraně z ledovcové trhliny jak uvádí i autoři Mayer (1986), Schubert (1998), Cox

(2005), Ministerstvo obrany (v tisku), jelikož jinou technikou by nejspíše nebylo možné překonat převis v trhlíně a zde má své významné opodstatnění i přes její náročnost. Největších rozdílů dosahovaly techniky **P** a **G** od **B** a technika **P** se významně lišila od **G** až od ~5. minuty. Průběh hodnot SF a VO_2 vykazoval v prvních minutách měření výrazný růst a poté se postupně ustálil a dále se zvyšoval jen lehce, tento jev je obdobně pozorován při pohybové činnosti konstantní intenzity zátěže. Průběh hodnot RPE vykazoval růstovou tendenci po celou dobu měření, což poukazuje na to, že subjektivní vnímání zátěže sehrává vedle parametrů SF a VO_2 významnou roli při hodnocení intenzity zátěže, potažmo fyziologické odezvy organismu při pohybové činnosti.

7 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo porovnat míru fyziologické odezvy organismu (SF, VO₂, RPE) při použití 3 odlišných jednolanových technik výstupu po laně při konstantní rychlosti 3 m·min⁻¹ po dobu 7 minut.

Jednalo se o porovnání mezi těmito jednolanovými technikami výstupu po laně:

- **P** = technika pomocí samosvěrných prusíkovacích uzlů
- **B** = technika pomocí blokantů typu jümar
- **G** = technika pomocí samosvěrného uzla garda

Na základě naměřených výsledků hodnot SF, VO₂ a RPE při výstupech po laně provedeném v laboratorních podmínkách na 12 studentech VO FTVS UK, lze stanovit určité závěry:

1. Byly prokázány statisticky významné rozdíly hodnot SF, VO₂ a RPE mezi technikami **P**, **B** a **G** v průběhu měření.
2. technika **B** se jevila jako nejjednodušší v průběhu celého měření ve všech sledovaných parametrech a v celém průběhu dosahovali účastníci nejnižších hodnot.
3. technika **G** se jevila jako nejobtížnější především od ~4. minuty a při **P** dosahovali účastníci do ~4. minuty podobných hodnot jako při **G**, poté se začaly statisticky významně lišit, ale rozdíly nebyly tak velké jako při porovnání s technikou **B**.

Z naměřených výsledků můžeme potvrdit, že existují statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými technikami. Největších rozdílů ve sledovaných parametrech dosahovala technika **B** od **P** a **G**. Vzhledem k této skutečnosti můžeme uvažovat, že z hlediska fyziologické odezvy organismu má výběr jednolanové techniky výstupu po laně významný vliv na průběh SF, VO₂ a RPE.

Dle výsledků lze doporučit techniku **B** jako nejvhodnější z hlediska nižšího zatěžování funkčního a oběhového systému organismu a provádět ji v rámci vojenského lezení a při služební činnosti, kde je zapotřebí využít jednolanových technik. Techniku **G** v našem pojetí nedoporučujeme používat při kolmém výstupu po fixním laně, jelikož se jevila jako velmi obtížná. Při provádění všech uvedených technik doporučujeme použít rukavice bez prstů, pro lepší ochranu dlaní a manipulaci s uzly a technickými pomůckami.

Vzhledem k tomu, že výzkumný soubor ($n=12$) v této diplomové práci tvořili účelně vybraní jedinci, je možné tyto výsledky uplatnit pouze pro danou skupinu tohoto výzkumného souboru. Relativně malý počet účastníků výzkumu a fakt, že rychlost výstupu po laně byla udávána hlavním řešitelem této práce, mohly ovlivnit výsledky této práce.

Další výzkum v oblasti jednolanových technik výstupu po laně ve vojenském lezení by měl pokračovat, kromě laboratorního měření, také v terénních podmínkách a v obou případech s nesenou zátěží (balistická vesta, batoh aj.), kterou musí mít voják většinou u sebe při plnění služebních povinností. Zároveň by výzkum měl být proveden na větším počtu účastníků.

8 Seznam použité literatury

1. Armed.cz. *Army zboží online*. největší army shop v ČR. Armed.cz [online]. Copyright © 2008 [cit. 31.07.2019]. Dostupné z: <https://www.armed.cz>
2. BALÁŠ, Jiří. *Fyziologické aspekty výkonu ve sportovním lezení*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2016. ISBN 978-80-246-3361-9.
3. BARTÁK, Erik a kol.. *Speciální tělesná příprava: vojenské lezení*. Multimediální pomůcka – výukové DVD. Praha, 2008.
4. BARTŮŇKOVÁ, Staša. *Fyziologie pohybové zátěže: učební texty pro studenty tělovýchovných oborů*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2013. ISBN 9788087647066.
5. BELICA, Ondřej. *Práce a záchrana ve výškách a nad volnou hloubkou*. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-5055-2
6. BORG, G. *Borg's perceived exertion and pain scales*. Stockholm: University of Stockholm, 1998
7. BERNACIKOVÁ, M. *Fyziologie*. Brno: Masarykova univerzita, 2012. ISBN 978-80-210-5840-8
8. BOŠTIKOVÁ, Soňa. *Vysokohorská turistika: vybavení, znalosti a dovednosti, bezpečnost, tipy na túry*. Praha: Grada, 2004. Sport (Grada). ISBN 80-247-0696-2.
9. BUREŠ, Ladislav. *Pohyb po ledovcích*. Lysá nad Labem: Alpy, 1995. ISBN: 80-85613-78-6
10. Citace PRO. *Citace PRO* [online]. Dostupné z: <https://www.citacepro.com/>
11. CORTEX. *Mobile and portable ergospirometry solutions for performance measurement of heart and metabolism*. [online]. Copyright © [cit. 14.07.2019]. Dostupné z: <https://cortex-medical.com/EN/>
12. COX, M. S.; FULSAAS, K. *Mountaineering the Freedom of the Hills*. 1st ed. United States of America, Seattle: The Mountaineers Books, 2005. 576 s. ISBN 0-89886-828-9.
13. CINGLOVÁ, Lenka. *Vybrané kapitoly z tělovýchovného lékařství pro studenty FTVS*. Praha: Karolinum, 2002. ISBN 8024604922.
14. ČECHOVSKÁ, I., DOBRÝ, L. Borgova škála subjektivně vnímané námahy a její využití. *Tělesná Výchova a Sport Mládeže*. roč. 74, č. 3, 2008. Str. 37-45
15. ČESKO. Nařízení vlády č. 362/2005 Sb., o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky - znění od 4.

10. 2005. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2019 [cit. 1. 5. 2019]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/>
16. ČESKO. zákon č. 221/1999 Sb., o vojácích z povolání - znění od 1. 10. 2018. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2019 [cit. 11. 3. 2019]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/>
17. DAŘOVÁ, Klára. *Subjektivní vnímání tělesné zátěže*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum, 2015. ISBN 978-80-246-3227-8.
18. DISHMAN, R. K. Prescribing exercise intensity for healthy adults using perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1994. 26 (9): 1087-1094.
19. DOLEŽAL, Jan. *Porovnání míry zatížení při přesunech v suchém a mokřém oděvu*. Praha, 2016. Bakalářská práce. Univerzita Karlova. Fakulta tělesné výchovy a sportu. Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Karel Sýkora, Ph.D.
20. DOVALIL, Josef. CHOUTKA, Miroslav. *Výkon a trénink ve sportu*. 4. vyd. Praha Olympia, 2012. ISBN 9788073763268.
21. DOVALIL, Josef. *Lexikon sportovního tréninku*. 2., upr. vyd. Praha: Karolinum, 2008. ISBN 978-80-246-1404-5.
22. DRAPER, Nick et al., Physiological and psychological responses to lead and top rope climbing for intermediate rock climbers. *European Journal of Sport Science*, Volume 10, 2010 - Issue 1 Pages 13-20
23. ELSNER, Martin. *Porovnání sportovního a vojenského lezení z pohledu energetického krytí*. Praha, 2009. Diplomová práce. Univerzita Karlova. Fakulta tělesné výchovy a sportu Vedoucí diplomové práce: Mgr. Erik Barták
24. Federal Ministry of Defence and Sports. *Austrian Armed forces field manual: Military mountain training*. Vienna, July 2014. 685 p. Supply number 7610-10133-0808
25. FRANK, T. a KUBLÁK, T. a kol. *Horolezecká abeceda*. Praha: Nakladatelství Epoque, 2007. 664 s. ISBN 978-80-87027-35-6.
26. GAMBERALE, F. Perceived Exertion, Heart Rate, Oxygen Uptake and Blood Lactate in Different Work Operations. *Journal of Ergonomics*. Volume 15, 1972 - Issue 5. Pages 545-554. Published online: 30 Jun 2010
27. HELLER, J., VODIČKA, P., *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2011, 115 s. ISBN 978-802-4619-767.
28. HENDL, Jan, REMR, Jiří. *Metody výzkumu a evaluace*. Praha: Portál, 2017. ISBN 978-80-262-1192-1

29. Horolezecká metodika – Mountaineering Methodology. 2019. *Horolezecká metodika - Mountaineering Methodology* [online]. [cit. 20. 4. 2019]. Dostupné z: <http://horolezeckametodika.cz>
30. Hudy.cz - Outdoor oblečení a vybavení s tradicí. [online]. [cit. 20. 4. 2019]. Dostupné z: <https://www.hudy.cz>
31. JANSA, Petr a DOVALIL, Josef. *Sportovní příprava: vybrané teoretické obory, stručné dějiny tělesné výchovy a sportu, základy pedagogiky a psychologie sportu, fyziologie sportu, sportovní trénink, sport zdravotně postižených, sport a doping, úrazy ve sportu a první pomoc, základy sportovní regenerace a rehabilitace, sportovní management*. Praha: Q-art, 2007. ISBN 978-80-903280-8-2.
32. JEBAVÝ, Radim, HOJKA, Vladimír a KAPLAN, Aleš. *Rozcvičení ve sportu*. Praha: Grada, 2014. Fitness, síla, kondice. ISBN 978-80-247-4525-1.
33. KITTNAR, Otomar. *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3068-4.
34. KOHLÍKOVÁ, Eva. *Vybraná témata praktických cvičení z fyziologie člověka*. 2., nezměn. vyd. Praha: Karolinum, 2011. ISBN 978-80-246-1921-7.
35. KRČÁL, Martin a TEPLÍKOVÁ Zuzana. *Naučte (se) citovat*. Blansko: Citace.com, 2014. ISBN 978-80-260-6074-1.
36. LONG, Steve. *Průvodce lezením: kompletní příručka pro bezpečné a vzrušující skalní lezení*. Brno: Computer Press, c2010. ISBN 978-80-251-2962-3.
37. MAYER, Robert. SCHUBERT, Pit. *Ausrüstung, Sicherung, Sicherheit*. BLV Buchverlag, 1986. 228 s. ISBN 3-4051-2286-4
38. MICHALIČKA, Vladimír a kol. *Pomůcka pro základní výcvik (kurz) vojenského lezení SpS*. 2. Rozšířené vydání. Velitelství společných sil, Skupina tělesné výchovy. Olomouc 2009, Ev. č. 1/2-576/2009-2802/J3
39. MIKOŠKA, Jaroslav. *Outdoorové sporty*. Brno: Computer Press, 2006. ISBN 80-251-0896-1.
40. Ministerstvo obrany. *Těl-51-1: Vojensko – praktické lezení*. Praha, 1998.
41. Ministerstvo obrany. *Vojenské lezení*. V Tisku (2018)
42. Ministerstvo obrany. *Vojensko – praktické lezení: Program instruktorského kurzu, zkušební řád pro získání oprávnění k vedení rizikových cvičení ve speciální tělesné přípravě pro instruktora*. Praha: Sekce bojové přípravy GŠ, 2000a. 5 s. Č. j. 325/8/80/2000-1618.
43. Ministerstvo obrany. *Zákl – I Základní řád ozbrojených sil České republiky*. Praha, 2001

44. Ministerstvo obrany. *Pomůcka pro základní a zdokonalovací Kurz vojenského lezení* – Praha, 2012.
45. MOHAMED, Daabiss. *American Society of Anaesthesiologists physical status classification*, Indian Journal of Anaesthesia, vol. 55 iss. 2, 2011, p 111-115
46. NEUMAN, Jan. *Turistika a sporty v přírodě*: [přehled základních znalostí a dovedností pro výchovu v přírodě]. Praha: Portál, 2000. ISBN 80-7178-391-9.
47. NICHOLAS, M. Beltz, Ann L. Gibson, Jeffrey M. Janot, Len Kravitz, Christine M. Mermier, and Lance C. Dalleck, Graded. Exercise Testing Protocols for the Determination of VO_{2max}: Historical Perspectives, Progress, and Future Considerations, *Journal of Sports Medicine*, vol. 2016, Article ID 3968393, 12 pages.
48. NORMATIVNÍ VÝNOS MINISTERSTVA OBRANY Č. 12/2011: *Služební tělesná výchova v rezortu Ministerstva obrany*
49. NORMATIVNÍ VÝNOS MINISTERSTVA OBRANY. *Služební tělesná výchova v rezortu Ministerstva obrany (v tisku)*
50. NOVOTNÝ, Jan. *Zátěžové testy ve sportovní medicíně. Fyziologické testy reakce a adaptace člověka*. Masarykova univerzita, Brno, 2014. ISBN 978-80-210-7295-4
51. PERIČ T., DOVALIL J. *Sportovní trénink*. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247- 2118-7
52. POLAR Czech. *Měřiče tepové frekvence a sportovní hodinky s GPS* [online]. Copyright © Polar Electro 2019 [cit. 14.07.2019]. Dostupné z: <https://www.polar.com/cs>
53. ROKYTA, Richard a kol. *Fyziologie pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědných a tělovýchovných oborech*. Praha: ISV, 2000. ISBN 80-85866-45-5
54. Rozkaz Ministra obrany české republiky č.14: Výcvik vojáků a žáků vojenský školy ve speciální tělesné přípravě. Praha, 1999. Čj. 228/3-43/1999-1618
55. ROZSYPAL, Karel. *Porovnání energetického výdeje u jednolanových technik za použití různých způsobů navázání*. Praha, 2013. Bakalářská práce. Univerzita Karlova. Fakulta tělesné výchovy a sportu. Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Petr Majerčík
56. SCHUBERT, Pit. *Die anwendung des seiles in fels und eis*. Bergverlag Rudolf Rother, München, 1998. 192 s. ISBN 3-7633-6082-4
57. SELIGER, Václav a VINAŘICKÝ, Richard. *Fyziologie člověka I*. Praha: Karolinum, 1992. ISBN 80-7066-676-5
58. SILBERNAGL, Stefan a DESPOPOULOS, Agamemnon. *Atlas fyziologie člověka*. 6. vyd., zcela přeprac. a rozš., Vyd. 3. české. Praha: Grada, 2004. ISBN 80-247-0630-X.

59. speleo.cz. *speleo.cz* [online]. Copyright © 2014 [cit. 14.06.2019]. Dostupné z: <http://www.speleo.cz>
60. TANAKA et al., Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardio-vascular events in healthy men and women: a meta-analysis, *Journal of the American Medical Association*. 2009. vol. 301, no. 19, pp. 2024–2035,
61. TYSON, Andy and LOOMIS, Molly. *Climbing self rescue: improvising solutions for serious situations*. Seattle: Mountaineers Books, 2006. ISBN 089886772X.
62. URFER, A. G, *Energy costs of rock climbers during two maximal oxygen consumption tests and a simulated Jumar climb*. Dissertation. The Ohio State University, 1976.
63. VOMÁČKO, Ladislav. *Lezení na umělých stěnách / Ladislav Vomáčko, Soňa Boštíková*. 2003. ISBN 9788024721743.
64. WATTS, P. B., DROBISH, K. M. Physiological responses to simulated rock climbing at different angles. *Medicine & Science in Sports & Exercise*: July 1998 - Volume 30 - Issue 7 - p 1118-1122. Applied Sciences: Physical Fitness And Performance
65. ZAHRADNÍK, David. KORVAS, Pavel. *Základy sportovního tréninku*. Masarykova univerzita, Brno, 2012. ISBN 978-80-210-5890-3

9 Přílohy

9.1 Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Členění služební tělovýchovy (NV MO č.12/2011)	15
Obrázek č. 2: Členění lezeckých aktivit (upraveno autorem podle Vomáčka, 2003)..	17
Obrázek č. 3: Výstup po laně metodou Frog (Belica, 2014).....	20
Obrázek č. 4: Dvojitý prusík (Horolezecká metodika, 2019)	23
Obrázek č. 5: Princip výstupu po laně pomocí lanových svěr-blokantů (upraveno autorem podle Horolezecké metodiky, 2019)	25
Obrázek č. 6: samosvorný uzel - otevřená garda (Ministerstvo obrany, v tisku).....	26
Obrázek č. 7: sebezáchrana z trhliny (Horolezecká metodika, 2019)	27
Obrázek č. 8: Schéma výstupového trenažeru (Frank, 2007 s. 366)	27
Obrázek č. 9: Fáze SF při zatížení (Havlíčková a kol., 2008).....	31
Obrázek č. 10: Borgova RPE škála (Daďová, 2015)	39
Obrázek č. 11: Teoretický model struktury lezeckého výkonu (upraveno podle Baláše, 2016).....	41
Obrázek č. 12: Závislost SF, VO ₂ a produkce laktátu při zvyšující se intenzitě zatížení I AP – intenzita aerobního prahu, I ANP – intenzita anaerobního prahu, I KR – kritická intenzita. (Dovalil a kol, 2012).....	41
Obrázek č. 13: schéma měření	48
Obrázek č. 14: výstup po laně při měření.....	49
Obrázek č. 15: Metamax 3b s maskou (Cortex, 2019).....	50
Obrázek č. 16: Sportestr Polar (Polar, 2019)	50
Obrázek č. 17: Váha (autor)	50

9.2 Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Populační standardy aerobní zdatnosti podle dosažené VO_{2max} na běhacím koberci (Tabulka podle Baláše, 2016)	35
Tabulka č. 2: Hodnoty VO_{2max} u sportovců (Tabulka podle Jansy a Dovalila, 2007) .	36
Tabulka č. 3: Borgova RPE škála s % vyjádřením SF (Tabulka podle Čechovské, I., Dobrého, L. 2008)	40
Tabulka č. 4: Průměrné hodnoty VO_2 a SF při výstupu po laně při různých rychlostech (Tabulka podle Urfera, 1976)	42
Tabulka č. 5: Čas věnovaný problematice výstupu po laně dle curricula VO FTVS před účastí na tomto výzkumu.....	47
Tabulka č. 6: Charakteristika výzkumného souboru (n = 12)	47
Tabulka č. 7: Souhrnné průměrné hodnoty SF, VO_2 a RPE se statistickým vyhodnocením	58
Tabulka č. 8: souhrnné průměrné hodnoty výzkumného souboru po minutě	59

9.3 Seznam grafů

Graf č. 1: průběh průměrné SF se statistickým vyhodnocením	53
Graf č. 2: průběh průměrné SF po celou dobu měření	54
Graf č. 3: průběh průměrné VO_2 se statistickým vyhodnocením.....	55
Graf č. 4: Průběh průměrné VO_2 po celou dobu měření	55
Graf č. 5: průběh průměrné RPE se statistickým vyhodnocením.....	56
Graf č. 6: průběh průměrné RPE po celou dobu měření	57

9.4 Seznam dokumentů k výzkumu

Příloha č. 1: Žádost a vyjádření etické komise

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešslavín

Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

Název projektu: Porovnání míry fyziologického zatížení organismu při různých způsobech výstupu po laně

Forma projektu: výzkumná práce - diplomová práce

Období realizace: červen 2019

Předkladatel: Jan, Doležal, Bc., UK FTVS Katedra vojenské tělovýchovy

Hlavní řešitel: Jan, Doležal, Bc., UK FTVS Katedra vojenské tělovýchovy

Místo výzkumu (pracoviště): Lezecká stěna Sportcentrum Evropská, Praha 6, Josef Martího 269/31, Vešslavín, 162 52

Vedoucí práce (v případě studentské práce): Mgr. Vladimír Michalička

Popis projektu: Cílem projektu je porovnat míru fyziologického zatížení organismu při třech různých způsobech výstupu po laně, které se používají v Armádě České republiky. Výsledky budou porovnány na základě srdeční frekvence a výdechových plynů jedince. K získání dat budou použity neinvazivní metody, konkrétně spiroergonomická metoda (Cortex metamax 3b) pro porovnání výdechových plynů a sporttestr pro porovnání srdeční frekvence. Jedná se o kvantitativní výzkum, konkrétně jde o experiment v laboratorních podmínkách na lezecké stěně

Charakteristika účastníků výzkumu: Předpokládán počet účastníků výzkumu je 10 dobrovolníků z řad studentů Vojenského oboru při UK FTVS. Průměrný věk účastníků je 22 let. Všichni účastníci jsou pokročilí lezci, znají používané způsoby výstupu po laně a pravidelně se věnují lezení. Všichni účastníci mají platnou zdravotní prohlídku a jsou pravidelně kontrolováni sportovními lékaři v rámci zdravotních prohlídek ASC Dukla Praha. Do projektu mohou být zařazeni pouze studenti Vojenského oboru při UK FTVS a budou vybráni panem Mgr. Vladimírem Michaličkou a paní MUDr. Lenkou Vitulovou na základě návrhu hlavního řešitele výzkumu Bc. Jana Doležala. Do projektu nemůže být zařazen proband, který bude mít zranění či akutní onemocnění nebo proband s jakýmkoliv onemocněním či omezením pohybového aparátu ani s kardiovaskulárním onemocněním.

Zajištění bezpečnosti: Jedná se o neinvazivní metodu testování. Účastníci jsou vojáci z povolání se zdravotní klasifikací A a klasifikací ASA I, které jsou předpokladem výborného zdravotního stavu. Jedná se o testování s malou pravděpodobností úrazu, kdy případné zranění bude řešeno ZZS 155. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší, než běžně očekávaná rizika u aktivit prováděných v rámci tohoto výzkumu. Při samotných měřeních bude přítomný Mgr. Vladimír Michalička, který je vedoucím instruktorem a garantem vojenského lezení pro AČR. Před samotným měřením bude vždy provedeno adekvátní rozcvičení.

Etické aspekty výzkumu: Měření bude provedeno v souladu s Mezinárodními etickými směrnicemi s lidskými účastníky (CIOMS/WHO). Účastníci budou plnoletí. Účast ve výzkumu je dobrovolná a účastník může kdykoliv odejít. Získaná data budou zpracovávána a bezpečně uchována v anonymní podobě a publikována v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS. Po anonymizaci budou osobní data smazána. Anonymizace osob na fotografiích bude provedena začerněním/rozmažáním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince. Neanonymizované fotografie budou po ukončení výzkumu smazány

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužitá.

Text informovaného souhlasu: příložen

Povinnosti všech účastníků výzkumu na straně řešitele je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na účastnících výzkumu na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu. Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně.

Potvrzuji, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne: 14.3.2019

Podpis předkladatele:

Vyjádření Etické komise UK FTVS

Složení komise: Předsedkyně: doc. PhDr. Irena Parry Martínková, Ph.D.

Členové: prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

doc. MUDr. Jan Heller, CSc.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem:

044/2019
19.3.2019

dne:

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a neshledala žádné rozpory s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrniciemi pro provádění výzkumu zahrnujícího lidské účastníky.

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise.

Josef Martího 31, 162 52, Praha 6

- 20 -

razítko UK FTVS

podpis předsedkyně EK UK FTVS

Příloha č. 2: informovaný souhlas

Vážený pane, vážená paní,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, zákonem č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (*jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicině č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné*), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu v rámci diplomové práce s názvem Porovnání míry fyziologického zatížení organismu při různých způsobech výstupu po laně prováděné na lezecké stěně ve Sportcentru Evropská, Praha 6, José Martího 269/31, Veleslavín, 162 52.

Cílem projektu je porovnat míru fyziologického zatížení organismu při třech různých způsobech výstupu po laně, které se používají v Armádě České republiky (technika prusíkování, pomůcek typu Jümar, techniku využívající uzel Garda). Bude použita neinvazivní metoda kvantitativního výzkumu a následná intraindividuální a interindividuální komparace naměřených hodnot. Bude se porovnávat srdeční frekvence a spotřeba kyslíku jedince. K získání dat budou použity neinvazivní metody, konkrétně spiroergonomická metoda (Cortex metamax 3b) pro porovnání výdechových plynů a sporttestr pro porovnání srdeční frekvence. Tyto měřicí přístroje budete mít po celou dobu měření na sobě. Jedná se o kvantitativní výzkum, konkrétně jde o experiment v laboratorních podmínkách na lezecké stěně ve Sportcentru evropská. Budete provádět výše zmíněné jednolanové techniky výstupu po laně v celotělovém lezeckém úvazku. Jednu techniku budete provádět vždy 5 minut při rychlosti 3 m/min. Každou techniku budete dělat vždy 1x s minimálně 24 h pauzou mezi měřeními. Vaší bezpečnost a dozor při měření bude zajišťovat Mgr. Vladimír Michalička. Testování bude probíhat za standardních podmínek. Před samotným měřením bude vždy provedeno adekvátní rozcvičení. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Do projektu nemůže být zařazen proband, který bude mít zranění či akutní onemocnění nebo proband s jakýmkoliv onemocněním či omezením pohybového aparátu ani s kardiovaskulárním onemocněním. V případě potíží bude zajištěna odborná první pomoc přes ZZS 155. Výsledky z výzkumu přispějí k rozvoji vojenského lezení a aplikovat je o metodiky výcviku. Vaše účast v projektu nebude finančně ohodnocena. S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit v diplomové práci v studentském informačním systému (SIS), v nebo na e-mail adrese: honza-dolezal@seznam.cz Získaná data budou zpracovávána a bezpečně uchována v anonymní podobě a publikována v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS. Po anonymizaci budou osobní data smazána. Anonymizace osob na fotografiích bude provedena začerněním/rozmazáním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince. Neanonymizované fotografie budou po ukončení výzkumu smazány

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu: Jan, Doležal, Bc Podpis:.....

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení:
Podpis:.....

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se účasti ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu.

Místo, datum

Jméno a příjmení účastníka Podpis:

Příloha č. 3: Upravená RPE škála (autor)

6	Vůbec žádná zátěž
7	Zcela nepatrná zátěž
8	
9	Velmi lehká zátěž
10	
11	Lehká zátěž
12	
13	Středně velká zátěž
14	
15	Velká zátěž
16	
17	Velmi velká zátěž
18	
19	Extrémně velká zátěž
20	Maximální úsilí

V průběhu tělesné zátěže (= cvičení) po Vás budeme chtít, abyste vnímal/a a ohodnotil/a, jak těžká a vyčerpávající pro Vás daná zátěž je. Jedná se tedy o Váš pocit namáhavosti zátěže. Ten závisí hlavně na vypětí a únavě svalů, pocitu dušnosti nebo bolesti na hrudi.

Podívejte se na tuto hodnotící škálu. Budeme chtít, abyste užil/a tuto škálu od 6 do 20, kde 6 znamená „vůbec žádná zátěž“ a 20 znamená „maximální úsilí“.

- 9** odpovídá „velmi lehké“ zátěži. Pro normální, zdravou osobu to je jako pomalá chůze vlastním tempem po dobu několika minut.
- 13** na škále je „středně těžká“ zátěž, ale stále cítíte, že bez problémů můžete pokračovat.
- 17** „velmi těžká“ znamená velmi vyčerpávající. Zdravá osoba je stále schopna pokračovat, ale musí se překonávat. Tuto zátěž pocítujete jako velmi těžkou a jste velmi unavený/unavená.
- 19** na škále je extrémně vyčerpávající stupeň zátěže. Pro většinu lidí je to nejnamáhavější zátěž, jakou kdy zažili.

Pokuste se, prosím, co nejpřesněji zhodnotit své pocity ze zátěže, bez přemýšlení o tom, jaké je ve skutečnosti aktuální zatížení.

Nepodceňujte, ale ani nepřeceňujte. To, co je důležité, je Váš vlastní pocit úsilí a zatížení, nikoli srovnání s ostatními lidmi. Není ani důležité, co si ostatní lidé myslí. Podívejte se na škálu a dané výrazy a pak řekněte odpovídající číslo.

Máte nějaké otázky?

Příloha č. 5: Rozcvičení před měřením

1. Zahřátí

- a. 5 min. chůze na běžeckém pásu při rychlosti $4,5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$
- b. 10x dřep
- c. 20 s poskoky “panáky”

2. mobilizační část

- a. 10x kroužit pažemi/lokty/zápěstím vpřed/vzad
- b. 10x rotace trupu do stran “diskařská rotace” (na každou stranu)
- c. 10x švihovým pohybem přednožit/zanožit L/P
- d. 10x na zemi z polohy s nohama za hlavou kolébkou do sedu s předklonem

3. individuálně

- a. pokud potřebujete

Příloha č. 6: Karta účastníka měření

Jméno:	Příjmení:	Věk:	Výška (cm):	Hmotnost (kg):	ID číslo:

1. měření

čas: Datum:

kontrolní průběh RPE po minutě

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

2. měření

čas: Datum:

kontrolní průběh RPE po minutě

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

3. měření

čas: Datum:

kontrolní průběh RPE po minutě

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

Příloha č. 7: rozpis měření

čas	1. měření		2. měření		3. měření	
8:00-9:00						
9:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-13:00						
13:00-14:00						

		RANDOMIZACE		
		Číslo = technika výstupu		
ID	Jméno (A-Z)	1. měření	2. měření	3. měření
1		2	1	3
2		1	3	2
3		3	2	1
4		3	2	1
5		1	3	2
6		2	1	3
7		2	3	1
8		3	1	2
9		1	2	3
10		1	2	3
11		3	1	2
12		2	3	1

1 = PRUSÍKOVÁNÍ
2 = BLOKANTY
3 = GARDA

Příloha č. 8: Přehled maximálního aerobního výkonu v obecných nebo specifických testech se stupňující zátěží do vyčerpání (Baláš, 2016)

Autoři	Počet a pohlaví lezců (M/Ž)	Lezecká výkonnost	Typ zátěže	SF _{max} (tepy·min ⁻¹)	VO ₂ max/peak (ml·min ⁻¹ ·kg ⁻¹)	Ṡ _V (l·min ⁻¹)	RER	Krevní laktát (mmol·l ⁻¹)	Způsob měření
Billat et al., 1995	4 M	RP VIII+	běhací koberec	205 ± 10	54,8 ± 5,0			10,9 ± 1,4	Douglasovy vaky
	5 M	RP VIII+	tahání kladky	190 ± 10	22,3 ± 2,6			10,4 ± 4,5	Douglasovy vaky
Watts a Drobish, 1998	9 M, 7 Ž	RP VI- až VII-	běhací koberec		50,5 ± 7,0				Sensor Medics
Booth et al., 1999	7 M	OS VIII- až X-	lezení se zvyšující se rychlostí	190 ± 4	43,8 ± 2,2			10,2 ± 0,6	Cosmed K2
Sheel et al., 2003	6 M, 3 Ž	RP VIII+ až XI-	cyklistický ergometr	192 ± 11	45,5 ± 6,6	89,4 ± 15,3	1,24 ± 0,07		Physio-Dync, Max-1
Ccus et al., 2006	15 M	OS VIII+ až IX+/X-	běhací koberec	192 ± 13	52,2 ± 5,1	123,9 ± 21,1	1,16 ± 0,13	10,3 ± 2,1	MetaMaxB
Magalhaes et al., 2007	14 M	RP VII- až VIII+	běhací koberec	198 ± 6	54,5 ± 2,1				Cosmed K4b2
Bertuzzi et al., 2007	7 M	RP VI+ až VIII-	klikový ergometr		35,5 ± 5,2				Cosmed K4b2
	6 M	RP IX až X	klikový ergometr		36,5 ± 6,2				Cosmed K4b2
Rodio et al., 2008	8 M	RP VIII	cyklistický ergometr	171 ± 8	39,1 ± 4,3				Cosmed Quark b2
	5 Ž	RP VI-	cyklistický ergometr	177 ± 5	39,7 ± 5,0				Cosmed Quark b2
España-Romero et al., 2009	8 M	OS VIII+ až XI-	lezení se zvyšující se rychlostí	186 ± 7	53,6 ± 3,7	138,7 ± 25,6	1,3 ± 0,08	11,3 ± 4,4	Cosmed K4b2
	8 Ž	OS VIII- až IX+	lezení se zvyšující se rychlostí	186 ± 8	49,2 ± 3,5	102,0 ± 12,3	1,2 ± 0,10	10,6 ± 3,2	Cosmed K4b2

SF_{max} maximální srdeční frekvence, VO₂ max/peak maximální/nejvyšší dosažená spotřeba kyslíku, Ṡ_V ventilace, RER koeficient respirační výměny

Autoři	Počet a pohlaví lezců (M/Ž)	Lezecká výkonnost	Typ zátěže	SF _{max} (tepy·min ⁻¹)	VO ₂ max/peak (ml·min ⁻¹ ·kg ⁻¹)	Ṡ _V (l·min ⁻¹)	RER	Krevní laktát (mmol·l ⁻¹)	Způsob měření
Baláš, Strejcová et al., 2012	14 Ž	RP III až X	běhací koberec	191 ± 7	51,5 ± 2,1	96,1 ± 12,5	1,14 ± 0,05		MetaMaxB
	14 Ž	RP III až X	lezení se zvyšující se rychlostí	179 ± 11	38,8 ± 6,6	62,2 ± 12,3	0,96 ± 0,06		MetaMaxB
Pires et al., 2012	7 M	RP > IX-	klikový ergometr	184 ± 7	36,8 ± 5,7				Cosmed K4b2
	7 M	RP < VIII-	klikový ergometr	175 ± 9	35,5 ± 5,2				Cosmed K4b2
	8 M	nelezení	klikový ergometr	159 ± 22	28,8 ± 5,0				Cosmed K4b2
Bertuzzi et al., 2012	6 M	IX až X	lezení 3 min. nejvyšší rychlostí	188 ± 6	51,8 ± 7,3			7,8 ± 7,1	Cosmed K4b2
	7 M	VI+ až VIII-	lezení 3 min. nejvyšší rychlostí	183 ± 6	47,7 ± 8,9			7,4 ± 2,1	Cosmed K4b4
Rosponi et al., 2012	6 M	OS IX- až IX+/X-	cyklistický ergometr	178 ± 6	56,3 ± 4,9	153,2 ± 20,1			Cosmed Quark b2
Dickson et al., 2012	14 M, 1 Ž	RP IX+ až X+	běhací koberec	192 ± 8	57,4 ± 5,9				Cosmed K4b2
Baláš, Panáčková, Strejcová et al., 2014	26 M	RP IV až X	běhací koberec	193 ± 8	59,7 ± 5,1	139,3 ± 11,9	1,16 ± 0,04		MetaMaxB
	26 M	RP IV až X	lezení se zvyšujícím se sklonem	178 ± 11	40,3 ± 3,5	74,9 ± 10,1	0,98 ± 0,07		MetaMaxB
Michailov et al., 2015	11 M	RP IX- až XI-	běhací koberec	197 ± 8	58,3 ± 2,6			12,3 ± 2,5	Cosmed Quark
	11 M	RP IX- až XI-	veslařský ergometr vertikálně	185 ± 8	34,1 ± 4,1			11,9 ± 1,7	Cosmed Quark

SF_{max} maximální srdeční frekvence, VO₂ max/peak maximální/nejvyšší dosažená spotřeba kyslíku, Ṡ_V ventilace, RER koeficient respirační výměny

9.5 Seznam materiálu

Příloha č. 9: kladka Petzl Twin (Hudy, 2019)



Příloha č. 10: Petzl grigri (Hudy, 2019)



Příloha č. 11: Statické lano 100 m (Hudy, 2019)



Příloha č. 12: Batoh TL 60 (Armed, 2019)

